

Actes du 14ème Congrès international de l'ACAPS

ASSOCIATION DES CHERCHEURS  
EN ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES

Editeurs scientifiques :

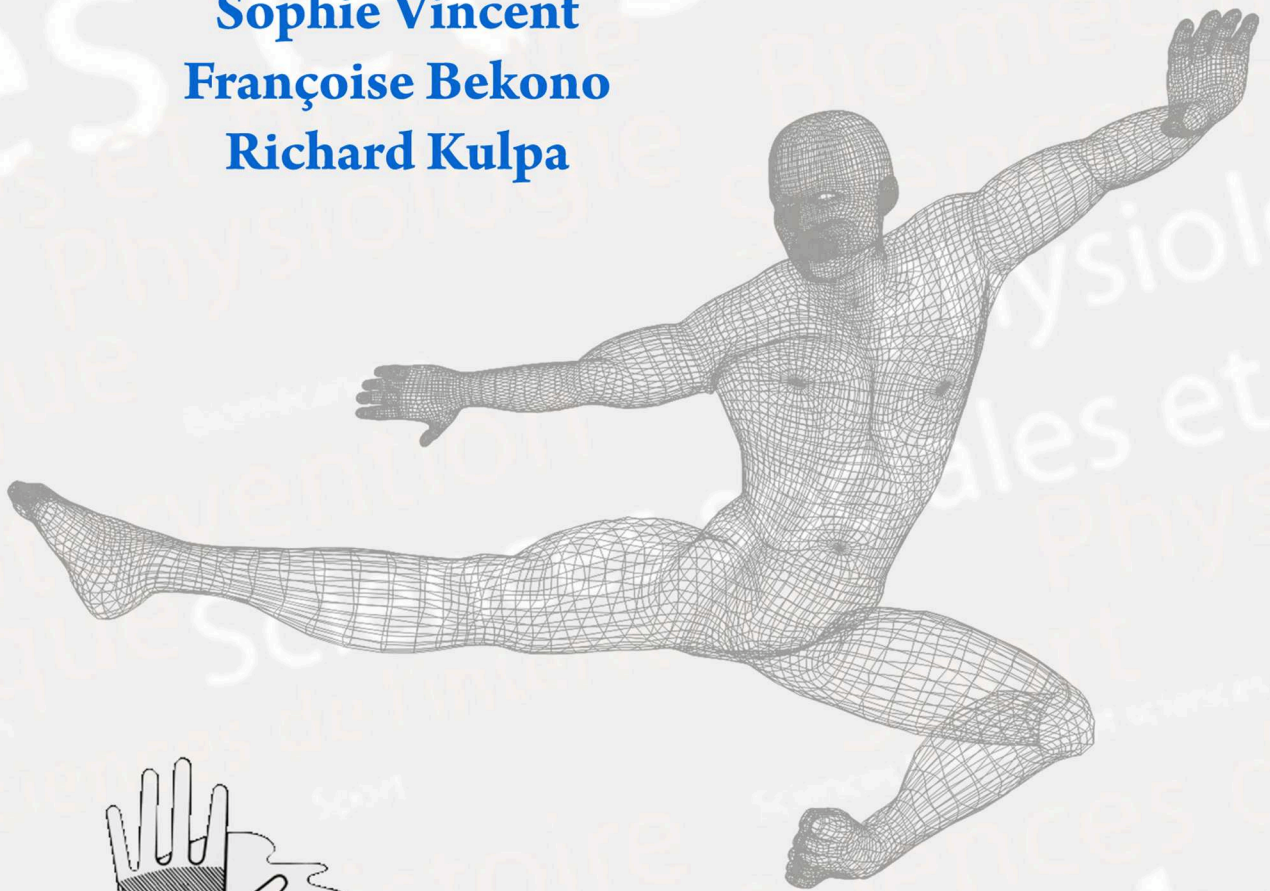
Hassane Zouhal

Geneviève Cabagno

Sophie Vincent

Françoise Bekono

Richard Kulpa



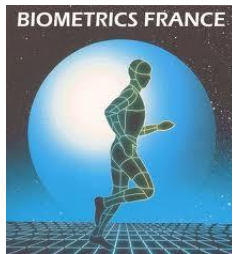
Rennes

24 - 26 Octobre 2011



*A la mémoire de Delphine THEVENET, notre jeune collègue disparue prématurément l'an dernier.*

## PARTENAIRES ET EXPOSANTS



# Nouvelles solutions pour la recherche et l'enseignement en Science du Sport

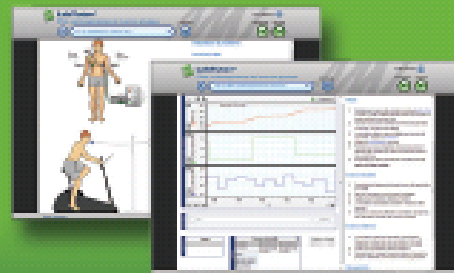
## Recherche



### Nouvelle série PowerLab de dispositifs d'acquisition et d'analyse des données

- Synchronisez 32 signaux et la vidéo en un seul fichier
- Connectez une large gamme d'appareils incluant analyseur de gaz, pression non invasive, oxymètre et bio-amplificateur, télémétrie...
- Prenez de l'avance sur vos analyses avec le logiciel LabChart Pro, incluant les modules spécialisés "HRV", métabolisme.... Calculez rapidement et facilement les valeurs  $VO_2$ ,  $VCO_2$  et RER de l'air expiré....

## Enseignement



### Les nouvelles expériences LabTutor de physiologie de l'exercice en français

- 5 nouveaux TP dont les effets cardiovasculaires et les effets cardiorespiratoires de l'exercice physique, la physiologie des exercices aérobies et des exercices anaérobies et la physiologie de l'apnée
- Accès maintenant à plus de 30 TP en français
- Possibilité de modifier les TP pour les adapter à votre programme et à vos étudiants

**Appréciez une tranquillité d'esprit grâce au support technique de notre équipe d'experts basés en France supportée par notre réseau européen**



## SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>PROGRAMME SCIENTIFIQUE LUNDI 24 OCTOBRE 2011 .....</b>   | <b>30</b> |
| CONFERENCE INAUGURALE   | 31        |
| Le sport, le corps, l'âme et la société   |           |
| <i>Pr. Axel KAHN (France) .....</i>   | <i>32</i> |
| SYMPOSIUMS  | 33        |
| <b><i>S1- Physiologie : Stress oxydant, exercice et santé</i></b>   |           |
| <i>Organisateurs : Carole Groussard et Arlette Delamarche .....</i>   | <i>34</i> |
| Effet de la condition physique sur la régulation vasculaire et le stress oxydatif<br>chez les femmes ménopausées  |           |
| <i>Vincent Pialoux &amp; Marc J. Poulin .....</i>   | <i>36</i> |
| Implication du stress oxydant dans la physiopathologie des maladies<br>chroniques : intérêts de l'entraînement  |           |
| <i>Carole Groussard .....</i>   | <i>38</i> |
| Quel bilan de stress oxydant pour le sportif de haut niveau ?   |           |
| <i>Joël Pincemail, Jean-Olivier Defraigne .....</i>   | <i>40</i> |
| Hypokinésie, stress oxydant et atrophie musculaire  |           |
| <i>Dominique Desplanches .....</i>  | <i>42</i> |
| Dégradation et Réparation des protéines : Rôles dans la protection contre le<br>stress oxydant et le vieillissement   |           |
| <i>Isabelle Petropoulos .....</i>   | <i>44</i> |
| <b><i>S2- Histoire : L'enseignement de la gymnastique dans les formations initiale et<br/>    continue des professionnels de l'EPS entre 1939 et 1948</i></b>   |           |
| <i>Luc Robène, Jean Saint-Martin &amp; Michaël Attali .....</i>   | <i>46</i> |
| La gymnastique au CNMA, une spécialité sportive au service de la formation<br>d'un homme nouveau  |           |
| <i>Doriane Gomet .....</i>  | <i>47</i> |
| La formation des cadres au sein des Instituts Régionaux d'Education Physique<br>(IREP) durant l'Occupation (1940-1944) : du genre de la pratique aux<br>pratiques de genre. L'exemple de la gymnastique |           |
| <i>Luc Robène .....</i>   | <i>49</i> |
| Rôle et place de la gymnastique dans la pédagogie vichyssoise des disciplines<br>d'action et dans l'édification d'un homme complet (1940-1944)  |           |
| <i>Thierry Arnal, Tony Froissart .....</i>  | <i>51</i> |
| Les savoirs gymniques au temps de la Libération : entre tradition et modernité<br>sportive ?  |           |
| <i>Michaël Attali, Thierry Bellier &amp; Jean Saint-Martin .....</i>  | <i>53</i> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>S3-Psychologie : Si c'est mon prof qui le dit : identité sociale et compétence de la source d'influence et efficacité d'un programme de réattribution</b>  |           |
| <i>Organisateur: Olivier Rasclé</i> .....   | 55        |
| Que faire lorsque la porte qui mène à la réussite est cadenassée à double tour ?<br>De l'efficacité des programmes de réattribution   |           |
| <i>Olivier Rasclé &amp; David Le Foll</i> .....   | 56        |
| When the chips are down: Effects of attributional feedback on self-efficacy and task performance following initial and repeated failure   |           |
| <i>Pete Coffee &amp; Tim Rees</i> .....   | 58        |
| What determines performers' responses to attributional feedback about failure?<br>The importance of the ingroup-outgroup status of the feedback source  |           |
| <i>Tim Rees, Pete Coffee, Jessica Salvatore, &amp; S. Alexander Haslam</i> .....  | 60        |
| La compétence de l'intervenant : une variable modératrice de l'efficacité de la réattribution   |           |
| <i>Maxime Charrier &amp; Olivier Rasclé</i> .....   | 62        |
| <b>SESSIONS ORALES</b>  | <b>64</b> |
| <b>Physiologie</b> .....  | <b>65</b> |
| <b><i>Performance et hygiène de vie</i></b> .....   | <b>66</b> |
| O1- Carbohydrate-BCAAs-caféine ingestion during 2-h run increases treadmill running performance : a randomized, double-blind, cross-over placebo-controlled study                                     |           |
| <i>Sébastien Peltier, Lucile Vincent, Guillaume Millet, Pascal Sirvent, Jean-Benoît Morin, Michel Guerraz, André Geyssant, Jean-François Lescuyer, Léonard Feasson &amp; Laurent Messonnier</i> ..... | 66        |
| O2 -Origines biologiques de la variation diurne de la fatigue musculaire lors d'une épreuve de sprint répété sur ergocycle  |           |
| <i>Omar Hammouda, Hamdi Chtourou, Hinda Chahed, Abdelhedi Miled, Karim Chamari, Nizar Souissi</i> .....   | 68        |
| O3-Les effets de la privation partielle de sommeil et de l'heure de la journée sur les performances anaérobies des judokas  |           |
| <i>Hamdi Chtourou, Omar Hammouda, Anis Chaouachi, Karim Chamari, Nizar Souissi</i> .....  | 70        |
| O4-Sleep deprivation, performance and mathematical prediction of fatigue in offshore sailing races  |           |
| <i>Hurdiel R., McCauley P. Peze T., Theunynck D.</i> .....  | 72        |
| O5-Effets d'un décalage horaire et d'une sieste sur les performances physiques anaérobies   |           |
| <i>Elisabeth Petit, Hubert Bourdin, Fabienne Mougin &amp; Emmanuel Haffen</i> .....   | 74        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Activités physiques et adaptations cardiovasculaires</b> .....  | <b>76</b> |
| O6-Impact de la fenêtre dans une analyse fréquentielle avec la transformée de fourrier discrete : application à la variabilité de la fréquence cardiaque                 |           |
| <i>Damien Saboul, Vincent Pialoux et Christophe Hautier</i> .....  | 76        |
| O7-Effet de l'âge et des conditions d'enregistrement sur le contrôle nerveux autonome cardiaque au repos   |           |
| <i>François Cottin, Claire Médigue, Morgan Landrain &amp; Christophe Filliau</i> .....   | 78        |
| O8-High intensity exercise training: effectiveness to restore (partially or totally) endothelial NO-dependent relaxation in STZ-diabetic rat aorta?                      |           |
| <i>Mohamed Sami Zguira, Sophie Vincent, Solène Le Douairon Lahaye, Ludivine Malardé, Hassane Zouhal, Zouhair Tabka, Bernard Saiag</i> .....                              | 80        |
| O9-Effets d'un protocole novateur de réentraînement intermittent chez des patients insuffisants cardiaques.  |           |
| <i>Freyssin C, Prieur F, Blanc P, Benaich P Verkindt C</i> .....   | 81        |
| O10-Effets de l'hydratation et de la privation d'eau sur les modifications hémorhéologiques après un match de football chez des sujets porteurs du trait drépanocytaire. |           |
| <i>Diaw Mor, Philippe Connes, Saliou Diop, Niama Diop Sall, Freddy Yannick W Soubeiga &amp; Abdoulaye Samb</i> .....   | 83        |
| <b>Outils de mesure et performance motrice</b> .....   | <b>85</b> |
| O11-La méthode de calcul des données GPS utilisées pour estimer les distances et les vitesses de course influence la précision de l'estimation                           |           |
| <i>Bénédicte Noury-Desvaux, Maxime Baudry, François Brosset, Alexis Le Faucheur</i> .....  | 85        |
| O12-Validité et reproductibilité d'un récepteur/enregistreur GPS à faible coût pour étudier la marche en extérieur en vue d'études cliniques                             |           |
| <i>Alexis Le Faucheur, Pierre Abraham, Guillaume Mahe, Thomas Sauvaget, Georges Leftheriotis<sup>2,3</sup>, Bénédicte Noury-Desvaux</i> .....                            | 87        |
| O13-Validation d'un GPS à faible coût dans la mesure des déplacements spécifiques aux sports collectifs  |           |
| <i>Maxime Baudry, Alexis Le Faucheur, Bénédicte Noury-Desvaux</i> .....  | 89        |
| O14-Comparaison de deux générations d'accéléromètre ActiGraph dans l'évaluation de l'activité physique quotidienne.  |           |
| <i>J. Vanhelst, J. Mikulovic, G. Bui-Xuan, O. Dieu, T. Blondeau, L. Béghin</i> .....   | 91        |
| O15- Estimation de la ventilation à partir de la mesure des distances thoraciques et abdominales: application à l'activité de course                                     |           |
| <i>Steven Gastingier, Emilie Chovrelat, Guillaume Nicolas, Anthony Sorel &amp; Jacques Prioux</i> .....  | 93        |
| <b>Neurosciences comportementales</b> .....  | <b>95</b> |
| <b>Coordination motrice</b> .....  | <b>96</b> |
| O16-Coordination inter-ceintures lors de la locomotion sous contraintes  |           |

|  |            |
|--|------------|
| <i>Philippe Dedieu, Pier-Giorgio Zanone</i> .....  | 96         |
| O17-Emergence des coordinations bras-jambe en brasse, coût énergétique et<br>efficience mécanique                                      |            |
| <i>John Komar, Grégoire Millet, Farzin Dadashi, Florent Crettenand, Didier Chollet,<br/>Kamiar Aminian &amp; Ludovic Seifert</i> ..... | 98         |
| O18-Interactions entre émotions, cognitions et mouvement volontaire chez le<br>jeune adulte et la personne âgée                        |            |
| <i>Sophie Longuet, Carole Ferrel-Chapus, Sylvie Vernazza-Martin</i> .....  | 100        |
| O19-Developmental changes in the symmetry of inter-hemispheric transfer<br>during a motor switching task                               |            |
| <i>Jessica Tallet, Jean-Michel Albaret, Jérôme Barra<sup>2</sup></i> .....   | 102        |
| O20-Humans unintentionally synchronize more with real than artificial agent,<br>unless it's the other way around                       |            |
| <i>R.N. Salesse, M. Ntolooulou, B.G. Bardy, R.C. Schmidt, T. Chaminade, L. Marin &amp; J.<br/>Lagarde</i> .....                        | 104        |
| <b>Perception visuelle et motricité</b> .....  | <b>106</b> |
| O21-Effect of gaze direction on curvilinear heading discrimination   |            |
| <i>Colas N. Authié &amp; Daniel R. Mestre</i> .....  | 106        |
| O22-Rythmes cérébraux et adaptations perceptivo-motrices   |            |
| <i>Jérôme Barral, Jessica Tallet, Etienne Sallard &amp; Claude-Alain Hauert</i> .....  | 108        |
| O23-Judging the contact-times of multiple objects: Evidence for an early<br>bottleneck   |            |
| <i>Robin Baurès, Daniel Oberfeld, Heiko Hecht &amp; Viola Cavallo</i> .....  | 110        |
| O24-Influence du degré de contrôle rétroactif sur l'apprentissage de séquences<br>répétées dans une tâche de poursuite de cible        |            |
| <i>Alexandre Lang, Olivier Gapenne, Dominique Aubert &amp; Carole Ferrel-Chapus</i> .....  | 112        |
| O25-Relation entre dépendance au référentiel visuel et incertitude intra-<br>individuelle  |            |
| <i>Gueguen Marc, Isableu Brice</i> .....   | 114        |
| <b>Cognition/Imagerie</b> .....  | <b>116</b> |
| O26-La dynamique temporelle post-stress de paramètres neurovégétatifset de<br>la tension musculaire selon le niveau de trait d'anxiété |            |
| <i>Magali Willmann, Cécile Langlet, Jean-Philippe Hainaut, Benoît Bolmont</i> .....  | 116        |
| O27-Interactions entre traits de personnalité et sélection des comportements de<br>dépassement en conduite automobile                  |            |
| <i>Numa Basilio, Antoine H.P. Morice, Cécile Martha, Reinoud J. Bootsma et Gilles<br/>Montagne</i> .....                               | 118        |
| O28-Traitement statistique des données appariées. Application à la<br>comparaison de données réelles et imaginées.                     |            |
| <i>Stéphane Champely, Christian Collet &amp; Aymeric Guillot</i> .....   | 120        |



|   |            |
|---|------------|
| O29-Evolution des réponses vestibulo-oculaires au cours de la journée<br><i>Amira Zouabi, Gaëlle Quarck, Mathieu Grespinet, Mohamed Amri, Antoine Gauthier</i> .....  | 122        |
| O30-Effets de l'activité physique sur la vigilance en milieu de nuit<br><i>Damien Davenne, Romain Lericollais, Pierre Denise, Antoine Gauthier</i> .....  | 124        |
| <b>Psychologie</b> .....  | <b>126</b> |
| <b>Performances cognitives</b> .....  | <b>127</b> |
| O31-Apprentissage moteur et mémoire : quels effets des verbalisations ?<br><i>Guillaume Chauvel, François Maquestiaux, André Didierjean</i> .....   | 127        |
| O32-L'effet du « dépassement » sur les performances cognitives.<br><i>Olivier Dupuy, Maxime Lussier, Sarah Fraser, Maude Laguë-Beauvais, Louis Bherer, Michel Audiffren, Laurent Bosquet</i> .....                        | 129        |
| O33-Rôle des exergames dans le maintien de la vitalité cognitive au cours du vieillissement normal<br><i>Pauline Maillot, Alexandra Perrot &amp; Alan Hartley</i> .....   | 131        |
| O34-Créativité et activité physique chez des enfants âgés entre 4 et 6 ans<br><i>Ophélie Jeanneret, Roberta Antonini Philippe, David Trouilloud, Fabien Ohl, Gerda Jimmy, Julien Chanal &amp; Guillaume Fürst</i> .....   | 133        |
| O35-Effets d'une stratégie cognitive dissociative avec feedback vidéo sur le temps de maintien de la vitesse maximale aérobie<br><i>Vincent Hagin &amp; Alain Gros Lambert</i> .....                                      | 135        |
| <b>Contribution à la performance collective</b> .....   | <b>137</b> |
| O36-Approche interpersonnelle des émotions en sport. Etude expérimentale en rugby à XV<br><i>Mickaël Campo, Stéphane Champely, Elisabeth Rosnet &amp; Claude Ferrand</i> .....  | 137        |
| O37-Analyse d'une pratique scolaire pluridisciplinaire à travers l'expérience de création collective d'une comédie musicale<br><i>Marie-Cécile Crance, Jean Trohel, Jacques Saury</i> .....                               | 139        |
| O38-Sentiment de performance collective en phase d'attaque en Handball : vers des pistes de conception<br><i>Camille De Keukelaere &amp; Gilles Kermarrec</i> .....   | 141        |
| O39-La famille intégrée au modèle de la réussite sportive en tennis<br><i>Virginie Hurtel</i> .....   | 143        |
| O40-Direction de la relation entre l'ambiguïté du rôle et la compétence du coaching au sein des équipes sportives<br><i>Jean-Philippe Heuzé, Grégoire Bosselut, Mark Eys, Paul Fontayne &amp; Philippe Sarrazin</i> ..... | 145        |
| <b>Sociologie et management</b> .....   | <b>147</b> |
| O41-Quels sont les risques perçus liés à l'achat d'un « green fee » et les stratégies de réduction des consommateurs golfeurs ?   |            |

|  |            |
|--|------------|
| <i>Sébastien Castel</i> .....  | 147        |
| <b>O42-Prévalence du dopage et biais méthodologiques</b>   |            |
| <i>Vanessa Lentillon-Kaestner, Fabien Ohl</i> .....  | 149        |
| <b>O43-Manières de penser, mettre en avant et/ou masquer l'ethnicité dans la pratique sportive au sein de clubs sportifs amateurs au Mans et à Rennes.</b> |            |
| <i>Angéline Etiemble, Jean-Philippe Melchior, Youenn Riou, Philippe Tetart, Omar Zanna</i> .....   | 151        |
| <b>O44- Approche socio-anthropologique des objets sportifs : la dynamique d'incorporation en gymnastique rythmique, basket-ball et kayak</b>               |            |
| <i>Marie Level</i> .....   | 152        |
| <b>SESSIONS POSTERS</b>  | <b>154</b> |
| <b>Biomécanique</b> .....  | <b>155</b> |
| <b>P1-The roundhouse kicks to the chest and to the head in a sample of male and female taekwondo athletes</b>  |            |
| <i>Isaac Estevan, Coral Falcó, Octavio Álvarez, Javier Molina-García &amp; Jerome Koral</i> .....  | 156        |
| <b>P2-Hémiplégie et Renforcement Moteur Isocinétique du Membre Supérieur</b>   |            |
| <i>Nadhir Hammami, Denis Mottet, Flavia-Oana Coroian, Isabelle Laffont</i> .....   | 158        |
| <b>P3- Analyse cinématique des allures de marche</b>   |            |
| <i>Samir Hesses, Tarik Saidouni</i> .....  | 160        |
| <b>P4- Comparaison de la fatigabilité neuromusculaire lors de contractions concentriques et excentriques chez des athlètes entraînés</b>                   |            |
| <i>Latir Imed – Debbbi Firas – Saafi Mohamed Ali – Rahali Hajer – Dogui Mohamed - Tabka Zouhair</i> .....  | 162        |
| <b>P5-Evaluation isocinétique des muscles rotateurs de l'épaule chez des basketteurs</b>   |            |
| <i>Sylva JC, Weissland T</i> .....   | 164        |
| <b>P6-Effets de la fatigue des tibialis anterior sur l'organisation posturale de l'initiation du pas</b>   |            |
| <i>Eric Yiou, Sébastien Ditcharles, Serge Le Bozec</i> .....   | 166        |
| <b>P7-Contribution à l'étude du niveau de démonstration chez les étudiants sortant d'une formation en E.P.S</b>  |            |
| <i>Rachid Alouane &amp; Abdelkrim Ferguen</i> .....  | 168        |
| <b>P8- Effets de la morphologie sur les paramètres spatio-temporels du cycle de nage dans une épreuve de sprint en crawl chez les jeunes nageurs</b>       |            |
| <i>Jed Tijani, Abderraouf Ben Abderrahman, Héli Taktak, Benoit Bideau, Guillaume Nicolas, Hassane Zouhal &amp; Jacques Prioux</i> .....                    | 170        |
| <b>Neurosciences comportementales</b> .....  | <b>172</b> |
| <b>P9-Adaptive control of automatic imitation</b>  |            |
| <i>Cédric Bouquet &amp; Peter Marshall</i> .....   | 173        |

|  |            |
|--|------------|
| P10-L'effet visuo-postural sur l'attention et la concentration est différent suivant le genre. La posture au service d'une scolarité.  |            |
| <i>Pascal Bourgeois et Gilles Lecoq</i> .....  | 175        |
| P11- Dynamique de l'apprentissage d'une habileté motrice complexe : la marche athlétique   |            |
| <i>Lina Majed, Anne-Marie Heugas De Panafieu, Isabelle A. Siegler</i> .....  | 177        |
| P12-Focalisation attentionnelle : processus d'apprentissage implicite ?  |            |
| <i>Carole. Ferrel-Chapus &amp; Sylvie. Martin-Vernazza</i> .....   | 179        |
| P13- Effets de contractions musculaires volontaires et électro-induites fatigantes sur le contrôle postural bipodal  |            |
| <i>Vincent Chaubet, Julien Maitre, Thierry Paillard</i> .....  | 181        |
| P14- Origins of the dangerous posturo-kinetic behaviour in android obesity during a whole body reaching movement   |            |
| <i>Jean-Baptiste Mignardot, Isabelle Olivier, Emmanuel Promayon, Vincent Nougier</i> .....   | 183        |
| P15-Fitts' with a Twist: An Exploration of Scale Effects using a New Experimental Paradigm.  |            |
| <i>Halla Olafsdottir, Yves Guiard &amp; Simon Perrault</i> .....   | 185        |
| P16- Musical preference for an optimal acquisition of rhythm and fluidity  |            |
| <i>Y.Delevoeye-Turrell, M.Dione, M. Lardeur, N. Bouche</i> .....   | 187        |
| <b>Physiologie</b> .....   | <b>189</b> |
| P17- Review of the stretching effects on prevention of injuries and strength   |            |
| <i>Fernando Aguilar Alemany, Jerome Koral &amp; Alberto Pardo Ibañez</i> .....   | 190        |
| P18-Comparison of 2 field tests and a non-exercise test model to estimate VO <sub>2max</sub> . in the elderly: effect of two training programs.  |            |
| <i>Cédric Albinet, Nathalie Boisseau, Romain Boisseleau, &amp; Michel Audiffren</i> .....  | 192        |
| P19-Time spent at high level of maximal oxygen uptake during two models of intermittent exercise (15s-15s vs. 30s-30s) in highly endurance trained athletes.                           |            |
| <i>Abderraouf Ben Abderrahman, Jacques Prioux, Maïté Loschetter, Lotfi Bouguerra, Omar Ben Ounis, Maha Sallami &amp; Hassane Zouhal</i> .....  | 194        |
| P20-Dynamique des réponses de VO <sub>2</sub> lors d'un 100m nage libre, réalisé dans des conditions de compétition  |            |
| <i>Olivier Bernard, Chadi Jalab, Carina Enea, Nathalie Delpech</i> .....   | 196        |
| P21-Effet d'un entraînement aérobie de 3 mois avec ou sans restriction alimentaire sur le profil lipidique et les concentrations plasmatiques de l'adiponectine chez des femmes obèses |            |
| <i>Bouassida A, Lakhdar N, Latiri I, Denguezli M, Zbidi A, Tabka Z.</i> .....  | 198        |
| P22-Evolution of anthropometric and performance characteristics of Tunisian elite youth soccer players : a longitudinal study  |            |
| <i>Hammami M A, Nebigh A., Ben Abderrahman A., Tabka Z., Zouhal H.</i> .....   | 200        |

|  |            |
|--|------------|
| P23-Management de la fatigue des navigateurs en solitaire. Expérience d'accompagnement lors de la Route du Rhum 2010<br><i>Hurdiel R., Le Sausse F., Masson P., Zunquin G., Mikulovic J, Bui-Xuan G., Robin J.F, Theunynck D.</i> .....  | 201        |
| P24-Caractérisation du niveau de sollicitation cardiaque en compétition de motocross : influence du temps de course et de la cylindrée<br><i>Clément Bougard, Sébastien Moussay</i> .....  | 203        |
| P25- Utilisation de Tlim (100 % de VMA) pour améliorer la performance en course de fond. Etude longitudinale.<br><i>Lotfi Bouguerra, Raouf Ben Abderahman, M. Rivoire, Hassane Zouhal, Fray Hamouda &amp; Jacques Prioux</i> .....   | 205        |
| P26- Performance-enhancing effects of a specific sports-drink protocol on fatigue during repeated singles tennis match play<br><i>Brink Thibault, Lepretre Pierre-Marie, Ratel Sébastien, Metz Lore, Doré Eric, Ennequin Gaël Coutarel Fabien, Bishop David, Duclos Martine, Sirvent Pascal, Peltier Sébastien</i> ..... | 207        |
| P27-Age-related changes in marathon running performances<br><i>Thomas Cattagni &amp; Romuald Lepers</i> .....  | 209        |
| P28-Conception d'un programme d'activités physiques adaptées pour la réhabilitation du patient sclérodermique.<br><i>Adrien Caudal, Séverine Costard, Alexia Blouet, Stéphanie Le Plaideur, Isabelle Bonan</i> .....   | 211        |
| <b>Psychologie</b> .....   | <b>213</b> |
| P29-L'effet du sport sur les représentations de l'agression et l'agressivité des jeunes Autochtones et Auvergnats<br><i>Fathi Chelly, Yves Chantal, Philippe Brunel</i> .....  | 214        |
| P30-Vers la construction d'un Outil de Mesure de la Satisfaction et de la Menace des Besoins Psychologiques Fondamentaux dans le domaine du sport<br><i>Boris Cheval and Philippe Sarrazin</i> .....   | 216        |
| P31-Evaluation des compétences socio-cognitives dans le cadre d'un projet européen<br><i>Clavel-Inzirillo Béatrice, Barbier Ulrich Anaïs, Singer Claire, Lépine Amandine</i> .....   | 218        |
| P32-Les causes de violence dans les stades de football en Algérie<br><i>Hafsaoui Benyoucef, Tiab Mohamed, Amrani Smail</i> .....   | 220        |
| P33-Tests d'attention chez le jeune gardien de football<br><i>Philippe Campillo, Reda Keyloui, Jean-Michel Hespel</i> .....  | 222        |
| P34-Test de perception visuelle chez le footballeur selon le poste<br><i>Philippe Campillo, Erasme Logossou, Reda Keyloui, Jean-Michel Hespel</i> .....  | 224        |
| P35-Analyse de l'activité collective en football<br><i>Vincent Gesbert; Annick Durny &amp; Fanny Le Morellec</i> .....   | 226        |



|   |            |
|---|------------|
| P36-Rôle modérateur de l'activité physique sur le vieillissement de trois fonctions exécutives : effet global ou sélectif ?   |            |
| <i>Geoffroy Boucard, Cédric Albinet, Aurélie Bugaïska, Cédric Bouquet, David Clarys &amp; Michel Audiffren</i> .....  | 228        |
| P37- La promotion de l'activité physique auprès de populations obèses : synthèse de deux méta-analyses explorant l'efficacité des interventions et les mécanismes psychosociaux impliqués |            |
| <i>Gourlan Mathieu, Trouilloud David &amp; Sarrazin Philippe</i> .....  | 230        |
| <b>PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE MARDI 25 OCTOBRE 2011</b> .....   | <b>232</b> |
| <b>CONFERENCES PLENIERES</b>  | <b>233</b> |
| <b>Mouvement (Neurosciences/Biomécanique) Pr. Rob Gray (UK)</b>   |            |
| Attention, Performance Pressure and Motor Control in Sports   |            |
| <i>Rob Gray</i> .....   | 235        |
| <b>Psychologie Pr. Diane Sainte-Marie (CANADA)</b>  |            |
| Interventions with the 'self as a model' situated within the framework for the use of observation   |            |
| <i>Diane M. Sainte-Marie</i> .....  | 239        |
| <b>SYMPOSIUMS</b>   | <b>242</b> |
| <b><i>S4-Contextes menaçants et motivations à l'évitement : Une approche expérimentale pluridisciplinaire</i></b>   |            |
| <i>Organisatrice : Aïna Chalabaev</i> .....   | 243        |
| Visualiser du rouge avant une contraction maximale volontaire inhibe la production de force   |            |
| <i>Vincent Payen, Andrew J. Elliot, Stephen A. Coombes, Aïna Chalabaev, .....</i>   | 244        |
| Influence de l'anxiété posturale sur le contrôle anticipateur de la stabilité posturale   |            |
| <i>Thomas Deroche, Eric Yiou, Manh Cuong Do, Tim Woodman</i> .....  | 246        |
| Relations entre l'induction de buts de performance et des indicateurs cardiovasculaires d'états de menace et de défi  |            |
| <i>Aïna Chalabaev, Brenda Major, François Cury &amp; Philippe Sarrazin</i> .....  | 248        |
| Une perspective incarnée pour différencier les dimensions émotionnelles de valence et de dominance  |            |
| <i>Freddi, S., Baurès, R, Esteban, J &amp; Dru, V. ....</i>   | 250        |
| Privation d'autonomie et comportements d'approche/évitement de l'autonomie.   |            |
| <i>Rémi Radel &amp; Philippe Sarrazin</i> .....   | 252        |
| <b><i>S5-Interactions entre élèves et apprentissage en éducation physique : mise en débat de trois perspectives de recherche</i></b>  |            |
| <i>Coordonnateur : Jacques Saury</i> .....  | 254        |

|  |     |
|--|-----|
| Interactions entre élèves dans le cadre de dispositifs de tutorat instruit et de modèles ajustés   |     |
| <i>Lucile Lafont Pierre Ensergueix &amp; Liza Martin</i> .....   | 255 |
| Rôle des déterminants dispositionnels dans la dynamique des interactions de tutelle entre élèves   |     |
| <i>Pascal Legrain &amp; Yvan Paquet</i> .....  | 257 |
| Une vision enactive de l'apprentissage entre pairs en EPS  |     |
| <i>Jacques Saury &amp; Benoît Huet</i> .....   | 259 |
| Co-construction des savoirs d'action dans l'interaction langagière entre pairs : étude de fragments discursifs   |     |
| <i>Nathalie Wallian<sup>1</sup></i> .....  | 261 |
| <b>S6-Réalité Virtuelle et sport</b>   |     |
| <i>Organisateurs : Benoit Bideau &amp; Richard Kulpa</i> .....   | 263 |
| SKILLS: Acquisition and Transfer of Skills using Ecologically-oriented Multimodal Human-Machine Interfaces   |     |
| <i>Benoît G. Bardy</i> .....   | 264 |
| The M <sup>3</sup> Rowing Simulator: Robot-assisted training in a virtual environment  |     |
| <i>Peter Wolf, Georg Rauter, Roland Sigrist Rauter, Joachim von Zitzewitz &amp; Robert Riener</i> .....  | 265 |
| Effets d'un dispositif de réalité virtuelle sur la performance, le plaisir, l'engagement et le focus attentionnel lors d'un exercice sur ergocycle       |     |
| <i>Daniel R. Mestre &amp; Christophe Maïano</i> .....  | 267 |
| Feinte de corps au rugby: de l'analyse perceptive et motrice de l'activité du défenseur à la proposition d'un simulateur d'entraînement pour l'attaquant |     |
| <i>Sébastien Brault, Richard Kulpa, Cathy Craig, Laouen Duliscouët, Benoit Bideau</i> .....  | 268 |
| Virtual Goal-Keeping: Understanding how Perception Influences decisions about Action   |     |
| <i>Cathy M Craig</i> .....   | 270 |
| <b>S7-Sport, territoire et développement durable : le cas du golf en région centre</b>   |     |
| <i>Organisateur : José Chaboche</i> .....  | 272 |
| Le développement sportif durable : du concept au cas du golf en région Centre  |     |
| <i>José Chaboche</i> .....   | 273 |
| Analyse du réseau d'information et de communication topologique des loisirs golfs en région Centre pour un développement territorial durable             |     |
| <i>Alain Schoeny</i> .....   | 275 |
| Facteurs et représentations des pratiques sportives : l'exemple du golf  |     |
| <i>Christine Romero et José Chaboche</i> .....   | 277 |
| Golf et Paysage : approche méthodologique - Exemple de la région Centre  |     |
| <i>Émilien Moreau, Jean-Louis Yengué, Sylvie Servain, Alain Genin</i> .....  | 279 |

|  |     |
|--|-----|
| Demande sociale et management de la ressource en eau des golfs du Centre<br><i>Nina Richard, Catherine Aubertin, Dominique Boutin, José Chaboche, Georges Nizinski, Hervé Rakoto, Sylvie Servain et Jean-Louis Yengue</i> .....      | 281 |
| <b>S8-Se percevoir et percevoir les autres dans le domaine du sport et de l'exercice physique : une perspective socio-cognitive</b>  |     |
| <i>Organisateur : Paul Fontayne</i> .....  | 283 |
| Jugements de performance sportive : Quel standard de comparaison chez les étudiants ?<br><i>Corentin Clément-Guillotin, Aïna Chalabaev, &amp; Paul Fontayne</i> .....  | 284 |
| Biais de jugement, cadrage de référence et stéréotypes : quand les groupements induisent l'équité ou l'égalité des évaluations des enseignants<br><i>Nicolas Margas &amp; Paul Fontayne</i> .....                                    | 286 |
| Jugement social, sport et genre : une asymétrie cognitive ?<br><i>François Ruchaud &amp; Paul Fontayne</i> .....   | 288 |
| « Pourquoi m'a-t-il fait mal ? » Rôle de la perspective personnelle et des informations situationnelles sur la perception du caractère instrumental ou hostile de l'agression<br><i>Olivier Rasclé &amp; Geneviève Cabagno</i> ..... | 290 |
| Valeurs humaines, sexisme ambivalent, stéréotype de genre et décisions arbitrales en fonction du sexe des joueurs : une étude en mode contrôlé<br><i>Nicolas Souchon</i> .....   | 292 |
| <b>S9-Obésité et activité physique</b>   |     |
| <i>Organisateurs: Nathalie Boisseau et Hassane Zouhal</i> .....  | 294 |
| Flexibilité métabolique, exercice et obésité chez l'enfant<br><i>Julien Aucouturier</i> .....  | 295 |
| Obésité et réponses catécholaminergiques : effets de l'intensité de l'exercice et du genre<br><i>Sophie Lemoine-Morel; Georges Jabbour; Hassane Zouhal</i> .....   | 296 |
| Adaptations du métabolisme des lipides à l'exercice physique chez l'obèse<br><i>Cédric Moro</i> .....  | 298 |
| Oxydation des lipides et contrôle de la masse corporelle : méthode basée sur le lipoxmax<br><i>François Péronnet</i> .....   | 300 |
| Oxydation maximale des lipides à l'exercice (LIPOXmax) : données établies, hypothèses et perspectives.<br><i>Jean-Frédéric Brun et Jacques Mercier</i> .....   | 302 |
| <b>S10-Modélisation musculo-squelettique</b>   |     |
| <i>Organisateurs : Eric Berton, Franck Multon</i> .....  | 304 |

|   |            |
|---|------------|
| Un modèle éléments finis 3D du pied piloté par l'EMG pour estimer les contraintes internes en cours de mouvement                                  |            |
| <i>Guillaume Rao, André Jacques, Charlie Barla et Eric Berton</i> .....   | 305        |
| Estimation de la cinématique articulaire par optimisation numérique   |            |
| <i>Floren Colloud, Vincent Fohanno, Mickaël Begon et Patrick Lacouture</i> .....  | 307        |
| Estimation des contraintes articulaires lors du service au tennis par modélisation musculo-squelettique   |            |
| <i>Nicolas Bideau, Caroline Martin, Guillaume Nicolas, Richard Kulpa, Benoit Bideau</i> .....   | 309        |
| Etat de l'art et limites actuelles de la modélisation musculo-squelettique de la marche   |            |
| <i>L. Chèze, F. Moissenet et R. Dumas</i> .....   | 311        |
| <b>SESSIONS ORALES</b>  | <b>313</b> |
| <b>Neurosciences comportementales</b> .....   | <b>314</b> |
| <b><i>Contrôle Moteur</i></b> .....   | <b>315</b> |
| O45-Modulation of cortical oscillatory suppression is associated with decreased activation of antagonist muscles in strength-trained athletes     |            |
| <i>Fabien Dal Maso, Marieke Longcamp &amp; David Amarantini</i> .....   | 315        |
| O46-Cohérence corticomusculaire entre l'AMS et les muscles de la main droite dans une tâche bi-manuelle de pince de précision                     |            |
| <i>Jonathan Entakli, Sophie Chen, Mireille Bonnard, Jozina De Graaf</i> .....   | 317        |
| O47-Désynchronisation corticale lors de contractions isométriques volontaires sous maximales chez le sujet tétraplégique                          |            |
| <i>Sylvain Cremoux, Jessica Tallet, Eric Berton, Fabien Dal Maso, David Amarantini</i> .....  | 319        |
| O48-Une stimulation corticale infraliminaire peut elle modifier le niveau d'excitabilité spinale?   |            |
| <i>Sidney Grosprêtre, Charalambos Papaxanthis, Alain Martin</i> .....   | 321        |
| <b><i>Apprentissage moteur</i></b> .....  | <b>323</b> |
| O49-Exploration and discovery of muscle activation patterns for stepping in infants   |            |
| <i>Caroline Teulier and Beverly Ulrich</i> .....  | 323        |
| O50-Autocontrôle de la difficulté : la période durant laquelle le choix est possible a-t-elle un effet sur l'apprentissage d'une habileté motrice |            |
| <i>Mathieu Andrieux et Bernard Thon</i> .....   | 325        |
| O51-Développement et dynamique d'apprentissage d'une tâche cyclique de frappe de balle  |            |
| <i>Christophe Bazile, Isabelle A. Siegler, Nicolas Benguigui</i> .....  | 327        |
| O52-La persistance des coordinations motrices expertes ou comment tester l'adage : « Quand on sait faire du vélo, c'est pour la vie »             |            |
| <i>Déborah Nourrit-Lucas, Michael Hilpron, Grégory Zélic &amp; Didier Delignières</i> .....   | 329        |



|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>Anticipation coordination .....</b>   | <b>331</b>        |
| O53-Anticipation forte : alignement des complexités dans une tâche de coordination inter-personnelle   |                   |
| <i>Vivien Marmelat, Didier Delignières &amp; Kjerstin Torre.....</i>   | <i>331</i>        |
| O54-Quantifier les différentes natures de l'anticipation en tennis   |                   |
| <i>Céline Triolet, Nicolas Benguigui &amp; Mark Williams.....</i>  | <i>333</i>        |
| O55- Pourquoi certains mots sont plus faciles à écrire que d'autres ? Etude de la coordination motrice de l'écriture   |                   |
| <i>Jérémy Danna &amp; Pier Giorgio Zanone .....</i>  | <i>335</i>        |
| O56-Bimanual coordination in stroke recovery: Kinematic analysis provides open leads to individualize upper limb rehabilitation                                  |                   |
| <i>Julien Metrot, Isabelle Laffont, Isabelle Relave, Huey-Yune Bonnin, Jacques-Yvon Pelissier, Liesjet VanDokkum, Kjerstin Torre &amp; Denis Mottet.....</i>     | <i>337</i>        |
| O57-Influence d'un conflit émotionnel sur l'initiation de la marche  |                   |
| <i>Laure Coudrat, Thierry Gélât, Armande Le Pellec .....</i>   | <i>339</i>        |
| <b>Biomécanique.....</b>   | <b>341</b>        |
| <b><i>Analyse biomécanique de la performance motrice .....</i></b>   | <b><i>342</i></b> |
| O58-Analyses fréquentielles de signaux non stationnaires : application au suivi de l'accélération tibiale lors de séries de rebonds répétées jusqu'à épuisement. |                   |
| <i>Cédric Morio, Guillaume Rao, Caroline Nicol, Eric Berton, Charlie Barla.....</i>  | <i>342</i>        |
| O59- Influence de la technique de service sur l'enchaînement service-volée au tennis   |                   |
| <i>Caroline Martin, Benoît Bideau, Guillaume Nicolas &amp; Richard Kulpa.....</i>  | <i>344</i>        |
| O60- Estimation de l'angle de flexion/extension du coude dans une tâche de tourner le volant en l'absence du marqueur médial de l'épicondyle de l'humérus        |                   |
| <i>Jessica Schiro, François Gabrielli, Philippe Pudlo, Franck Barbier et Mohamed Djemai .....</i>  | <i>346</i>        |
| O61- Indice d'endurance et profil de performance en cyclisme : étude préliminaire  |                   |
| <i>Julien Pinot &amp; Frédéric Grappe.....</i>   | <i>348</i>        |
| <b>Physiologie .....</b>   | <b>350</b>        |
| <b><i>Entraînement, adaptations physiologiques et performance.....</i></b>   | <b><i>351</i></b> |
| O62- Effets du pré/post cooling sur les réponses perceptives et physiologiques et sur les performances en cyclisme   |                   |
| <i>B. Gonzales, V. Hagin, R. Guillot, V. Placet, P. Monnier-Benoit &amp; A. Gros Lambert.....</i>  | <i>351</i>        |
| O63- Profil anthropométrique et performances physiques de jeunes footballeurs élites : Etude longitudinale   |                   |
| <i>Emmeran Le Moal, Mohamed Ali Hammami, Abderraouf Ben Abderrahman, Ammar Nebigh &amp; Hassane Zouhal.....</i>  | <i>353</i>        |

|   |            |
|---|------------|
| O64- Adaptations neuromusculaires à l'entraînement en auto-résistance lors de cocontractions isométriques maximales volontaires   |            |
| <i>Virgile Serrau, Tarak Driss, Armande Le Pellec-Muller &amp; Henry Vandewalle</i> .....   | 355        |
| O65- Influence du « drafting » sur la performance et les réponses physiologiques lors d'une épreuve de 3000m sur piste chez des athlètes élites de demi-fond  |            |
| <i>Abderraouf Ben Abderrahman, Solène Le Douairon Lahaye, Lotfi Bouguerra, Eya Ben Jaballah, Sallami Maha, Jacques Prioux &amp; Hassane Zouhal</i> .....  | 357        |
| O66- Comparaison des effets de 3 techniques de récupération sur un effort maximal de cinq minutes en cyclisme   |            |
| <i>Arnaud Ménétrier, Julien Pinot, Frédéric Grappe, Laurent Mourot, Nicolas Tordi</i> .....   | 359        |
| <b>Activité physique et fatigue neuromusculaire</b> .....   | <b>361</b> |
| O67- Impact d'une prise en charge associant exercice physique et modération alimentaire sur la fatigue, les douleurs musculaires, les sensations de faim et des paramètres sanguins chez des patientes obèses |            |
| <i>Christine Le Page, Philippe Noirez, Marie-Céline Blanc, Caroline Police, Jocelyne Raison, Christophe Moinard, Jean-François Toussaint &amp; François Desgorces</i> .....                                   | 361        |
| O68- Cinétiques de récupération de la fonction musculaire, des perceptions subjectives et de paramètres biochimiques à l'issue d'un exercice intermittent spécifique au football                              |            |
| <i>Mathieu Nédélec, Serge Berthoin, Grégory Dupont</i> .....  | 363        |
| O69- Sous-activation du cortex moteur primaire lors de la fatigue neuromusculaire électro-induite   |            |
| <i>François Alexandre, Gérard Derosière, Maria Papaiordanidou, Alain Varray</i> .....   | 365        |
| O70- Effets controlatéraux de la fatigue neuromusculaire: mécanismes neurophysiologiques et cinétique d'apparition  |            |
| <i>Serge Colson</i> .....   | 367        |
| O71- Neuromuscular fatigue development during intermittent electrical stimulation of the triceps surae in spinal cord-injured patients.   |            |
| <i>Maria Papaiordanidou, Alain Varray, Mitsuhiro Hayashibe, David Guiraud, Charles Fattal</i> .....   | 369        |
| O72- La fatigue mentale altère l'endurance musculaire   |            |
| <i>Benjamin Pageaux, Samuele Marcora, Romuald Lepers</i> .....  | 371        |
| <b>Sociologie</b> .....   | <b>373</b> |
| <b>Pratiques sportives, corps et santé : approche sociologique</b> .....  | <b>374</b> |
| O73 Les dermatologiques sportives : essai de comparaison entre natation et judo.  |            |
| <i>Jonas Bellay &amp; Stéphane Héas</i> .....   | 374        |
| O74- Vulnérabilité des personnes âgées et exercice corporel : des effets contrastés   |            |
| <i>Raymonde Feillet</i> .....   | 376        |

|  |            |
|--|------------|
| O75- « Comprendre l'engagement dans les pratiques sportives pour les Personnes Vivant avec le VIH »                                |            |
| <i>Anthony Guillard, Stéphane Héas &amp; Estelle Duval</i> .....   | 378        |
| O76- Sport, alcool et sciences sociales. État des lieux et recherche(s) en cours   |            |
| <i>Guillaume Routier, Florian Lebreton &amp; Rodrigo Pardo</i> .....   | 380        |
| O77- VIH et APS : enjeux sociaux de la « chronicisation » de la maladie  |            |
| <i>Julie Thomas, Eric Perera &amp; Sylvain Ferez</i> .....   | 382        |
| <b>Histoire</b> .....  | <b>384</b> |
| <b><i>Education et sport : approche sociologique</i></b> .....   | <b>385</b> |
| O78- L'éducation physique médico-pédagogique asilaire pour les enfants déficients intellectuels au XIX <sup>e</sup> siècle         |            |
| <i>Pascal Brier</i> .....  | 385        |
| O79- Modèles d'éducation par le sport et Association Sportive scolaire   |            |
| <i>Yannick Hernandez</i> .....   | 387        |
| O80- L'information sportive en France (1844-1914). Le « sport » : un phénomène d'abord médiatique ?                                |            |
| <i>Philippe Tétart</i> .....   | 389        |
| <b>Psychologie sociale</b> .....   | <b>391</b> |
| <b><i>Stéréotypes et formation d'impression</i></b> .....  | <b>392</b> |
| O81- Les effets des stéréotypes générationnels implicites sur le temps de réaction et les réponses cardiaques                      |            |
| <i>Farhat Abdelmonem, Moreau Daniel, Lacassagne Marie-Françoise</i> .....  | 392        |
| O82- Stéréotypes, football et jeux vidéo : l'existence d'une discrimination sexuée au football dans une « classe virtuelle » ?     |            |
| <i>Mangin Florent, Perchot Rodolphe, Lacassagne Marie-Françoise</i> .....  | 394        |
| O83- Stéréotypes, basketball et jeu vidéo : existence de stéréotypes ethniques au basketball y compris dans un « monde virtuel » ? |            |
| <i>Perchot Rodolphe, Mangin Florent, Castel Philippe, Lacassagne Marie-Françoise</i> .....   | 396        |
| O84- Les stéréotypes sexués dans le domaine du sport : antécédents sociaux, développement, et conséquences sur l'abandon sportif   |            |
| <i>Julie Boiché, Aïna Chalabaev &amp; Philippe Sarrazin</i> .....  | 398        |
| O85- La formation d'impression des athlètes à l'égard des arbitres   |            |
| <i>Dosseville, F., Adam, L., &amp; Laborde, S.</i> .....   | 400        |

**Neurosciences comportementales .....403**

P38- Occlusion spatiale et manipulation de l'image : quels effets sur la performance cognitive du sportif ?

*Sami Mecheri, Eric Gillet, Didier Chollet, David Leroy, Régis Thouwarecq..... 404*

P39- Influence des contraintes temporelles sur les ajustements posturaux anticipateurs associés au mouvement de flexion de la cuisse

*Tarek Hussein, Eric Yiou, Jacques Larue ..... 406*

P40- Stratégie d'exploration visuelle chez les cavaliers de saut d'obstacles

*Agnès Olivier & Francine Thullier ..... 408*

P40BIS- Prosocial priming enhances interpersonal coordination

*R.N. Salesse, J. Del-Monte, J. Lagarde, S. Raffard, D. Capdevielle, C. Dellouve, M. Varlet, R.C. Schmidt., JP. Boulenger, B.G. Bardy & L. Marin..... 410*

P41- Increased alpha activity and modulations of fronto-parietal balance during motor transitions in the elderly

*Etienne Sallard, Marie-Pierre Deiber, Catherine Ludwig & Jérôme Barral ..... 412*

P42- Spatial localization investigated by continuous pointing during visual and Gi vector rotations

*C. Scotto di Cesare, L. Bringoux, C. Bourdin, F.R. Sarlegna, D.R. Mestre..... 414*

P43- Schizophrenia impairs social motor coordination

*M. Varlet, R.N. Salesse, J. Lagarde, B.G. Bardy, S. Raffard, R.C. Schmidt, D. Capdevielle, JP. Boulenger, J. Del-Monte, L. Marin..... 416*

P44- Traversée de carrefour à l'intérieur d'un intervalle libre du trafic : quelles caractéristiques perceptives pour contrôler son déplacement ?

*Nicolas Louveton, Gilles Montagne, Catherine Berthelon & Reinoud J. Bootsma..... 418*

P45- Indépendance spatiale et temporelle de l'organisation synergique d'un mouvement de tout le corps

*Matthieu Casteran, Elizabeth Thomas, Patrick Manckoundia & Thierry Pozzo ..... 420*

**Physiologie .....422**

P46- Réponses cardiorespiratoires indirectes lors d'exercices en fauteuil roulant chez des enfants hospitalisés en réadaptation pédiatrique ou sains

*Demets J, Fritot S, Tasseel-Ponche S, Oger D, Weissland T..... 423*

P47- Effet d'une exposition aigüe en altitude sur la cinétique de l'hypoxémie induite par l'exercice des athlètes entraînés en endurance

*Durand Fabienne, Estribeau Pascale ..... 425*

P48- Contribution relative de la masse maigre et de la masse grasse aux valeurs de densité minérale osseuse chez des hommes Libanais âgés de 65 à 84 ans

*Rawad El Hage, Christophe Jacob, Elie Moussa & Rafic Baddoura ..... 427*

P49- Contenu minéral osseux et densité minérale osseuse chez des adolescents obèses, en surpoids et normo-pondérés

|   |     |
|---|-----|
| <i>Rawad El Hage, Elie Moussa &amp; Christophe Jacob</i> .....  | 429 |
| P50- Estimation de l'impact de l'enseignement d'EPS sur la fonction cardiorespiratoire des élèves de 6 <sup>ème</sup>   |     |
| <i>Christophe Filliau, Claire Médigue Morgan Landrain &amp; François Cottin</i> .....   | 431 |
| P51- PASAPAS : une étude contrôlée randomisée en centre de lutte contre le cancer   |     |
| <i>Foucaut A-M, Berthouze-Aranda SE, Reynes E, Touillaud M, Denizot-Guillemaut S, Kempf A-S, Carretier J, Pérol D, Trédan O, Fervers B, Bachmann P</i> .....                | 433 |
| P52- Réponse thermique à l'exercice aérobie prolongé, influence du site de mesure et de l'heure de la journée   |     |
| <i>Pierre-Alexandre Chapon, Nicolas Bessot, Bruno Sesbouë, Antoine Gauthier, François Kauffman, Sébastien Moussay</i> .....   | 435 |
| P53- La technique GPS dans l'évaluation de la capacité de marche de patients atteints de limitations fonctionnelles : données disponibles et perspectives.                  |     |
| <i>Alexis Le Faucheur, Pierre Abraham, Georges Leftheriotis, Bénédicte Noury-Desvaux</i> .....  | 437 |
| P54- Étude et mise en œuvre d'outils informatiques ergonomiques dans la quantification et le suivi de la charge d'entraînement en sports collectifs professionnels          |     |
| <i>Morin Stéphane, Lepretre Pierre-marie &amp; Ahmaidi Said</i> .....   | 439 |
| P55- Effects of exhaustive exercise on expression of RCAN1 isoforms in rat muscles: involvement of oxidative stress.  |     |
| <i>Luz Lefevre, Amelie Rebillard, Brice Martin, Josiane Cillard, Arlette Delamarche, Gennady Ermak and Kelvin Davies</i> .....  | 441 |
| P56- Etude préliminaire sur l'effet de l'hyperoxie sur l'oxygénation cérébrale lors d'un exercice maximal   |     |
| <i>Kahina Oussaidene, Fabrice Prieur &amp; Patrick Mucci</i> .....  | 443 |
| P57- L'activité physique a-t-elle un effet sur la prolifération des cellules cancéreuses prostatiques humaines ?  |     |
| <i>Amélie Rebillard, Jordan Gueritat, Luz Orfila-Lefevre et Arlette Delamarche</i> .....  | 445 |
| P58- Mesure du volume d'éjection systolique chez des patients cardiaques : Comparaison des valeurs obtenues par tonométrie, impédancemétrie thoracique et échocardiographie |     |
| <i>Daline Teffaha, Laurent Mourot, Philippe Vernochet, Jacques Regnard, Catherine Monpère, Benoît Dugué</i> .....   | 447 |
| P59- Incidence d'un changement de règles sur les blessures et le profil aérobie de Basketteurs professionnels.  |     |
| <i>Bruno Cormery, Mariannick Marcil, Isabelle Serres, Marc Bouvard</i> .....  | 449 |
| P60-Plasticité des propriétés de décharge rythmique des motoneurons-alpha spinaux après modulation de l'influence des afférences et voies supra spinales.                   |     |
| <i>Bruno Cormery, Chris MacDonell, Duane Button, Eric Beaumont, Phillip Gardiner<sup>5</sup></i> .....  | 451 |

|  |            |
|--|------------|
| P61- Relation lactatémie- fréquence cardiaque sur ergocycle : Comparaison du protocole continu au protocole sinusoïdal<br><i>Sana Zbidi , Tarak Driss, Badrane Zinoubi &amp; Henry Vandewalle</i> .....                                      | 453        |
| P62- Comparaison des indices physiologiques lors d'un exercice continu à une intensité constante et d'un exercice à une intensité variable en course à pied<br><i>Badrane Zinoubi, Tarak Driss, Sana Zbidi, &amp; Henry Vandewalle</i> ..... | 455        |
| P63- Entraînement intermittent et entraînement continue : effets sur le squelette<br><i>Arnaud Boudenot, Delphine B. Maurel, Christelle Jaffré</i> .....   | 457        |
| P64- Rupture des ligaments croisés chez le sportif, répercussion sur la densité minérale osseuse du genou<br><i>Arnaud Boudenot, Stéphane Pallu, Claude Laurent Benhamou, Christelle Jaffré</i> .....  | 459        |
| P65- Réponses hormonales suite à un exercice de force-vitesse chez des enfants footballeurs pré-pubères appartenant à deux races différentes<br><i>Ben Ayed karim; Latiri Imed ; Zaouali Ajina M; Chaïeb F; Tabka Z; Zbidi A</i> .....       | 461        |
| <b>Histoire/Sociologie</b> .....   | <b>462</b> |
| P66- Cross-cultural physical activity levels of adolescents : France vs Spain<br><i>Alberto Aibar, Julien Bois, Eduardo Generelo, Javier Zaragoza, Thierry Paillard</i> .....  | 463        |
| P67- La santé : un défi pour les étudiants en STAPS ?<br><i>Christian Dorvillé , Bernard Gresser</i> .....   | 465        |
| P68- Pêche récréative : segmentations et mode vestimentaire<br><i>Christian Dorvillé</i> .....   | 467        |
| P69- La violence concerne-t-elle le football amateur ? Le cas de la Ligue d'Aquitaine<br><i>Bernard Gresser, Eric Debarbieux</i> .....   | 469        |
| P70- Le fitness au féminin : une émancipation sous tutelle<br><i>Jarthon Jeanne-Maud</i> .....   | 471        |
| P71- Le développement des sports de nature dans un parc national : du désaccord à l'aliénation<br><i>Schuft Laura, Parisot Denis</i> .....   | 473        |
| <b>Psychologie</b> .....   | <b>475</b> |
| P72- Rôle de la personnalité et de l'alexithymie dans l'apparition de Troubles du Comportement Alimentaire chez de jeunes athlètes de haut niveau<br><i>Fanny Andrès, Christine Le Scanff et Carole Castanier</i> .....                      | 476        |
| P73- Vidéo motivationnelle et promotion de l'activité physique<br><i>S. Billi, G. Le Bihan, R. Jarry, &amp; N. Hauw</i> .....  | 478        |
| P74- « L'activité d'observation des élèves en éducation physique et sportive : étude comparative entre la grande section maternelle et le cours moyen 2ème année »   |            |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Serge Le Bihan</i> .....   | 480        |
| P75- Analyse du contenu des discours des équipes techniques nationales de la Fédération Française d’Athlétisme sur l’entraînement des lancers en France.              |            |
| <i>Maël Le Paven, Yvon Léziart</i> .....  | 482        |
| P76- Ça me fait suer... mais je continue ! Lorsque l’alexithymie donne du sens à une servitude volontaire.  |            |
| <i>Gilles Lecocq et Pascal Bourgeois</i> .....  | 484        |
| P77- Influence des dispositifs d’apprentissage de l’escalade au lycée sur la dynamique des relations interpersonnelles d’une cordée en dyade                          |            |
| <i>Olivier Lemonon, Jérôme Guérin</i> .....   | 486        |
| P78- Etude de l’impact de l’activité motrice régulière sur les fonctions cognitives, la qualité de vie et l’autonomie chez la personne âgée                           |            |
| <i>B.Morat, Y.Delevoye-Turrell</i> .....  | 488        |
| P79- Effets du sexe et de l’Indice de Masse Corporelle sur l’Image du Corps.  |            |
| <i>Anne-Laure Moscone, Pascale Leconte, Christine Le Scanff</i> .....   | 490        |
| P80-Promoting physically active lifestyle toward sedentary adolescent at school: A short term intervention  |            |
| <i>Virginie Nicaise, Damien Tessier &amp; Philippe Sarrazin</i> .....   | 492        |
| P81-Estimation visuelle de l’intensité de l’effort physique perçu chez une personne paraplégique réalisant un transfert de fauteuil                                   |            |
| <i>Elise Prigent, Michel-Ange Amorim, Pascale Leconte , &amp; Didier Pradon</i> .....   | 494        |
| P82- Mise en place d’un programme d’Activité Physique Adaptée chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle : quels effets sur la perception de soi ? |            |
| <i>Laureline Salaun, Eric Reynes, Sophie Berthouze-Aranda</i> .....   | 496        |
| <b>PROGRAMME SCIENTIFIQUE MERCREDI 26 OCTOBRE 2011</b> .....  | <b>498</b> |
| <b>CONFERENCES PLENIERES</b> .....  | <b>499</b> |
| <b>Sociologie : Pr. Steve Jackson (Nouvelle-Zelande)</b>  |            |
| The 2011 Rugby World Cup: Sport Megaevents as Contested Terrains of Commerce, Culture and Identity  |            |
| <i>Steve J. Jackson, PhD</i> .....  | 501        |
| <b>Sciences biologiques : Pr François Perronet (Canada)</b>   |            |
| Significance of plasma lactate concentration during exercise  |            |
| <i>François Péronnet, Professeur émérite</i> .....  | 503        |
| <b>SYMPOSIUMS</b> .....   | <b>507</b> |
| <b>S11-Histoire partie 1 : Contribution à l’épistémologie des APS à la définition de savoirs corporels en EPS : XIXe – XXe siècles</b>                                |            |
| <i>Michaël Attali et Jean Saint-Martin</i> .....  | 508        |

|  |     |
|--|-----|
| L'évolution des pratiques pédagogiques liées à l'enseignement de la natation scolaire (2 <sup>nd</sup> degré) et des savoirs aquatiques acquis chez des enseignants d'EPS entre 1945 et 1995 |     |
| <i>Emmanuel Auvray</i> .....   | 509 |
| Le Hand-ball à l'école du début des années 1940 au milieu des années 1970 : entre activité athlétique et sport collectif   |     |
| <i>Michaël Attali et Jean Saint-Martin</i> .....   | 511 |
| Le rugby avec et contre l'école ? L'histoire d'une lente et complexe mutation d'un rugby pensé pour une élite physique et sociale à un rugby conçu pour l'éducation du plus grand nombre     |     |
| <i>Joris Vincent</i> .....   | 513 |
| Les pratiques physiques de combat modernes en France : une difficile intégration en EPS (XIXe-XXIe siècles)  |     |
| <i>Jean-François Loudcher</i> .....  | 515 |
| Le volley-ball en éducation physique : entre pertinence scolaire et difficultés pratiques (1942-années 1990)   |     |
| <i>Natalia Bazoge</i> .....  | 517 |
| <b>S16- Histoire partie 2: Contribution à l'épistémologie des APS à la définition de savoirs corporels en EPS : XIXe – XXIe siècles</b>  |     |
| <i>Michaël Attali et Jean Saint-Martin</i> .....   | 519 |
| L'athlétisme scolaire et son enseignement en France des années 1930 aux années 1960 : histoire d'une mise en conformité.   |     |
| <i>Yohann Fortune</i> .....  | 520 |
| La danse à l'école : du corps harmonieusement mis en forme au corps expression artistique.   |     |
| <i>Jean-Marc Lemonnier</i> .....   | 522 |
| La diffusion ambivalente des activités de pleine nature dans l'enseignement de l'EPS du 2 <sup>nd</sup> degré durant le Premier Vingtième siècle   |     |
| <i>Michaël Attali et Jean Saint-Martin</i> .....   | 524 |
| Méthodes gymnastiques, activités gymniques, gymnastique artistique : les méandres épistémologiques d'une discipline éducative (1869- 2010)   |     |
| <i>Tony Froissart</i> .....  | 526 |
| La « mise en forme sportive » de l'EPS par la pratique du football-association à l'école : vers la transmission d'une culture scolaire singulière ? (années vingt-années soixante)           |     |
| <i>Olivier Chovaux</i> .....   | 528 |



**S12-Neurosciences : intégration des contraintes gravitationnelles dans le contrôle du mouvement**

*Organisatrice : Laurence Mouchnino* ..... 530

Prediction of the body rotation-induced torques on the arm during reaching movements: Evidence from a proprioceptively deafferented subject

*Jean Blouin, Martin Simoneau & Etienne Guillaud* ..... 531

Influence de l'anxiété sur des performances de complexité variable réalisées dans différentes modalités sensorielles en situation de microgravité de courte durée : Résultats préliminaires

*Bolmont B., Collado A., Hainaut J.-P., Langlet C., Monfort V.* ..... 533

Modulation des potentiels évoqués somatosensoriels pendant la préparation motrice d'une action à forte contrainte gravitaire

*Laurence Mouchnino, Anahid Saradjian, Christophe Tandonnet, Luc Tremblay, Jean blouin*..... 535

Sensorimotor adaptation of point-to-point arm movements after space-flight: the role of the internal representation of gravity force in trajectory planning.

*Jérémy Gaveau, Christos Paizis, Bastien Berret, Thierry Pozzo, Charalambos Papaxanthis* ..... 537

**S13-Neurosciences et physiologie : Corrélats neurophysiologiques de l'imagerie motrice et de l'observation**

*Organisateur : Aymeric Guillot*..... 539

Results of EEG-Analyses of Mental Practice

*Maltese Simona, Frenkel Marie Otilie, & Schankin Andrea* ..... 540

Interactions inter-hémisphériques lors des actions imaginées

*Nicolas Gueugneau, Marco Bove, Thierry Pozzo et Charalambos Papaxanthis*..... 542

Contribution de la MEG à l'étude de l'imagerie motrice

*Franck Di Rienzo, Aymeric Guillot, Sébastien Matéo, Claude Delpuech, Sébastien Daligault, Gilles Rode et Christian Collet*..... 544

Construction d'un indice d'évaluation de la qualité de l'imagerie motrice

*Christian Collet, Aymeric Guillot, Florent Lebon, Tadhg MacIntyre et Aidan Moran* ..... 546

Bases Neurales de l'Observation : Contribution des Travaux en Imagerie Cérébrale et en Neurophysiologie

*Claire Calmels*..... 548

**S14-Physiologie : Hémoglobinopathies et exercice (partie 2 du double symposium « Physiopathologie et activité physique »)**

*Organisateurs : Philippe Connes, Cyril Martin* ..... 550

Skeletal muscle characteristics in subjects with sickle cell trait and/or  $\alpha$ -thalassemia: Special reference to physical ability and performance

*Laurent Messonnier, Lucile Vincent, Samuel Oyono-Enguelle, Viviane Banimbek, Géraldine Monchanin, Cyril Martin, Patrice Thiriet, Christian Denis & Léonard Féasson*..... 551

|  |            |
|--|------------|
| Physical activity blunts oxidative stress response to exercise in sickle cell trait carriers<br><i>Vincent Pialoux, Cyril Martin, Camille Faes, Erica Chirico, Samuel Oyonno-Enguelle, Hervé Dubouchaud, Léonard Féasson &amp; Laurent Messonnier</i> .....  | 553        |
| Exploration génétique chez un porteur du trait drépanocytaire après un épisode de rhabdomyolyse d'exercice.<br><i>Daniel Le Gallais, François Counil, Muriel Lalande, Imed Touhami, Pierre Callamand</i> .....   | 555        |
| Delayed beneficial effect of a single short physical exercise conducted to the first ventilatory threshold on the red blood cell aggregate strength in patients with sickle cell anemia<br><i>Philippe Connes, Xavier Waltz, Mona Hedreville, Stéphane Sinnapah, Yann Lamarre, Valérie Soter, Nathalie Lemonne, Maryse Etienne-Julan, Eric Beltan, Tawfik Chalabi, Roger Chout, Olivier Hue, Daniele Mougenel &amp; Marie-Dominique Hardy-Dessources</i> ..... | 557        |
| Cardiopulmonary adaptation and the acute phase inflammatory response to exercise in children and young adults with sickle cell anemia<br><i>Robert I. Liem, Stephanie A. Pelligra, Adrienne Prestridge, Marie Olszewski &amp; Alexis A. Thompson</i> .....   | 559        |
| <b><i>S15-Ergo cognitive : Analyse de l'activité et conception en sport</i></b>  |            |
| <i>Organisateur : Carole Sève</i> .....  | 561        |
| Une démarche de conception en sport centrée sur l'analyse de l'activité<br><i>Carole Sève &amp; Germain Poizat</i> .....   | 562        |
| Analyser l'activité de glaciéristes pour concevoir des piolets en termes d'appropriation<br><i>Germain Poizat, Clément Pouponneau, Ludovic Seifert &amp; Yvon Haradji</i> .....  | 564        |
| Analyser l'activité des nageurs pour concevoir un dispositif d'évaluation de la performance sportive<br><i>David Adé &amp; Nathalie Gal-Petitfaux</i> .....  | 566        |
| Analyser l'activité d'un équipage pour concevoir une aide à l'entraînement en aviron<br><i>Jacques Saury, Antoine Nordez et Carole Sève</i> .....  | 568        |
| Analyser l'activité du/de la DTN des fédérations sportives pour concevoir dans et pour une organisation complexe<br><i>Sylvie Pérez et Philippe Fleurance</i> .....  | 570        |
| <b>SESSIONS ORALES</b>   | <b>572</b> |
| <b>Neurosciences comportementales</b> .....  | <b>573</b> |
| <b><i>Perception / Cognition</i></b> .....   | <b>574</b> |
| O86- Is place-kicking performance in rugby a matter of routine: A Critical Review<br><i>MacIntyre, Tadhg, Campbell, Mark, Moran, Aidan, Cave Darren &amp; Brady, Nigel</i> .....   | 574        |

|  |            |
|--|------------|
| O87- Towards a better understanding of the pre-shot routine in golf: A conceptual analysis<br><i>Campbell Mark, MacIntyre Tadhg, &amp; Moran Aidan</i> .....   | 576        |
| O88- Apport de l'effet placebo sur l'entraînement par imagerie motrice au service en tennis<br><i>Aymeric Guillot, Cyril Genevois, Simon Desliens, Sylvie Saieb &amp; Isabelle Rogowski</i> .....  | 578        |
| O89- Intégration multi-sensorielle en appui tendu renversé<br><i>Lou Counil, Yves Kerlirzin &amp; Gilles Dietrich</i> .....  | 580        |
| O90- L'intégration multisensorielle stabilise les coordinations rythmiques.<br><i>Zelic G., Lagarde J., Mottet D.</i> .....  | 582        |
| <b>Biomécanique</b> .....  | <b>584</b> |
| <i><b>Biomécanique et performances motrices</b></i> .....  | <b>585</b> |
| O91- La relation moment-vitesse angulaire revisitée en flexion dorsale: moment résultant, antagoniste et agoniste<br><i>Billot Maxime, Yves Ballay, Martin Alain</i> .....   | 585        |
| O92- Effects of eccentric and plyometric trainings on Achilles tendon mechanical properties<br><i>Alexandre Fouré, Antoine Nordez &amp; Christophe Cornu</i> .....   | 587        |
| O93- Etude de la répartition des forces à l'interface main - objet: Influence du diamètre<br><i>Jérémy Rossi, Laurent Grélot, Charlie Barla, Eric Berton et Laurent Vigouroux</i> .....  | 589        |
| O94- Etude des relations entre les scores à la Wheelchair Skill Test et des épreuves de performance chez des utilisateurs quotidiens de fauteuils roulant manuels.<br><i>Raphaël Zory, Nicolas Pinsault, François Routier, Didier Pradon</i> ..... | 591        |
| <b>Neurosciences / Perception – Action</b> .....   | <b>593</b> |
| O95- Which axes of rotation are employed during fast and slow motions of the dominant and non-dominant arms?<br><i>Clint Hansen, Nasser Rezzoug, Philippe Gorce and Christopher Pagano, Brice Isableu</i> .....                                    | 593        |
| O96- Chute: analyse biomécanique et neurophysiologique des 500 premières millisecondes<br><i>Le Goïc Maëva<sup>1</sup>, Laporte Sébastien<sup>2</sup>, Vidal Pierre-Paul<sup>1</sup></i> .....   | 595        |
| O97- Méthode d'analyse intégrée d'une tâche perceptivo-motrice de pilotage hélicoptère<br><i>Hugo Loeches De La Fuente, Guillaume Rao, Jean-Christophe Sarrazin, Eric Berton</i> .....   | 597        |
| O98- Etude comparative des méthodologies d'analyse de la perception du gardien de but de handball : vidéographie ou environnement virtuel ?<br><i>Nicolas Vignais, Richard Kulpa, Damien Presse &amp; Benoit Bideau</i> .....                      | 599        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Physiologie</b> .....  | <b>601</b> |
| <b>Activité physique et adaptations cellulaires et moléculaires</b> .....   | <b>602</b> |
| O99- L'entraînement potentialise les effets bénéfiques de l'insuline sur le stress oxydant chez des rats rendus diabétiques par streptozotocine   |            |
| <i>Ludivine Malardé, Carole Groussard, Solène Le Douairon-Lahaye, Sami Zguira, Sophie Vincent, Sophie Lemoine-Morel, Arlette Gratas-Delamarche</i> .....  | 602        |
| O100- Effets d'une adaptation nutritionnelle couplée ou non à l'entraînement sur l'expression de ER $\alpha$ dans le tissu adipeux de rats Wistar   |            |
| <i>Lore Metz, Maude Gerbaix, Christelle Guillet, Stéphane Walrand, Catherine Besson, Daniel Courteix</i> .....  | 604        |
| O101-Régulation de la masse musculaire par l'AMPK   |            |
| <i>Anthony MJ Sanchez, Alfredo Csibi, Karen Cornille, Stéphanie Gay, Henri Bernardi, Robin Candau</i> .....   | 606        |
| O102- Mécanismes moléculaires impliqués dans le contrôle de la croissance musculaire  |            |
| <i>Chaillou T., Koulmann N., Beaudry M., Bigard X.</i> .....  | 608        |
| O103- Rôle de PGC-1 $\alpha$ dans les altérations de la biogénèse mitochondriale au sein du tissu musculaire âgé  |            |
| <i>Frederic Derbré<sup>2</sup>, Mari Carmen Gomez-Cabrera, Ana L Nascimento, Fabian Sanchis-Gomar, Vladimir E Martinez-Bello, Jesus A.F. Tresguerres, Arlette Gratas-Delamarche, Maria Monsalve and Jose Viña</i> ..... | 610        |
| O104- Effects of lactate on muscle Na <sub>v</sub> : modulating the current opinion   |            |
| <i>Fabrice Rannou, Raphaël Leschiera, Marie-Agnès Giroux- Metges, Maxime Gioux, Jean-Pierre Pennec</i> .....  | 612        |
| <b>Activité physique, alimentation et pathologies</b> .....   | <b>614</b> |
| O105- A study of efficacy and safety of a weight loss regimen consisting of hypocaloric diet, nutritional supplement and aerobic exercise in obese subjects; correlation with leptinemia                                |            |
| <i>Lyoussi Badia, Chraïbi Abdelmjid, Mantovani Silvano &amp; Z.H.Israili</i> .....  | 614        |
| O106- L'alimentation peut-elle potentialiser les effets de l'activité physique sur l'homéostasie glucidique de miniporcs Göttingen?   |            |
| <i>Vincent Sophie, Blat Sophie, Lemoine-Morel Sophie, Lefevre Luz, Malbert Charles-Henri, Delamarche Arlette</i> .....  | 616        |
| O107- Ghréline et PYY chez l'adolescent obèse : effets d'une perte de poids après 9 mois d'activité physique régulière.   |            |
| <i>Carine Gueugnon, Fabienne Mougin, Marie Nicolet-Guénat, Gilles Dumoulin</i> .....  | 618        |
| O108-Bone Responses to Body Fat Mass Loss induced by An Exercise and Nutritional Program in Obese Rats  |            |
| <i>Gerbaix Maude, Metz Lore, Mac-Way Fabrice, Guillet Christelle, Walrand Stéphane, Masgrau Aurélie, Vico Laurence, Courteix Daniel</i> .....   | 620        |

|  |            |
|--|------------|
| O109-L'activité physique a-t-elle un effet préventif sur les paramètres osseux sous chondraux dans un modèle expérimental de gonarthrose ? |            |
| <i>Arnaud Boudenot, Claude Laurent Benhamou, Nathalie Presle, Eric Dolléans, Christelle Jaffré, Stéphane Pallu</i> .....                   | 622        |
| <b><i>Effet de l'activité physique au niveau musculaire</i></b> .....  | <b>624</b> |
| O110-Les DOMS induits par électrostimulation neuromusculaire : la prévention est-elle possible ?   |            |
| <i>Marc Vanderthommen, Rémi Chamayou, Jean-Michel Crielaard &amp; Jean-Louis Croisier</i> .....  | 624        |
| O111-Le port de manchons de compression augmente la saturation tissulaire en oxygène mais pas la performance en course à pied              |            |
| <i>Arnaud Ménétrier, Laurent Mourot &amp; Nicolas Tordi</i> .....  | 626        |
| O112- Effets d'une supplémentation en acides gras polyinsaturés omega-3 (DHA) sur le métabolisme musculaire en hypoxie.                    |            |
| <i>Marie Le Guen, Valérie Chaté, Gérard Pieroni, Thierry Coste, Christophe Pison, Hervé Dubouchaud</i> .....                               | 628        |
| O113-Aerobic exercise performance and 4-weeks AICAR treatment in myostatin-deficient aged mice.  |            |
| <i>Marion Pauly, Béatrice Chabi, Stefan Matecki, François Favier, Barbara Vernus, Anne Bonnieu and Christelle Ramonatxo</i> .....          | 630        |
| O114- Les effets de l'heure de la journée sur les paramètres électromyographiques et les performances anaérobies lors du test de Wingate   |            |
| <i>Nizar Souissi</i> .....   | 632        |
| O115- Impact de différentes modalités de récupération sur la fatigue neuromusculaire lors de deux exercices sur ergomètre isocinétique     |            |
| <i>Cometti C, Babault N, Martin A, Deley G</i> .....   | 634        |
| <b><i>Exercices et adaptations physiologiques</i></b> .....  | <b>636</b> |
| O116- Effet de la force de freinage sur des indices physiologiques et leurs reproductibilités lors d'un Wingate test                       |            |
| <i>Hamdi Jaafar, Majdi Rouis, Elvis Attiogbe &amp; Tarak Driss</i> .....   | 636        |
| O117- Mastering energy management during rowing using virtual reality  |            |
| <i>Charles P. Hoffmann, Alessandro Filippeschi, Emanuele Ruffaldi, Sébastien Blanc, Luc Verbrugge &amp; Benoît G. Bardy</i> .....          | 638        |
| O118- Réponses cérébrales dissociées lors de contractions isométriques sous-maximales : une étude EMG-NIRS                                 |            |
| <i>Gérard Derosière, François Alexandre, Nicolas Bourdillon, Stéphane Perrey</i> .....   | 640        |
| O119- Soleus is not responsible for "Push-off", during normal gait   |            |
| <i>Jean Louis Honeine, Manh Cuong Do, Marco Schieppati</i> .....   | 642        |

|   |            |
|---|------------|
| O120- Stabilization of the Locomotor-Respiratory Coupling using a metronome during an endurance exercise<br><i>Charles P. Hoffmann, Sébastien J. Villard, &amp; Benoît G. Bardy</i> .....   | 644        |
| <b>Psychologie</b> .....  | <b>646</b> |
| <b><i>Pratique et formation professionnelle (ergonomie)</i></b> .....   | <b>647</b> |
| O121- Analyse ergonomique des gestes professionnels et prévention de la santé<br><i>Marion Brunet; Jacques Riff</i> .....   | 647        |
| O122- Sortir d'une formation professionnelle exclusivement centrée sur la réflexivité : pistes théoriques et premiers résultats<br><i>Guillaume Escalié, Sébastien Chaliès, Marc Durand</i> .....   | 649        |
| O123- L'usage de l'outil vidéo dans la formation des enseignants novices par l'observation : circonstances dans lesquelles la virtualité permet de se préparer à la réalité<br><i>Cyrille Gaudin &amp; Sébastien Chaliès</i> .....  | 651        |
| O124- Rôle du caractère consciencieux dans la planification de carrière : auto-efficacité et buts en tant que médiateurs spécifiques.<br><i>Virginie Demulier, Yannick Stephan, Christine Le Scanff</i> .....   | 653        |
| O125- Rupture d'un rituel pédagogique<br><i>Omar Zanna &amp; Youenn Riou</i> .....  | 655        |
| <b><i>Sport et santé : approche psycho-sociale</i></b> .....  | <b>657</b> |
| O126- Influence de l'attachement parental et de l'alexithymie dans l'apparition des Troubles du Comportement Alimentaire chez de jeunes athlètes de Haut Niveau<br><i>Fanny Andrès, Christine Le Scanff et Carole Castanier</i> .....   | 657        |
| O127- Caractéristiques motivationnelles associées aux différents types d'activité physique chez des adolescents obèses. Une étude dans le cadre de la théorie de l'autodétermination<br><i>Gourlan Mathieu, Trouilloud David, Stephan Yannick &amp; Sarrazin Philippe</i> ..... | 659        |
| O128- Evaluation de la Silhouette Idéale Explicite vs Implicite chez des patientes Anorexiques vs sans TCA.<br><i>Anne-Laure Moscone, Pascale Leconte, Christine Le Scanff, Michel-Ange Amorim</i> .....  | 661        |
| O129- Etude longitudinale de l'influence du climat instauré par l'entraîneur sur le burnout sportif : Contribution du modèle 2 X 2 des buts d'accomplissement<br><i>Guillet-Descas Emma, Isoard-Gauthier Sandrine, Duda Joan &amp; Ferrand Claude</i> .....                     | 663        |

|  |            |
|--|------------|
| O130- Perception des comportements de l'entraîneur, stratégies de coping, et ATTEINTE DE BUT en compétition sportive<br><i>Nicolas Michel &amp; Gaudreau Patrick &amp; Franche Veronique</i> .....   | 665        |
| <b>Apprentissage collectif et analyse d'activité</b> .....   | <b>665</b> |
| O131- Formes de coopération et interactions entre élèves au sein de dyades dans des tâches d'escalade en Education Physique<br><i>Agathe Evin, Carole Sève &amp; Jacques Saury</i> .....   | 667        |
| O132- Dispositifs d'apprentissage en groupe, interactions entre élèves et « histoires d'apprentissage » : une étude de cas en éducation physique<br><i>Benoît Huet &amp; Jacques Saury</i> .....   | 669        |
| O133- L'inscription contextuelle de l'activité individuelle et collective : Analyse de l'activité d'élèves lors de leçons d'Education Physique<br><i>Clément Jourand, David Adé &amp; Carole Sève</i> .....  | 671        |
| O134- Analyse de l'activité de glaciéristes débutants utilisant différents piolets : une étude de cas exploratoire<br><i>Clément Pouponneau, Germain Poizat, Nathalie Gal-Petitfaux &amp; David Adé</i> .....  | 673        |
| O135- La performance de l'arbitre en Rugby : le point de vue du superviseur.<br><i>Simon Boyer, Géraldine Rix-Lièvre, Fabien Coutarel</i> .....  | 675        |
| <b>Sociologie</b> .....  | <b>677</b> |
| <b>Politique, Sport et Médias</b> .....  | <b>678</b> |
| O136- Les athlètes féminines sont-elles réellement sous-représentées dans la couverture médiatique des Jeux Olympiques d'Été (1984-2008) ?<br><i>Nicolas Delorme</i> .....   | 678        |
| O137- Pourquoi les spectacles sportifs collectifs féminins sont-ils moins médiatisés que leurs homologues masculins ? Une tentative d'explication par l'intensité compétitive<br><i>Nicolas Scelles &amp; Christophe Durand</i> .....                            | 680        |
| O138- Jeunes immigrants, sport et Europe. Les politiques publiques et l'utilisation du sport comme moyen d'intégration<br><i>Noemi García-Arjona</i> .....   | 682        |
| O139- Pratiques de flexibilité d'une petite entreprise de tourisme sportif<br><i>Elodie Paget</i> .....  | 684        |
| O140- L'Observatoire National des Métiers de l'Animation et du Sport (OMNAS) dans la politique de rénovation des certifications de l'enseignement sportif : un instrument d'expertise sous forte contrainte.<br><i>Jérémy Pierre &amp; Cécile Collinet</i> ..... | 686        |
| <b>Comité Scientifique</b> .....   | <b>688</b> |
| <b>Experts Scientifiques</b> .....   | <b>688</b> |
| <b>Index auteurs</b> .....   | <b>690</b> |

**PROGRAMME SCIENTIFIQUE LUNDI 24 OCTOBRE 2011**



## **CONFERENCE INAUGURALE**

Rien de plus ancien, rien de plus moderne que le sport. L'instinct de compétition est antérieur même à l'apparition des premiers hommes, le vedettariat planétaire d'un Usain Bolt, d'un Pelé ou d'un Zinedine Zidane est un phénomène bien récent. A la fin du 19<sup>ème</sup> et au début du 20<sup>ème</sup> siècle, ce sont plutôt les grands savants qui jouissaient d'une réputation mondiale et attiraient les foules, Louis Pasteur, Albert Einstein, Marie Curie...

Il est surprenant d'observer que la popularité des jeux sportifs, très élevée dans l'Antiquité a connu comme une éclipse du Moyen-âge européen jusqu'au 19<sup>ème</sup> siècle, comme si la réunion des foules pour un autre motif que religieux ou politique reflétait un caractère de liturgie païenne réprouvée, un hymne au corps renvoyant à l'adoration des idoles. Il fut même un temps, aux 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> siècles, où les intellectuels méprisaient ouvertement les exercices physiques, cherchaient à dispenser leurs enfants des cours de gymnastique et des activités scolaires de « plein air ».

Aujourd'hui, tout se conjugue pour transformer le sportif en héros des temps modernes : le recul de la religiosité officielle ouvre la voie à la redécouverte des communions d'antan autour des « dieux du stade » ; la promotion des valeurs individuelles conduit à celle des corps ; la « forme », la vie jeune, belle, séduisante et sportive est au firmament des standards sociaux de l'existence désirable ; le transfert vers l'équipe sportive des passions, hier des nations et aujourd'hui surtout des villes, joue à plein et renoue avec le phénomène des courses de chars dans la Constantinople antique ; tous ces paramètres font exploser l'importance économique des spectacles sportifs.

Cependant, ce serait une erreur manifeste de limiter l'engouement moderne pour le sport à une construction historique et sociale, sa précession dans l'Antiquité en témoigne. Il existe une dimension anthropologique dans l'importance que prennent l'effort physique et la compétition pour les personnes. C'est que les mammifères conscients que nous sommes, avons hérité de cette pulsion de maints animaux à se mesurer à leurs congénères mais que, de plus, nous investissons cet effort d'une valeur essentielle, le cas échéant, existentielle.

C'est ce qui explique qu'à côté des exercices ludiques entre amis ou en famille qui contribuent au plaisir de vivre, le domaine de la performance sportive est souvent celui de l'irrationalité et de tous les excès. Les personnes peuvent ainsi se fixer à elles-mêmes des normes physiques dont le respect devient impérieux, des objectifs dont l'atteinte justifie toutes les audaces, la prise de tous les risques. Sans référence à ces caractéristiques humaines, il serait difficile de saisir la singularité du dopage, les pulsions individuelles et collectives qui conduisent à en user.

Phénomène individuel, social et économique, le sport nous confronte aussi à la question des règles et de l'éthique, de l'équilibre entre la valeur intrinsèque des êtres et celle de leurs exploits.

En bref, les univers psychique et social du sport constituent une voie d'accès éclairante à certains des ressorts, à la puissance et à la fragilité de notre commune humanité.

## **SYMPOSIUMS**

## **INTRODUCTION**

Depuis la découverte de la toxicité de l'oxygène au milieu des années 50 par Gerscham (1954) et des travaux de Mc Cord et Fridovich (1969) démontrant l'existence de la superoxyde dismutase<sup>1</sup>, plus de quarante années se sont écoulées. Un nouveau champ de recherche est né : l'étude du stress oxydant (SO). Les termes de radicaux libres (RL), antioxydants, espèces activées de l'oxygène... longtemps utilisés dans le jargon scientifique sont devenus désormais des termes presque familiers, utilisés par la presse et le grand public. En 40 ans, les connaissances dans ce domaine n'ont cessé d'évoluer. Pendant longtemps, les RL ont été considérés comme néfastes pour l'organisme en raison des dommages oxydatifs dont ils sont à l'origine (inactivation d'enzymes et d'hormones pour les protéines, altération de la membrane pour les lipides, mutation pour l'ADN...) et en raison de leur implication dans de nombreuses pathologies (maladies cardiovasculaires, cancer, diabète, obésité...) et dans le vieillissement. Depuis quelques années, grâce aux progrès de la biologie cellulaire et moléculaire, cette vision a totalement évolué. On sait désormais que les RL ne sont pas à neutraliser à tout prix par des antioxydants car, à faible taux, ils sont indispensables au bon fonctionnement cellulaire. Ainsi, à faible concentration, sans pour autant engendrer de dommages cellulaires, les RL peuvent modifier le fonctionnement cellulaire en modifiant certaines voies de signalisation, la régulation de facteurs de transcriptions et l'expression de certains gènes. Le SO n'est plus désormais défini comme un « déséquilibre de la balance pro/antioxydant en faveur des premiers » mais comme « une perturbation de la signalisation redox et une perte du contrôle de l'homéostasie cellulaire » (Jones 2006). Cette signalisation redox joue un rôle important dans la survie, la prolifération ou la protection de la cellule vis-à-vis de différents agents stressants.

L'exercice physique exhaustif fait partie de ces agents stressants. Mais grâce à cette signalisation redox, les RL produits lors de l'exercice vont agir comme un signal intracellulaire conduisant l'activation des facteurs de transcription et des voies de signalisation nécessaires à l'adaptation cellulaire. L'exercice peut donc être considéré comme un « antioxydant naturel » (Gomes-Cabrera et al. 2008). C'est pourquoi, son utilisation comme complément thérapeutique dans la prise en charge de patients est pleinement justifiée dans les pathologies caractérisées par un SO chronique. A l'opposé un entraînement excessif (surentraînement) est associé à un stress oxydant accru (Tanskanen et al. 2010).

## **OBJECTIFS :**

Dans ce symposium intitulé « Stress oxydant, Exercice, Santé » nous traiterons des bienfaits de l'exercice physique (ou des méfaits de l'inactivité) sur le SO en nous centrant sur les aspects bénéfiques de l'exercice dans différentes pathologies.

La première intervention de **Vincent Pialoux** intitulée « Effet de la condition physique sur la régulation vasculaire et le stress oxydatif chez les femmes ménopausées » traitera des bienfaits d'une bonne condition physique (liée à une activité physique régulière) sur le statut pro/antioxydant de femmes ménopausées. Les résultats de ses recherches montrent qu'après la ménopause, une bonne condition physique et/ou la pratique activité physique régulière régulent le SO en maintenant une bonne efficacité des enzymes antioxydantes.

---

<sup>1</sup> Enzyme antioxydante capable d'éliminer l'anion superoxyde, radical libre formé par la réduction univalente de l'oxygène

La deuxième intervention de **Carole Groussard** intitulée « Implication du stress oxydant dans la physiopathologie des maladies chroniques : intérêts de l'entraînement » continuera sur les effets positifs de l'entraînement mais dans différentes pathologies chroniques ayant comme dénominateur commun l'inflammation et l'insulinorésistance. Dans cette communication, elle abordera à travers une revue de la littérature et des travaux du laboratoire M2S, l'implication du SO dans la physiopathologie des maladies chroniques comme l'obésité, le diabète et le cancer et s'intéressera plus particulièrement aux effets bénéfiques de l'entraînement sur le statut pro/antioxydant, l'inflammation et l'insulinorésistance dans ces pathologies.

La troisième intervention de **Joel Pincemail** s'intéressera aux sportifs de haut niveau. Si l'exercice physique modéré et bien conduit entraîne des adaptations positives du statut pro/antioxydant, il n'en n'est pas toujours de même chez les sportifs de haut niveau qui présentent parfois un SO chronique (charge d'entraînement trop élevée associée ou non à un manque d'apport en antioxydants) potentiellement impliqué dans l'apparition de blessures. C'est pourquoi, de nombreux sportifs ont recours fréquemment à des antioxydants sans logique et posologie bien précise. Ce type de pratique n'est pas sans risque car les RL étant indispensables au fonctionnement cellulaire, les antioxydants pris de façon injustifiée peuvent avoir des effets néfastes. Il est donc important que le médecin puisse disposer au cours d'une saison, de bilans de SO sur la base de biomarqueurs spécifiques et performants afin de le corriger à bon escient. C'est ce que Présentera Joel Pincemail dans son intervention intitulée « Quel bilan de stress oxydant pour le sportif de haut niveau ? »

Si une activité physique intense et répétée peut être dommageable pour l'organisme, une activité réduite l'est également. Dans la quatrième communication intitulée « Hypokinésie, stress oxydant et atrophie musculaire », **Dominique Desplanches** traitera des effets d'une exposition à une activité musculaire réduite. Celle-ci induit une plasticité musculaire fonctionnelle et phénotypique qui touche préférentiellement les muscles extenseurs à fonction posturale. Les voies de signalisation impliquées dans l'amyotrophie restent peu connues. Parmi ces voies, Dominique Desplanches exposera celles explorées par son laboratoire concernant le SO.

Dès 1954, dans sa « free radical theory of aging », Harman suspectait le SO d'être l'une des causes permettant d'expliquer le vieillissement. Depuis, de nombreux travaux confirment sa théorie et il est maintenant bien établi que l'accumulation des protéines oxydées joue un rôle crucial dans le vieillissement et l'apparition de différentes maladies dégénératives liées au SO. L'oxydation provoque des dégâts irréversibles sur les protéines et les dysfonctionnements dans la maintenance des protéines sont directement impliqués dans l'accumulation de protéines endommagées liée à l'âge. Dans son intervention intitulée « Dégradation et Réparation des protéines : Rôles dans la protection contre le stress oxydant et le vieillissement », **Isabelle Pétropoulos** présentera les travaux de recherche de son laboratoire qui visent à mieux comprendre la nature des dommages macromoléculaires impliqués dans le vieillissement et de leur impact sur l'homéostasie cellulaire ainsi que des moyens de les prévenir et de les éliminer.

Effet de la condition physique sur la régulation vasculaire et le stress oxydatif chez les femmes ménopausées

Vincent Pialoux<sup>1</sup> & Marc J. Poulin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CRIS, EA647, Université Claude Bernard Lyon 1, Université of Lyon, France

<sup>2</sup>Department of Physiology & Pharmacology, University of Calgary, Alberta, Canada  
vincent.pialoux@univ-lyon1.fr

Dans cette étude nous avons démontré que l'activité physique régulière diminuait le stress oxydatif et améliorait le métabolisme du monoxyde d'azote (NO) chez des femmes ménopausées. Cette amélioration était probablement expliquée par l'augmentation de l'activité enzymatique antioxydante observée chez les sujets avec la meilleure condition physique. Ces résultats démontrent qu'après la ménopause, une bonne condition physique et/ou la pratique d'activité physique régulière régulent le stress oxydatif en maintenant une bonne activité des enzymes antioxydantes. En outre, ces résultats suggèrent que le stress oxydatif et la biodisponibilité du NO modulent la pression artérielle et la conductance cérébro-vasculaire

**Mots clés** : Stress oxydatif, Enzymes antioxydantes, Monoxyde d'azote, Ménopause, Pression artérielle.

## INTRODUCTION

Par comparaison à l'homme, l'incidence des maladies cardio- et cérébro-vasculaires augmente de façon très significative chez la femme à partir de la ménopause (Castelao & Gago-Dominguez, 2008). Ce phénomène coïncide aussi avec une augmentation prononcée du stress oxydatif. À la ménopause, la diminution/disparition des effets protecteurs des oestrogènes, connus aussi pour leurs effets antioxydants semblent particulièrement impliqués dans ces deux mécanismes. Ceci laisse aussi penser que cette baisse de capacité antioxydante survenant à la ménopause pourrait être à l'origine de l'« explosion » du risque cardiovasculaire dans cette population. En effet, en altérant la fonction endothéliale à travers l'inhibition du monoxyde d'azote (NO), la diminution des capacités anti-radicalaires semble tenir un rôle majeur dans la pathogénèse des maladies cardiovasculaires (Touyz & Schiffrin, 2004). D'un autre côté, l'activité physique régulière est connue pour améliorer les systèmes enzymatiques antioxydants et diminuer le stress oxydatif. Le but de ce travail était donc de déterminer chez des femmes ménopausées i) l'impact de la condition physique sur l'activité des enzymes antioxydantes, le stress oxydatif et le métabolisme du NO et ii) les corrélations entre l'efficacité des enzymes antioxydantes, le stress oxydatif et le métabolisme du NO d'une part et la pression artérielle moyenne (PAM) et la conductance cérébro-vasculaire (CCV) d'autre part.

## MÉTHODOLOGIE

Nous avons réalisé cette étude transversale sur une cohorte de 41 femmes ménopausées (range: 50-90 ans) en bonne santé. Nous avons déterminé la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max), le niveau de condition physique (déterminée à partir d'équation prédictive basée sur l'âge et VO<sub>2</sub>max; Fitzgerald *et coll.*, 1997), l'activité physique par questionnaire, la PAM et la CCV de repos. La peroxydation lipidique (malondialdéhyde [MDA]; F2-isoprostanés [8-iso-PGF<sub>2</sub>α]), l'oxydation de l'ADN (8-Hydroxy-2'-deoxyguanosine, 8-OHdG), l'activité antioxydante de la glutathion peroxydase (GPX) et catalase, les produits du métabolisme du NO (nitrites + nitrates [NOx]) et un index de la formation de peroxy-nitrite (3-nitrotyrosine) ont été mesurés sur le plasma. Le test de corrélation de Pearson était utilisé pour analyser les relations entre 2 variables.

## RÉSULTATS

Nous avons identifié des corrélations négatives entre le stress oxydatif et les indices de la condition physique des femmes ménopausées (Tableau 1). Inversement, la GPX était positivement corrélée avec la condition physique des sujets (Tableau 1). Enfin, la PAM et la CCV étaient significativement corrélées avec la 8-OHdG, la 3-nitrotyrosine et NOx (Tableau 2).

Tableau 1. Corrélations entre les paramètres de la condition physique, le stress oxydatif et l'activité enzymatique antioxydante, contrôlées ( $R_{\text{cont}}$ ) ou non ( $R_{\text{non-cont}}$ ) pour l'IMC, la masse grasse et l'âge.

| Variables  | $R_{\text{non-cont}}$ | P     | $R_{\text{cont}}$ | P     |
|--|-----------------------|-------|-------------------|-------|
| <i>8-OHdG</i> ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ )                               |                       |       |                   |       |
| vs. $\text{VO}_2\text{max}$ prédite (%)                              | -0.35                 | 0.033 | -0.35             | 0.04  |
| vs. Activité physique ( $\text{MET-h.semaine}^{-1}.\text{an}^{-1}$ ) | -0.38                 | 0.015 | -0.33             | 0.05  |
| <i>MDA</i> ( $\mu\text{mol.l}^{-1}$ )                                |                       |       |                   |       |
| vs. $\text{VO}_2\text{max}$ prédite (%)                              | -0.33                 | 0.03  | -0.31             | 0.06  |
| vs. Activité physique ( $\text{MET-h.semaine}^{-1}.\text{an}^{-1}$ ) | -0.30                 | 0.05  | -0.30             | 0.07  |
| <i>8-iso-PGF2<math>\alpha</math></i> ( $\text{ng.l}^{-1}$ )          |                       |       |                   |       |
| vs. Activité physique ( $\text{MET-h.semaine}^{-1}.\text{an}^{-1}$ ) | -0.42                 | 0.007 | -0.37             | 0.03  |
| vs. $\text{VO}_2\text{max}$ prédite (%)                              | -0.52                 | 0.001 | -0.35             | 0.04  |
| <i>GPX</i> ( $\mu\text{mol.l}^{-1}.\text{min}^{-1}$ )                |                       |       |                   |       |
| vs. $\text{VO}_2\text{max}$ prédite (%)                              | 0.55                  | 0.001 | 0.58              | 0.001 |

Tableau 2. Corrélations entre les paramètres cardiovasculaire, le stress oxydatif et le métabolisme du NO, contrôlées ( $R_{\text{cont}}$ ) ou non ( $R_{\text{non-cont}}$ ) pour l'IMC, la masse grasse et l'âge.

| Variables                                       | $R_{\text{non-cont}}$ | P      | $R_{\text{cont}}$ | P      |
|---|-----------------------|--------|-------------------|--------|
| <i>3-nitrotyrosine</i> ( $\text{nmol.l}^{-1}$ ) |                       |        |                   |        |
| vs. PAM (mmHg)                                  | 0.41                  | 0.01   | 0.52              | 0.003  |
| vs. CVC ( $\text{cm.s}^{-1}.\text{mmHg}^{-1}$ ) | 0.32                  | 0.04   | 0.33              | 0.05   |
| vs. NOx ( $\mu\text{mol.l}^{-1}$ )              | -0.62                 | <0.001 | -0.62             | <0.001 |
| <i>8-OHdG</i> ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ )          |                       |        |                   |        |
| vs. PAM (mmHg)                                  | 0.43                  | 0.006  | 0.33              | 0.05   |
| vs. CCV ( $\text{cm.s}^{-1}.\text{mmHg}^{-1}$ ) | -0.37                 | 0.04   | -0.33             | 0.05   |
| <i>NOx</i> ( $\mu\text{mol.l}^{-1}$ )           |                       |        |                   |        |
| vs. PAM (mmHg)                                  | -0.54                 | <0.001 | -0.49             | 0.005  |
| vs. CCV ( $\text{cm.s}^{-1}.\text{mmHg}^{-1}$ ) | 0.41                  | 0.02   | 0.37              | 0.03   |

## CONCLUSION

Ces résultats soulignent que l'amélioration de l'activité enzymatique antioxydante résultant de l'exercice régulier semble être à l'origine de la diminution du stress oxydatif et d'une moindre inhibition du NO chez les femmes ménopausées. Ce travail suggère aussi que la modulation du stress oxydatif par la pratique régulière d'un exercice physique serait bénéfique au maintien des fonctions cérébrales et à la baisse de l'incidence de l'hypertension chez ce groupe à risque. Ce travail montre aussi comment le mode de vie peut compléter les traitements médicamenteux dans la prévention et le management des maladies cardiovasculaires.

## BIBLIOGRAPHIE

- Castelao J.E., & Gago-Dominguez M. (2008) Risk factors for cardiovascular disease in women: relationship to lipid peroxidation and oxidative stress. *Med Hypotheses*, 71, 39-44.
- Fitzgerald, M.D., Tanaka, H., Tran, Z.V., Seals, D.R. (1997) Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: a meta-analysis. *J Appl Physiol*, 83(1), 160-165.
- Touyz, R.M., & Schiffrin, E.L. (2004) Reactive oxygen species in vascular biology: implications in hypertension. *Histochem Cell Biol*, 122, 339-352.

Implication du stress oxydant dans la physiopathologie des maladies chroniques : intérêts de l'entraînement

*Carole Groussard*

Laboratoire M2S, UFR APS, Université Rennes 2 – ENS Cachan

[carole.groussard@univ-rennes2.fr](mailto:carole.groussard@univ-rennes2.fr)

Le stress oxydant (SO) est depuis quelques années incriminé dans la genèse de diverses pathologies chroniques et/ou leurs complications associées (obésité, le diabète, cancer...). Ces pathologies progressent de façon fulgurante dans les pays industrialisés et représentent un coût sociétal important. La prévention de ces pathologies et de leurs complications associées constitue un enjeu majeur de santé publique. L'exercice chronique, en diminuant le SO, fait partie de ces moyens de prévention. Dans cette communication, nous étudierons à travers une revue de la littérature et des travaux de notre laboratoire, l'implication du SO dans la physiopathologie des maladies chroniques comme l'obésité, le diabète et le cancer et nous nous intéresserons plus particulièrement aux effets bénéfiques de l'entraînement sur le statut redox dans ces pathologies.

**Mots clés** : stress oxydant, entraînement, physiopathologie, maladies chroniques

## **INTRODUCTION**

En raison du vieillissement de leur population et des changements de leur mode de vie (déstructuration de l'alimentation, inactivité, pollution...), les pays industrialisés voient augmenter de façon considérable la prévalence des pathologies chroniques comme l'obésité, le diabète et le cancer. Les mécanismes à l'origine de ces pathologies et/ou de leurs complications associées, ne sont pas tous clairement élucidés mais de nombreuses études récentes soulignent le rôle du stress oxydant (SO). Le SO favoriserait l'insulinorésistance (IR) et l'inflammation qui sont les dénominateurs communs de ces pathologies. La plupart de ces maladies chroniques et/ou leurs complications peuvent être évitées ou retardées par des mesures simples qui concernent notre mode de vie (OMS) comme l'exercice physique. C'est pourquoi il constitue désormais un atout thérapeutique, complémentaire de leur prise en charge classique. Si les bienfaits de l'exercice sur la pathologie elle-même et/ou ses complications sont liés à des effets directs (réduction du poids dans l'obésité, baisse de la glycémie dans le diabète...), ils passent également par des effets indirects (baisse de l'inflammation et de l'insulinorésistance) liés aux modifications du statut pro/antioxydant induites par l'entraînement.

Dans cette communication, nous étudierons à travers une revue de la littérature et des travaux de notre laboratoire, l'implication du SO dans la physiopathologie des maladies chroniques comme l'obésité, le diabète et le cancer en nous centrant sur leurs points communs (IR et inflammation) et nous nous intéresserons plus particulièrement aux effets bénéfiques de l'entraînement sur le statut pro/antioxydant dans ces pathologies.

## **STRESS OXYDANT, PATHOLOGIES CHRONIQUES ET ENTRAÎNEMENT**

Le SO défini comme « une perturbation de la signalisation redox et une perte du contrôle de l'homéostasie cellulaire » (Jones 2006), est induit soit par une production excessive d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) ou de l'azote (ERN), soit par une diminution des capacités de défense antioxydante (AO). Le déséquilibre de cette balance pro/antioxydant est lié à des facteurs endogènes (respiration cellulaire, ischémie-reperfusion...) et/ou exogène (pollution, UV, tabac...).

Les ERO et ERN en excès vont alors oxyder les molécules avoisinantes entraînant des dommages oxydatifs sur les protéines, les lipides et l'ADN. Plus le déséquilibre de cette balance est important (plus l'intensité du SO est grande), plus les dégâts cellulaires et leurs conséquences sur le plan fonctionnel seront importants, pouvant aller jusqu'à la mort cellulaire. Ces modifications de l'homéostasie redox sont retrouvées et impliquées dans de nombreuses pathologies chroniques et/ou dans leurs conséquences associées (maladies cardiovasculaires et inflammation pour l'obésité et diabète, cancers...). De façon plus récente, de nombreuses études ont montré le rôle du SO dans la régulation de nombreux facteurs de transcriptions intervenant dans la signalisation cellulaire. Ainsi, à faible concentration, sans



pour autant engendrer de dommages cellulaires, les EROs et ERNs peuvent modifier le fonctionnement cellulaire en modifiant certaines voies de signalisation, la régulation de facteurs de transcriptions et l'expression de certains gènes. Cette signalisation redox joue un rôle important dans la survie, la prolifération ou la protection de la cellule vis-à-vis de différents agents stressants comme l'exercice isolé et explique également les effets bénéfiques de l'exercice chronique observés sur le long terme.

En effet, un exercice isolé, d'intensité et/ou de durée suffisante, constitue un stress pour l'organisme perturbant temporairement l'homéostasie redox. Malgré tout, il n'est pas à déconseiller car un entraînement physique bien conduit induit, au contraire, un processus adaptatif impliquant entre autres, une « up-régulation » des enzymes AO endogènes. Les EROs produits lors de l'exercice agissent comme un signal intracellulaire qui active des facteurs de transcription et des voies de signalisation conduisant à l'expression d'enzymes clés de la défense contre les EROs. L'exercice chronique peut donc être considéré comme un « antioxydant naturel » (Gomez-Cabrera et al. 2008). Ainsi, son utilisation comme complément thérapeutique dans la prise en charge de patients est pleinement justifiée dans les pathologies caractérisées par un SO chronique.

L'obésité, le diabète et le cancer sont des pathologies chroniques caractérisées par un SO accru. Celui-ci est souvent d'autant plus intense que la pathologie est grave (relation SO-IMC [Olusi et al. 2002], SO-contrôle glycémique [Griesmacher et al. 1995], SO-agressivité du cancer [Kumar et al.2008]). On observe également un affaiblissement du système de défense antioxydant dans ces pathologies. Pour exemple, en début d'obésité, l'activité des enzymes AO est stimulée mais quand l'obésité persiste leur activité baisse (Olusi et al. 2002). Dans le diabète, l'hyperglycémie glyque les enzymes AO et les inactive (Brownlee 1995). Les mécanismes à l'origine du SO accru dans ces pathologies ne sont pas clairement élucidés. Certains sont spécifiques à la pathologie mais d'autres sont communs comme l'inflammation et l'IR. De plus, il est difficile de dire clairement si l'IR et l'inflammation sont la cause ou la conséquence du SO. S'il était bien admis que l'inflammation et l'IR majoraient le SO, des travaux récents montrent qu'un SO chronique perturbe les voies de signalisation intracellulaires entraînant une inflammation chronique et une IR (Evans 2005).

Concernant les effets de l'entraînement, les données de la littérature et de notre laboratoire mettent en évidence un effet positif sur le statut pro/antioxydant, l'IR et l'inflammation dans ces pathologies. Ainsi les travaux de notre laboratoire montrent 1)- un effet bénéfique de l'entraînement chez des adolescentes en surpoids en réponse à un exercice isolé, 2)- qu'un entraînement chez des rats rendus diabétiques par streptozotocine potentialise les effets de l'insuline en diminuant les marqueurs de SO (isoprostanés et GSH/GSSG) et en augmentant l'activité de la SOD, 3)- que le sérum issu de personnes entraînées diminue la prolifération de cellules cancéreuses prostatiques humaines.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Brownlee, M. (1995). Advanced protein glycosylation in diabetes and aging. *Annu Rev Med*, 46: 223-34.
- Evans, J.L., Maddux, B.A. and Goldfine, I.D. (2005). The molecular basis for oxidative stress induced insulin resistance. *Antioxid. Redox Signal* 7:1040-1052.
- Gomez-Cabrera MC., Domenech E., Viña J. (2008). Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radic Biol Med*, 15;44(2):126-31.
- Griesmacher A., Kindhauser M., Andert SE., Schreiner W., Toma C., Knoebl P., Pietschmann P., Prager R., Schnack C., Scherthaner G., Mueller M. Enhanced serum levels of thiobarbituric acid-reactive substances in diabetes mellitus. (1995). *Am J Med*, 98 : 469-75.
- Jones DP. Redefining oxidative stress. *Antioxid Redox Signal*. (2006), 8: 1865-1879.
- Kumar B., Koul S., Khandrika L., Meacham RB., Koul HK. (2008). Oxidative stress is inherent in prostate cancer cells and is required for aggressive phenotype. *Cancer Res*, 15;68(6):1777-85.
- Olusi SO. Obesity is an independent risk factor for plasma lipid peroxidation and depletion of erythrocyte cytoprotective enzymes in humans. (2002). *Int J Obes Relat Metab Disord*. 26: 1159-64.

Quel bilan de stress oxydant pour le sportif de haut niveau ?

*Joël Pincemail<sup>1</sup>, Jean-Olivier Defraigne<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> CHU, Service de Chirurgie, Université de Liège  
[J.Pincemail@chu.ulg.ac.be](mailto:J.Pincemail@chu.ulg.ac.be)

Abstract : Le sportif de haut niveau est en permanence soumis à un stress oxydant chronique qui est potentiellement impliqué dans l'apparition de blessures. Dans cette optique, les sportifs sont très souvent supplémentés sans logique bien précise avec des antioxydants, ce qui n'est pas toujours une bonne chose. Il est donc important que le médecin puisse disposer de bilans de stress oxydant sur base de biomarqueurs spécifiques.

**Keywords:** stress oxydant – antioxydant – sportif

Le stress oxydant se définit comme étant un déséquilibre entre la production d'espèces oxygénées activées (EOA) et la concentration plasmatique en antioxydants, en faveur des premières. Un sportif de haut niveau sera soumis à un stress oxydant chronique en raison d'une consommation accrue d'oxygène lors d'efforts mais de l'apparition de phénomènes inflammatoires. Dans un premier temps, l'organisme s'adapte à cet état de stress oxydant en surexprimant la plupart des défenses antioxydantes (e.g. la glutathion peroxydase). Toutefois, si la charge de travail s'intensifie, les défenses antioxydantes peuvent être dépassées et laisser ainsi la place à un effet délétère des EOA (figure 1). En effet, celles – ci une fois produites en grande quantité peuvent s'attaquer facilement aux lipides qui sont les constituants essentiels des membranes cellulaires. Potentiellement, ceci peut conduire à l'apparition de dégâts cellulaires pouvant être à l'origine de blessures. Dans cette optique, il est donc important de disposer de biomarqueurs performants permettant au cours d'une saison d'évaluer le statut de stress oxydant (SSO) du sportif et de le corriger à bon escient.

Plusieurs axes d'analyses peuvent être envisagés : détermination des antioxydants (vitamines C et E, glutathion, ubiquinone) ; mesure des oligoéléments (sélénium, cuivre, zinc) ; détermination des dommages oxydatifs au niveau des lipides ; identification des sources de stress oxydant (inflammation). Sur base d'une longue expérience sur des sportifs de haut niveau, le bilan suivant (non exhaustif) peut être préconisé :

- vitamine C et  $\beta$  – carotène, antioxydants de premier plan liés à l'alimentation (fruits et légumes) qui est un élément essentiellement chez le sportif ;
- vitamine E, inhibiteur de l'oxydation des lipides ;
- le rapport glutathion réduit/oxydé, marqueur très spécifique de la présence d'un stress oxydant ;
- ubiquinone, antioxydant important impliqué dans la production d'énergie au niveau de la mitochondrie ;
- glutathion peroxydase (GPx) et superoxyde dismutase (SOD), enzymes antioxydantes surexprimées lors de l'adaptation au stress oxydant ;
- sélénium, cuivre, zinc, oligoéléments impliqués dans l'activité de la GPx et de la SOD ;
- peroxydes lipidiques, marqueur d'oxydation des lipides directement corrélé de façon positive au rapport Cu/Zn.
- myéloperoxydase, marqueur de l'activation des globules blancs.

Dans notre exposé, nous présenterons des cas concrets de bilan de stress oxydant obtenus à différents moments de la saison sur des joueurs professionnels de basket et de football. Les informations obtenues par ces bilans doivent potentiellement permettre au médecin 1° de prévenir l'apparition de blessures ; 2° de mieux comprendre à quel moment il convient (ou non) de mettre en place une complémentation en antioxydants.

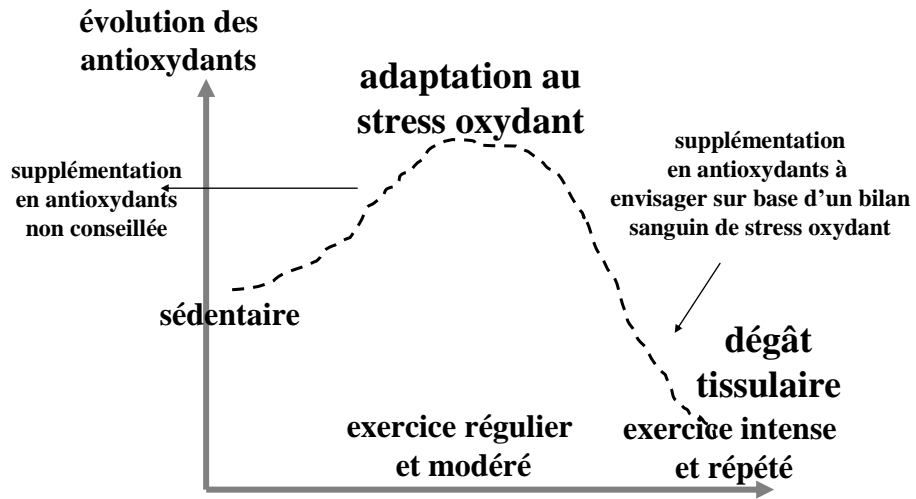


Figure 1 : évolution des antioxydants sanguins en fonction de l'intensité d'un effort physique

L'exposition à une activité motrice réduite induit une plasticité musculaire fonctionnelle et phénotypique touchant préférentiellement les muscles extenseurs à fonction posturale. Les voies de signalisation impliquées dans l'amyotrophie restent peu connues. Parmi ces voies, le rôle du stress oxydant a été évoqué. Des liens évidents existent entre calcium, stress oxydant, processus inflammatoires et amyotrophie via la régulation de l'apoptose et de la protéolyse musculaire. Cependant, le fait que le stress oxydant soit la cause ou une conséquence de l'amyotrophie reste encore sujet à controverse.

**Keywords:** hypokinésie, stress oxydant, muscle, protéolyse

L'exposition à une activité motrice réduite induit une plasticité musculaire fonctionnelle et phénotypique touchant préférentiellement les muscles extenseurs à fonction posturale. L'amyotrophie observée se caractérise par une réduction du volume, de la force musculaire et de la capacité à effectuer un exercice physique. Parmi les voies de signalisation impliquées dans le remodelage morphofonctionnel du muscle squelettique atrophié, le stress oxydant a été évoqué (Moylan et Reid, 2007, Powers et coll., 2007).

Le stress oxydant est classiquement défini comme un déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) et leur élimination, conduisant à une oxydation accrue des composants cellulaires (oxydation des lipides et des protéines, altérations de l'ADN). Les sources possibles d'espèces réactives de l'azote et de l'oxygène sont à la fois endogènes (NO synthase, xanthine oxydase, NADPH-oxydase, chaîne respiratoire) et exogènes (infiltration de neutrophiles et macrophages et productions de cytokines inflammatoires).

Dans le muscle squelettique atrophié, les espèces réactives de l'oxygène déclenchent un ensemble de voies de signalisation faisant intervenir 1) des protéases activées par le calcium telles que les calpaines, 2) la voie des protéases à cystéine regroupées sous le terme de caspases qui se révèlent être également des effecteurs de la mort cellulaire apoptotique et enfin 3) la voie ATP-ubiquitine faisant intervenir deux ubiquitine ligases (muscle atrophy F-box, MAFbx ou atrogin-1 et muscle ring Finger1, MuRF1), chargées de l'ubiquitination des protéines à dénaturer et de leur adressage au protéasome. Des liens évidents existent entre calcium, stress oxydant, processus inflammatoires et amyotrophie via la régulation de l'apoptose et de la protéolyse musculaire.

Des résultats acquis par notre laboratoire mettent en évidence après une hypokinésie de deux semaines, une augmentation de l'état d'oxydation du muscle soléaire atrophié (Servais et al., 2007). Une activation des mécanismes de défense de l'organisme contre les ROS (superoxyde dismutases, catalase, glutathion peroxydase, protéines découplantes UCP2 et UCP3), une augmentation de l'expression de la  $\mu$ -calpaïne, des caspases 3, 9, 12 et de deux ubiquitine ligases E3 ligases MAFbx et MuRF1 ont été également décrites. Le fait que le stress oxydant soit la cause ou une conséquence de l'amyotrophie reste actuellement un sujet de controverse. L'administration de molécules antioxydantes donnent des résultats contradictoires. Une supplémentation en vitamine E prévient en partie l'amyotrophie du soléaire (Servais et coll., 2007). Toutefois l'action de la vitamine E s'exercerait via la régulation de gènes impliqués dans la protéolyse musculaire plutôt qu'à son rôle anti-oxydant. En revanche l'administration de trolox (dérivé hydrosoluble de la vitamine E) prévient l'apparition du stress oxydant sans améliorer l'atrophie du muscle (Desaphy et coll., 2010). Beaucoup de questions demeurent en ce qui concerne le rôle joué par le stress oxydant dans l'amyotrophie.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Desaphy, J.F., Pierno, S., Liantonio, A., Giannuzzi, V., Digennaro, C., Dinardo, M.M., Camerino, G.M., Ricciuti, P., Brocca, L., Pellegrino, M.A., Bottinelli, R., Camerino, D.C.(2010). Antioxidant treatment of hindlimb-unloaded mouse counteracts fiber type transition but not atrophy of disused muscles. *Pharmacol Res.* 61, 553-63.

Moylan, J.S., Reid, M.B. (2007) Oxidative stress, chronic disease and muscle wasting. *Muscle Nerve*, 35, 411-429.

Powers, SK., Kavazis, A.N., McClung, J.M. (2007). Oxidative stress and disuse atrophy. *J Appl Physiol* 102, 2389-2397.

Servais, S., Letexier, D., Favier, R., Duchamp, C., Desplanches, D. (2007). Prevention of unloading-induced atrophy by vitamin E supplementation: links between oxidative stress and soleus muscle proteolysis ? *Free Radic. Biol Med*, 42 , 627-635.

Isabelle Petropoulos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Equipe Biologie Cellulaire du Vieillissement, UR4 Vieillissement, Stress et Inflammation, Université Pierre et Marie Curie  
[isabelle.petropoulos@snv.jussieu.fr](mailto:isabelle.petropoulos@snv.jussieu.fr)

Il est maintenant bien établi que l'accumulation des protéines oxydées joue un rôle crucial dans le vieillissement et l'apparition de différentes maladies dégénératives liées au stress oxydant. L'oxydation provoque, la plupart du temps, des dégâts irréversibles sur les protéines et les dysfonctionnements dans la maintenance des protéines, i. e. dégradation et réparation, sont directement impliqués dans l'accumulation de protéines endommagées liée à l'âge.

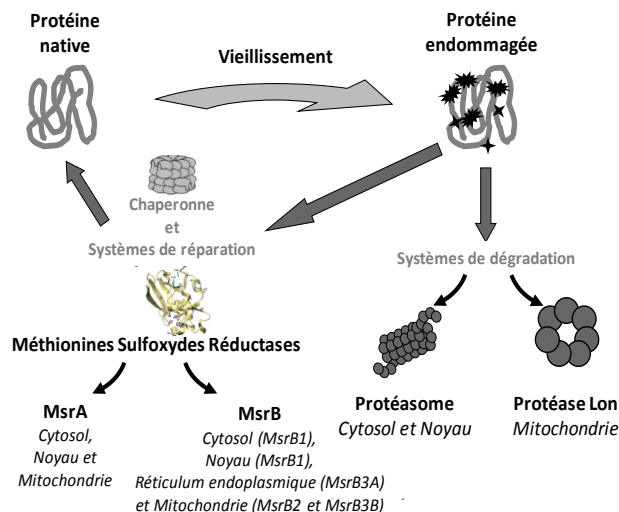
Les objectifs de nos recherches visent à mieux comprendre la nature des dommages macromoléculaires impliqués dans le vieillissement et de leur impact sur l'homéostasie cellulaire ainsi que des moyens de les prévenir et de les éliminer.

**Keywords:** Stress oxydant, Oxydation des protéines, Dégradation, Réparation.

## INTRODUCTION

Le vieillissement est un processus biologique complexe qui comporte une composante génétique mais qui est également très dépendant des facteurs environnementaux. Il est maintenant bien établi qu'une des causes majeures du vieillissement cellulaire est le déclin progressif des processus de défense et de réparation qui conduit à une perte de l'homéostasie, une fragilité physiologique, et éventuellement à la mort. Il a été montré que l'accumulation des protéines oxydées joue un rôle crucial dans le vieillissement et l'apparition de différentes maladies dégénératives et que les dysfonctionnements dans la maintenance des protéines, i. e. dégradation et réparation, sont directement impliqués dans l'accumulation liée à l'âge de protéines endommagées (Petropoulos et Friguet, 2006).

L'oxydation provoque, la plupart du temps, des dégâts irréversibles sur les protéines qui seront éliminées par les systèmes protéolytiques, comme le protéasome ou la protéase Lon mitochondriale (Figure 1). En revanche, très peu de systèmes impliqués dans la réparation des protéines modifiées par oxydation ont été décrits jusqu'à présent. L'existence d'un système enzymatique intracellulaire composé des peptide méthionine sulfoxyde reductases (MsrA et MsrB) qui peuvent réduire les méthionines oxydées dans les protéines, permet d'envisager la réversion de la protéine oxydée au niveau de ses méthionines vers sa forme native. Des études ont par ailleurs, montré que la MsrA a un rôle de protection contre le stress oxydant et dans la longévité d'organismes tels que la levure, la drosophile et la souris indiquant ainsi que la maintenance des protéines semble être un facteur important dans le vieillissement (Ugarte et al, 2010).



**Figure 1 :** Dégradation et réparation des protéines oxydées

## **OBJECTIFS DES RECHERCHES**

Les objectifs de nos recherches visent à mieux comprendre la nature des dommages macromoléculaires impliqués dans le vieillissement et de leur impact sur l'homéostasie cellulaire ainsi que des moyens de les prévenir et de les éliminer.

Nos recherches s'articulent autour de 3 grands axes :

- (i) L'étude de la contribution des modifications oxydatives des protéines dans le processus du vieillissement en recherchant des protéines cibles préférentielles de ces modifications dans différents modèles de vieillissement humain *in vivo* et *in vitro* (sénescence réplivative).
- (ii) La compréhension des mécanismes de dégradation des protéines oxydées dans le cytosol par le protéasome et dans la mitochondrie par la protéase Lon, leur contribution dans l'accumulation de protéines endommagées et leur implication dans le développement d'altérations de la fonction cellulaire associées au vieillissement et à des pathologies dégénératives.
- (iii) L'analyse des mécanismes de réparation des protéines oxydées par le système méthionine sulfoxyde réductases qui représente un des rares mécanismes de réparation des protéines endommagées par voie oxydative. Des études fonctionnelles sont réalisées dans des modèles cellulaires de surexpression ou d'inactivation des différents enzymes méthionine sulfoxyde réductases soumis à un stress oxydant dans le but de déterminer leur rôle dans la protection contre le stress oxydant et le processus d'accumulation des protéines oxydées. Il s'agit de comprendre le rôle de ces voies de réparation et de surveillance et leurs interactions avec d'autres voies, notamment de dégradation.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Petropoulos, I. & Friguet, B. (2006). Maintenance of proteins and aging: The role of oxidized protein repair. *Free Radic Res* 40, 1269-76.
- Ugarte, N., Petropoulos, I., Friguet, B., (2010) Oxidized mitochondrial protein degradation and repair in aging and oxidative stress, *Antioxid Redox Signal*, 13, 539-549.

## *S2- Histoire : L'enseignement de la gymnastique dans les formations initiale et continue des professionnels de l'EPS entre 1939 et 1948*

*Luc Robène, Jean Saint-Martin & Michaël Attali*  
Univ. Rennes 2, F-29000 Rennes, France  
[luc.robene@uhb.fr](mailto:luc.robene@uhb.fr)

Ce symposium envisage de mettre en évidence les enjeux relatifs aux formations des enseignants d'EPS et des animateurs sportifs entre 1939 et 1948 au travers d'une spécialité sportive alors plurielle, la gymnastique. Au-delà de la diversité des formations proposées, il s'agit ici d'expliquer quels sont les fondements de l'enseignement des différentes gymnastiques et leur degré de contribution, réel et/ou fantasmé à l'élaboration d'une invulnérabilité biologique, psychologique et sociale.

Les analyses porteront aussi bien sur le poids des héritages et la nécessité affichée de cette époque pour transformer les représentations sociales des différentes spécialités sportives et de leurs acteurs.rices.

En axant leurs analyses sur les références théoriques des conceptions gymniques alors promues, mais aussi sur l'ancrage culturel des techniques, les finalités affichées, les contributions devront aussi appréhender la dimension genrée des initiatives entreprises ainsi que leurs modalités d'évaluation tant dans l'espace scolaire qu'extrascolaire.

Les corpus croiseront ainsi les textes officiels et officieux (manuels, ouvrages, protocoles d'entraînement, etc.), les revues professionnelles et médicales, les archives des nombreuses institutions de formation et les archives privées.

Les conclusions permettront de mettre en évidence des similitudes ou des divergences dans les processus de formations des personnels chargés d'enseigner la gymnastique et/ou d'entraîner des gymnastes dans le cadre des fédérations sportives et affinitaires entre 1939 et 1948.

### **BIBLIOGRAPHIE :**

- Attali, M. (2006). *L'univers professionnel des enseignants d'EPS (1940 à nos jours)*. Paris : Vuibert.
- El Boujjoufi, T. & Mierzejewski, S. (2007). Le recrutement socioprofessionnel du personnel enseignant des Instituts Régionaux d'Education Physique (1927-1939). *STAPS*, 75, 9-24.
- Goirand, P. & Metzler, J. (1996). *Techniques sportives et cultures scolaires*. Paris : Editions revue *E.P. S.*
- Levet-labry, E. (2007). Ecole Nationale d'Education Physique et Sportive et Collège National de Moniteurs et d'Athlètes de 1941 à 1942 : complémentarités et concurrences. *STAPS*, 75, 101-114.
- Rangear, J. (1996). *La saga des CREPS*. Paris : INJEP.
- Robène, L. & Léziart, Y. (2006). *L'homme en mouvement. Histoire et anthropologie des techniques sportives*. 2 t. Paris : Chiron.
- Simonet, P. (2003). *L'empreinte de Joinville, 150 ans de sport*. Paris : INSEP.
- Thibault, J. (1992). *Itinéraire d'un professeur d'éducation physique*. (pp. ). Clermont-Ferrand : AFRAPS.
- Vigarello, G. (1988). *Une histoire culturelle du sport : techniques d'hier... et d'aujourd'hui*. Paris : R. Laffont / revue EP.S.



Lieu de production de connaissances, de formation, de propagande, le Collège National des Moniteurs et Athlètes (CNMA) est un établissement créé fin 1940 en vue de former les cadres dans les domaines des sports et de l'éducation physique dont la Révolution nationale a besoin. Loin de proposer des contenus de formation issus des méthodes hygiéniques traditionnelles, le centre innove en confrontant le futur moniteur et la future monitrice aux techniques les plus évoluées des différentes activités sportives, dont la gymnastique fait partie. Dans l'objectif avoué de contribuer à la formation d'un *homme nouveau*, hommes et femmes, sont confrontés à un enseignement avant tout pratique visant à la maîtrise des difficultés gymniques. Cette ouverture des sports aux jeunes filles ne signifie en rien une évolution des rapports sociaux de sexe mais une redéfinition des idéaux de masculinité et de féminité que l'enseignement de la gymnastique illustre parfaitement.

Mots clés : gymnastique- CNMA- formation- technique- pédagogie

## INTRODUCTION

Nommé chef de l'Etat par la loi du 11 juillet 1940, le maréchal Pétain entend très rapidement prendre les décisions permettant une régénérescence rapide du peuple français. Passé à la postérité sous le nom de *Révolution nationale*, le projet politique vise à donner naissance à un *homme nouveau*, énergique et discipliné. La jeunesse représente, de fait, une des grandes priorités du gouvernement, de sorte à lui redonner « *le goût de l'action, l'énergie morale et physique, le sens de la vie en équipe*<sup>2</sup>. Sur ce secteur plus précisément, l'implication de l'Etat est, pour la première fois, conséquente, comme le prouve la fondation d'un Commissariat Général à l'Education Générale et aux Sports le 7 août 1940.

La création du Collège National des Moniteurs et Athlètes (CNMA) à Antibes constitue l'une des premières actions de celui-ci. Défini à posteriori par la loi du 21 mars 1941 comme un établissement de formation de cadres pour l'éducation physique et les sports, ce dernier accueille les premiers responsables dès le mois d'octobre, et ses premiers stagiaires en janvier 1941. Existe-t-il une influence du modèle nazi dans les choix en matière de formation ? Quelle place a pris la gymnastique ? Comment cette pratique est-elle définie ? Sur quels fondements théoriques était-elle enseignée ? Quelles étaient les valeurs sous-jacentes ? Quelles sont les caractéristiques des formateurs et des stagiaires ? Quels étaient les programmes des jeunes monitrices et jeunes moniteurs, ou encore ceux des moniteurs chefs ? Est-il possible à travers leur étude de repérer des déterminants relatifs à la masculinité ou à la féminité ?

Inscrite à la croisée de l'histoire politique et culturelle, cette recherche se concentre sur l'un des nombreux enseignements dispensés au CNMA, la gymnastique. Elle vise à clarifier les bases conceptuelles à partir desquelles sont fondés les enseignements, et la proximité éventuelle avec le modèle nazi. Les maquettes de formation des futurs moniteurs et monitrices sont ainsi étudiées de sorte à faire émerger les idéaux de masculinité et de féminité que défend le gouvernement de Vichy.

## METHODE

La méthodologie retenue repose sur une étude qualitative des archives institutionnelles produites par le Collège entre janvier 1940 et juillet 1944, maquettes de formation, fiches des stagiaires, résultats aux examens, documents de cours ou film de propagande. Ces différentes sources seront croisées de sorte à respecter les principes mêmes de la méthode historique. Elles sont détenues par des centres différents : l'INSEP, le Ministère de la Jeunesse et des Sports, les Archives Nationales (site du Caran et site de Fontainebleau).

---

<sup>2</sup> AN, F/44/39 : Courrier du CGEGS, Direction de l'EGS, 2<sup>nd</sup> bureau n°3612/EGS.V2 : « *Notice sommaire sur les moniteurs et monitrices d'éducation générale et sportive* », 18 août 1941.

## RESULTATS

L'analyse des archives permet de révéler en quatre ans une rupture conceptuelle forte dans la formation des futurs moniteurs et des monitrices sensés intervenir tant dans le domaine scolaire que dans les clubs civils pour amener la jeunesse française vers des pratiques saines développant robustesse, courage et sentiment patriotique.

Comparativement à la période antérieure à la guerre, force est en effet de constater la prépondérance accordée à la formation sportive et technique des stagiaires et aux performances de ces derniers. Loin de dispenser des enseignements théoriques ou encore l'apprentissage des méthodes hygiéniques, le Collège privilégié, à l'instar des formations défendues par le III<sup>e</sup> Reich, des cursus courts, basés sur la pratique effective des sports, dont les agrès font partie. Les jeunes hommes et les jeunes femmes dûment sélectionnés au regard de leur valeur sportive, mais aussi de leur beauté plastique sont ainsi encadrés par d'anciens champions sportifs érigés en modèle, et leurs performances techniques constituent avec leur valeur morale et leurs aptitudes pédagogiques les critères de leur réussite à l'examen final.

Cette ouverture des sports aux femmes et le relatif alignement de leur formation par rapport à celle des hommes ne sauraient toutefois gommer les logiques inhérentes aux rapports sociaux de sexe. L'analyse des maquettes témoigne plutôt d'une intégration de la gymnastique dans la redéfinition des idéaux de masculinité et de féminité. La pratique des agrès dispensée au CNMA participe ainsi à la formation d'un homme fort, aux muscles saillants, courageux et discipliné, modèle de *l'homme nouveau* que le gouvernement appelle de ses vœux et dont l'aspect physique se rapproche des canons de beauté de l'aryen. Limitée à des agrès convenables pour les jeunes filles, dont la barre fixe est par exemple exclue, complétée par un enseignement incontournable de gymnastique harmonique, la gymnastique féminine est certes sensée former une personne dynamique au corps svelte et élancé, mais surtout une femme perçue comme la gardienne du foyer et de la race française.

## BIBLIOGRAPHIE

- Yagil, L. (1997). « L'Homme Nouveau » et la Révolution Nationale de Vichy (1940-1944). Paris : Presses Universitaires du Septentrion.
- Bock, G. (2002). Le nazisme. Politiques sexuées et vie des femmes en Allemagne. In F. Thébaud, *Histoire des femmes en Occident, tome V, Le XX<sup>e</sup> siècle*. (pp. 233- 266). Paris : Perrin.
- Gay-Lescot, J.L. (1991). *Sport et éducation sous Vichy (1940-1944)*. Lyon : Presses Universitaires de Lyon.
- Giolitto, P. (1991). *Histoire de la jeunesse sous Vichy*. Paris : Perrin.
- Gomet, D. (2010). Le Collège national des moniteurs et athlètes (CNMA) : premier grand centre de construction de l'excellence sportive ? (1940-1944). In T. Bauer, D. Gomet, *Histoire(s) de la performance du sportif de haut niveau* (pp. 219-227). Paris : INSEP.
- Krüger, A. (1998). Le rôle du sport dans la politique internationale allemande, 1914- 1945. In P. Arnaud, J. Riordan, *Sport et relations internationales (1900- 1941)*, Paris : L'Harmattan.
- Les anciens de Joinville (1969). Joinville : Livre d'or, Ecole supérieure d'éducation physique, collège national des moniteurs et athlètes, INS, bataillon de Joinville. Bruxelles : Snoeck-Ducaju.
- Levet-Labry, E. (2007). Ecole nationale d'éducation physique et sportive et collège national de moniteurs et d'athlètes de 1941 à 1942 : complémentarités et concurrences. *STAPS*, 2007/1- n°75, 101-114.
- Mosse G.L (1999). L'image de l'homme. L'invention de la virilité. Paris : Pocket.
- Simonet, P. (1998). L'INSEP. De la gymnastique Joinvillaise aux sports contemporains. Woippy : Gerald Klopp éditeur.

La formation des cadres au sein des Instituts Régionaux d'Education Physique (IREP) durant l'Occupation (1940-1944) : du genre de la pratique aux pratiques de genre. L'exemple de la gymnastique.

*Luc Robène*

VIP&S, UFR APS, Université Rennes 2

[luc.robene@uhb.fr](mailto:luc.robene@uhb.fr)

Durant l'Occupation (1940-1944) la problématique de l'éducation physique intègre les enjeux de la Révolution nationale. Au lendemain de la défaite, il s'agit de relever la France et de régénérer une jeunesse décrite comme vulnérable, affaiblie par des années d'inaction et de veulerie. Cette refonte idéologique suppose un regard neuf porté sur la préparation des futurs professeurs d'éducation physique au sein des IREP ; une formation que l'on estime décisive en tant que levier susceptible de participer au regain des forces vives du pays. Cet article s'intéresse aux évolutions et/ou aux formes de résistances inscrites dans l'architecture des enseignements durant les années noires. A travers le cas de la gymnastique sont plus particulièrement questionnées les orientations des programmes de formation des maîtres dans l'appréhension renouvelée de la vulnérabilité et les reconfigurations induites dans l'ordre du genre.

Mots clés : Gymnastique – IREP – Formation - Genre – Occupation (1940-1944)

## **INTRODUCTION**

La défaite et le temps de l'Occupation (1940-44) ont largement contribué à remodeler le paysage institutionnel français en matière d'éducation physique. L'esprit de jouissance, l'affaiblissement des élites et le spectre de la dégénérescence de la jeunesse comptent en effet au premier rang des arguments développés par Pétain et par les idéologues de l'Etat Français en vue d'identifier les facteurs ayant conduit le pays au bord du gouffre. Le problème de la régénération du peuple français, en particulier de la jeunesse, devient ainsi une priorité et engage le régime de Vichy à impulser un vaste programme de relance et de réorganisation de l'éducation physique en France.

La création du Commissariat Général à l'Education Générale et au Sport (CGEGS) constitue un élément central de cette politique qui s'accompagne de mesures sans précédent en matière de financement (Gay-Lescot, 1991) et de projets d'équipement (Robène, 2002). Parallèlement, un effort important est accompli en termes de restructuration et de mise en oeuvre de l'enseignement de l'éducation physique dans les écoles. En réalité, si des modifications visibles (nouveaux horaires, nouvelle doctrine, etc.) touchent au plus près les élèves par l'intermédiaire des instructions officielles de 1941 et des politiques d'équipement, les transformations qui atteignent les Instituts Régionaux d'Education Physique (IREP), premiers lieux de formation des candidats au professorat, restent moins immédiatement perceptibles. Le rapport rédigé par le Dr H. Diffre (représentant du CGEGS), en 1942 montre que le pouvoir ne cesse de reconduire sa réflexion sur les contenus de formation et, plus largement, sur l'avenir des IREP dans une architecture repensée de la formation des cadres (CNMA, CREGS, Ecole d'Uriage, etc.). Comment cette préparation est-elle questionnée, en fonction de quels objectifs ? Quelle place la gymnastique occupe-t-elle dans cet ensemble ? Dans quelles perspectives de renouveau est-elle appréhendée, entre régénération et émancipation ? Comment répond-elle aux attentes en matière de lutte contre la vulnérabilité des populations, avec quelles incidences et/ou conséquences sur la définition des masculinité et féminité ?

## **METHODOLOGIE**

Le travail de recherche repose sur le recueil et le traitement d'archives. Les sources qui permettent d'apprécier ce que fut réellement la formation des cadres et des professeurs d'éducation physique et sportive au milieu du XXe siècle, sont variées. La production de plaquettes publiées par les IREP, à partir des années 1930, peu de temps après leur création, constitue un apport intéressant. D'autres documents (études, thèses, recueils photographiques, revues, presse) permettent d'apprécier, parfois plus indirectement, certains éléments de ces formations. Les archives produites par les IREPS, placés sous la coupe des facultés de médecine sont, quant à elles beaucoup plus rares. Analyser le contenu et les orientations des

formations nécessite donc de revenir vers d'autres sources. L'enquête lancée par la Direction de l'EGS, durant l'été 1941, auprès des IREP, afin de mieux cerner leur activité, représente ainsi une base de données précieuse qu'il convient de compléter par l'analyse d'autres archives institutionnelles, en particulier celles produites par le CGEGS (Archives Nationales - AN / F44 / 37. AN / F44 / 40. AN / F 17 / 14 462 – 14463)

## RESULTATS

Les données recueillies permettent, en première analyse, de mettre en évidence une présence importante de la gymnastique, y compris dans la persistance des formes les plus traditionnelles, au coeur des IREP, alors même que la doctrine officielle du régime de Vichy valorise plutôt la méthode naturelle, l'initiation sportive et les jeux. Pour interpréter ces dissonances il faut d'abord considérer les effets concrets de la guerre et le réflexe « médico-pédagogique » des IREP (eux-mêmes très affaiblis en tant qu'institutions), gouvernés par des professeurs de facultés de médecine soucieux d'oeuvrer utilement dans le sens du progrès, c'est-à-dire celui de la médecine. La forte tonalité médicale des formations, imposée par la superstructure universitaire des Instituts, recoupe alors les enjeux conjoncturels de santé publique liés au conflit, renforçant, à contre-courant officiel, le poids de la gymnastique médicale. Il faut par ailleurs insister sur le profil des formateurs – « technicien(ne)s » et pédagogues de l'EP - sur leur vécu et leur enracinement avéré dans une culture gymnique forte, souvent impliqués dans des structures liées au développement de la gymnastique comme pratique collective et/ou sportive (Sociétés municipales de gymnastique, de l'USGF, de la FFFGEP, etc.) pour mieux comprendre l'importance que prend la discipline « gymnastique » sous l'éclairage de la modernité culturelle (agrès, techniques, sport). La gymnastique, occupe ainsi une place à part dans l'univers des formations car, plurielle dans ses référents conceptuels, théoriques, culturels, pédagogiques, elle s'adapte de manière ambivalente tant au souci d'hygiène qu'à celui du perfectionnement physique, techniques et sportif, corollaire espéré voire fantasmé de la formation du caractère et de la volonté. La gymnastique semble du reste constituer un support d'enseignement qui convient globalement aux filles et aux garçons, même si la distribution sexuée des techniques et des agrès, des conceptions mêmes (médicale, esthétique, sportive, etc.) parfois subtile dans ses formes, impose une analyse plus fine afin de déterminer les rapports complexes que la pratique instaure avec les territoires du genre et les figures de la vulnérabilités (correction des attitudes « vicieuses », fatigue, surmenage, lutte contre les déficiences physiques et les formes de déchéances psychiques et morales, etc.). Cette souplesse d'usage nourrit d'autres représentations dans le champ pédagogique : l'utilisation fréquente de la gymnastique comme matériau de base lors des apprentissages liés à la conduite des leçons, engage à considérer l'activité gymnique comme une sorte de matrice privilégiée des pédagogies corporelles. Finalement, cette complexité gymnique, enracinée dans l'histoire mais également porteuse de changements, impose une réflexion de fond sur le sens des évolutions qui marquent les formations professorales au coeur de la Révolution nationale, alors même que se durcissent les discours sur la régénération des forces vives du pays et que se dessinent de nouvelles frontières en matière de destins sociaux pour les hommes et les femmes.

## BIBLIOGRAPHIE

Bloch, M. (1940 – [1990] ). *L'étrange défaite*. Paris : Gallimard. // Gay-Lescot, J.L. (1991). *Sport et éducation sous Vichy (1940-1944)*. Lyon : Presses Universitaires de Lyon. // Paxton, R. (1973). *La France de Vichy. 1940-1944*. Paris : Seuil. // Robène, L. (2002). L'aménagement des terrains de jeux scolaires à Bordeaux, 1940-1944. in Arnaud P. (Ed.) *Le sport et les Français pendant l'Occupation, 1940-1944*, (pp. 85-104). Paris : L'Harmattan. // Yagil, L. (1997). *L'homme nouveau et la Révolution nationale de Vichy (1940-1944)*. Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion.

Rôle et place de la gymnastique dans la pédagogie vichyssoise des disciplines d'action et dans l'édification d'un homme complet (1940-1944)

Thierry Arnal<sup>1</sup>, Tony Froissart<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univ Lille Nord de France, F-59000 Lille France; UVHC, CALHISTE, F-59313, Valenciennes.

[thierry.arnal@univ-valenciennes.fr](mailto:thierry.arnal@univ-valenciennes.fr)

<sup>2</sup> Univ Reims-Champagne-Ardenne; CRIS, EA 647, Université Lyon 1

[tony.froissart@univ-reims.fr](mailto:tony.froissart@univ-reims.fr)

## PRESENTATION

Dans le cadre de la rénovation nationale, voulue par le Maréchal Pétain, le gouvernement de Vichy attribue aux disciplines d'action un rôle éducatif essentiel qui est de développer à la fois le corps, le caractère et l'esprit des jeunes français. Ceci dans le but avoué de façonner un homme complet.

Mais, cet objectif, trouve-t-il des supports préférentiels auprès des activités de base que sont l'athlétisme et la natation, ou encore auprès des activités de plein air particulièrement prisées par les cadres Vichy ? Quelle place occupent les différentes formes de gymnastique dans ce mouvement de rénovation physique et morale ? En outre, gymnastique sportive et gymnastique harmonique reposent-elles sur une pédagogie de l'action qui transcende la barrière des sexes pour faire reposer E.G.S. masculine et E.G.S. féminine sur de mêmes bases. Ou bien, les différentes formes de gymnastique renforcent-elle un ordre genré valorisant l'action virile ? Comment, dans ce sens, interpréter l'absorption de la de la F.F.F.G.E.P. (féminine) par l'U.S.G.F. (F.F.G.) (années 1941-1942) ?

Cette communication se propose d'analyser les processus de diffusion d'une conception particulière de la fabrique d'une norme de régénéscence physique et morale en appréhendant la transmission du message étatique dans les dispositifs de formation gymnique scolaire et extrascolaire. Il s'agit, dans le contexte d'une politique de rénovation nationale, d'interroger les projets de formation de l'encadrement de l'éducation physique et leur contribution à l'érection des gymnastiques comme voie masculinisée d'accès vers l'invulnérabilité physique et morale. Il s'agit encore d'étudier la pratique féminine pour mieux appréhender sa place, son rôle et son sens dans ce processus de refonte physique et morale de la jeunesse. L'analyse des discours spécifiques aux différentes formes de gymnastique (gymnastique aux agrès, gymnastique harmonique, gymnastique corrective) permettra de cerner chaque pratique et de mieux saisir leurs fonctions respectives.

L'étude portera sur l'analyse de différents médias : la revue *E.G.S.*, le journal *Tous les sports*, la revue fédérale *Le Gymnaste*, la revue de la F.G.S.P.F. (*Les Jeunes*), les manuels de gymnastique. Elle portera également sur l'étude du message de certains acteurs de cette formation, notamment le message délivré par l'éducateur Jean Latte à propos des vertus éducatives de gymnastique.

Ce projet sera mené en deux temps.

Il s'agira préalablement d'analyser le projet de fabrique de la femme et de l'homme complets au moyen des disciplines d'action. Seront évoquées, dans une première sous-partie, les missions que le Gouvernement de Vichy attribue à l'E.G.S. ; puis, à travers les discours sur les centres de formation des cadres, comment se déclinent les formes de pratiques physiques propres à chaque sexe. Et, dans ce projet, comment sont envisagées les différentes formes de gymnastique.

Dans un second temps, nous nous intéresserons au large dispositif de fusion et de regroupements fédéraux que met en place le régime de Vichy afin de mieux contrôler les diverses déclinaisons de la formation physique. Seront décryptés les arguments conduisant à l'absorption de la fédération féminine française de gymnastique et d'éducation physique au sein de « l'Union ». Tant la portée des messages genrés, valorisant un processus de

disciplinarisation et la construction de formes d'invulnérabilité par une virilisation de la gymnastique, que l'action spécifique des acteurs qui les relaient, seront présentées et confrontées aux modèles féminins de gymnastique. Ici la question d'une utilisation opportuniste, par les dirigeants de l'U.S.G.F., des discours officiels autour des valeurs attribuées à la gymnastique féminine sera posée et analysée au regard du dispositif d'organisation des formations fédérales propres à chaque sexe.

## **BIBLIOGRAPHIE**

### Ouvrages généraux

- Arnaud, P., Terret T., Saint-Martin, J. Gros P. (2002). *Le sport et les Français pendant l'Occupation : 1940-1944.*, Paris : l'Harmattan / 2 T.
- Gay-Lescot, J.L. (1992) Sport et éducation sous Vichy, 1940-1944. Lyon : PUL.
- Maucurier, G. (sd). Bases fondamentales de la gymnastique. A compte d'auteur.
- Piard, C. (1992). Science et technique de l'éducation gymnique. Paris : PUF.
- Rioux, J-P. (1990). *La vie culturelle sous Vichy*. Bruxelles : Editions Complexes Thomas, L.
- (1972). *L'évolution de la gymnastique et les problèmes d'organisation-gestion*, Mémoire pour le diplôme de l'INSEP, Chatenay-Malabry.
- Ulmann, J. (1977). De la gymnastique aux sports modernes. Paris : Vrin.
- Vigarelo, G. (1988). Une histoire culturelle du sport, technique d'hier et d'aujourd'hui. Paris : Ed. EPS-Laffont.

### Imprimés utilisés comme sources

- « *Education Générale et Sports* », revue officielle du commissariat à l'éducation générale et aux sports.
- « Education Générale et Sports », bulletin mensuel.
- « *Le Gymnaste* », organe des sociétés de gymnastique de France.
- « *Les Jeunes* », organe officiel de la Fédération Gymnastique et sportive des patronages de France.
- « *Tous les Sports* », hebdomadaire officiel du Comité National des Sports et des fédérations sportives françaises.

Les savoirs gymniques au temps de la Libération : entre tradition et modernité sportive ?

Michaël Attali<sup>1</sup>, Thierry Bellier<sup>2</sup> & Jean Saint-Martin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire SENS (EA 3742), UFRAPS, UJF-Grenoble 1

<sup>2</sup>UFRAPS, UJF-Grenoble 1

<sup>3</sup>Laboratoire SENS (EA 3742), UFRAPS, UJF-Grenoble 1

[michael.attali@ujf-grenoble.fr](mailto:michael.attali@ujf-grenoble.fr)

L'accélération de la sportivisation de la gymnastique, à la libération, s'accompagne de l'émergence d'une motricité originale. Elle offre à cette activité, souvent perçue depuis le XIXe siècle comme antithèse sportive, une dimension culturelle nouvelle se conjuguant au féminin comme au masculin.

L'écoute alors accordée par les centres de formation, comme l'INS et l'ENSEP constitue un corpus représentatif des tensions qui traversent cette activité en recomposition et sa transposition scolaire. L'analyse exhaustive de tous les articles présentant une occurrence gymnique au sein des revues de ces deux centres de formation, de 1945 à 1950, traduit une sensibilité différenciée. Elle permet d'appréhender les choix axiologiques, pédagogiques et de promotion d'identités sexuées.

**Mots clés :** gymnastique- INS- ENSEPS- formation initiale- genre- pédagogie

Au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, en gymnastique, la prestation millimétrée, d'une section en formation ordonnée, évoluant comme un seul homme fait place à celle d'un gymnaste rebondissant, tournant avec grâce, esthétisme et virtuosité. Les exercices de maintien, de force, cèdent progressivement leur place à des productions plus dynamiques, plus élancées, plus acrobatiques au sein desquelles la qualité d'exécution, la maîtrise et l'esthétisme restent les « matrices » des productions performantes. Ce passage d'une gymnastique « militaire » à une gymnastique artistique, d'une gymnastique de position à une gymnastique d'élan, octroie, à cette activité, déjà polysémique, une dimension culturelle nouvelle. Devenant également porteuse, dès la fin des années 1930, d'une motricité originale et spécifique dont la déclinaison se différencie au masculin comme au féminin (Arnaud et Terret, 1996)(depuis l'ouverture en 1934 de la pratique compétitive aux jeunes filles), elle tend à supplanter le « gymnaste-citoyen » par le « gymnaste-acrobate » sans toutefois faire disparaître complètement ses dimensions attachées à toute forme d'activité physique.

Cette transformation ne peut qu'interpeller, les centres de formation des professionnels de l'EP, à l'heure où les instructions officielles du 1<sup>er</sup> octobre 1945, dans le climat sanitaire des lendemains de la guerre, accordent un crédit conséquent à une autre gymnastique. En outre, l'alternative entre gymnastique et sport, entre tradition et modernité, se pose d'autant plus que cette activité physique participe à la promotion d'identités masculine et féminine fortement connotées (Terret, 2005). La rénovation des modalités de recrutement des professeurs et maîtres d'EP (Attali, 2006), instaurés depuis mars 1945, en témoigne, en allouant une large place à un savoir-faire technique y compris en gymnastique. Au cœur d'une éducation physique emprunt à des réajustements tant structurels que fonctionnels afin de faire face aux nouveaux enjeux qui s'ouvrent, le positionnement des centres de formation se révèle important. La gymnastique scolaire peut-elle s'enrichir de la modernité qui marque son paysage social ou doit-elle rester confinée sur ses racines (Piard, 1991) ? Lieux dans lesquels s'approprient des compétences et des savoirs supports à l'intervention pédagogique dans les établissements scolaires, les prescriptions véhiculées en formation initiale, constituent un outil pertinent pour éclairer l'enseignement de cette activité en EP, à l'issue de la Seconde Guerre mondiale.

En se centrant sur les orientations de l'Institut National des Sports (INS) et sur celles de l'Ecole Normale Supérieure d'EP (ENSEP), il paraît alors possible de dresser une cartographie des divergences et des convergences qui colorent l'appréhension genrée de la gymnastique scolaire chez les enseignants d'EP en tant que discipline scolaire (Chervel, 1988). En effet, alors que l'INS, créé en 1945, a la charge de la préparation à la maîtrise d'EP, l'ENSEP, elle-même distincte pour les jeunes filles et les jeunes gens, accueille les meilleurs candidats au professorat. De fait, les contenus proposés au sein des *Cahiers Techniques et Pédagogiques de l'INS* et des *Notes Techniques et Pédagogiques de l'ENSEP* constituent un

corpus représentatif des choix axiologiques, pédagogiques et des tensions qui traversent un domaine en recomposition, notamment en termes de masculinité et de féminité hégémoniques. L'analyse conduite à partir d'une étude exhaustive de tous les articles présentant une occurrence gymnique au sein de ces revues, entre 1945 et 1950, tend à souligner une sensibilité gymnique différenciée. Gaston Lapalu, Paul Masino, Robert Reignier paraissent s'exprimer, à cette période, sur une activité et une approche gymnique différente de celle exposée par Maurice Lagisquet, André Charton, Auguste Gonce, et Gustave Le Men. L'attention partagée pour les transformations qui caractérisent la « sportivisation » de la pratique sociale ne semble pas trouver le même écho à l'INS et dans les deux ENSEP. Le dénombrement des communications identifiées en fonction du format gymnique investi, de leur caractère didactique ou non, de la nature du milieu gymnique abordé, comme l'analyse qualitative de leur contenu permet de prendre la mesure de l'influence des modèles sous-jacents d'identités sexuées. Centrés sur les exigences des techniques gymniques, les enseignants de l'INS tendent à élaborer des propositions d'enseignement qui contrastent avec celles envisagées par les professeurs de l'ENSEP. Ces derniers plus attentifs aux caractéristiques des pratiquants (tes) paraissent accorder une écoute plus nuancée aux transformations de la pratique sociale.

Nonobstant, le cadrage gymnique autour de l'usage des agrès prend encore plus d'importance. S'il est toujours porteur d'une autre motricité, l'agrès gymnique apparaît toutefois comme un nouvel environnement à appréhender d'une manière prioritaire en EP. Il vient ainsi élargir la palette d'activités proposées aux élèves, notamment pour les jeunes filles. L'ouverture acrobatique, pour sa part, semble alors offrir une autre finalité à l'agilité. Cette nouvelle gymnastique, qualifiée bien souvent de moderne, dans ces publications interpellent donc les enseignants de l'ENSEP et de l'INS. Si la gymnastique traditionnelle demeure présente auprès des futurs professeurs d'EPS et de leurs formateurs, c'est bien parce qu'elle constitue pour eux, les prémices à toute éducation physique renvoyant au concept d'EP de base (Collinet, 2000). L'approche divergente des pratiques sociales proposées au sein de l'INS tend à faire de ces enseignants de véritables promoteurs de cette « nouvelle » activité pour l'éducation des enfants en âge scolaire. La gymnastique égérie des activités traditionnelles, antithèse sportive se trouve ainsi questionner au regard de sa réelle participation à la diffusion de la culture scolaire de l'immédiat après-guerre (Chervel, 1998).

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Arnaud, P. et Terret, T. (1996). *Histoire du sport féminin*. Paris : L'Harmattan.
- Attali, M. (2006). *L'univers professionnel des enseignants d'EPS*. Paris : Vuibert.
- Chervel, A. (1988). L'histoire des disciplines scolaires. Réflexions sur un domaine de recherche. *Histoire de l'éducation*, 38, 59-119.
- Chervel, A. (1998). *La culture scolaire Une approche historique*. Paris : Belin.
- Collinet, C. (2000). *Les grands courants de l'éducation physique en France*. Paris : PUF.
- Piard, C. (1991). *La didactique des disciplines gymniques en milieu associatif et scolaire. Élaboration d'une pratique - constitution d'un savoir* (Thèse pour le Doctorat d'Etat, Université de Paris X).
- Terret, T. (Dir.). (2005). *Sport et genre*. Paris : L'Harmattan, 4 volumes.



### *S3-Psychologie : Si c'est mon prof qui le dit : identité sociale et compétence de la source d'influence et efficacité d'un programme de réattribution*

*Organisateur: Olivier Rasclé*

Dans le domaine de la cognition sociale, les travaux ont révélé combien les processus motivationnels reliés à la catégorisation sociale pouvaient influencer les comportements et/ou jugements de l'individu. L'objectif de ce symposium est précisément d'examiner à quel point les effets d'un feedback attributionnel donné après une situation d'échec dépendent de l'identité sociale de la source qui délivre ce dernier. Il s'agit là nous semble-t-il d'une question de première importance. En effet, quoi de plus frustrant pour un entraîneur ou enseignant qu'un athlète ou élève incapable de faire face à un échec et de « rebondir » ? L'approche basée sur les théories attributionnelles suggère de s'intéresser en priorité, non pas au comportement qui a produit l'échec, mais aux causes émises par l'individu pour expliquer celui-ci (Weiner, 1992). Cette perspective présente un intérêt tout particulier du fait même que les attributions causales peuvent se révéler préjudiciables. Ainsi, les individus qui expliquent leurs échecs au moyen de causes perçus comme incontrôlables et stables « réduisent » généralement leurs attentes d'efficacité, leur persistance et leur performance Rasclé, Le Foll & Cabagno, 2009). Dès lors, l'objectif principal d'un programme de réattribution est précisément d'amener l'individu à privilégier des attributions plutôt perçues comme contrôlables et instables (*e.g.*, le manque d'effort, le choix d'une stratégie inadaptée).

(i) Pour répondre à l'objectif de ce symposium, nous discuterons dans un premier temps l'efficacité des programmes de réattribution, au regard notamment des études récentes qui ont souligné l'importance de prendre en compte l'interaction entre les dimensions de contrôlabilité et de stabilité (Rasclé & Le Foll).

(ii) Nous nous intéresserons ensuite à l'évolution des attentes d'efficacité personnelles et de la performance aux effets d'un feedback attributionnel délivré à des individus amenés à attribuer leur échec initial à des causes incontrôlables et stables. En effet, quel que soit son niveau de compétence, chaque élève ou athlète est susceptible de connaître l'échec et de l'attribuer (ou de l'entendre être attribué - par son enseignant/entraîneur ou un pair -) à des causes incontrôlables et stables (Coffee & Rees).

(iii) Combinant la théorie de l'attribution avec la théorie de l'identité sociale (Tajfel & Turner, 1979), la troisième intervention examinera l'influence d'un feedback attributionnel distribué par une tierce personne - dont l'appartenance au groupe (intra vs exogroupe) a été manipulée - sur le sentiment d'auto-efficacité des personnes-cibles et leur performance dans les tâches subséquentes (Rees, Coffee, Salvatore & Haslam).

(iiii) Néanmoins, et même si la catégorisation sociale engendre généralement une tendance à être plus favorable à l'égard d'un membre de l'endogroupe, ce dernier peut tout aussi bien être perçu comme incompetent qu'un membre du hors-groupe. La dernière présentation tentera de préciser l'impact de l'identité sociale et de la compétence de la source sur l'efficacité du programme de réattribution, et ce dans le cadre de l'EPS (Charrier & Rasclé).

#### **BIBLIOGRAPHIE**

Rasclé, O., Le Foll, D., Cabagno, G. (2009). Contrôle et performance : l'apport des programmes de réattribution en contexte sportif. In Y. Paquet (Ed.), *Psychologie du Contrôle* (pp. 169-187). Bruxelles : De Boeck Ed.

Tajfel, H., & Turner, J.C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. In S. Worchel and W. Austin (Eds), *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33-48). Pacific Grove, CA/ Brooks/Cole.

Weiner, B. (1992). *Human motivation: Metaphors, theories and research*. Newbury Park, CA: Sage.

Que faire lorsque la porte qui mène à la réussite est cadenassée à double tour ? De l'efficacité des programmes de réattribution...

Olivier Rasclé<sup>1</sup> & David Le Foll<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Violences Identités Politiques & Sports

<sup>2</sup>Ecole des Hautes Etudes de la Santé Publique de Rennes

olivier.rasclé@uhb.fr

Cette présentation a pour objectif de proposer une synthèse critique des travaux menés sur les programmes de réattribution. Après avoir (i) discuté les possibles conséquences affectives, cognitives et comportementales des attributions causales émises en situation d'échec, et (ii) démontré l'efficacité des programmes de réattribution, (iii) nous soulignerons l'importance de prendre en compte l'interaction entre les dimensions de contrôlabilité et de stabilité.

**Mots clés:** attribution causale, contrôlabilité, échec, réattribution

## INTRODUCTION

Depuis plus d'une cinquantaine d'années, les auteurs en psychologie sociale s'accordent généralement pour reconnaître à l'être humain un besoin fondamental : comprendre son environnement afin d'être à même d'exercer un contrôle significatif sur celui-ci. L'attribution causale participe de ce besoin. Elle est définie comme l'activité cognitive consistant à identifier *a posteriori* les causes explicatives des événements (Weiner, 1992). Les théories de l'attribution causale peuvent ainsi être examinées comme des théories du contrôle en ce sens qu'elles considèrent comme centrales les croyances que développent les individus à propos des facteurs susceptibles de leur permettre de maîtriser l'environnement.

## LES ATTRIBUTIONS CAUSALES : QUELLES CONSEQUENCES ?

Les attributions causales influencent le comportement futur, notamment parce qu'elles affectent le choix, l'intensité et la persistance de ce dernier (Weiner, 1992). Néanmoins, l'activité attributionnelle n'est pas « objective ». C'est l'interprétation de la réalité plutôt que la réalité elle-même qui influencerait le plus directement les différents éléments constitutifs de l'engagement de l'individu, par exemple dans une activité physique, et par extension sa performance future. En outre, cette influence résiderait davantage dans les dimensions attributionnelles que dans les causes elles-mêmes. Les dimensions attributionnelles sont définies comme des propriétés intrinsèques de la cause évoquée. Dans le cadre de ce symposium, nous discuterons uniquement les dimensions de stabilité et de contrôlabilité. La stabilité permet de savoir si la cause du résultat est perçue comme plutôt permanente ou changeante. La dimension de contrôlabilité désigne le degré de contrôle que l'individu pense avoir sur la cause explicative de son comportement/résultat. En outre, nous ne nous intéresserons qu'aux situations d'échec, lesquelles semblent particulièrement propices à l'apparition chez la personne de comportements inappropriés ou de déficits cognitifs et affectifs pouvant entraîner jusqu'à l'abandon d'une activité, quelle qu'elle soit (Weiner, 1992). La synthèse des résultats obtenus depuis une trentaine d'années indique que l'utilisation de causes perçues comme plutôt instables et contrôlables semble générer un niveau d'attentes de réussite plus élevé, des émotions plus motivantes, une plus grande persistance et une meilleure performance chez les individus. A l'inverse, les individus qui expliquent leurs échecs au moyen de causes incontrôlables et stables (par exemple un faible niveau d'habileté) « vivent » des conséquences motivationnelles négatives (*e.g.*, Rasclé, Le Foll & Cabagno, 2009). Dès lors, il apparaît nécessaire d'étudier l'efficacité des techniques d'intervention permettant de modifier les causes considérées comme dysfonctionnelles que peuvent émettre les individus à la suite d'un événement pour les remplacer par de nouvelles que l'on sait plus bénéfiques à la réalisation d'un comportement tourné vers l'atteinte de la performance. Cette approche appliquée des théories de l'attribution causale est plus communément appelée programme de réattribution.

## **LES PROGRAMMES DE REATTRIBUTION : QUELLE EFFICACITE ?**

En situation d'échec, l'objectif principal d'un programme de réattribution est d'amener l'individu à moins se focaliser sur les attributions stables et incontrôlables (e.g., le manque d'habileté) lors de situations d'échecs pour privilégier de nouvelles explications perçues comme plutôt instables et contrôlables (e.g., le manque d'effort, le choix d'une stratégie inadaptée). Dans leur majorité, les résultats des études ont confirmé les effets bénéfiques de tels programmes sur l'évolution des attributions causales, des attentes de réussite, des émotions, de la persistance et de la performance d'individus initialement confrontés à l'échec, et ce, tant en contexte scolaire (e.g., Haynes, Perry, Stupnisky & Daniels, 2009; Perry, Stupnisky, Hall, Chipperfield, & Weiner, 2010) que sportif (e.g., Rascle et al, 2009). Depuis une dizaine d'années, les efforts entrepris pour améliorer l'efficacité de la réattribution ont amené les auteurs à se pencher sur l'influence des techniques utilisées ainsi que sur les différences inter-individuelles liées notamment, (i) à la capacité à consolider en profondeur des apprentissages), (ii) aux buts motivationnels poursuivis, ou (iii) à l'estime de soi.

## **REATTRIBUTION ET DIMENSIONS ATTRIBUTIONNELLES**

De nombreux auteurs ont argumenté en faveur de l'importance de la dimension de contrôlabilité, et ce, tant en contexte académique que sportif (e.g., Rees, Ingledeu, & Hardy, 2005). Parce que l'individu s'engage dans l'activité attributionnelle pour augmenter sa perception de contrôle sur son environnement, expliquer son échec au moyen de causes perçues comme contrôlables devrait lui permettre de développer des attentes de contrôle élevées envers de futurs événements, et par extension, un maintien, voir une augmentation de ses attentes de réussite. Pourtant, certaines études récentes ont souligné l'importance de prendre en compte l'interaction entre les dimensions de contrôlabilité et de stabilité (e.g., Coffee, Rees & Haslam, 2009). Ainsi, à l'issue d'un échec initial, les individus ayant reçu un feedback attributionnel incontrôlable et stable ont manifesté des attentes d'efficacité plus faibles et une moindre performance lors d'un test subséquent que les individus ayant reçu l'un des trois autres feedback possible - contrôlable/instable, contrôlable/stable, incontrôlable/instable -, ces trois conditions ne présentant pas de différences significatives.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Coffee, P., Rees, T., & Haslam, S. A. (2009). Bouncing back from failure: The interactive impact of perceived controllability and stability on self-efficacy beliefs and future task performance. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1117-1124.
- Haynes, T., Perry, R., Stupnisky, R., & Daniels, L. (2009). A review of attributional retraining treatments: fostering engagement and persistence in vulnerable college students. In J.C. Smart (Ed.), *Higher Education: Handbook of Theory and Research* (pp3 227-272). The Netherlands: Springer Publishers.
- Perry, R., Stupnisky, R., Hall, N., Chipperfield, J., & Weiner, B. (2010). Attributional retraining and initial performance in competitive achievement settings. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 29, 57-75.
- Rascle, O., Le Foll, D., Cabagno, G. (2009). Contrôle et performance : l'apport des programmes de réattribution en contexte sportif. In Y. Paquet (Ed.), *Psychologie du Contrôle* (pp. 169-187). Bruxelles : De Boeck Ed.
- Rees, T., Ingledeu, D., & Hardy, L. (2005). Attribution in sport psychology : Seeking congruence between theory, research and practice. *Psychology of Sport and Exercise*, 6, 213-214.
- Weiner, B. (1992). *Human motivation: Metaphors, theories and research*. Newbury Park, CA: Sage.

When the chips are down: Effects of attributional feedback on self-efficacy and task performance following initial and repeated failure

Pete Coffee<sup>1</sup> & Tim Rees<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre for Sport, Health and Exercise Research, Staffordshire University, UK

<sup>2</sup>School of Sport and Health Sciences, University of Exeter, UK

p.j.coffee@staffs.ac.uk

In two experiments, we manipulated the controllability and stability of causes of failure and explored the impact of these factors on self-efficacy and performance. In Experiment 1, participants were provided with false negative feedback following performance on a blindfolded dart throwing task. Consistent with theory and recent research, an induced belief that failure was beyond control and unlikely to change led to lower self-efficacy and worse performance. A second experiment demonstrated that following an induced belief that failure was beyond control and unlikely to change, only new perceptions that a repeated failure was within one's control and likely to change resulted in higher self-efficacy and improved performance. All effects were mediated by self-efficacy.

**Key words:** Controllability, Stability, Moderation, Mediation

## INTRODUCTION

Attributions are explanations about why particular behaviours have occurred, and explanations enhance people's ability to predict and control events in the future. Although it has been suggested (e.g., Bandura, 1997) that self-efficacy may mediate the effects of attributions upon behaviour, such as performance, relatively few researchers have examined such proposals. Those that have typically reported mediation of main effects or additive effects of attribution dimensions upon outcomes. The present experiments extend the literature through exploring the interactive effects of controllability (degree to which the causes of outcomes are seen to be under one's direct control) and stability (degree to which the causes of outcomes are unlikely to change) attributions for failure upon self-efficacy and performance following (a) a single induced failure (replication of Coffee, Rees, & Haslam, 2009, with the addition of exploring mediating effects), and (b) a repeated failure after initial feedback that causes of failure were uncontrollable and unlikely to change. Extending the literature further, in both experiments we explore the mediation of interactive effects.

## EXPERIMENT 1

### *Method*

Participants were a convenience sample of 80 athletes (47 male, 33 female; mean age 20.03, *SD* 1.03 years). The experiment had a two-factor design, with two levels to each factor (controllability: high, low; stability: high, low). Failure following the first performance was induced by providing false negative feedback together with using a manipulated results sheet.

### *Results & Discussion*

ANCOVAs revealed that, after controlling for the effects of pre-manipulation variables, there were significant main effects for controllability and stability on post-manipulation self-efficacy and performance ( $F_{s_{1,75}} \geq 4.50$ ,  $ps < .05$ ,  $\eta^2s \geq .01$ ). However, effects were conditioned by interactions between controllability and stability upon self-efficacy and, as Figure 1 demonstrates, performance ( $F_{s_{1,75}} \geq 5.49$ ,  $ps < .05$ ,  $\eta^2s = .01$ ). Follow-up analyses revealed that an induced belief that failure was beyond control and unlikely to change led to lower self-efficacy and worse performance. Mediation analyses demonstrated that self-efficacy fully mediated the main and interactive effects of attributions upon performance ( $zs \geq 1.97$ ,  $ps < .05$ ,  $rs \geq .22$ ).

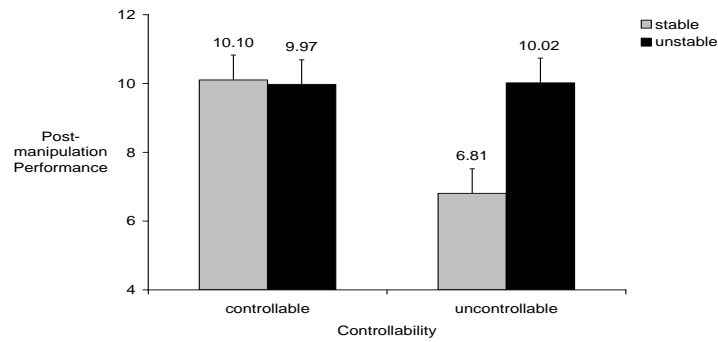


Figure 1. The effects of controllability and stability on task performance

## EXPERIMENT 2

### Method

Participants were a convenience sample of 80 athletes (45 male, 35 female; mean age 21.96, *SD* 2.10 years), none of whom had participated in Experiment 1. The experiment followed the same procedure as Experiment 1 with the addition of an initial phase involving a manipulation of failure to uncontrollable and stable causes.

### Results & Discussion

There were significant main effects for controllability and stability on trial 3 self-efficacy and performance ( $F_{s_{1,75}} \geq 6.51$ ,  $ps < .05$ ,  $\eta^2s = .01$ ). However, effects were conditioned by interactions between controllability and stability upon self-efficacy and, as Figure 2 demonstrates, performance ( $F_{s_{1,75}} \geq 4.53$ ,  $ps < .05$ ,  $\eta^2s \geq .004$ ). Follow-up analyses revealed that self-efficacy and performance on a third trial only improved for those participants who were led to believe new information that causes of failure were both inside their control and likely to change. Consistent with the results of the first experiment, we found that all effects on performance were mediated by self-efficacy ( $zs \geq 2.34$ ,  $ps < .05$ ,  $rs \geq .26$ ).

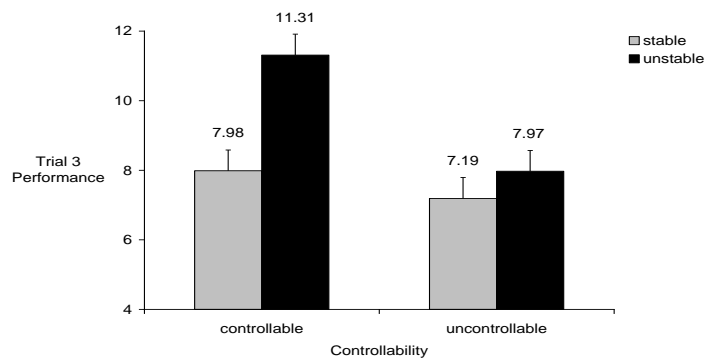


Figure 2. The effects of controllability and stability on task performance

## CONCLUSION

Collectively, these findings suggest that in novel circumstances individuals believe in the best for themselves unless possibilities to self-enhance are explicitly precluded and only reinvest efforts when opportunities for self-enhancement become clearly admissible.

## REFERENCES

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Coffee, P., Rees, T., & Haslam, S. A. (2009). Bouncing back from failure: The interactive impact of perceived controllability and stability on self-efficacy beliefs and future task performance. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1117-1124.

What determines performers' responses to attributional feedback about failure? The importance of the ingroup-outgroup status of the feedback source

Tim Rees<sup>1</sup>, Pete Coffee<sup>2</sup>, Jessica Salvatore<sup>3</sup>, & S. Alexander Haslam<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Sport and Health Sciences, University of Exeter, UK

<sup>2</sup> Centre for Sport, Health and Exercise Research, Staffordshire University, UK

<sup>3</sup> Psychology, Amherst College, USA

<sup>4</sup> Psychology, University of Exeter, UK

tim.j.rees@exeter.ac.uk

In two experiments participants initially performed a dart-throwing task on which they were told they had performed poorly. They were then given attributional feedback indicating that when they did the task a second time they were likely to fail again. After performing the task again, they were given a second round of feedback in which they were told that they had performed poorly but that next time they were likely to succeed. Feedback was provided by an ingroup member or a high-status outgroup member. Participants initially performed the task better in the presence of the ingroup member. Performance then dropped only after negative feedback from the ingroup member, and improved only after positive feedback from the ingroup member. Results suggest that attributional feedback only has its intended impact when provided by an ingroup member.

**Key words:** social identity, stereotype threat, attribution

## INTRODUCTION

Past work shows that attributional feedback can help people “bounce back” from initial failure (Coffee, Rees, & Haslam, 2009). Drawing upon social identity theory (Tajfel & Turner, 1979), we conducted two experiments in which we manipulated both the type of attributional feedback that university athletes received about their performance *and* from whom that feedback came. After an initial performance, false failure feedback was provided, paired with attributional feedback suggesting the likelihood of further failure. After a second performance, false failure feedback was provided, paired with attributional feedback suggesting the likelihood of improvement. In each phase, this feedback was provided by an experimenter who was either (a) from participants' own university (i.e., an ingroup member) or (b) from a rival university that was of higher status (i.e., an outgroup member).

## EXPERIMENT 1

### *Method*

Participants were 40 high-performance university athletes (19 male, 21 female; age range 18-23), who completed three phases of a bind-folded dart-throwing task.

### *Results & Discussion*

Prior to any feedback, participants' performance was significantly worse in the presence of an outgroup experimenter,  $t(38) = 2.69, p = .011$ . Subsequent to that, only participants who received the initial (negative) feedback from the ingroup experimenter experienced a significant decline in performance from Trial 1 to Trial 2,  $t(19) = 3.41, p < .01$ . Following the subsequent positive feedback, individuals who received this from an ingroup experimenter performed significantly better on Trial 3 than individuals who received this feedback from an outgroup experimenter,  $t(38) = 3.85, p < .01$  (see Figure 1). Improvements from Trial 2 to Trial 3 were only evident among those receiving feedback by an ingroup experimenter, regardless of whether they (a) had initially been in the ingroup condition (from Trial 2 to Trial 3:  $t(9) = 5.63, p < .01$ ), or (b) had initially been in the outgroup condition (from Trial 2 to Trial 3:  $t(9) = 4.71, p < .01$ ).

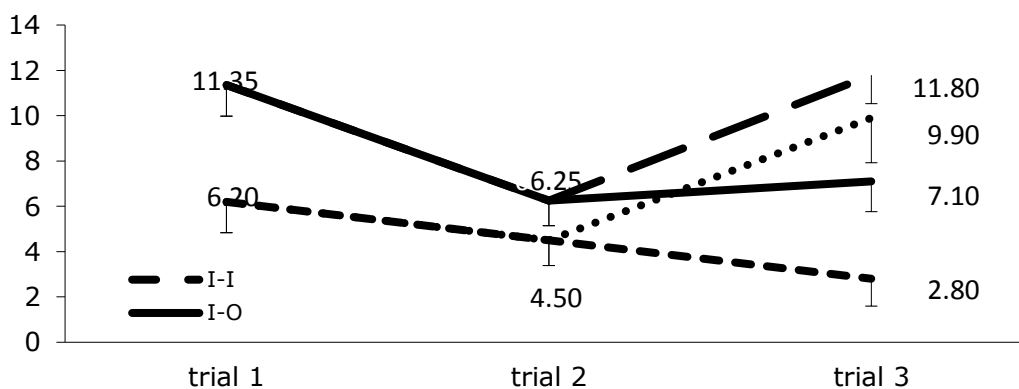


Figure 1. Dart performance across trials in Experiment 1.

## EXPERIMENT 2

### Method

This experiment employed a fresh sample of 40 male high-performance university athletes (age range 18-22), and focused only on the two key conditions in which the experimenter changed.

### Results & Discussion

The initial performance of participants in the presence of an out-group experimenter was significantly worse than that of participants who performed in the presence of an in-group experimenter,  $t(38) = 3.36, p < .01$ . Only participants who received feedback from an ingroup experimenter demonstrated a significant decline in performance from Trial 1 to Trial 2,  $t(19) = 5.59, p < .001$ . In Trial 3, after the experimenters had swapped and participants had received feedback from the new experimenter, participants who had received feedback from an ingroup experimenter performed significantly better than those who had received this feedback from an outgroup experimenter,  $t(38) = 2.79, p < .01$ . The improvement shown of the former group from Trial 2 to Trial 3 was also significant,  $t(19) = 3.19, p < .01$ .

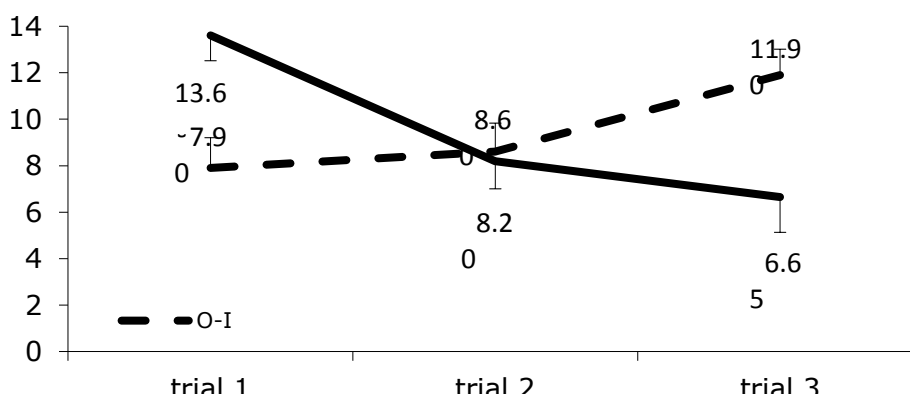


Figure 2. Dart performance across trials in Experiment 2.

## CONCLUSION

Consistent with social identity theorizing, attributional feedback about failure is more likely to be internalized as a basis for future performance when it is provided by an ingroup member.

## REFERENCES

- Coffee, P., Rees, T., & Haslam, S. A. (2009). Bouncing back from failure: The interactive impact of perceived controllability and stability on self-efficacy beliefs and future task performance. *Journal of Sports Sciences, 27*, 1117-1124.
- Tajfel, H., & Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. In W. G. Austin & S. Worchel (Eds.), *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33-47). Monterey, CA: Brooks/Cole.

Cette étude teste l'influence de l'appartenance au groupe et de la compétence de la source dans le processus de réattribution, à travers les attentes de réussite et la performance. Sur une tâche de lancer de précision, les participants en situation d'échec ont été exposés à un message dysfonctionnel – incontrôlable et stable – puis à un message fonctionnel – contrôlable et instable –, ce dernier étant délivré par une source dont les caractéristiques sociales ont été manipulées (appartenance au groupe et compétence). En accord avec la théorie, les résultats indiquent une diminution des attentes de réussite et de la performance suite au message dysfonctionnel. Suite au message fonctionnel, un effet lié à la compétence de la source se dégage sur les attentes de réussite. Aucun effet n'est constaté pour l'appartenance de la source au groupe.

**Mots-clés:** Echec, Réattribution, Modérateur, Source, Compétence.

## INTRODUCTION

Chaque individu face à une situation surprenante comme un échec est amené à formuler des attributions causales c'est-à-dire des inférences rendant compte des causes de cet événement. Or, la théorie attributionnelle de la motivation et des émotions de Weiner (1985) postule que ces attributions causales ont une influence sur le choix, l'intensité et la persistance du comportement de l'individu (Weiner, 1985). Ainsi, les études en situation d'échec ont mis en évidence des attributions « dysfonctionnelles », à savoir le fait d'émettre des causes incontrôlables et stables (e.g. : manque d'habileté, difficulté de la tâche), susceptibles d'engendrer un désengagement de l'individu et des attributions « fonctionnelles », causes contrôlables et instables (e.g. : effort, stratégie) produisant une tendance à la persistance. Selon ce modèle, la contrôlabilité renvoie à la capacité de l'individu d'avoir un contrôle, une maîtrise sur la cause tandis que la stabilité exprime le degré de changement de la cause dans le temps. La réattribution, en tant qu'intervention motivationnelle consiste alors à orienter/modifier les attributions causales des individus en situation d'échec ou de succès vers des attributions fonctionnelles.

En contexte sportif, beaucoup d'auteurs ont montré l'efficacité de la réattribution sur la modification des attributions causales, sur les attentes de réussite, la persistance ou la performance (Le Foll, Rascle & Coulomb-Cabagno, 2006). Pour autant, peu d'études ont abordé les facteurs modérateurs de la réattribution et notamment l'influence des caractéristiques sociales de la source. L'expérience menée ici en contexte scolaire (cours d'EPS) a pour objectif de redonner une dimension sociale aux études sur la réattribution en testant l'effet modérateur de deux variables portant sur la source de la réattribution : la compétence et l'appartenance de la source au groupe.

## EXPERIENCE

143 élèves de classes de 5<sup>ème</sup> (76 garçons, 67 filles ; âge moyen = 12,55 ans, *SD* = 0.49 ans) ont été répartis de manière aléatoire selon un plan d'expérience à 2 facteurs, avec 2 niveaux pour chaque facteur (Compétence de la source : élevée vs faible ; appartenance de la source au groupe : intra-groupe vs exo-groupe), auquel nous avons ajouté un groupe contrôle.

L'expérience comprend 3 mesures de la performance lors d'un lancer de précision (somme des écarts au centre de la cible sur 6 lancers) suivies à chaque fois d'une mesure des attentes de réussite. Une perception d'échec est induite par l'expérimentateur lors de la 1<sup>ère</sup> performance. Après cette 1<sup>ère</sup> série, un message dysfonctionnel – incontrôlable et stable – collectif est délivré de façon neutre au nom de l'étude en cours, puis un message fonctionnel – contrôlable et instable – collectif est délivré entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> série par une source dont les caractéristiques sociales ont été manipulées (appartenance au groupe et compétence).



## RESULTATS & DISCUSSION

Suite au message dysfonctionnel, les ANOVA à mesures répétées montrent une diminution similaire des attentes de réussite ( $p = .50$ ,  $\eta^2 = .10$ ) et de la performance ( $p = .78$ ,  $\eta^2 = .06$ ) pour le groupe expérimental (GE) et le groupe contrôle (GC) lors de la série 2 (cf. figure 1). Ce résultat tendrait à nuancer l'influence du message dysfonctionnel par rapport à la connaissance du résultat. Des ANCOVA contrôlant le niveau initial des variables dépendantes confirment cette différence non significative (AR :  $p = .44$ ,  $\eta^2 = .12$  ; Performance :  $p = .18$ ,  $\eta^2 = .27$ ).

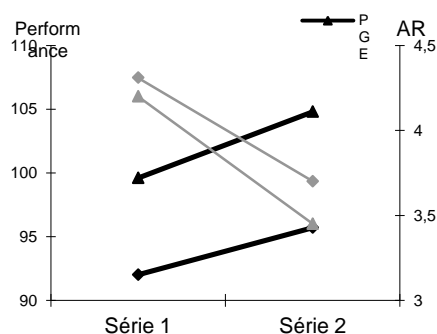


Figure 1. Evolution des AR et de la performance suite au message dysfonctionnel

Suite au message fonctionnel, les résultats de l'ANCOVA indiquent une influence de la variable compétence sur les attentes de réussite ( $p < .02$ ,  $\eta^2 = .65$ ) ; à l'issue de la 3<sup>ème</sup> performance, les sujets exposés au message délivré par la source compétente ont des attentes de réussite plus élevées que celles du groupe contrôle ( $p < .05$ ) ainsi que celles des sujets du groupe « source faiblement compétente » ( $p = .058$ ). Concernant la performance, l'ANCOVA indique que le groupe exposé au message délivré par une « source intra-groupe fortement compétente » ont une performance significativement plus élevée que celle du groupe contrôle ( $p < .05$ ) et que celle des sujets exposés au message d'une « source intra-groupe de faible compétence » ( $p < .05$ , cf. Figure 2).

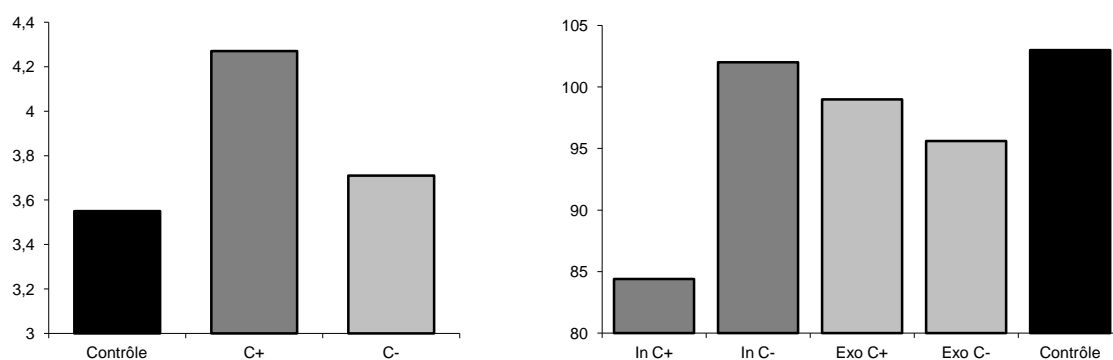


Figure 2. Effet (a) de la compétence de la source sur les attentes de réussite (b) de l'interaction compétence de la source x appartenance au groupe sur la performance, suite au message fonctionnel.

## CONCLUSION

Au vu des résultats, la compétence de la source semble être un modérateur majeur de l'efficacité de la réattribution par rapport à l'appartenance de la source au groupe. Ainsi, après un échec, nous invitons professeurs, entraîneurs, éducateurs à exposer leur compétence pour contribuer à une réelle transformation des croyances et comportements de leurs élèves.

## REFERENCES

- Le Foll, D., Rasclé, O., Coulomb-Cabagno, G. (2006). L'intervention attributionnelle : Présentation, application au contexte sportif et perspectives de recherche. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 19, 27-53.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Bulletin*, 92, 548-573.

## **SESSIONS ORALES**

## ***Physiologie***

O1- Carbohydrate-BCAAs-caffeine ingestion during 2-h run increases treadmill running performance : a randomized, double-blind, cross-over placebo-controlled study.

*Sébastien Peltier<sup>1</sup>, Lucile Vincent<sup>2</sup>, Guillaume Millet<sup>3</sup>, Pascal Sirvent<sup>4</sup>, Jean-Benoît Morin<sup>3</sup>, Michel Guerraz<sup>5</sup>, André Geysant<sup>3</sup>, Jean-François Lescuyer<sup>1</sup>, Léonard Feasson<sup>3</sup> & Laurent Messonnier<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Lescuyer Laboratory/Nutratletic, Aytre, France

<sup>2</sup>Exercise Physiology Laboratory, Department of Sport Sciences, University of Savoie, F-73376 Le Bourget du Lac Cedex France

<sup>3</sup>Université de Lyon, F-42023, Saint-Etienne, France and Exercise Physiology Laboratory, Jean Monnet University, Saint-Etienne, France

<sup>4</sup>University of Clermont, Blaise Pascal University, EA 3533, Exercise Physiology Laboratory, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France

<sup>5</sup>Laboratory of Psychology and Neurocognition (UMR 5105), University of Savoie, 73000 Chambéry, France

[sebastien.peltier@laboratoire-lescuier.com](mailto:sebastien.peltier@laboratoire-lescuier.com)

The main purpose of this trial was to investigate whether ingestion of a sport drink (SPD) which contains carbohydrate, caffeine and branched-chain amino acids is efficient in improving physical performance and limiting alterations to neuromuscular function during 2-h run. Thirteen trained adult males completed two protocols, each including the same two conditions : placebo and SPD. Protocol 1 consisted of an all-out 2 h treadmill run. In protocol 2, subjects exercised for 2 h at 95% of their lowest average speeds recorded during protocol 1 (whatever the condition). Total distance run (protocol 1), and different metabolic and neuromuscular variables were determined. Results showed that ingestion of this SPD immediately before and during 2 h running exercise significantly increased performance, maintained glycemia and attenuated central fatigue.

**Keywords :** carbohydrates, BCAAs, sport drink, central fatigue, running

## **BACKGROUND**

Carbohydrates (CHO), branched-chain amino acids (BCAAs) and caffeine are known to improve running performance (Karelis et al., 2010 ; Kovacs et al., 1998 ; Newsholme et al., 2006). A possible mechanism could be their common effect on the attenuation of central fatigue (Kalmar et al., 2004 ; Newsholme et al., 2006 ; Nybo, 2003). However, no information is available on the effects of these combined ingredients on physical performance and central fatigue. The main purpose of the present study was therefore to investigate whether ingestion of these combined ingredients is efficient in improving physical performance and limiting alterations to neuromuscular function during a prolonged running exercise.

## **METHODS**

This study was designed as a randomized double-blind cross-over placebo-controlled trial (Figure 1). Thirteen trained adult males completed two protocols, each including the same two conditions : placebo (PLA) and Sport Drink (SPD : CHO 68.6g.L<sup>-1</sup>, BCAAs 4g.L<sup>-1</sup>, caffeine 75mg.L<sup>-1</sup>). Protocol 1 consisted of an all-out 2 h treadmill run. Total distance run and glycemia were measured. In protocol 2, subjects exercised for 2h at 95% of their lowest average speeds recorded during protocol 1 (whatever the condition). Glycemia, blood lactate concentration and central and peripheral fatigue were determined immediately before and after exercise. Oxygen consumption ( $\dot{V}O_2$ ), heart rate (HR) and rate of perceived exertion (RPE) were recorded during the exercise. Total fluids provided both before and during exercise was 2 L in both protocols. The results are presented as mean values  $\pm$  SD. Data describing running performance, blood glucose and neuromuscular variables were subjected to the non-parametric Wilcoxon test.  $\dot{V}O_2$ , HR, and RPE data were subjected to a chi-square test for trend and to a Kurtosis and Skewness normality test. Values were then subjected to a two-way repeated-measure analysis of variance describing the effect of drink ingestion (PLA

and SPD) and exercise duration. When necessary, a comparison of the mean values was performed using a Fisher's LSD test. A p-value < 0.05 was considered as significant.

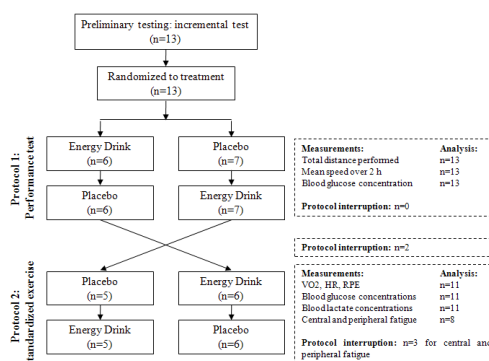


Figure 1. Experimental design and diagram flow of subjects through the study protocol.

## RESULTS

Compared to the placebo, ingestion of the SPD increased running performance ( $22.31 \pm 1.85$  vs.  $21.90 \pm 1.69$  km,  $n=13$ ;  $p=0.01$ ; protocol 1) and maintained glycemia (pre- vs. post-exercise, PLA,  $5.40 \pm 0.66$  vs.  $5.09 \pm 0.60$  mmol.L<sup>-1</sup>,  $n=11$ ,  $p=0.001$ ; SPD,  $5.44 \pm 0.67$  vs.  $5.48 \pm 0.64$  mmol.L<sup>-1</sup>,  $n=11$ ; protocol 2).  $\dot{V}O_2$  and HR did not differ between the two conditions. A group effect was observed for RPE ( $p=0.006$ ). Considering the neuromuscular variables, the statistical analysis showed a deleterious effect of exercise on all the parameters with a higher decline in %VMA (maximal voluntary activation, an index of central fatigue) and Db100 (mechanical response to a double pulse at 100 Hz, an index of peripheral fatigue) for the PLA condition. However, although the alterations were lower in SPD than in PLA (-14% vs. -17%, respectively), the decreases in MVC (maximal voluntary contraction, a global index of neuromuscular fatigue) was not significant between the two conditions.

## CONCLUSIONS

This study has shown for the first time that ingestion of a combination of CHO, BCAAs and caffeine immediately before and during a 2 h running exercise in standardized laboratory conditions significantly increased treadmill running performance by about 2% in trained subjects. Moreover, ingestion of this association during a standardized 2h running exercise maintained glycemia and significantly decreased central fatigue as compared to the placebo condition. This specific combination might be more interesting in the context of ultraendurance exercise (>4h).

## Trial registration

ClinicalTrials.gov, [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov), NCT00799630

## REFERENCES

- Kalmar, J.M., Cafarelli, E. (2004). Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans? *Exerc Sport Sci Rev*, 32, 143-147.
- Karelis, A.D., Smith, J.W., Passe, D.H., Peronnet, F. (2010). Carbohydrate administration and exercise performance: what are the potential mechanisms involved? *Sports Med*, 40, 747-763.
- Kovacs, E.M., Stegen, J., Brouns, F. (1998). Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *J Appl Physiol*, 85, 709-715.
- Newsholme, E.A., Blomstrand, E. (2006). Branched-chain amino acids and central fatigue. *J Nutr*, 136, 274S-276S.
- Nybo, L. (2003). CNS fatigue and prolonged exercise: effect of glucose supplementation. *Med Sci Sports Exerc*, 35, 589-594.

## O2 -Origines biologiques de la variation diurne de la fatigue musculaire lors d'une épreuve de sprint répété sur ergocycle

Omar Hammouda<sup>1</sup>, Hamdi Chtourou<sup>1</sup>, Hinda Chaheb<sup>2</sup>, Abdelhedi Miled<sup>2</sup>, Karim Chamari<sup>1</sup>, Nizar Souissi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de recherche "Optimisation de la performance sportive" CNMSS. Tunis, Tunisie ; <sup>2</sup> Laboratoire de Biochimie CHU Farhat Hached, Sousse, Tunisie  
Omarham007@yahoo.fr

L'objectif de cette étude était d'étudier la relation entre les fluctuations diurnes des marqueurs biologiques de dommage et celle de la fatigue musculaires lors d'une épreuve de sprint répété (RSA). 12 jeunes footballeurs ont réalisé des tests de RSA (i.e., mesurer la puissance pic (Ppic) durant chaque sprint et le pourcentage de chute de puissance (Pdec)) à 07:00h et à 17:00h sur des jours séparés avec un prélèvement sanguin avant et après chaque RSA. Nos résultats ont montré que Ppic, Pdec et la majorité des paramètres biologiques (i.e., CPK, LDH, Leucocytes, homocystéine, et Transaminases) mesurés au repos et après l'effort sont significativement supérieures le soir par rapport au matin. De plus, nos résultats montre une corrélation significative entre Pdec et CK ( $r=0,88$ ), LDH ( $r=0,87$ ), et ASAT ( $r=0,83$ ). Les fluctuations des marqueurs de dommage musculaire pourraient expliquer la variation diurne de la fatigue musculaire lors de l'épreuve de RSA.

**Mots clés:** Chronobiologie, Fatigue musculaire, Leucocytose, Enzymes, Homocystéine

### INTRODUCTION

La revue de la littérature révèle la présence d'une variation diurne de la fatigue musculaire lors d'une épreuve de sprint répété (RSA) avec des pics observés le soir (Racinais et al. 2010). Ceci pourrait être expliqué par les variations journalières concomitantes des paramètres biomécaniques et électromyographiques, d'une part et, d'autres part, par les marqueurs d'inflammation et de dommage musculaire qui fluctuent au cours de la journée, avec des pics observés le soir (Rivera et al. 1993). L'augmentation de ces paramètres lors de l'exercice reflète la présence d'un état de fatigue musculaire (Main et al. 2010). L'objet de ce travail est d'étudier l'effet des fluctuations diurnes des marqueurs de dommage musculaire sur la variation diurne de la fatigue musculaire. Les hypothèses à l'origine de ce travail sont: (i) les marqueurs de dommages musculaires fluctueraient au cours de la journée et (ii) leurs fluctuations expliquerait la variation diurne de la fatigue musculaire.

### MATERIELS ET METHODES

12 jeunes footballeurs de sexe masculin ont participé à cette étude. Leurs âges, poids et taille sont respectivement de  $17,3 \pm 0,48$  ans,  $67,2 \pm 4,2$  kg, et  $177,9 \pm 3,1$  cm. Ils ont réalisé deux sessions de test le matin à 07:00 h et le soir à 17:00 h de façon aléatoire et séparées d'au moins 36-h. Avant le test de 07:00 h, les sujets étaient à jeun et sont autorisés à boire un verre d'eau pour éviter les effets de la thermogénèse postprandiale (Bougard et al., 2009). Ils étaient appelés à ingérer un repas standardisé 4-h avant la session de 17 :00 h comme c'est recommandé par Bougard et al. (2009). Le test de RSA consiste à effectuer  $5 \times 6$ -s de sprints maximaux chaque 30-s contre une force de freinage  $60 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  du poids corporel. Lors de chaque sprint de 6-s, la puissance pic (Ppic), la puissance développée lors de la dernière révolution (Pfin) et la chute de puissance (Pdec) à partir de Ppic jusqu'à Pfin ont été calculées. Des prises de sang ont été effectuées à partir d'une veine de l'avant-bras avant et 5-min après chaque test. Les enzymes de dommage musculaire (i.e., CPK, LDH, Transaminases), le taux d'homocystéine (Hcy) et l'acide urique (AU) ont été mesurés. Les leucocytes (WBC) ainsi que leurs sous populations ( i.e., neutrophiles (NE) , lymphocytes (LY) et monocytes (MO) ont été mesurés à l'aide d'un automate du type Beckman Coulter Gen system-2 (Coulter T540).Un test ANOVA à deux facteurs (effort  $\times$  heure de la journée) avec des mesures répétées pour les paramètres hématologiques et biochimiques a été réalisé. En cas d'un effet significatif, un test post-hoc LSD a été appliqué. En revanche, l'analyse des résultats pour les performances lors de l'épreuve, la température orale (T) et la perception de l'effort (RPE) a été réalisée à l'aide d'un test t-Student à échantillons appariés. Un test de corrélation a été appliqué aux valeurs de Pdec et CK, LDH et ASAT.

### RESULTATS

L'analyse statistique a montré que T, RPE et les performances (Sprint 1, Sprint 2 et chute de puissance) durant le test RSA étaient significativement plus élevées le soir ( $p<0,001$ ,  $p<0,05$  et  $p<0,05$  respectivement).

Les WBC ainsi que leurs sous populations (i.e., NE, LY et MO) présentent des taux plus élevés le soir, au repos et après l'épreuve (Tableau 1). Une interaction significative heure de la journée  $\times$  effort a été observée.

Les activités des enzymes (i.e., CPK, LDH, Transaminases) et Hcy sont plus élevées à 17:00h avant et après le test (Tableau 2). L'interaction significative (effort  $\times$  heure de la journée) reflète une augmentation de ces paramètres plus marquée le soir.

De plus, notre analyse montre une corrélation significative entre le Pdec et CK ( $r=0,88$ ), LDH ( $r=0,87$ ) et ASAT ( $r=0,83$ ).

**Tableau 1.** Valeurs moyennes  $\pm$  ET des paramètres hématologiques.

|  | Avant test    |               | Après test    |                |
|--|---------------|---------------|---------------|----------------|
|  | Matin         | Soir          | Matin         | Soir           |
| <b>WBC (<math>10^3/\mu\text{l}</math>)</b> | 6,3 $\pm$ 0,8 | 7,2 $\pm$ 0,7 | 9,2 $\pm$ 1,2 | 11,1 $\pm$ 1,2 |
| <b>NE (<math>10^3/\mu\text{l}</math>)</b>  | 3,5 $\pm$ 0,1 | 4,3 $\pm$ 1   | 4,5 $\pm$ 1,2 | 5,9 $\pm$ 1    |
| <b>LY (<math>10^3/\mu\text{l}</math>)</b>  | 2,1 $\pm$ 0,4 | 2,8 $\pm$ 0,4 | 3,7 $\pm$ 0,5 | 4,8 $\pm$ 0,6  |
| <b>MO (<math>10^3/\mu\text{l}</math>)</b>  | 0,7 $\pm$ 0,3 | 0,8 $\pm$ 0,3 | 0,9 $\pm$ 0,3 | 1,2 $\pm$ 0,4  |

**Tableau 2.** Valeurs moyennes  $\pm$  ET des paramètres biochimiques.

|  | Avant test       |                  | Après test       |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | Matin            | Soir             | Matin            | Soir             |
| <b>ALAT (IU/L)</b>                         | 20,6 $\pm$ 3,3   | 23,7 $\pm$ 4,9   | 26,8 $\pm$ 6,7   | 32,1 $\pm$ 7,4   |
| <b>ASAT (IU/L)</b>                         | 24,8 $\pm$ 4,2   | 31 $\pm$ 4,7     | 30,5 $\pm$ 4,7   | 41,3 $\pm$ 5,1   |
| <b>CPK (IU/L)</b>                          | 150,7 $\pm$ 42,3 | 179,8 $\pm$ 71,3 | 176,6 $\pm$ 47,5 | 222,2 $\pm$ 78,6 |
| <b>LDH (IU/L)</b>                          | 347,1 $\pm$ 67,4 | 402,1 $\pm$ 75,  | 472,9 $\pm$ 75,4 | 574,7 $\pm$ 97,5 |
| <b>Hcy (<math>\mu\text{mol/ L}</math>)</b> | 17 $\pm$ 2,7     | 18,6 $\pm$ 2,5   | 18,2 $\pm$ 2,6   | 20,5 $\pm$ 2,5   |

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Conformément aux travaux antérieurs, les résultats de cette étude ont montré que les performances anaérobies et la chute de puissance étaient plus élevées le soir lors de l'RSA (Racinais et al. 2010). De plus, il existe une fluctuation diurne des marqueurs de dommage musculaire au repos et lors de l'exercice avec des pics observés le soir. Aussi, nos résultats montrent une corrélation significative entre la fatigue musculaire et les concentrations de CK, LDH et ASAT. Ces constatations pourraient expliquer la variation diurne de la fatigue musculaire d'un point de vue biologique.

## BIBLIOGRAPHIE

Rivera-Coll, A., Fuentes-Arderiu, X., Diez-Noguera, A. (1993). Circadian rhythms of serum concentration of 12 enzymes of clinical interest. *Chronobiology International*, 10, 190-200. // Racinais, S., Perrey, S., Denis, R., Bishop, D. (2010). Maximal power but not fatiguability, is greater during repeated sprints performed in the afternoon. *Chronobiology International*, 27, 855-864. // Main, LC., Dawson, B., Heel, K., Grove, R., Landers, GJ., Goodman C. (2010). Relationship Between Inflammatory Cytokines and Self-Report Measures of Training Overload, *Research in Sports Medicine*, 18, 127-139.

### O3-Les effets de la privation partielle de sommeil et de l'heure de la journée sur les performances anaérobies des judokas

*Hamdi Chtourou, Omar Hammouda, Anis Chaouachi, Karim Chamari, Nizar Souissi*

Laboratoire de recherche "Optimisation de la performance sportive" Centre National de la Médecine et des sciences du sport, Tunis, Tunisie.

[h\\_chtourou@yahoo.fr](mailto:h_chtourou@yahoo.fr)

Le but de cette étude était d'établir les effets de la privation partielle de sommeil (PS) et de l'heure de la journée sur les performances anaérobies des judokas. 12 jeunes judokas y ont participé. Les tests ont eu lieu à 09:00h et 16:00h après une nuit contrôle (NC; sans PS) et deux nuits de PS au début (PSDN) et à la fin (PSFN) de la nuit. Ils ont effectué les tests de Wingate (afin de mesurer les puissances pic (PP) et moyenne (PM)) et de force d'agrippement (FA) avant et après un combat de judo. Les résultats révèlent que PP, PM et FA sont significativement supérieures à 16:00h après NC ( $p < 0.05$ ). Par contre, l'effet de l'heure de la journée n'est pas significatif après le combat et après PSDN et PSFN. De plus, PP, PM et FA diminuent significativement le soir après PSFN. Nos résultats suggèrent que la PSFN pourrait affecter la performance des judokas le soir.

**Mots clés:** variation diurne; privation de sommeil; performances anaérobies; judo.

## INTRODUCTION

La revue de la littérature révèle la présence d'une variation diurne des performances anaérobies avec des acrophases vers 18:00h (Drust et al. 2005). Ces variations sont affectées par la privation partielle de sommeil (PS) par une diminution des performances le soir (Souissi et al. 2008). A notre connaissance aucune donnée n'est disponible concernant les effets de la PS sur les variations journalières des performances anaérobies chez des sujets entraînés. Ainsi, l'objectif de ce travail est d'évaluer les effets de la PS et de l'heure de la journée sur les performances enregistrées lors des tests de Wingate et de la force d'agrippement chez des judokas. En effet, au cours des compétitions internationales de judo, le judoka participe à des combats le matin (i.e., les éliminatoires) et le soir (i.e., les finales) (Franchini et al. 2011).

## MATERIEL ET METHODES

12 judokas de sexe masculin ont participé à cette étude. Leurs âges, poids et taille sont respectivement de  $19.5 \pm 1.51$  ans,  $77.09 \pm 10.74$  kg et  $177.75 \pm 5.79$  cm. Le protocole expérimental a été composé de trois parties A, B et C. Lors de la première partie (A), les participants dorment chez eux. Durant cette nuit contrôle (NC) les sujets ont dormi de 22:30 à 06:00 h. Dans la partie B, les sujets ont été privés de sommeil au début de nuit (PSDN) jusqu'à 02:00 h puis ils ont dormi jusqu'à 06:00 h. Dans la partie C, privation partielle en fin de nuit (PSFN), les sujets sont allés dormir à 22:30 h, pour être réveillés à 03:00 h. Suite aux trois nuits, les participants ont réalisé les tests de Wingate et de la force d'agrippement à 09:00 et 16:00 h, avant et après un combat de judo de 5min. Les sujets réalisent une seule session de tests par jour avec une récupération d'au moins 48-h entre deux sessions successives. Le test de Wingate consiste en un exercice de pédalage à vitesse maximale pendant 30-s contre une force de freinage égale à 87g/kg de poids corporel. Ce test permet de mesurer une puissance pic (PP) et une puissance moyenne (PM). Le test de la force d'agrippement (FA) consiste en un exercice de serrage maximal de la main droite. Un test ANOVA à 3 facteurs (sommeil  $\times$  combat  $\times$  heure de la journée) a été utilisé afin d'étudier l'effet de chacun de ces facteurs et de l'interaction entre eux sur PP, PM et FA. En cas d'un effet significatif un test post hoc de Tukey a été appliqué.

## RESULTATS

L'ANOVA montre des effets significatifs sommeil et combat. PP, PM et FA sont significativement supérieures après NC qu'après PSFN le soir ( $p < 0.01$ ) et avant par rapport à après le combat ( $p < 0.001$ ) (Tableau 1). En revanche, notre analyse montre un effet heure de la journée non significatif. De plus, l'analyse de variance montre des interactions significatives



combat  $\times$  heure de la journée et sommeil  $\times$  heure de la journée. Cependant, l'interaction sommeil  $\times$  combat  $\times$  heure de la journée est non significative.

**Tableau 1.** PP, PM et FA enregistrées avant et après le combat durant les trois conditions de PS.

|      |                          | Avant Combat     |                                | Après Combat                        |                                      |
|------|--------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|      |                          | 09:00 h          | 16:00 h                        | 09:00 h                             | 16:00 h                              |
| NC   | PP ( $W \cdot kg^{-1}$ ) | 11.67 $\pm$ 1.55 | 11.94 $\pm$ 1.46 <sup>a</sup>  | 11.42 $\pm$ 1.44 <sup>b</sup>       | 11.45 $\pm$ 1.35 <sup>bbb</sup>      |
|      | PM ( $W \cdot kg^{-1}$ ) | 8.15 $\pm$ 0.71  | 8.38 $\pm$ 0.67 <sup>a</sup>   | 7.91 $\pm$ 0.61 <sup>b</sup>        | 8.08 $\pm$ 0.66 <sup>bbb</sup>       |
|      | FA(kg)                   | 53.29 $\pm$ 5.63 | 55.28 $\pm$ 5.72 <sup>a</sup>  | 51.65 $\pm$ 5.74 <sup>b</sup>       | 51.87 $\pm$ 5.81 <sup>bb</sup>       |
| PSDN | PP ( $W \cdot kg^{-1}$ ) | 11.59 $\pm$ 1.44 | 11.76 $\pm$ 1.54               | 11.31 $\pm$ 1.17 <sup>bb</sup>      | 11.24 $\pm$ 1.47 <sup>bbb</sup>      |
|      | PM ( $W \cdot kg^{-1}$ ) | 8.14 $\pm$ 0.75  | 8.25 $\pm$ 0.77                | 7.91 $\pm$ 0.69 <sup>bb</sup>       | 7.95 $\pm$ 0.72 <sup>bbb</sup>       |
|      | FA(kg)                   | 53.87 $\pm$ 5.48 | 54.96 $\pm$ 5.73               | 51.21 $\pm$ 5.97 <sup>bb</sup>      | 51.64 $\pm$ 4.95 <sup>bb</sup>       |
| PSFN | PP ( $W \cdot kg^{-1}$ ) | 11.46 $\pm$ 1.37 | 11.47 $\pm$ 1.24 <sup>cc</sup> | 11.07 $\pm$ 1.36 <sup>aaa, bb</sup> | 10.37 $\pm$ 1.17 <sup>bbb, ccc</sup> |
|      | PM ( $W \cdot kg^{-1}$ ) | 8.12 $\pm$ 0.56  | 8.17 $\pm$ 0.86 <sup>cc</sup>  | 7.78 $\pm$ 0.72 <sup>a, bb</sup>    | 7.54 $\pm$ 0.62 <sup>bbb, ccc</sup>  |
|      | FA(kg)                   | 53.53 $\pm$ 5.93 | 53.33 $\pm$ 5.78 <sup>c</sup>  | 50.04 $\pm$ 5.82 <sup>aa, bb</sup>  | 47.33 $\pm$ 6.09 <sup>bbb, ccc</sup> |

a, aa, aaa: différence significative entre 09:00 et 16:00h ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  et  $p < 0.001$  respectivement); b, bb, bb: différence significative entre avant et après le combat ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  et  $p < 0.001$  respectivement); c, cc, ccc: différence significative entre les deux conditions de PS et NC ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  et  $p < 0.001$  respectivement).

L'analyse post hoc montre que PP, PM et FA enregistrées avant le combat sont significativement supérieures à 16:00h par rapport à 09:00h après NC ( $p < 0.05$ ). Ces variations diurnes disparaissent après le combat et après les deux conditions de PS (Tableau 1).

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Conformément aux travaux antérieurs, les résultats de la présente étude ont montré une variation diurne des performances anaérobies. Ces variations disparaissent (i) après un combat de judo grâce à une diminution plus importante de la performance le soir et (ii) après une privation partielle de sommeil au début ou à la fin de la nuit. De plus, les performances anaérobies du jeune judoka sont affectées par la privation partielle de sommeil à la fin de la nuit. Ainsi, il serait préférable de ne pas se lever tôt le jour de la compétition.

## BIBLIOGRAPHIE

- Drust, B., Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., Reilly, T. (2005). Circadian rhythms in sports performance – an update. *Chronobiology International*, 22, 21-44.
- Franchini, E., Del Vecchio, F.B., Matsushigue, K.A., Artioli G.G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Medecine* 41, 147-166.
- Souissi, N., Souissi, M., Souissi, H., Chamari, K., Tabka, Z., Dogui, M., Davenne, D. (2008). Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiology International*. 25, 1062-1076.

## O4-Sleep deprivation, performance and mathematical prediction of fatigue in offshore sailing races

Hurdiel R.<sup>1</sup>, McCauley P.<sup>2</sup>, Peze T.<sup>1</sup>, Theunynck D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Er3s/Relacs, EA 4110, Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque, France

<sup>2</sup> Sleep and Performance Research Center, Washington State University, Spokane, WA, USA

[remy.hurdiel@orange.fr](mailto:remy.hurdiel@orange.fr)

The aim of the study was to compare performance data from off shore sailing races with a biomathematical fatigue prediction model. Eleven sailors took part in two different single-handed races. The sleep/wake schedule for each sailor was recorded with an actigraph and an electronic sleep diary. Performance was measured with a simple 5 minute reaction time test. Wind and sailing data were recorded for each second of the race. The mathematical model explained 67% of the variance in the sailors' performance data. By the end of the race, reaction times were significantly longer, however some sailors were less fatigued than the model predicted. Under extreme sleep loss conditions, micro-sleeps may provide some recovery. The environment may contribute to some of the variance and could be included in the model formulation to improve performance prediction.

**Keywords:** Sleep deprivation, performance, prediction, solo sailing

### INTRODUCTION

Multi-day single-handed sailboat races require solo sailors to endure a high degree of strain in terms of cognitive demands and 24-hour/day readiness to perform. Previous studies have shown that solo sailors race under extreme sleep restriction (Stampi, 1989; Hurdiel et al., 2009; Theunynck et al., 2010). Generally, lack of sleep adversely affects vigilance, attention, memory, mood and executive functions. A link between low sleep duration and performance impairments during sailing races is known, but has never been verified from field data. The aim of the present study was to measure objective performance during sailing races and to compare it with the recent state-of-the-art mathematical fatigue prediction model of McCauley et al (2009).

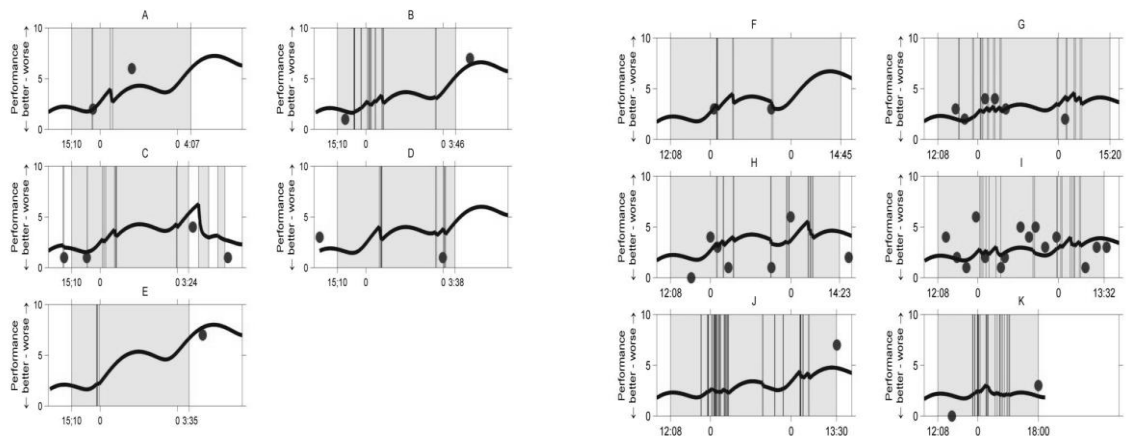
### MATERIALS AND METHODS

Eleven high level professional sailors (Males; Age:  $31.1 \pm 6.5$  yrs) took part in the study during two different official single-handed races of 40 and 50 hours each. The sleep/wake schedule for each sailor was recorded with an electronic sleep log adapted for extreme conditions (Scextan® ULCO, France), and with an actigraph (TheActigraph, Actisleep, USA) that was worn on the non dominant wrist. Objective fatigue was measured with a Simple Reaction Time (SRT) 5 minute test (software PEBL©). Wind speed, variability, and direction of the boat were recorded with the software (Adrena©, France) at each second on an onboard computer. The mathematical model (McCauley et. al, 2009) was adapted for 5 minute data and applied to the sleep/wake schedule of each sailor. Statistical analysis (mixed effect) was performed in SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

### RESULTS

Actigraphy data was not well suited for the environment or to identify short naps of the sailors, thus the electronic sleep diary was used to establish the timing and duration of sleep. Mean Total Sleep Time (TST) was  $69 \pm 38$  min per 24 hours distributed in naps of  $14 \pm 6$  min. The mathematical model explained 67% of the variance in the SRT performance data. Wind speed and relative direction were entered in mixed-effects regressions as linear and quadratic covariates of the residuals, but did not constitute a significant improvement ( $p > 0.27$ ). However, time in race as a covariate (linear and quadratic) did explain significant variance in the residuals ( $p = 0.025$ ); by the end of the long race, reaction times were significantly longer ( $p = 0.02$ ) but sailors made 2 lapses less on average than predicted by the model (Figure 1).

**Figure 1:** Study was performed by 11 sailors, during 40 h racing (participants A,B,C,D,E; left side) and 52 h racing (participants F,G,H,I,J,K; right side). Global race duration is defined in gray. Sleep timing and duration is highlighted with thin vertical dark gray bars. Results of the SRT 5 minute data (in number of *Lapses*; Black dot) is compared with the McCauley et al., (2009) mathematical fatigue prediction model adapted for 5 minute data (black curve).



## CONCLUSION

Our study shows for the first time that single-handed sailors race at elevated performance impairments due to extremely reduced sleep duration. We found that some sailors performed slightly better on the SRT by the end of the race, which may suggest that some sleep could have occurred during the race that was not recorded by the sailor. Since most sailors are under extreme sleep loss conditions, micro-sleeps (Tiberge, 1992) could have occurred, and may have provided some recuperation. Additionally, the SRT 5 min tests may not be adequate in length to reveal the dynamics of fatigue, in line with Van Dongen et al., (in press). The environment may also contribute to some of the variance and could be included in the model formulation and verified in future studies to improve the sailor performance predictions. Work is in progress on longer races to extend these results.

## REFERENCES

- McCauley P, Kalachev LV, Smith AD, Belenky G, Dinges DF, Van Dongen HPA. (2009). A new mathematical model for the homeostatic effects of sleep loss on neurobehavioral performance. *Journal of Theoretical Biology*, 256, 227–239.
- Stampi C. (1989a). Ultrashort sleep/wake patterns and sustained performance, *Sleep and alertness: chronobiological behavioral and medical aspects of napping*. D.F.Dinges and R.J.Broughton, 8: 139-169, Raven press Ltd (New York)
- Theunynck D., Hurdiel R., Pez  T., Estruch X. & Bui-Xu n G. (2010). Sommeil et course au large en solitaire : comportements des coureurs et étude de faisabilité d'un « agenda interactif de sommeil », *PISTES* \251 Vol. 12 No.2.
- Tiberge M. (1992). Sommeil et performances. *Exploration du sommeil et de la vigilance chez l'adulte*. 22: 342-351, Editions Médicales Internationales.
- Van Dongen HPA, Hursh SR. Fatigue, performance, errors and accidents. In Kryger MH, Roth T, Dement WC (Eds.), *Principles and Practice of Sleep Medicine* (5th ed.). Elsevier Saunders, Philadelphia, Pennsylvania; in press.
- Tiberge M. (1992). Sommeil et performances. *Exploration du sommeil et de la vigilance chez l'adulte*. 22: 342-351, Editions Médicales Internationales.
- Van Dongen HPA, Hursh SR. Fatigue, performance, errors and accidents. In Kryger MH, Roth T, Dement WC (Eds.), *Principles and Practice of Sleep Medicine* (5th ed.). Elsevier Saunders, Philadelphia, Pennsylvania; in press.

## O5-Effets d'un décalage horaire et d'une sieste sur les performances physiques anaérobies

Elisabeth Petit <sup>1,2</sup>, Hubert Bourdin <sup>1,3</sup>, Fabienne Mougin <sup>2,4</sup> & Emmanuel Haffen <sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> EA 481, Neurosciences Intégratives et Comportement, UFC Besançon

<sup>2</sup> UPFR des Sports, UFC, Besançon

<sup>3</sup> Service de Pharmacologie – Explorations du Sommeil et de la Vigilance, CHU de Besançon

<sup>4</sup> EA 3920 Physiopathologie Cardiovasculaire et prévention, UFC Besançon

<sup>5</sup> Service de Psychiatrie de l'adulte, CHU de Besançon

[elisabeth.petit3@gmail.com](mailto:elisabeth.petit3@gmail.com)

La sieste, basée sur une transmission orale intergénérationnelle, est une pratique hautement empirique dans le monde sportif mais qui semble importante dans une préparation sportive. Les athlètes, peuvent présenter une baisse de forme suite à un déficit de sommeil en raison de leurs déplacements fréquents sur plusieurs fuseaux horaires, les conduisant à réaliser une sieste pour restaurer leur vigilance et compenser cette dette de sommeil occasionnelle. Toutefois, son rôle dans l'optimisation de la performance physique n'a, à notre connaissance, jamais été démontré. L'objectif de cette étude est donc d'évaluer les effets combinés d'un décalage horaire et d'une sieste diurne sur les performances physiques anaérobies du sportif entraîné. Ces performances ont été mesurées le lendemain de 4 nuits expérimentales : condition normale (23h-7h) et repos sans sieste, condition normale et sieste de 20 min, condition de décalage horaire en avance de phase (18h-2h) et repos sans sieste, condition de décalage horaire en avance de phase et sieste de 20 min. Ce travail devrait permettre de mieux comprendre le rôle de la sieste comme stratégie préventive aux effets délétères du décalage horaire sur l'aptitude sportive, tout en tenant compte de la durée précise et du placement de la sieste par rapport à la performance à produire.

**Mots-clefs :** Sommeil, Décalage Horaire, Sieste, Test Wingate, Performance Physique Anaérobie.

### INTRODUCTION

De nombreuses études ont montré qu'une courte sieste diurne de moins de 30 minutes le lendemain d'une nuit de privation de sommeil (Reyner *et* Horne, 1997) est recommandée pour restaurer la vigilance et pour améliorer la performance (Souissi *et al.*, 2003), tout en évitant le phénomène d'inertie du sommeil (sieste de plus de 30'). Dans le cas des compétitions sportives internationales, un déplacement rapide avec franchissement de plusieurs fuseaux horaires provoquent des symptômes de désynchronisation avec en particulier des troubles du sommeil. Communément appelé « jet-lag », les effets du décalage horaire et le déficit de sommeil fréquemment associés se traduisent par une fatigue, une somnolence diurne et une diminution des performances et de la vigilance. Ce manque de sommeil, en perturbant certains rythmes biologiques, a conduit de nombreux entraîneurs à conseiller « un petit somme » post-prandial à leurs athlètes en supposant empiriquement que celui-ci est essentiel pour les performances. Si certaines études ont été consacrées aux conséquences d'un décalage horaire sur la performance physique (Reilly *et* Waterhouse, 2005), en revanche, les effets de la sieste après un tel décalage sur la performance anaérobie ont été très peu étudiés.

Le but de cette étude est donc d'évaluer les effets conjugués d'une avance de phase (simulation d'un décalage vers l'est) et d'une sieste diurne post-prandiale sur les adaptations physiologiques à un exercice physique subséquent, intense et de courte durée de type anaérobie.

### MATERIELS ET METHODES

Dix sujets jeunes, sains et sportifs, de sexe masculin, âgés de 18 à 25 ans, ont été sélectionnés pour participer à cette étude. Chaque sujet a rempli, avant son inclusion, un agenda de sommeil, un questionnaire de typologie circadienne, un inventaire de dépression de Beck. Aucun sujet ne présentait de pathologie du sommeil. Par ailleurs, leur aptitude et leur niveau d'entraînement ont été déterminés grâce à une épreuve d'effort jusqu'à VO<sub>2</sub> max avec, en continu, le suivi de l'adaptation cardiaque grâce à un ECG de repos et d'effort.

Durant 4 semaines, 4 conditions expérimentales randomisées ont été imposées à chaque sujet : Nuit de sommeil normal (23h-7h) et repos diurne sans sieste (A), nuit avec décalage horaire en avance de phase de 5 h (18h-2h) et repos diurne sans sieste (B), nuit de sommeil normal

(23h-7h) et sieste diurne de 20 min (C), nuit avec décalage horaire en avance de phase de 5 h (18h-2h) et sieste diurne de 20 min (D). Chaque sujet a donc passé, par semaine, 2 nuits consécutives (N1 et N2), enregistrées par polysomnographie, en laboratoire du sommeil dans la même condition, séparées par une journée de tests. La sieste d'une durée effective de 20 minutes, surveillée aussi en continu par enregistrement polysomnographique, a eu lieu le lendemain de N1 à 13 h dans la condition C et à 8 h dans la condition D.

Chaque sujet a réalisé 4 heures après la sieste un test de handgrip ou contraction isométrique des membres supérieurs et un test de Wingate ou exercice de pédalage à vitesse maximale pendant 30 s contre une force de freinage constante (10% du poids corporel ; Vandewalle et al., 1985) sur bicyclette ergométrique (Monark) à poids. La lactatémie a été mesurée à la fin de l'exercice et après 5 min de récupération.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats préliminaires (tableau I) de cette étude montrent que la puissance moyenne développée (en W), lors du test de Wingate, est supérieure lorsque la performance est réalisée après une sieste diurne qu'elle soit vécue après une nuit avec ou sans décalage horaire. La force de serrage musculaire mesurée par le handgrip est plus importante après une sieste comparée à celle obtenue dans les conditions sans sieste. La lactatémie à l'effort maximal ou après 5 min de récupération est similaire quelles que soient les conditions expérimentales.

Ces premières données démontrent qu'un décalage horaire, simulant une avance de phase, reconnu pour être le plus perturbant sur nos rythmes biologiques, n'a pas entraîné d'effets délétères sur la performance, comme cela a déjà été retrouvé par certains auteurs (Waterhouse et Reilly, 2004). En revanche, une courte sieste semble améliorer la performance de courte durée, qu'elle soit précédée ou non d'un décalage de phase.

Tableau I : Performances anaérobies et lactatémie dans les 4 conditions expérimentales

| Résultats                                       | Condition A<br>SDSS  | Condition B<br>ADSS  | Condition C<br>SDAS                  | Condition D<br>ADAS                  |
|---|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Puissance Moyenne (W)                           | 716,29 ± 116,58<br>- | 714,22 ± 114,27<br>- | 725,85 ± 117,62<br>p = 0,04 (C vs A) | 725,11 ± 123,27<br>p = 0,05 (D vs A) |
| Puissance Maximale (W)                          | 996,51 ± 210,26      | 991,78 ± 196,86      | 1015,54 ± 219,30                     | 985,99 ± 182,33                      |
| Force de serrage musculaire (kg)                | 55,8 ± 10,27<br>-    | 55,9 ± 13,76<br>-    | 56,5 ± 12,04<br>p = 0,02 (C vs A)    | 56,25 ± 14,41<br>p = 0,01 (D vs B)   |
| Lactatémie à l'arrêt de l'effort (mmol/L)       | 8,78 ± 4,07          | 8,54 ± 3,53          | 8,51 ± 2,93                          | 8 ± 2,38                             |
| Lactatémie après 5 min de récupération (mmol/L) | 15,6 ± 2,53          | 14,25 ± 3,64         | 14,62 ± 3,04                         | 14,76 ± 3,06                         |

## CONCLUSION

Le décalage horaire place le sportif en conflit avec son horloge biologique interne et une des stratégies préventives pour atténuer ce syndrome serait de conseiller une courte sieste avant la compétition sportive. Ce travail préliminaire démontre l'importance de celle-ci dans la gestion du rythme veille-sommeil pour optimiser sa performance.

## BIBLIOGRAPHIE

- Reilly, T. and J. Waterhouse (2005). "Jet lag and air travel: Implications for performance." *Clin Sports Med* 24:367-80.
- Reyner, L. A. and J. A. Horne (1997). "Suppression of sleepiness in drivers: combination of caffeine with a short nap." *Psychophysiology* 34(6): 721-5.
- Souissi, N., B. Sesboue, et al. (2003). "Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day." *Eur J Appl Physiol* 89(3-4): 359-66
- Vandewalle, H., G. Peres, et al. (1985). "All out anaerobic capacity tests on cycle ergometers. A comparative study on men and women." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 54(2): 222-9.
- Waterhouse, J., T. Reilly, et al. (2004). "The stress of travel." *J Sports Sci* 22(10): 946-65; discussion 965-6.

## *Activités physiques et adaptations cardiovasculaires*

O6-Impact de la fenêtre dans une analyse fréquentielle avec la transformée de fourrier discrete : application à la variabilité de la fréquence cardiaque

*Damien Saboul<sup>1,2</sup>, Vincent Pialoux<sup>1</sup> et Christophe Hautier<sup>1</sup>*

1 CRIS EA 647, Performance Motrice, Mentale et du Matériel (P3M),

Université Claude Bernard Lyon 1-UFR STAPS,

27-29 Boulevard du 11 Novembre 1918,

69622 Villeurbanne Cedex, France

2 Almerys, activité santé d'Orange Business Services, 17/19 rue de Clichy 75009 PARIS

dsaboul@free.fr

La Variabilité de la Fréquence Cardiaque est utilisée dans le suivi de l'entraînement. Néanmoins, l'absence de protocole de mesure standardisé entraîne de grandes disparités d'une étude à l'autre. Notre but est de montrer que le choix de la fenêtre d'analyse fréquentielle peut modifier les résultats d'une analyse fréquentielle par Transformé de Fourier Discrète. Cette analyse est réalisée sur 10 signaux de VFC théoriques et 10 signaux de VFC réels avec 3 fenêtres différentes. Les résultats montrent que la fenêtre rectangulaire ajustée (ARW) fournit les résultats les plus proches du contenu fréquentiel réel. A l'inverse, la fenêtre de Hanning et la méthode de Welch tendent à sous-estimer les fréquences inférieures à 0,08 Hz et à surestimer les hautes fréquences. Nous recommandons l'utilisation d'une fenêtre ARW pour des signaux de VFC inférieurs à 5 min.

**Mots clés :** SNA ; VFC ; Transformée de Fourier ; Conduite de l'entraînement.

### **INTRODUCTION**

La Variabilité de la Fréquence Cardiaque est un marqueur de l'activité du Système Nerveux Autonome utilisé depuis maintenant trois décennies (Akselrod et al., 1981) dans de nombreux domaines d'applications (Médecine, Sport, Psychologie). Un passage en revue de la littérature permet de constater que les mesures de VFC ne sont pas standardisées (position, durée, contrôle de la respiration) et qu'il existe des résultats très hétérogènes d'une étude à l'autre. Ces disparités pourraient également provenir des différentes méthodes d'analyses fréquentielles. En effet, lorsque nous réalisons une Transformée Discrète de Fourier, nous pouvons utiliser plusieurs fenêtres d'analyses afin de réduire les effets de linkages, d'atténuer le bruit ou encore de minimiser les erreurs introduites par l'échantillonnage. Le but de cette étude est de mesurer les différences dues au choix de la fenêtre d'analyse fréquentielle.

### **MATERIEL ET METHODE**

Nous proposons une étude de 10 signaux de VFC théoriques et de 10 signaux de VFC réels. Une analyse du contenu fréquentiel par Transformée de Fourier Discrète est réalisée sur tous les signaux à l'aide de 3 fenêtres de durées équivalentes (3 minutes) : Une fenêtre rectangulaire ajustée (ARW), une fenêtre de Hanning (HW) et une méthode de Welch (WM). ARW se caractérise par une fenêtre rectangulaire dont les deux extrémités sont ajustées pour obtenir une recombinaison parfaite et minimiser les effets de linkages.

Les résultats de chaque analyse sont répartis en 3 bandes de fréquences en accord avec la Task-Force (1996) : les très basses fréquences (VLF [0-0,04] Hz), les basses fréquences (LF [0,04-0,15] Hz) et les hautes fréquences (HF [0,15-0,4] Hz).

### **RESULTATS**

Pour les signaux théoriques, c'est la fenêtre ARW qui fournit une droite de régression linéaire la plus proche de la droite identité ainsi que le meilleur coefficient de corrélation. La représentation de Bland et Altman montre que seule la fenêtre ARW produit une répartition aléatoire des erreurs (figure 1). De plus, les résultats obtenus par ARW ne présentent aucune différence significative avec le contenu fréquentiel réel du signal théorique. A l'inverse, les VLF sont significativement sous-estimées avec HW et WM alors que les LF et HF sont surestimées.

Les résultats obtenus sur le signal réel sont similaires à ceux observés sur le signal théorique. Comparativement à la fenêtre ARW, les fenêtres HW et WM sous-estiment significativement les VLF et surestiment les LF et HF.

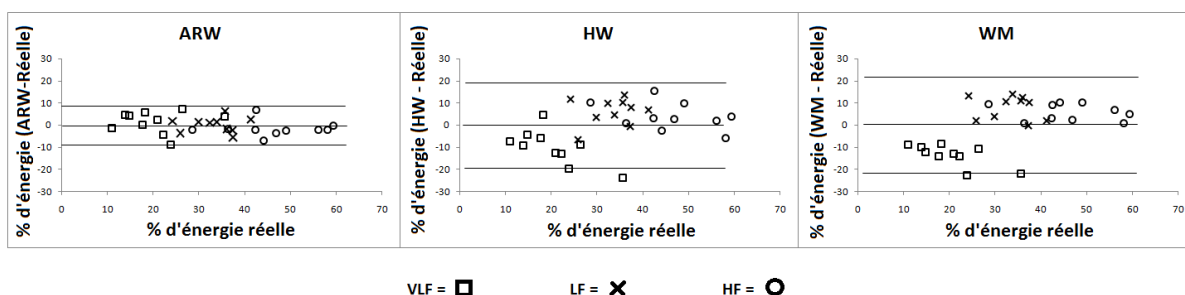


Figure 1. Représentation de Bland & Altman des erreurs introduites par chaque fenêtre

## DISCUSSION

Alors que de nombreuses analyses de VFC sont réalisées sur des signaux de 1 à 2 minutes (Togo & Takahashi, 2009), nos résultats montrent que, sur de si faibles durées, la fenêtre HW sous-estime toutes les fréquences comprises entre 0 et 0,08 Hz. Ainsi, le rapport LF/HF se retrouve considérablement affecté et ne représente pas fidèlement la balance sympatho-vagal. De plus, HW atténue énormément les fréquences présentes aux extrémités de la fenêtre ce qui reste problématique pour un signal de VFC non stationnaire. La fenêtre WM accentue encore plus ces défauts puisqu'elle est constituée de plusieurs fenêtres HW de très faibles durées. À l'inverse, la fenêtre ARW représente fidèlement le contenu fréquentiel des signaux de VFC théoriques avec une erreur moyenne de 3,42 % contre 8,05 % et 9,1 % pour HW et WM.

## CONCLUSION

L'utilisation des fenêtres HW et WM reste pleinement justifiée pour l'étude du contenu fréquentiel de signaux électroniques. À l'inverse, les caractéristiques temporelles et fréquentielles d'un signal de VFC de courte durée (<5min) nous amènent à recommander l'utilisation d'une fenêtre Rectangulaire Ajustée qui n'atténue aucune partie du signal tout en minimisant les effets de linkages.

## BIBLIOGRAPHIE

- Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F. A., Shannon, D. C., Berger, A. C., & Cohen, R. J. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 213(4504), 220-222.
- Task-Force. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*, 17(3), 354-381.
- Togo, F., & Takahashi, M. (2009). Heart rate variability in occupational health --a systematic review. *Ind Health*, 47(6), 589-602.



O7-Effet de l'âge et des conditions d'enregistrement sur le contrôle nerveux autonome cardiaque au repos

*François Cottin<sup>1</sup>, Claire Médigue<sup>2</sup>, Morgan Landrain<sup>1</sup> & Christophe Filliau<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Unité de Biologie Intégrative des Adaptations à l'Exercice (UBIAE), INSERM 902/EA 3872, Université d'Evry val d'Essonne

<sup>2</sup> Institut National pour la Recherche en Informatique et Automatique (INRIA), Rocquencourt [fcottin@univ-evry.fr](mailto:fcottin@univ-evry.fr)

L'objectif de cette étude est de comparer les paramètres classiques obtenus à partir de l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque (FC) dans trois situations expérimentales (la nuit, le jour en ventilation spontanée et imposée) et en fonction de l'âge afin de déterminer quelle situation privilégier dans ce type d'étude. 14 adultes, 8 adolescents et 11 enfants ont participé à cette étude. Quel que soit l'âge, les enregistrements nocturnes semblent procurer les données les plus stables au plan de la ventilation et de l'arythmie sinusale respiratoire (ASR). De plus, quelles que soient les conditions d'enregistrement, la fréquence respiratoire et la FC sont inversement proportionnelles à l'âge des sujets. Cependant, l'amplitude de l'ASR (reflétant le tonus vagal) est minimale chez les adultes au regard des adolescents et des enfants. La FC intrinsèque a probablement une importance majeure dans l'interprétation des composantes de la variabilité de la FC.

**Keywords:** Variabilité, fréquence cardiaque ; respiration ; système nerveux autonome ; âge

## INTRODUCTION

De nombreuses études ont utilisé la mesure de la fréquence cardiaque (FC) et l'analyse de sa variabilité afin de tester l'effet chronique de l'entraînement sportif (ou du réentraînement) sur la fonction cardiovasculaire. La fréquence cardiaque de repos des sportifs est enregistrée dans diverses conditions : diurne, allongé en respiration spontanée (Loimaala et al. 2000) ou à fréquence respiratoire imposée (De Meersman et al. 1992) ou nocturne (Pichot et al. 2002). Par ailleurs, certains ont montré que la fréquence respiratoire (FR) a une influence sur l'amplitude de l'arythmie sinusale respiratoire (Cottin et al. 1999). Enfin, l'âge des sujets influence également l'amplitude de l'arythmie sinusale respiratoire mais aussi le mode ventilatoire. L'objectif majeur de cette étude est de comparer les paramètres classiques obtenus à partir de l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque. Les enregistrements ont été effectués dans les trois situations expérimentales évoquées ci-dessus et sur trois types de sujets d'âges différents (adulte, adolescent, enfant) afin de déterminer quelle situation privilégier pour l'évaluation des effets de l'exercice chronique sur la fonction cardiovasculaire et son contrôle nerveux autonome au repos.

## METHODES

14 adultes (33 ± 12 ans, taille 172 ± 10 cm, masse 70 ± 12 kg), 8 adolescents (âge 15 ± 0.5 ans, taille 166 ± 7 cm, poids 55 ± 4 kg) et 11 enfants (âge 11 ± 0.7 ans, taille 143 ± 9 cm, poids 40 ± 5 kg) pré pubères ont participé à cette étude.

Les périodes RR successives ont été enregistrées dans différentes conditions :

- Pendant une nuit complète à l'aide d'un cardiofréquencemètre (Polar RS 800).
- Pendant la journée allongé en respiration spontanée et à respiration imposée par bio feedback audio : à 0.25 Hz pour les adultes et les adolescents et à 0.3 Hz pour les enfants.

Dix minutes d'enregistrement nocturne étaient extraites pendant les trois premières heures, à fréquence cardiaque minimale, suivant la période la plus stationnaire possible. Ces conditions permettaient de s'assurer de choisir une phase de sommeil profond (Brandenberger et al. 2005). La stationnarité était testée en prenant la période présentant l'arythmie sinusale respiratoire la plus stable, c'est-à-dire avec une valeur de puissance spectrale en haute fréquence normalisée (HFnu) la plus élevée. Le choix de la fréquence respiratoire imposée correspondait à la fréquence respiratoire moyenne nocturne calculée à partir de la variabilité de la fréquence cardiaque. Au cours des enregistrements diurne l'ECG des sujets était enregistré en continu pendant 10 minutes pour chaque condition. Les périodes RR successives étaient ensuite extraites à l'aide du logiciel Chart 7 (Adinstruments). Les séries de temps étaient ensuite analysées par transformées de Fourier à court terme (Matlab 2010, Mathworks



inc., Natick, MA, USA). Les paramètres recueillis à partir de cette méthode étaient ensuite moyennés sur les dix minutes d'enregistrement. Une analyse de variance à deux critères a ensuite été réalisée afin de comparer les paramètres mesurés en fonction des trois conditions de mesure (nocturne : N, diurne respiration spontanée : DS, diurne respiration imposée : DI) et des trois types de sujets (enfant : E, adolescent : Ado, adulte : A).

## RESULTATS

Les résultats principaux sont synthétisés dans les tableaux suivants :

Tableau 1. Effet de l'âge sur les paramètres cardiorespiratoires au repos

| Paramètres cardiorespiratoires | A         | Ado       | E         | p      |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Fréquence respiratoire (Hz)    | 0.23±0.03 | 0.28±0.06 | 0.33±0.08 | <0.001 |
| CV Fréquence respiratoire (%)  | 6.5±6.6   | 4.9±5.5   | 12.9±11.9 | <0.001 |
| Fréquence cardiaque (bpm)      | 62±12     | 73±16     | 87±15     | <0.001 |
| CV Fréquence cardiaque (%)     | 5.7±2.6   | 7.4±2.9   | 6.9±2.6   | 0.023  |
| HF-HRV (ms <sup>2</sup> )      | 1292±1941 | 3457±4406 | 2138±2775 | 0.019  |
| CV HF-HRV (%)                  | 26.3±12.8 | 27.7±15.5 | 38.2±29.7 | 0.025  |

Les données sont présentées en moyenne (écart type). Signification des acronymes : A = adultes ; Ado = adolescents ; E = enfants ; CV = coefficient de variation ; HF-HRV = puissance spectrale en haute fréquence.

Tableau 2. Effet des conditions d'enregistrement sur les paramètres cardiorespiratoires au repos

| Paramètres cardiorespiratoires | N         | DS        | DI        | p      |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Fréquence respiratoire (Hz)    | 0.25±0.04 | 0.32±0.11 | 0.26±0.03 | <0.001 |
| CV Fréquence respiratoire (%)  | 2.9±2.2   | 14.0±8.4  | 7.9±10.7  | <0.001 |
| Fréquence cardiaque (bpm)      | 62±10     | 80±19     | 78±17     | <0.001 |
| CV Fréquence cardiaque (%)     | 5.6±3.3   | 6.6±2.2   | 7.3±2.4   | 0.050  |
| HF-HRV (ms <sup>2</sup> )      | 2574±4455 | 1476±1876 | 2247±2169 | 0.172  |
| CV HF-HRV (%)                  | 21.9±10.8 | 36.8±15.2 | 33.0±29.8 | 0.005  |

Les données sont présentées en moyenne (écart type). Signification des acronymes : N = nocturne ; DS = diurne spontanée ; DI = diurne imposée ; CV : coefficient de variation ; HF-HRV : puissance spectrale en haute fréquence.

## DISCUSSION/CONCLUSION

La FC étant inférieure chez les adultes comparés aux adolescents et aux enfants, HF-HRV (reflétant le tonus vagal) devrait être plus élevée or on observe le résultat inverse. Cet effet contradictoire peut être expliqué si l'on admet que le tonus vagal est mieux corrélé à la différence entre la FC intrinsèque (fréquence de décharge des cellules du nœud sinusal) et la FC de repos plutôt qu'à la FC de repos seule. Cette étude montre l'importance de la prise en compte des conditions d'enregistrement et de l'âge dans les études utilisant la variabilité de la FC. Enfin, la FC intrinsèque a très probablement une importance majeure dans l'interprétation des composantes de la variabilité de la FC.

## BIBLIOGRAPHIE

- Brandenberger, G., Buchheit, M., Ehrhart, J., Simon, C., & Piquard, F. (2005). Is slow wave sleep an appropriate recording condition for heart rate variability analysis? *Auton Neurosci*, 31, 81-86.
- Cottin, F., Papelier, Y., & Escourrou, P. (1999). Effects of exercise load and breathing frequency on heart rate and blood pressure variability during dynamic exercise. *Int. J. Sports Med*, 20, 232-238.
- De Meersman, R. E. (1992). Respiratory sinus arrhythmia alteration following training in endurance athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 64, 434-436.
- Loimaala, A., Huikuri, H., Oja, P., Pasanen, M., & Vuori, I. Controlled 5-mo aerobic training improves heart rate but not heart rate variability or baroreflex sensitivity. (2000). *J Appl Physiol*, 89, 1825-1829.
- Pichot, V., Bourin, E., Roche, F., Garet, M., Gaspoz, J. M., Duverney, D., Antoniadis, A., Lacour, J. R., & Barthélémy, J. C. Quantification of cumulated physical fatigue at the workplace. (2002). *Pflugers Arch*, 445, 267-272.

O8-High intensity exercise training: effectiveness to restore (partially or totally) endothelial NO-dependent relaxation in STZ-diabetic rat aorta?

*Mohamed Sami Zguira<sup>1,2</sup>, Sophie Vincent<sup>1</sup>, Solène Le Douairon Lahaye<sup>1</sup>, Ludivine Malardé<sup>1</sup>,  
Hassane Zouhal<sup>1</sup>, Zouhair Tabka<sup>2</sup>, Bernard Saiag<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratory “Movement Sport and health Sciences”, UFR APS University of Rennes 2,  
Rennes, France

<sup>2</sup>Clinical Laboratory of Physiology, Medical School of Sousse, Sousse, Tunisia  
[Sophie.vincent@univ-rennes2.fr](mailto:Sophie.vincent@univ-rennes2.fr)

**Keywords:** endothelial dysfunction, vasodilatation, acetylcholine, ADPβS, diabetic rat

## **BACKGROUND**

Information about the effects of intense exercise training on diabetes-induced vascular dysfunctions is lacking. This study examined the effects of intense exercise training on vascular function especially focusing on the endothelium-dependent relaxation (EDR) induced by acetylcholine (ACh) and stable ADP adenosine-5'-O-(2-thiodiphosphate) (ADPβS) in streptozotocin (STZ)-diabetic rats.

## **METHODS**

Control or STZ induced-diabetic male Wistar rats (n=44) were randomly assigned to sedentary or trained groups. The reactivity of isolated thoracic aorta rings of healthy, diabetic and/or trained has been tested. The training program consists in a regular periods of running on a treadmill during 8 weeks (10° incline and up to 25m/min, 60min/day).

## **RESULTS**

EDR as induced by ACh and ADPβS was observed in phenylephrine (PE) pre-contracted vessels. An endothelium dysfunction in STZ-diabetic rats has been observed. ACh and ADPβS-induced EDR were significantly decreased in sedentary STZ-diabetic compared to sedentary control rats (p<0.05). High intensity training was not effective to enhance the ACh and ADPβS induced EDR in STZ-diabetic rats. N-Nitro-L-Arginine Methyl Ester (LNAME) inhibited the nitric oxide (NO) synthase (NOS) in diabetic and control rats, thereby resulting in a strong inhibition of the EDR induced by ACh. ADPβS (10<sup>-6</sup>M) induced relaxations in normal sedentary and STZ-diabetic rats also inhibited by LNAME.

## **CONCLUSION**

According to this study it can be concluded that high intensity training is ineffective to restoring either totally or partially the endothelial function in thoracic aorta of STZ-diabetic rats, thereby showing a lack of increasing for ACh and ADPβS induced endothelium NO-dependent relaxation.

O9-Effets d'un protocole novateur de réentraînement intermittent chez des patients insuffisants cardiaques.

*Freyssin C<sup>1,2</sup>, Prieur F<sup>3,4</sup>, Blanc P<sup>2</sup>, Benaich P<sup>2</sup>, Verkindt C<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Laboratoire DIMPS, EA4075, Université de la Réunion, France

<sup>2</sup> Centre de rééducation Sainte Clotilde, la Réunion, France

<sup>3</sup> Laboratoire AMAPP, EA 4248, Université d'Orléans, France

<sup>4</sup> Laboratoire CIAMS, Equipe RIME, EA 4532, Université Paris XI, France

[cfreyssin@gmail.com](mailto:cfreyssin@gmail.com)

L'objectif de cette étude est de comparer les effets d'un protocole innovant de réentraînement de type intermittent versus un protocole de réentraînement de type continu sur la capacité aérobie de patients insuffisants cardiaques. Les 26 patients inclus dans l'étude étaient tous engagés dans un programme de réadaptation cardiaque et présentaient des caractéristiques identiques au début de l'étude. Ce protocole novateur de réentraînement intermittent a permis d'améliorer de manière significativement plus importante les indicateurs physiologiques liés à la capacité aérobie ainsi que la capacité fonctionnelle évaluée par le TM6. Chez des patients insuffisants cardiaques, l'entraînement de type intermittent semble donc plus efficace que les protocoles classiques de type continu.

**Mots clés** : insuffisants cardiaques ; réadaptation ; efforts intermittents ; capacité aérobie

## INTRODUCTION

L'intérêt d'un programme d'activités physiques adaptées lors de la réadaptation cardiaque n'est plus à démontrer. L'exercice physique permet de réduire les symptômes de l'insuffisance cardiaque et les complications vasculaires qui l'accompagnent (Tabet, Meurin et al. 2009). Ces effets bénéfiques sont en outre accompagnés d'une amélioration de la capacité fonctionnelle générale et de la qualité de vie. Il n'existe néanmoins aucun consensus sur le type d'exercice (intermittent ou continu) qui permettrait d'obtenir un effet optimal chez des patients souffrant d'insuffisance cardiaque (Nilsson, Whestheim et al. 2008). L'objectif de cette étude était de comparer les effets d'un protocole innovant de réentraînement de type intermittent versus un protocole de réentraînement de type continu sur la capacité aérobie et la capacité fonctionnelle de patients insuffisants cardiaques.

## METHODE

L'étude incluait 26 patients ( $54 \pm 12$  ans) souffrant d'insuffisance cardiaque et qui ont suivi un programme de réadaptation cardiaque de 8 semaines. Tous les patients avaient une fraction d'éjection systolique  $< 40\%$  et prenaient le même traitement (béta-bloquants et diurétiques). Le programme de réadaptation comprenait 13H par semaine d'activité physique, dont 6H de réentraînement à l'effort, 4H de gymnastique et 3H de balnéothérapie. Deux protocoles de réentraînement ont été utilisés. 12 patients ont suivi un protocole de type intermittent sur ergocycle (GI) : 30 secondes d'exercice suivi de 60 secondes de repos (3 séries de 12 répétitions). L'intensité de l'exercice était de 50% de l'intensité max déterminée en début de programme par un « Steep ramp test » les 4 premières semaines, puis 80% de l'intensité max les 4 semaines suivantes. Les autres patients ont bénéficié d'un protocole de type continu sur ergocycle et tapis de marche (GC) : 5 minutes d'échauffement suivi de 45 minutes d'exercice continu au premier seuil ventilatoire. La capacité physique a été évaluée en début de programme (T1) et à la fin des 8 semaines (T2) par un test d'effort maximal sur tapis de marche avec mesure de  $VO_2$  et par un test de 6 minutes de marche (TM6).

## RESULTATS

Les paramètres physiologiques mesurés au début du programme ne présentaient aucune différence significative entre les deux groupes. A la fin du programme, le groupe GI présentait une augmentation du  $VO_2$  pic ( $p < 0,001$ ), de la durée d'exercice ( $p < 0,001$ ), du pouls d'oxygène à  $VO_2$  pic ( $p < 0,05$ ), du  $\dot{V}O_2$  au second seuil ventilatoire ( $p < 0,01$ ), du temps au deuxième seuil ventilatoire ( $p < 0,001$ ) et de la distance parcourue au TM6 ( $p < 0,001$ ). Le groupe GC n'avait augmenté que le temps au deuxième seuil ventilatoire ( $p < 0,01$ ) et la

distance parcourue au TM6 (p=0,05) mais dans des proportions significativement plus faibles. (Tableau 1)

**Tableau 1: Evolution de la capacité physique \* P<0.05; \*\* P<0.01 ; \*\*\* P<0.001**

|  | GI          |             |            | GC         |            |            |
|--|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
|  | T1          | T2          | différence | T1         | T2         | différence |
| VO <sub>2</sub> pic (ml/min/kg)                                    | 10.6 ± 4.1  | 10.8 ± 4.1  | 2%         | 10.7 ± 2.9 | 13.6 ± 3.2 | 27%***     |
| Durée de l'exercice (min)  | 3.48 ± 0.65 | 3.90 ± 0.59 | 12%        | 3.3 ± 1.2  | 4.9 ± 0.6  | 47%***     |
| Pouls d' O <sub>2</sub> (ml/battement)                             | 6.6 ± 3.3   | 6.3 ± 3.5   | -3%        | 6.2 ± 2.4  | 7.3 ± 2.1  | 18%*       |
| ṀO <sub>2</sub> au 2 <sup>ème</sup> seuil ventilatoire (ml/min/kg) | 7.3 ± 2.4   | 7.5 ± 3.4   | 2%         | 7.7 ± 2.3  | 9,4 ± 2,4  | 22%**      |
| Temps au 2 <sup>ème</sup> seuil ventilatoire (min)                 | 1.1 ± 0.5   | 1.6 ± 0.7   | 45%**      | 1.3 ± 2.0  | 2.7 ± 0.8  | 111%***    |
| Distance au TM6 (m)  | 423 ± 78    | 451 ± 72    | 6%*        | 423 ± 98   | 475 ± 52   | 12%***     |

## DISCUSSION

Les quelques études utilisant des protocoles de réentraînement intermittent en rééducation cardiaque rapportent une amélioration variable de la capacité aérobie (Cornish, Broadbent et al. 2011). Une seule étude s'est intéressée aux insuffisants cardiaques et montre des résultats similaires aux nôtres (Wisloff, Stoylen et al. 2007). Cependant ces protocoles utilisent des intensités moins élevées et s'étalent sur une période de rééducation allant de 10 à 52 semaines, temps incompatible avec les programmes de rééducation couramment utilisés en Europe. Les résultats de notre étude démontrent qu'un réentraînement basé sur des exercices intermittents courts (30 secondes) et d'intensité forte à supra-maximale (50 à 80% de l'intensité maximale déterminée lors d'un « Steep ramp test ») peut être très efficace pour l'amélioration de la capacité physique de patients insuffisants cardiaques en seulement 8 semaines. Un exercice d'endurance en continu semble en comparaison peu efficace.

## CONCLUSION

Chez des patients insuffisants cardiaques, un réentraînement de 8 semaines de type intermittent alternant des périodes d'exercice courtes à haute intensité et des périodes de repos complet, semble donc plus efficace que les protocoles classiques de type continu.

## REFERENCES

- Cornish, A.K., Broadbent S., and Cheema B.S. (2011). Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. *Eur J Appl Physiol*, 111:579-589.
- Nilsson, B.B., Westheim A., and Risberg M.A. (2008). Effects of group-based high-intensity aerobic interval training in patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol*, 102:1361-1365.
- Tabet, J.Y., Meurin P., Driss A.B., Weber H., Renaud N., et al. (2009). Benefits of exercise training in chronic heart failure. *Arch Cardiovasc Dis*, 102:721-730.
- Wisloff, U., Stoylen A., Loennechen J.P., Bruvold M., Rognum O., et al. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, 115:3086-3094.

O10-Effets de l'hydratation et de la privation d'eau sur les modifications hémorhéologiques après un match de football chez des sujets porteurs du trait drépanocytaire.

Diaw Mor<sup>1</sup>, Philippe Connes<sup>2-3</sup>, Saliou Diop<sup>4</sup>, Niama Diop Sall<sup>5</sup>, Freddy Yannick W Soubeiga<sup>4</sup> & Abdoulaye Samb<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire de Physiologie et Explorations fonctionnelles, FMPOS, UCAD, Dakar ; <sup>2</sup>UMR Inserm 763, Université des Antilles et de la Guyane, Pointe-à Pitre, Guadeloupe ;

<sup>3</sup>Laboratoire ACTES, Département de physiologie Université des Antilles et de la Guyane, Pointe-à Pitre, Guadeloupe ; <sup>4</sup>Laboratoire d'hémo-immunologie, FMPOS, UCAD, Dakar ;

<sup>5</sup>Laboratoire de biochimie et de biologie moléculaire, FMPOS, UCAD, Dakar.

[romdiaw2010@yahoo.fr](mailto:romdiaw2010@yahoo.fr)

La présente étude a montré que la privation d'eau au cours d'un match de football conduisait à une augmentation très importante de la viscosité sanguine après les matchs de football chez des sportifs porteurs du trait drépanocytaire. Les accidents micro-vasculaires rapportés au cours d'un effort chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire en climat tropical pourraient être liés en grande partie à cette hyperviscosité sanguine post-exercice. Cependant une hydratation ad libitum permet de limiter significativement cette augmentation de la viscosité sanguine en la maintenant à des valeurs égales à celles de sportifs sans hémoglobinopathies. Par conséquent l'hydratation ad libitum réduit le risque des accidents micro-vasculaires post-exercice chez les porteurs du trait drépanocytaire.

**Mots clés :** Trait drépanocytaire- exercice -viscosité sanguine - hydratation

## CONTEXTE ET OBJECTIF

La pratique d'exercice physique chez les porteurs du trait drépanocytaire est associée à des modifications hémorhéologiques importantes pendant et après l'exercice physique qui pourraient être à l'origine d'un certain nombre de complications médicales rapportées dans cette population (1). Néanmoins, il semblerait qu'un certain nombre de ces anomalies puissent être normalisées lorsque ces sujets s'hydratent correctement (2). Le but de notre étude a donc été d'évaluer l'effet de l'hydratation et de la privation d'eau sur les changements hémorhéologiques induits par la réalisation d'un match de football chez des sportifs porteurs du trait drépanocytaire et des sportifs sans hémoglobinopathie.

## METHODOLOGIE

L'étude s'est déroulée au mois de février au stade Iba Mar Diop de Dakar. Vingt deux étudiants de l'Institut National Supérieur de l'Éducation Populaire et du Sport (INSEPS), de sexe masculin, de race noire, âgés de  $25 \pm 2,16$  ans, pesant  $65 \pm 5,45$  kg pour une taille de  $1,75 \pm 0,08$  m, ont participé à la présente étude après avoir signé un consentement éclairé, (Onze) sujets étaient de génotype AA (groupe contrôle ; AA) et 11 sujets étaient de génotype AS (sujets porteurs du trait drépanocytaire), sujets expérimentaux (AS). Une électrophorèse de l'hémoglobine a permis de retrouver la présence de l'hémoglobine anormale HbS des AS. Ils ont ensuite été répartis de façon randomisée en deux équipes : une équipe A de 11 joueurs constituée de 6 sujets AA dont le gardien de but et 5 sujets AS, et une équipe B de 11 joueurs, comprenant 6 AS dont le gardien de but et 5 AA. Les deux équipes se sont affrontées lors des deux matchs de football à deux semaines d'intervalle et dans des conditions environnementales comparables (température :  $24,5 - 25^{\circ}\text{C}$  ; hygrométrie :  $65 - 68\%$ ). Lors du premier match, seuls les joueurs de l'équipe A pouvaient boire de l'eau minérale sans restriction (condition hydraté H) 1h avant et durant le match (6AAH+5ASH). En revanche les joueurs de l'équipe B n'étaient pas autorisés à boire 1h avant et pendant le match (condition déshydraté D ; 5AAD+6ASD). Les conditions d'hydratation étaient inversées : le deuxième match et les joueurs de l'équipe A étaient privés d'eau (6AAD+5ASD) alors que ceux de l'équipe B pouvaient boire de l'eau minérale *ad libitum* (5AAH+6ASH). Des prélèvements sanguins pour la mesure de la viscosité sanguine (grâce au viscosimètre cône-plan Brookfield Pro DV II+ vitesse de  $225\text{s}^{-1}$ ) et de l'hématocrite ont été effectués juste avant et immédiatement après la fin des matchs de football. Les moyennes et les écart-types ont été calculés. L'analyse des

variances (ANOVA) à 2 voies pour mesures répétées a été réalisée pour comparer les moyennes. Le seuil de significativité  $P < 0.05$ .

## RESULTATS

- **Hématocrite** : Aucune différence n'a été observée entre les groupes au repos, quelque soit la condition (H ou D). Et à la fin des matchs de football, il n'y a pas d'augmentation significative au dessus des valeurs de repos chez les ASH et les AAH. En revanche, en situation D, l'hématocrite a augmenté significativement dans les groupes ASD et AAD.

- **Viscosité sanguine** : Au repos, la viscosité sanguine des AA est plus faible que celle des AS, quelque soit la condition H ou D. A la fin du match de football, la viscosité sanguine des AA était plus élevée qu'au repos, et ce, quelque soit la condition. La viscosité sanguine des AS a augmenté de manière significative au dessus des valeurs de repos mais uniquement en condition de déshydratation. Ainsi, à la fin du match de football, le groupe ASD avait des valeurs plus élevées que les groupes AAH, AAD et ASH. En revanche, la viscosité sanguine du groupe AS a diminué significativement en dessous des valeurs de repos en condition hydratée (ASH) et ce, jusqu'à atteindre les mêmes valeurs que le groupe AA (dans les deux conditions) à la fin du match (figure 1).

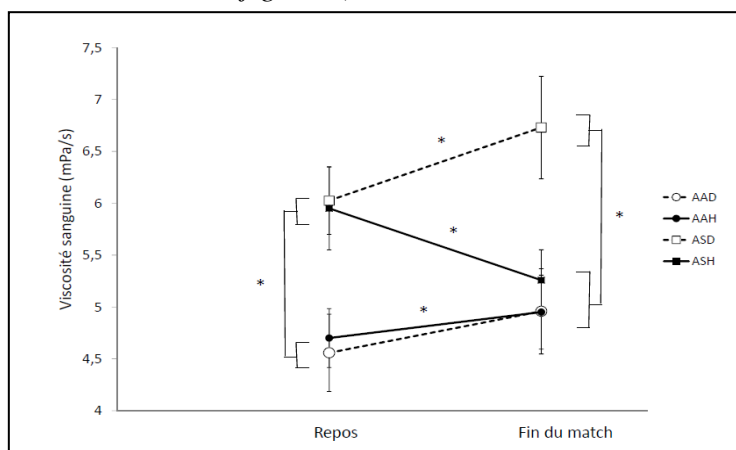


Figure 1 : Evolution de la viscosité sanguine des AA et des AS pendant et après les matchs de football dans les deux conditions (hydratation et déshydratation)

**CONCLUSION:** L'hyperviscosité sanguine post exercice pourrait être impliquée dans la survenue des accidents occlusifs pendant la récupération chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire. Cette étude sur le terrain montre que l'hydratation corrige l'hyperviscosité sanguine des sujets porteurs du trait drépanocytaire, et confirme à nos résultats précédents obtenus en laboratoire (2). Une hydratation adéquate est fortement recommandée chez les sujets porteurs du trait drépanocytaire pendant et après un exercice physique.

## REFERENCES:

Connes, P., Hue, O., Tripette, J. & Hardy- Dessources, M.D. (2008). Blood rheology abnormalities and vascular cell adhesion mechanisms in sickle cell trait during exercise. *Clinical Hemorheology and Microcirculation* 39: 179-184.

Tripette, J., Loko, G., Samb, A., Gogh, B.D., Sewade, E., Seck, D., Hue, O., Romana, M., Diop S., Diaw, M., Brudey, K., Bogui, P., Cissé, F., Hardy-Dessources, M.D. & Connes, P. (2010). Effects of hydration and dehydration on blood rheology in sickle cell trait carriers during exercise. *American journal of Physiology (Heart and circulatory Physiology)* 299: 908-914.



## *Outils de mesure et performance motrice*

O11-La méthode de calcul des données GPS utilisées pour estimer les distances et les vitesses de course influence la précision de l'estimation

*Bénédicte Noury-Desvaux<sup>1,2</sup>, Maxime Baudry<sup>1</sup>, François Brosset<sup>1</sup>, Alexis Le Faucheur<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> IFEPSA - Institut de Formation en Éducation Physique et en Sport d'Angers, UCO. France.

<sup>2</sup> BNMI. CNRS UMR6214; Inserm, U771. Faculté de Médecine. Angers. France.

[bnoury@uco.fr](mailto:bnoury@uco.fr)

L'objectif était de déterminer si la précision de la mesure GPS est influencée par la méthode de calcul des données GPS utilisées pour estimer les distances et les vitesses de course. Vingt sujets sportifs, équipés d'un récepteur/enregistreur GPS (1 hertz), ont effectué des courses sur sept distances linéaires (10, 20, 30, 40, 60, 80 et 100 mètres) et à quatre allures différentes. Les vitesses et distances réelles ont été comparées aux valeurs calculées à partir des données GPS. Pour calculer ces valeurs, quatre méthodes de calcul des données GPS ont été testées. Chaque méthode utilisait différemment les vitesses GPS enregistrées pour estimer les vitesses et distances GPS. Nos résultats montrent que la meilleure méthode de calcul est celle qui consiste volontairement à ne pas prendre la première valeur de course et à intégrer la première valeur de récupération.

**Keywords :** activité physique, sport, mesure objective, méthodologie de traitement du signal.

### **INTRODUCTION**

L'utilisation de la technique de Géopositionnement Satelitaire (GPS) pour évaluer la locomotion humaine et l'activité physique a connu un essor important ces dix dernières années (Maddison & Ni Mhurchu, 2009). Dans un contexte sportif, plusieurs études se sont intéressées à la précision de différents récepteurs GPS pour mesurer les vitesses et les distances parcourues au cours de déplacements spécifiques aux sports collectifs (Coutts & Duffield, 2010; Gray et al., 2010; Portas et al., 2010). Dans toutes ces études, pour juger de la précision d'un récepteur GPS, par exemple pour estimer des vitesses de courses, les vitesses données par le GPS sont comparées aux vitesses réelles. Ces vitesses réelles sont mesurées la plupart du temps par cellules photoélectriques. Cependant, contrairement aux GPS qui donnent des valeurs instantanées sur toute la durée de la course, la valeur de vitesse réelle est une valeur de vitesse moyenne dérivée du temps chronométré par les cellules photoélectriques. Par conséquent, les valeurs de vitesses GPS sur toute la durée de la course doivent être moyennées pour être comparées à la valeur de vitesse réelle. Si cette procédure de moyennage des valeurs GPS semble simple pour des distances longues et/ou des vitesses de courses faibles, en revanche lorsque les distances à parcourir sont courtes avec une vitesse élevée (comme c'est le cas en sports collectifs), cette procédure est compliquée par le fait qu'il peut subsister un décalage temporel entre le début d'une course à intensité élevée et la fréquence d'échantillonnage du GPS. Il en résulte que des valeurs de début de sprint et de vitesses faibles sont incorporées dans le calcul avec comme risque de fausser le résultat. L'objectif de cette étude était de donc déterminer si la précision de la mesure GPS ne pouvait pas être influencée par la méthode de calcul des données GPS utilisées pour estimer les distances et les vitesses de course.

### **MATÉRIELS ET MÉTHODES**

20 sujets sportifs (24±6 ans, 72±7 kg, 179±5 cm) ont effectué dans un ordre aléatoire des courses linéaires sur sept distances différentes (10, 20, 30, 40, 60, 80 et 100 mètres) et à quatre allures différentes (de footing à sprint). Chaque sujet était muni d'un sac à dos sur lequel était fixé un GPS (le DG100, GlobalSat®, 1 hertz, fonction EGNOS). Les distances réelles à parcourir étaient mesurées à l'aide d'un odomètre. Les vitesses réelles étaient mesurées par cellules photoélectriques (Microgate, Polifemo radio). Lors du traitement des données, quatre méthodes de moyennage des données GPS ont été testées (tableau 1). Sur la base du tableau 1, à titre d'exemple, pour un sprint de 5 secondes la méthode 1 consistait à moyennner les cinq valeurs de vitesse GPS sur la durée correspondante. Concernant l'étude de la distance mesurée par GPS, chaque valeur de vitesse GPS était convertie en distance parcourue puis, pour chaque course, la somme des distances était effectuée afin d'obtenir une distance GPS parcourue sur toute la durée du sprint. Les valeurs de vitesses et distances GPS étaient ensuite comparées aux vitesses et distances réelles. La précision de chaque méthode a été évaluée en calculant le coefficient de variation (CV, intervalles de confiance à 95%) selon la méthode de Hopkins. La comparaison des CV était effectuée en calculant, pour chaque paire de comparaison des

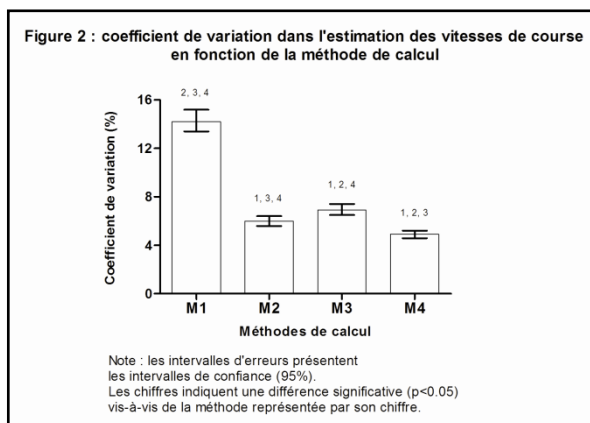
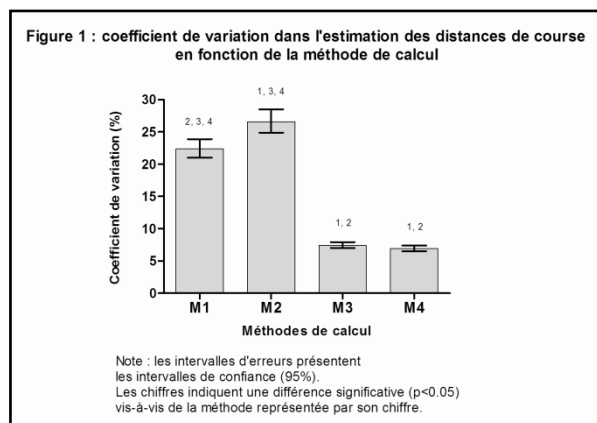
méthodes de calcul, le rapport de la variance la plus grande sur la variance la plus petite. La valeur  $P$  était ensuite calculée suivant la distribution de Fisher avec ajustement de la valeur  $P$  pour chaque comparaison par paire.

Tableau 1 : Descriptif des 4 méthodes de calcul utilisées pour moyenner les valeurs de vitesses GPS (un sprint d'une durée réelle de 5 secondes est ici présenté en exemple).

|           |           | SPRINT |       |       |       |       |       |       |  |  |
|-----------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
|           |           |        | 1 s   | 2 s   | 3 s   | 4 s   | 5 s   |       |  |  |
| Méthode 1 | 0.10 0.30 | 3.00   | 11.70 | 20.39 | 24.90 | 22.50 | 19.89 | 16.60 |  |  |
| Méthode 2 | 0.10 0.30 | 3.00   | 11.70 | 20.39 | 24.90 | 22.50 | 19.89 | 16.60 |  |  |
| Méthode 3 | 0.10 0.30 | 3.00   | 11.70 | 20.39 | 24.90 | 22.50 | 19.89 | 16.60 |  |  |
| Méthode 4 | 0.10 0.30 | 3.00   | 11.70 | 20.39 | 24.90 | 22.50 | 19.89 | 16.60 |  |  |

## RÉSULTATS

Les figures 1 et 2 présentent les CV (95% IC) dans l'estimation des vitesses et des distances en fonction de la méthode de calcul utilisée. Les méthodes 3 et 4 offrent les meilleures précisions avec un avantage pour la méthode 4 pour l'estimation des vitesses de courses.



## DISCUSSION

La plupart des études disponibles montrent que la précision du GPS est fonction de la vitesse de course, de la distance parcourue, du caractère linéaire ou non linéaire des déplacements ou encore de la fréquence d'échantillonnage des récepteurs utilisés, à savoir 1 Hz ou 5 Hz (Coutts & Duffield, 2010; Gray et al., 2010; Portas et al., 2010). Notre étude montre que la méthode de calcul peut aussi influencer la précision de la mesure. Cependant, à notre connaissance la méthode de calcul utilisée n'est jamais précisée dans les études disponibles.

## BIBLIOGRAPHIE

- Maddison R, Ni Mhurcu C. (2009). Global positioning system: a new opportunity in physical activity measurement. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 4, 6-73.
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 133-135.
- Gray, A. J., Jenkins, D., Andrews, M. H., Taaffe, D. R., & Glover, M. L. (2010). Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. *Journal of Sports Sciences*, 1-7.
- Portas, M. D., Harley, J. A., Barnes, C.A., & Rush, C. J. (2010). The validity and reliability of 1-Hz and 5-Hz global positioning systems for linear, multidirectional, and soccer-specific activities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 448-458.



O12-Validité et reproductibilité d'un récepteur/enregistreur GPS à faible coût pour étudier la marche en extérieur en vue d'études cliniques

Alexis Le Faucheur<sup>1,2</sup>, Pierre Abraham<sup>2,3</sup>, Guillaume Mahe<sup>2,3</sup>, Thomas Sauvaget<sup>1,3</sup>,  
Georges Leftheriotis<sup>2,3</sup>, Bénédicte Noury-Desvaux<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> IFEPSA - Institut de Formation en Éducation Physique et en Sport d'Angers, UCO. France.

<sup>2</sup> BNMI. CNRS UMR6214; Inserm, U771. Faculté de Médecine. Angers. France.

<sup>3</sup> Laboratoire d'Explorations Fonctionnelles Vasculaires et d'Efforts. CHU Angers. France.

[alexislefaucheur@hotmail.com](mailto:alexislefaucheur@hotmail.com)

La validité, la reproductibilité et la variabilité inter-appareil d'un récepteur/enregistreur GPS (DG100, GlobalSat®) ont été étudiées chez des sujets sains à partir de quatre expérimentations basées sur la réalisation de protocoles de marche imposés. Nos résultats indiquent que : i) le DG100 offre une performance de détection des périodes de marche et d'arrêts de l'ordre de 92% [95% IC : 90.6-94.3]; ii) Le coefficient de variation (CV) dans la précision de l'estimation des distances et vitesses de marche est de 3.1% [2.9-3.3] et 2.8% [2.6-3.1], respectivement; Le CV pour la reproductibilité de l'estimation des distances de marche est de 2.8 % [2.5-3.2]; La variabilité entre quatre DG100 dans la précision de l'estimation des distances et vitesses de marche n'excède pas 1%. Le DG100 semble fiable en vue d'études cliniques multicentriques.

**Keywords :** Géo-Positionnement Satellitaire, activité physique, capacité de marche, méthodes de mesure ambulatoire.

## INTRODUCTION

Le Géo-Positionnement Satellitaire (GPS) est une technique émergente dans la mesure de l'activité physique (Maddison & Ni Mhurchu, 2009) et des limitations fonctionnelles à la marche dans un contexte clinique (Créange et al., 2007; Le Faucheur et al., 2008, 2010; Yair et al., 2010). La plupart des GPS utilisés jusqu'à présent dans un contexte clinique sont des outils trop complexes d'utilisation pour des personnes inexpérimentées (patients âgés), ce qui confine leur utilisation dans un seul contexte de recherche. De nouveaux récepteurs/enregistreurs GPS à très bas coût (<80€), de type "Data Logger", et d'utilisation très facile, sont maintenant disponibles sur le marché. La fiabilité de ces appareils pour étudier spécifiquement la marche en extérieur chez des sujets présentant des limitations à la marche est inconnue. L'objectif de cette étude était de déterminer la validité, la reproductibilité et la variabilité inter-appareil d'un récepteur/enregistreur GPS (le DG100, GlobalSat®) chez des sujets sains. La méthodologie de cette étude a été construite sur la base de nos précédents travaux et avec comme objectif final l'utilisation de la technique GPS dans le cadre d'études cliniques multicentriques destinées à évaluer la capacité de marche de patients atteints d'Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs ou AOMI (Le Faucheur et al., 2007, 2008, 2010).

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

Quatre expérimentations ont été réalisées chez des sujets sains. Chaque expérimentation était basée sur la réalisation de protocoles de marche imposés (PMI). Pour toutes les expérimentations, le GPS DG100 (GlobalSat Technology Corp., Taiwan) intégrant la fonction EGNOS était utilisé. Le (ou les) DG100 était placé dans un sac à dos avec l'antenne externe positionnée à l'extérieur. Le DG100 était réglé à une fréquence d'échantillonnage de 0.5 Hertz. **Expérimentation (Exp-) 1.** L'objectif était de déterminer la précision du DG100 dans la détection de périodes de marche et d'arrêt simulés. 15 sujets sains (24±7 ans, 171±7 cm et 65±5 kg) ont participé à cette expérimentation. Il s'agissait pour les sujets de réaliser un PMI soit à allure de marche spontanée, soit à allure de marche volontairement lente. Chaque PMI comprenait 21 périodes de marche et 20 périodes d'arrêts de durées aléatoirement réparties et égales à 6, 8, 10, 12, 14, 16, 30, 60, 120, 240, 480 & 960 secondes. Dix PMI différents ont ainsi été créés et enregistrés sur lecteur MP3. Un total de 20 PMI a été réalisé pour cette première expérimentation, 10 en marche à allure spontanée, 10 en marche à allure lente. Les sujets réalisaient chaque PMI dans un parc public en suivant scrupuleusement les indications de marches et d'arrêts enregistrées sur le lecteur MP3. **Exp-2.** Il s'agissait d'étudier la

précision du DG100 dans l'estimation des distances et des vitesses de marche. Dix sujets sains ( $32\pm 5$  ans,  $173\pm 8$  cm et  $67\pm 9$  kg) ont réalisé sur une piste d'athlétisme un PMI qui consistait ici à effectuer deux séries de huit distances de marche de 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 et 400 mètres aléatoirement réparties pour chaque PMI (différent pour chaque sujet). La première série était réalisée à allure de marche spontanée et la deuxième série à allure de marche lente. **Exp-3.** L'objectif était d'étudier la reproductibilité du DG100 dans l'estimation des distances de marche. Pour ce faire, les dix sujets de l'expérimentation 2 ont effectué le même PMI un autre jour en suivant strictement la même procédure. **Exp-4.** L'objectif était de déterminer la variabilité inter-appareils de quatre DG100. En suivant strictement la procédure décrite dans l'expérimentation 2, 10 sujets sains ( $21\pm 3$  ans,  $174\pm 3$  cm et  $68\pm 3$  kg) ont réalisé dix autres PMI sur la piste.

## RÉSULTATS

**Exp-1.** La performance du DG100 dans la détection des périodes de marche et d'arrêts était de 92% [95% CI: 90.6-94.3]. **Exp-2.** Le coefficient de variation (CV) dans la précision de l'estimation des distances et vitesses de marche était de 3.1% [2.9-3.3] et 2.8% [2.6-3.1], respectivement. **Exp-3.** Le CV pour la reproductibilité de la précision de l'estimation des distances de marche était de 2.8 % [2.5-3.2]. **Exp-4.** La variabilité inter appareils dans la précision de l'estimation des distances et vitesses de marche n'excédait pas 1%.

## DISCUSSION

Sur la base des études disponibles concernant la précision de récepteurs GPS dans l'étude de la marche en extérieur, le DG100 offre une précision très satisfaisante en vue d'une utilisation clinique pour évaluer la capacité de marche. Un point important est la variabilité inter-appareil très faible du DG100 ce qui autorise l'utilisation de plusieurs appareils dans le cadre d'une étude clinique multicentrique et la comparaison des données entre les sujets. La technique GPS est une technique originale et nouvelle pour étudier la capacité de marche de patients atteints de limitations fonctionnelles (Créange et al., 2007; Le Faucheur et al., 2008, 2010; Yair et al., 2010). D'autres applications de la technique GPS sont envisageables pour étudier les limitations fonctionnelles dans d'autres maladies chroniques (ex: BPCO).

## BIBLIOGRAPHIE

- Maddison, R., & Ni Mhurchu, C. (2009). Global positioning system: a new opportunity in physical activity measurement. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4, 66-73.
- Créange A, Serre I, Levasseur M, Audry D, Nineb A, Boërio D, (2007). Réseau SINDEFI-SEP. Walking capacities in multiple sclerosis measured by global positioning system odometer. *Multiple Sclerosis*, 13, 220-223.
- Le Faucheur A, Abraham P, Jaquinandi V, Bouyé P, Saumet JL, Noury-Desvaux B. (2007) Study of human outdoor walking with a low-cost GPS and simple spreadsheet analysis. *Med Sci Sports Exerc.*, 39, 1570-1578. Erratum in: *Med Sci Sports Exerc.* 2008, 40, 1191.
- Le Faucheur, A., Abraham, P., Jaquinandi, V., Bouyé, P., Saumet, J.L., Noury-Desvaux, B. (2008). Measurement of walking distance and speed in patients with peripheral arterial disease: a novel method using a global positioning system. *Circulation*, 119, 897-904.
- Le Faucheur, A., Noury-Desvaux, B., Mahé, G., Sauvaget, T., Saumet, J.L., Leftheriotis, G., Abraham, P. (2010). Variability and short-term determinants of walking capacity in patients with intermittent claudication. *Journal of Vascular Surgery*, 51, 886-92.
- Yair, B., Noam, S., Meir, L., Gail, A., Amit, B., Michal, I., Vaccaro, A.R., Leon, K. (2010). Assessing the Outcomes of Spine Surgery Using Global Positioning Systems. *Spine (Phila Pa 1976)*. 15, 263-267.

O13-Validation d'un GPS à faible coût dans la mesure des déplacements spécifiques aux sports collectifs

Maxime Baudry<sup>1</sup>, Alexis Le Faucheur<sup>1,2</sup>, Bénédicte Noury-Desvaux<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> IFEPSA - Institut de Formation en Éducation Physique et en Sport d'Angers, UCO. France.

<sup>2</sup> BNMI. CNRS UMR6214; Inserm, U771. Faculté de Médecine. Angers. France.

[maxime.baudry@gmx.fr](mailto:maxime.baudry@gmx.fr)

Le but de cette étude était de valider un récepteur/enregistreur GPS à bas coût (et donc accessible pour les entraîneurs) dans la mesure des déplacements spécifiques aux sports collectifs. Le GPS utilisé était le DG100 (GlobalSat®). Deux sujets sportifs, équipés du DG100, ont réalisé chacun 30 tours d'un circuit représentatif des efforts effectués en sports collectifs et d'une distance totale de 140 mètres. L'erreur typique de mesure (ETM, 95% CI) et le coefficient de variation (CV, 95% CI) dans la précision de la mesure étaient respectivement de 3,5 m [3.0-4.3] et 2,6 % [2.2-3.2] pour l'estimation de la distance. Pour l'estimation de la vitesse, L'ETM et le CV s'élevaient respectivement à 0,2 km.h<sup>-1</sup> [0,2-0,3] et 2,6 % [2.1-3.6]. Le DG100 est suffisamment précis pour estimer par exemple la distance totale parcourue au cours d'un match en extérieur de sports collectifs.

**Keywords :** analyse de tâche, systèmes d'enregistrement et d'analyse, distance, vitesse.

## INTRODUCTION

Quantifier précisément la charge externe de travail de joueurs en sports collectif, pendant l'entraînement ou le match, fournit des informations précieuses aux entraîneurs. Ces informations peuvent être utilisées pour mieux comprendre les sollicitations induites par la compétition et ensuite développer des programmes d'entraînement spécifiques et plus adaptés (Jennings et al., 2010). Dans l'analyse de la performance sportive en sports collectifs, de nombreuses technologies sont utilisées pour enregistrer la position et/ou les déplacements des joueurs : système de notations manuelles, enregistrement vidéo informatisé ou non informatisé, accéléromètre, Géo-Positionnement Satellitaire (GPS) (Frencken et al., 2010). Le GPS est une technologie relativement récente mais un nombre important de travaux utilisant le GPS pour quantifier la charge externe de travail en sports collectifs a été publié ces cinq dernières années (Coutts & Duffield, 2010; Jennings et al., 2010; Frencken et al., 2010; MacLeod et al., 2009; Portas et al., 2010). Bien que le prix de la technologie GPS ait considérablement diminué en dix ans, le prix des récepteurs utilisés dans ces études restent assez élevé, ce qui ne rend pas la technique accessible à tous les entraîneurs. De nouveaux récepteurs GPS de type « *Data Logger/receiver* » sont maintenant disponibles sur le marché à moins de 80€. La précision de ces systèmes pour évaluer la charge externe en sports collectifs (par exemple la distance totale parcourue) est cependant mal connue. Il serait par ailleurs insatisfaisant de vouloir déduire la précision de ces récepteurs à bas coût sur la base des résultats rapportés dans les études qui ont utilisées des récepteurs plus coûteux, bien que basés sur la même technologie GPS. En effet, la plupart de ces récepteurs GPS intègrent un ou plusieurs accéléromètres qui vont corriger les valeurs de vitesse GPS. Il est alors difficile d'estimer la précision du seul capteur GPS. Le but de cette étude était donc de valider un récepteur/enregistreur GPS à bas coût dans la mesure des déplacements spécifiques aux sports collectifs.

## MATERIELS ET METHODES

2 sujets sportifs (21 et 24 ans; 74 et 81 kg; 184 et 186 cm) étaient équipés du GPS DG100 intégrant la fonction EGNOS (GlobalSat Technology Corp., Taiwan, ~65€). Au total, trois DG100 ont été utilisés alternativement pour prendre en compte l'effet possible de la variabilité inter-appareils. Les DG100 étaient réglés au préalable à 1 hertz. Le DG100 utilisé était ensuite placé dans un petit sac à dos avec son antenne externe disposée à l'extérieur du sac à dos. Les deux sujets ont réalisé chacun 30 tours d'un circuit (soit 60 tours au total) représentatif des efforts en sports collectifs (circuit modifié de Bishop in Coutts & Duffield, 2010). Le parcours a été tracé à l'aide d'un odomètre avec une ligne centrale blanche tracée au plâtre et que les deux sujets devaient suivre lors de la réalisation du circuit. Au cours de 30 tours, la vitesse moyenne sur l'ensemble du circuit a été mesurée par cellules photoélectriques

(Microgate, Polifemo radio). Suite aux expérimentations, les données étaient téléchargées avec un logiciel spécifique (Data Logger PC Utility, GlobalSat Technology Corp.). Chaque seconde, les vitesses de déplacement sont automatiquement calculées par le GPS. Une moyenne de la vitesse sur l'ensemble du parcours a ensuite été réalisée. Les distances GPS correspondantes ont été recalculées dans un tableur Excel à partir de la vitesse GPS et de l'échantillonnage réel. Concernant l'analyse statistique, les valeurs de distances et vitesses GPS ont été comparées aux valeurs de distances et de vitesses réelles en effectuant un test t pour échantillons appariés (SPSS, 17.0). L'erreur typique de mesure (ETM) et le coefficient de variation (CV) dans la précision de la mesure ont aussi été calculés selon la méthode de Hopkins modifiée. Pour l'ETM et le CV, l'intervalle de confiance à 95% [CI 95%] est précisé.

## RESULTATS

**Distance de course.** Pour une distance réelle de 140 m, la distance mesurée par le GPS sur l'ensemble des 60 tours était de  $136 \pm 3,5$  mètres avec une différence significative par rapport à la distance réelle ( $p < 0.001$ ). L'ETM et le CV étaient respectivement de 3,5 m [3.0-4.3] et 2,6 % [2.2-3.2]. **Vitesse de course.** Sur les 30 tours où la vitesse réelle était mesurée, cette dernière sur l'ensemble du parcours était en moyenne de  $8,9 \pm 0,3$  km.h<sup>-1</sup>. La vitesse mesurée par GPS était de  $8,7 \pm 0,3$  km.h<sup>-1</sup> ( $p < 0.001$ ). L'ETM et le CV étaient respectivement de 0,2 km.h<sup>-1</sup> [0,2-0,3] et 2,6 % [2.1-3.6].

## DISCUSSION

Les études comparables et disponibles qui ont utilisé des systèmes GPS spécifiques (et plus coûteux) rapportent des CV entre 0,7 et 7.2 % dans l'estimation des distances totales parcourues (Coutts & Duffield, 2010; Jennings et al., 2010; Frencken et al., 2010; MacLeod et al., 2009; Portas et al., 2010). Le DG100 semble donc être un outil suffisamment précis pour estimer la distance totale parcourue ou la vitesse moyenne de déplacement aux cours d'actions spécifiques aux sports collectifs. Il faudra cependant déterminer la précision du DG100 ou d'un autre récepteur à bas coût dans l'estimation spécifique des distances et des vitesses courtes effectuées à hautes et très hautes intensités.

## BIBLIOGRAPHIE

- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). *Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports*. Journal of Science and Medicine in Sport, 13, pp.133-135.
- Frencken, W. G. P., Lemmink, K. A. P. M. & Delleman, N. J. (2010). *Soccer-specific accuracy and validity of the local position measurement (LPM) system*. Journal of Science and Medicine in Sport, 13, pp.641-645.
- Jennings, D., Cormack, S., Coutts, A. J., Boyd, L. & Aughey, R. J. (2010). *The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 5, pp.328-341.
- MacLeod, H., Morris, J., Nevill, A., & Sunderland, C. (2009). *The validity of a non differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey*. Journal of Sports Sciences, 27 : 2, pp.121-128.
- Portas, M. D., Harley, J. A., Barnes, C.A., & Rush, C. J. (2010). *The validity and reliability of 1-Hz and 5-Hz global positioning systems for linear, multidirectional, and soccer-specific activities*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 5 (4), pp.448-458.
- Townshend, A. D., Worringham, C. J., & Stewart, I. B. (2008). *Assessment of speed and position during human locomotion using non differential GPS*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 40, pp. 124–132.

O14-Comparaison de deux générations d'accéléromètre ActiGraph dans l'évaluation de l'activité physique quotidienne.

*J. Vanhelst<sup>1,2</sup>, J. Mikulovic<sup>2</sup>, G. Bui-Xuan<sup>3</sup>, O. Dieu<sup>2</sup>, T. Blondeau<sup>2</sup>, L. Béghin<sup>1,4</sup>*

<sup>1</sup> CIC-9301-CH&U-Inserm de Lille, Lille, France

<sup>2</sup> EA 4110, Laboratoire R.E.L.A.C.S, Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque, France

<sup>3</sup> EA 4110, Université d'Artois, France

<sup>4</sup> Inserm U995, Faculté de médecine, Université Lille 2 Droit et Santé et IMPRT, Lille, France

[jeremy.vanhelst@hotmail.fr](mailto:jeremy.vanhelst@hotmail.fr)

L'objectif de cette étude est de comparer les données obtenues par deux modèles d'accéléromètres ActiGraph (GT1M et GT3X). Vingt-cinq adultes ont porté simultanément ces deux accéléromètres pendant 24 heures. L'analyse des données a été réalisée par un test ANOVA et par la méthode de Bland & Altman. Le test ANOVA n'a montré aucune différence significative pour toutes les intensités. La méthode de Bland & Altman a montré également un bon agrément entre les deux appareils. Nos résultats suggèrent que l'accéléromètre GT3X en mode GT1M peut être utilisé dans les études cliniques et épidémiologiques, sans études de calibration et/ou de validation.

**Mots clés:** Accélérométrie, comparaison, évaluation, conditions habituelles de vie

## **INTRODUCTION**

L'activité physique (AP) est un élément majeur influençant l'état nutritionnel et la santé. Actuellement, la mesure de l'AP est réalisable par différentes méthodes: questionnaires d'AP, journaux, podomètres, technique de la fréquence cardiaque ou encore l'accélérométrie. Les principaux avantages de l'accélérométrie sont sa précision, sa justesse et la possibilité de pouvoir l'utiliser dans les conditions habituelles de vie. C'est donc une méthode de choix qui est applicable en recherche clinique ou épidémiologique. L'accéléromètre ActiGraph a été largement validé comme méthode de mesure de l'AP en ambulatoire. De nombreuses études ont été réalisées sur la calibration de l'accéléromètre uniaxial (GT1M<sup>®</sup>, Pensacola, FL, USA) afin d'évaluer l'AP (sédentaire, léger, modéré, vigoureux) et la dépense énergétique. Récemment, le constructeur a développé un nouvel accéléromètre (GT3X<sup>®</sup>). La question est de savoir si les calibrations et déterminations d'équations de dépenses énergétiques réalisées précédemment avec l'accéléromètre GT1M peuvent être rapportées au nouveau modèle GT3X ? Le but de cette étude est donc d'évaluer si les données obtenues avec la nouvelle génération d'ActiGraph peuvent être reportées à l'ancienne génération durant les conditions habituelles de vie.

## **PARTICIPANTS ET METHODES**

25 adultes sains (11 femmes, 14 hommes), âgés de 18.2 à 42.9 ans, ont participé à cette étude. Avant le début de l'étude, les participants ont été informés des buts et contraintes, puis ont signé un consentement éclairé pour participer à cette étude. Après signature, le participant a été examiné par le médecin investigateur pour vérifier qu'il était indemne de toute pathologie et est incluable dans l'étude. Une fois que le participant a été examiné, deux accéléromètres ActiGraph<sup>®</sup> (GT3X et GT1M) ont été paramétrés en fonction de ses caractéristiques anthropométriques. Il est programmé pour détecter les mouvements toutes les minutes. Le participant a porté les appareils à l'aide d'une ceinture élastique autour de sa taille durant une journée complète. Un des membres de l'équipe du laboratoire a donné quelques explications techniques sur le port de l'appareil. A la fin de cette période, le participant est revenu au laboratoire pour rendre l'appareil. Le traitement des données a été réalisé à l'aide du logiciel ActiLife<sup>®</sup> (Pensacola, CA, USA). L'analyse des profils d'activité physique des sujets a été réalisée à l'aide des points de coupe déterminés par Vanhelst et al (2010).

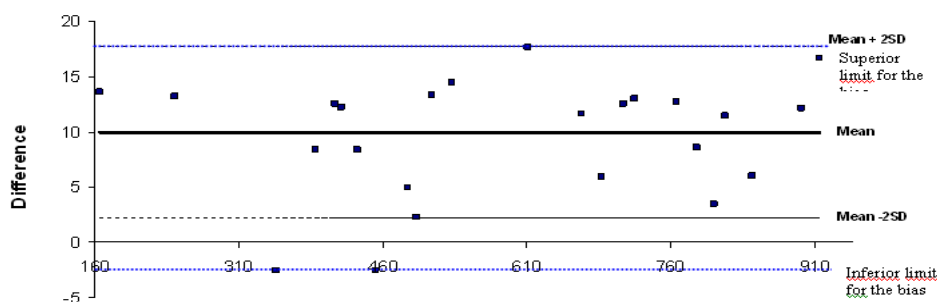
## RESULTATS

Le coefficient de corrélation des données obtenues entre les deux modèles d'accéléromètre à chaque niveau d'intensité d'AP était de 0,99. Le test ANOVA a montré aucune différence significative pour les quatre intensités (tableau 1). Le test de Bland & Altman montre un bon agrément car la différence moyenne était proche de 0, et la majorité des points étaient dans les limites de l'agrément (Figure 1).

**Tableau 1.** Temps passé à différents niveaux d'AP exprimés en minutes par jour pour les deux modèles d'accéléromètre (n = 25)

| Intensité         | Modèle | Moyenne [95% IC]        | MD [95% IC]             | P    | ICC  |
|-------------------|--------|-------------------------|-------------------------|------|------|
| <b>Sedentaire</b> | GT1M   | 683,40 [625,97; 740,83] |                         |      |      |
|                   | GT3X   | 682,84 [415,17; 950,51] | 0,56 [-0,84; 1,96] †    | 0,44 | 0,99 |
| <b>Légère</b>     | GT1M   | 132,92 [80,82; 185,02]  |                         |      |      |
|                   | GT3X   | 132,56 [80,62; 184,52]  | 0,36[-1,14; 1,86] ††    | 0,64 | 0,99 |
| <b>Moderée</b>    | GT1M   | 47,28 [28,75; 65,81]    |                         |      |      |
|                   | GT3X   | 47,80 [29,06; 66,54]    | - 0,52 [-1,38; 0,34] *  | 0,25 | 0,99 |
| <b>Vigoureuse</b> | GT1M   | 39,44 [23,98 ; 54,90]   |                         |      |      |
|                   | GT3X   | 39,88 [24,25; 55,51]    | - 0,44 [-0,96; 1,84] ** | 0,11 | 0,99 |

IC: Intra Class; MD: Moyenne des Différences; ICC: Coefficient de Corrélation Intraclass



**Figure 1.** Différence de la moyenne totale des counts.min<sup>-1</sup> obtenues entre le GT1M et GT3X

## CONCLUSION

Les données recueillies par les deux accéléromètres, de générations différentes, montrent un bon agrément et une très bonne reproductibilité. Les résultats suggèrent que l'accéléromètre GT3X en mode GT1M peut être utilisé pour des études épidémiologiques et cliniques sans réaliser d'études de calibration ou de validation au préalable. De plus, les futures études utilisant la nouvelle génération d'ActiGraph pourront être comparées aux études précédentes ayant utilisées l'accéléromètre GT1M.

## BIBLIOGRAPHIE

Vanhelst, J., Béghin, L., Turck, D. & Gottrand, F (2010). New validated thresholds for various intensities of physical activity in adolescents using the Actigraph accelerometer. *International Journal of Rehabilitation and Research*, 34(2):175-7.

O15- Estimation de la ventilation à partir de la mesure des distances thoraciques et abdominales: application à l'activité de course

Steven Gastinger<sup>1</sup>, Emilie Chovrelat<sup>1</sup>, Guillaume Nicolas<sup>1</sup>, Anthony Sorel<sup>1</sup> & Jacques Prioux<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire M2S, UFR APS, Université Rennes 2

<sup>2</sup>ENS Cachan - Antenne de Bretagne, Département Sciences du Sport et Education Physique  
gastingersteven@yahoo.fr

Le développement de nouvelles méthodes pour estimer une dépense énergétique (DE) quotidienne s'avère indispensable pour caractériser la relation dose-réponse entre niveau d'activité physique et bénéfique pour la santé. Notre méthode se base sur le couplage de 4 magnétomètres permettant d'estimer la ventilation à partir de la mesure de distances au niveau de la cage thoracique. Cette étude a pour but de valider notre outil pour estimer la ventilation au cours de l'activité course. L'estimation de la DE ne sera pas évoquée au cours de cette étude et fera l'objet de travaux futurs.

**Keywords :** dépense énergétique, ventilation, couplage de magnétomètres, course

## INTRODUCTION

La pratique d'une activité physique (AP) régulière prévient les troubles métaboliques, amenant une diminution de la morbidité et de la mortalité associées. La quantification précise de l'AP et de la dépense énergétique (DE) associée s'avère indispensable pour caractériser la relation dose-réponse entre niveau d'AP et bénéfique pour la santé. Des méthodes portables sont donc nécessaires pour estimer une DE quotidienne et permettre de mettre en évidence des changements possible de mode de vie.

De nombreuses études suggèrent que la ventilation ( $\dot{V}_E$ ) peut être un indice fiable de DE (Durnin & Edwards, 1955). Ces auteurs précisent que la relation  $\dot{V}_E = f(\text{DE})$  est linéaire pour des activités d'intensités faibles à modérées ( $\dot{V}_E$  inférieure à 50 l.min<sup>-1</sup>). Un appareil permettant d'estimer  $\dot{V}_E$  a été développé. Il s'agit du couplage de 4 magnétomètres mesurant 4 variations de distances au niveau de la cage thoracique. Sa fiabilité pour estimer  $\dot{V}_E$  et DE est validée à des intensités faibles et modérées d'exercices (Gastinger et al., 2010, 2011). Ces intensités sont les plus représentées dans la vie quotidienne, domaine d'application principal de l'appareil. Il paraît toutefois nécessaire de tester la fiabilité de l'appareil pour estimer  $\dot{V}_E$  et DE à des intensités plus élevées d'exercices (> 55% de  $\dot{V}_{O_2 \text{ max}}$ ). En effet, ces intensités peuvent être rencontrées dans la vie quotidienne (exemple d'une personne en surpoids, d'une personne âgée qui monte des escaliers ou d'une personne courant pour rattraper son bus). Le but de notre étude est donc de valider l'utilisation du couplage des magnétomètres pour estimer  $\dot{V}_E$  au cours d'activités de type course d'intensités élevées. L'estimation de la DE ne sera pas évoquée au cours de cette étude et fera l'objet de travaux futurs.

## MATERIELS ET METHODES

Trois sujets masculins, ont volontairement participé à cette l'étude. Les déplacements antéropostérieurs de la cage thoracique et de l'abdomen et les déplacements longitudinaux antérieurs et postérieurs, étaient mesurés à partir du couplage des magnétomètres (Nomics-WSL2). Cet appareil était capable de mesurer quatre distances au niveau de la cage thoracique. La mesure de référence de  $\dot{V}_E$  a été réalisée à partir d'un spiromètre (Bio-SP304, Bioseb) dans le but de calibrer et de valider notre appareil. Le couplage des magnétomètres a été calibré à partir de différentes allures de course réalisées sur tapis roulant (J1). Chaque session était maintenue pendant 5 minutes pour s'assurer d'un état stable de la consommation d'oxygène ( $\dot{V}_{O_2}$ ), suivie d'une période d'une minute d'enregistrement. A partir de chacune des allures de courses, une équation était développée, capable de déterminer la  $\dot{V}_E$  du sujet à partir du calcul des variations des distances antéropostérieures et longitudinales au niveau du thorax ( $\dot{V}_{Emag}$ ):

$$V = \alpha L_1 + \beta L_2 + \gamma L_3 + \xi L_4 + \varepsilon$$



où  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\xi$  sont les coefficients de la distance thoracique (L1), abdominale (L2), antérieure (L3) et postérieure (L4).  $\varepsilon$  étant une constante. Pour appliquer et vérifier la validité de la manœuvre de calibration (J1), chaque sujet réalisait de nouvelles sessions de course sur tapis roulant (J2). Les nouvelles sessions de course étaient maintenues pendant 5 minutes pour s'assurer d'un état stable de  $\dot{V}O_2$ , suivies d'une période de 3 minutes d'enregistrement.  $\dot{V}_{Emag}$  (mesurée par le couplage des magnétomètres) et  $\dot{V}_{E\text{spiro}}$  (mesurée par le spiromètre) étaient comparées pour chacune des allures de course.

## RESULTATS & DISCUSSION

Nos résultats en termes de valeurs moyennes de  $\dot{V}_E$  indiquent que les magnétomètres sont fiables pour estimer  $\dot{V}_E$  à différentes allures de course. Ces résultats sont confirmés par les différences moyennes exprimées en pourcentage pour chaque session de course réalisée (Tableau).

| Sujet          | Vitesse de course ( $km.h^{-1}$ ) | Différence moyenne (%) |
|----------------|-----------------------------------|------------------------|
| 2              | 8.5                               | -0.02                  |
| 1              | 9.0                               | 3.07                   |
| 2              | 9.5                               | 16.19                  |
| 1              | 10.0                              | 3.68                   |
| 3              | 10.5                              | 11.37                  |
| 2              | 10.5                              | 1.21                   |
| 1              | 11.0                              | -2.48                  |
| <b>Moyenne</b> | <b>9.86</b>                       | <b>4.72</b>            |
| <b>± SD</b>    | <b>0.90</b>                       | <b>6.66</b>            |

Différence moyenne (%) : Différence entre  $V_{E\text{spiro}}$  et  $V_{Emag} = (1 - [\text{magnétomètre} / \text{spiromètre}]) \times 100$ .

La différence moyenne entre les mesures de  $\dot{V}_{Emag}$  et  $\dot{V}_{E\text{spiro}}$  est de 4.72%. Nos résultats concordent avec ceux de Gastinger et al. (2010) qui montrent des différences moyennes de  $10.44 \pm 5.88$  %,  $10.74 \pm 5.85$  % et  $12.06 \pm 7.82$  % respectivement en condition de repos assis et debout et en condition de marche sur tapis roulant. La plus grande précision des valeurs moyennes de  $\dot{V}_{Emag}$  est à relativiser du fait que nous n'avons que trois sujets au total, alors que l'étude de Gastinger et al. (2010) présentait les résultats de 11 sujets. Néanmoins, nos résultats permettent d'envisager une estimation fiable de  $\dot{V}_E$  à des intensités de courses modérées. Associés à ceux de Gastinger et al. (2010) ils nous permettent de supposer que les magnétomètres sont fiables pour estimer  $\dot{V}_E$  pour des activités allant du repos à de la course à  $11 km.h^{-1}$ . Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour tester des intensités plus élevées d'exercice sur un nombre important de sujets. Enfin, des travaux devront également être menés sur des intensités élevées d'exercice, dans le but d'estimer la DE à partir du couplage des magnétomètres.

## BIBLIOGRAPHIE

- Durnin, J. V., & Edwards, R. G. (1955). Pulmonary ventilation as an index of energy expenditure. *Q J Exp Physiol Cogn Med Sci*, 40(4), 370-377.
- Gastinger, S., Sefati, H., Nicolas, G., Sorel, A., Gratas-Delamarche, A., & Prioux, J. (2010). Estimates of ventilation from measurements of rib cage and abdominal distances: a portable device. *Eur J Appl Physiol*, 109(6), 1179-1189.
- Gastinger, S., Sefati, H., Nicolas, G., Sorel, A., Gratas-Delamarche, A., & Prioux, J. (2011). A new method to estimate energy expenditure from abdominal and rib cage distances. *Eur J Appl Physiol*.



***Neurosciences comportementales***

## *Coordination motrice*

O16-Coordination inter-ceintures lors de la locomotion sous contraintes

*Philippe Dedieu, Pier-Giorgio Zanone*  
PRISSMH – LAPMA, UPS, Université de Toulouse  
pdedieu@cict.fr

La locomotion humaine se caractérise par une coordination en anti-phase des ceintures pelvienne et scapulaire liée à l'oscillation des bras. L'absence de participation des bras provoque une modification de cette coordination vers une coordination en phase. Dans ces deux cas, l'augmentation de la vitesse stabilise cette coordination proche des valeurs canoniques de l'anti-phase ( $180^\circ$ ) et de l'en-phase ( $0^\circ$ ). Cependant, on note la présence de valeurs de coordination en phase lors de la marche et de la course avec oscillation des bras. Ces résultats apportent un éclairage nouveau sur l'acquisition de la marche et la caractérisation de la marche et de la course en termes de coordination.

**Mots clés** : adaptation, systèmes dynamiques, auto-organisation

### **INTRODUCTION**

La locomotion humaine lors de la marche et de la course naturelles, se caractérise par une synchronisation en anti-phase entre les ceintures scapulaire et pelvienne.

Dans la continuité des travaux de Bernstein sur l'apprentissage des coordinations motrices (Bernstein, 1937/1967), la Théorie des patrons dynamiques (Kelso, 1995) suggère que les patrons moteurs émergent de l'interaction entre la tâche, le système neuro-musculo-squelettique et l'environnement. La façon dont les segments corporels se coordonnent peut s'étudier à un niveau macroscopique, indépendamment des mécanismes sous-jacents grâce à des variables collectives. Leur évolution dans le temps reflète la dynamique de coordination. Deux patrons stables apparaissent spontanément : un patron en anti-phase caractérisé par une phase relative de  $180^\circ$  et un patron en phase caractérisé par une phase relative de  $0^\circ$ .

S'intéressant à la coordination entre les ceintures scapulaire et pelvienne, Lamoth et al. (2002) ont montré qu'une coordination en-phase était adoptée à des vitesses très lentes de marche alors que la coordination habituelle en anti-phase apparaissait à des vitesses de marche plus rapides. Plus récemment, Huang et al. (2010) ont indiqué que la coordination entre les rotations du tronc et du bassin évoluait d'une coordination en phase vers une coordination en anti-phase lorsque la vitesse évoluait de 0.5 m/s à 1.5 m/s.

La coordination entre les ceintures scapulaire et pelvienne peut être mise en lien avec le mouvement alterné des membres supérieurs et des membres inférieurs (Wagenaar & van Emmerik, 2000; Webb, Tuttle, & Baksh, 1994). Elle optimise la locomotion sur le plan biomécanique et postural (Herr & Popovic, 2008; Pontzer, Holloway, Raichlen, & Lieberman, 2009).

Si la coordination inter segmentaire est le résultat de l'interaction entre les différentes composantes impliquées, qu'en est-il de la coordination entre les ceintures scapulaire et pelvienne lorsque les membres supérieurs sont impliqués dans des tâches autres et ne peuvent participer à la locomotion ?

### **METHODE**

Huit sujets ont participé à l'étude (6 hommes, 2 femmes ; âge :  $22.8 \pm 2.7$  ans ; poids :  $74 \pm 18$  kg ; taille :  $1.79 \pm 0.13$  m). Aucun ne pratiquait un sport nécessitant de se déplacer en tenant un objet (un ballon par exemple).

Les sujets ont marché et couru sur un tapis de course dans 4 conditions expérimentales différenciées par un facteur « bras » (« bras oscillants » ou « bras bloqués », croisés sur les épaules) et un facteur « vitesse » (marche à  $1.39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  et course à  $2.77 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

La Phase Relative Continue (PRC), une mesure valide de la coordination, a été calculée selon la méthode de la transformée de Hilbert (Pikovsky, Rosenblum, & Kurths, 2001). Une distribution fréquentielle de la PRC a été réalisée pour chaque condition et pour chaque participant. Son analyse a permis de déterminer les patrons de coordination adoptés le plus fréquemment dans chaque condition expérimentale.

Les données ont été analysées avec une ANOVA multifactorielle à mesure répétée (2 Bras × 2 Vitesse). Le niveau de significativité retenu a été  $p < 0.05$ .

## RESULTATS – DISCUSSION

Notre étude montre que lorsque les bras sont immobilisés sur le tronc, il existe une augmentation significative des coordinations en-phase entre les ceintures lors de la marche. Cette augmentation des coordinations en-phase est encore plus marquée pour la course. Chez certains sujets, ces coordinations demeurent toujours présentes en conditions normales comme retrouvé au cours de l'acquisition de la marche chez l'enfant (Ledebt, 2000) et dans le cas de locomotion atypique (Wagenaar & Beek, 1992). Cette présence évoque la possibilité d'une bimodalité présente lors de la locomotion la plus « naturelle ». Dans les deux conditions « Bras », l'augmentation de la vitesse stabilise la coordination entre les ceintures autour de valeurs proches des valeurs canoniques de l'anti-phase ( $180^\circ$ ) et de l'en-phase ( $0^\circ$ ). Alors qu'une coordination en anti-phase des ceintures scapulaire et pelvienne lors de la locomotion semble être le signe d'une maturité, ces variations des répartitions des deux synchronisations « naturelles » entre ceintures en fonction des contraintes de la tâche témoignent de la très grande flexibilité du système locomoteur qui peut alors recourir à des coordinations plus « primitives » ou censément « pathologiques ».

## BIBLIOGRAPHIE

- Bernstein, N. S. (1937/1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon Press.
- Herr, H., & Popovic, M. (2008). Angular momentum in human walking. *Journal of Experimental Biology*, 211, 467-481.
- Huang, Y., Meijer, O. G., Lin, J., Bruijn, S. M., Wu, W., Lin, X., et al. (2010). The effects of stride length and stride frequency on trunk coordination in human walking. *Gait & Posture*, 31(4), 444-449.
- Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic Patterns : the self-organization of Brain and Behavior*. Cambridge (Ma): Massachusetts Institute of Technology.
- Lamoth, C. J. C., Meijer, O. G., Wuisman, P. I. J. M., van Dieën, J. H., Levin, M. F., & Beek, P. J. (2002). Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. *SPINE*, 27(4), E92-E99.
- Ledebe, A. (2000). Changes in arm posture during the early acquisition of walking. *Infant Behavior and Development*, 23(1), 79-89.
- Pikovsky, A., Rosenblum, M., & Kurths, J. (2001). *Synchronization: a universal concept in nonlinear sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pontzer, H., Holloway, J. H., 4th, Raichlen, D. A., & Lieberman, D. E. (2009). Control and function of arm swing in human walking and running. *Journal of Experimental Biology*, 212(6), 523-534.
- Wagenaar, R. C., & Beek, W. J. (1992). Hemiplegic gait: A kinematic analysis using walking speed as a basis. *Journal of Biomechanics*, 25(9), 1007-1015.
- Wagenaar, R. C., & van Emmerik, R. E. A. (2000). Resonant frequencies of arms and legs identify different walking patterns. *Journal of Biomechanics*, 33(7), 853-861.
- Webb, D., Tuttle, R. H., & Baksh, M. (1994). Pendular activity of human upper limbs during slow and normal walking. *American Journal of Physical Anthropology* 93(4), 477-489.
- Wheat, J. S., & Glazier, P. S. (2006). Measuring coordination and variability in coordination. In K. Davids, S. Bennett & K. Newell (Eds.), *Movement System Variability* (pp. 167-181). Champaign (Il.): Human Kinetics.

## O17-Emergence des coordinations bras-jambe en brasse, coût énergétique et efficacité mécanique

John Komar<sup>1</sup>, Grégoire Millet<sup>2</sup>, Farzin Dadashi<sup>3</sup>, Florent Crettenand<sup>2</sup>, Didier Chollet<sup>1</sup>, Kamiar Aminian<sup>3</sup> & Ludovic Seifert<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire CETAPS, UFR STAPS, Université de Rouen

<sup>2</sup>Institut des Sciences du Sport, UNIL, Lausanne

<sup>3</sup>Laboratory of Movement Analyses and Measurement, EPFL, Lausanne

john.komar@univ-rouen.fr

L'objet de cette étude est d'analyser les effets de deux modes de coordination imposés (rattrapé et superposition) par rapport au mode de coordination préférentiel sur le coût énergétique de déplacement (CE) et l'efficacité mécanique dans la locomotion aquatique. Quatre nageurs experts ont procédé à 3\*300m en brasse à vitesse constante sous-maximale. Les paramètres de nage (fréquence, amplitude), la coordination inter-segmentaire (phase relative coude-genou), l'efficacité mécanique (fluctuations intra-cycliques de vitesse) et la dépense énergétique ont été mesurés. Les résultats montrent que la coordination préférentielle conduit au coût énergétique minimal parmi les trois conditions. De plus, la baisse d'efficacité apparaît concomitante à des changements significatifs dans la nature de la coordination adoptée.

**Mots clés** : coordination, efficacité, coût énergétique, contrôle moteur, natation

### INTRODUCTION

Comme défini par Sparrow et Newell (1998), une coordination motrice émerge de l'interaction de trois types de contraintes (i.e. Sujet-Tâche-Environnement) dans le but d'assurer son efficacité énergétique. Différents travaux dans le domaine de la locomotion terrestre ont validé l'hypothèse que la coordination émergente, librement adoptée par les individus, était la coordination la plus efficace en terme énergétique et mécanique pour un ensemble de contraintes données (Diedrich & Warren, 1995). Dans le domaine de la natation, des études ont pu mettre en avant la relation existante entre le coût énergétique de locomotion (CE) et le rapport fréquence / amplitude (Barbosa et al., 2008). L'objectif est de montrer que la coordination émerge d'un ensemble de contraintes et que le mode de coordination préférentiel coûte moins au niveau énergétique et mécanique que deux autres modes de coordination imposés. L'hypothèse est qu'il n'existe pas un mode de coordination idéal et efficace dans l'absolu, mais qu'il émerge de contraintes.

### METHODE

Quatre nageurs de niveau national suisse ( $18.8 \pm 2.2$  ans,  $174.6 \pm 8.3$  cm,  $65.4 \pm 8.6$  kg) ont réalisé 3\*300m à 70% de la vitesse maximale enregistrée sur 200m brasse, vitesse qui permet l'atteinte d'un état stable de consommation d'oxygène sur 200m. Le test s'est déroulé dans un bassin de 50m avec 5 min de repos entre chaque 300m. Pour chaque 300m, le nageur devait alterner dans un ordre randomisé trois modes de coordination (i) *libre*, (ii) *superposition* des actions propulsives, (iii) *rattrapé* (i.e. insertion d'un temps de glisse entre les phases propulsives). Le (CE) a été calculé à partir de la consommation d'oxygène et de la concentration sanguine de Lactate alors que la fréquence de nage (SR), l'amplitude (SL), les fluctuations intra-cycliques de vitesse (IVF) et la nature de la coordination inter-segmentaire ont été évaluées à partir d'une analyse vidéo en 3D.

### RESULTATS

Tableau 1 : a = Libre (L)≠Superposition (S) ; b = L≠Rattrapé (R) ; c = S≠R ; RP = phase relative coude-genou

| Condition                        | 1       |         |          | 2       |         |          | 3       |         |          | 4       |         |          |     |
|----------------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|-----|
|                                  | Libre   | Superpo | Rattrapé | Libre   | Superpo | Rattrapé | Libre   | Superpo | Rattrapé | Libre   | Superpo | Rattrapé |     |
| indice de fluctuation de vitesse | 2.36    | 2.71    | 1.01     | 1.22    | 2.26    | 0.99     | 1.57    | 1.87    | 0.93     | 1.14    | 1.94    | 0.99     | abc |
| RP moyenne (°)                   | -28.09  | -28.93  | -12.29   | -49.76  | -58.55  | -46.59   | -54.46  | -58.45  | -47.78   | -26.36  | -33.62  | -10.24   | abc |
| RP ec (°)                        | 52.85   | 47.79   | 48.00    | 66.95   | 46.07   | 63.22    | 72.11   | 62.08   | 68.43    | 66.44   | 58.88   | 59.33    | abc |
| RP début (°)                     | -112.47 | -72.99  | -115.67  | -165.48 | -122.56 | -163.01  | -153.88 | -146.67 | -168.55  | -124.53 | -75.56  | -117.87  | ac  |
| RP fin (°)                       | -115.93 | -104.10 | -130.28  | -178.21 | -138.60 | -179.27  | -178.62 | -151.67 | -180.33  | -129.21 | -80.92  | -129.08  | ac  |
| RP max (°)                       | 46.55   | 43.61   | 32.95    | 32.04   | 18.01   | 21.44    | 28.36   | 21.71   | 21.57    | 45.72   | 49.60   | 43.56    | b   |
| % en phase (% durée de cycle)    | 28.33   | 29.67   | 58.33    | 45.75   | 31.75   | 54.50    | 39.75   | 37.50   | 53.75    | 22.25   | 25.50   | 30.50    | bc  |
| fréquence (Cycle/min)            | 33.25   | 39.49   | 19.81    | 25.90   | 40.29   | 22.51    | 32.10   | 35.01   | 30.10    | 26.24   | 34.85   | 21.33    | abc |
| amplitude (m)                    | 1.77    | 1.43    | 2.71     | 2.04    | 1.36    | 2.37     | 1.53    | 1.45    | 1.68     | 1.93    | 1.55    | 2.42     | abc |
| CE (J.kg.m)                      | 15.49   | 15.89   | 19.50    | 15.64   | 16.10   | 18.18    | 18.29   | 20.34   | 19.20    | 14.10   | 15.69   | 16.67    | bc  |

## DISCUSSION

Comme émis dans l'hypothèse, le mode de coordination imposant un **rattrapé** engendre un (CE) plus important que le mode de coordination librement choisi et que le mode imposant une superposition. Par ailleurs, il n'apparaît pas de différence significative de coût énergétique entre la condition « superposition » et la condition « libre ». Malgré cela, des différences significatives apparaissent en termes de SR, SL, de nature de la coordination et dans les IVF entre les trois conditions. L'adoption d'un mode en rattrapé entraîne l'augmentation significative de la phase de glisse entre la propulsion des bras et celle des jambes, se reflétant dans l'augmentation significative de la proportion du cycle passé en phase (bras et jambes tendus) et la diminution significative de la valeur de RP maximale et de la moyenne de RP au cours du cycle. Alors que les valeurs de RP début et de fin de cycle ne diffèrent pas comparativement à la condition « libre ». Les différentes phases propulsives restent donc bien différenciées et les phases de retour bien associées, mais l'augmentation du temps de glisse entraîne une augmentation des IVF. Cette augmentation des fluctuations de vitesse instantanée pourrait alors expliquer l'augmentation du CE (Vilas-Boas et al., 1996).

L'adoption d'un mode en **superposition** entraîne une diminution significative de la valeur moyenne de RP, de l'écart type de la RP ainsi que des valeurs de début et de fin de RP (signe de petite amplitude angulaire des coudes et des genoux) comparativement aux deux autres conditions. Les valeurs extrêmes en anti-phase ne sont ainsi plus atteintes dans cette condition montrant que les jambes commencent la propulsion alors que le retour des bras n'est pas totalement terminé et inversement que les jambes commencent leur retour alors que les bras sont encore en phase propulsive. Ce mode de coordination entraîne donc une disparition de la phase de glisse entre la phase de propulsion des jambes et la phase de propulsion des bras, généralement dans le but de garder une haute vitesse moyenne de nage, ce qui se traduit par une diminution des fluctuations IVF comparativement à la condition « libre ». Cette augmentation d'efficacité mécanique n'entraîne toutefois pas une diminution du coût énergétique par rapport à la coordination librement choisie comme on pourrait s'y attendre aux vues de la corrélation entre CE et fluctuations de vitesse mise en avant en brasse (Vilas-Boas et al., 1996). Ce résultat met en avant l'idée qu'il n'existe pas une coordination efficace dans l'absolu, mais bien une coordination émergente des contraintes de la situation (e.g. vitesse, fréquence, amplitude).

## CONCLUSION

La condition libre apparaît comme étant la plus économique confirmant la capacité des sujets à adopter la coordination la plus efficace. Même si la coordination en superposition entraîne une efficacité mécanique plus importante, elle n'apparaît pas plus efficace énergétiquement. Cela peut s'expliquer par le fait que ce mode en superposition est généralement observé en sprint et non à une allure lente comme demandé dans notre protocole.

## BIBLIOGRAPHIE

- Barbosa T, Fernandes RJ, Keskinen KL, Vilas-Boas JP. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *Euro J of Appl Physio*, 103, 139-149.
- Diedrich F, Warren W. (1995). Why change gaits? Dynamics of the walk-run transition. *J Exp Psych: Hum Percept Perf*, 21, 183-202.
- Sparrow WA & Newell KM. (1998). Metabolic energy expenditure and the regulation of movement economy. *Psycho Bull Rev*, 5, 173-196.
- Vilas-Boas JP. (1996). Speed fluctuations and energy cost of different breaststroke techniques. *Biomech Med Swim Sci VII*, 167-171.

O18-Interactions entre émotions, cognitions et mouvement volontaire chez le jeune adulte et la personne âgée.

*Sophie Longuet<sup>1</sup>, Carole Ferrel-Chapus<sup>1</sup>, Sylvie Vernazza-Martin<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>UFR Sciences et techniques des Activités Physiques et Sportives, Université de Paris Ouest Nanterre La Défense, EA 2931 Centre de Recherche sur le Sport et le Mouvement  
[slonguet84@hotmail.fr](mailto:slonguet84@hotmail.fr)

Cette recherche analyse l'effet des émotions sur l'organisation du mouvement volontaire (planification et programmation du mouvement) et posturale chez le jeune adulte et la personne âgée. 20 sujets par population devaient aller éteindre une image positive, négative ou neutre projetée à 5 mètres d'eux, à 15° sur leur gauche. Les résultats suggèrent un effet global des émotions sur la planification (trajectoire du mouvement) et sur le contrôle postural. La programmation du mouvement serait quant à elle indépendante des émotions et se modifierait uniquement en fonction de l'âge des sujets.

**Mots clés** : planification, programmation, contrôle postural, émotions, vieillissement.

## **CADRE THEORIQUE**

Selon la théorie cognitive, le mouvement volontaire s'organise en trois étapes (Allen & Tsukahara, 1974). La planification qui inclut les processus cognitifs, définit le but de l'action et la trajectoire virtuelle du mouvement ; la programmation, automatique, permet au système nerveux central de sélectionner le ou les programmes moteurs mis en jeu et organiser le contrôle postural, et enfin l'exécution du mouvement. Cette organisation est, en psychologie, étroitement liée aux émotions, définies comme des « états motivationnels » responsables du déclenchement, de l'entretien et de la cessation d'un comportement, ainsi que de la valeur appétitive ou aversive conférée au but de l'action (Coquery & Marins, 1991). Ainsi, des émotions négatives pourraient conduire à une modification du mouvement (Naugle *et al.*, 2010) et/ou du contrôle postural (Hillman *et al.*, 2004).

Cet effet des émotions sur l'organisation du mouvement, démontré chez le jeune adulte est-il similaire chez la personne âgée ? Le vieillissement entraîne en effet, des modifications neurologiques et musculo-squelettiques conduisant à une augmentation de la variabilité du mouvement (Callisaya *et al.*, 2010) et à une diminution de l'équilibre (Woollacott & Tang, 1997). En revanche, les émotions, notamment négatives, semblent être mieux régulées (Mather & Carstensen, 2005). Dans ce cadre, l'effet des émotions sur la planification et la programmation de la locomotion, et sur la coordination équilibre/locomotion chez le jeune adulte et la personne âgée a été étudié.

## **MATERIEL ET METHODES**

20 jeunes adultes (18 à 35 ans) et 20 personnes âgées (plus de 70 ans), enregistrés à l'aide d'une plateforme de force et du système VICON, sont allés appuyer sur un bouton pour éteindre une image positive, neutre ou négative (issues de l'IAPS) projetée à 5 mètres d'eux, à 15° sur leur gauche. Le Temps de Réaction (durée entre le début de projection de l'image et le début du recul du Centre des Pressions), l'amplitude maximale du recul du CP, le temps de préparation du mouvement (durée entre le début de projection de l'image et le décolllement du talon, *i.e.* TR + Ajustements Posturaux Anticipateurs), la trajectoire (écarts entre la trajectoire théorique : ligne droite à 15° et réelle), les paramètres locomoteurs (amplitude, durée et vitesse de l'enjambée et de la phase d'oscillation), la stabilisation et les dispersions angulaires des segments tête, épaules, bassin dans les plans frontal et horizontal ont été calculés.

## **RESULTATS**

La figure 1 montre que le début du recul du CP dans le plan antéro-postérieur est plus tardif en contexte émotionnel négatif ( $p < 0.001$ ). D'autre part, les personnes âgées ont un TR plus court ( $p < 0.001$ ) et un recul maximal du CP plus faible que les jeunes adultes ( $p < 0.05$ ). Toutefois, le temps de préparation du mouvement reste inchangé pour tous les sujets, quelle que soit la valence de l'image.

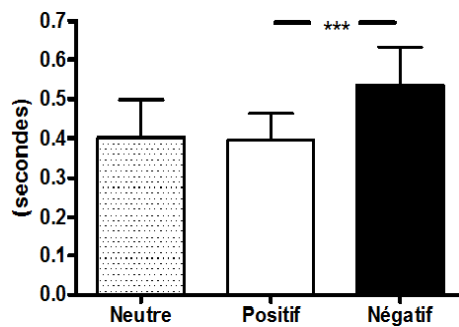


Fig.1 : Temps de réaction sur l'axe X.

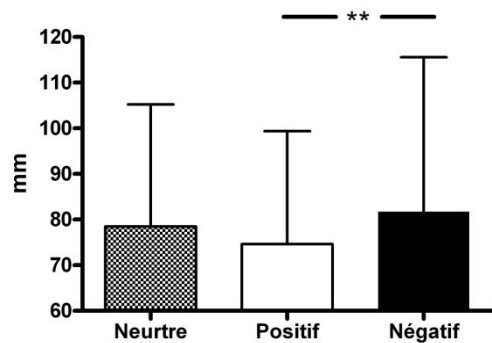


Fig. 2 : Ecart en valeur absolue entre les trajectoires, théorique et réelle.

En locomotion lancée, la trajectoire présente un effet global de la valence (Fig. 2) : elle est significativement plus perturbée en contexte émotionnel négatif ( $p=0.003$ ). En revanche, les paramètres locomoteurs (enjambée et phase d'oscillation) ne sont modifiés dans aucun groupe, quelle que soit la valence. Une stabilisation sur l'espace est observée dans les deux plans chez tous les sujets ; toutefois, dans le plan sagittal, les sujets âgés stabilisent légèrement moins leur tronc ( $p<0.05$ ). Cette diminution de l'équilibre se confirme par des dispersions angulaires dans le plan horizontal significativement supérieures au niveau des épaules ( $p<0.01$ ) et du bassin ( $p<0.05$ ) chez ces sujets.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats montrant recul du CP plus tardif ainsi qu'une trajectoire plus perturbée en condition négative sont en accord avec les modèles affectivo-motivationnels qui postulent pour un évitement du mouvement en contexte émotionnel négatif (Frijda *et al.*, 1989 ; Lang *et al.*, 1990). Ces modifications du temps de réaction et de la planification du mouvement confirment également les résultats obtenus par Hillman *et al.* (2004). En outre, le temps de préparation du mouvement restant inchangé quelque soit le contexte émotionnel signifie qu'en condition négative, le sujet réduirait la durée de ses APA. D'autre part, les stratégies d'équilibre et les dispersions angulaires seraient altérées par le vieillissement sensori-moteur des sujets, ce qui conduirait à une diminution de l'équilibre dans le plan latéral. Toutefois, les paramètres locomoteurs, relevant de l'étape de programmation, automatique, semblent être indépendants des émotions, en accord avec l'étude de Naugle *et al.* (2010). Ainsi, l'augmentation du TR servirait à palier l'effet des émotions, afin d'aboutir, en locomotion lancée, à un mouvement lissé, stable et reproductible, quel que soit le contexte émotionnel.

## BIBLIOGRAPHIE

- Allen, G.I., & Tsukahara, N. (1974). Cerebrocerebellar communication systems. *Physiol Reviews*, 54, 957-1006.
- Callisaya, M.L., Blizzard, L., Schmidt, McGinley, J.L., Srikanth, V.K. (2010). Ageing and gait variability-a population-based study of older people. *Age and Ageing*, 39,191-197.
- Coquery J.M., & Marins D. (1991) Motivation. In: Le Ny JF, Moscovici S. (Eds). *Grand Dictionnaire de la psychologie*, p480, Larousse Paris.
- Frijda, N. H., Kuipers, P., Schure, E. (1989). Relations among emotion, appraisal, and emotional action readiness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 212-228.
- Lang, P.J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (1990). Emotion, Attention and the Startle Reflex. *Psychological Review*, 97, 377-395.
- Hillman, C.H., Rosengren, K. S., Smith, D. P. (2004). Emotion and motivated behavior: postural adjustments to affective picture viewing. *Biological Psychology*, 66, 51-62.
- Mather, M., & Carstensen, L.L. (2005). Aging and motivated cognition: the positivity effect in attention and memory. *Cognitive Sciences*, 10, 496-502.
- Naugle, K.M., Joyner, J., Coombes, S.A., Hass, C.J., Janelle, C. (2010). Emotional influences on locomotor behavior. *Journal of Biomechanics*, 43, 3099-3103.
- Woollacott, M.H., & Tang, P.F. (1997). Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Physical Therapy*, 6, 646-660.



Jessica Tallet<sup>1</sup>, Jean-Michel Albaret<sup>1</sup>, Jérôme Barra<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Toulouse, UPS, PRISSMH-LAPMA, Toulouse, France

<sup>2</sup> Institut des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique, Université de Lausanne, Suisse  
tallet@cict.fr

Bimanual coordination relies on inter-hemispheric transfer (IHT) of sensorimotor information. Given that IHT is asymmetric in normal adults, this study aimed at investigating whether “asymmetrization” of the IHT can be observed during childhood. Children from 7 to 10 years old were required to produce an intentional switching task from bimanual in-phase to unimanual tapping (right or left hand), which is supposed to involve a transfer of inhibitory information between the right-to-left or left-to-right hemispheres, respectively. Results revealed that young children experienced an increase in variability of the tapping whatever the switching hand whereas the increase in variability disappeared for switching to the left hand for the older children, suggesting an increase in asymmetry of the IHT between 7-8 and 9-10 years old.

**Keywords:** bimanual coordination, variability, “asymmetrization”, non-dominant hand.

## INTRODUCTION

Bimanual coordination refers to the capacity to produce coupled and decoupled movements with both hands. This capacity relies on an exchange of excitatory and inhibitory information between the cerebral hemispheres, so-called interhemispheric transfer (IHT) (e.g., Fagard et al., 2003). In normal right-handers adults, IHT is asymmetric, as suggested by behavioural data revealing that the right hand manifests more mirror movements than the left hand (Armatas et al., 1994) and neuroimaging data showing that the left motor cortex has a greater capacity to inhibit the right motor cortex than vice versa (Netz et al., 1995). The present study aims at testing the development of the IHT asymmetry of inhibitory connections during childhood. Children from 7 to 10 years old were required to produce an intentional switching from bimanual in-phase tapping to unimanual tapping with the right or left hand (right and left switching respectively). Given that unimanual movements require inhibition of the ipsilateral hemisphere to prevent mirror movements (Geffen et al., 1994), the right switching is supposed to imply a left-to-right IHT and inversely for the left switching. We tested if the IHT asymmetry would increase with age, resulting in a larger improvement of the right switching (left-to-right IHT) during childhood, as suggested by unimanual tapping in adults.

## MATERIAL, METHOD AND DATA ANALYSES

Twelve right-handed children (4 girls, mean age: 107 +/- 14 months) were divided in two groups of 7-8 years (N=6, 95 months, 2 girls) and 9-10 years (N=6, 119 months, 2 girls). After being tested to ensure that they had no developmental disorder (M-ABC test), they were required to produce the in-phase tapping with their index fingers in synchronisation with an auditory metronome producing low-pitched tones with a fixed tempo of 600 ms. After varying delays, the tone of the metronome changed (high-pitched tones), prompting to switch to unimanual tapping with the right hand or the left hand. Each condition was repeated 5 times in a row and the two conditions of transition were randomised across participants. Behavioural data were computed during two periods: the pre-switching tapping (PS) corresponding to the bimanual tapping and the switching (S) corresponding to the 3 first unimanual tapping. First, we tested the effects of Age and Switching Hand on the mean Relative Phase (RP<sub>mean</sub>), which is the relative timing between the fingers' tapping, and its variability (RP<sub>sd</sub>) during PS. Second, we analysed the effects of Transition, Age and Switching Hand on the mean tempo of the right or left finger (T<sub>mean</sub>) and its variability (T<sub>sd</sub>). Third, we tested the effects of Age and Switching Hand on the DiffT<sub>sd</sub>, obtained by subtracting to the T<sub>sd</sub> at S, and PS. DiffT<sub>sd</sub> reflects the magnitude of the perturbation induced by the switching task.

## RESULTS

First, statistical analyses revealed no effect of Group and Switching Hand on the produced RP<sub>mean</sub> and RP<sub>sd</sub> (16° +/- 5° and 16° +/- 9°, respectively). Second, there was a significant effect of Transition on T<sub>mean</sub> ( $F(1,10)=8.154$  ;  $p=0.017$ ) and T<sub>sd</sub> ( $F(1,10)=6.847$  ;  $p=0.026$ ) suggesting an increase in T<sub>mean</sub> (from 604 +/- 27ms to 703 +/- 26ms) and T<sub>sd</sub> (from 60 +/- 33ms to 92 +/- 47ms) at S, whatever the Group and the Switching Hand. Third, Hand × Age interaction was significant on DiffT<sub>sd</sub> ( $F(1,10)=6.488$  ;



$p=0.029$ ). T-tests with Bonferroni–Dunn correction revealed a difference in the DiffTsd between the Right and Left Switching Hands for the 9-10 years old Group only ( $p=0.017$ ; Figure 1).

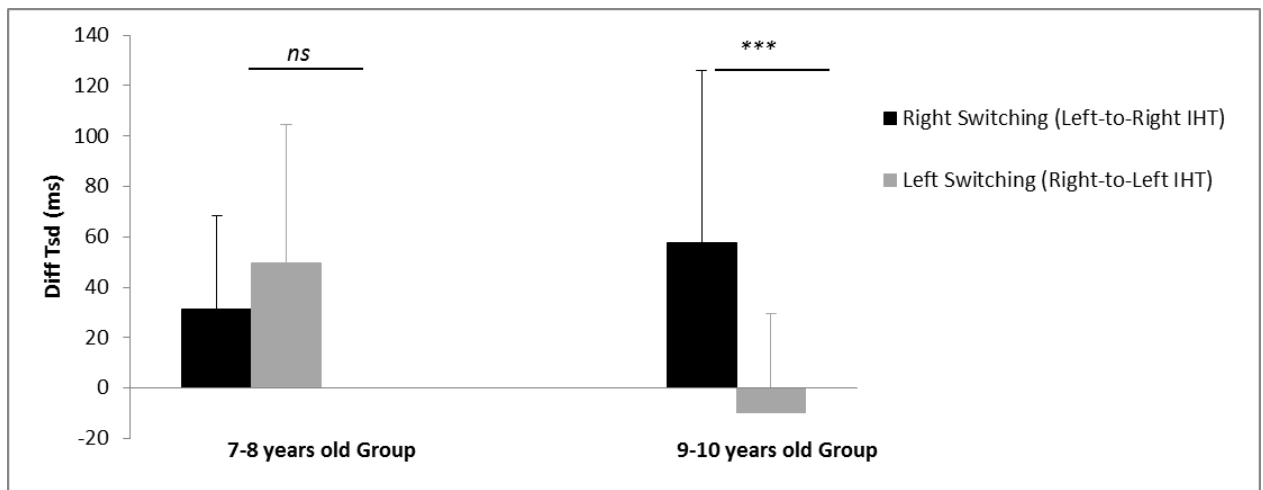


Figure 1. Means of DiffTsd obtained by subtracting to the Tsd at Switching (S) and Pre-Switching (PS) for the Right Switching (black) and the Left Switching (grey) and for the 7-8 years old Group (left) and the 9-10 years old Group (right). Positive values of DiffTsd represent an increase in Tsd between PS and S and negative values represent a decrease in Tsd. Vertical bars represent the standard error. \*\*\*  $p < .025$ .

## CONCLUSIONS

Results revealed a general deceleration of the tempo associated to an increase of its variability during the switching. The increase in variability was found whatever the switching hand for the 7-8 years group and only for the right switching in the 9-10 years group. This means that, at 7-8 years, switching is difficult whatever the stopping hand. At 9-10 years, the left switching induced less increase in variability than the right switching, which suggests that stopping the right hand (right-to-left IHT) becomes less difficult than stopping the left hand. This comforts that the inhibitory IHT becomes asymmetric between 7-8 and 9-10 years old. However, contrary to the hypothesis coming from unimanual tasks, the development of complex bimanual coordination seems to be mediated by an improvement of the right-to-left IHT. This finding suggests that unimanual and bimanual tasks require distinct IHT modulations and supports results pointing out the crucial role of the non-dominant hand in bimanual coordination (Pellegrini et al., 2004) and switching (De Poel et al., 2006) in adults.

## REFERENCES

- Armatas, C.A., Summers, J.J., Bradshaw, J.L. (1994). Mirror movements in normal adult subjects. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 3, 405-413.
- De Poel, H.J., Peper, C.L., Beek, P.J. (2006). Intentional switches between bimanual coordination patterns are primarily effectuated by the nondominant hand. *Motor Control*, 10(1): 7-23.
- Fagard, J., Hardy-Léger, I., Kervella, C. Marks, A. (2001). Changes in interhemispheric transfer rate and the development of bimanual coordination during childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 1-22.
- Geffen G.M, Jones D.L, Geffen L.B. (1994). Interhemispheric control of manual motor activity. *Behavioral Brain Research*, 20;64(1-2):131-40.
- Pellegrini, A.M., Andrade, E.C., Teiweira, L.A. (2004). Attending to the non-preferred hand improves bimanual coordination in children. *Human Movement Science*, 23, 447-460.
- Netz, J., Ziemann, U., Hömberg, V. (1995). Hemispheric asymmetry of transcallosal inhibition in man. *Experimental Brain Research*, 104(3):527-533.

O20-Humans unintentionally synchronize more with real than artificial agent, unless it's the other way around

*R.N. Salesse<sup>1</sup>, M. Ntolooulou<sup>1</sup>, B.G. Bardy<sup>1</sup>, R.C. Schmidt<sup>2</sup>, T. Chaminade<sup>3</sup>, L. Marin<sup>1</sup> & J. Lagarde<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Movement to Health (M2H), EuroMov, Montpellier-1 University, FRANCE

<sup>2</sup> College of the Holy Cross, MA, USA

<sup>3</sup> INCM, Aix- Marseille University – CNRS, Marseille, France.

[robin.salesse@univ-montp1.fr](mailto:robin.salesse@univ-montp1.fr) & [salesse.robin@gmail.com](mailto:salesse.robin@gmail.com)

Intentionally mimicking another person's action is known to be affected by the congruency between the produced action and the observed movement. Here we investigate whether this motor interference effect arises when participants are not explicitly required to synchronize with another person's action.

**Key words:** Interpersonal coordination, Social coordination, Relative phase, Motor resonance, Agency.

## INTRODUCTION

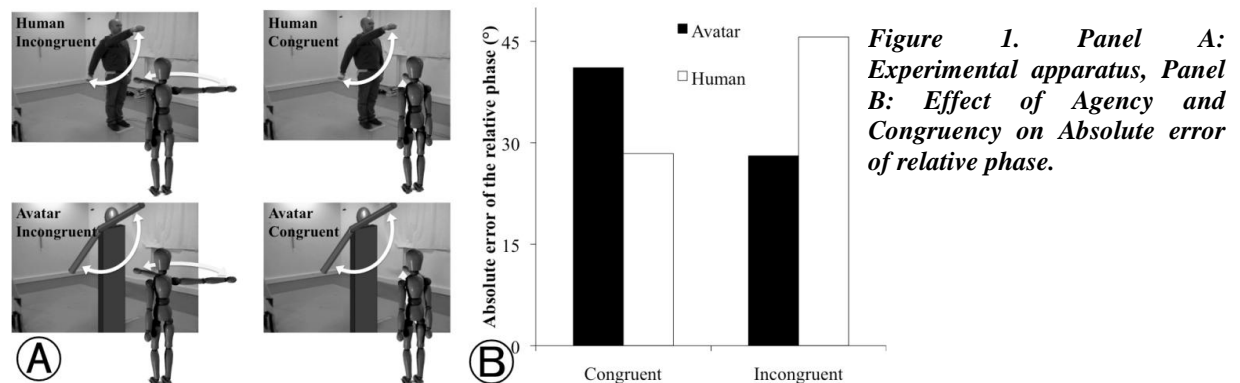
Viewing another person's action may directly activate neural networks involved in the execution of this action (Capa et al., 2010; Rizzolatti & Craighero, 2004). Kilner et al. (2003) have demonstrated that motor interference, measured by an increase of variability in the same plane than the observed movement, occurs when an actor intentionally coordinates his arm movements with spatially incongruent movements of another person. This interference disappears with an industrial arm robot, suggesting that it is specific to human interactions. However Oztop et al. (2005) showed such interference effect using both a human and a humanoid robot, suggesting that observing their actions may rely on similar mechanisms, namely motor resonance. Explicit instruction to coordinate is a common feature of these experiments. It has also been proposed that task instructions affect motor resonance effects (see Chaminade & Cheng, 2009 for a review). In the present study we compared human-human/artificial agent coordination, with participants not explicitly instructed to synchronize, but only to perform arm movements at their prevailing frequency, in order to explore unintentional synchronization with both kinds of agents. Participants were simply instructed to perform horizontal or vertical arm movements at their preferred frequency while watching a video displaying a human or a robot-like avatar performing vertical movements at different frequencies. There was no explicit instruction to synchronize with the observed movements. We measured agent's influence on participants' behavior and participant/agent coordination.

## METHOD

Twelve participants (M= 21 years old, SD= 1.2) were randomly assigned to two experimental groups (Group effect: Congruent/Incongruent). They stood in front of a 240×190 cm projection screen and watched 30s video sequences of an actor or a robot-like avatar (Agent effect: Human /Avatar) performing right arm movements in the sagittal plane at .4 Hz, .7 Hz or 1 Hz (Frequency effect). The "avatar's arm" was a cylinder rotating around a vertical parallelepiped representing the main body with a spherical "head" figure on top. The avatar stimuli have the same plane of motion, background, size, scale and viewpoint as the human stimuli. All video sequences were projected onto the screen. Movements were recorded using a magnetic motion tracking system. Three sensors were fixed to the right side of the participants, including hand, shoulder, and hip. Participants from the congruent group were asked to perform vertical movements with the same amplitude as the actor but at their preferred frequency. Participants from the incongruent group performed horizontal movements. Each group performed their movements watching the agent at the three frequencies, eight times, for a total of 48 fully randomized trials. Orthogonal movement trajectory variance in the error plane (i.e., sagittal plane in the congruent condition and transversal plane in the incongruent condition) was calculated to evaluate spatial interference. Movement frequency, an indicator of the entrainment tendency toward the observed

frequency, was also computed. Finally, we used the absolute value of the mean relative phase to measure the coordination, for which a value close to  $0^\circ$  indicates stronger coordination (more effective entrainment toward the stimulus).

## RESULTS



2 Group (Congruent/Incongruent)  $\times$  2 Agent (Avatar/Human)  $\times$  3 Frequency (.4Hz/.7Hz/1Hz) ANOVAs were conducted on the dependant variables. Orthogonal variance failed to reveal any significant effects. A main effect of Frequency ( $F(2,20)=4.90$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.31$ ) on movement frequency showed that participants frequency varied significantly with stimulus frequency (respectively .66Hz in the .4Hz condition; .7Hz for .7Hz ; and .76Hz for 1Hz), suggesting an entrainment toward the confederate frequency. However this entrainment was not influenced by Agency nor by Congruency. The relative phase analysis revealed a significant Group  $\times$  Agent interaction ( $F(1,10)=6.55$ ,  $p<.05$ ,  $\eta_p^2=.40$ ). This effect indicates that in the Incongruent group, participants were closer to being synchronized with the Avatar compared to the Human stimuli, while in the Congruent group, participants were closer to being synchronized with the Human than the Avatar stimuli.

## DISCUSSION

Motor resonance claims that observing a movement activates the neural networks responsible for the execution of this movement, so that observing a movement facilitates the execution of a similar movement and hinders the execution of a different movement (Chaminade & Cheng, 2009). Our results showed both facilitation (decrease of absolute relative phase for the Congruent group) and hindering (increase of absolute relative phase for the Incongruent group) for humans compared to avatars. Both groups point to a larger motor resonance when observing humans rather than robots when participants do not explicitly intent to imitate others' behavior, corroborating the proposal that anthropomorphism influences motor resonance.

## REFERENCES

- Capa R.L., Marshall P.J., Shipley, T.F., Salesse R.N., & Bouquet C.A. (2010). Does Motor Interference Arise from Mirror System Activation ? The Effect of Prior Visuo-Motor Practice on Automatic Imitation. *Psychological Research*.
- Chaminade, T. and Cheng, G. (2009). Social cognitive neuroscience and humanoid robotics. *Journal of Physiology Paris*, 103(3-5): 286.
- Kilner, J.M., Paulignan, Y., & Blakemore, S.J. (2003). An interference effect of observed biological movement on action. *Current Biology*, 13, 522–525.
- Oztop E, Franklin DW, Chaminade T, Cheng G (2005) Human-Humanoid Interaction: Is a Humanoid Robot Perceived as a Human? *International Journal of Humanoid Robotics* 2:(4) 537-559.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169–192.

**Acknowledgements.** This experiment was supported by a grant from the Agence Nationale de la Recherche (Project SCAD # ANR-09-BLAN-0405-01)

While cornering, the drivers exhibit gaze fixation patterns in the vicinity of the tangent point (TP). The TP interest is mainly due to its angular position, linked to the road curvature, and, its minimal speed in the optical flow (OF). We assume that, because of its property, the TP is actually the best location in the dynamic optical array to perceive a change in the trajectory. In this study, we evaluated the ability of human observers to detect differences in their path from OF patterns, as a function of gaze direction in a simple virtual environment. The discrimination is minimal for a gaze directed toward a minimum of flow speed. A model based on Weber fraction of the foveal flow velocities correctly predicts the experimental thresholds.

**Keywords:** optic flow, heading, self-motion, gaze, visual motion perception

## INTRODUCTION

Most approaches to the control of steering rely on the tangent point (TP) as a major source of information (Land & Lee, 1994; Authié & Mestre, 2011). The TP is the geometrical intersection between the inner edge of the road and the tangent to it, passing through the subject's position. It corresponds to a singular and salient point from in the subject visual field and its location reflects the road geometry and the self-motion direction. However, the particular status of the TP in the optical flow (OF), as a local minimum of flow speed, was often left aside. We therefore assume that the TP is actually the best location in the dynamic optical array to perceive a change in the trajectory. In this study, we evaluated the ability of human observers to detect variations in their path curvature from OF patterns, as a function of the gaze direction in a virtual environment. We simulated curvilinear self-motion across a ground plane. Using random-dot OF stimuli of brief duration and a forced-choice adaptive procedure, we determined curvature discrimination thresholds, as a function of simulated gaze direction.

## METHOD

We used a two-alternative forced choice (2AFC) paradigm, in order to define the minimal difference of radius of curvature necessary to make an accurate judgment about his/her simulated trajectory. We projected OF displays which simulated a curvilinear movement over a random-dot ground plane. Each 2AFC trial consisted of two temporal intervals (500ms each), separated by a blank screen. In the first one, the dots movement simulated a curvilinear trajectory with a radius of curvature  $R$ . In the second interval the simulated trajectory has a different radius, larger or smaller. The observers had to decide which stimulus corresponded to the most curved trajectory (*i.e.* had the smaller radius of curvature). Each condition consisted in 70 trials. Although gaze direction was physically kept constant on the screen across all conditions (*i.e.* observer was asked to fixate a target located at the center of the screen), the gaze orientation of the observers in the virtual environment was manipulated between experimental sessions and kept constant during a given session. The gaze orientation in was changed by manipulating the camera orientation in the virtual scene (5 orientations:  $-\theta$ ,  $0$ ,  $+\theta$ ,  $+2\theta$ ,  $+3\theta$ ). The zero direction corresponds to a simulated gaze direction aligned with instantaneous heading. The  $+\theta$  direction matches a local minimum of flow. We defined a perceptual model, based on foveal OF speed, to predict discrimination thresholds. We assumed that a trajectory discrimination task amounts to the discrimination of angular speeds (McKee, 1981), and that the discrimination performance is a function of the relative optical angular speed. This discrimination is considered to be well modeled by a Weber fraction law:

$$w = \frac{OF_{S1} - OF_{S2}}{OF_{S1}} \approx \frac{OF_{S1} - OF_{S2}}{OF_{Sm}} \quad \text{Equation [1]}$$

with  $OF_{S1}$  and  $OF_{S2}$  the OF speed at the gaze position for  $R1$  and  $R2$  radii, respectively;  $w$  a constant (between 0 and 1, depending on the subject discrimination performance); and  $OF_{Sm}$  the average speed

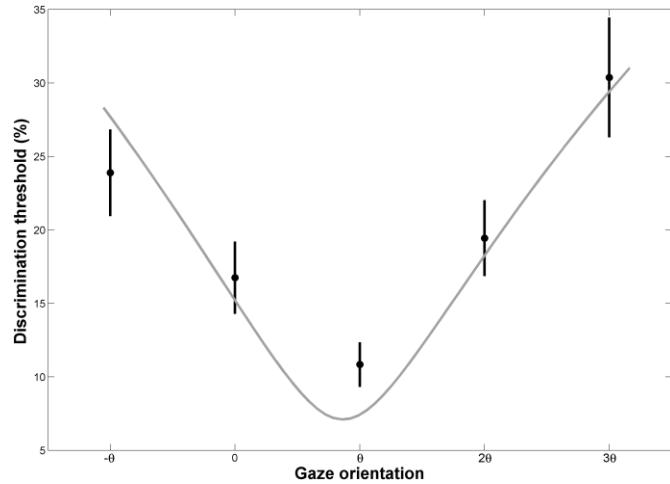
of  $OF_{S1}$  and  $OF_{S2}$ .

## RESULTS

**Experimental thresholds.** The curvature discrimination thresholds (expressed as the percentage of difference between radii of curvature that observers were able to discriminate) between the simulated trajectories in each condition are shown in Figure 1. A one-way repeated ANOVA revealed a large effect of the gaze direction [ $F(4,44)=13.63$ ,  $p<.01$ ,  $\eta^2p=.55$ ]. Newman-Keuls tests showed no difference between +20 and 0 directions and between +20 and -0 directions; but significant differences between all other orientations. The gaze orientation +0 corresponded to the minimal thresholds and the +30 direction to the maximal thresholds.

**Model thresholds.** For our model (Figure 1), the discrimination thresholds between two complex stimuli (and two radii) corresponds to a comparison between two local OF vectors, through their relative speed. We chose a  $w$  value (i.e. the relative speed that observers are able to discriminate; equation [1]) which minimizes the root mean square error between the model and the average data.

The best  $w$  parameter found was  $w=.147$ , which means that, on average, the relative difference between two OF speeds is perceived if greater or equal to 14.7%. The simulation fits well the data with a minimum threshold at 0 and an asymmetry around this direction, with higher thresholds for +30 than for -0 direction. A quantitative analysis revealed a good accordance between the data and the model ( $R^2=.94$ ).



**Figure 2:** Thresholds from the model (gray) and the averaged data (black) as a function of the gaze orientation. Bars indicate between-subjects standard error.

## DISCUSSION

In conclusion, the visual perception of the characteristics of self-motion is not equally precise across the visual field (at least in the horizontal direction). A given gaze direction of the moving observer corresponds to a single local flow velocity. This velocity affects the curvature discrimination thresholds which are minimal for a gaze directed toward a local minimum of flow speed. A model based on a Weber fraction of the foveal velocities ( $\Delta V/V$ ) predicts well the relationship between experimental thresholds and local flow velocity. We observe that a minimal speed direction corresponds to a maximal sensitivity of the visual system, as predicted by our model. Then, the spontaneous gazing strategies observed during driving (e.g. the TP fixation behavior) might correspond to an optimal selection of relevant and optimal information in the OF field. These findings are consistent with most of ecological situations; the minimal OF and the gaze direction often match the movement direction (for rectilinear trajectories; Gibson, 1950) or the future path (Wilkie & Wann, 2006), which correspond to areas of small flow speed, such as the focus of expansion or the TP.

## REFERENCES

- Gibson, J. (1950). *The perception of the visual world Volume 2*: Houghton Mifflin Boston.
- Authié, C.N., Mestre, D.R. (2011). Optokinetic nystagmus is elicited by curvilinear optic flow during high speed curve driving. *Vision Research*. In press
- Land, M.F., Lee, D.N. (1994). Where we look when we steer. *Nature*, 369, 742–744.
- McKee, S.P. (1981). A local mechanism for differential velocity detection. *Vision Research*, 21, 491–500.
- Wilkie, R.M., Wann, J.P. (2006). Judgments of path, not heading, guide locomotion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 88–96.

Les rythmes cérébraux représentent des corrélats neurophysiologiques pertinents pour une meilleure compréhension des mécanismes de contrôle du mouvement. Cette présentation vise 1) à expliquer comment interpréter les variations de puissances spectrales de ces rythmes et 2) à illustrer les phénomènes de synchronisation et désynchronisation neuronale qui sous-tendent les adaptations perceptivo-motrices à travers deux types d'études menées dans nos laboratoires : les transitions motrices et les associations auditivo-motrices. Nous exposons les relations entre les variations de puissance du signal électroencéphalographique (EEG) avec les processus d'activation et d'inhibition corticales sous-jacents aux adaptations perceptivo-motrices. Enfin, l'intérêt de cette approche sera discuté dans le domaine de l'expertise sportive.

**Keywords:** synchronisation neuronale, activation, inhibition, électroencéphalographie.

## INTRODUCTION

Ce n'est que récemment que les chercheurs en neurosciences comportementales s'intéressant au mouvement humain ont commencé à explorer les corrélats cérébraux des processus moteurs grâce à la technique d'électroencéphalographie (EEG). L'enregistrement des données d'EEG permet de compléter l'interprétation des indices comportementaux habituellement utilisés en contrôle moteur. Le but de cette communication est d'exposer le principe de (dé)synchronisation neuronale et de comprendre les variations des rythmes cérébraux dans des situations d'adaptations perceptivo-motrices. Nous présentons les résultats de nos travaux, l'un portant sur les transitions motrices et l'autre sur les associations auditivo-motrices.

## METHODOLOGIE ET PRINCIPES DE BASE GENERAUX

Les rythmes cérébraux résultent de la sommation de l'activité électrique spontanée de populations de neurones dans le cortex. L'amplitude de ces rythmes dépend du degré de synchronisation des groupes de neurones. Lorsqu'une région participe à une réponse motrice, l'activité neuronale se désynchronise (amplitude faible) tandis que lorsque la région corticale n'est pas impliquée (au repos ou désactivée), l'activité des neurones est synchronisée (amplitude plus élevée) (Pfurtscheller et al., 1997). Une analyse spectrale de Fourier fournit ces valeurs d'amplitude (ou puissance). Dans nos travaux, nous utilisons le système Biosémi© et les électrodes d'intérêt sont situées au dessus des régions sensorimotrices (C3 : hémisphère gauche et C4 : hémisphère droit), des régions frontales (FCz et Cz) et pariétales (CPz et Pz). Deux bandes de fréquences sont étudiées en motricité: alpha (8-12 Hz) et beta (13-30 Hz). La première correspond aux processus attentionnels et la seconde au traitement sensorimoteur. Alors que le rythme alpha peut être observé sur plusieurs zones du cortex, un autre rythme (*mu*), dit « sensori-moteur », est spécifiquement enregistré au-dessus des régions sensorimotrices aux alentours des 10Hz. Il représente un corrélat des liens entre perception et action (Pineda, 2005). Le rapport des puissances entre une tâche expérimentale et une tâche de référence est d'abord calculé puis une transformation en log (*log ratio*) est effectuée pour normaliser la distribution des données. Une valeur négative reflète une activation, une valeur positive une désactivation (Fig. 1).

## EXEMPLES D'ETUDES

Dans une première série d'études, les participants devaient effectuer des transitions entre des mouvements de tapping bimanuel (in-phase vers anti-phase, ou réciproquement) ou de tapping bimanuel vers du tapping unimanuel, ou réciproquement. Aux transitions, les résultats montrent une diminution de l'amplitude du rythme alpha au niveau des régions sensorimotrice gauche et pariétales quel que soit le sens de la transition. Ceci reflèterait les ressources attentionnelles nécessaires pour changer de pattern moteur. Lorsque la transition implique de passer de l'anti-phase vers du tapping en in-phase, une augmentation de l'amplitude du

rythme beta est observée dans les régions frontales. Cette désactivation pourrait refléter une ‘inhibition active’ de la coordination en anti-phase (Tallet et al., 2010). Le deuxième type de travaux concerne les variations du rythme *mu* dans les associations auditivo-motrices (AAM). Huit participants devaient écouter un métronome auditif, avant (écoute1) et après (écoute2) avoir associé un mouvement de tapping unimanuel avec la main droite à ce métronome (AAM). Pour huit autres participants (Contrôle), la tâche d’association se faisait avec un métronome visuel. Ils devaient également écouter le métronome auditif avant et après. Les résultats indiquent que 1) réaliser un mouvement de la main diminue l’amplitude du rythme *mu* pour les deux groupes surtout au dessus de l’hémisphère gauche (Fig.1A), et 2) l’écoute d’un son préalablement associé à un mouvement augmente l’amplitude du rythme *mu* au-dessus des régions sensorimotrices (plus importante à gauche) par rapport à la première écoute (Fig.1B). Cette augmentation pourrait correspondre à une ‘inhibition active’ pour retenir le tapping de la main droite qui a été préalablement associé au son du métronome.

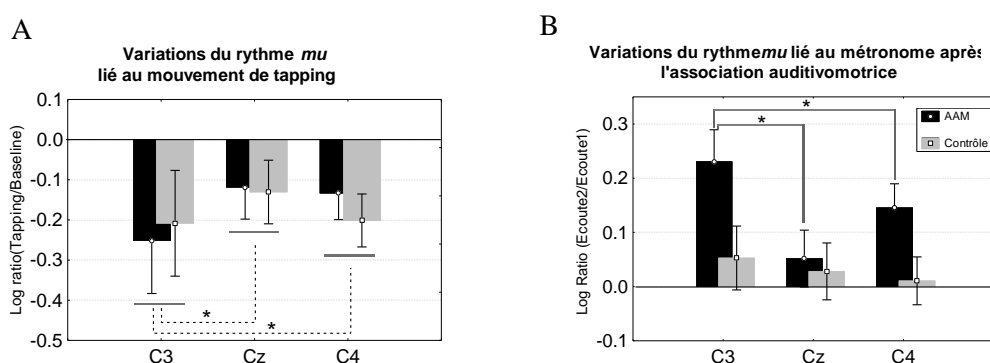


Figure 1. Moyennes et erreurs-types des *log ratio* en fonction des électrodes C3, Cz, C4. A) Diminution du rythme *mu* dans la tâche de tapping par rapport à une condition de référence (baseline) pour les deux groupes. L’activation cérébrale est plus forte pour C3. B) Augmentation de l’amplitude du rythme *mu* marquée sur C3 lors de la deuxième écoute du métronome dans le groupe AAM mais pas dans le groupe Contrôle. \* :  $p < 0.05$ .

## DISCUSSION

Les résultats présentés montrent l’intérêt de mesurer les variations des rythmes cérébraux pour mieux comprendre les processus d’activation et d’inhibition impliqués dans les adaptations perceptivo-motrices. En particulier, ils renforcent l’idée que la diminution (désynchronisation neuronale) et l’augmentation (synchronisation) de l’amplitude de rythmes cérébraux dans des bandes de fréquences spécifiques correspondraient à des phénomènes d’activation et de désactivation de processus attentionnels et/ou sensorimoteurs. Etant donné que certains rythmes de base (i.e. alpha) semblent corrélés avec le niveau d’expertise des athlètes (Baumeister et al., 2008), il serait intéressant d’analyser les caractéristiques de synchronisation et de désynchronisation neuronales dans cette population.

## BIBLIOGRAPHIE

- Baumeister, J., Reinecke, K., Liesen, H., Weiss, M. (2008). Cortical activity of skilled performance in a complex sports related motor task. *European Journal of Applied Physiology*, 104, 625-631.
- Pfurtscheller, G., Neuper, C., Andrew, C., Edlinger, G. (1997). Foot and Hand area mu rhythms. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 121-135.
- Pineda, J. (2005). The functional significance of mu rhythms: Translating ‘‘seeing’’ and ‘‘hearing’’ into ‘‘doing’’. *Brain Research Reviews*, 50, 57-68.
- Tallet, J., Barral, J., James, C., Hauert, C.-A. (2010). Stability-dependent behavioural and electrocortical reorganizations during intentional switching between bimanual tapping modes. *Neuroscience Letters*, 483, 118-122.



## O23-Judging the contact-times of multiple objects: Evidence for an early bottleneck

*Robin Baurès<sup>1,2</sup>, Daniel Oberfeld<sup>2</sup>, Heiko Hecht<sup>2</sup> & Viola Cavallo<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> IFSTTAR, LPC, Versailles, France, <sup>2</sup> Department of Psychology, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Germany  
[robin.baures@ifsttar.fr](mailto:robin.baures@ifsttar.fr)

The accuracy of time-to-contact (TTC) judgments for single approaching objects is well researched, however, close to nothing is known about our ability to make simultaneous TTC judgments for two or more objects. In a first experiment, we assessed the performances of observers when estimating the absolute TTC of two objects, and compared the performance to a standard single-object condition. The results showed that the two respective TTC estimates interfere with one another in an asymmetric fashion. The TTC of the later-arriving object is systematically overestimated, while the estimated TTC for the first-arriving object is as accurate as in a condition presenting only a single object. A second experiment revealed that the processing bottleneck in TTC estimation originates at the earlier stages of the TTC estimation.

**Key-words:** Multiple objects, Time-to-contact estimation, Perceptual bottleneck

### INTRODUCTION

The accuracy of time-to-contact (TTC, that is the time remaining before an object reaches a specific point of interception) perception has been assessed at length for single approaching objects. However, only little is known about the observers' ability to make simultaneous TTC judgments for two or more objects (e.g., DeLucia & Novak, 1997). To investigate potential effects of added objects, the present studies put observers in a position to judge the TTC of two simultaneously moving objects, and compared the results with a single-object condition.

### METHODS

In the first experiment, participants initially had to press a button to indicate when one ball collided with a line (one-object condition). Then, in a subsequent two-object condition with two balls, participants had to indicate the arrival time of each ball. Velocities were 3, 6 or 12 cm/s, and TTC of 0.5, 1 or 1.5 s.

In the second experiment, participants were required to complete first a one-object condition. Then, in the two-object condition, participants had to estimate the TTC of one of the two balls, indicated by an auditory cue. The tone was presented either at motion-onset or at occlusion-onset. As a consequence of the cue-condition, participants either had to estimate and report only one TTC (motion-onset condition), or estimate two but report only one TTC (occlusion-onset condition). One of the two balls (reference ball) had always a TTC of 1.5 s, whereas the second ball (distractor ball) had a TTC of 0.5, 1, 2, or 2.5 s ( $\Delta$ TTC, the difference in TTC between the two objects, of  $\pm 500$  or 1000 ms). Velocities were 2, 4 or 8 cm/s.

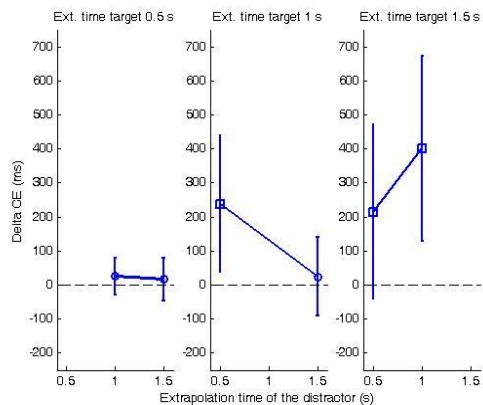
In both experiments, we computed  $\Delta$ CE, that is the difference in the constant error (CE) between the one-object and two-object conditions, for each participant and ball trajectory. Hence,  $\Delta$ CE does not reflect the precision of the TTC estimation, but serves as an indicator of the shift in the TTC estimates when confronted with two objects as opposed to one object in isolation. A positive value of  $\Delta$ CE means an increase in CE in the two-object condition compared to the one-object condition.

### RESULTS AND DISCUSSION

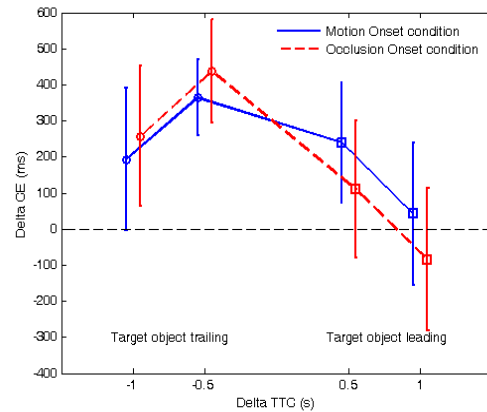
In the first experiment, we arbitrarily defined the upper ball as being the reference ball, and the lower ball as being a distractor. Then, by means of a t-test for a single sample, we compared these  $\Delta$ CEs of the reference ball to a value of 0 ms, which would reflect that the TTC estimation of the reference object is equivalent to the one realized in the one-object condition, and not influenced by the necessity to produce another TTC estimate simultaneously. The results showed a clear influence of the distractor trajectory on the TTC estimation for the reference ball (Figure 1): when the distractor arrived after the reference ball, then it had no effect on the  $\Delta$ CE. However, when the distractor arrived before the



reference ball,  $\Delta CE$  was significantly higher than 0, indicating an overestimation of the TTC of the reference ball, relative to the one-object condition.



**Figure 1:** Mean  $\Delta CE$  of the target. Error bars show the 95% CI



**Figure 2:**  $\Delta CE$  in the cue-at-motion-onset condition or cue-at-occlusion onset, and as a function of  $\Delta TTC$ . Error bars show the 95% CI

To determine if such an asymmetric bottleneck originates from the visual estimation of the TTC, or from the motor response, we analyzed in the second experiment  $\Delta CE$  of the reference ball by a  $2 \times 3 \times 4 \times 3$  (Cue Condition  $\times$  Reference Object Velocity  $\times$   $\Delta TTC$   $\times$  Second Object Velocity) repeated-measures ANOVA, which showed a significant Cue Condition  $\times$   $\Delta TTC$  interaction,  $F(3, 33) = 10.82$ ,  $p < .001$ ,  $\xi = 0.85$ ,  $\eta^2 = 0.45$ . To have a clear understanding of this interaction, we compared the  $\Delta CE$ s of the reference ball for each level of  $\Delta TTC$  and each cue-condition to a value of 0 ms. In the motion-onset condition  $\Delta CE$  did not differ from 0 ms when  $\Delta TTC$  was  $\pm 1000$  ms (see the CIs of Figure 2). When  $\Delta TTC$  was  $\pm 500$  ms, however, then  $\Delta CE$  was significantly higher than in the one-object condition. Hence, when having only one TTC to estimate, the temporal proximity of the arrival of the two objects was the key feature which explained the change in TTC estimates. In contrast, in the occlusion-onset condition and for negative  $\Delta TTC$ , that is, when the reference ball was trailing, the  $\Delta CE$  was significantly above 0 ms. When  $\Delta TTC$  was positive however, that is when the reference object was leading, then the  $\Delta CE$  did not significantly differ from 0 ms. This error pattern indicates now that when having two TTCs to estimate, the arrival order induces the change in TTC estimate.

## CONCLUSION

In summary, our results clearly demonstrated proactive interference in a multiple TTC estimation task, with an unilateral influence of the first TTC estimate on the second one. In addition to and in agreement with an asymmetric interference, the closer in time the reference object arrived after the second object the more delayed was its TTC estimate. The second experiment showed that the TTC overestimation is found only when the participants had to perform two TTC estimations, but report only one. Hence, no motor interference may be at the origin of the bottleneck. Hence, our second task clearly demonstrated that this asymmetric interference originated at the level of visual information processing (the visual computation of TTC) and not at the motor level (the initiation or execution of the motor response).

## REFERENCE

DeLucia, P. R., & Novak, J. B. (1997). Judgments of relative time-to-contact of more than two approaching objects: Toward a method. *Perception & Psychophysics*, 59(6), 913-928.

O24-Influence du degré de contrôle rétroactif sur l'apprentissage de séquences répétées dans une tâche de poursuite de cible

Alexandre Lang<sup>1</sup>, Olivier Gapenne<sup>1</sup>, Dominique Aubert<sup>1</sup> & Carole Ferrel-Chapus<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire COSTECH, Université de Technologie de Compiègne

<sup>2</sup>UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La Défense

lang.alexandre@gmail.com

L'apprentissage de séquences répétées dans une tâche de « Temps de Réaction Sériel » implique des réponses rapides et discrètes. A contrario, il implique des mouvements lents et continus dans une tâche de poursuite de cible. Cette étude examine l'influence du degré de contrôle rétroactif autorisé par la vitesse de déplacement de la cible dans une tâche de poursuite continue. Les résultats montrent que des vitesses de cible trop lentes ne permettent pas de mettre en place un apprentissage de la séquence répétée. De plus, l'apprentissage est corrélé aux connaissances explicites du participant (Perruchet & Amorim, 1992). Ces résultats fournissent une explication aux échecs rencontrés dans la littérature concernant les apprentissages moteurs implicites.

**Mots clés :** Contrôle Visuo-Moteur, Apprentissage Moteur Implicite, Contrôle Rétroactif

## INTRODUCTION

De nombreuses études traitant des apprentissages dits *implicites* se sont basées sur la tâche de « Temps de Réaction Sériel » (TRS ; Nissen & Bullemer, 1987). Dans cette tâche, une cible peut apparaître dans quatre positions sur un écran et le sujet doit appuyer sur un bouton associé aussi rapidement que possible, ce qui se traduit par des mouvements de ciblage rapide d'une durée inférieure à 750ms (Perruchet et al., 2003). Les études utilisant ce paradigme indiquent que l'apprentissage incident d'une séquence répétée est robuste dans les tâches de TRS. Ce type d'apprentissage est cependant beaucoup plus difficile à obtenir avec une tâche de poursuite de cible en dépit de la similarité formelle de ces tâches (voir Chambaron et al., 2006). Contrairement à la tâche de TRS, la tâche de poursuite implique un mouvement continu lent. Ainsi, le mouvement compris entre deux changements de direction de la cible est généralement supérieur à 900ms (e.g. Wulf & Schmidt, 1997). L'objectif principal de cette étude était de vérifier si la vitesse de déplacement de la cible dans une tâche de poursuite a un effet sur l'apprentissage d'une séquence répétée, ce qui pourrait expliquer cette divergence de résultats. Par ailleurs, nous avons voulu savoir si cet apprentissage est lié aux connaissances explicites du participant, conformément aux observations de Perruchet et Amorim (1992).

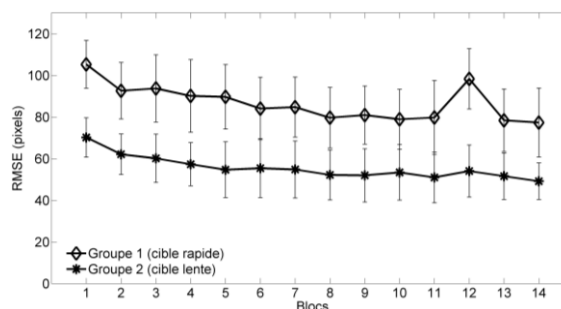
## METHODOLOGIE

24 volontaires (âge moyen = 24.1 ans, SD = 5.2 ans) ont participé à cette expérience. Leur objectif était de poursuivre une cible à l'aide d'un stylet à déplacer sur une tablette graphique en essayant de maintenir un curseur à une distance minimale du centre de la cible. Les mouvements de la cible et le protocole expérimental ont été basés sur le paradigme de Shanks et Channon (2002). Premièrement, la cible se déplaçait suivant une séquence de 12 allers-retours horizontaux avec une vitesse moyenne variable (A, B, C ou D). La séquence était codée de la manière suivante : A-B-A-C-D-B-C-A-D-C-B-D. Deuxièmement, la durée de chaque mouvement de la séquence était variable (a, b ou c). Pour les participants du premier groupe (gp1 ; n=12), cette durée était relativement courte (a=500ms, b=700ms, c=900ms). La durée moyenne (700ms) pour ce groupe a été choisie de sorte à correspondre au temps de réponse moyen à un essai dans une tâche TRS (voir Perruchet et al., 2003). Ainsi, le maintien du curseur à l'intérieur de la cible nécessitait une anticipation de sa trajectoire. Pour les participants de second groupe (gp2 ; n=12), la durée moyenne a été allongée de 200 ms (a=700ms, b=900ms, c=1100ms), ce paramétrage se rapprochant davantage des durées utilisées en situation de poursuite. Afin de rendre possible un contrôle visuel continu lors de la poursuite, la cible suivait un profil d'accélération de type sinusoïdal correspondant à ceux utilisés dans les tâches de poursuite. Troisièmement, l'expérience était composée de 14 blocs d'essais dans lesquels la séquence était répétée 8 fois. Au bloc 12, une séquence de test, différente de la séquence de pratique, a été introduite. A l'issue de la phase d'acquisition, les

participants ont réalisé un test de reconnaissance dans lequel ils devaient évaluer des mouvements de la cible (vu vs. non vu). Les performances motrices ont été évaluées avec un indicateur de distance quadratique moyenne entre les positions du curseur et de la cible (RMSE). Pour évaluer l'apprentissage de la séquence de pratique, les performances au bloc 12 ont été comparées aux performances moyennées des blocs 10, 11, 13 et 14. Une ANOVA avec les facteurs Groupe (rapide, lent), Blocs (1->14) et Condition (bloc test, blocs 10-11-13-14) a été réalisée. Le niveau de significativité a été fixé à  $p=.05$ .

## RESULTATS

En phase d'acquisition (Figure 1), les performances du groupe 1 (cible rapide) étaient inférieures à celles du groupe 2 (cible lente) [ $F(1,22)=39.74$  ;  $p<.00001$ ] mais les participants des deux groupes ont amélioré leurs performances avec la pratique [ $F(13,286)=26.16$  ;  $p=0$ ]. L'introduction de la séquence de test au bloc 12 a eu un effet néfaste sur les performances [ $F(1,22)=37.35$  ;  $p<.00001$ ]. Cependant, l'interaction Groupe x Condition [ $F(1,22)=21.28$  ;  $p=.0001$ ] permet de vérifier que les performances se sont dégradés uniquement dans le groupe 1 [ $F(1,11)=36.58$  ;  $p<.0001$ ] mais pas dans le groupe 2 [ $F(1,11)=2.62$  ;  $p>.1$ ]. En phase de reconnaissance, les résultats montrent que les participants du premier groupe ont des performances supérieures au hasard [ $F(1,22)=19.83$  ;  $p=.0002$ ] tandis que ceux du second groupe ont donné des réponses au hasard [ $F(1,22)=1.47$  ;  $p>.2$ ].



**Figure 1** : Evolution de la RMSE avec la pratique dans les groupes 1 (cible rapide) et 2 (cible lente).

## CONCLUSION

Cette étude apporte deux résultats principaux : (1) la pratique de la tâche de poursuite de cible donne lieu à un apprentissage de séquences répétées uniquement lorsque le contrôle rétroactif du mouvement est limité par une vitesse de cible élevée ; (2) l'apprentissage est corrélé aux connaissances explicites de la structure de la séquence répétée que le participant acquiert avec la pratique. Ces résultats suggèrent que les échecs rencontrés dans la littérature lors de la mise en place d'un apprentissage moteur implicite résultent d'une vitesse de déplacement de la cible trop lente.

## BIBLIOGRAPHIE

- Chambaron, S., Ginhac, D., Ferrel-Chapus, C., & Perruchet, P. (2006). Implicit learning of a repeated segment in continuous tracking: A reappraisal. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(5), 845-854.
- Nissen, M.J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirement of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19, 1-32.
- Perruchet, P., & Amorim, M.-A. (1992). Conscious knowledge and changes in performance in sequence learning: Evidence against dissociation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(4), 785-800.
- Perruchet, P., Chambaron, S., & Ferrel-Chapus, C. (2003). Learning from implicit learning literature: Comment on Shea, Wulf, Whitacre, and Park (2001). *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56A(5), 769-778
- Shanks, D.R., & Channon, S. (2002). Effects of a secondary task on "implicit" sequence learning: learning or performance? *Psychological Research*, 66, 99-109.
- Wulf, G., & Schmidt, R. A. (1997). Variability of practice and implicit motor learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 23(4), 987-1006.

Plusieurs études ont montré que les fortes erreurs de perception de la verticalité induite par l'inclinaison d'un référentiel visuel s'accompagnaient d'une importante variabilité intra-individuelle. L'objectif de cette étude était de quantifier le lien entre le degré de dépendance au référentiel visuel induite par l'inclinaison d'un cadre incliné (-28°, -18°, -8°, 0°, +8°, +18°, +28°) et les différentes formes de variabilité (certitude-incertitude) intra-individuelle associées (variabilité instantanée, intéressai et incertitude perçue). Nos résultats font apparaître l'existence d'une corrélation entre le degré de dépendance et la variabilité instantanée. De plus, le fort niveau d'incertitude perçue comparé aux variabilités instantanée ou intéressai laisse penser que les individus sous estimerait leur capacité à discerner différentes orientations.

**Mots clefs** : dépendance au champ visuel, variabilité intéressai, variabilité instantanée

## INTRODUCTION

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux différentes formes de variabilité intra-individuelle induites par l'inclinaison d'un environnement visuel 3D sur l'estimation de la verticale gravitaire. La littérature laisse apparaître l'existence d'une forte variabilité interindividuelle lors de l'exécution de tâches d'orientations (Witkin & Asch, 1948). Il apparaît que les sujets les plus sensibles (DC) semblent présenter des estimations plus variables comparés aux sujets les moins sensibles (IC). Ces résultats peuvent s'interpréter comme des symptômes d'une désorientation spatiale ou d'une bistabilité de l'influence des référentiels visuel et non visuel. Cette variabilité intra-sujet, estimée à partir de la variance de l'ensemble des essais réalisés dans une condition donnée, traduit la variabilité moyenne du sujet. Cette mesure de l'incertitude peut néanmoins contenir de multiples sources de variations (attentionnelles, bistabilité des référentiels, ...). A notre connaissance, la mesure de la certitude instantanée n'a jamais été étudiée. Le but de cette étude est d'estimer l'incertitude instantanée d'un individu et nous faisons l'hypothèse que, tout comme la variabilité moyenne (intéressai), la variabilité instantanée (intraessai) est corrélée avec le degré de dépendance au référentiel visuel d'un individu. Ceci permettrait de capturer l'incertitude spatiale d'un individu avec un seul essai et de nous affranchir de sources de variations (attentionnelles, changement de référentiel...) susceptibles d'apparaître au cours du temps.

## METHODES

23 sujets devaient ajuster une baguette préalablement inclinée à la verticale. La baguette était placée à l'intérieur et au fond d'un tunnel optique carré de 25° de taille angulaire (type "RFT 3D", (Oltman, 1968)). Lors d'un essai, le sujet estimait trois orientations de baguette : la verticale subjective et les limites de la zone de verticalité c.-à-d. les orientations de la baguette au-delà desquelles il était sûr que la baguette n'était plus verticale. La variabilité intraessai était obtenue en calculant la différence entre les 2 orientations extrêmes (minimale et maximale) obtenues à partir du 1<sup>er</sup> arrêt de déplacement de la baguette (Figure 1). La zone d'incertitude perçue était estimée en calculant la différence entre les deux orientations de la zone de verticalité. Le sujet effectuait 6 essais pour chacune des 7 orientations de cadre: +28°, +18°, +8°, 0°, -8°, -18°, -28°. La variance intéressai était calculée pour chaque condition et chaque

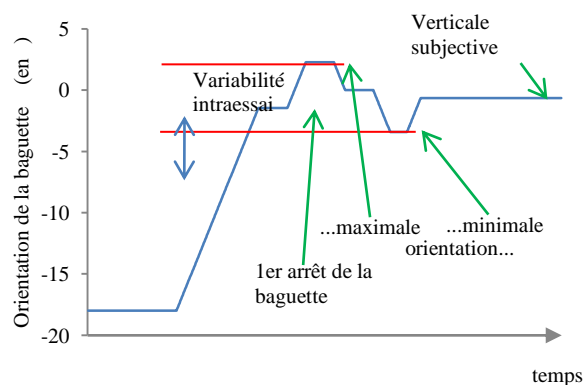


Figure 1. Illustration du calcul de la variabilité intraessai.

sujet. Une analyse corrélacionnelle a été effectuée afin de tester l'existence et la significativité des relations entre la verticale subjective absolue moyenne (VSAM), la variabilité intraessai moyenne (VIaEM), la zone d'incertitude moyenne (ZIM) et la variance interessai (VIeE) de chaque sujet pour chaque condition d'inclinaison du cadre. Une ANOVA à mesures répétées a également été effectuée sur les 3 dernières variables.

## RESULTATS

Une analyse corrélacionnelle a été effectuée entre chacune des variables énoncées ci-dessus à partir des moyennes calculées pour chaque sujet et chaque condition d'inclinaison de cadre. Il apparaît que la VSAM corrèle significativement avec la ZIM ( $p < 0,05$  ;  $r = -0,20$ ), la VIaEM ( $p < 0,05$  ;  $r = 0,45$ ) et la VIeE ( $p < 0,05$  ;  $r = 0,41$ ). Il apparaît également que la VIaEM corrèle significativement avec la VIeE ( $p < 0,05$  ;  $r = 0,29$ ) (Figure 2). Une ANOVA à mesures répétées a révélé l'existence d'une différence significative entre l'incertitude perçue et la variabilité intraessai ( $F(1, 160) = 342,34$  ;  $p < 0,05$ ) et entre l'incertitude perçue et la variance interessai ( $F(1, 160) = 288,69$  ;  $p < 0,05$ ). Aucune différence significative n'apparaît entre la variabilité intraessai et la variance interessai ( $F(1, 160) = 0,017$  ;  $p = 0,90$ ) (Figure 3).

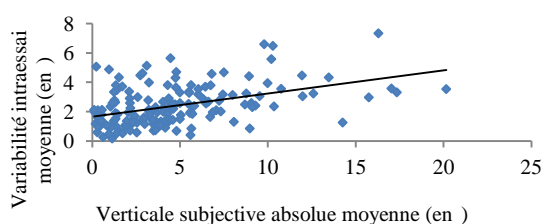


Figure 2. Corrélation entre la verticale subjective absolue moyenne et la variabilité intraessai moyenne.

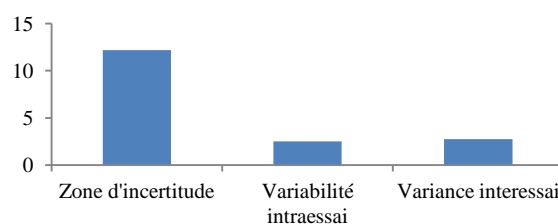


Figure 3. Moyenne de la zone d'incertitude, de la variabilité intraessai et de la variabilité interessai.

## DISCUSSION

Nos résultats montrent, conformément à nos hypothèses, une corrélation positive entre la verticale subjective absolue moyenne et la variabilité intraessai moyenne. Plus le sujet est dépendant au champ visuel, plus il testerait un large éventail d'orientations de baguette. Ceci pourrait s'expliquer par une exploration visuelle plus importante chez les sujets dépendants (DC) (Ohlmann, Cian, & Mendelsohn, 1984). De plus l'absence de différence significative entre la variabilité intraessai et la variance interessai laisse supposer que ces deux indices rendent compte d'un même comportement. Cependant, la variabilité intraessai offre la possibilité d'observer l'incertitude d'un individu instantanément, et permet ainsi d'en observer son évolution au cours d'une tâche, contrairement à la variance interessai qui traduit une incertitude moyenne. Elle permet également de s'affranchir de possibles sources de variations (attentionnelle, changement de référentiel...). Les résultats observés montrent également que l'estimation consciente de l'incertitude, via la zone d'incertitude, surestime significativement celle mesurée via la variabilité instantanée (i.e., variabilité intraessai) ou moyenne (i.e., variance interessai). Nous constatons également l'existence d'une forte variabilité interindividuelle dans l'incertitude perçue. Cette méthode permettrait ainsi de capturer l'incertitude spatiale propre à l'exploitation d'un référentiel, et être utilisée dans les règles d'intégration ou de combinaison des signaux sensoriels (i.e. Maximum Likelihood Estimation ou approche Bayésienne).

## BIBLIOGRAPHIE

- Ohlmann, T., Cian, C., & Mendelsohn, P. (1984). Caractéristiques des mouvements oculaires lors d'une tâche de découverte de la verticale dans un contexte perturbateur. Ref Type: Unpublished Work.
- Oltman, P. K. (1968). A portable rod-and-frame apparatus. *Percept.Mot.Skills*, 26, 503-506.
- Witkin, H. A. & Asch, S. E. (1948). Studies in space orientation; further experiments on perception of the upright with displaced visual fields. *J.Exp.Psychol.*, 38, 762-782.

Le but de cette étude était d'examiner l'activité neurovégétative et la tension musculaire chez des sujets de traits d'anxiété contrastés pendant et après une situation stressante. 28 sujets d'anxiété-trait 'bas' et 31 sujets d'anxiété-trait 'moyen' ont réalisé une tâche de Stroop avec interférences. La fréquence cardiaque, l'activité électrodermale, la température, l'activité électromyographique du gastrocnémien et du trapèze ont été enregistrées. Nos résultats montrent une augmentation de l'activité physiologique pendant la situation stressante, quel que soit le groupe. En revanche, le groupe 'moyen' a une récupération de la température et de la tension musculaire du gastrocnémien plus lente que le groupe 'bas'. Ces résultats suggèrent que la récupération physiologique après une situation stressante pourrait dépendre du niveau de trait d'anxiété.

**Mots clés :** tension musculaire, paramètres neurovégétatifs, stresser cognitif, récupération, anxiété-trait.

## **INTRODUCTION**

De nombreuses études portant sur l'influence de l'anxiété-trait sur les réponses physiologiques en situation stressante n'ont pas montré de différence de réactivité physiologique chez des individus de traits d'anxiété contrastés. Différents auteurs ont ainsi montré une augmentation de l'activité sympathique et de la tension musculaire pendant une situation stressante quel que soit le niveau de trait d'anxiété (e.g. Arena & Hobbs, 1995 ; Mauss et al., 2003). La plupart de ces études se sont centrées sur l'amplitude des modifications physiologiques au cours d'une situation stressante, sans évaluer la période de récupération et sa dynamique temporelle. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que des différences physiologiques entre des individus de traits d'anxiété contrastés pourraient émerger au cours de la période de récupération après une situation stressante.

Le but de cette étude est d'examiner, au cours de la récupération après un stresser cognitif modéré, la dynamique temporelle de paramètres neurovégétatifs et de la tension musculaire chez des sujets de traits d'anxiété contrastés.

## **METHODE**

Sur la base de 109 sujets volontaires, 59 sujets ont réalisé le protocole. Les individus dont les scores d'anxiété-trait (State-Trait Anxiety Inventory, STAI, Spielberger et al., 1983) étaient aux extrêmes de la distribution ont été répartis en deux groupes contrastés : groupe de trait d'anxiété 'bas' ( $36,9 \pm 3,2$  ;  $n=28$ ), groupe de trait d'anxiété 'moyen' ( $54,7 \pm 5,3$  ;  $n=31$ ).

Les sujets ont réalisé une condition contrôle puis une condition stressante, composées d'une tâche de Stroop suivie par une période de récupération. Dans la condition contrôle, les sujets devaient réaliser une tâche de Stroop sans interférence (tâche contrôle). La condition stressante était induite par une tâche de Stroop avec interférences (tâche stressante), filmée et chronométrée (Silva et Leite, 2000). L'état d'anxiété (STAI) et la valence des pensées (Echelle visuelle analogique) ont été évalués. La fréquence cardiaque (FC, intervalle R-R), le niveau tonique électrodermal (AED, conductance cutanée), la température cutanée périphérique, l'activité électromyographique (EMG) du gastrocnémien médial et du trapèze supérieur ont été mesurées en continu pendant l'expérimentation. Des ANOVAs ont été utilisées pour comparer, chez les deux groupes, les modifications psychologiques et physiologiques mesurées en conditions contrôle et stressante.

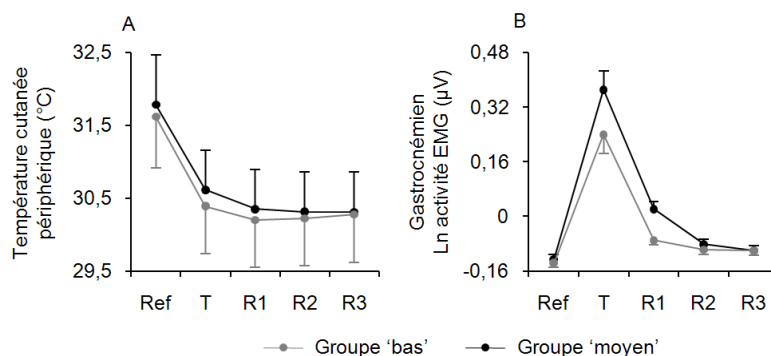
## **RESULTATS**

L'état d'anxiété augmente significativement pendant la tâche stressante comparée à la tâche contrôle pour les deux groupes, avec une augmentation plus élevée pour le groupe 'moyen' ( $p < 0,001$ ). De plus, le groupe 'moyen' a des pensées plus négatives pendant la récupération après la tâche stressante ( $p < 0,001$ ), mais pas le groupe 'bas'.

La FC, l'AED et l'activité EMG du gastrocnémien et du trapèze (exprimée en logarithme, Ln) augmentent et la température diminue significativement pendant la tâche stressante comparée à la

tâche contrôle ( $p < 0,0001$ ), quel que soit le groupe. En revanche pour la récupération après la tâche stressante, des interactions significatives entre le groupe et la période pour la tendance linéaire ont été trouvées pour la température ( $F(1,53) = 5,79, p = 0,02$ ) et l'activité EMG du gastrocnémien ( $F(1,53) = 4,04, p = 0,04$ ) (Figure 1).

**Figure 1.** La température périphérique (A) et l'activité EMG du gastrocnémien (B) pendant la condition stressante pour les groupes 'bas' et 'moyen'. Les données représentent les signaux physiologiques moyennés pendant la référence (Ref), la tâche stressante (T) et chaque 10 secondes pendant les 30 premières secondes de la récupération (R1, R2, R3). Les barres d'erreur représentent l'erreur standard de la moyenne.



## DISCUSSION

Quel que soit le groupe, nos résultats montrent une augmentation de la FC, de l'AED, de l'activité EMG des muscles et une diminution de la température périphérique pendant la tâche stressante. En revanche, le groupe 'moyen' a rapporté un niveau d'état d'anxiété plus élevé que le groupe 'bas'. Les sujets de trait d'anxiété 'moyen' pourraient selon certains auteurs (Eysenck, 1992), par des biais cognitifs, surestimer la tâche stressante.

Après la tâche stressante, le groupe 'moyen' a une récupération de la température périphérique et de la tension musculaire du gastrocnémien plus lente que le groupe 'bas'. De plus, le groupe 'moyen' a des pensées plus négatives. En accord avec des études qui ont montré que les pensées négatives, l'inquiétude ou les ruminations seraient associées à une activation physiologique prolongée après un stressor (Brosschot et al., 2006), nos résultats montrent que les pensées négatives pourraient jouer le rôle de médiateur dans la relation entre le trait d'anxiété et la récupération de la température périphérique.

En conclusion, bien que la réactivité physiologique au stressor cognitif modéré soit similaire pour les deux groupes, il existerait une dynamique physiologique post-stress différente selon le niveau de trait d'anxiété des individus. Ces différences de récupération physiologique seraient susceptibles d'influencer les performances chez des individus de traits d'anxiété contrastés.

## BIBLIOGRAPHIE

- Arena, J. G., Hobbs, S. H. (1995). Reliability of psychophysiological responding as a function of trait anxiety. *Biofeedback and Self-Regulation*, 20, 19-37.
- Brosschot, J. F., Gerin, W., Thayer, J. F. (2006). The perseverative cognition hypothesis: a review of worry, prolonged stress-related physiological activation, and health. *Journal of Psychosomatic Research*, 60, 113-124.
- Eysenck, M. W. (1992). *Anxiety: the cognitive perspective*. Howe: Lawrence Erlbaum.
- Mauss, I. B., Wilhelm, F. H., Gross, J. J. (2003). Autonomic recovery and habituation in social anxiety. *Psychophysiology*, 40, 648-653.
- Silva, F. T., Leite, J. R. (2000). Physiological modifications and increase in state anxiety in volunteers submitted to the Stroop Color-Word Interference Test: A preliminary study. *Physiology and Behavior*, 70, 113-118.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., Lushene, R., Vagg, P. R., & Jacobs, G. A. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.



*Numa Basilio, Antoine H.P. Morice, Cécile Martha, Reinoud J. Bootsma et Gilles Montagne*  
UMR CNRS 6233 & Institut des Sciences du Mouvement Etienne-Jules MAREY, Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II), Marseille, France  
[numa.basilio@etumel.univmed.fr](mailto:numa.basilio@etumel.univmed.fr)

La théorie des affordances prédit que le succès de nos comportements ne résulte pas de la perception de l'environnement dans une métrique absolue mais en référence à nos capacités d'action. Nous avons testé expérimentalement cette théorie en utilisant une plateforme de réalité virtuelle nous permettant de manipuler les contraintes spatio-temporelles de situations de dépassement et les limites d'action des véhicules. Des participants présentant des profils de personnalité différents ont été testés. Nous avons montré d'une part que les conducteurs s'engagent dans un dépassement en percevant une affordance et d'autre part, que cette perception est médiée par les propriétés de l'environnement, les capacités d'actions du véhicule et le profil de personnalité du conducteur (« Audacieux » vs « Prudent »).

**Keywords:** Conduite automobile, Prise de risque, Affordance, Réalité virtuelle

## INTRODUCTION

La théorie des affordances (Gibson, 1979) postule que les propriétés de l'environnement ne sont pas perçues selon une échelle de mesure extrinsèque (e.g., mètres, etc.) mais en référence aux propriétés intrinsèques de l'individu pouvant être anthropométriques (Warren, 1987), énergétiques, ou cinétiques (Fajen, 2008). Ainsi, en conduite automobile, le succès d'un dépassement serait garanti par la perception d'une propriété de l'interaction agent-environnement (i.e., la Vitesse Minimum Satisfaisante pour réussir le dépassement en prenant en compte la distance séparant le conducteur du véhicule à doubler, leurs vitesses respectives et enfin la distance séparant le conducteur d'un obstacle situé sur la voie de dépassement,  $VMS$ ) en référence aux propriétés intrinsèques de l'automobile d'ordre cinétique (i.e., la Vitesse Maximale du véhicule,  $V_{MAX}$ ). Cependant, des données issues du champ de la psychologie différentielle suggèrent que les individus peuvent présenter des traits de personnalité différents concernant leur propension à prendre des risques (Vollrath & Torgersen, 2002). Ces traits pourraient donc induire des comportements différents entre les individus. Nous questionnons l'influence d'une triple relation incluant les propriétés de l'environnement ( $VMS$ ), les capacités d'actions du véhicule ( $V_{MAX}$ ) et le trait psychologique du conducteur (« Audacieux » vs. « Prudent ») dans la sélection des comportements de dépassement.

## METHODE

Une phase d'étude par questionnaire auprès d'un échantillon de 208 jeunes adultes a permis de sélectionner deux groupes de conducteurs identifiés comme « Audacieux » ( $N=10$ ) ou au contraire « Prudent » ( $N=10$ ), sur la base de leurs scores d'extraversion et de méticulosité. Nous avons ensuite reproduit en réalité virtuelle des situations de dépassements et manipulé à la fois les contraintes spatio-temporelles des situations de dépassement (14  $VMS$ ), ainsi que les propriétés intrinsèques des véhicules, bridés à une vitesse maximale ( $V_{MAX}$ ) de 25 ou 32.5 m/s. La scène virtuelle était composée d'une route de campagne à double sens de circulation, d'un véhicule roulant sur la voie de droite et d'un obstacle immobilisé sur la voie de gauche. Les participants, qui n'avaient accès à aucune information (vitesse, modèle du véhicule, ...), observaient la scène virtuelle dans un casque de réalité virtuelle, choisissaient de s'engager ou non dans un dépassement et régulaient leur conduite en actionnant un volant et des pédales de frein et d'accélérateur. Les probabilités des comportements de dépassement ont été calculées dans chaque condition de  $VMS$  pour chaque participant et exprimées en unité extrinsèque (i.e.,  $VMS$ , en m/s) ou intrinsèque (i.e.,  $VMS/V_{MAX}$ , en % de la vitesse max).



## RESULTATS

Les courbes psychophysiques montrent que, lorsque les comportements de dépassement sont exprimés dans une échelle extrinsèque (i.e.,  $VMS$ , Figure 1 gauche), les comportements des conducteurs diffèrent en fonction de leurs capacités d'action ( $V_{MAX} = 25$  vs.  $35$  m/s) et de leur profil de personnalité (« Audacieux » vs. « Prudent »). En revanche, lorsque les comportements de dépassement sont exprimés dans une échelle intrinsèque (i.e.,  $VMS/V_{MAX}$ ,

Figure 3, droite), les comportements des conducteurs sont similaires quelles que soient leurs capacités d'action mais diffèrent en fonction de leur profil psychologique.

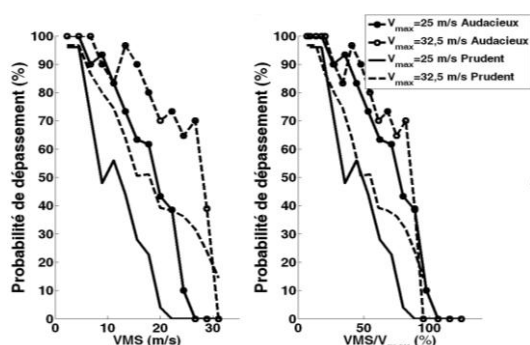


Figure 3 : Probabilités d'occurrence des comportements de dépassement (en %) en fonction d'une mesure extrinsèque (i.e.,  $VMS$ , gauche) et d'une mesure intrinsèque (i.e.,  $VMS/V_{MAX}$ , droite) de la situation de dépassement pour les conducteurs «Audacieux » (-o-) et « Prudent » (-). Parmi ces groupes, les traits pleins et discontinus représentent respectivement les comportements réalisés avec des véhicules bridés à 25 m/s et 32.5 m/s.

## DISCUSSION et CONCLUSION

Premièrement, dans une tâche de dépassement de véhicule, les comportements des conducteurs sont guidés par la mise en relation des propriétés de l'environnement et de leurs capacités d'action. En effet, pour un même rapport  $VMS/V_{MAX}$ , les comportements des conducteurs deviennent similaires pour des capacités d'actions ( $V_{MAX}$ ) différentes au sein d'un même profil psychologique, bien que les comportements des conducteurs diffèrent en fonction de leur profil de personnalité. Les individus seraient ainsi capables pour garantir le bon déroulement d'un dépassement, de percevoir directement les possibilités d'actions offertes par les situations expérimentées. De ce fait, « [...] les affordances des choses pour un observateur sont spécifiées dans l'information du stimulus » (Gibson, 1979). Deuxièmement, la mise en relation de la  $VMS$  et de la  $V_{MAX}$  ne semble pas suffire à estomper les différences comportementales observées entre des traits de personnalité. Ceci suggère que les traits de personnalité des conducteurs doivent être pris en compte de la même manière que la variable  $V_{MAX}$  pour conforter la théorie des affordances. Ainsi, l'affordance permettant de percevoir les possibilités de dépassement s'exprimerait de la sorte :  $VMS / (V_{MAX} / TRAIT)$ . En conclusion, la théorie des affordances permettrait de rendre compte d'une triple interaction entre les propriétés objectives de l'interaction agent-environnement, les capacités d'action objectives des véhicules conduits et les traits psychologiques des conducteurs.

## REFERENCES

- Fajen, B. R. (2008). Learning novel mappings from optic flow to the control of action. *Journal of Vision*, 8(11).
- Gibson, J. J. (1977). *The theory of affordances. Perceiving, acting, and knowing: toward an ecological psychology*. R. Shaw and J. Bransford. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Vollrath, M., & Torgersen, S. (2002). Who takes health risks? A probe into eight personality types. *Personality and Individual Differences*, 32(7), 1185–1197.
- Warren, W. H. (1984). Perceiving affordances: Visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(5), 683–703.

O28-Traitement statistique des données appariées. Application à la comparaison de données réelles et imaginées.

*Stéphane Champely, Christian Collet & Aymeric Guillot*

Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport, EA647, Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, France.  
[champely@univ-lyon1.fr](mailto:champely@univ-lyon1.fr).

Cette communication vise à synthétiser des propositions peu connues, bien que parfois anciennes, sur le traitement statistique des données appariées, un des dispositifs expérimentaux les plus employés en sciences du sport. Le cas particulier envisagé est celui de la comparaison de performances réelles et imaginées dans quatre groupes (deux activités : ski et équitation et deux niveaux : débutant et expert). Au-delà du test apparié de Student de comparaison de moyennes, il est possible d'utiliser de représentations graphiques spécifiques, de comparer les variances et enfin d'utiliser des versions « modernes » de ces procédures inférentielles car la robustesse des méthodes classiques n'est plus si évidente à la lueur d'études récentes.

**Mots-clés** : Statistique, Données appariées, Graphiques, Robustesse, Données réelles et imaginées.

## INTRODUCTION

Afin de comparer efficacement deux conditions expérimentales, le dispositif apparié consiste à appliquer les deux « traitements » à des paires d'unités statistiques préalablement constituées pour leur « ressemblance ». Cette paire peut être un patient et un contrôle lui correspondant, un même individu mesuré longitudinalement (avant-après) ou sous deux conditions différentes (mesures répétées classiques). L'appariement permet parfois d'augmenter considérablement la puissance statistique de l'étude et donc de réduire le nombre de sujets. Il est très couramment employé dans les sciences du sport.

En pratique, l'analyse statistique de telles données reste le plus souvent limitée à un test de Student apparié ou de façon équivalente une analyse de variance à mesures répétées dont l'objectif est de détecter une différence de localisation entre les échantillons. Dans le contexte particulier des études de fiabilité *test-retest* (Atkinson & Nevill, 1998), d'autres propositions avec des objectifs bien spécifiques et un peu différents visant à déterminer l'accord (*agreement*) entre les deux mesures ont été avancées : divers coefficients de corrélation, plusieurs statistiques de dispersion intra-individu...

Si de nouvelles méthodes pour traiter les données appariées ont émergé de la littérature statistique, c'est de façon éparse dans le temps et les revues et fragmentée sur des aspects spécifiques. Et bien que la situation appariée soit un problème de base de la pratique statistique, ces innovations ne sont finalement pas reprises dans des ouvrages d'introduction et quasiment absentes des ouvrages plus techniques.

L'objectif de cette communication est de synthétiser ces méthodes en les développant parfois, afin de proposer une gamme complète d'outils statistiques pour étudier des données appariées. Il sera successivement question d'analyse graphique, de tests de variance et de tests robustes.

## LES DONNÉES : MESURES DE PERFORMANCES RÉELLES ET IMAGINÉES

Des mesures réelles de performance en compétition – durée de parcours en secondes – ont été prises pour des skieurs experts ( $n=12$ ) et débutants ( $n=8$ ) ainsi que des cavaliers experts ( $n=8$ ) et débutants ( $n=8$ ). De façon parallèle, des mesures imaginées ont été collectées après une reconnaissance du parcours. Nous noterons les données réelles  $X$  et les données imaginées  $Y$ . Des tests  $t$  appariés montrent des différences significatives chez les débutants en ski ( $t=3.0$ ,  $df=7$ ,  $p=0.019$ ) et en équitation ( $t=4.1$ ,  $df=7$ ,  $p=0.004$ ), chez les cavaliers experts ( $t=6.2$ ,  $df=7$ ,  $p<0.001$ ), mais pas en ce qui concerne les skieurs experts ( $t=-0.6$ ,  $df=11$ ,  $p=0.536$ ).

## LES REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES

La visualisation est essentielle en statistique, pour communiquer bien entendu les résultats, mais aussi afin d'explorer la structure des données. Quel graphique employer pour des données appariées ? Les logiciels usuels ne proposent généralement rien de véritablement

adapté et on doit se contenter soit de deux boîtes à moustaches simultanées (où l'appariement disparaît...) soit d'un nuage de points avec des défauts que nous soulignerons soit, après une petite manipulation, d'une représentation univariée des différences  $D=Y-X$ .

Heureusement, quatre types de graphiques plus adéquats sont envisageables : le graphique en coordonnées parallèles, le graphique en lignes parallèles, le graphique différence versus moyenne et le *sliced squared plot*. Ces représentations permettent en particulier de détecter des écarts aux hypothèses des modèles probabilistes envisagés.

### **LES TESTS DE COMPARAISON DE VARIANCES**

Si le test de Student compare la moyenne des deux échantillons, il est aussi intéressant de se pencher sur leurs variances respectives. Le test de Pitman-Morgan (1939) permet de le faire pour des données corrélées et repose sur une astuce simple : tester la corrélation entre la différence  $D$  et la somme  $S=X+Y$ . Une corrélation significative revient à une différence entre les deux variances. Ce test a été prolongé par Bradley et Blackwood (1989) qui proposent un test simultané des moyennes et des variances basé sur la régression de  $D$  sur  $S$ . Nous ferons une proposition inédite afin de « lire ces tests » sur certaines des représentations graphiques.

### **LES VERSIONS ROBUSTES DES TESTS DE COMPARAISON**

Une méthode statistique est robuste si ses performances sont peu altérées par des écarts aux hypothèses de référence (a-normalité, hétéroscédasticité, points extrêmes...) S'il est depuis longtemps reconnu que les tests comparant les variances présentent de sérieux problèmes de robustesse, une certaine confiance a longtemps régné dans les qualités de ceux comparant les moyennes. Il semble toutefois que leurs performances, en particulier en termes de puissance et de couverture d'intervalle de confiance, ne soient en fait pas si brillantes pour des écarts qui se rencontrent couramment avec des données réelles (Wilcox, 2005).

Si la situation à deux échantillons indépendants a fait l'objet de multiples études et propositions, c'est moins le cas pour deux échantillons appariés. On peut cependant trouver des méthodes robustes permettant d'étudier les échantillons corrélés à la fois en localisation et en dispersion (Welch & Gutierrez, 1988 ; Grambsch, 1994). Nous montrerons sur les données de performances considérées les résultats obtenus avec de telles méthodes ainsi que des simulations permettant de comparer les qualités des techniques classiques et robustes. Nous discuterons également du test de Wilcoxon apparié (Munzel, 1999) qui est souvent présenté comme la solution au problème de distributions non normales.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Atkinson, G. & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medecine*, 26, 217-238.
- Bradley, E.L. & Blackwood, L.G. (1989). Comparing paired data: A simultaneous test of means and variances. *The American Statistician*, 43, 234-235.
- Grambsch, P.M. (1994). Simple robust tests for scale differences in paired data. *Biometrika*, 81, 359-372.
- Munzel, U. (1999). Nonparametric methods for paired samples. *Statistica Neerlandica*, 53, 277-286.
- Pitman, E.J.G. (1939). A note on normal correlation. *Biometrika*, 31, 9-12.
- Welch, W.J. & Gutierrez, L.G. (1988). Robust permutation tests for matched paired designs. *Journal of the American Statistical Association*, 83, 450-455.
- Wilcox, R.R. (2005). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing*. San Diego, CA: Academic Press.

## O29-Evolution des réponses vestibulo-oculaires au cours de la journée

Amira Zouabi<sup>1,2</sup>, Gaëlle Quarck<sup>1</sup>, Mathieu Grespinet<sup>1</sup>, Mohamed Amri<sup>2</sup>, Antoine Gauthier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Caen Basse-Normandie, Unité de Recherche EA 3917 INSERM ERI-27

"Mobilités : Cognition et Temporalité"

<sup>2</sup>Université de Tunis El Manar Faculté des Sciences de Tunis, Laboratoire de Neurophysiologie Fonctionnelle et Pathologies

zouabi-a@phycog

La relation entre le rythme biologique et la fonction vestibulaire est très peu étudiée. L'objectif de cette étude était d'évaluer la fonction vestibulaire aux différentes heures de la journée. Le protocole était constitué de 6 sessions de tests. Chaque session était composée d'une évaluation du réflexe canaliculo-oculaire. L'analyse de la constante de temps (CT) de ce réflexe a permis de mettre en évidence un rythme circadien tandis que la vitesse initiale reste inchangée au cours de la journée. La CT est plus longue à 06:00h qu'à 02:00h pour une stimulation vestibulaire identique. Ces résultats suggèrent que pour une même stimulation vestibulaire, le réflexe canaliculo-oculaire n'est pas constant au cours de la journée. Cette variation circadienne de la CT pourrait avoir des conséquences fonctionnelles et influencer la posture ainsi que la perception de la verticalité de l'individu au cours de la journée.

**Mots clés** : Chronobiologie, Fonction vestibulaire, Réflexe canaliculo-oculaire.

### INTRODUCTION

L'activité quotidienne est fortement déterminée par l'alternance du jour et de la nuit. Ainsi, les individus sont normalement inactifs pendant la période nocturne et actifs au cours de la période diurne. Au cours de cette activité diurne les individus doivent gérer leur posture et leur orientation dans l'espace. Cette période d'activité met en jeu le système vestibulaire. En effet, chaque accélération subie par la tête stimule ses capteurs. Ainsi, ce système vestibulaire est le système sensoriel principal de la perception du mouvement et de l'orientation par rapport à la verticale. L'intégration des informations vestibulaires entraînent notamment les Reflexes Vestibulo-Oculaires (RVO) qui sont une réponse oculaire réflexe des mouvements de la tête permettant la stabilité du regard. Il existe 2 RVO : le Réflexe Canaliculo-Oculaire (RCO) provenant de la stimulation des canaux semi-circulaires sensibles aux accélérations angulaires et le Réflexe Otolitho-Oculaire (ROO) provenant de la stimulation des organes otolithiques sensibles aux accélérations linéaires et gravitationnelles. Comme de nombreuses fonctions biologiques, ce système pourrait également être influencé par l'heure de la journée.

Cependant, à notre connaissance, seule l'étude de Wolf et al., (1990) s'est intéressée à identifier l'existence d'une rythmicité biologique de la fonction vestibulaire. L'exploration vestibulaire était réalisée par stimulation calorique, cette étude suggère que les réponses vestibulaires présentent une amplitude maximale en début de journée. Cependant, ces résultats n'ont pas été confirmés par la littérature, donc cette étude reste une étude unique. De plus, elle utilise une stimulation du système vestibulaire éloignée de la stimulation naturelle et des horaires de stimulation ne permettant pas d'explorer la rythmicité circadienne.

L'objectif de notre étude est donc d'évaluer l'effet de l'heure de la journée sur les réponses vestibulo-oculaires.

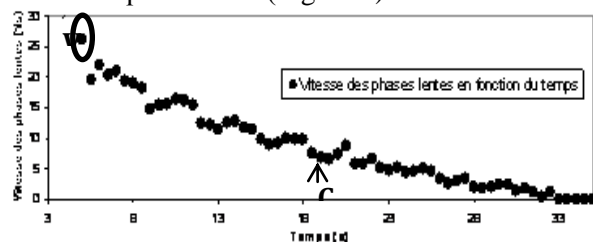
### MATERIELS ET METHODES

Afin de répondre à cet objectif, 16 participants de sexe masculin ( $22.4 \pm 1.5$  ans) et de chronotype intermédiaire selon le questionnaire de Horne et Östberg (1976) ont participé à cette étude. Un protocole discontinu, composé de 6 sessions de tests effectuées à 02:00, 06:00, 10:00, 14:00, 18:00 et 22:00h a été mis en place à raison d'une session par jour et par semaine. Avant les sessions de 22:00 et 02:00h, les sujets devaient rester éveillés en ayant des activités standardisées (lecture, TV...). Les activités quotidiennes étaient contrôlées par le port d'un actimètre et la tenue d'un agenda du sommeil. Cette organisation des sessions de tests a permis de se prémunir des effets d'habituation vestibulaire et des effets de rythme de basse fréquence (rythme circannuel). Afin d'évaluer le RCO, les sujets ont subi une exploration fonctionnelle vestibulaire sur fauteuil rotatoire dans l'obscurité. Ce test était constitué d'un échelon de vitesse (accélération de  $60^\circ \cdot s^{-2}$  pendant 1 s. puis rotation à vitesse constante de  $60^\circ \cdot s^{-1}$  pendant 90 s) dans le sens horaire et antihoraire de façon contrebalancée. Cette stimulation déclenche un nystagmus vestibulaire (mouvements oculaires compensatoires des mouvements de la

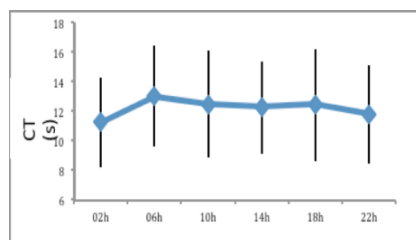
tête) dont la vitesse des phases lentes décroît de manière exponentielle. Cette réponse se caractérise par sa vitesse initiale ( $V_i$ ) et par sa constante de temps ( $CT$ ). Cette  $CT$  présente 63% de la vitesse des phases lentes en fonction du temps (figure 1). Les mouvements oculaires ont été enregistrés par des caméras vidéo à infrarouge fixées sur un casque CHRONOS® (Skalar, Netherlands).

## RESULTATS :

Les résultats de notre étude montrent qu'il n'y a pas d'effet d'heure sur la  $V_i$  ( $F=0.65$   $P=0.66$ ). Par contre, un effet significatif sur la  $CT$  est mis en évidence ( $F=4.71$  ;  $P=0.001$ ) avec une  $CT$  plus longue à 06:00h qu'à 02:00h (Figure 2).



**Figure 1 :** Représentation de la vitesse des phases lentes (%s) des nystagmus vestibulaires en fonction du temps, la  $V_i$  et la  $CT$ .



**Figure 2 :** Effet de l'heure de la journée sur la  $CT$

## DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours de notre étude mettent en évidence un rythme circadien de la  $CT$  du RCO mais pas de variation de la  $V_i$ . Ces résultats signifient que la « réactivité » du RCO est inchangée sur 24 heures mais qu'en revanche la durée de mise en jeu du réflexe varie. Pour une même stimulation, le RCO est plus long à 06:00h qu'à 02:00h. Ainsi, nos résultats sont en accord avec ceux de Wolf et al., (1990) qui ont étudié la vitesse maximale de phase lente et la fréquence de nystagmus. Ils ont montré que le nystagmus présente une fluctuation diurne avec une acrophase le matin. Etant donné que les informations vestibulaires sont largement impliquées dans la régulation posturale et l'orientation spatiale de l'individu et compte-tenu du rythme circadien mis en évidence dans cette étude, il est légitime de s'interroger quant à l'influence de ces fluctuations sur ces fonctions au cours de la journée. Seule l'étude de Gribble et al., (2007) qui a mis en évidence des variations diurnes des capacités d'équilibration avec une acrophase à 10:00h tend à confirmer cette hypothèse. Afin de lier les variations des réponses vestibulaires et le contrôle postural, nous avons également évalué les capacités d'équilibration, les données sont actuellement en cours d'analyse. Cette nouvelle hypothèse si elle est confirmée, pourrait être mise en relation avec les résultats de Laster et al., (2008) qui montrent que les chutes chez les personnes âgées sont plus fréquentes le soir. Lors de cette étude, seuls les canaux semi-circulaires ont été évalués et nous avons montré qu'il existait un rythme circadien des réponses canaliculo-oculaires. Dans nos activités quotidiennes, nous stimulons également intensément les organes otolithiques sensibles aux changements de position par rapport à la gravité et aux accélérations linéaires. Il nous paraît donc intéressant de compléter les résultats de cette étude par une exploration du ROO.

## BIBLIOGRAPHIES:

- Forsman, P., Haeggstrom, E., Wallin, A., Toppila, E., & Pykko, I. (2007). Daytime changes in postural stability and repeatability of posturographic measurements. *J Occup Environ Med*, 49(6), 591-6.
- Gribble, P. A., Tucker, W. S., & White, P. A. (2007). Time-of-day influences on static and dynamic postural control. *J Athl Train*, 42(1), 35-41.
- Horne, J. A., & Ostberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol*, 4(2), 97-110.
- Lester Paula, MD, Mahenaaz Haq, MBBS, Amruta Vadnerkar, MBBS, and Marty Feuerman, MS 2008. Falls in the Nursing Home Setting : Does Time Matter ? Association américaine des directeurs médicaux.
- Morad, Y., Azaria, B., Avni, I., Barkana, Y., Zadok, D., Kohen-Raz, R., & Barenboim, E. (2007). Posturography as an indicator of fatigue due to sleep deprivation. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 78, 859-863.
- Wolf M, Ashkenazi IE, Leventon G. Circadian variation of nystagmus in healthy and sick subjects. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1990 Feb;116(2):221-3.

## O30-Effets de l'activité physique sur la vigilance en milieu de nuit

*Damien Davenne, Romain Lericollais, Pierre Denise, Antoine Gauthier*

Equipe « Mobilités : cognition et temporalité », INSERM ERI27, Université de Caen, France

Damien.davenne@unicaen.fr

Le risque d'accident de la circulation augmente considérablement pendant toute activité nocturne au moment où la rythmicité circadienne et la durée de l'éveil se conjuguent pour diminuer les capacités neurocognitives. Pour évaluer les effets de l'activité physique comme contre-mesure au risque d'accident de la circulation, des sujets d'âge différents ont effectué une tâche de conduite monotone sur un simulateur après soit avoir soit fait un exercice physique de 15 min à 50% de leur PMA, soit pris du café ou un placebo. Comme attendu, la caféine est efficace pour améliorer les performances de conduite, l'effet de l'activité physique n'est significatif que pour les sujets ayant autour de 50 ans et son effet est moins important que celui de la caféine. D'autres études sont nécessaires pour expliquer ces résultats.

**Mots clés :** Vigilance, activité physique, café, âge

### **INTRODUCTION**

Le risque d'accident de la circulation augmente considérablement pendant toute activité nocturne au moment où la rythmicité circadienne et la durée de l'éveil se conjuguent pour diminuer les capacités neurocognitives. A l'instar du temps de réaction, de nombreuses performances psychomotrices se dégradent au bout de 16 heures d'éveil, elles chutent à la tombée du jour pour atteindre des valeurs très basses après le pic de sécrétion nocturne de la mélatonine (Cajochen 1999). Pendant cette période du rythme circadien, la somnolence est considérablement augmentée, ainsi que le risque d'accident dû à une erreur humaine (Akerstedt, 2001). En termes de sécurité routière, la somnolence serait responsable d'environ 30% des accidents de la circulation (NTSB, 1995). Cependant, il est impossible d'interdire la conduite de nuit et différentes contre-mesures ont été proposées. Les plus connues sont l'arrêt du véhicule pour faire un petit somme ou pour prendre un café ou d'autres substances éveillantes. Une alternative pour stimuler la vigilance pourrait être le recours à l'activité physique (pour revue, Tomporowski 2003). Si on prend l'exemple des processus attentionnels visuels, l'activité physique sous-maximale semble aussi bien augmenter la vitesse d'exécution que réduire les temps de réaction. Ces effets seraient dépendant de l'âge (Pesce et al., 2007). La littérature sur la privation de sommeil indique aussi que la vigilance est améliorée immédiatement après avoir pratiqué des exercices physiques. L'activité bêta enregistrée sur l'EEG (activité d'éveil) est augmentée après la pratique d'un exercice aérobie ainsi que les processus informationnels et attentionnels.

Cependant aucune étude n'a encore été faite pour savoir si l'exercice physique peut être utilisé comme contre-mesure à la somnolence au volant induite par la privation de sommeil. Notre hypothèse est que les capacités de conduite nocturnes sur simulateur pourraient être améliorées par la réalisation d'un exercice physique modéré. L'utilisation de simulateur de conduite pour faire cette évaluation à l'avantage de pouvoir évaluer une performance globale tout en contrôlant à la fois l'environnement et les exercices physiques imposés grâce à un ergomètre.

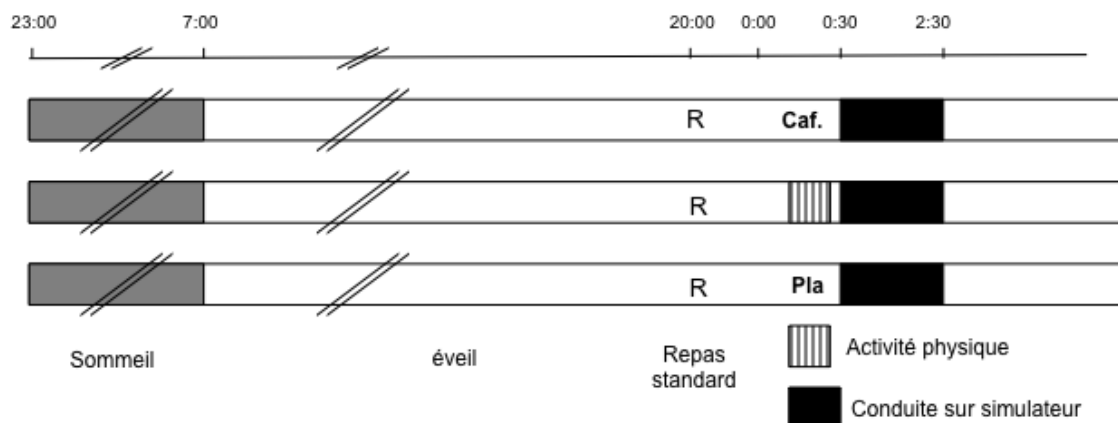
### **SUJETS**

24 sujets ont été recrutés et répartis dans 2 groupes de 12 jeunes (22,4±3,2 ans) et 12 matures (45,4±2,8 ans). Pour être inclus dans l'étude, ils ne devaient pas présenter de pathologie, du sommeil, dormir environ 8 heures par nuit et être de chronotype « intermédiaire », ils devaient posséder le permis de conduire et parcourir au moins 10 000 km par an. Ils ont tous participé à une épreuve triangulaire d'évaluation de leurs capacités aérobies maximales sur cycloergomètre.

## METHODE

Chaque sujet est venu au laboratoire à 20 heures. Après un repas standard et identique dans les 3 sessions, il a participé à une activité calme (lecture, jeu de stratégie) en attendant le début des évaluations (fig 1).

Les capacités de conduites pendant la simulation de 2 heures après 20 min d'activité physique à 50% de la PMA de chaque sujet ont été comparées à soit au repos sous placebo, soit la prise de caféine (2\*200 mg). L'ordre d'administration a été randomisé.



*Fig 1 : organisation temporelle du protocole expérimental.*

La simulation de conduite (simulateur INRETS SIM2) s'est effectuée sur un trajet d'autoroute très monotone sans autres usagers, ni événement susceptible de stimuler la vigilance. Les critères d'évaluation lors de la conduite sont le nombre de franchissements inappropriés de lignes et l'écart type de la position latérale du véhicule.

## RESULTATS

Une analyse de variance à 3 facteurs (type de sujets x conditions x heures de conduite) montre (i) qu'il existe un effet heure de conduite, plus marqué chez les sujets jeunes, (ii) que la caféine est efficace chez les jeunes et les matures, avec un effet plus marqué pour les matures, et (iii) que l'activité physique améliore les performances de conduite, mais seulement chez les sujets matures et ce, de manière moins efficace que la caféine.

## CONCLUSION

La caféine et l'activité physique améliorent significativement les performances de conduite nocturne sur simulateur chez les sujets matures. Cependant l'activité physique proposée n'a pas d'effet chez le sujet jeune. Plusieurs hypothèses peuvent être proposées pour expliquer ces résultats : l'activité physique proposée n'était pas adéquate (Brümmer et al., 2011) et l'activité physique nocturne pourrait avoir un effet sur la vigilance, via le rythme veille-sommeil, qui soit dépendant de l'âge (Blok et Looze, 2011).

## REFERENCES

- Akerstedt T, Kecklund G, Hörte LG (2001) J Sleep Res. (10):105-10.
- Blok MM, de Looze MP (2011) Ergonomics. (54):221-32.
- Brümmer V, Schneider S, Abel T, Vogt T, Strüder HK. (2011) Med Sci Sports Exerc. Feb 28.
- NTSB (1995). Factors that affect fatigue in heavy truck accidents. Safety study. Washington, DC,
- Pesce C, Cereatti L, Casella R, Baldari C, Capranica L. J Sport Exerc Psychol. 2007 (29):78-99.
- Tomprowski, PD (2003) Acta Psychologica, 112, 297-324.

## ***Psychologie***



## *Performances cognitives*

O31-Apprentissage moteur et mémoire : quels effets des verbalisations ?

Guillaume Chauvel<sup>1</sup>, François Maquestiaux<sup>1</sup>, André Didierjean<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UR CIAMS, Université Paris-Sud 11, Orsay

<sup>2</sup>Laboratoire de Psychologie, Université de Franche-Comté, Besançon

[guillaume.chauvel@u-psud.fr](mailto:guillaume.chauvel@u-psud.fr)

La verbalisation d'une expérience motrice préalable influence-t-elle sa rétention ? Pour répondre à cette question, 80 non golfeurs ont d'abord effectué 160 putts dans une condition d'apprentissage favorisant la prédominance de la mémoire déclarative (condition avec erreurs fréquentes) ou celle de la mémoire procédurale (condition avec erreurs peu fréquentes). Ensuite, la moitié d'entre eux a verbalisé cette expérience motrice et l'autre moitié a effectué une tâche non verbale. Enfin, les participants ont réalisé 40 putts lors du test de rétention. Les résultats montrent que la verbalisation affecte la performance motrice uniquement lorsque la mémoire déclarative prime, aucun effet n'étant observé lorsque la mémoire procédurale prime. Verbaliser induit un biais attentionnel de l'accès aux connaissances déclaratives, dégradant ainsi la performance motrice.

Mots clefs : apprentissage moteur, verbalisation, attention, mémoire déclarative, mémoire procédurale

## **INTRODUCTION**

L'acte de décrire un geste avec des mots (la verbalisation) est souvent utilisé en vue de faciliter l'apprentissage moteur. Néanmoins, Flegal et Anderson (2008) ont montré que cet acte verbal altère la performance motrice de sportifs relativement experts chez qui les connaissances sur le geste sont davantage de nature procédurale que déclarative. D'après les théories de l'apprentissage, les connaissances déclaratives sont majoritairement impliqués au début de l'acquisition alors que les connaissances procédurales prédominent plus tardivement (Fitts & Posner, 1967). Néanmoins, Maxwell, Masters, Kerr, et Weedon (2001) suivis de Chauvel et al. (sous presse) ont démontré qu'une fréquence peu élevée d'erreurs commises au début d'un nouvel apprentissage moteur provoque une prédominance de la mémoire procédurale sur la mémoire déclarative. A l'inverse, une fréquence élevée d'erreurs commises au début d'un nouvel apprentissage moteur provoque une prédominance de la mémoire déclarative sur la mémoire procédurale. Dès lors, le but de cette étude est d'évaluer l'influence de la verbalisation sur ces deux types de processus mnésiques – déclaratifs et contrôlés vs procéduraux et automatiques – dont la prépondérance est induite selon la fréquence des erreurs commises durant l'acquisition d'une nouvelle habileté motrice.

## **METHODOLOGIE**

Quatre-vingt adultes ont appris le putt au mini-golf (mettre des balles de golf dans un trou), soit en condition d'apprentissage avec erreurs peu fréquentes (4 blocs de 40 essais réalisés aux distances de 25, 50, 75, puis de 100 cm), soit en condition d'apprentissage avec erreurs fréquentes (4 blocs de 40 essais réalisés aux distances de 225, 200, 175, puis de 150 cm). Dans les 3 minutes qui ont suivi la fin de la pratique, la moitié des sujets des deux conditions a verbalisé les actions motrices précédentes. Spécifiquement, ils ont noté l'ensemble des détails sur lesquels ils avaient porté leur attention pendant la préparation et l'exécution du geste (i.e., groupe verbalisation). L'autre moitié des participants a effectué une tâche verbale de mots cachés (i.e. groupe non verbalisation). Enfin, l'ensemble des participants a effectué un bloc de 40 essais à la nouvelle distance intermédiaire de 125 cm (i.e., test de rétention).

## **RESULTATS**

*Phase d'apprentissage.* Les résultats confirment la validité de la manipulation expérimentale des erreurs : le pourcentage de putts réussis est de 87.1 % en condition d'erreurs peu fréquentes vs 49.7 % en condition d'erreurs fréquentes,  $F(1, 76) = 225.55, p < .001$ .

*Les effets des verbalisations sur la rétention.* La Figure 1 montre qu'en condition d'apprentissage avec erreurs peu fréquentes (panel de gauche), il y a un déclin du nombre de putts réussis du bloc 4 ( $M = 30.4$ ) au bloc de rétention ( $M = 28.3$ ),  $F(1, 38) = 8.64, p < .01$ .

Néanmoins, l'acte de verbaliser n'a aucun effet sur ce déclin,  $F(1, 38) < 1$ . En revanche, en condition d'apprentissage avec erreurs fréquentes (panel de droite), on observe une interaction entre les facteurs bloc et type de groupe (verbalisation vs non verbalisation),  $F(1, 38) = 5.52$ ,  $p < .05$ . Pour le groupe non verbalisation, le nombre de putts réussis augmente du bloc 4 ( $M = 24.8$ ) au bloc de rétention ( $M = 30.5$ ),  $t(38) = 3.55$ ,  $p < .01$ . Mais pour le groupe verbalisation, il n'y a pas d'amélioration significative du nombre de putts réussis du bloc 4 ( $M = 26.3$ ) au bloc de rétention ( $M = 28.8$ ),  $t(38) = 1.29$ ,  $p < .21$ .

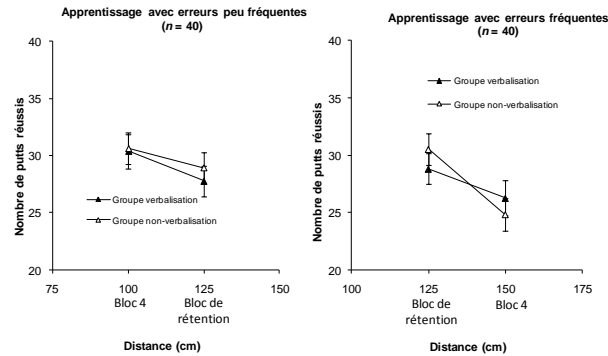


Figure 4: Evolution du nombre de putts réussis du dernier bloc d'apprentissage (bloc 4) au bloc de rétention selon la condition d'apprentissage chez les participants ayant ou non verbalisé entre temps.

## CONCLUSION

Les résultats montrent que verbaliser un geste sportif pendant trois minutes n'a pas d'effet sur la performance motrice suite à un apprentissage avec erreurs peu fréquentes (i.e., prédominance des processus mnésiques procéduraux et automatiques) mais affecte la performance motrice suite à un apprentissage avec erreurs fréquentes (i.e., prédominance des processus mnésiques déclaratifs et cognitifs). Le fait de décrire sa propre motricité ne perturbe donc pas les processus automatiques et procéduraux mais modifie durablement la nature des traitements cognitifs s'effectuant avec des efforts d'attention. Il est fait l'hypothèse que la verbalisation dénature les connaissances déclaratives en les décompilant (Masters, 1992) ou induit un biais attentionnel dans la façon d'accéder aux connaissances déclaratives sous-jacentes au mouvement (Beilock, Carr, MacMahon, & Strakes, 2002).

## BIBLIOGRAPHIE

- Beilock, S. L., Carr, T. H., MacMahon, C., & Strakes, J. L. (2002). When paying attention becomes counterproductive: Impact of divided versus skill-focused attention on novice and experienced performance of sensorimotor skills. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 6-16.
- Chauvel, G., Maquestiaux, F., Hartley, A. A., Joubert, S., Didierjean, A., Masters, R. S. W. (sous presse). Age effects shrink when motor learning is predominantly supported by nondeclarative, automatic memory processes: Evidence from golf putting. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*.
- Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). *Human performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Flegal, K. E., & Anderson, M. C. (2008). Overthinking skilled motor performance: Or why those who teach, can't do. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 927-932.
- Master, R. S. W. (1992). Knowledge, knerves, and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83, 343-358.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W., Kerr, E., & Weedon, E. (2001). The implicit benefit of learning without errors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A, 1049-1068.

O32-L'effet du « dépassement » sur les performances cognitives.

*Olivier Dupuy<sup>1,2</sup>, Maxime Lussier<sup>3,4</sup>, Sarah Fraser<sup>3,4</sup>, Maude Laguë-Beauvais<sup>3,4</sup>, Louis Bherer<sup>3,4</sup>,  
Michel Audiffren<sup>1</sup>, Laurent Bosquet<sup>1,2,4</sup>*

<sup>1</sup>Faculté des Sciences du Sport, Université de Poitiers

<sup>2</sup>Département de Kinésiologie, Université de Montréal

<sup>3</sup>Département de Psychologie, Université du Québec à Montréal

<sup>4</sup>Centre de Recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal

olivdupuy@gmail.com

L'objectif de cette étude est de vérifier l'hypothèse selon laquelle les performances cognitives sont un marqueur valide du surentraînement. Pour cela, douze athlètes d'endurance ont augmenté leur volume d'entraînement de 100% pendant deux semaines et diminué de 50% pendant une semaine. Avant et après ces périodes de surcharge et d'affutage, les participants ont réalisé un test incrémenté, un test à charge constante sur tapis à 85% de la VAM, et une tâche de Stroop informatisée. Tous les sujets de cette étude ont connu un épisode de « dépassement ». Nous avons pu observer un ralentissement du temps de réaction de ces sujets après la période de surcharge et un retour aux valeurs de base après la période d'affutage. La tâche de Stroop semble être un outil pertinent dans la prévention du surentraînement.

## INTRODUCTION

La performance de haut niveau nécessite des charges d'entraînement très élevées, amenant trop souvent les sportifs à repousser leurs limites. Ainsi, l'accumulation de fatigue induite par un entraînement accru, associée à des périodes de récupération insuffisante, peut donc conduire à des processus d'intolérance à l'entraînement, appelés plus communément le « surentraînement ». Il est donc important pour l'athlète et l'entraîneur de disposer de marqueurs qui permettent de détecter les étapes précoces du surentraînement, regroupées sous le vocable de « dépassement ». Malheureusement, à l'heure actuelle, il n'existe pas d'outils pertinents permettant de diagnostiquer de manière précoce toute intolérance à l'entraînement avec certitude (Meeusen et al, 2006). Cependant, il semblerait selon certaines hypothèses récentes, que les performances cognitives pourraient être de tels outils de prévention (Dupuy et al, 2010). L'objectif de cette étude est de vérifier l'hypothèse selon laquelle une période de surcharge d'entraînement qui s'accompagne d'une diminution de la capacité de performance, est associée à une diminution des performances cognitives.

## MATERIELS ET METHODES

Douze athlètes d'endurance ont participé à cette étude. Le protocole consistait à augmenter le volume d'entraînement habituel des sujets de 100% pendant deux semaines et de diminuer ce même volume de 50% pendant une semaine. Avant et après la période de surcharge et d'affutage, les sujets s'entraînaient à leur volume habituel. Il était demandé aux sujets, durant ces semaines d'entraînement habituel, de réaliser un test incrémenté, un test à charge constante sur tapis à 85% de la VAM (km.h<sup>-1</sup>) et une tâche de Stroop informatisée. Ils complétaient également un questionnaire de fatigue (POMS : Profile Of Mood States).

## RESULTATS

Les critères retenus pour diagnostiquer un état de « dépassement » sont une diminution des performances physiques, des modifications psycho-comportementales et une diminution de la fréquence cardiaque maximale (Meeusen et al, 2006, Bosquet et al, 2008). Tous les sujets durant le protocole, ont connu un épisode d'intolérance à l'entraînement. En effet, après la période de surcharge, la performance physique des participants au test de charge constante a diminué de 29±9min à 21.6±10min ( $p<0.05$ ) et le score de « l'energy index » (du POMS : vigueur – fatigue) a diminué également de 120±14 à 98±16, ( $p<0.05$ ). Après la période d'affutage, les performances physiques et le score au POMS, sont retournés à leurs valeurs de base. Les résultats issus du questionnaire POMS sont présentés dans la figure 1.

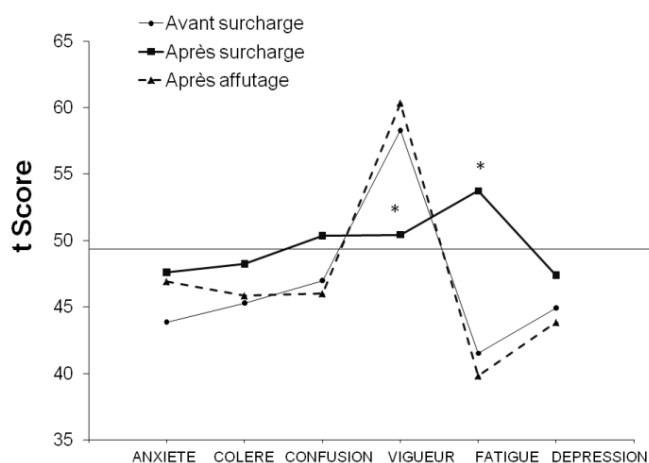


Figure 5. Résultats du Profil Of Mood States

Les résultats issus du test incrémenté sont quant à eux présentés dans le tableau 1. Les résultats nous montrent une diminution significative de la fréquence cardiaque maximale malgré le maintien du  $VO_{2max}$ .

Tableau 1 : résultats issus du test incrémenté

| Mesures  | Avant surcharge | Après surcharge | Après affutage  |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| $VO_{2max}$ ( $ml.min^{-1}.kg^{-1}$ )                    | $58.9 \pm 4.3$  | $57.4 \pm 3.6$  | $59.0 \pm 3,4$  |
| $FC_{max}$ ( $b.min^{-1}$ )                              | $186 \pm 9$     | $179 \pm 8^*$   | $184 \pm 10$    |
| Coût énergétique à $12km.h^{-1}$ ( $ml.kg^{-1}.m^{-1}$ ) | $0.20 \pm 0.02$ | $0.20 \pm 0.01$ | $0.20 \pm 0.02$ |

\* différence significative ( $p < 0,05$ )

Les résultats issus de la tâche de Stroop quant à eux, nous montrent un ralentissement général du temps de réaction après la période de surcharge de  $816.3 \pm 30.8ms$  à  $892.3 \pm 40.1ms$  ( $p < 0.05$ ) et reviennent à leur valeur de base après la période d'affutage.

## CONCLUSION

Nous pouvons donc conclure qu'une augmentation inhabituelle du volume d'entraînement accompagnée d'une diminution des performances physiques et de modifications psycho-comportementales induit un ralentissement des performances cognitives. Les performances cognitives et tout particulièrement la tâche de Stroop semble être un outil pertinent dans la prévention du surentraînement.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bosquet, L., S. Mekari, D. Arvisais, & A.E. Aubert.(2008). Is heart rate a convenient tool to monitor overreaching? A systematic review of the literature. *Br J Sports Med*: 42:709-714
- Dupuy, O., M. Renaud, L. Bherer, & L. Bosquet.(2010). Effect of Functional Overreaching on Executive Functions. *Int J Sports Med*. 31(9): p. 617-62.
- Meeusen, R., M. Duclos, M. Gleeson, G. Rietjens, J. Steinacker, & A. Urhausen.(2006). Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *Eur J Sport Sci*. 6(1): p. 1-14.

Pauline Maillot<sup>1</sup>, Alexandra Perrot<sup>1</sup> & Alan Hartley<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire CIAMS, UFR STAPS, Université Paris Sud

<sup>2</sup>Department of Psychology, Scripps College Claremont  
pauline.maillot@u-psud.fr

Cette étude s'intéresse à l'impact d'un programme en activité physique assistée par jeux vidéo sur le vieillissement cognitif. Face au récent engouement pour les *exergames* qui combinent stimulations physique et intellectuelle par le jeu, l'objectif de cette étude est d'évaluer les effets de 12 semaines d'entraînement en *exergames* sur le maintien de la vitalité cognitive des seniors. Les résultats de cette étude mettent en évidence un large transfert d'entraînement vers les fonctions exécutives et de vitesse. Cette étude souligne le réel potentiel des *exergames* en termes de bénéfices pour la vitalité cognitive des seniors, mais également en termes d'accessibilité et d'attractivité pour un public âgé, apparaissant ainsi comme une alternative aux barrières liées à l'engagement dans la pratique physique plus conventionnelle.

**Keywords:** Activité physique; Vieillesse; Cognition; Jeux Vidéo; Exergames

## INTRODUCTION

Le vieillissement normal est associé à de nombreux déclin cognitifs (e.g., Park & Gutchess, 2002). Cependant, plusieurs études épidémiologiques ont montré qu'un style de vie actif, riche en stimulation mentale, physique et/ou sociale, influençait le niveau des performances cognitives des seniors (e.g., Kramer, Bherer, Colcombe, Dong, & Greenough, 2004). La généralisation des transferts d'entraînement vers les performances cognitives est rare au regard des études d'intervention, mais il apparaît clairement à travers la littérature que les programmes d'intervention impliquant l'activité physique ou les jeux vidéo sédentaires sont ceux qui apportent globalement le plus de bénéfices cognitifs chez les seniors (e.g., Green & Bavelier, 2008). Pourtant, il est démontré que les seniors éprouvent une certaine réticence à s'engager dans une pratique physique régulière, et par ailleurs il apparaît que les jeux vidéos sont davantage destinés à un public jeune (Chao, Capri, & Farmer, 2000). Cependant, plus récemment, la pratique des *exergames* a rencontré un réel engouement auprès des seniors. Il s'agit de nouvelles consoles de jeu vidéo qui combinent l'exercice physique et la stimulation intellectuelle par le jeu (e.g., *Nintendo Wii et Microsoft Xbox 360 Kinect*). L'objectif de cette étude est donc d'évaluer le potentiel rôle modérateur des *exergames* sur le vieillissement cognitif. Si le fait de jouer aux *exergames* engendre des bénéfices cognitifs similaires à ceux d'une activité physique conventionnelle, tout en engendrant l'attractivité intrinsèque des jeux vidéo, alors cette nouvelle pratique pourrait favoriser l'adhésion à un style de vie actif chez les seniors. Nous nous sommes donc intéressés aux éventuels bénéfices de la pratique de ce mode d'exercices physiques sur 3 catégories de fonctions cognitives (exécutives, visuospatiales, vitesse) en proposant un programme d'intervention à des seniors sédentaires.

## METHODE

Trente personnes âgées entre 65 et 79 ans (M=73.47, ET=3.53), présentant ni démence ni dépression, ont été réparties en 2 sous-groupes: Entraîné (N=15) vs. Contrôle (N=15). Le groupe entraîné a suivi un programme d'entraînement en activité physique assistée par la console de jeu Wii de 12 semaines, à raison de 2 séances d'une heure par semaine. Le groupe contrôle n'a participé à aucun programme particulier et s'est engagé à ne pas modifier son style de vie. Tous les sujets ont été évalués en pré-test-post-test sur 3 catégories de fonctions cognitives: exécutives (*Trail Making, Stroop, Letter Set, Matrix Reasoning et Digit Symbol Substitution tests*), visuospatiales (*Corsi Block-Tapping, Directionnal Headings, et Mental Rotation tests*), et vitesse de processus (à dominante perceptive: *Cancellation et Number Comparison tests*; à dominante psychomotrice: *Reaction/Movement Time et Plate Tapping tests*). L'impact physique du programme d'entraînement a été évalué à l'aide d'une batterie de tests physiques (*Seniors Fitness Test*, endurance cardiorespiratoire, résistance musculaire, équilibre dynamique, flexibilité articulaire), de cardiofréquencemètres et de l'échelle de

perception de l'effort de Borg (1982). Pour évaluer l'attractivité et l'accessibilité du programme, l'adhérence et l'apprentissage liés au programme ont été calculés et les participants ont rempli un questionnaire d'appréciation.

## RESULTATS

L'intensité d'effort du programme est évaluée à  $41.5 \pm 9.48\%$  de la fréquence cardiaque de réserve correspondant à une activité d'intensité «modérée». L'adhérence est de 97.50% et les participants reportent une appréciation très favorable de l'activité. Pour chaque catégorie de tests, des MANOVAs sont menées à partir des différences entre les post-tests et les pré-tests; fonctions exécutives:  $Wilk's \Lambda = .18$ ,  $F(8, 21) = 12.16$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .822$ ; fonctions visuospatiales:  $Wilk's \Lambda = .77$ ,  $F(4, 25) = 1.87$ ,  $p = n.s.$ ,  $\eta^2 = .230$ ; fonctions de vitesse de processus:  $Wilk's \Lambda = .21$ ,  $F(8, 21) = 9.75$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .788$ ; capacités physiques:  $Wilk's \Lambda = .31$ ,  $F(10, 18) = 4.06$ ,  $p = .005$ ,  $\eta^2 = .693$ . Ensuite, pour chaque mesure, des comparaisons de moyennes (One tailed t tests), avec correction de Bonferroni, sont réalisées afin de limiter le risque d'erreur de type 1. Les analyses reportent des améliorations de performance en faveur des sujets du groupe entraîné pour les 8 mesures exécutives, pour les 8 mesures de vitesse de processus, pour 1 des 4 mesures visuospatiales, et pour 8 des 10 mesures physiques.

## DISCUSSION

Les résultats de cette étude soulignent le potentiel des *exergames* en termes d'accessibilité et d'attractivité intrinsèque pour les seniors, apparaissant ainsi comme une éventuelle alternative aux barrières liées à l'engagement dans la pratique physique. Par ailleurs, ces résultats suggèrent que les *exergames* engendrent des bénéfices cognitifs équivalents voire supérieurs à ceux observés par la pratique d'une activité physique plus conventionnelle (Dustman et al., 1984, 1992). Nous suggérons que les améliorations observées sont, d'une part, associées à l'amélioration de la santé cardiorespiratoire en accord avec l'hypothèse dite métabolique propre à l'activité physique, et d'autre part liées à l'hypothèse dite de la richesse environnementale engendrée par les *exergames*. Cette hypothèse suggère que plus l'entraînement est composé d'objectif à priorité variable, plus les transferts d'entraînement et la rétention sont favorisés. Cette seconde hypothèse expliquerait pourquoi les améliorations observées semblent plus importantes que celle associées à une pratique physique plus classique. Cependant, afin d'identifier le réel potentiel des *exergames*, de futures recherches devront permettre d'identifier si ces résultats sont le résultat d'un effet additif entre l'activité physique et les jeux vidéo sédentaires, ou d'un effet interactif lié à la demande cognitive et physique propre aux *exergames*.

## BIBLIOGRAPHIE

- Chao, D., Capri, G. F., & Farmer, D. (2000). Exercise adherence among older adults: Challenges and strategies. *Controlled Clinical Trials*, 21(5, Supplement 1), 212-17.
- Dustman, R. E., Emmerson, R. Y., Steinhaus, L. A., Shearer, D. E., & Dustman, T. J. (1992). The effects of videogame playing on neuropsychological performance of elderly individuals. *Journal of Gerontology*, 47, 168-171.
- Dustman, R. E., et al. (1984). Aerobic exercise training and improved neurophysiological function of older adults. *Neurobiology of Aging*, 5, 35-42.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Exercising Your Brain: A Review of Human Brain Plasticity and Training-Induced Learning. *Psychology and Aging*, 23, 692-701.
- Kramer, A.F., Bherer, L., Colcombe, S.J., Dong, W., & Greenough, W.T. (2004). Environmental influences on cognitive and brain plasticity during aging. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 59, 940-57.
- Park, D. C., & Gutches, A. H. (2002). Aging, cognition, and culture: a neuroscientific perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 859-867.

## O34-Créativité et activité physique chez des enfants âgés entre 4 et 6 ans

*Oph lia Jeanneret<sup>1</sup>, Roberta Antonini Philippe<sup>2</sup>, David Trouilloud<sup>3</sup>, Fabien Ohl<sup>5</sup>, Gerda Jimmy<sup>1</sup>,  
Julien Chanal<sup>5</sup> & Guillaume F rst<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Haute  cole fédérale de sport Macolin, <sup>2</sup>Institut des sciences du mouvement et de la médecine du sport, Université de Genève, <sup>3</sup>Laboratoire sport et environnement social, Université Joseph Fourier Grenoble, <sup>4</sup>Institut des sciences du sport, Université de Lausanne, <sup>5</sup>Institut de psychologie et des sciences de l' ducation, Université de Genève

[Ophelia.Jeanneret@baspo.admin.ch](mailto:Ophelia.Jeanneret@baspo.admin.ch)

L'objet de cette recherche est d'identifier dans quelle mesure un apport d'activité physique (AP) par une pédagogie psychomotrice au niveau préscolaire peut avoir un impact sur la créativité des jeunes enfants (n=86). Les enfants ont porté des accéléromètres (GTM) et passé le test de créativité de Krampen (1996). Les enfants fréquentant les classes dans lesquelles l'AP est favorisée sont effectivement les plus actifs en termes d'AP modérée à vigoureuse (MVPA) comme en Counts par minute (CountsPmin). Ces résultats se retrouvent surtout au niveau du temps scolaire ( $p<.01$ ) et sont plus nuancés pour la pratique extrascolaire. D'autre part, les résultats mettent en avant des différences en terme de créativité entre les individus en fonction des classes.

**Mots clés:** créativité, activité physique, écoles enfantines

### INTRODUCTION

De nombreuses études (e.g., Strong et al., 2005 ; Ekelund et al., 2004) ont exploré l'impact de l'activité physique (AP) chez les enfants et la plupart ont mesuré des effets positifs d'une pratique physique modérée (e.g., obésité, maladies cardiovasculaires). Toutefois, Rosenkranz, Welk, Hastmann & Dzewaltowski (2010)  voquent le fait que malgré tous les avantages liés à la pratique de l'AP régulière, de nombreux enfants n'accumulent pas assez d'AP dans les zones modérées à vigoureuses (MVPA). De ce fait, de plus en plus d'études analysent les comportements des jeunes enfants en matière d'AP (e.g., Pate, Almeida, McIver, Pfeiffer & Dowda, 2006) mais la majorité d'entre elles s'intéressent surtout aux effets de l'AP en terme de santé. On constate que d'autres conséquences potentielles de l'AP sont moins explorées dans le champ de la psychologie, comme la créativité. L'objet de cette recherche est de mesurer et de comparer les taux d'AP d'enfants âgés entre 4 et 6 ans au sein des structures scolaires et en extrascolaire et d'identifier, sur la base théorique de l'approche multivariée (Lubart, 2005), si la fréquentation d'une structure scolaire appliquant une pédagogie psychomotrice peut influencer le développement de la créativité. Peu d'études ont jusqu'alors traité de cette thématique chez des enfants aussi jeunes, soit au niveau préscolaire.

### METHODE

L'échantillon (n=86, 39 filles et 47 garçons, M  ge=5,4) est composé d'enfants suisses alémaniques issus de classes favorisant l'AP (nb heures EPS plus élevé et pédagogie orientée sur l'AP) et de classes ordinaires. Deux outils ont été utilisés: 1) des accéléromètres (GTM1) afin de pouvoir fournir une mesure objective de l'AP; 2) un test de créativité (KVS-P, Krampen, 1996) composé de 6 sous-échelles (man re de se déplacer, alternatives d'action, alternatives d'utilisation, deviner des images, dessins liés et dessins libres). Les mesures réalisées avec les enfants se sont déroulées durant deux années scolaires. Les enfants ont porté deux fois les accéléromètres durant 7 jours (février-mai 2009 et février-mars 2010) et ont passé le test de créativité à trois reprises (mai-juin 2009, août-septembre 2009 et mai-juin 2010). Des statistiques descriptives, des tests de Student (t-test) et des analyses de variance (ANOVA) avec des tests post hoc (Tukey HSD) ont été utilisés.

### RESULTATS

Durant le temps scolaire, les résultats montrent que les enfants étant dans les classes favorisant l'AP ont des taux d'AP en MVPA significativement plus élevés que les enfants des classes contrôles et ce quelque soit le temps de mesure ( $p<.01$ ). De plus, il apparaît que la quantité d'AP réalisée en minute par heure scolaire a significativement augmenté dans les

classes favorisant l'AP (11.55 et 12.95 minutes par heure, respectivement à T1 et T2,  $p < .01$ ) alors que cela n'a pas été le cas pour les enfants fréquentant les classes contrôles (9.76 et 10.38, respectivement à T1 et T2,  $p > .05$ ). Les résultats pour le temps extrascolaire démontrent que les enfants fréquentant les classes plus actives ont des taux significativement plus élevés d'AP que ceux des classes ordinaires également lors des mesures effectuées en 2010. On peut mentionner le fait que les enfants des classes ordinaires ont significativement moins bougé en extrascolaire entre les mesures 2009 et 2010 en passant de 113.74 à 103.29 minutes par jour ( $p < .01$ ). En ce qui concerne la créativité en fonction du temps et du type de classe, le pattern est assez complexe et la créativité ne semble pas vraiment associée au temps. Même si les résultats des classes plus actives sont légèrement supérieurs, la différence entre les classes favorisant l'AP et contrôles pour l'ensemble du test de créativité n'est pas significative tant pour la fluidité en T1, T2 et T3 ( $p > .05$ ) que la flexibilité des idées ( $p > .05$ ) en T1 et T2. En revanche, la différence devient significative en T3 pour tout ce qui concerne la flexibilité des idées ( $p < .05$ ). En T1 et T2, les différences entre certaines sous-échelles impliquant des épreuves centrées sur le mouvement sont significatives ( $p < .001$ ): la différence entre les groupes de la sous-échelle 1 (manière de se déplacer) est significative tant au niveau de la fluidité que de la flexibilité en T1, T2.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Notre étude démontre que, pour les classes favorisant l'AP, les taux notamment de MVPA sont significativement supérieurs à ceux des classes ordinaires. Les effets sont observés durant le temps scolaire tout comme en extrascolaire selon les mesures. En ce qui concerne la créativité et en accord notamment avec d'autres études (Bournelli & Mountakis, 2008 ; Hun Ping Cheung, 2010), il semble qu'une pédagogie psychomotrice au niveau préscolaire puisse influencer le développement de la créativité des jeunes enfants. Le développement de la flexibilité au T3 signifie que les enfants fréquentant des classes avec plus d'AP sont plus à même de trouver des idées dans de multiples catégories sur le long terme. Au regard de la théorie de Lubart (2005), il semble qu'un changement environnemental puisse avoir des incidences sur le développement des enfants âgés entre 4 et 6 ans. Enfin, pour Tomporowski et al. (2008) les tests impliquant la fonction exécutive sont plus sensibles aux effets de l'AP.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bournelli P, Mountakis C. (2008). The Development of Motor Creativity in Elementary School Children and its Retention. *Creativity Research Journal*, 20(1), 72-80.
- Ekelund, U., Sardinha, L.B., Anderssen, S.A., Harro, M., Franks, P.W., Brage, S., et al. (2004). Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9- to 10-year old European children: a population-based study from 4 distinct regions in Europe (the European youth heart study). *Am J Clin Nutr*, 80, 584-590.
- Hun Ping Cheung R. (2010). Designing movement activities to develop children's creativity in Early Childhood Education. *Early Child Development and Care*, 180(3), 377-385.
- Lubart T. (2005). *Psychologie de la créativité*. Paris: Armand Colin
- Pate, R.R., Almeida, M.J., McIver, K.L., Pfeiffer, K.A. & Dowda, M. (2006). Validation and Calibration of an Accelerometer in Preschool Children. *Obesity*, 14(11).
- Rosenkranz, R.R., Welk, G.J., Hastmann, T.J. & Dziewaltowski, D.A. (2011). Psychosocial and demographic correlates of objectively measured physical activity in structured and unstructured after-school recreation sessions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Feb.
- Strong, W.B., Malina, R.M., Blimkie, C.J. et al. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*, 146(6), 732-7.
- Tomporowski, P.D., Davis, C.L., Miller, P.H., Naglieri, J.A. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educ. Psychol. Rev.*, 20, 111-131.



Vincent Hagin<sup>1</sup> & Alain Gros Lambert<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Sciences Séparatives Biologiques et Pharmaceutiques  
Département de Recherche en Prévention, Innovation et Veille Technico-Sportive,  
EA 4267 2SBP, Université de Franche-Comté, UFR STAPS.  
Vincent.Hagin@univ-fcomte.fr

Cette étude préliminaire a pour but de tester l'influence d'une stratégie cognitive dissociative utilisant le vidéo feedback orienté sur la tâche à VMA. Le protocole, deux tests séparés d'une semaine: i) un test de temps limite où les sujets devaient maintenir aussi longtemps que possible 100% de leur VMA. ii) un test de temps limite, identique au premier, mais accompagné d'un feedback vidéo. Le test-*t* pour groupes appariés a montré une augmentation du temps limite du groupe FB ( $P < 0.05$ ;  $t = 3.75$ ). L'ANOVA à deux facteurs a montré, un effet de la condition ( $F(1, 9) = 26.79$ ;  $P < 0.05$ , puissance = 1), un effet de mesure ( $F(1, 9) = 92.74$ ;  $P < 0.05$ , puissance = 1) mais pas d'interaction ( $F(1, 9) = 0.29$ ;  $P > 0.05$ , puissance = 0.15) pour la RPE. En conclusion nous pensons que cette méthode d'entraînement pourrait s'avérer utile dans le futur mais demande une validation avec des athlètes de plus haut niveau et des plus grands groupes.

**Mots clés:** stratégies cognitives / association vs dissociation / RPE / VMA

## INTRODUCTION

De nombreux travaux ont été menés sur la problématique des stratégies cognitives dans le sport, principalement dans les disciplines d'endurance (Salmon, Hanneman, & Harwood, 2010). Ces études montrent, que pour améliorer leurs performances, les sujets ont recours à des stratégies attentionnelles appelées i) stratégie associative où l'attention est fixée sur des sensations somatiques, ii) stratégie dissociative où l'attention est fixée sur des informations extérieures (L. Scott; D. Scott, Bedic, & Dowd, 1999). Ces études montrent que le recours à l'une de ces stratégies varie en fonction du niveau de pratique ou de l'intensité de l'exercice. Une seule étude a utilisé la vidéo comme stratégie dissociative (Scott et al., 1999), mais aucune, à notre connaissance, n'a mesuré l'effet d'un feedback vidéo de la tâche à réaliser. Le but de la présente étude est d'évaluer l'impact sur le temps de maintien de la vitesse maximale aérobie (VMA), d'une stratégie dissociative utilisant la visualisation d'une vidéo montée en boucle montrant le sujet en train de courir. Nous émettons l'hypothèse selon laquelle la visualisation d'un modèle extérieur pourrait atténuer la fatigue perçue du sujet et permettre ainsi de maintenir plus longtemps son effort.

## METHODE

Onze sujets sportifs entraînés, de sexe masculin, (âge:  $24.5 \pm 4$  ans, poids:  $72.8 \pm 7.5$ kg; taille:  $1.77 \pm 0.1$ m; IMC:  $22.64 \pm 1.5$ ) ont participé à cette étude. Afin de déterminer la VMA chaque sujet a effectué sur tapis roulant un test progressif de course mené jusqu'à épuisement. Ensuite, le sujet a réalisé, à une semaine d'intervalle et dans un ordre aléatoire, i) un test de temps limite où il devaient courir sur tapis roulant aussi longtemps que possible à 100 % de sa VMA, sans stratégie attentionnelle particulière (condition contrôle), ii) un test de temps limite, identique à la condition contrôle, mais le sujet était invité à fixer son attention sur une vidéo en boucle montrant le sujet en train de courir de dos lors du dernier palier de son test VMA (condition vidéo). Il était demandé au sujet de synchroniser sa foulée sur celle du modèle. La fréquence cardiaque a été mesurée en continu et la perception de l'effort a été évaluée (RPE 6-20, Borg, 1998) toutes les 30 sec. Un test-*t* apparié a permis de comparer les temps limites enregistrés dans les 2 conditions. Comme les sujets n'ont pas atteint le même temps limite, les résultats ont été présentés sous la forme d'un temps relatif à la condition de contrôle. Afin de pouvoir déterminer les valeurs manquantes nous avons, à l'aide d'une régression linéaire (Robertson et al., 2002) et sur la base de la condition de contrôle, interpolé les valeurs pour le RPE et la fréquence cardiaque. Ces dernières ont été exprimées en % de la condition contrôle. Une ANOVA à deux facteurs (2 conditions et 10 mesures) et un test de

Fisher *post-hoc* ont été utilisés pour déterminer les effets. La probabilité a été fixée à  $P < 0.05$ .

## RESULTATS

Les résultats montrent une augmentation significative du temps limite ( $P < 0.05$ ;  $t = 3.75$ ) de  $51.6 \pm 47.6$  s. (soit un gain de + 19.2 %) pour le groupe vidéo comparé au groupe contrôle. On observe aussi un effet condition ( $F_{(1, 9)} = 26.79$ ;  $P < 0.05$ , Puissance = 1) un effet mesure ( $F_{(1, 9)} = 92.74$ ;  $P < 0.05$ , Puissance = 1) mais pas d'interactions ( $F_{(1, 9)} = 0.29$ ;  $P > 0.05$ , Puissance = 0.15) pour le RPE. Comme indiqué dans la figure 1 la perception de l'effort enregistrée dans la condition vidéo est significativement plus basse que celle du groupe contrôle à 50, 60, 70, 80, 90, 100 % du temps limite de la condition contrôle. En revanche, aucune différence significative n'a été trouvée pour la fréquence cardiaque.

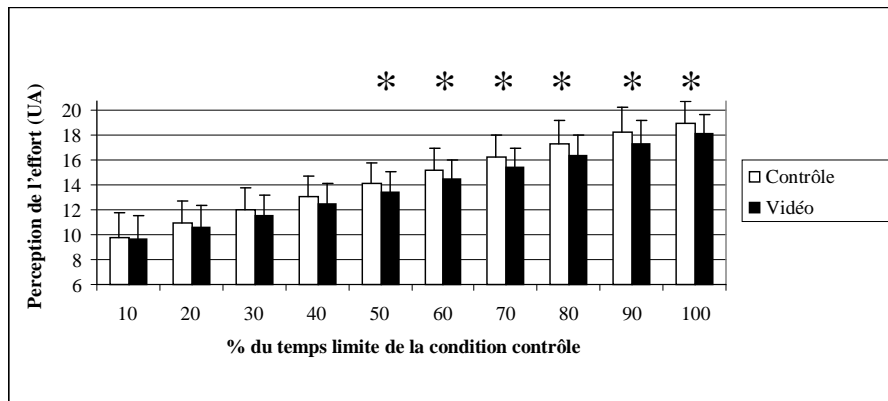


Figure 1: RPE calculé à différents pourcentages de la condition contrôle

## CONCLUSION

Cette étude montre que l'utilisation d'une stratégie attentionnelle dissociative utilisant un modèle extérieur familier permet de prolonger de manière significative un exercice de course réalisé à haute intensité. Cette stratégie a pour conséquence d'une part, d'atténuer la perception de l'effort en détournant l'attention du sujet sans diminuer pour autant sa fréquence cardiaque. D'autre part, l'utilisation de la vidéo permet au sujet de se concentrer sur un modèle extérieur qui, sans doute par l'intermédiaire des neurones miroirs (Rizzolatti et al., 1996) contrôle l'amplitude et la fréquence de sa foulée. Cette stratégie attentionnelle dissociative utilisant un modèle vidéo pourrait être intéressante pour les athlètes cherchant à développer leurs capacités à prolonger un exercice de type aérobie réalisé à haute intensité. Des perspectives encourageantes se profilent aussi dans le domaine de la rééducation et des Activités Physiques Adaptées. Cependant, des mesures complémentaires réalisées sur un effectif plus large et impliquant d'autres modes d'exercice s'avère nécessaire pour confirmer les résultats de la présente étude.

## REFERENCES

- Borg, G. (1998). *Perceived exertion and pain scale*. Champaign, IL: Human kinetics.
- Robertson, R.J., Goss, F.L., Bell, J.A., Dixon, C.B., Gallagher, K.I., et al. (2002). Self-regulated cycling using the children's OMNI Scale of Perceived Exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 1168-75.
- Salomon, P., Hanneman, S., & Harwood, B. (2010). Associative / dissociative cognitive strategies in sustained physical activity: literature review and proposal for a mindfulness-based conceptual model. *The Sport Psychologist*, 24, 127-156.
- Scott, L.M., Scott, D., Bedic, S.P., & Dowd, J. (1999). The effect of associative and dissociative strategies on rowing ergometer performance. *The Sport Psychologist*, 13, 57-68.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Matelli, M., Bettinardi, V., Paulesu E., et al. (1996). Localization of grasp representations in humans by PET: 1. Observation versus execution. *Experimental Brain Research*, 111, 246-252.

## *Contribution à la performance collective*

O36-Approche interpersonnelle des émotions en sport. Etude expérimentale en rugby à XV

Mickaël Campo<sup>1 & 2</sup>, Stéphane Champely<sup>1</sup>, Elisabeth Rosnet<sup>2</sup> & Claude Ferrand<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport (CRIS), EA647, Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, France

<sup>2</sup>Institut National du Sport de l'Expertise et de la Performance (INSEP), Paris, France  
[campomick@hotmail.com](mailto:campomick@hotmail.com)

La connaissance actuelle des émotions en sport est avant tout issue d'approches centrées sur l'individu. Or, en sport collectif, la notion d'équipe est prépondérante. Ainsi, le but de cette recherche est d'étudier si l'adoption de buts allocentrés exerce une influence sur le vécu émotionnel per-compétitif et la performance de joueurs du rugby à XV. Pour cela, un design expérimental a été utilisé afin d'induire chez les participants deux types de buts opposés (i.e. allocentrés vs. égocentrés) relatifs à leur participation au sein d'un match de 30 min. Les participants ont par la suite procédé à une autoévaluation des émotions vécues tout le long du match et leurs performances ont été évaluées. Différentes analyses statistiques ont montré une influence de l'adoption d'un but allocentré sur les émotions et les performances. Ces résultats soulignent la nécessité de l'intégration de l'orientation des buts aux modèles cognitifs actuels du processus émotionnel.

Mots clés : Emotions, Buts, Groupe, Dimension interpersonnelle, Sport

### **INTRODUCTION**

De nombreuses études ont été réalisées afin d'explorer le processus émotionnel et ses effets sur la performance en sport. Certains auteurs ont alors mis en avant la nécessité de prendre en considération le type de sport (i.e., collectif vs. individuel) en tant que modérateur du vécu émotionnel (Cerin et al., 2000). Néanmoins, en sport, très peu de recherches à notre connaissance, se sont focalisées sur l'étude des émotions et de leur relation à la performance dans une approche interpersonnelle.

La théorie cognitive motivationnelle et relationnelle (Lazarus, 2000) souligne l'importance des buts de l'individu dans l'émergence des émotions. Aussi, au regard des travaux de Mackie et Smith (1998) sur la théorie interpersonnelle des émotions, une personne identifiée à un groupe réagirait émotionnellement en fonction des intérêts de son groupe. Par souci de convention, nous nommerons les buts orientés vers le groupe, *buts allocentrés*, et les buts orientés vers soi, *buts égocentrés*.

Le but de cette étude est alors d'identifier les liens entre l'orientation du but et le vécu émotionnel de joueurs de rugby. Dans ce sens, nous formulons l'hypothèse que le type de but influence le vécu émotionnel des participants et leurs performances.

### **METHODE**

30 joueurs d'une équipe de rugby évoluant en catégorie moins de 21 ans élite ont participé à cette étude ( $M = 19.06$ ,  $SD = 0.78$ ).

Une approche expérimentale a été utilisée au travers de laquelle les participants ont été répartis en deux groupes correspondant à deux conditions expérimentales : ( $G^1$ ) buts individuels égocentrés, ( $G^2$ ) buts individuels allocentrés. Pour cela, un scénario a été élaboré en collaboration avec le directeur sportif du club afin de conférer à la situation expérimentale un enjeu individuel important. L'expérimentation consistait ainsi à faire participer les joueurs à un match de 30 min reproduisant les caractéristiques environnementales qu'ils rencontrent lors des matches de compétition. Le scénario consistait à expliquer aux joueurs que ce match servirait à les sélectionner pour leur prochaine compétition. Par la suite, il été présenté aux participants du groupe  $G1$  que seuls les meilleurs joueurs des deux équipes seraient sélectionnés, et à ceux du groupe  $G2$  que seuls les joueurs de l'équipe victorieuse seraient sélectionnés. L'effet de l'induction a été contrôlé 2 minutes avant le coup d'envoi à l'aide d'une échelle visuelle analogique de 10 cm (VAS). Les scores reportés par les membres de chaque groupe expérimental étaient satisfaisants, aucun scores n'ayant été reporté en dehors de la zone attendue.

A la suite du match, une séance d'auto-confrontation a été réalisée. À l'aide d'échelles visuelles analogiques, les participants ont été invités à déterminer sur 17 temps de mesures les émotions vécues individuellement, ainsi que leur perception de celles vécues par le groupe.

Les performances des joueurs, et celles de l'équipe considérée comme une entité à part entière (Barsade & Gibson, 1998), ont été évaluées par quatre experts pour les mêmes temps de mesure en utilisant des EVA de 10-cm permettant de mesurer la performance réalisée sur des séquences de jeu courtes. Nous avons fourni des informations aux experts en nous basant notamment sur la validation

de la grille d'observation de la performance en sport collectif de Nadeau et al. (2008), ainsi que sur le modèle de performance en rugby utilisé par la direction technique nationale. La fidélité inter-observateurs est apparue comme satisfaisante; ICC (2,1) = 0.90 avec un intervalle de confiance de 95%: 0.882 < ICC < 0.91.

## RESULTATS

Premièrement, les résultats de cette étude montrent un effet significatif (tests de Student appariés) de la condition expérimentale sur les performances. Les joueurs du groupe G<sup>2</sup> ont été plus performants individuellement (+1.8, p=.009) et collectivement (+2.53, p=.004). De plus, les résultats montrent que les performances de l'équipe en condition G<sup>1</sup>, en tant qu'entité holistique à part entière, ont été significativement moins élevées que l'addition des performances des joueurs de cette équipe (-0.71, p=.008), alors qu'aucune différence significative n'a été observée pour le groupe G<sup>2</sup> (p = 0.965).

Deuxièmement, les résultats montrent un effet significatif (modèles linéaires logistiques) de la condition sur les émotions ressenties par les joueurs. Plus particulièrement, les joueurs du groupe G<sup>1</sup> ont ressenti significativement plus d'émotions négatives (colère, honte, culpabilité, tristesse). Les participants du groupe G<sup>2</sup> ont alors reporté significativement plus d'émotions positives (espoir, fierté, joie, sérénité et soulagement).

Finalement, les résultats de cette étude montrent l'existence de vécus émotionnels collectifs (i.e., plusieurs participants ont ressentis les mêmes émotions au même moment). Une analyse statistique de *surdispersion* suggère alors l'existence d'une contagion émotionnelle, et spécifiquement de l'anxiété, individuelle et de l'équipe, et ce, quelque soit la condition expérimentale (.03 > p > .0001)

## CONCLUSION

Le but de cette étude était de savoir si l'adoption de buts allocentrés exerce une influence sur le vécu émotionnel per-compétitif et la performance. Les résultats confirment notre hypothèse en montrant que l'orientation des buts de l'individu a exercé une influence significative sur les émotions vécues par les participants, mais également sur leurs performances respectives. La relation émotion-performance pouvant être considérée comme réciproque (Lazarus, 2000), ces résultats suggèrent que l'adoption de buts allocentrés a soit favorisé l'émergence d'émotions ayant favorisé la performance de l'individu et de l'équipe, soit permit d'être plus performant et donc de ressentir des émotions différentes de celles de l'autre groupe. Sans permettre de conclure sur le sens de la relation but-émotions-performance, cette étude met néanmoins en avant des résultats encourageant la prise en compte de la dimension interpersonnelle dans l'étude du processus émotionnel et de sa relation à la performance en sports collectifs. Cette voie d'investigation semble être alors conférée d'une forte valeur heuristique dans le sens où les connaissances actuelles sur le processus émotionnel peuvent être approfondies en prenant en considération l'orientation des buts des individus.

## BIBLIOGRAPHIE

- Cerin, E., Szabo, A., Hunt, N., & Williams, C. (2000). Temporal patterning of competitive emotions: A critical review. *Journal of Sports Sciences*, 18, 605–625.
- Lazarus, R. S. (2000). How emotions influence performance in competitive sports. *The Sport Psychologist*, 14, 229-252.
- Mackie, D. M., & Smith, E. R. (1998). Intergroup cognition and inter- group behavior: Crossing the boundaries. In C. Sedikides, J. Schopler, & C. A. Insko (Eds.), *Intergroup cognition and intergroup behavior* (pp. 423-450). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Nadeau, L., Godbout, P., & Richard, J-F. (2008). Assessment of ice hockey performance in real-game conditions. *European Journal of Sport Science*, 8, 379-388.

O37-Analyse d'une pratique scolaire pluridisciplinaire à travers l'expérience de création collective d'une comédie musicale

Marie-Cécile Crance\*, Jean Trohel\*\*, Jacques Saury\*

\*Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (MIP, EA 4334), UFR STAPS, Université de Nantes, France.

\*\*Centre de recherche sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD, EA 3875), Université de Rennes 2, France.

marie-cecile.crance@etu.univ-nantes.fr

L'engagement dans une pratique de réalisation collective a peu été étudié à l'échelle d'une classe et d'une année scolaire. Cette étude porte sur l'analyse d'un projet pluridisciplinaire annuel de création d'une Comédie Musicale en référence à la théorie des « communautés de pratique ». Une posture ethnographique intensive dans l'établissement a permis de suivre l'intégralité du processus de création et de recueillir le point de vue des acteurs tout au long de l'année. Les premières analyses révèlent en quoi la perspective de ce projet de réalisation commun à long terme favorise un processus permanent de négociations collectives et influence les dynamiques d'apprentissage. Nos résultats interrogent l'authenticité des pratiques à l'école ainsi que les conditions d'émergence et de maintien d'un *faire quelque chose ensemble*.

**Mots clefs** : communauté de pratique, situated learning, pratique authentique, création

### COMMUNAUTES DE PRATIQUE SCOLAIRES ET AUTHENTICITE DES PRATIQUES

L'éducation à la citoyenneté est un enjeu majeur de l'école aujourd'hui qui interroge particulièrement l'éducation physique. S'appuyant sur des pratiques sociales de référence, la question du « vivre ensemble » et de l'authenticité des pratiques y est centrale. Notre étude porte sur un projet pluridisciplinaire annuel de création d'une Comédie Musicale. Celle-ci articule 4 disciplines différentes (EPS, français, musique et art plastique) et s'inscrit dans la perspective de l'enseignement « Histoire des arts ». Ce projet répond aux objectifs de l'éducation artistique et culturelle qui vise la construction de l'identité culturelle des élèves à travers la fréquentation d'œuvres, une approche culturelle réflexive et une pratique effective. En référence aux pratiques proposées par les établissements innovants, la participation à des projets collectifs interdisciplinaires authentiques favoriserait l'identification des enseignants et des élèves à une « communauté d'apprentissage » où le sentiment de participer à un *faire ensemble* serait prégnant (Cédelle, 2008).

Selon les perspectives de l'apprentissage situé la *pratique* met en jeu un double processus de participation et de réification qui s'inscrit dans un contexte historique et social particulier donnant une structure et une signification à ce qui est accompli collectivement (Wenger, 1998). Les travaux centrés sur l'apprentissage coopératif ou l'action située se sont intéressés à ces processus lors d'interactions locales entre élèves dans une tâche d'apprentissage ou au sein de groupes stables sur quelques leçons. A un niveau plus global d'autres travaux empiriques se sont intéressés aux dispositifs de *Sport Education* (Siedentop, 1994). L'organisation des cycles d'enseignement sur le modèle de celui des « communautés sportives » permettraient aux élèves de vivre des « expériences sportives » authentiques et signifiantes en opposition aux dispositifs plus traditionnels (MacPhail, Kinchin et Kirk, 2003). Aucune étude n'a questionné empiriquement cette notion de *pratique authentique* en prenant en compte la classe dans son ensemble et l'intégralité du processus de négociation collective sur un temps de pratique scolaire (Dyson, 2006). Ce niveau d'analyse des « communautés de pratique » constitue selon Wenger une échelle pertinente pour appréhender la *pratique* en tant que *faire quelque chose ensemble* et qui s'articulerait autour de trois dimensions fondamentales : un engagement mutuel, un répertoire partagé et une entreprise commune.

Nos analyses interrogent en quoi la perspective de ce projet de création d'une comédie musicale « Virtue Ville » encouragerait une expérience de pratique artistique authentique et renforcerait la cohérence de la communauté scolaire qui y participe.

## **OBSERVATOIRE ET ANALYSE D'UN PROCESSUS DE CREATION SCOLAIRE**

Le chercheur a mené une observation participante en se rendant deux fois par semaine au collège pendant toute l'année. A minima, il s'agissait de participer à la totalité des leçons d'EPS consacrées à la partie dansée du spectacle, à l'ensemble des répétitions ainsi qu'au spectacle final. Ces épisodes ont fait l'objet d'un enregistrement vidéo et audio systématique et ont été enrichi par d'autres observations opportunistes au sein de l'établissement. Des entretiens semi directifs et des autoconfrontations ont été réalisés donnant accès au point de vue des acteurs. L'intégralité de ces observations a été consignée dans un journal ethnographique servant ensuite de fil rouge à l'analyse à partir des trois descripteurs d'une pratique proposés par Wenger. L'engagement mutuel renvoie aux relations de responsabilisations collectives qui s'établissent entre les membres d'une communauté. Le répertoire partagé correspond aux ressources collectivement mises à disposition et mobilisables par les acteurs. Enfin l'entreprise commune rend compte de ce qui est réalisé conjointement au fur et à mesure du déploiement de la pratique. Les résultats s'organisent autour de deux grands axes, (a) une modélisation annuelle des grandes étapes de cette pratique de création artistique, (b) la caractérisation plus précise de chaque étape du point de vue des descripteurs d'une pratique.

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

Le premier volet de résultats révèle la dynamique émergente de ce processus de création pluridisciplinaire. Nos analyses rendent compte de la diversité des événements qui ont ponctué cette pratique artistique (leçons d'EPS, de musique, de théâtre, d'art plastique, répétitions, spectacles au Triangle, venue d'une chorégraphe, présentations au sein du collège). Elles soulignent l'influence des contraintes matérielles, temporelles et spatiales liées à un contexte scolaire de pratique singulier (créneaux horaires disponibles, lieux de pratiques, calendrier scolaire), et celle de la dynamique interactive au sein de l'équipe enseignante.

Le second volet propose une caractérisation plus précise des grandes étapes du processus et des moments *a priori* charnières. Nos premières analyses révèlent, (a) des différences d'attention vis-à-vis de l'activité des autres et un important travail de maintenance de l'engagement mutuel au sein du collectif, (b) comment chaque acteur enrichit et s'approprié les ressources diversifiées qui participent du répertoire partagé, (c) en quoi ce processus de création est la synthèse d'une multitude d'activités individuelles diversifiées qui sont de plus en plus intégrées au fil de l'année.

La discussion porte sur, (a) la mise à l'épreuve empirique des notions d'engagement mutuel, d'entreprise commune et de répertoire partagé, (b) leur fécondité par rapport à l'appréhension d'une pratique d'EPS, (c) les caractéristiques d'apparition et de maintien d'une communauté assurant l'authenticité des pratiques en contexte scolaire.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Cédelle, L. (2008). *Un plaisir de collège*. Paris : Seuil.

Dyson, B. (2006). Students' perspectives of physical education. In D. Kirk, D. Macdonald, & M.O'Sullivan (Eds.), *The handbook of physical education* (pp. 326-346). London: Sage Publications Ltd.

MacPhail, A., Kinchin, G., & Kirk, D. (2003). Students' Conceptions of Sport and Sport Education. *European Physical Education Review*, 9(3), 285-299.

Siedentop, D. (1994). *Apprendre à enseigner l'éducation physique*. Montréal, Québec : Gaëtan Morin Editeur.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

A partir du cadre de la Team cognition, l'objectif de cette étude est d'analyser le sentiment de performance collective au sein d'une équipe féminine de handball. Des données comportementales complétées par des données verbales ont été recueillies. Les données ont été traitées sur la base d'une analyse qualitative et inductive. Les résultats ont permis d'identifier des relations entre le sentiment de performance collective et la nature, la forme et les processus de partage. A partir de nos résultats, la discussion se structure autour des pistes de conception envisageables grâce à la réalité augmentée.

**Keywords :** sentiment de performance ; compréhension partagée ; handball ; réalité augmentée

## INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans la ligne de recherche "Team cognition" dont l'objectif est d'étudier, à travers le phénomène de compréhension partagée, la performance collective pour proposer des dispositifs d'aide à la formation des équipes. La performance collective a souvent été étudiée à l'aide de critères extrinsèques mis en relation avec le partage de connaissances des membres d'une équipe (Salas et al., 2007). De récents travaux ont minimisé le rôle du partage de connaissances, et ont mis en évidence certains phénomènes significatifs (contexte partagé, intelligibilité mutuelle) caractéristiques des activités sportives (Sève et al., 2009). Dans cette perspective la performance collective a été appréhendée à l'aide de critères intrinsèques. C'est ce sentiment d'être performant, au sein d'un collectif, qui constitue l'objet d'étude principal de ce travail et peut servir de support pour la conception de dispositifs de formation. Cette étude propose d'articuler le sentiment de performance avec des objets habituellement utilisés (contenus, formes et processus de partage) pour décrire la compréhension partagée.

## METHODE

L'étude a été menée avec six handballeuses volontaires (niveau international A ou espoir) . Le recueil des données s'est déroulé au cours d'un match de championnat de division 1. Deux types de données ont été recueillies : 1) des comportements à partir de l'enregistrement vidéo du match, 2) des verbalisations à partir d'entretiens d'autoconfrontation individuels (Theureau, 1992) réalisés a posteriori sur la base de neuf attaques pour garder le même six de base. Les données ont été analysées en trois étapes : (1) reconstruction de la chronique des attaques à partir des compréhensions individuelles, (2) sélection des unités de sens (US) relatives au sentiment de performance, (3) regroupement des US par catégorisation empirique inductive.

## RESULTATS

L'analyse de nos données nous a permis d'identifier 129 US. Une catégorisation de ces unités nous a permis de les regrouper en deux catégories typiques dénommées : (1) sensibilité à la fluidité vs au "patinage" dans l'enchaînement des actions, (2) sensibilité à la sécurité vs l'insécurité quant à l'évolution de l'attaque. Cette catégorisation permet de faire le lien entre le sentiment de performance et des caractéristiques de formes, contenus et processus de partage.

Pour les six handballeuses, la performance de l'équipe en cours d'attaque était subordonnée au maintien d'une fluidité dans l'enchaînement des actions. Cette évaluation était associée à des indices perceptifs (*e.g.*, le débordement réussi d'une partenaire, le recul rapide de la défense adverse au 6 mètres, une attaque finalisée rapidement) marquant un enchaînement réactif de la coordination de leur action. Les processus de surveillance d'un élément attendu (*e.g.*, action, déplacement d'une partenaire) et de reconnaissance de cet élément permettaient aux joueuses d'ajuster leurs actions de manière "réactive" et était le signe du maintien d'une compréhension partagée suffisante pour être complémentaire. Cette évaluation de la fluidité pouvait être *a contrario* perçue de manière négative lorsque les joueuses repéraient des indices perceptifs (*e.g.*, une partenaire se fait bloquer, la défense adverse ne bouge pas) signalant un "patinage" dans l'enchaînement des actions, une absence de fluidité.

Le sentiment de performance des joueuses se manifestait également par un jugement de sécurité quant à l'évolution de la situation. Ce sentiment était associé à la satisfaction de leurs attentes respectives (e.g., enchaînement des actions nécessaires à la réalisation d'une combinaison, disponibilité d'une ailière pour amener des décalages sur le côté) diminuant l'incertitude quant aux évolutions possibles de l'attaque. Les processus de vérification (e.g., s'assurer que sa partenaire se rende disponible) ou de manifestation (e.g., se démarquer, tendre les bras) permettaient de renforcer l'adéquation entre leurs compréhensions et celles des partenaires. Lorsque les attentes n'étaient pas satisfaites, les joueuses se rendaient compte d'une inadéquation de leur compréhension. Ceci augmentait l'incertitude qu'elles pouvaient avoir sur le déroulement de la situation, et provoquait, chez elles, un sentiment d'insécurité. Ces résultats attestent d'une relation entre le sentiment de performance collective et la construction ou le maintien d'une compréhension partagée ou, au contraire, des écarts de compréhensions entre les joueuses.

## DISCUSSION

L'intérêt de cette étude est d'expliquer le sentiment de performance collective à partir de l'articulation des activités individuelles. La relation entre sentiment de performance, forme, contenu et processus est également intéressante en vue de proposer des pistes pour la conception de dispositifs d'aide à la formation d'équipes.

La plupart des dispositifs qui ont été conçus se sont basés sur des études qui considéraient que la performance collective (mesurée à l'aide de critères extrinsèques) était conditionnée par la similarité des connaissances des co-équipiers. Les recommandations se sont axées sur des prescriptions de contenus relatives aux causes sous-jacentes des erreurs commises par les individus. Lors de sessions d'entraînement, ces contenus permettent de réduire les "écarts" entre les connaissances des membres d'une même équipe (Salas et al., 2007).

Salas et al. (2008) pointent un manque de propositions sur l'adaptation et les processus de (re)construction d'une compréhension partagée en cours d'action. Dans cette perspective, et à l'aide de nos résultats, nous suggérons d'exploiter les propriétés de la réalité augmentée.

Le dispositif consistera à filmer une situation réelle de jeu, puis à enregistrer chaque joueur "commentant ses actions à voix haute". Grâce à un logiciel d'aide à la transcription, les *verbatim* seront enfin insérés sur le film. Un formateur pourra sélectionner une situation problème (patinage, insécurité). Son rôle sera de proposer un rejeu de la situation choisie où il attirera l'attention de l'équipe sur le sentiment de "non performance" pour rendre mutuellement manifeste ce sentiment. Il fera également verbaliser sur les écarts de compréhensions.

Par hypothèse, les écarts de compréhension seront réduits grâce à des partages de contenus (informations contextuelles ou connaissances). Grâce à ce dispositif<sup>3</sup>, ces moments de débriefing pourront être également l'occasion d'échanger sur les processus mobilisés ou à mobiliser pour réguler/reconstruire la compréhension partagée.

## BIBLIOGRAPHIE

Salas, E., Rosen M.A., Burke C.S., Nicholson D., Howse W.R. (2007). Markers for enhancing team cognition in complex environments : the power of team performance diagnosis. *Aviat Space Environ Med*; 78, 77–85.

Salas, E., Cooke, N.J., and Rosen, M.A. (2008). On teams, teamwork, and team performance: Discoveries and developments. *Human Factors*, 50, 540–547.

Sève, C., Bourbousson, J., Poizat, G., et Saury, J. (2009). Sport de haute performance et cognition. *Intellectica*, (52) : 71–95.

Theureau, J. (1992). *Le cours d'action: analyse sémiologique. Essai d'une anthropologie cognitive située*, Peter Lang, Berne.

---

<sup>3</sup> Nous serons en mesure, lors du congrès, de présenter le dispositif proposé et mis en œuvre.



L'étude visait à (a) analyser les relations entre facteurs sociaux (i.e., implication parentale) et individuels (i.e., motivations, plaisir, effort et engagement) de la performance sportive et à (b) comparer ces relations selon le niveau de formation de l'athlète vers le haut niveau, le sexe des parents et les dyades relationnelles familiales. Les participants, 198 joueurs de tennis et leurs parents, ont rempli des questionnaires distincts. Les résultats ont souligné l'existence de deux modèles basés sur le niveau d'auto-détermination de la motivation des adolescents ainsi que des liens spécifiques entre les facteurs selon les variables indépendantes manipulées.

**Mots clefs :** Implication parentale, motivation, plaisir, engagement, tennis

## **INTRODUCTION**

L'atteinte de l'expertise en sport repose sur des facteurs à la fois individuels et sociaux tels que la motivation, l'effort et le soutien des parents. Ces notions ont par ailleurs suscité de nombreuses recherches en psychologie du sport. La motivation se divise en plusieurs types ou orientations et possède de multiples antécédents et conséquences (Carré & Fenouillet, 2009). L'effort interagit fortement avec l'engagement de l'athlète et le plaisir qu'il éprouve dans sa pratique (Sport Commitment Model ; Scanlan, Russell, Magyar & Scanlan, 2009). Les parents jouent un rôle significatif et influent tout au long de la carrière du sportif (Côté, 1999). Cependant, relativement peu d'études ont intégré les interactions entre l'implication parentale et les facteurs individuels de la réussite dans un modèle général.

L'objectif majeur de cette recherche consistait donc à examiner les relations causales entre ces déterminants personnels (i.e., motivations, plaisir, effort et engagement) et sociaux (i.e., parents) de la performance, dans un contexte tennistique français actualisé (non rétrospectif), en articulant l'opinion des parents et celle de leur enfant. Un second objectif visait à comparer ces relations selon les deux premières étapes de formation de l'athlète vers le haut niveau (i.e., années d'échantillonnage et de spécialisation), le sexe des parents (i.e., pères et mères) et selon deux dyades relationnelles familiales (i.e., père/fils et mère/fils).

## **METHODE**

Les participants regroupaient 198 familles impliquées dans le tennis, composées de 198 joueurs (141 garçons et 57 filles,  $M_{\text{âge}} = 13.34$ ) et de leurs parents (198 pères et 198 mères,  $M_{\text{âge}} = 44.45$ ). Les adolescents évoluaient soit en années d'échantillonnage (120 débutants), soit en années de spécialisation (78 joueurs confirmés et compétitifs).

Les parents ont complété deux questionnaires mesurant les types d'implication (i.e., émotionnelle, logistique et informationnelle) et les degrés d'implication (i.e., autonomie, directivité et pression) des parents en tennis, respectivement constitués de 12 et 9 items. Les joueurs ont rempli l'Échelle de Motivation dans les Sports à 28 items (Brière, Vallerand, Blais & Pelletier, 1995), le Questionnaire de Perception du Succès en Sport à 14 items (Durand, Cury, Sarrazin & Famose, 1996) et un questionnaire de perception du climat motivationnel (14 items). Ils ont également répondu à des items concernant l'effort (3 items), le plaisir (4 items) et l'engagement sportif (4 items).

Des analyses descriptives et corrélationnelles ont été réalisées pour déterminer la composition de la(des) séquence(s) causale(s). Des analyses de régression multiple hiérarchiques et des analyses de médiation ont ensuite permis de préciser la place des facteurs (déterminant, médiateur et/ou conséquence) dans les séquences, et ce, pour chaque modalité des variables indépendantes.

## **RESULTATS**

Les analyses corrélationnelles ont montré des relations privilégiées entre plusieurs facteurs individuels et sociaux de la performance sportive. Deux séquences causales ont alors été

distinguées : une séquence « *autodéterminée* » et une séquence « *faiblement autodéterminée* ». La première a inclus l'implication parentale émotionnelle, la perception du climat parental de maîtrise et la motivation intrinsèque. La seconde a regroupé l'implication parentale informationnelle, la directivité, la pression, la perception du climat parental de performance et la motivation extrinsèque. Les deux séquences ont également pris en compte les variables effort, plaisir et engagement.

Les analyses de régression multiple hiérarchiques et de médiation ont révélé, pour les deux séquences, une structure commune (perception du climat parental motivationnel → motivation → plaisir/effort → engagement) et l'influence positive de l'implication logistique sur les facteurs individuels de la réussite et sur la perception du climat motivationnel. Des distinctions ont ensuite été soulignées selon le niveau de formation de l'athlète, le sexe des parents et les dyades relationnelles. En séquence « *autodéterminée* », plus les parents accompagnent leur enfant, plus les joueurs sont intrinsèquement motivés, surtout en années de spécialisation. Aussi, plus les parents (surtout les pères) encouragent leur enfant, plus ce dernier perçoit un climat orienté vers le progrès et est motivé intrinsèquement, et ce, surtout en années d'échantillonnage. En séquence « *faiblement autodéterminée* », plus les pères de garçons accompagnent leur enfant et assistent aux événements tennistiques, plus les joueurs montrent du plaisir, s'investissent et s'engagent dans l'activité. Parallèlement, plus les pères donnent des conseils à leur enfant (surtout ceux en années de spécialisation), moins celui-ci pense continuer à jouer au tennis.

## **DISCUSSION**

Ces analyses ont donc souligné une relation complexe entre les parents et leur enfant joueur de tennis. Les relations explicatives entre l'implication parentale et les caractéristiques des adolescents se spécifient selon le niveau de formation de l'athlète. Le rôle des parents se distingue ; un comportement identique peut entraîner des conséquences différentes. A titre d'exemple, les pères qui délivrent de nombreux conseils exercent une influence négative sur l'engagement des joueurs entrés dans un processus de compétition. Autre résultat intéressant, la motivation s'est avérée expliquée plus fortement par la perception du climat motivationnel parental que par les implications des parents, conférant un rôle de médiateur au climat. La motivation a elle-même occupé une place d'intermédiaire entre ce climat et les facteurs du Sport Commitment Model (i.e., effort, plaisir et engagement). Enfin, les deux types de motivation (intrinsèque et extrinsèque) entraînent du plaisir, de l'effort et de l'engagement, soulignant que la motivation extrinsèque, en tennis, peut avoir des effets positifs.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Brière, N. M., Vallerand, R. J., Blais, M. R., & Pelletier, L. G. (1995). Développement et validation d'une mesure de motivation intrinsèque, extrinsèque et d'amotivation en contexte sportif : L'Échelle de Motivation dans les Sports (EMS). *International Journal of Sport Psychology*, 26, 465-489.
- Carré, P., & Fenouillet, F. (2009). *Traité de psychologie de la motivation*. Paris : Dunod.
- Côté, J. (1999). The influence of the family in the development of talent in sport. *The Sport Psychologist*, 13, 395-417.
- Durand, M., Cury, F., Sarrazin, P., & Famose, J. P. (1996). Le Questionnaire de Perception du Succès en Sport : Validation française du « Perception of Success Questionnaire ». *International Journal of Sport Psychology*, 27, 251-268.
- Scanlan, T. K., Russell, D. G., Magyar, T. M., & Scanlan, L. A. (2009). Project on Elite Athlete Commitment (PEAK): III. An examination of the external validity across gender, and the expansion and clarification of the Sport Commitment Model. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31, 685-705.

Jean-Philippe Heuze<sup>1</sup>, Grégoire Bosselut<sup>1</sup>, Mark Eys<sup>2</sup>, Paul Fontayne<sup>3</sup> & Philippe Sarrazin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire SENS, UFR APS, Université Joseph Fourier

<sup>2</sup>Departments of Kinesiology/Physical Education and Psychology, Wilfrid Laurier University

<sup>3</sup>Laboratoire CRSM, UFR STAPS, Université Paris-Ouest Nanterre La Défense.

jean-philippe.heuze@ujf-grenoble.fr

Cette étude porte sur la réciprocité de la relation entre l'ambiguïté du rôle et la compétence du coaching au sein d'équipes sportives. L'échantillon comprenait 91 joueurs masculins et féminins qui ont rempli l'échelle d'ambiguïté du rôle et une version réduite de l'échelle de compétence du coaching au milieu et à la fin de leur saison sportive. Les données ont été traitées au niveau individuel en contrôlant statistiquement le niveau collectif. Les analyses de régression multiple incluant un effet autorégressif ont soutenu l'existence de relations réciproques entre certaines dimensions de ces deux variables. Ces résultats supportent le modèle de l'épisode du rôle (Kahn et al., 1964) en contexte sportif qui postule que les perceptions d'ambiguïté du rôle sont en partie déterminées par / influent sur les perceptions des athlètes des comportements de leurs entraîneurs.

**Mots-clés** : Ambiguïté du rôle, Compétence du coaching, Equipe, Etude longitudinale.

## INTRODUCTION

L'ambiguïté du rôle désigne un manque d'informations claires et consistantes sur le rôle qu'un individu occupe dans un ensemble interactionnel (Kahn et al., 1964). Le modèle de l'épisode du rôle, avancé par ces auteurs, postule que ces perceptions subjectives d'ambiguïté se développent dans les relations entre l'assignataire du rôle (e.g., l'entraîneur) et le destinataire du rôle (e.g., le joueur). En contexte sportif, Beauchamp et ses collègues (2002) ont décrit quatre manifestations différentes de l'ambiguïté du rôle : (a) l'étendue des responsabilités assumées par l'athlète, (b) les comportements à produire par ce dernier liés au rôle qu'il occupe, (c) l'évaluation du rôle (i.e., connaissance des critères employés par l'assignataire pour évaluer l'accomplissement du rôle par le destinataire) et (d) les conséquences associées au fait de ne pas assumer ce rôle. Mais le modèle de l'épisode du rôle (Kahn et al., 1964) considère également que ces perceptions d'ambiguïté affectent, et sont affectées par, les jugements que le destinataire du rôle forme sur l'assignataire. Récemment, Myers et ses collègues (2006, 2010) ont avancé le concept de compétence du coaching pour désigner les perceptions des athlètes sur les capacités de leur entraîneur à (a) affecter leur habiletés psychologiques et leur humeur (compétence motivationnelle), (b) influencer le développement de leur caractère (compétence liée au développement du caractère), (c) les diriger en compétition (compétence liée aux stratégies de jeu), (d) les former pendant les entraînements (compétence technique) et (e) les préparer physiquement (compétence liée à la condition physique). Cette étude longitudinale visait donc à examiner la réciprocité de la relation entre les perceptions d'ambiguïté du rôle et de compétence du coaching. Suivant les recommandations de Myers et al. (2006), seules les deux dimensions de la compétence du coaching reflétant des comportements impactant sur la définition des rôles au sein des équipes sportives ont été prises en compte (i.e., compétence liée aux stratégies de jeu [CSJ] et compétence technique [CT]). En s'appuyant le modèle de l'épisode du rôle et les conceptualisations de l'ambiguïté du rôle et de la compétence du coaching, nous avons émis l'hypothèse de relations négatives réciproques entre les quatre manifestations de l'ambiguïté du rôle et les deux dimensions de compétence du coaching.

## METHODE

L'échantillon comprenait 243 participants impliqués dans divers sports collectifs (200 hommes et 43 femmes ;  $M = 23,09 \pm 4,10$  ans). Ils pratiquaient leur sport depuis près de 11 ans et étaient membres de leur équipe depuis plus de 2 ans ( $M = 2,79 \pm 2,36$  ans ; 26 équipes). Les participants ont remplis l'échelle d'ambiguïté du rôle-34 (Bosselut et al., 2010 ; étendue des responsabilités, comportements liés au rôle, évaluation et conséquences du rôle en attaque

et en défense) et l'échelle de compétence du coaching (Bosselut, 2008 ; compétence technique et compétence liée aux stratégies de jeu) au milieu de leur saison sportive, puis deux mois plus tard. Chacune des passations était programmée en milieu de semaine avant un entraînement. Sur les 243 participants, seuls 91 ont participé aux deux passations.

## RESULTATS

Des analyses préliminaires ont permis d'exclure les participants présentant des valeurs extrêmes univariées ou multivariées et de vérifier que la participation aux deux passations ne dépendait ni des caractéristiques démographiques des athlètes, ni de leurs perceptions d'ambiguïté du rôle et/ou de compétence du coaching en milieu de saison. Au final, les données de 80 participants ont été employées pour examiner la direction de la relation entre l'ambiguïté du rôle et la compétence du coaching au niveau individuel. Des analyses de régression multiple ont montré que les perceptions d'ambiguïté des comportements liés au rôle, mesurées en milieu de saison, affectaient négativement les variations des perceptions de compétence liée aux stratégies de jeu entre le milieu et la fin de la saison (i.e., 4% de variance supplémentaire de CSJ expliquée par les comportements liés au rôle). Ces analyses ont également démontré que les perceptions de compétence technique, mesurées en milieu de saison, affectaient négativement les variations des perceptions de deux manifestations d'ambiguïté du rôle entre le milieu et la fin de la saison (i.e., 8% de variance supplémentaire de l'étendue des responsabilités et 10% de variance supplémentaire des comportements liés au rôle expliqués par CT).

## CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont soutenu le modèle de l'épisode du rôle (Kahn et al., 1964) en confirmant l'existence d'une relation réciproque entre les perceptions d'ambiguïté du rôle et les perceptions de compétence du coaching. Toutefois, les résultats ont également révélé que les dimensions des variables impliquées dans cette relation différaient selon la direction de cette dernière. Ainsi, lors des entraînements, les perceptions des joueurs des comportements de leur entraîneur destinés à les former contribuent à construire leurs perceptions sur la clarté de leurs rôles. En retour, celles-ci influent sur leurs perceptions de l'efficacité des comportements de leur entraîneur destinés à gérer l'équipe en match. Enfin, les résultats ont montré que l'intensité de la relation entre ces deux variables était plus forte entre les perceptions antérieures de compétence du coaching et les perceptions postérieures d'ambiguïté du rôle. Toutefois, ces résultats ont été obtenus sur un nombre limité de participants et leur validité ne concerne que le niveau individuel de la relation entre ces deux construits.

## BIBLIOGRAPHIE

- Beauchamp, M. R., Bray, S. R., Eys, M. A., & Carron, A. V. (2002). Role ambiguity, role efficacy, and role performance: Multidimensional and mediational relationships within interdependent sport teams. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 6(3), 229-242.
- Bosselut, G. (2008). *Antécédents et conséquences de l'ambiguïté du rôle au sein des équipes sportives: l'apport du modèle de l'épisode du rôle [Antecedents and consequences of role ambiguity in sport teams: Contribution of the role episode model]* (Doctoral thesis, Université Joseph Fourier, Grenoble, France). Retrieved from [http://www-sens.ujf-grenoble.fr/publis/These\\_Bosselut\\_2008.pdf](http://www-sens.ujf-grenoble.fr/publis/These_Bosselut_2008.pdf)
- Bosselut, G., Heuzé, J. P., & Sarrazin, P. (2010). Structure of the role ambiguity framework and validity in the French culture. *Psychology of Sport and Exercise*, 11, 471-478.
- Kahn, R. L., Wolfe, D. M., Quinn, R. P., Snoek, J. D., & Rosenthal, R. A. (1964). *Organizational stress: Studies in role conflict and ambiguity*. John Wiley & Sons, New York.
- Myers, N. D., Chase, M. A., Beauchamp, M. R., & Jackson, B. (2010). Athletes' perceptions of coaching competency scale II-High school teams. *Educational and Psychological Measurement*, 70, 477-494.
- Myers, N. D., Feltz, D. L., Maier, K. S., Wolfe, E. W., & Reckase, M. D. (2006). Athletes' evaluations of their head coach's coaching competency. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77, 111-121.

Quels sont les risques perçus liés à l'achat du service « green fee » permettant de réaliser plus de 30% des recettes financières d'un club de golf ? Pour répondre à cette problématique marketing, nous avons réalisé une enquête auprès de 298 golfeurs afin d'identifier, d'une part, les dimensions majeures du risque global perçu concernant l'achat de ce service, et d'autre part, de caractériser les stratégies réductrices mises en œuvre par les golfeurs. Les résultats de ces observations peuvent être retenus afin d'optimiser les décisions marketing des dirigeants.

**Mots clés :** Risque perçu, golfeur, green fee, réducteurs

## INTRODUCTION

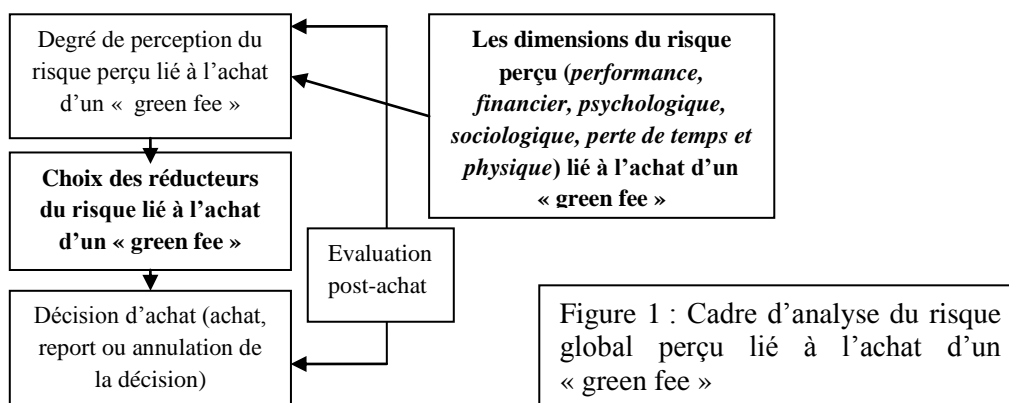
Les dirigeants de clubs de golf en France ont-ils pris en compte les évolutions concurrentielles de ce secteur d'activité caractérisé par un fort pouvoir de négociation des nouveaux pratiquants (FFG, 1999) ? Savent-ils proposer des services adaptés pour diminuer les incertitudes liées à la consommation et convaincre les golfeurs les plus méfiants ? Une étude économique démontre que le chiffre d'affaires moyen des golfs en France est de 1 million d'euros, soit 17 % de moins que les concurrents européens (FFG, 2007). Ainsi, la connaissance des risques perçus relatifs à l'achat d'un « green fee » (droit d'accès journalier d'un parcours de golf) doit permettre de souligner l'importance des freins et des stratégies de réduction liés à la consommation de ce service, source de création de valeur pour le club.

## I. LE RISQUE PERÇU LIÉ A L'ACHAT D'UN SERVICE GOLF : LE GREEN FEE

Dans le cadre de notre recherche sur le comportement de consommation du golfeur, nous étudions le risque perçu dans la phase pré-décisionnelle, variable explicative majeure du marketing de services des années 70 (Mitchell, 1999). Partant de ce postulat, le risque perçu du golfeur est caractérisé par l'incertitude relative aux pertes multidimensionnelles potentielles liées à l'achat d'un service golf. Des questions du type : « Est-ce que je fais le bon choix concernant ce service ? Ne vais-je pas trouver un parcours de golf de qualité supérieure, moins cher ou moins technique ailleurs ? » explicitent la notion de risque global perçu.

### A- Le risque est multidimensionnel

Nous définissons le risque perçu lié à l'achat d'un « green fee » à travers six dimensions ( Stone et Grønhaug, 1993) qui expliquent 88 % de la variance de ce concept (cf. figure 1). Toutefois, Volle (1995) souligne que cette décomposition est avant tout heuristique et que le risque semble être apprécié de manière globale.



## **B – Les stratégies de réduction du risque perçu**

Le « risque perçu » doit être réduit à un niveau jugé "acceptable" (Ingene et Hugues, 1985) par l'individu en cohérence avec ses objectifs d'achat. Rosélius (1971) propose la méthode de réduction du risque la plus complète (La recommandation, la fidélité à la marque, l'image des grandes marques, la garantie, le test ...) et la plus opérationnelle sur le plan méthodologique.

## **II. RISQUE PERÇU ET REDUCTEURS LIE A L'ACHAT D'UN « GREEN FEE »**

Nous avons mené une enquête qualitative (entretiens) auprès des experts du marché du golf afin de développer un outil de mesure spécifique à notre champ d'application. Ainsi, 18 items ont été identifiés repartis sur 4 dimensions, suite à une analyse en composantes principales, pour valider un questionnaire envoyé par voie postale à plus de 3 500 golfeurs. Plus de 55 % des golfeurs (dont l'âge moyen est de 57 ans) interrogés ont un niveau de jeu compris entre 25 d'index à non classé, ce qui correspond à 80 % de la clientèle des golfs en France. (FFG, 2007). A partir de 298 réponses fiables, et en utilisant le logiciel S.P.S.S, nous caractérisons sur une échelle de likert de 1 à 5 points, le degré d'importance des dimensions du risque perçu lié à l'achat d'un « green fee », ainsi que l'importance accordée aux réducteurs majeurs.

### **A – Les dimensions du risque perçu lié à l'achat d'un « green fee »**

L'analyse du risque global (2.58/5) permet d'observer les éléments suivants : le risque fonctionnel caractérisant le rapport qualité/prix est considéré comme le plus important (3.29). Le risque physique relatif aux conséquences physiques sur l'individu apparaît en seconde position (2.93). Enfin, le risque social (2.51) qui reflète une déception du golfeur vis-à-vis de son environnement précède le risque psychologique (1.6) lié au manque de plaisir.

### **B – Le comportement du golfeur face au risque global perçu**

Les stratégies de réduction du risque global les plus pertinentes pour le consommateur golfeur sont les suivantes : l'accueil (4.27), la qualité de l'environnement (4.25), la proximité du golf du domicile (3.82), la réputation du club (3.72) et l'avis des amis, de la famille ou des golfeurs (3.68). Nous observons que les golfeurs adoptent, de préférence, des stratégies « clarificatrices » (3.39) au détriment des stratégies dites « simplificatrices » (Cox, 1967).

## **CONCLUSION**

Cette recherche met en valeur les dimensions du risque perçu lié à l'achat d'un « green fee » et spécifie le rôle majeur de certains réducteurs. Ainsi, le risque économique-fonctionnel apparaît comme le plus important. Ensuite, les trois premiers réducteurs sont l'accueil, la qualité de l'environnement et la proximité du service. En nous appuyant sur le paradigme de Churchill (1979), nous avons construit une échelle de mesure spécifique du degré du risque perçu lié à l'achat d'un « green fee ». Cette étude devrait permettre aux dirigeants de mieux gérer le risque marketing et d'enrichir les problématiques de management des clubs de golf.

## **REFERENCES**

- Churchill G. A.(1979). "A paradigm for developing better measures of marketing constructs", *Journal of Marketing Research*, 16, Feb, 64–73.
- Fédération Française de Golf. (1996, 1999, 2003, 2007). Etudes des licenciés & Bipe, Paris.
- Mitchell, V-W.(1999). Consumer perceived risk: conceptualisations and models. *European journal of Marketing*, 33, pp 163-195.
- Rosélius, T.(1971). Consumer rankings of risk reduction methods. *Journal of Marketing*, 1, 35, 56-61.
- Stone, R.N. Grønhaug, K. (1993). Perceived risk : further considerations for the Marketing discipline. *European Journal of Marketing*, pp. 39-50.
- Volle, P. (1995). Le concept de risque perçu en psychologie du consommateur : antécédents et statut théorique. *Recherche et Applications en Marketing*, vol.10, n° 1, p.40-56.

Le questionnaire est utilisé dans la majorité des études qui traitent de la prévalence du dopage sportif. Les prévalences obtenues dans les études antérieures sont très variées ; ces différences de prévalence sont souvent expliquées par des différences dans les échantillons. Notre étude a pour but de questionner l'influence du type de question et de la définition du dopage utilisés sur la prévalence du dopage obtenue. L'usage de produits dopants a été évalué par questionnaires auprès de 1810 sportifs amateurs (993 garçons, 817 filles) à partir de plusieurs types de question. Nos résultats montrent que selon la façon de questionner et la définition du dopage utilisées, la prévalence du dopage obtenue varie considérablement, de 1.3% et 39.2% des sportifs. Il est nécessaire d'être extrêmement prudent dans l'usage des données épidémiologiques sur le dopage.

**Mots clés :** prévalence, dopage, définition, amateur, questionnaire

## INTRODUCTION

La prévalence du dopage est difficile à évaluer et chaque méthode (observation, entretien, questionnaire) présente des limites (Laure, Binsinger, & Scanff, 2004). Le questionnaire est utilisé dans la majorité des études qui traitent de la prévalence du dopage sportif. Néanmoins, le dopage étant une pratique interdite, sa mesure est difficile et les prévalences obtenues dans les études antérieures sont très variées. Dans sa revue de littérature (44 études), Laure (1997) conclue que 3 à 5 % des adolescents et 5 à 15 % des adultes déclarent se doper. Ces différences de prévalence sont souvent expliquées par des différences dans les échantillons (Castillo & Comstock, 2007; Franques, Auriacombe, & Tignol, 2001). Les différences de résultats entre les études épidémiologiques portant sur le dopage peuvent également s'expliquer par l'outil de mesure. En effet, ces études utilisent une diversité de questions pour mesurer la prévalence du dopage : questions fermées, ouvertes, à choix multiples, à échelles de Likert, etc. Ces différents types de question s'appuient sur des définitions différentes du dopage. Par exemple, les questions fermées (oui/non) portant sur la consommation de substances dopantes s'appuient sur la définition personnelle du dopage du participant. Par contre, en utilisant des questions ouvertes (e.g., quelles substances ?) ou en proposant une liste de substances dans le questionnaire, les chercheurs s'appuient sur la liste officielle des substances interdites de l'Agence Mondiale Antidopage (AMA) pour déterminer si la substance consommée est dopante ou pas. Or cette liste différencie trois types de substance : les substances interdites tout le temps, seulement en compétition, seulement dans certains sports. Pour déterminer la prévalence du dopage, les auteurs prennent très rarement en compte le type de pratique sportive et se contentent souvent de regarder si la substance figure sur la liste des substances interdites ou pas. Jusqu'à aujourd'hui peu d'études ont utilisé différentes méthodes pour mesurer la prévalence du dopage (Pitsch, Emrich, & Klein, 2007; Striegel, Rolf, & Perikles, 2009). L'objectif de cette étude est de questionner l'influence du type de question et de la définition du dopage utilisés sur la prévalence du dopage obtenue (Lentillon-Kaestner & Ohl, 2010).

## METHODE

Notre étude, financée par l'Office Fédéral de la Santé Publique (Lentillon-Kaestner et al., 2009), a été réalisée auprès de 1810 sportifs amateurs (993 garçons, 817 filles) âgés de 16 à 22 ans (M=18.7, ET=2.1). L'usage de produits dopants a été évalué par questionnaires à partir de plusieurs types de question :

- Une question fermée : « *Dans le cadre de votre pratique sportive, avez-vous déjà pris des produits dopants ? Oui / Non / Je ne suis pas sûr(e) que les produits pris étaient dopants* ».
- Les réponses « *Oui* » et « *Je ne suis pas sûr...* » étaient suivies par une question ouverte : « *Le(s)quel(s) ?* ».

- Enfin une liste de produits dopants et non dopants (30 au total) a été proposée dans le questionnaire et les participants devaient indiquer la fréquence d'utilisation de chacun des produits grâce à une échelle de Likert en 4 points.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Nos résultats montrent que selon le type de question et la définition du dopage utilisés, la prévalence du dopage obtenue varie considérablement, de 1.3% et 39.2% des sportifs. En se basant sur la définition personnelle du dopage (question fermée), 2.7% déclarent avoir consommé au moins une fois une substance dopante dans leur pratique sportive et 2.2% ont un doute sur la substance consommée. Avec les analyses basées sur la liste des substances interdites (AMA), la prévalence du dopage est comprise entre 2.0 % et 39.2% selon le type de question utilisé (question ouverte ou liste de substances). En tenant compte du type de pratique des sportifs dans les analyses, la prévalence du dopage obtenue est de 1.3% à 17.5% selon le type de question utilisé (question ouverte ou liste de substances). Le cannabis et les médicaments contre l'asthme sont les substances interdites les plus utilisées. Les sportifs amateurs ont une méconnaissance des substances interdites et, en outre, ils ne les utilisent pas dans un but de dopage. Il est nécessaire d'être extrêmement prudent dans l'usage des données épidémiologiques (Petròczy & Nepusz, 2011) ; les chiffres sur le dopage alimentent souvent une sorte de « panique morale » qui accapare l'attention. Nous suggérons l'usage et le croisement de différentes méthodes de mesure afin d'optimiser l'évaluation de la prévalence du dopage (Lentillon-Kaestner & Ohl, 2010). Les résultats obtenus indiquent que le dopage dans le sport amateur est davantage à considérer comme une question sociale qu'un problème spécifiquement sportif.

## BIBLIOGRAPHIE

- Castillo, E. M., & Comstock, R. D. (2007). Prevalence of use of performance-enhancing substances among united states adolescents. *Pediatric Clinics of North America*, 54, 663-675.
- Franques, P., Auriacombe, M., & Tignol, J. (2001). Sport, dopage et addictions. Délimitations conceptuelles et approche épidémiologiques à partir des données de la littérature. *Annales de Médecine Interne*, 152(17), 2S37-32S49.
- Laure, P. (1997). Epidemiologic approach of doping in sport. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 37, 218-224.
- Laure, P., Binsinger, C., & Scandiff, C. L. (2004). Difficultés méthodologiques lors d'enquêtes nationales sur le dopage des adolescents. A propos d'un cas. *Science & Sports*, 19, 86-90.
- Lentillon-Kaestner, V., & Ohl, F. (2010). Can we measure accurately the prevalence of doping? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, Early view*.
- Lentillon-Kaestner, V., Steve, B., Romand, P., & Ohl, F. (2009). *Pratique sportive et conduites dopantes chez les jeunes Suisses romands*. Lausanne: Institut des Sciences du Sport de l'Université de Lausanne.
- Petròczy, A., & Nepusz, T. (2011). Methodological considerations regarding response bias effect in substance use research: is correlation between the measured variables sufficient? *Substance abuse treatment, prevention and policy*, 6(1), 1-11.
- Pitsch, W., Emrich, E., & Klein, M. (2007). Doping in elite sports in Germany: results of www survey. *European Journal for Sport and Society*, 4(2), 89-102.
- Striegel, H., Rolf, U., & Perikles, S. (2009). Randomized response estimates for doping and illicit drug use in elite athletes. *Drug and alcohol dependence*, 106(2), 230-232.



O43-Manières de penser, mettre en avant et/ou masquer l'ethnicité dans la pratique sportive au sein de clubs sportifs amateurs au Mans et à Rennes.

Angéline Etiemble, Jean-Philippe Melchior, Youenn Riou, Philippe Tétart, Omar Zanna  
Université du Maine, Laboratoire VIP&S, UMR ESO 6590 CNRS.

[Angelina.etiemble@univ-lemans.fr](mailto:Angelina.etiemble@univ-lemans.fr)

Notre recherche exploratoire porte sur l'ethnisation de la pratique sportive dans le champ sportif collectif et amateur (football, volleyball, handball...). Diverses séquences retiennent notre attention : l'entraînement, le match avec une partie adverse, à domicile ou à l'extérieur, car nous faisons l'hypothèse que les enjeux de l'interaction sportive pèsent sur la mise en scène de l'ethnicité. Nous nous intéressons aux joueurs, aux dirigeants et entraîneurs ainsi qu'aux spectateurs, voire supporters, enfin à l'environnement institutionnel dans lequel gravitent plus ou moins ces clubs sportifs, qui affichent parfois un label ethnico-national (Le Mans Africa...). Les premiers résultats relativisent l'approche de l'ethnicité en termes de dysfonctionnement social et interrogent « l'impensé ethnique » dans la pratique sportive.

**Mots clés** : ethnicité, ethnisation, sport collectif, amateur

Nous souhaitons dans cette communication rendre compte de premiers résultats d'une recherche exploratoire engagée fin 2010 dans le département des Staps de l'Université du Maine avec des étudiants du Master SSSATI et des enseignants-chercheurs sur la thématique « sport et ethnicité ». Il s'agit notamment de saisir le processus d'ethnisation à l'œuvre dans le registre du champ sportif amateur et en particulier dans le football. Nous cherchons plus spécialement à repérer les circonstances de la production des frontières ethniques (Barth B.) tant en investiguant du côté de clubs ou associations affichant un « label ethnico-national » que du côté de clubs ou associations *a priori* plus « neutres ». Si l'ethnisation est le processus par lequel l'imputation et/ou la revendication d'appartenance ethnique devient un référent dominant dans la pratique et les interactions sportives, il ne s'agit toutefois pas de réduire l'ethnicité à une « réaction » chez ceux qui sont ethnisés (Bastienier A., Juteau D.). C'est ce qui ressort des premières observations dans des clubs « intra-ethniques » où l'ethnicité rime également avec la communalisation (au sens wébérien), autrement dit, la volonté d'un être ensemble fondée sur le sentiment d'appartenance à une même communauté (réelle ou imaginée). Pour autant, cette communalisation ne se vit pas forcément dans l'opposition à la société française et cherche à s'exprimer dans des formes apaisées du lien social. Les enjeux de cette expression ethnique sont à rechercher, faisons-nous l'hypothèse, à la croisée de la « forme sportive » et de l'environnement social, à des échelles multiples. Ils informent de stratégies d'intégration dans la société française à travers la pratique sportive ethnisée. Nous prendrons ici pour exemple la dénomination des clubs et le port des maillots, dont la variabilité révèle une ethnicité à géométrie variable. Par ailleurs, le recrutement des joueurs tant dans les clubs intra-ethniques que dans les clubs « mixtes », tel qu'il est dit par les intéressés, les encadrants et les animateurs, nous amène à définir plus précisément les malentendus, les ambiguïtés et plus généralement les difficultés à traiter sans détours de la différence culturelle, réelle ou supposée. Cette perspective nous conduit, du reste, à poser la question des discriminations liées à l'origine, voire du racisme (sans confondre les deux), question plus souvent débattue dans les sphères politico-institutionnelles à propos du sport professionnel que du sport amateur. Pourtant, des premiers entretiens et observations, il ressort que plus le niveau monte, plus la pratique se professionnalise, plus il devient difficile aux intéressés d'afficher des appartenances ou plus ils doivent prouver la qualité de leur jeu, faire preuves de bonnes (meilleures) performances pour être intégrés à une équipe, acceptés dans une fédération, en quelque sorte sous (bonnes) conditions.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Bastienier, A. (2004). *Qu'est-ce qu'une société ethnique ? Ethnicité et racisme dans les sociétés européennes d'immigration*, Paris, Puf.
- Juteau, D. (1999). *L'ethnicité et ses frontières*, Montréal, Presses Universitaires de Montréal.
- Streiff-Fenart, J., Poutignat, P. (2005). *Théories de l'ethnicité*, Paris, Puf.

O44- Approche socio-anthropologique des objets sportifs : la dynamique d'incorporation en gymnastique rythmique, basket-ball et kayak

*Marie Level*

GEPECS, Equipe « Technique et Enjeux du Corps »

UFR STAPS, Université Paris Descartes

[marielevel@free.fr](mailto:marielevel@free.fr)

Il n'existe pas de technique sportive qui ne soit étayée peu ou prou par des objets et un cadre matériel. Ainsi, les règlements prescrivent-ils le lieu de l'action mais également les équipements et instruments qui lui sont nécessaires, mais qu'en est-il du point de vue du sujet ? Un intérêt porté à l'espace, tel qu'il est matérialisé, et aux objets qui le composent, permet de poser un nouveau regard sur les techniques du corps à l'œuvre dans une activité sportive. Notre propos traitera plus particulièrement des phénomènes d'incorporation et de construction des identifications par le travail sur soi, au prisme de l'appropriation d'une pratique sportive et de ses objets. Nous comparerons trois cas : la gymnastique rythmique, le basket-ball et le kayak.

**Mots clés** : Objets sportifs, incorporation, socialisation, processus de subjectivation. Conduites motrices.

## **INTRODUCTION**

Peu d'approches considèrent une pratique sportive au prisme de ses objets matériels. Ces derniers, comme élément constitutif de l'action du pratiquant sont très souvent éludés alors même que leurs formes et leurs usages sont sous le joug de règlements très prescriptifs. Or, cet intérêt porté à l'espace, tel qu'il est matérialisé, et aux objets qui le composent, permet de poser un nouveau regard sur les techniques du corps à l'œuvre dans une activité sportive et nous renseigne sur les conduites motrices des pratiquants.

Notre propos ambitionne d'étudier l'environnement matériel et les relations que le sportif noue avec ce dernier, dans trois disciplines, le kayak, la gymnastique rythmique et le basket-ball. Nous nous concentrerons plus précisément sur le processus de subjectivation et la construction des identifications du sujet au prisme de son rapport aux objets sportifs spécifiques à sa pratique.

## **ASPECTS THEORIQUES : CADRE CONCEPTUEL**

S'orienter vers l'étude des interactions entre le sujet et les objets conduit à construire un objet d'étude transversal, en considérant les apports de plusieurs disciplines scientifiques appartenant au champ des sciences sociales.

Aussi avons-nous dans un premier temps pu apprécier les apports de l'ethnologie, puisqu'elle est la première à accorder un crédit particulier à l'objet comme vecteur de connaissance d'une culture. Nous devons également à cette discipline le concept de « culture matérielle » dont de nombreux auteurs se sont saisi. Nous retiendrons ici les travaux récents de J.P. Warnier (1999) qui mettent en perspective le monde des objets et les sujets qui les incorporent à leurs conduites motrices. Cette culture matérielle comprend également l'environnement matériel qui sert de cadre aux actions.

Puisque nous nous intéressons à la question de l'identité et de la production du sujet, il convient également d'avoir recours aux théories sociologiques. Il s'agira ici d'envisager avant tout le processus dynamique par lequel le pratiquant se construit et se reconnaît comme tel, dans son rapport au monde et aux autres, au fil de ses expériences et interactions. Dans cette perspective, les pratiques sportives particulières seront alors appréhendées comme de puissants vecteurs de socialisation, d'identification aux pairs et de différenciation individuelle.

Enfin, la praxéologie motrice (P. Parlebas, 1986) permet de replacer les objets au cœur de l'action motrice, en faisant du rapport aux objets un des quatre traits définitoires de la logique interne, au même titre que les rapports à autrui, à l'espace et au temps.

A l'interface de ces trois domaines scientifiques, peut être élaborée une théorie de la dynamique d'incorporation des objets reposant sur une conception du corps vécu dans ses possibilités d'action avec ces derniers.

## **RECUEIL DE DONNEES EMPIRIQUES : UN TERRAIN ETHNOGRAPHIQUE**

Nous nous appuyerons sur un travail de terrain. Afin de mettre en exergue des processus de socialisation et de subjectivation particuliers, nous avons décidé de nous inscrire dans une démarche comparative entre des activités aux logiques internes distinctes : la gymnastique rythmique le basket-ball et le kayak.

Deux outils méthodologiques nous ont permis jusqu'ici d'élaborer et de collecter des données empiriques. Les méthodes mises en pratiques ont pour vocation de mettre en regard les descriptions

factuelles et le point de vue des acteurs. D'une part, l'immersion dans l'univers de chaque sport nous a permis l'observation directe des pratiques et des pratiquants (quatre mois de terrain par activité étudiée). D'autre part, nous avons réalisés des entretiens ethnographiques semi-directifs (près de 60), auprès des sportifs et des entraîneurs de divers niveaux.

## **INTERPRETATIONS – DISCUSSION**

Il apparaît pertinent de parler moins d'incorporation que du *processus* d'incorporation, mettant ainsi en exergue un point essentiel : l'incorporation renvoie à la question de l'apprentissage. La répétition est alors la condition *sine qua non* permettant la création de conduites motrices mémorisées corporellement. Il y aurait donc une éducation aux objets à la fois corporelle et sociale. Celle-ci semble aller dans le sens d'une diminution du sentiment d'encombrement lié à la manipulation, tandis que l'espace du praticable ou du terrain, d'abord vécu comme immense semble « se faire » aux dimensions du sujet.

Il existe différentes procédures par lesquelles l'incorporation se réalise. La prise qu'exerce le sportif sur l'engin lors de sa pratique à pertinence motrice recouvre une importance prédominante. Choisir son matériel, le personnaliser, le décorer, le bricoler participent de l'emprise du sportif sur son engin et sont autant de facteurs d'incorporation et d'appropriation différentielles. Dans tous les cas, l'accent est mis sur la relation sensorielle qui lie le pratiquant à l'engin et sur l'obligation d'action directe, effective sur ce dernier.

L'incorporation se traduit ainsi par une maîtrise parfaite de la dynamique de l'objet qui permet de contrôler la force nécessaire au mouvement et d'anticiper les trajectoires de l'engin. Le sportif peut également avoir le sentiment que l'objet prolonge son corps ou fusionne avec lui selon la nature et l'intensité de la prise

Nous avons également considéré que des mécanismes de l'incorporation se révèlent dans la relation affective que le sportif entretient avec les objets propres à sa pratique. Ce lien est tellement intense que l'objet semble dépasser sa condition matérielle et sa fonction première pour endosser une charge affective, voire être personnifié. En outre, l'engin est porteur d'une ampleur symbolique. Le ballon, par exemple, peut évoquer l'ensemble de la culture du basket, son histoire, ses héros, le sentiment d'appartenance au groupe. Certains objets font office de véritables étendards identitaires et servent ainsi particulièrement à renforcer et à afficher cette appartenance.

Pour répondre à la question du rapport entre incorporation et performance, il apparaît que la diminution de l'incertitude naissant de la maîtrise des données matérielles permet l'optimisation des actions qui sont parfaitement adaptées et efficaces. Les gestes ritualisés interviennent sur la performance puisqu'ils participent de la création de repères sensorimoteurs, stimulent la mémoire, favorisent l'automatisation et l'élaboration d'algorithmes moteurs, permettent un certain état de concentration, renforcent la confiance, transcendent l'esprit collectif, etc.

Incorporer des conduites motrices englobant des engins déterminés par une certaine logique interne suppose que le sujet intériorise dans le même temps, plus ou moins consciemment, un système de contrainte, un système de normes et de valeurs, un code de comportement et de relation, une certaine morale dans et par l'action. L'apprentissage et la mobilisation des usages corporels propres à une discipline sportive équivalent à une mise en pratique des catégories culturelles, par exemple en gymnastique rythmique du beau et du moche, du propre et du sale, du léger et du lourd, ou encore du travail et de la paresse. En définitive, puisque chaque pratique véhicule des représentations, des façons d'être et d'agir, un certain rapport au corps caractéristiques, ne sommes nous pas en présence de la construction d'un ethos, c'est-à-dire d'une manière de percevoir le monde et d'y agir et d'un hexis spécifiques à chaque pratique ?

En engageant des conduites motrices, il apparaît que le sujet incorpore l'identité de la pratique, en même temps qu'il met en œuvre des représentations culturellement codifiées.

Si la motricité paraît éminemment individuelle, elle n'en n'est pas moins issue de productions sociales soumises au poids du collectif. La constitution de l'identité est un système de dispositions multiples qui intègre des entrelacs de trajectoires sociales, de statuts, d'expériences, des appartenances variées, parfois même contradictoires.

## **SESSIONS POSTERS**

## ***Biomécanique***

P1-The roundhouse kicks to the chest and to the head in a sample of male and female taekwondo athletes

*Isaac Estevan<sup>1</sup>, Coral Falco<sup>1</sup>, Octavio Álvarez<sup>2</sup>, Javier Molina-García<sup>3</sup> & Jerome Koral<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Catholic University of Valencia, <sup>2</sup>Cheste Sport Medicine Center, Consell Valencià de l'Esport, <sup>3</sup>University of Valencia  
[isaac.estevan@ucv.es](mailto:isaac.estevan@ucv.es)

In taekwondo, kicks to the head worth more points than kicks to the chest. Strategically it seems reasonable to kick towards the head to score most possible points. The aim of the present study is to examine mechanical variables in the roundhouse kick to the head and to the chest in a sample of 31 male and 14 female taekwondo athletes using three execution distances. Females kick with similar impact force and time in both kicks. From distances they do not usually train, male kick to the head with longer total response time than to the chest. Female taekwondo athletes should kick to the head more frequently because it offers more options to score points, and male should kick to the head more frequently when they develop it from distances they usually train.

**Keywords:** chest, head, kick, mechanics, height, distance

## INTRODUCTION

The aim of taekwondo athletes is to knock out or score more points than the opponent. Nowadays, based on competition rules a kick to the head is worth three points while a kick to the chest is worth one point (WTF, 2010). From a tactical point of view it seems more efficient to kick towards the head to score more points with just one kick. Taken into account all the alternatives, there are two kinds of kicks more frequently used: the roundhouse kick to the chest and to the head. Both can be easily adjusted to the execution distance (Falco et al. 2009) while the main difference between them is the height of the target (O'Sullivan et al. 2009). Estevan et al. (2009) and Falco et al. (2009) stated that performance analysis must be done in different groups according to the gender and to the execution distance (ED), respectively, because ED affects the kick performance and male have higher performance than female. Understanding these interactions may contribute to identify components coaches can address in order to increase competitiveness in taekwondo players. To that end, this study aims to examine mechanical variables in the roundhouse kick to the head and to the chest in a sample of male and female taekwondo players using three execution distances (short, medium and long).

## METHODS

Forty-nine taekwondo players (31 male and 14 female) weighing from 46 to 101 kg ( $M = 70.97$ ;  $SD = 12.91$ ) and with a height ranging from 1.53 to 1.93 m ( $M = 1.73$ ;  $SD = 0.15$ ) were selected to participate in the study. ED was established according to their leg length (Falco et al., 2009). The data collection was made using a force platform, a contact platform, a led or red light, a microcontroller and a Pc. The Bonferroni correction was applied to reduce the accumulated error in the 12  $t$ -tests performed ( $p < .01$ ).

## RESULTS

As can be seen in table 1,  $t$ -test for related samples showed no differences in female group. However, male kick to the head with longer total response time than to the chest ( $p > .01$ ).

## DISCUSSION

The results of the present study showed no differences in impact force, reaction time and execution time between roundhouse to the chest and to the head. This is in contrast with Hong et al. (2000) who found higher execution time in the kicks directed at a greater height, and also in contrast with O'Sullivan et al. (2009) and Estevan et al. (2009). In this last study, lower level athletes group, kick with higher impact force in kicks to the chest than to the head. Nonetheless, they did not study the kick with reaction time, that is, athletes kicked freely.

Future studies should compare the kick performance between both conditions: free kicking and reacting to a signal.

Our results shows that female have similar performance in both kicks, that is, the kind of roundhouse kick does not condition effectiveness of execution (with similar force and similar time). Thus, female taekwondo athletes should kick to the head more frequently because it offers more options to score points. However, male kick to head in longer total response time than kicks to the chest when they kick from distances they do not usually train (distances different to ED2) (Estevan et al. 2009). One possible reason for these results could be the different ability of male and female to generate greater lower limb acceleration in kicks to the head level with regard the kinetic link principle. Thus, it seems that the mechanism of the kick is different in male than female, so future studies should take into account not only taekwondo athletes' level but also gender. Therefore, more studies are also needed with regard the most similar situation to competition.

Table 1. Comparative analysis of the mechanical variables in male and female groups.

|    | ED | Male (n = 31) |        |         |        | p    | Female (n = 14) |        |         |        | p   |
|----|----|---------------|--------|---------|--------|------|-----------------|--------|---------|--------|-----|
|    |    | RK chest      |        | RK head |        |      | RK chest        |        | RK head |        |     |
|    |    | M             | SD     | M       | SD     |      | M               | SD     | M       | SD     |     |
| IF | 1  | 1502,34       | 720,28 | 1229,6  | 453,52 | .04  | 849,29          | 253,38 | 877,89  | 301,14 | .80 |
|    | 2  | 1199,34       | 691,36 | 1174,21 | 513,86 | .85  | 715,64          | 196,65 | 831,79  | 249,13 | .33 |
|    | 3  | 1127,81       | 555,11 | 993,06  | 473,71 | .23  | 679,43          | 244,16 | 757,79  | 255,62 | .36 |
| RT | 1  | 0,484         | 0,086  | 0,525   | 0,098  | .06  | 0,529           | 0,077  | 0,504   | 0,1    | .47 |
|    | 2  | 0,528         | 0,121  | 0,551   | 0,096  | .33  | 0,514           | 0,09   | 0,557   | 0,098  | .26 |
|    | 3  | 0,609         | 0,109  | 0,639   | 0,119  | .18  | 0,613           | 0,146  | 0,617   | 0,09   | .92 |
| ET | 1  | 0,262         | 0,069  | 0,295   | 0,073  | .04  | 0,280           | 0,049  | 0,302   | 0,052  | .36 |
|    | 2  | 0,288         | 0,067  | 0,312   | 0,058  | .15  | 0,349           | 0,128  | 0,318   | 0,056  | .36 |
|    | 3  | 0,344         | 0,094  | 0,386   | 0,113  | .08  | 0,373           | 0,117  | 0,349   | 0,032  | .46 |
| TT | 1  | 0,743         | 0,078  | 0,816   | 0,094  | .01* | 0,798           | 0,08   | 0,807   | 0,113  | .82 |
|    | 2  | 0,813         | 0,117  | 0,863   | 0,093  | .07  | 0,864           | 0,128  | 0,871   | 0,085  | .88 |
|    | 3  | 0,949         | 0,096  | 1,026   | 0,11   | .01* | 0,981           | 0,072  | 0,980   | 0,083  | .98 |

Note: RK chest: roundhouse kick to the chest; RK head: roundhouse kick to the head; IF: impact force in Newtons (N); RT: reaction time in seconds (s); ET: execution time in seconds (s); TT: total response time in seconds (s).

## CONCLUSION

In conclusion, female taekwondo players should develop roundhouse kick to the head more frequently because it offers more options to score points and the kick efficiency is not influenced by the kind of roundhouse kick. Regarding male, they also should kick to the head more frequently when they develop it from distances they usually train.

## BIBLIOGRAPHY

- Estevan, I., Falco, C., Alvarez, O., Mugarra, F., & Iradi, A. (2009). Mechanical comparison between roundhouse kick to the chest and to the head in function of execution distance in taekwondo. *Proceedings of the 27<sup>th</sup> International Conference on Biomechanics in Sports* (pp. 592-595). Limerik: International Society of Biomechanics in Sports. // Falco, C., Álvarez, O., Castillo, I., Estevan, I., Martos, J., Mugarra, F., & Iradi, A. (2009). Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics*, 42, 242-248.// Hong, Y., Hing, K.L., & Luk, T.C.J. (2000). Biomechanical Analysis of Taekwondo Kicking Technique, Performance & Training Effects. *SDB Research Report*, 2, 1-29.
- O'Sullivan, O., Chung, Ch., Lee, K., Kim, E., Kang, S., Kim, T., & Shin, I. (2009). Measurement and comparison of Taekwondo and Yongmudo turning kick impact force for two target heights. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(3), 13-16.//World Taekwondo Federation (2010). *Rules and Regulations*. Retrieved June 14, 2010, from [http://www.wtf.org/wtf\\_eng/site/rules/file/Competition\\_Rules\\_%28Tashkent\\_version\\_final\\_2010%29.pdf](http://www.wtf.org/wtf_eng/site/rules/file/Competition_Rules_%28Tashkent_version_final_2010%29.pdf).

## P2-Hémiplégie et Renforcement Moteur Isocinétique du Membre Supérieur

*Nadhir Hammami<sup>1</sup>, Denis Mottet<sup>1</sup>, Flavia-Oana Coroian<sup>1,2</sup>, Isabelle Laffont<sup>1,2</sup>*

Laboratoire M2H, Université Montpellier 1

CHRU de Montpellier, Service de Médecine Physique et de Réadaptation, Hôpital Lapeyronie  
nadhir.hammami@univ-montp1.fr

Nous avons réalisé une revue de la littérature visant à établir le rôle et l'intérêt du renforcement moteur isocinétique dans la restauration fonctionnelle du membre supérieur hémiplégique. La recherche a été effectuée sur PubMed. Les mots clés sont : « stroke », « rehabilitation », « isokinetic », « upper limb » et « training ». Plusieurs protocoles de renforcement musculaire isocinétique ont été trouvés pour le membre inférieur, mais très peu pour les membres supérieurs. Notre méta analyse montre que le renforcement moteur isocinétique est utilisé et efficace au niveau du membre inférieur pour améliorer la marche, mais que l'efficacité potentielle sur la fonction du membre supérieur reste à confirmer.

**Mots clefs :** Hémiplégie; Renforcement isocinétique; Motricité; Membre supérieur

### **INTRODUCTION**

L'Accident Vasculaire Cérébral (AVC) est un problème de santé mondial. Il engendre des séquelles cognitives et sensori-motrices avec, le plus souvent, une perte des capacités fonctionnelles (limitation d'activité), en particulier au niveau du membre supérieur. Les résultats de la recherche sur la réorganisation du cerveau et la récupération motrice encouragent le développement de nouvelles stratégies pour la restauration de la fonction du membre supérieur après un AVC. Dans cette optique, le renforcement musculaire isocinétique constitue une technique potentiellement intéressante de rééducation pour des hémiplégiques.

### **METHODE**

Notre revue de littérature porte sur l'utilité du renforcement moteur isocinétique pour la rééducation du membre supérieur hémiplégique. Nous avons employés pour notre recherche sur MEDLINE les mots clés suivants : « stroke », « rehabilitation », « isokinetic », « upper limb » et « training », en combinant à chaque fois les mots. Soixante-huit articles ont été retrouvés. Au terme de notre recherche, huit études traitant de l'utilité du renforcement moteur isocinétique chez les patients post-AVC, dont 2 méta-analyses, ont été sélectionnées.

### **RESULTATS**

De façon générale, notre revue de littérature montre que l'outil isocinétique permet d'obtenir un gain de force musculaire sur les muscles entraînés, ce qui légitime son intérêt pour la rééducation de l'hémiplégique (Bohannon, 2007 ; Oujamaa et al., 2009).

Au niveau du membre inférieur, l'outil isocinétique a été proposé le plus souvent pour le renforcement des muscles péri-articulaires du genou de l'hémiplégique afin de réduire la marche. Il n'existait pas de consensus sur les protocoles utilisés : les vitesses ont varié entre 30°/s et 180°/s, avec des séries allant jusqu'à 15 séries de 10 contractions chacune (Engardt et al., 1995 ; Rouleaud et al., 2000 ; Sahrp et al., 1997). L'ensemble de ces travaux montre que la force musculaire et la vitesse de réalisation d'un mouvement du membre inférieur parétique augmentent après avoir suivi des protocoles d'entraînement de renforcement musculaire isocinétique. Une meilleure sélectivité du mouvement est démontré. Pas d'augmentation de la spasticité.

Au niveau du membre supérieur, les études sont rares, ce qui montre que l'isocinétisme est peu pris en considération dans la rééducation du membre supérieur chez les hémiplégiques. Cependant, l'utilisation de l'outil isocinétique présente des effets bénéfiques pour gagner en force et améliorer la capacité de contrôle moteur. Outre l'amélioration de la force de différents groupes musculaires (pic de force maximal, force de préhension et de saisie), le renforcement musculaire isocinétique peut contribuer à l'amélioration du score moteur de Fugl-Meyer, donc des capacités fonctionnelles globales (Chang et al., 2007 ; Patten et al., 2006).



Le choix du mode de travail, concentrique ou excentrique, est largement discuté. Le mode concentrique isocinétique était souvent favorisé de part sa facilité (Morris et al., 2004). Le mode excentrique est plus difficile à mettre en œuvre dans cette population. Il a été moins proposé, même si son intérêt potentiel a été souligné (Rouleaud et al., 2000).

### **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Le renforcement moteur isocinétique est efficace pour rééduquer le membre inférieur (et améliorer la marche) chez les hémiplésiques.

L'utilisation du renforcement moteur isocinétique pour la rééducation du membre supérieur est peu fréquente, mais semble efficace.

La porte reste grande ouverte à des études ultérieures afin de proposer et expérimenter des protocoles d'entraînement fiables et adaptés, en particulier pour la rééducation du membre supérieur hémiplésique.

### **REFERENCES**

Bohannon, R.W. (2007). Muscle strength and muscle training after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(1), 14-20.

Chang, J.J., Tung, W.L., Wu, W.L., Huang, M.H., Su, F.C. (2007). Effects of robot-aided bilateral force-induced isokinetic arm training combined with conventional rehabilitation on arm motor function in patients with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 1332-1338.

Engardt, M., Knutsson, E., Jonsson, M., Sternhag, M. (1995). Dynamic muscle strength training in stroke patients: effects on knee extension torque, electromyographic activity, and motor function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 419-425.

Morris, S.L., Rochester, L., Recordon, A. (2004). Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 18(1), 27-39.

Oujamaa, L., Relave, I., Froger, J., Mottet, M., Pelissier, J.Y. (2009). Rehabilitation of arm function after stroke. Literature review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52, 269-293.

Patten, C., Dozono, J., Schmidt, S., Jue, M., Lum, P. (2006). Combined functional task practice and dynamic high intensity resistance training promotes recovery of upper-extremity motor function in post-stroke hemiparesis: a case study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 30(3), 99-115.

Rouleaud, S., Gaujard, E., Petit, H., Picard, D., Dehail, P., Joseph, P.A., Mazaux, J.M., Barat, M. (2000). Isocinétisme et rééducation de la marche de l'hémiplésique. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 43, 428-436.

Sharp, S.A., Brouwer, B.J. (1997). Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 1231-1236.

### P3- Analyse cinématique des allures de marche

Samir Hesas<sup>1</sup>, Tarik Saidouni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire AQM HMUS Alger Algérie

<sup>2</sup>Laboratoire LMS EMP Alger Algérie

humond2002@yahoo.fr

L'objectif de ce travail est le développement d'une démarche expérimentale afin d'analyser cinématiquement la marche humaine dans le plan sagittal. L'approche proposée consiste en la localisation vidéographique, des coordonnées de six marqueurs lumineux collés sur un corps. Connaissant les coordonnées des points anatomiques (épaule, hanche, genou, cheville, talon et pointe du pied), on procède à : (i) l'identification et à la décomposition du cycle de marche en plusieurs phases, (ii) la détermination de l'évolution des trajectoires (linéaires et angulaires) des points anatomiques, et (iii) le calcul des paramètres spatio-temporels. La comparaison des tests effectués sur des sujets sains et pathologiques au niveau de l'Hôpital Central de l'Armée avec les résultats de la littérature, relative au domaine de la biomécanique de la marche, confirme la viabilité de l'approche proposée.

**Keywords:** Analyse cinématique, points anatomiques, cycle de marche, paramètres spatio-temporels.

### INTRODUCTION

L'analyse cinématique de la marche permet en plus de déterminer les paramètres spatiaux temporels, de décrire les positions successives et les variations de position des segments corporels au cours d'un cycle de marche.

### METHODE

L'approche proposée, consiste à capturer une vidéo d'un sujet marcheur doté de six (06) marqueurs (LED) (figure 1), selon le model cinématique adopté (figure 2) et après traitement d'images de la vidéo (figure 3), on extrait les coordonnées des différents points anatomiques déjà cités. Connaissant ces coordonnées, un algorithme détecte les différentes phases de marche et calcule les paramètres spatio-temporels et articulaires, et trace le kinégramme.



Figure 1. Vue sagittale

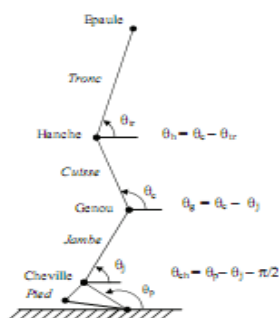


Figure 2. modèle cinématique

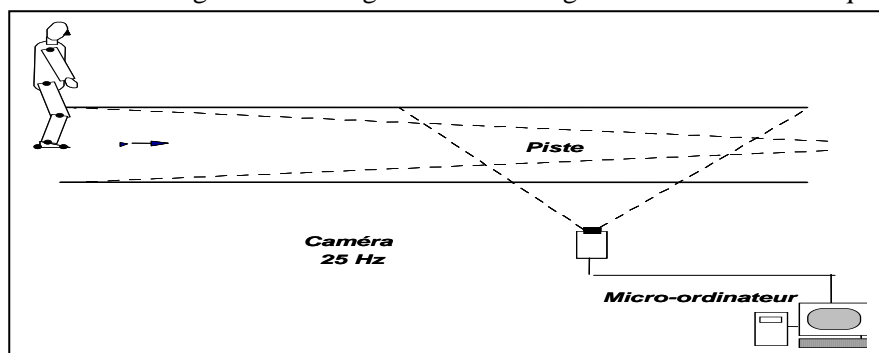


Figure 3. Protocole expérimental

## RESULTATS ET DISCUSSION

### a) Les paramètres spatio-temporels

Notre application permet le calcul des paramètres suivants :

Les temps des différentes phases du cycle de marche, la durée du cycle, la longueur du cycle, la fréquence de marche, la vitesse de marche et enfin la vitesse d'oscillation.

### b) Les paramètres articulaires

Notre outil d'évaluation permet le calcul des variations angulaires le long du cycle de la hanche (figure 4), du genou et de la cheville et sont schématisés dans un kinégramme (figure 5).

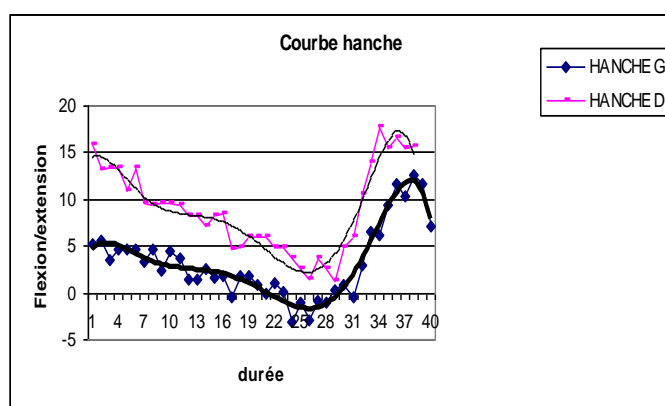


Figure 4 .Variation angulaire de la hanche

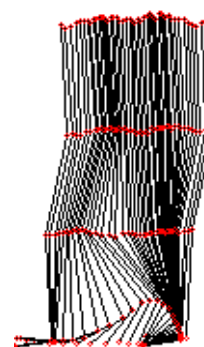


Figure 5. Kinégramme du côté gauche

## CONCLUSION

Le but de ce travail est le développement d'une démarche expérimentale afin d'acquérir et d'extraire les paramètres essentiels pour analyser objectivement la marche humaine.

Cet outil constitue un examen standardisé permettant d'identifier et de quantifier les défauts de la marche d'un sujet.

## BIBLIOGRAPHIE

P. Allard, « Analyse du mouvement par la biomécanique ». Ed. mont-royal. 2000.

J. M. Hausdorff, Z. Ladin, "Footswitch system for measurement of the temporal parameters of gait". Ed. J. Biomech. 28(3): pp 347-51.1995

F. Plas, E. Viel, Y. Blanc, « La Marche humaine. Kinésiologie dynamique, biomécanique et pathomécanique ». 2ème Ed., Masson, Paris, 1979.

P4- Comparaison de la fatigabilité neuromusculaire lors de contractions concentriques et excentriques chez des athlètes entraînés

Latiri Imed<sup>1</sup> – Debbebi Firas<sup>1</sup> – Saafi Mohamed Ali<sup>2</sup> – Rahali Hajer<sup>3</sup> – Dogui Mohamed<sup>2</sup> - Tabka Zouhair<sup>1</sup>

1. Service de Physiologie et Explorations Fonctionnelles – Faculté de Médecine de Sousse ;
2. Service d'Explorations Fonctionnelles du Système Nerveux – CHU Sahloul, SOUSSE ;
3. Service de Médecine Physique – Hôpital Militaire- Centre Mefteh Saadallah, TUNIS  
[asilatiri@webmails.com](mailto:asilatiri@webmails.com)

Cette étude avait pour but d'analyser et de comparer la fatigabilité neuromusculaire des extenseurs et des fléchisseurs du genou, lors d'un test standard exhaustif réalisé en contractions concentriques et excentriques par le biais d'un Biodex. Nos résultats ont montré que, durant un exercice isocinétique intense :

**1.** L'activité musculaire excentrique est associée à des puissances et à des moments de force plus élevés que ceux observés durant l'activité musculaire concentrique. **2.** Le régime concentrique est intrinsèquement plus fatigant et induit une plus grande fatigue et un profil de déclin de force différent lorsqu'on le compare à l'activité musculaire excentrique. **3.** Le niveau de co-activation est supérieur en mode concentrique qu'en mode excentrique. **4.** La fatigue est plus prononcée au niveau du groupe musculaire des fléchisseurs du genou.

**Keywords :** Fatigue neuromusculaire – Contractions concentrique/excentrique – Isocinétisme – Moments de forces – EMG.

## INTRODUCTION

Le fonctionnement excentrique présente un intérêt croissant lors de l'évaluation de pathologies spécifiques, particulièrement au niveau des muscles jouant un rôle freinateur (les extenseurs), mais aussi dans un contexte rééducatif dans le cadre de l'entraînement sportif (Bury, Lehance, Masquet, & Croisier, 2009). Dans le domaine de la recherche, l'orientation des travaux s'est essentiellement axé sur l'étude des protocoles isocinétiques exhaustifs en mode excentrique et ceci afin d'explorer la fatigue musculaire et la physiopathologie des douleurs musculaires post exercice. Cette sollicitation excentrique du système musculo-tendineux, intervenant fréquemment dans les activités quotidiennes ainsi que dans la plupart des gestes sportifs, a présenté, pendant les deux dernières décennies, plusieurs résultats expérimentaux. Ceux-ci ont proposé que ce type de contraction résulte d'une stratégie de contrôle spécifique adoptée par le système nerveux central au cours d'activation volontaire du muscle (Enoka, 1996). L'analyse de la littérature a montré plusieurs études qui se sont intéressées à l'effet de ce mode de contraction sur la performance sportive et qui ont présenté des résultats controversés. En effet, certains auteurs ont montré que la force maximale développée pendant une contraction excentrique pourra être identique (Amiridis et al., 1996) ou supérieure (Klass, Baudry, & Duchateau., 2005) par rapport aux contractions de type isométriques.

## OBJECTIFS

Les objectifs de ce travail sont : **1.** de confronter les paramètres biomécaniques et électromyographiques au cours de deux modes de contractions dynamiques (mode concentrique *versus* mode excentrique). **2.** d'examiner le profil de la fatigue des muscles quadriceps et ischio-jambiers dans les deux modes de contraction.

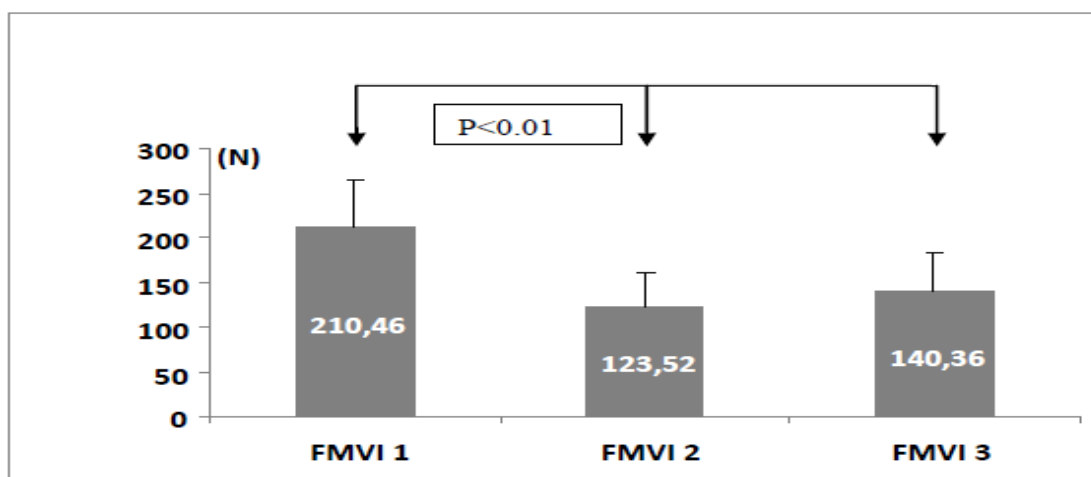
## SUJETS ET METHODES

Cette étude a inclus 5 sujets sportifs s'entraînant de façon régulière pendant au moins sept années. Ceux-ci ont réalisé deux sessions de contractions maximales volontaires (à l'aide d'un dynamomètre type BIODEX System 3 Pro) au cours de deux sessions différentes séparées d'une semaine. Au cours de chaque session, chaque sujet a réalisé cinq séries de trente contractions maximales volontaires (CMV) (en total 150 contractions) des muscles fléchisseurs et extenseurs du genou (à savoir le quadriceps et l'ischio-jambier) séparées par une minute de récupération soit en mode concentrique pour la première session, soit en mode excentrique pour la deuxième session. Les sujets avaient pour consigne de produire une contraction maximale

isométrique au début et à la fin de chaque session (concentrique et excentrique). Les cinq séries des 30 CMV seront effectuées à une vitesse angulaire constante (de 60 deg.s<sup>-1</sup>) et sur une plage angulaire de 30° (de 120 à 90° et de 90 à 120°, respectivement). Nous avons enregistré l'activité électromyographique des muscles vaste externe et ischio-jambier par un système d'enregistrement type GLOBUS TESYS 1000.

## RESULTATS

La principale constatation qui ressort de notre étude est que des contractions de type concentrique sont intrinsèquement plus fatigantes que des contractions de type excentrique, puisqu'elles ont conduit à une plus grande diminution du moment de force maximale volontaire isométrique (FMVI) mesurée à la fin du protocole (une diminution de **41,56%** lors de sollicitations concentriques et de **33,31%** lors sollicitations excentriques avec  $p < 0,01$  (graphique 1).



**Graphique 1** : Valeurs moyennes de la force maximale volontaire isométrique réalisée avant (FMVI 1) et après cinq séries de contractions maximales dynamiques concentriques (FMVI2) et excentriques (FMVI 3)

## CONCLUSION

Nos résultats confirment ceux de la littérature selon les quelles :

1. l'activité musculaire excentrique est associée à des travaux de force et à des moments de force plus élevés que ceux observés lors l'activité musculaire concentrique,
  2. le régime concentrique est intrinsèquement plus fatigant et induit une plus grande fatigue et un profil de déclin de force différent lorsqu'on le compare à l'activité musculaire excentrique.
- Ainsi nos résultats montrent que le muscle ischio-jambier reste le muscle le plus sensible à l'apparition de lésions musculo-tendineuses très fréquentes constatées lors d'un excès de sollicitations d'activités des muscles des membres inférieurs.

## BIBLIOGRAPHIE

- Amiridis IG, Martin A, Morlon B, Martin L, Cometti G, Pousson M, van Hoecke J. (1996). Co-activation and tension-regulating phenomena during isokinetic knee extension in sedentary and highly skilled humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 73:149–156.
- Bury T, Lehance C, Masquet D, & Croisier JL. (2009). Analyse comparative des conséquences physiologiques d'exercices isocinétiques concentriques et excentriques. (Eds.), *Exercice musculaire excentrique* (pp. 24-35). Masson.
- Enoka RM. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*, 81: 2339–2346.
- Klass M., Baudry S, & Duchateau J. (2005). Aging does not affect voluntary activation of the ankle dorsiflexors during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 99: 31–38.

Cette étude a pour but de mesurer s'il existe un effet de latéralité sur les paramètres isocinétiques obtenus en régime de contraction concentrique et excentrique sur les muscles rotateurs internes et externes de l'épaule chez 26 basketteurs évoluant en national et pré-national. Aucune différence significative n'a été mesurée entre les valeurs de moment de force maximale concentrique et excentrique entre le côté dominant et non dominant; donnant lieu à des ratios de symétrie proche de 1. Néanmoins, le ratio fonctionnel (RIconc/REexc) du côté dominant est inférieur au controlatéral ( $P<0,05$ ). Ce résultat illustrerait les adaptations musculaires engendrées par le renforcement des muscles rotateurs lors du contrôle gestuel de l'épaule dominante. L'étude des paramètres isocinétiques en lien avec les régimes de contraction musculaire prend tout son intérêt lors de l'évaluation de sportifs sains ou en phase de réathlétisation. **Mots clés** : isocinétisme – épaule – basketball

## INTRODUCTION

L'isocinétisme permet d'évaluer la répartition de la force des muscles de la gléno-humérale dans un but de prévention ou de suivi des sportifs compétiteurs. L'entraînement intensif des membres supérieurs renforce les muscles rotateurs internes (RI) au détriment des rotateurs externes (RE) et pour les sports asymétriques développe une prédominance de la force du membre actif (Gozlan et al., 2005 ; Saccol et al., 2010). Peu d'études ont porté sur une population de basketteurs contraints de développer une asymétrie gestuelle et organisationnelle (contrôle de ballon, shoot) (Baltaci et al., 2004), aucune étude n'a exploré la réponse musculaire en régime de contraction isocinétique excentrique.

Le but de cette étude a été de vérifier s'il existe une différence entre les paramètres isocinétiques des muscles rotateurs de l'épaule obtenus avec le membre dominant et le membre non dominant chez des basketteurs confirmés.

## MATERIEL ET METHODE

26 joueurs âgés de  $23,2 \pm 4$  ans ( $190,9 \pm 8$  cm et  $83,5 \pm 12$  kg) évoluant en Nationale 3 (n=19) et Pré-nationale (n=7) ont participé à cette étude. Un seul était gaucher. Aucun joueur n'a relaté d'antécédents médicaux de pathologies d'épaule au cours des  $8 \pm 2$  années de pratique. Ils ont déclaré réaliser en moyenne 6 heures de basket plus un match par semaine.

Après un échauffement de 20 minutes sur ergocycle à une puissance normalisée (watts =  $0,7 \times$  masse corporelle) en alternant toutes les minutes le sens de rotation de manivellage, les sujets ont été évalués avec un Cybex Norm<sup>®</sup> suite à une période standardisée de familiarisation avec le dynamomètre à différentes vitesses angulaires et aux 2 régimes de contraction musculaire.

Les deux épaules ont été testées successivement dans la position de Davies (1992) modifiée en alternant à chaque sujet l'ordre de passage (épaule dominante : Dom ; épaule non dominante : Ndom). En alignant l'axe du dynamomètre avec l'axe articulaire, les sujets ont effectué sur une amplitude de  $105^\circ$ , 3 répétitions maximales à  $60^\circ \cdot s^{-1}$  en concentrique (CONC) suivies de 2 minutes de récupération passive puis 3 répétitions maximales à  $60^\circ \cdot s^{-1}$  en excentrique (EXC). Les paramètres de moment de force maximal (MFM en N.m) ont été enregistrés sans correction de gravité et rapportés en fonction de la masse corporelle des sujets (/Kg). Les ratios de symétrie (Dom/NDom), physiologiques (MFM RE/ MFM RI), mixtes (MFM EXC/ MFM CONC) et fonctionnels (MFM RI CONC/ MFM RE EXC) ont été calculés.

Les échantillons de données ont été testés à partir du test Shapiro-Wilk. En fonction de leur distribution, les comparaisons entre le coté Dom et NDom ont été testées avec le test t de Student ou le test de Wilcoxon pour séries appariées. Le seuil de  $P<0,05$  a été retenu.

## RESULTATS :

L'ensemble des résultats est reporté dans le tableau 1 et 2. Aucune différence significative n'a été constatée entre les paramètres Dom et NDom (tableau 1) exceptée le ratio MFM RI CONC/ RE EXC Ndom supérieur à Dom ( $p < 0,05$ ) (cf tableau 2). Les MFM de RI sont supérieurs aux RE, les MFM EXC supérieurs aux CONC et les ratios des RE EXC/CONC significativement plus élevés que les RI ( $p < 0,001$ ).

tableau 1 : MFM (brut et normalisé), ratios symétrie

| Concentrique |       | Dom                     | NDom                    | d/nd      |
|--------------|-------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| MFM RI 60    | Nm    | 61,04 ± 15 <sup>a</sup> | 63,6±18 <sup>a</sup>    | 0,97±0,09 |
|              | Nm/Kg | 0,73±0,14               | 0,76±0,16               |           |
| MFM RE 60    | Nm    | 34,84±9,4               | 32,6±7,4                | 1,06±0,14 |
|              | Nm/Kg | 0,42±0,9                | 0,39±0,07               |           |
| Excentrique  |       |                         |                         |           |
| MFM RI 60    | Nm    | 73,7± 19 <sup>b</sup>   | 75,5±20 <sup>b</sup>    | 1±0,19    |
|              | Nm/Kg | 0,88±0,17               | 0,9±0,21                |           |
| MFM RE 60    | Nm    | 46,53±9,9 <sup>b</sup>  | 43,58±10,9 <sup>b</sup> | 1,09±0,16 |
|              | Nm/Kg | 0,56±0,09               | 0,52±0,1                |           |

<sup>a</sup> MFM RI significativement > à RE

<sup>b</sup> MFM Exc significativement > à MFM Conc

tableau 2 : ratio physiologique, fonctionnel, mixte

| Ratio            | Dom                    | NDom                   |
|------------------|------------------------|------------------------|
| MFM RE/RI        | 0,57±0,08              | 0,52±0,08              |
| MFM RIConc/Reexc | 1,32±0,17              | 1,48±0,31 <sup>c</sup> |
| MFM EXC/CONC RI  | 1,21±0,17              | 1,19±0,19              |
| MFM EXC/CONC RE  | 1,36±0,18 <sup>d</sup> | 1,34±0,23 <sup>d</sup> |

<sup>c</sup> coté NDom significativement > à coté Dom

<sup>d</sup> EXC/CONC RE significativement > à EXC/CONC RI

## DISCUSSION

L'objectif était de comparer les MFM CONC et EXC obtenus avec le membre dominant avec ceux du côté contro-latéral. Même si l'effectif de joueurs est restreint mais homogène, nous ne mesurons pas, à partir de ces paramètres, d'asymétrie. Ce résultat est en accord avec ceux de Balcati et al. (2004) obtenus chez 20 joueurs professionnels Turques. Les ratios RE/RI se situent entre 0,52 et 0,57. Ils témoignent du renforcement sélectif des RI vis-à-vis des RE (Gozlan et al., 2006). Les ratios EXC/CONC des RE supérieurs aux RI ( $p < 0,05$ ) s'expliquent par l'effet « gravité » non corrigée par le logiciel du Cybex dans le calcul du moment de force des rotateurs externes mais aussi par le rôle freinateur de ces muscles dans le contrôle gestuel (Saccol et al. 2010). Le ratio RIConc/ REExc fonctionnel (ou mixte) du côté Dom est inférieur au côté Ndom (1,32±0,17 vs. 1,48±0,31 ;  $P < 0,05$ ). Cette différence s'expliquerait par les contraintes spécifiques imposées aux RI en régime concentrique et en excentrique aux RE pour contrôler la gléno-humérale au cours des actions répétées du membre dominant en basketball.

## CONCLUSION

L'étude des ratios fonctionnels mettant en relation, les actions musculaires avec les régimes de contractions préférentiels de l'activité sportive, permet d'illustrer certaines adaptations musculaires induites par l'entraînement et de dissocier le membre dominant de son côté controlatéral.

## BIBLIOGRAPHIE

- Baltaci, G., Tunay, V.B. (2004). Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in elite overhead athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 14(4), 231-8.
- Davies, G.J. (1992). A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation technics. 4th ed. Onalaska, WI : S & S publishing
- Gozlan, G., Bensoussan, L., Courdeuse J-M., Fondarai, J., Gremeaux, V. Viton, J-M., Delarque, A.(2006) Isokinetic dynamoter measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis) :comparaison between dominant and nondominant shoulder. *Ann Phys Rehab Med*, 49, 8-15.
- Saccol, M.F., Gracitelli, G.C., daSilva, R.T., Laurino, C.F., Fleury, A.M., Andrade, M., daSilva, A.C. (2010). Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Phys Ther Sport*, 11, 8-11.

## P6-Effets de la fatigue des tibialis anterior sur l'organisation posturale de l'initiation du pas

Eric Yiou<sup>1</sup>, Sébastien Ditcharles<sup>1</sup>, Serge Le Bozec<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Paris-Sud, France

eric.yiou@u-psud.fr

Lors de l'initiation d'un pas (IP), les forces de propulsion vers l'avant sont créées au cours des « ajustements posturaux anticipateurs » (APA) grâce à une synergie musculaire caractérisée par une inhibition des *soleus* suivie d'une activation des *tibialis anterior* (TA). Cette étude se proposait d'examiner comment le système nerveux central (SNC) adapte la programmation des APA en situation de fatigue aigue des TA. Huit participants ont exécuté des séries d'IP à vitesse spontanée *avant* et *après* un protocole visant à fatiguer les TA. Les résultats ont montré qu'en situation de fatigue, le niveau d'activation des TA, la dynamique posturale anticipatrice et la performance motrice étaient atténués. Ces mêmes paramètres étaient augmentés lorsque la consigne était d'exécuter l'IP à vitesse maximale. Ces résultats ont été interprétés comme reflétant l'existence d'une stratégie de protection visant à préserver l'intégrité des muscles fatigués, plutôt que de l'incapacité des TA à générer les forces propulsives anticipatrices.

**Mots clefs :** Ajustements posturaux anticipateurs, fatigue, programmation motrice, contrôle moteur.

### INTRODUCTION

L'initiation du pas (IP) a été définie comme la période transitoire entre la position verticale et l'instant du posé du pied pendulaire au sol (e.g. Brenière et al., 1987). Ce processus se compose d'une phase dite « posturale » (correspondant aux « ajustements posturaux anticipateurs », APA), qui se termine à l'instant du décollement du pied, suivie d'une phase d'exécution. Les forces de propulsion nécessaires pour atteindre la vitesse du centre de gravité (CG) désirée sont générées au cours des APA et ce, grâce à une synergie musculaire caractérisée par une inhibition des *soleus* suivie d'une activation des *tibialis anterior* (TA). L'objet de la présente étude est d'examiner comment le système nerveux central (SNC) adapte la programmation des APA en situation de fatigue aigue des TA. Deux hypothèses ont été testées : 1/ Le SNC utilise une « stratégie de protection » visant à préserver l'intégrité des muscles fatigués. Dans ce cas, les paramètres biomécaniques et électromyographiques (EMG) spécifiques de l'IP devraient être atténués en situation de fatigue ; 2/ Le SNC utilise une « stratégie de compensation » visant à obtenir une performance motrice (vitesse de progression du CG) invariante en situation de fatigue.

### METHODE

Huit participants ont réalisé dix essais d'IP à vitesse spontanée, sans fatigue (NF) et en situation de fatigue (F). Quatre participants ont également exécuté des séries d'IP à vitesse maximale en F. Les mouvements d'IP ont été exécutés sur une plateforme de force (Berotec, Columbus, USA). L'activité électrique des TA a été enregistrée au moyen d'électrodes de surface (Biometrics, Ltd, GB). Les paramètres spatio-temporels classiques de l'IP (e.g. Brenière et al., 1987) ont été analysés en F et NF. Le protocole de fatigue consistait à fatiguer les TA bilatéralement au moyen de séries de contraction isométrique (CI) de haute intensité (60% de la force maximale volontaire, FMV). La FMV était évaluée avant et après le protocole de fatigue. Les signaux ont été échantillonnés à 1000 Hz. Des tests de Student à mesures répétées avec la condition (F vs NF) comme facteur intra-sujets ont été réalisés sur chaque variable. Le seuil de significativité était fixé à  $\alpha = 0.05$ .

### RESULTATS

En F et NF, le décollement du pied pendulaire (FO) était systématiquement précédé de phénomènes dynamiques et EMG correspondant aux APA (Figure 1). Ces APA se caractérisaient par un recul du centre des pressions (CP) et une accélération du CG vers l'avant. Au niveau de chaque jambe, le TA était fortement activé au cours de ces APA. L'analyse statistique a révélé que la durée des APA ( $t=3,07$  ;  $P<0,01$ ) et la durée totale de l'IP ( $t= 2,65$  ;  $P<0,05$ ) étaient plus importantes en F qu'en NF. En revanche, le recul anticipateur maximal du CP ( $t=5,3$  ;  $P<0,01$ ), la vitesse du CG au FO ( $t=3,06$  ;  $P<0,01$ ) et le pic de vitesse du CG ( $t=5,21$  ;  $P<0,01$ ) étaient plus faibles en F qu'en NF. L'analyse statistique a également montré que le niveau d'activation des TA était plus faible en F qu'en NF, aussi bien pour la jambe d'appui ( $t=2,47$  ;  $P<0,01$ ) que pour la jambe pendulaire ( $t=6,14$  ;  $P<0,01$ ). Enfin, les résultats ont montré que les participants étaient capables d'augmenter le niveau d'activation des TA et de générer des forces propulsives plus importantes lorsqu'il leur était demandé d'exécuter l'IP à vitesse maximale (F).



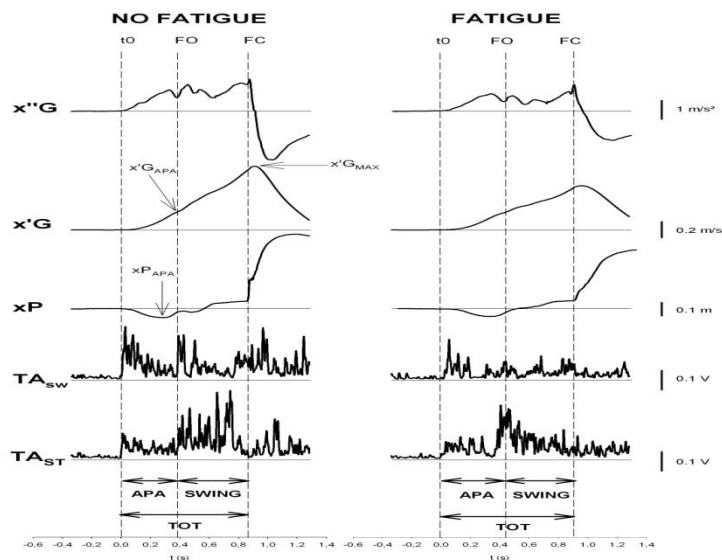


Figure 1. Tracés expérimentaux en F et NF.  $x''G$ ,  $x'G$ ,  $xP$  : accélération/vitesse du CG, déplacement du CP.  $t_0$ , FO, FC : début des tracés mécaniques, décollement/posé du pied. TA : *tibialis anterior*. SW/ST : jambe pendulaire/appui. APA, SWING, TOT : ajustements posturaux anticipateurs, exécution du pas, durée totale de l'IP.  $x'G_{MAX}$ ,  $x'G_{APA}$ ,  $xP_{APA}$  : pic de vitesse du CG, vitesse du CG au FO, pic de déplacement du CP.

## DISCUSSION

Les modifications des paramètres biomécaniques et EMG de l'IP mises en évidence dans cette étude vont dans le sens de l'hypothèse selon laquelle le SNC utilise une « stratégie de protection » visant à préserver l'intégrité des muscles fatigués. De façon intéressante, des modifications similaires ont été obtenues par Madeleine et al. (1999) au cours de l'IP en situation de douleur induite expérimentalement par injection de solution hypertonique au niveau des TA. Ces auteurs ont souligné que ces modifications étaient conformes au modèle classique de l'« adaptation à la douleur » (Lund et al., 1991), qui prévoit une diminution de l'activité EMG des muscles agonistes, une augmentation de l'activité EMG des muscles antagonistes, ainsi que la production de mouvements plus lents et moins puissants en situation de douleur musculaire. Ces changements permettraient de protéger le muscle douloureux et de minimiser le risque de blessure. Cette similitude entre les résultats de Madeleine et al. (1999) et nos résultats pourrait provenir (en partie du moins) de l'activation de voies neurales communes à la fatigue et à la douleur (Decherchi & Dousset, 2003).

## BIBLIOGRAPHIE

- Brenière, Y., Do, M.C., Bouisset, S. (1987). Are dynamic phenomena prior to stepping essential to walking? *Journal of Motor Behaviour*, 19, 62-76.
- Decherchi, P., Dousset, E. (2003). Role of metabosensitive afferent fibers in neuromuscular adaptive mechanisms. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 30, 91-97.
- Lund, J.P., Donga, R., Widmer C.G., Stohler, C.S. (1991). The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 69, 683-946.
- Madeleine P, Voigt M., Arendt-Nielsen L. (1999). Reorganisation of human step initiation during acute experimental muscle pain. *Gait and Posture*, 10, 240-47.

*Rachid Alouane<sup>1</sup> & Abdelkrim Ferguen<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup>I.EPS Sidi Abdellah, Université Alger 3  
[Staps1971@hotmail.fr](mailto:Staps1971@hotmail.fr)

Selon la théorie de BANDURA (1969) la transmission d'un grand savoir-faire moteur s'établit sur la base de reproduction d'un modèle gestuel, en d'autres termes sur la base d'une démonstration correcte.

L'objet de cette étude est de situer le niveau de la démonstration des étudiants sortant d'une formation en éducation physique et sportive par rapport à l'athlète de performance tant que modèle d'une part, et d'autre part à celui des lycéens.

Nous avons procédé à une analyse biomécanique des différentes démonstrations, il ressort que le niveau de maîtrise technique du lancer de poids de ces enseignants est loin de celui des athlètes, et plus proche de celui des lycéens.

**Keywords :** Démonstration, lancer de poids, centre de gravité, kinogrammes.

## INTRODUCTION

Différentes expériences ont été réalisées dans le cadre de la mise à l'épreuve des prédictions de BANDURA (1969). Celle à laquelle nous attachons un intérêt particulier, qui a trait au niveau de la démonstration dans l'apprentissage d'une habileté motrice a été entreprise par LANDERS et LANDERS (1973). Ces derniers ont démontré que le niveau de maîtrise technique du geste démontré facilite l'apprentissage de l'apprenant.

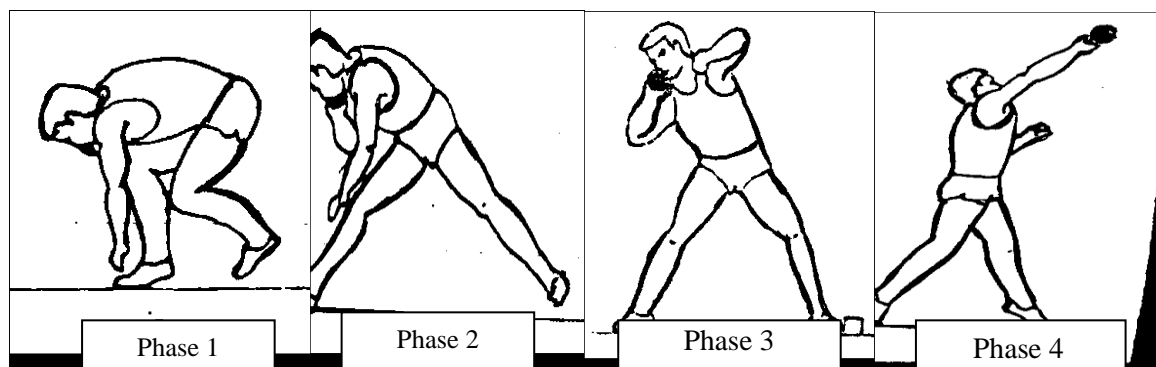
L'objectif de la formation des enseignants en E.P.S sur le plan moteur, est l'acquisition des techniques sportives, et la possibilité ultérieure de pouvoir les transmettre aux élèves à l'aide de démonstrations.

De nos jours, nous constatons un usage massif de la démonstration dans le milieu scolaire, en particulier dans le domaine de l'éducation physique et sportive (E.P.S) où le corps semble être un instrument indispensable, car il s'agit de la transmission d'un savoir moteur. Une interrogation s'impose : Quel est le niveau de la démonstration chez l'étudiant en fin de formation en E.P.S ? Son niveau est-il distant de celui de l'élève du secondaire, d'une part, et est-il proche de celui de l'athlète du club sportif civil en tant que modèle d'exécution, d'autre part ? A cet effet, nous avons choisi la technique du lancer de poids d'O'Brien. Notre échantillon est composé de 31 étudiants, 27 lycéens et 03 athlètes du club sportif civil.

## DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION

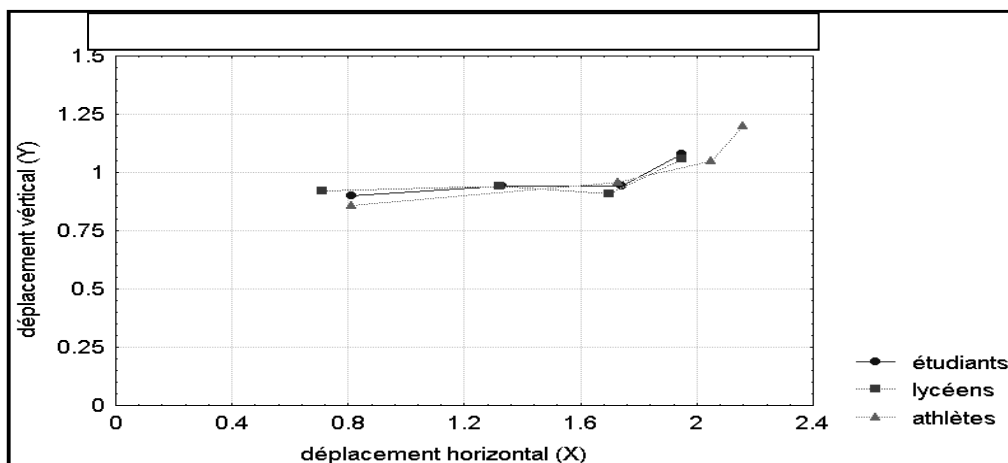
Les sujets filmés exécutent les démonstrations à partir d'une position individuelle. Les articulations étaient marquées de bandes élastiques fluorescentes. Nous distinguerons, pour la facilité de l'étude de la démonstration, quatre (04) phases, appelées successivement :

1<sup>ère</sup> phase : le groupé, 2<sup>ème</sup> phase : le sursaut rasant, 3<sup>ème</sup> phase : la position de puissance  
4<sup>ème</sup> phase : le lâcher



## RESULTATS

A l'issue de notre expérimentation, nous avons obtenu la trajectoire du centre de gravité général (C.G.G) de chaque démonstrateur. Nous présentons ci-dessous les trajectoires moyennes des C.G.G des démonstrations de chaque population d'étude



**Graph 1.** La combinaison des trajectoires moyennes des C.G.G des démonstrations des athlètes, des étudiants et des élèves

**Tableau 01.** Comparaison des pourcentages de déplacement; vertical et horizontal des phases entre les trois catégories d'échantillons.

|           |    | % de déplacement de chaque phase |          |          |          | Déficit de déplacement |
|-----------|----|----------------------------------|----------|----------|----------|------------------------|
|           |    | coordonnées                      | Phase 01 | Phase 02 | Phase 03 |                        |
| Athlètes  | Ox | 00                               | 80       | 14.81    | 5.09     |                        |
|           | Oy | 00                               | 29.41    | 26.47    | 44.11    |                        |
| Etudiants | Ox | 00                               | 61.5     | 19       | 9.72     | 9.72                   |
|           | Oy | 00                               | 13.33    | 00       | 46.66    | 40                     |
| Lycéens   | Ox | 00                               | 61.1     | 17.6     | 11.5     | 9.72                   |
|           | Oy | 00                               | 7.14     | - 10.71  | 53.57    | 50                     |

## CONCLUSION

L'analyse comparative des données quantifiées des démonstrations permet d'un point de vue global, de poser le diagnostic d'une insuffisance de niveau de démonstration des étudiants. Ceci dénote, à notre sens, que la formation dispensée actuellement dans notre institut ne permet pas toujours à ces futurs enseignants d'acquérir un savoir moteur suffisant, pour pouvoir éventuellement démontrer correctement une technique sportive, notamment le lancer de poids.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bertsch, J. & Lescanff, C. (1995). Apprentissage moteur et conditions d'apprentissage. Paris : éditions Vigot.
- Dornhoff, H.M. (1993). L' E.P.S : un élément de base pour le développement de la culture physique, du sport et de la science du sport. Alger : éditions OPU.
- Hay, J. G. (1980). Biomécanique des techniques sportives. Paris : éditions Vigot.
- Hubiche, J.L & Pradet, M. (1993). Comprendre l'athlétisme. Paris : éditions INSEP.
- Leboulch, J. (1971). Vers une science du mouvement humain. Paris : éditions E .S.F.
- Pieron, M. (1992). Pédagogie des activités physiques et sportive. Paris : éditions Revue E.P.S.
- Schmidt, R.A. (1993). Apprentissage moteur et performance. Paris : éditions Vigot.
- Simonet, P. (1990). Apprentissage moteur. Paris : éditions Vigot.

P8- Effets de la morphologie sur les paramètres spatio-temporels du cycle de nage dans une épreuve de sprint en crawl chez les jeunes nageurs

Jed Tijani<sup>1</sup>, Abderraouf Ben Abderrahman<sup>1</sup>, Héni Taktak<sup>1</sup>, Benoit Bideau<sup>2</sup>, Guillaume Nicolas<sup>2</sup>,  
Hassane Zouhal<sup>2</sup> & Jacques Prioux<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Institut Supérieur du Sport et de l'Éducation Physique de Tunis

<sup>2</sup>Laboratoire M2S, UFRAPS, Université Rennes 2

[tijani\\_medjed@yahoo.fr](mailto:tijani_medjed@yahoo.fr)

Il est bien connu que la performance en natation dépend d'un grand nombre de paramètres mais peu d'informations existent à propos de la relation entre la morphologie et les paramètres du cycle de nage dans une épreuve de sprint en crawl chez les jeunes nageurs. 40 sujets ( $12.2 \pm 0.5$  années) ont participé volontairement à notre recherche, des variables anthropométriques ainsi que des variables du cycle de nage ont été mesurées. Les résultats montrent que la vitesse, l'indice et l'amplitude de nage dépendent de quelques paramètres anthropométriques et que la fréquence de nage ne dépend d'aucun paramètre anthropométrique ces résultats confirment l'importance de l'intérêt qu'on doit porter sur les paramètres du cycle de nage ainsi qu'à la morphologie quand on veut prédire le succès chez des jeunes nageurs.

Keywords : Morphologie ; Natation ; Cycle De Nage ; Crawl ; Jeune Nageur

## INTRODUCTION

L'intérêt porté aux caractéristiques anthropométriques, à la composition corporelle et au somatotype par différents sports compétitifs a augmenté pendant ces dernières décennies.

Il a été décrit qu'il y a des caractéristiques physiques spécifiques dans beaucoup de sports, comme le profil morphologique qui est un important indicateur qui aide à prédire si un sportif va atteindre un niveau élevé dans un sport spécifique. La quantification des caractéristiques morphologiques des athlètes d'élite peut être un point clé pour la mise en relation de la structure corporelle à la performance sportive. C'est ainsi que la préoccupation de notre présente recherche se situe spécifiquement au niveau anthropométrique et touche particulièrement l'effet de la morphologie dans la performance technique (amplitude, fréquence...) et chronométrique en natation.

## RESULTATS

Dans l'étude de l'effet de la morphologie sur les paramètres spatio-temporels du cycle de nage en crawl chez les jeunes nageurs dans une épreuve de sprint, nous avons trouvé que la vitesse de nage dépend des paramètres anthropométriques telles que la taille ( $r= 0.51$ ), le poids ( $r= 0.46$ ), l'envergure ( $r= 0.67$ ) et le rapport envergure/taille ( $r= 0.59$ ), ces mêmes résultats ont été constatés par (Sekulic et al, 2007 ; Jurimae et al, 2007 ; Geladas et al, 2005 ; Siders et al, 1993 ; Duché et al, 1993 ) qui confirment que la performance en sprint chez les jeunes nageurs est influencée par les paramètres anthropométriques et la composition corporelle. Ceci peut être expliqué par le fait qu'une grande taille est associée à une capacité vitale élevée et donc à une excellente flottabilité et qu'elle s'accompagne aussi d'un poids musculaire supérieur et donc d'une meilleure aptitude à la production de lactates et de phosphocréatine musculaire (Chatard, 2005).

Jurimae et al. (2007), ont montré que l'envergure était un des meilleurs paramètres qui prédisent la performance en natation et apparait comme le déterminant majeur de la performance en crawl chez les jeunes nageurs, dans notre étude aussi on a constaté ce même résultat et que l'envergure était le paramètre le plus corrélé avec la vitesse ( $r^2= 0.44$ ).

En fait, des bras plus longs de 3 cm correspondent à une déviation standard par rapport à une taille de 175 cm, cette simple différence représente une économie d'énergie de 5 à 10%, ce gain est considérable, sur un 100m, un nageur effectue 80 passages de bras, 3 cm d'économie à chaque passage représente un gain final de 2 m 40 (Chatard, 2005).

En ce qui concerne la relation entre la vitesse d'une part avec la fréquence et l'amplitude d'autre part, les résultats de notre étude montrent que la vitesse est très corrélée avec la fréquence ( $r= 0.43$ ), ce résultat a été aussi constaté (Keskinen et al, 1993 ; Pai et al, 1984 ; Craig et al, 1979) et qu'elle est corrélée avec l'amplitude ( $r= 0.36$ ), ce résultat a été aussi constaté par (Keskinen et al, 1989 ; Letzelter et al, 1983 ; Craig et al, 1979) qui ont montré que l'amplitude est un facteur important dans la détermination de la performance maximale ou submaximale.

Selon notre étude, cette relation entre la vitesse et les autres paramètres spatio-temporels n'était pas la même chez les deux sexes. Pour les garçons la vitesse était corrélée avec l'amplitude ( $r= 0.57$ ) et ne

l'était pas avec la fréquence ( $r= 0.06$ ). Tandis que pour les filles, la vitesse était corrélée avec la fréquence ( $r= 0.58$ ) et ne l'était pas avec l'amplitude ( $r= 0.22$ ).

Dans notre étude, la fréquence était négativement corrélée avec l'amplitude ( $r= -0.68$ ), ce qui implique que plus un nageur augmente sa fréquence, plus son amplitude diminue et vice versa. Ce résultat a été aussi trouvé par (Craig et al, 1985) qui ont trouvé qu'il existe une relation inverse entre ces deux paramètres.

Selon notre étude aussi, la fréquence était corrélée positivement chez les filles avec le poids et le BMI ( $r= 0.47$ ) et négativement chez les garçons ( $r= -0.57$  et  $r= -0.65$ ) et qu'elle ne dépend pas des autres paramètres anthropométriques (les valeurs de  $r^2$  pour notre échantillon global étaient toutes comprises entre 0.01 et 0.07). La relation entre fréquence et poids chez les filles a été constatée par (Grimston et Hay, 1986) dans un échantillon mixte.

D'après les résultats de notre étude, l'amplitude était corrélée avec les paramètres anthropométriques et surtout avec la taille ( $r= 0.66$ ) et l'envergure ( $r= 0.62$ ) et avec des valeurs de  $r^2$  égales à 0.44 et 0.39 respectivement, ces derniers représentent les meilleurs paramètres anthropométriques qui prédisent l'amplitude.

On a constaté ce même résultat chez les garçons où l'amplitude était très corrélée avec la taille ( $r= 0.83$ ), l'envergure ( $r= 0.82$ ), le poids ( $r= 0.82$ ), le rapport envergure/taille ( $r= 0.6$ ) et le BMI ( $r= 0.5$ ) par contre chez les filles l'amplitude ne dépend pas des paramètres anthropométriques.

Pour notre échantillon global et pour les garçons, nos résultats étaient similaires à ceux constatés par (Pelayo et Al, 1996 ; Arellano et Al, 1994 ; Chengalur et Brown, 1992 ; Toussaint et Beek, 1992 ; Pai et Al, 1984) qui confirment que l'anthropométrie explique les valeurs de l'amplitude et que les plus petites amplitudes ont été constatées chez les nageurs de plus petite taille et envergure. Grimston et Hay (1986) ont aussi montré que quelques caractéristiques anthropométriques ont influencé l'amplitude avec 89% et enfin Craig et Al (1979) ont montré l'existence d'une forte corrélation entre l'amplitude et la taille.

## **CONCLUSION**

Cette étude atteste que chez les jeunes nageurs, la performance de sprint en crawl est expliquée par les paramètres anthropométriques telles que la taille, le poids, l'envergure et le rapport envergure/taille, ainsi que par les paramètres spatio-temporels du cycle telles que l'amplitude (chez les garçons) et la fréquence (chez les filles) et avec ces deux derniers paramètres ensemble en considérant l'échantillon global.

Cette étude atteste aussi que l'amplitude du cycle de nage dépend des paramètres anthropométriques (chez les garçons et chez notre échantillon global) et que cette amplitude entretient une relation inverse avec la fréquence.

D'après cette étude, la fréquence ne dépend pas des paramètres anthropométriques et que la fréquence chez les nageurs de grandes tailles et envergures est similaire à la fréquence chez les nageurs de petites tailles et envergures.

D'un point de vue pratique ces résultats confirment les idées concernant l'importance de la morphologie en natation et que plus un nageur est grand plus il nage vite et que ce sont essentiellement les nageurs les plus grands qui se maintiennent le plus longtemps à un haut niveau de performance ainsi il devient important de s'intéresser aux paramètres du cycle de nage ainsi qu'à la morphologie quand on veut prédire le succès chez des jeunes nageurs.

***Neurosciences comportementales***

Laboratory evidence for automatic imitation comes from studies showing that action execution is disturbed by the concurrent observation of a different (incompatible) action. The present study investigated the inhibitory mechanisms involved in the regulation of automatic imitative responses tendencies. Spatial compatibility effects and anatomical compatibility effects (indexing automatic imitation) were tested in different tasks. Our results revealed sequential modulations of compatibility effects in both tasks: compatibility effects on a given trial were reduced when incompatibility was encountered in the preceding trial. Thus, adaptive control mechanisms modulate the expression of automatic imitation.

**Keywords:** automatic imitation; control; action perception

## INTRODUCTION

Recent studies showed that observing a movement primes the execution of that movement, thereby interfering with the execution of another movement (for review, see Heyes, 2010). This human copying tendency is seen as a special case of imitation, namely automatic imitation. Mechanisms are needed to prevent automatic imitation in situations where the observed action leads to the activation of a motor representation that is not intended.

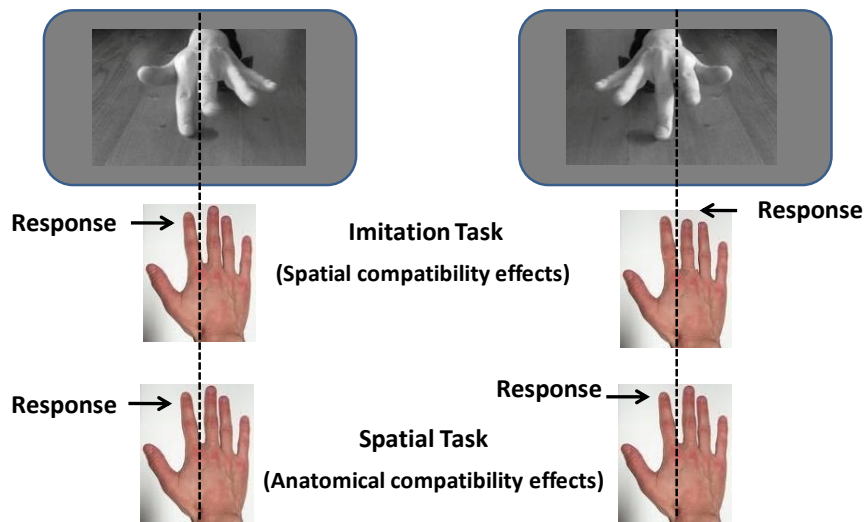
Inhibitory mechanisms of dominant response tendencies are commonly tested using Stroop-like and Simon tasks. A common finding is that reaction times (RTs) are shorter when stimulus and response features are compatible rather than incompatible. In Simon tasks, spatial compatibility effects on a given trial are strongly attenuated when response conflict (i.e. spatial incompatibility) was also encountered on the preceding trial (e.g., Stürmer et al., 2002). This sequential modulation is thought to reflect top-down mediated adaptive control mechanisms (Botvinick et al., 2001).

The present study investigated the functional properties of the inhibitory mechanisms required for regulation of automatic imitation. Spatial compatibility effects (Simon effect) and anatomical compatibility effects (indexing automatic imitation) were tested in different tasks. Participants observed index or middle finger movements. One task required to respond according to the identity of the moving finger and the other according to the spatial location of the finger movement. Our objective was to test whether anatomical compatibility effects showed trial by trial modulation, hence showing adaptive control mechanisms, like those evidenced in Stroop-like situations and Simon tasks.

## METHODS

*Participants.* A total of 14 consenting, healthy volunteers (2 females; mean age 20; all right handed) took part in the experiment.

*Task and Stimuli.* The participants' index and middle fingers of the right hand rested on two keys of a response box. In each trial, a picture of a right or left hand was displayed on a screen, followed by a picture of the hand with either index or middle finger moved down (producing apparent motion). In the Imitation task, the participants were required to press the key on the response box with their index finger if the index finger moved down and the second key with their middle finger if the middle finger moved down. In the Spatial task, participants responded according to the location of the observed movement (relative to the center of the screen), by pressing the key with their index finger if the observed movement was on the left side of the screen, and by pressing the key with their middle finger if the observed movement was on the right side of the screen (Figure 1). 240 trials were performed in each task. The dependent variables were RT and error rate.



**Figure 1.** Experimental design and sample stimuli. In the Imitation task, the response was either *spatially* compatible or incompatible (left and right side of the figure, respectively) with the observed movement. In the Spatial task, the response was either *anatomically* compatible or incompatible with the observed movement.

## RESULTS

Because the error rates were very small, the analyses focused on RT data. In both tasks, each trial was classified according to current compatibility and compatibility in the preceding trial (Figure 1).

Mean correct RTs were submitted to an ANOVA with Compatibility on trial N (compatible vs. incompatible), Compatibility on trial N-1, and Task (Spatial vs. Imitation), as within-subject factors. The ANOVA revealed a significant interaction between Compatibility on trial N and Compatibility on trial N-1: the compatibility effects were strongly attenuated following an incompatible trial ( $F(1,13) = 31.46, p < .001$ ). Importantly, this interaction was not modulated by the Task factor ( $F = 2.36, p > .1$ ). Thus, in both tasks, incompatibility in trial N-1 reduced incompatibility in trial N.

## DISCUSSION

In line with previous findings, the sequential modulation of spatial compatibility effects reveals adjustments of control processes required to overcome response conflicts (Botvinick et al., 2001; Stürmer, et al., 2002). The anatomical compatibility effect reveals automatic imitation: perceiving an action primes the execution of that same action (Bertenthal et al., 2006; Heyes, 2011). The presence of sequential modulation of anatomical compatibility effects demonstrates top-down regulation of automatic imitative responses tendencies. These processes could be specific or non-specific to automatic imitation. In addition, the locus of this regulation, in the perception-action coupling process, remains to be determined.

## REFERENCES

- Bertenthal, B. I., Longo, M. R., & Kosobud, A. (2006). Imitative response tendencies following observation of intransitive actions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *32*, 210–225.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. C. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, *108*, 624–652.
- Heyes, C. (2011). Automatic imitation. *Psychological Bulletin*, *137*, 463–483.
- Stürmer, B., Leuthold, H., Soetens, E., Schröter, H., & Sommer, W. (2002). Control over location-based priming in the Simon task: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *28*, 1345–1363.



P10-L'effet visuo-postural sur l'attention et la concentration est différent suivant le genre. La posture au service d'une scolarité.

*Pascal Bourgeois et Gilles Lecoq*  
ILEPS 13 bd de l'Hautil 95092 Cergy Pontoise cedex.  
p.bourgeois@ileps.org

En modifiant le réflexe visuo\_postural et de redressement de jeunes enfants ou de jeunes adultes sur des tables et chaises ergonomiques cela permet d'améliorer la concentration, la vitesse et l'efficacité de la lecture dès que la fatigue s'installe. Les jeunes filles sont plus efficaces dès que la table est inclinée entre 20 et 30°; les garçons suivant 2 modes soit 25° soit 32.5°.

**Keywords :** Réflexe Visuo-postural ; Inclinaison d'un mobilier ergonomique, Posture, Cognition

## **INTRODUCTION**

Dans le cadre des relations entre la maturité du système postural et la maturité de la cognition plusieurs études ont montré les bienfaits de l'utilisation d'un mobilier ergonomique sur la posture: la diminution de la quantité d'énergie dépensée durant la journée. (Sauveplane M. et de Saint André R., 2005); sur la statique de l'enfant (Montagner H., 1988), l'Amélioration du réflexe Visuo-postural mais également sur l'attention (Breiteicker, 2005) et la lecture (Etievant Y., 2004). Nous avons également présenté au congrès de l'ACAPS (2009) les effets à court terme et à long terme de l'utilisation d'un mobilier ergonomique (table et chaise) de modèle Héphaïstos sur la cognition et les performances scolaires. Compte tenu que différents angles d'inclinaison de la table sont utilisés dans la littérature: 20° pour Vigier et Bourgeois avec des enfants ne présentant pas de problèmes particuliers; 30° pour Da Silva, Quercia et Vierra pour des enfants dyslexiques, l'objet ici est de présenter les angles d'inclinaison de la table préférés par les utilisateurs et les angles auxquels ils sont réellement les plus efficaces. Ce qui nous permettra également de montrer qu'en modifiant le réflexe Visuo-postural (oculomoteur, nuchal et de redressement) nous améliorons des performances cognitives?

## **REVUE DE SYNTHESE SUR L'ERGONOMIE ET LA COGNITION**

Nous avons montré, (Bourgeois et Lecoq 2009) que le matériel ergonomique, en utilisant des tables avec une inclinaison de seulement 20°, a des effets à courts termes en dehors de tout effet placebo sur l'apprentissage scolaire et perdurait au-delà de 4 mois. En résumé, nous observons que:

L'effet du mobilier ergonomique est très significatif (à partir de régression linéaire) sur : la qualité et la vitesse de reproduction de la figure de Rey ( $p= 0,001$ ) tant en copie que mémoire. L'amélioration de la majorité des paramètres de concentration. L'efficacité de la vitesse de lecture (+31%,  $p= 0,05$ ) sans diminution de la compréhension. Le bien-être ( $p= 0,002$ ) et la diminution de la fatigue ( $p= 0,05$ ). Nous avons également relevé un **effet de genre**. Ce sont les filles qui bénéficiaient plus particulièrement de cette augmentation dès les premières utilisations et la conservaient après 4 mois de non utilisation. Les garçons s'améliorant mais ne compensant pas la différence initiale.

## **MATERIEL ET METHODE**

Nous vous présentons une étude menée sur 126 jeunes ne présentant pas d'étiologie posturale de 18 à 22 ans (39F ; 85G ; moy. âge:  $19.9 \pm 1.5$ ) sur l'inclinaison de la table ergonomique Héphaïstos de modèle Hergon, sur son efficacité sur la concentration (test du D2 de Breihecker), sur la lecture (test d'identification de mots) et sur les représentations spatiales (labyrinthe).

Les épreuves répétitives ont été effectuées 8 fois. Les sujets sont passés respectivement à des angles de 0°, 10°, 20°, 25°, 27.5°, 30°, 32.5° et 35° commençant suivant un ordre préétabli pour qu'un effet de vicariance ne puisse intervenir sur la population. Des périodes de repos inter épreuve ont été aménagées toutes les 2 répétitions. Des analyses statistiques (ACP) Analyse en Composante Principale et Anova à plusieurs facteurs ont été utilisées.

## RESULTATS

**Angles de prédilection choisis** Les choix des angles d'inclinaison montrent une répartition de choix très disparates, asymétrique bimodale (Moy.:  $19.5^{\circ} \pm 11.3$ ).

Un 1<sup>er</sup> mode autour de  $15.7^{\circ} \pm 9.4^{\circ}$  et un 2<sup>e</sup> autour de  $33.1^{\circ} \pm 2^{\circ}$ .

### **Angle d'inclinaison de la table et cognition**

A partir d'une ACP (Factoriel 2 représentant 10.1% de la variance), nous observons que c'est à partir de la succession de plusieurs exercices à partir du 5<sup>e</sup> passage que l'on note des écarts statistiquement significatifs, dès que la fatigue opère.

- Plus l'angle de la table est élevé, plus la concentration est élevée, moins le % d'erreur est élevé et moins le sujet met du temps pour effectuer la lecture et le labyrinthe.

Quant à l'angle optimal, il varie suivant les individus et dans leur choix (anglé préféré de travail) et dans leur efficacité. Toutefois ceux qui préfèrent travailler avec des angles plus bas font le plus d'erreurs.

A partir d'une Anova à 2 facteurs (angle et sexe) nous observons la différence d'effet de l'inclinaison sur les performances entre les filles et les garçons. L'angle optimal varie suivant le sexe: entre 20 et 30° chez les filles et Supérieur à 20° chez les garçons, avec 2 modes de populations se répartissant l'une autour de 25°, l'autre autour de 32.5°

## CONCLUSION

- Pour être efficace et bien concentré, il faut réaliser les exercices sur des tables ergométriques qui proposent des inclinaisons de 0° pour le repos et supérieur de 20° à 35° pour le travail, surtout chez les garçons.
- L'angle moyen d'inclinaison de la table instinctivement choisie est  $19,5^{\circ} \pm 11.3$  qui sous-évalue l'angle auquel on est le plus efficace. Probablement par habitude de travailler à plat.
- En modifiant le réflexe Visuo-postural en changeant l'inclinaison des tables on observe un effet causal direct sur la performance qui montre qu'il existe bien une relation entre la posture et la cognition qui n'est pas qu'un lien statistique. Ce qui n'avait été montré jusqu'alors que sur les spationautes en état d'apesanteur

## BIBLIOGRAPHIE

Bourgeois P. (2009) When ergonomics and Posture enhance academic achievement. International Society for Posture and Gait Research. Bologna. Italy.

Bourgeois P. et Lecocq G. (2009) Lorsque l'ergonomie, la posture se met au service des apprentissages scolaires. Effets à court et moyen termes. 16<sup>e</sup> congrès de l'association posture et équilibre. Nov. 2009. Villeneuve d'Ascq.

Breithecker D. (2005) The educational work place. "What the classroom of the future" will look like. In : Bundesarbeitsgemeinschaft für haltungs – und Bewegungsförderung e. V. Matthias claudius – str. 14 – 65185 Wiesbaden Germany

Etievant Y. (2004) Influence du mobilier ergonomique sur les performances de lecture et certains comportements visuels de l'élève de 5<sup>e</sup>. Mémoire MST d'Optométrie. Orsay

Quercia p., Robichon F. et Alves Da Silva O. (2005) Dyslexie de développement et proprioception. Approche clinique et thérapeutique. Ophtalmologie et Posturologie. Ed. Association graine de lecteur. Beaune

Montagner H., Alias M-G. Taule M. (1993) Etude des postures d'enfants du cours moyen 2<sup>e</sup> année selon qu'ils sont en situation scolaire, assis sur des chaises classiques ou sur des sièges Héphaïstos. Rapport de l'unité 70 de l'INSERM Montpellier.

Viera S. (2008) Investigations cliniques sur la dyslexie de développement. Mémoire pro. Master 2 Univ. de Bourgogne. Fac des sports.

Viguié M., Dupui Ph. et Montoya R. (2008) Etude des performances posturales (équilibre dynamique) d'élèves au collège: évaluation d'un mobilier ergonomique. In: coll. Posture et équilibre. Ed. Solal dir. par Toumie P. Et Lacour M.; Marseille. 267-278.

## P11- Dynamique de l'apprentissage d'une habileté motrice complexe : la marche athlétique

Lina Majed<sup>1</sup>, Anne-Marie Heugas De Panafieu<sup>1</sup>, Isabelle A. Siegler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire CIAMS, UPRES EA 4532, UFR STAPS, Université Paris-Sud11

lina.majed@u-psud.fr

Cette communication présente une première analyse des principaux résultats d'une étude portant sur l'évolution du comportement moteur débutant lors de l'apprentissage d'une habileté motrice complexe, la marche athlétique. Suite aux trois consignes verbales liées à la réglementation, les participants adoptent directement un mode de coordination significativement différent que celui retrouvé en marche normale à la même vitesse. Avec l'apprentissage, la réorganisation du mouvement continue, accompagnée pour certaines variables d'une augmentation de la stabilité locale, mais sans direction systématique (distale/proximal). In fine, nous tenterons d'analyser comment l'évolution dynamique du comportement débutant est modulée par la nature des composantes articulaires et par le poids et l'interaction des contraintes agissant sur le système.

**Mots clés :** Apprentissage ; Coordinations motrices ; Habileté motrice complexe ; Marche athlétique

### INTRODUCTION

L'apprentissage d'une habileté motrice complexe est conçu en général comme un problème de maîtrise des degrés de liberté (ddl) redondants du système. Plusieurs stratégies de contrôle ont été proposées dans la littérature (Bernstein, 1967). Afin de faciliter la réalisation de la tâche, le débutant semble rigidifier les ddl et/ou coupler les composantes oscillatoires du système. Le processus d'acquisition d'une habileté complexe est accompagné d'un relâchement progressif des ddl bloqués initialement et/ou d'une dissolution des couplages initiaux. A ce stade, de nouvelles coordinations peuvent apparaître. Dans le cadre des théories dynamiques, le comportement moteur est conçu comme un phénomène auto-organisé et émergent d'un réseau de contraintes, liées à la tâche, à l'organisme, et à l'environnement (Newell, 1986). Dans ce contexte, *contrainte* signifie tout facteur susceptible d'influencer l'organisation des degrés de liberté du système donc ses possibilités d'action. Le but de cette étude est de comprendre certains mécanismes du comportement débutant et son évolution avec l'apprentissage d'une tâche complexe, la marche athlétique (MA), hautement contrainte par sa réglementation.

### MATERIELS ET METHODES

Sept hommes (23,3±6,4 ans), non expérimentés en MA, ont participé à 7 séances d'apprentissage (P1-P7) de la MA, réalisée sur un tapis roulant. Les séances avaient une durée moyenne de 45 minutes et comprenaient des paliers de 4 et 6 minutes de vitesses incrémentées pour chaque séance et au fil des séances. Le choix des vitesses était relatif à la vitesse de transition spontanée (VTS) entre la marche et la course de chaque participant, calculée au cours d'une session préalable. L'objectif final pour les participants était d'accomplir 6 minutes de MA à VTS+2.5 km.h<sup>-1</sup>. Trois consignes verbales ont été données : « attaquer le sol avec le talon, tendre le genou pendant toute la phase d'appui jusqu'au passage du pied à la verticale de la hanche et fléchir le coude ». Les coordonnées tridimensionnelles de 19 positions stratégiques du corps ont été recueillies à l'aide d'un système d'analyse du mouvement à 8 caméras (VICON370, Oxford Metrics, UK - 60 Hz). Un programme personnalisé MATLAB a permis de calculer un grand nombre de variables cinématiques (moyenne et écart-type intra-essai) : angles articulaires, rotations segmentaires, phases relatives (pied/cuisse, genou/ cuisse, flexion maximale cuisse/ extension maximale cuisse, bassin/buste) et deux variables globales (fréquence des cycles et amplitude du déplacement vertical du sternum). La MA à la séance P1 et à la vitesse VTS a été comparée à la marche normale (t-test non paramétrique). Deux ANOVAs à mesures répétées ont permis d'étudier l'influence de la pratique et de la vitesse sur les différentes variables dépendantes [(P1-P4)×(VTS, VTS+0.5, VTS+1 km.h<sup>-1</sup>) ; (P4-P6-P7)×(VTS, VTS+0.5, VTS+1, VTS+1.5, VTS+2 km.h<sup>-1</sup>)].

### RESULTATS

Le tableau 1 propose une première classification des principaux résultats. Le Tableau 1a regroupe les variables cinématiques, dont la moyenne et/ou l'écart-type intra-essai changent significativement dès P1 par rapport à la marche normale, caractérisant ainsi le comportement débutant. Nous notons une réorganisation de certaines variables, non liées à la consigne, avec ou sans modification de leur variabilité comparée à la marche normale. A l'inverse, certaines variables concernées par la consigne (amplitude de la cheville et flexion maximale du genou à l'appui) voient leur variabilité augmenter sans que leur moyenne ne change significativement. Les résultats des ANOVAs (Tableau 1b) sur l'effet principal de l'apprentissage révèlent deux catégories différentes. Nous constatons une réorganisation de certaines variables accompagnée ou pas d'une diminution de leur variabilité. La plupart des modifications, dues à l'apprentissage, ont lieu entre P1 et P4 à l'exception de 2 variables qui changent significativement dans un stade plus tardif de l'apprentissage.

Tableau 1. (a) Variables cinématiques modifiées significativement à P1 par rapport à la marche (à la vitesse VTS), (b) Variables cinématiques modifiées significativement après P1

| a- Comportement Débutant                           |                         |                                 | b- Evolution du Comportement Débutant avec l'Apprentissage |                         |  |                           |                         |
|--|-------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|--|---------------------------|-------------------------|
| Typologies Débutants                               | Articulation ou Segment | Mouvement concerné              | Typologies Apprentissage                                   | Articulation ou Segment | Mouvement concerné                           | séances de réorganisation | séance de stabilisation |
| Réorganisation sans Augmentation de la Variabilité | GENOU                   | $\phi$ Genou/Cuisse             | Réorganisation Avec Diminution de la Variabilité           | GENOU                   | $\phi$ Genou/Cuisse                          | P1-P4                     | P1-P4                   |
|  | CUISSE                  | $\phi$ Cuisse/Cuisse            |  | CUISSE                  | $\phi$ Cuisse/Cuisse                         | P1-P4                     | P1-P4                   |
|  | COUDE                   | Flex. Max                       |  | PIED                    | $\phi$ Pied/Cuisse                           | P1-P4                     | P1-P4                   |
| COUDE  | Ext. Max                | Global                          |  | Fréquence des cycles    | P1-P4  | P4-P7                     |                         |
| Réorganisation avec Augmentation de la Variabilité | BASSIN                  | Amp. rotation autour de l'axe X | Réorganisation Sans diminution de la Variabilité           | CHEVILLE                | Ext. Max.                                    | P1-P4                     | -                       |
|  | TRONC                   | Inclinaison max. Avant          |  | CHEVILLE                | Ext. Max. à l'appui                          | P1-P4                     | -                       |
|  | STRN                    | Amp.                            |  | CHEVILLE                | Amp, Flex. Max                               | P1-P4                     | -                       |
| Augmentation de la Variabilité sans Réorganisation | GENOU                   | Amp. Flexion à l'appui          |  | GENOU                   | % de cycles n'ayant pas de flexion à l'appui | P1-P4                     | -                       |
|  | CHEVILLE                | Amp.                            |  | CUISSE                  | Ext. Max                                     | P1-P4                     | -                       |
|  | BASSIN                  | Amp. rotation autour de l'axe Z |  | COUDE                   | Ext. Max                                     | P1-P4                     | -                       |
|  |                         |                                 |  | BASSIN                  | $\phi$ Bassin/Buste autour de l'axe X        | P1-P4                     | -                       |
|  |                         |                                 |  | BASSIN                  | Abaissement maximal                          | P4-P6                     | -                       |
|  |                         |                                 |  | Global                  | Amp. Verticale du Sternum                    | P1-P4                     | -                       |

## DISCUSSION

Nous notons que le comportement adopté par les novices est rapidement modifié suite à la consigne, dès P1 ou entre P1 et P4, pour permettre la réalisation de la tâche. Ce comportement est caractérisé pour partie par une grande variabilité reflétant un état moins stable et donnant la possibilité d'exploration des solutions de coordination. Avec l'apprentissage, cette variabilité du comportement débutant diminue pour certaines phases relatives et pour une variable d'ordre global. Cela peut être interprété comme un passage vers à un état de coordination plus stable. Nous pensons qu'en théorie la réorganisation des composantes peut dépendre de leur nature (distal/proximal, 1D-3D, etc.) ainsi que du poids et de l'interaction des contraintes (consigne, biomécanique, interaction vitesse tapis / pratique). Cependant, les résultats ne montrent pas de direction unique (distal↔proximal) dans la réorganisation des ddl. Ainsi, les articulations distales (coude, cheville) ne subissent pas toutes les mêmes contraintes liées au tapis. Par la suite, nous analyserons plus finement le poids des contraintes sur les différentes composantes afin de mieux comprendre les mécanismes qui sous-tendent l'apprentissage d'une tâche complexe impliquant le corps entier.

## REFERENCES

- Bernstein, N.A. (1967). The co-ordination and regulation of movements. Oxford : Pergamon Press.
- Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M.G.Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: aspects of coordination and control* (pp. 341-360). Dordrecht: Nijhof.

## P12-Focalisation attentionnelle : processus d'apprentissage implicite ?

Carole. Ferrel-Chapus<sup>1</sup> & Sylvie. Martin-Vernazza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Sciences du Sport et du mouvement (EA 2931), Université Paris Ouest Nanterre La Défense  
cferrelc@u-paris10.fr

Ce travail étudie l'impact d'une focalisation attentionnelle sur l'apprentissage implicite afin de déterminer la nature des processus sous-jacents à la focalisation attentionnelle. Un apprentissage sans erreur a été utilisé afin d'induire un apprentissage implicite, puis couplé à des consignes de focalisation attentionnelle. Les résultats montrent que la focalisation attentionnelle dégrade l'apprentissage implicite. Ces résultats suggèrent que les focalisations attentionnelles interfèrent avec l'automatisation des mouvements et sollicitent les processus explicites d'apprentissage.

**Mots-clés :** apprentissage, attention, processus implicite et explicite, automatisation, focalisation attentionnelle.

### INTRODUCTION

La notion d'apprentissage implicite a été définie comme "notre capacité d'apprendre, sans que nous en soyons conscient, des informations de nature complexe, et au fait que la connaissance acquise est elle-même difficilement accessible à la conscience" (Meulemans, 1995). Dans le cadre des activités physiques, Maxwell *et al.* (2001) ont montré que placer l'élève dans une situation où les processus de correction de l'erreur sont peu sollicités induit un apprentissage implicite. Poolton & Zachry (2007) ont également suggéré que des instructions visant à renforcer la focalisation attentionnelle externe pouvait induire un apprentissage implicite. Une focalisation attentionnelle externe survient lorsque les apprenants dirigent leur attention vers une conséquence du mouvement qui soit extérieure à leur corps (cf. Wulf 2007 pour une revue). Cette focalisation induirait un fonctionnement automatique des processus de programmation et de contrôle du mouvement alors qu'une focalisation sur le mouvement lui-même (i.e. focalisation interne) interférerait avec les processus automatiques. Toutefois, les travaux de Poolton *et al.* (2006) suggèrent que toutes les focalisations attentionnelles sollicitent la mémoire de travail et engageraient donc des processus explicites. Le but de cette recherche est de vérifier cette hypothèse en testant les effets d'une focalisation attentionnelle sur l'apprentissage implicite.

### METHODE

44 adultes débutants en golf ont participé à l'expérience. L'objectif de la tâche est de réaliser des putts vers des cibles placées à différentes distances du participant. Après un prétest, les participants sont aléatoirement divisés en 4 groupes qui réalisent 5 blocs de 40 essais d'acquisition dans une des conditions suivantes :

- Sans Erreur - Contrôle : A chaque bloc d'essais, la distance de la cible augmente (40, 80, 120, 160 puis 200 cm). Selon, Maxwell *et al.* (2001), cette situation induit un apprentissage implicite.
- Sans Erreur - Focus Interne : La tâche est identique à celle du groupe Sans Erreur -Contrôle mais durant la réalisation des putts, les sujets ont pour consigne de porter leur attention sur le mouvement de leurs bras. Selon Wulf (2007), cette consigne induit une focalisation interne.
- Sans Erreur - Focus Externe : La tâche est identique à celle du groupe Sans Erreur - Interne mais les sujets ont pour consigne de porter leur attention sur le mouvement du club. Cette consigne induit une focalisation attentionnelle externe (Wulf, 2007)
- Avec Erreur : une procédure semblable à celle utilisée par Maxwell *et al.* (2001) a été utilisée. Elle consiste à réduire progressivement la distance des cibles (de 200 à 40 cm). Cette procédure maximise les erreurs et conduit à un apprentissage explicite.

Après 15 minutes de pause, tous les sujets réalisent 3 post tests de 10 essais chacun:

- un test de rétention (putts vers une cible à 120 cm)
- un test de transfert (putts vers une cible à 3 m)

- un test en situation de double tâche (putts vers une cible à 120 cm).

Le pourcentage de putts réussis est calculé pour chaque test.

## RESULTATS

L'ANOVA indique un effet d'interaction entre le groupe et les tests [cf. figure 2,  $F(18, 216) = 1.19$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2 = .14$ ]. Les résultats confirment l'équivalence initiale des groupes puisqu'aucune différence significative n'apparaît lors du prétest. Lors de l'acquisition, le pourcentage de putts réussis est significativement supérieur dans les groupe Sans Erreur-Contrôle et Sans Erreur – Externe (cf. figure 1). Lors des tests de transfert et en double tâche, les focalisations attentionnelles (interne et externe) dégradent les performances. Ces groupes ne se différencient plus du groupe Avec Erreur.

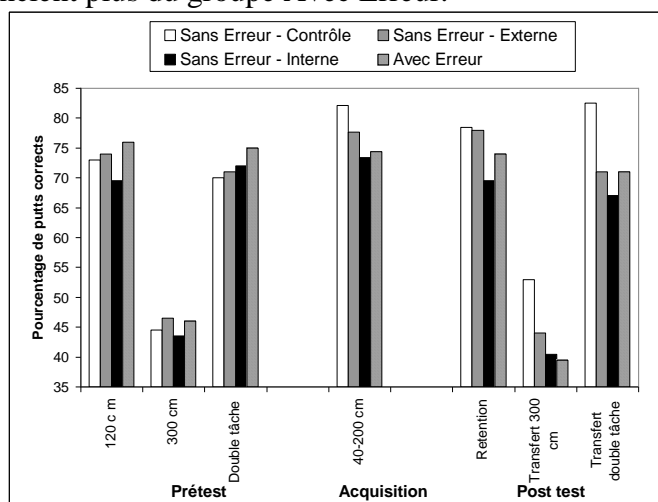


Figure 1 : Pourcentage de putts réussis en fonction du test et des conditions de passation

## DISCUSSION

Le but de ces recherches était d'étudier l'impact d'une focalisation attentionnelle sur l'apprentissage implicite. Les résultats indiquent que lorsqu'on demande aux élèves de porter leur attention sur leur mouvement ou sur celui du club au cours de l'acquisition, les performances aux post tests sont dégradées par rapport à un groupe qui apprend de manière implicite. Ils révèlent donc que la focalisation attentionnelle dégrade l'apprentissage sans erreur. En conclusion, comme le supposaient Poolton *et al.* (2006), la focalisation externe ne peut donc pas être considérée comme sollicitant des processus implicites.

## REFERENCES

- Maxwell, J. P., Masters, R. S., Kerr, E., & Weedon, E. (2001). The implicit benefit of learning without errors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 54(4), 1049-1068.
- Meulemans, T. (1995). *L'apprentissage implicite : Une approche cognitive, neuropsychologique et développementale*. Marseille: SOLAL.
- Poolton, J. M., Maxwell, J. P., Masters, R. S., & Raab, M. (2006). Benefits of an external focus of attention: common coding or conscious processing? *Journal of Sport Sciences*, 24(1), 89-99.
- Poolton, J. M., & Zachry, T. L. (2007). So You Want To Learn Implicitly? Coaching and Learning Through Implicit Motor Learning Techniques. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2(1), 67-78.
- Wulf, G. (2007). *Attention and motor skill learning*. Champaign, IL: Human Kinetics.

P13- Effets de contractions musculaires volontaires et électro-induites fatigantes sur le contrôle postural bipodal

*Vincent Chaubet, Julien Maitre, Thierry Paillard*

Laboratoire Activité Physique, Performance et Santé, Département STAPS, Université de Pau et des Pays de l'Adour, ZA Bastillac Sud, 65000 Tarbes, France. Tel : + 33(0)5 62 56 61 00

[thierry.paillard@univ-pau.fr](mailto:thierry.paillard@univ-pau.fr)

L'objectif était de comparer les effets de la fatigue du quadriceps femoris induits par contraction musculaire volontaire (VOL) et électro-induite (ES) sur le contrôle postural bipodal. Dix-neuf sujets ont été évalués avant (PRE fatigue), immédiatement après (POST fatigue) et 5 minutes après (POST 5 fatigue) un protocole de fatigue sur le plan de la force musculaire (capteurs de force) et du contrôle postural (plate-forme de force). En condition POST, la force musculaire a davantage été altérée par l'exercice ES que par l'exercice VOL, mais le contrôle postural bipodal a été indifféremment perturbé. En condition POST 5, les sujets n'ont pas totalement récupéré leur capacité posturale, ni leur capacité de force musculaire. En conclusion, d'une part, les perturbations posturales ne se distinguaient pas à l'issue des deux exercices en condition bipodale. D'autre part, les vitesses de récupération des capacités posturales et de force musculaire ne diffèrent pas à l'issue des deux exercices.

**Mots clés :** Fatigue musculaire, Contraction musculaire volontaire, Contraction musculaire électro-induite, Contrôle postural bipodal, Récupération

## **INTRODUCTION**

En situation de fatigue musculaire, le contrôle postural monopodal est davantage influencé par la nature des fibres musculaires sollicitées (fibres I vs fibres II) et la nature de la contraction musculaire [volontaire (VOL) vs électrostimulée (ES)] que par l'amplitude de perte de force (Paillard et al., 2010). Par ailleurs, la fatigue induite par des contractions isométriques submaximales des muscles fléchisseurs plantaires, affecte davantage le contrôle postural monopodal que le contrôle postural bipodal (Bisson et al., 2010). Les effets induits par la fatigue musculaire peuvent être compensés en appui bipodal (Caron et al. 2003). Cette compensation, en revanche, semble moins efficace en appui monopodal (Bizid et al., 2009; Paillard et al., 2010). Les objectifs de ce travail ont consisté 1/ à vérifier si les effets de la fatigue du quadriceps femoris diffèrent entre l'exercice VOL et l'exercice ES sur le contrôle postural bipodal, 2/ à comparer la durée de la perturbation du contrôle postural bipodal et de la force musculaire entre les deux exercices.

## **METHODES**

Dix-neuf sujets ( $22,2 \pm 1.7$  ans) ont été évalués avant (PRE fatigue), immédiatement après (POST fatigue) et 5 minutes après (POST 5 fatigue) un protocole de fatigue sur le plan de la force maximale volontaire ou FMV (capteurs de force) et du contrôle postural [plate-forme de force -vitesse de déplacement du centre des pressions (CP)-]. Le protocole de fatigue a consisté à réaliser 130 répétitions (5s-2s) correspondant à 20% de la FMV à travers un exercice VOL et un exercice ES dont le courant électrique était biphasique, symétrique, rectangulaire (450 $\mu$ s, 80Hz) et l'intensité ajustée constamment.

## **RESULTATS**

La figure 1 montre que pour la jambe dominante (JD) et la jambe non dominante (JND), en condition POST et POST 5, la force a diminué ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$  respectivement) par rapport à la condition PRE pour les deux exercices. Entre les conditions POST et POST 5, la force a augmenté ( $p < 0.0001$ ) pour les 2 jambes et pour les deux exercices. La figure 2 montre qu'entre les conditions PRE et POST, la vitesse du CP a augmenté à l'issue des deux exercices ( $p < 0.0001$ ), mais qu'il n'y a pas d'interaction exercice x condition. Elle montre également pour les deux exercices, qu'en condition POST 5, la vitesse du CP n'est pas différente par rapport à la condition POST, mais qu'elle reste différente par rapport à la condition PRE ( $p < 0,0002$ ).

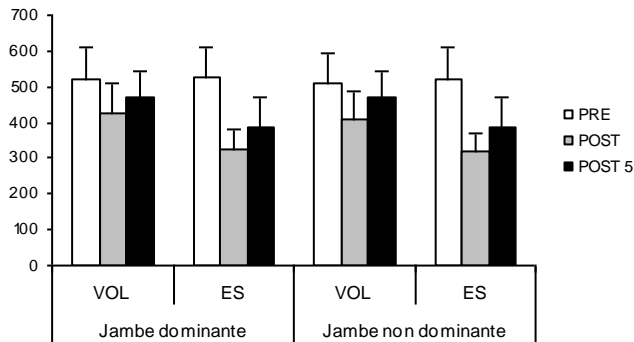


Figure 1 : Valeurs moyennes (SD) de la FMV (N) des deux jambes pour les exercices VOL et ES dans les 3 conditions (PRE, POST et POST 5).

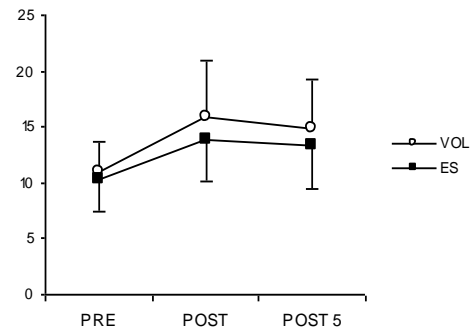


Figure 2 : Valeurs moyenne (SD) de la vitesse de déplacement du CP plantaires (mm/s) pour les exercices VOL et ES dans les 3 conditions.

## DISCUSSION

La force musculaire est certes davantage altérée par l'exercice ES que par l'exercice VOL, mais le contrôle postural bipodal est indifféremment perturbé à l'issue des deux exercices. En condition monopodale, l'exercice VOL dégrade davantage le contrôle postural que l'exercice ES (Paillard et al., 2010) car il sollicite prioritairement les fibres I (vs les fibres II) lesquelles sont particulièrement actives dans la régulation posturale. En revanche, en condition bipodale, ce résultat n'est pas confirmé. La condition bipodale étant plus stable que la condition monopodale, les effets perturbateurs induits par la fatigue musculaire affecteraient moins le contrôle postural en condition bipodale. Ainsi, les perturbations posturales ne se distingueraient pas à l'issue des deux exercices en condition bipodale. Par ailleurs, après 5 min de récupération, les vitesses de récupération des capacités posturales et de force musculaire ne diffèrent pas à l'issue des exercices VOL et ES.

## REFERENCES

- Bisson, J.E., Chopra, S., Azzi, E., Morgan, M., Bilodeau, M. (2010). Acute effects of fatigue of the plantarflexor muscles on different postural tasks. *Gait and Posture*, 32, 482-486.
- Bizid, R., Jully, J.L., Gonzalez, G., François, Y., Dupui, P., Paillard, T. (2009). Effects of fatigue induced by neuromuscular electrical stimulation on postural control. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 60-66.
- Caron, O., (2003). Effects of local fatigue of the lower limbs on postural control and postural stability in standing posture. *Neuroscience Letters*, 340, 83-86.
- Paillard, T., Maitre, J., Chaubet, V., Borel, L. (2010). Stimulated and voluntary fatiguing contractions of quadriceps femoris differently disturb postural control. *Neuroscience Letters*, 477, 48-51.



## P14- Origins of the dangerous posturo-kinetic behaviour in android obesity during a whole body reaching movement

*Jean-Baptiste Mignardot, Isabelle Olivier, Emmanuel Promayon, Vincent Nougier*  
Laboratoire TIMC-IMAG, UMR 5525 UJF-CNRS  
mignardot.jb@gmail.com

To better adapt prevention and/or rehabilitation programs, it is important to accurately analyse the posturo-kinetic disorders in daily life situations and to determine their origin. Twelve severe android obese adults and eight healthy non obese adults performed a reaching task mobilizing the whole body. Movement kinetics and kinematics characteristics were evaluated by use of an optoelectronic system triggered with a force platform. Results showed in obese patients a significant decrease of movement velocity with a strong increase of CoM displacement towards the BoS boundary and an important spatio-temporal desynchronization of the focal and postural components between the descending and ascending movements. The origins of these postural disorders in obese patients seem to result from the combination of biomechanical constraints, physical lifestyle and specific neurophysiological properties.

**Keywords:** whole body reaching; equilibrium; obesity; postural control; functional activity

### **INTRODUCTION**

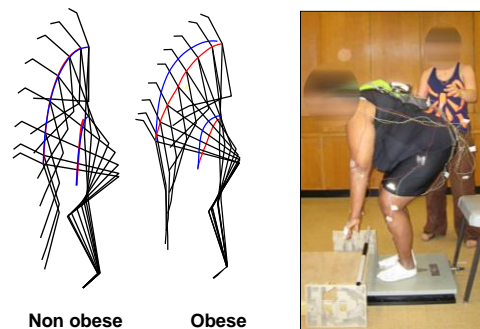
Obese people suffer from postural control disorders and are more subject to falls than their lean counterpart (Mignardot et al., 2010; Menegoni et al., 2009; Hue et al., 2007). From a morphological point of view, obesity is characterized by an excessive fat mass accumulation (Basdevant et al., 2008). The distribution of this additional mass is uneven across the body regions, and in obese android patients it is mainly located on the trunk and particularly in the abdominal area (Chowdhury et al. 1994; Kotani et al., 1994). Thus, for a same body position, changing weight distribution changes de facto the CoM location in obese patients. It is likely that these anthropometric constraints disrupt daily living activities. The present study aimed to evaluate, through the analysis of an everyday life task mobilizing the whole body, to which extent the obese motor behaviour meets their lean counterpart. In a second step, it aimed to identify the role of some biomechanical and cognitive factors underlying their posturo-kinetic behaviour. To better understand the role of biomechanical constraints, we compared the behaviour of non obese participants with and without a simulated obese morphology. To better understand the role of physical lifestyle factor, we compared the behaviour of the most physically active obese patients with their inactive counterpart.

### **METHODS AND PROCEDURES**

Twelve severe android obese adults (age =  $47.1 \pm 16$  years, BMI =  $36.6 \pm 3.3$  Kg/m<sup>2</sup>) and eight healthy non obese adults (age =  $41.6 \pm 14.8$  years, BMI =  $21.4 \pm 2$  Kg/m<sup>2</sup>) performed a reaching task mobilizing the whole body. To further determine the origin of the postural motor behaviour differences, six out of the eight non obese individuals also performed an experimental session with additional constraints (additional mass on the trunk and adjunction of a deformable rigid foam cube, without mass, at the level of the pelvis to reproduce the discomfort felt by a thick fat pad) which simulated obese morphology. Impact of the sedentary lifestyle was also studied by dissociation of the obese group in two sub-groups of physically « active » and « inactive » patients. Movement kinetics and kinematics characteristics were evaluated by use of an optoelectronic system triggered with a force platform. The mechanical equilibrium pattern was evaluated through the centre of mass (CoM) and centre of foot pressure (CoP) displacements within the base of support (BoS).

## RESULTS

Results showed a significant decrease of movement speed execution with obesity ( $\approx$ -23%,  $p < 0.01$ ), with a strong increase of CoM displacement range towards the anterior BoS limits ( $\approx$ +43%,  $p < 0.05$ ). There was also an important spatio-temporal desynchronization of the focal and postural components of the movement between the descending and ascending movements (Figure 1). The morphological discomfort generated by the fat pad disrupting hip flexion combined with the large body mass fraction of the trunk accounted for the decrease of movement velocity in obese patients. It is likely that the large trunk body mass fraction forwarded CoM displacement towards the BoS boundaries and increased the risk of falling. In addition to the biomechanical constraints, a sedentary lifestyle also contributed heavily to slow down ( $p < .005$ ) the movement speed in obese patients.



**Figure 1.** Kinematic of the movement for one non obese and one obese participant, representative of their respective groups. The CoM and shoulder pathway are shown in red for the descending movement and blue for the ascending movement. Note the forwarded CoM displacement toward the BoS boundaries for obese subject and his spatial desynchronization (CoM and Shoulder) between ascending and descending movement. Note also the decrease of hip and knee angular range of motion for obese subject.

## CONCLUSION

The obese patients suffered from a slow movement speed during a task mobilizing the whole body. Associated to this decreased velocity, changes in the kinematics and equilibrium behaviour contributed to increase the risk of balance loss. These disorders appeared to be the result of a combination of biomechanical constraints, of physical activity lifestyle, and of other neurophysiological mechanisms specific to this pathology which must be determined more precisely in future studies.

## REFERENCE

- Basdevant, A. (2008). Obesity: Pathophysiological concepts. *Joint Bone Spine*, 75:665-666.
- Chowdhury, B., Kvist, H., Andersson, B., Bjorntorp, P., Sjostrom, L. (1994). CT-determined changes in adipose tissue distribution during a small weight reduction in obese males. *Int J Obesity Related Metab Disord*, 17:685-691.
- Hue, O., Simoneau, M., Marcotte, J., Berrigan, F., Doré, J., Marceau, P., et al. (2007). Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture*, 26:32-38.
- Kotani, K., Tokunaga, K., Fujioka, S., Kobatake, T., Keno, Y., Yoshida, S., et al. (1994). Sexual dimorphism of age-related changes in whole-body fat distribution in the obese. *Int J Obesity Related Metab Disord*; 18:202-207.
- Menegoni, F., Galli, M., Tacchini, E., Vismara, V., Caviglioli, M., Capodaglio, P. (2009). Gender-specific Effect of Obesity on Balance. *Obesity*, 17:1951-1956.
- Mignardot, JB., Olivier, I., Promayon, E., Nougier, V. (2010). Obesity impact on the attentional cost for controlling posture. *PLoS ONE*, 5(12):e14387.

## P15-Fitts' with a Twist: An Exploration of Scale Effects using a New Experimental Paradigm.

Halla Olafsdottir, Yves Guiard & Simon Perrault  
Laboratoire de traitement et de communication de l'information,  
CNRS, Telecom ParisTech  
46 rue Barrault, 75013 Paris, France  
halla@enst.fr

Fitts' law is well known empirical regularity of human movements that predicts the movement time of a target pointing task from the task's geometrical features,  $D$  and  $W$ . We investigate the role of Scale in a Fitts' type pointing task, where a change in Scale may occur at the level of movement (Motor Scale), perception (Visual Scale) or both. For this experiment we utilize a new experimental paradigm, the Time/Error trade-off paradigm.

**Keywords:** Fitts' law, Scale, Time/Error trade-off paradigm.

### INTRODUCTION

Fitts' law is a classical theme of research within the fields of human movement science and human computer interaction (HCI). The law states that the time it takes a human to point at a target of width  $W$ , located at distance  $D$  is linearly related to the logarithm of their ratios, or more specifically the task's *Index of Difficulty* ( $ID = \log_2(2D/W)$ ). Operationally this means that for every level of  $ID$  in a given task there is a corresponding level of average movement time that is scale invariant. However, in his seminal 1954 paper, Fitts' himself asserted that this was only true "within a range". The limits of this range have though not received much attention in the Fitts' law literature.

The goal of our ongoing project is to investigate the effects of scale in a Fitts' type pointing task. We decided to decompose scale into visual and motor and vary one, both or neither of them in a series of four experiments. Alongside this work we have developed a new experimental paradigm for Fitts' law experimentation, the Time/Error trade-off paradigm (Guiard et al. in press). The paradigm, which originates from resource allocation theory, operates under the basic assumption of a min-min trade-off between average movement time ( $\mu_T$ ) and relative variable error ( $RVE = \sigma_A/\mu_A$ ). Rather than specifying target distance and tolerance  $W$  while asking participants to minimize movement time, we only specify  $D$  and manipulate the balance between time-minimizing effort and error-minimizing effort using a set of 5 instructions. We hypothesize that we will discover an optimal level of scale that may be different for the motor and visual components. Understanding how the principles of aimed pointing performance change alongside scale may, for example, be useful when designing interfaces of small devices such as mobile phones.

### METHODS

In all four experiments we use a Wacom Intuos3 digitizing tablet, connected to a PC. A stylus is used to interact with the tablet and instantaneous feedback of its position is displayed on a screen with a black crosshair cursor. The screen also shows the experimental tasks, with two red lines that indicate the start position and the target. The task is not shown on the tablet and participants are instructed to perform the task by looking at the screen, not the tablet.

For each experimental condition, participants perform either 2 (5 in exp.1) blocks of 15 discrete sliding movements on the tablet. The independent variables are Instruction and Scale. In all four experiments we use the same set of five instructions: 1) max speed, 2) speed emphasis, 3) speed/accuracy balance 4) accuracy emphasis and 5) max accuracy. The scale condition is different for all four experiments.

We split scale into motor (movement on tablet) and visual (movement on screen) and manipulate it by 1) changing the distance between the two targets (150 mm, 75 mm, 37.5 mm, 18.75 mm and 9.375 mm) and 2) by changing the control-display gain. CD gain describes how the amplitude of a movement performed on the tablet is mapped onto the screen ( $CD\ gain = \frac{Tablet}{Screen} = \frac{1}{1}$  when 1mm on tablet equals to 1 mm on screen).

In experiment 1, both motor and visual scales were held constant ( $CD = 1$ ) and so was the task, at 150 mm. In experiment 2, motor scale was held constant while visual scale changed. Thus, participants had every time to perform a 150 mm movement on the tablet, while the size of the task on the screen varied ( $CD \text{ gain} = \frac{150}{150}, \frac{150}{75}, \frac{150}{37.5}, \frac{150}{18.75}, \frac{150}{9.375}$ ). In experiment 3, the roles will be reversed, that is, the task displayed on the screen is fixed at 150 mm while participants will have to perform varying sizes of movements to complete it ( $CD \text{ gain} = \frac{150}{150}, \frac{75}{150}, \frac{37.5}{150}, \frac{18.75}{150}, \frac{9.375}{150}$ ). In experiment 4,  $CD$  gain will be constant but the size of the task will be varied.

Now, we have completed experiments 1 and 2. Data from experiment 4 is being processed and experiment 3 is underway.

## RESULTS

In experiment 1, we saw that movement time increased almost linearly as the emphasis on accuracy increased while the decrease in relative variable error, RVE, was non-linear (far right symbols, Figure 1). We received close to identical results in the  $\frac{150}{150}$  scale condition of exp. 2 as exp. 1 and the same general order in all other scale conditions, indicating that participants were in all cases able to conform to the speed-accuracy instructions. Participants were in general faster in the smallest scale condition than in the larger but at the cost of a larger relative variable error.

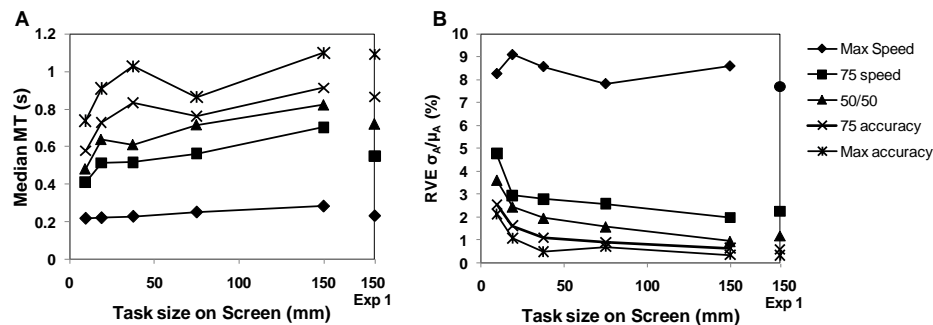


Figure 1: A. Median movement time and B. average relative variable error as a function of the size of the task on the screen for the five types of instructions in experiments 1 (far right symbols) and 2

Using the data of experiment 1 we calculated for each participant the *convex hull* (hypothetical optimal performance) of their minimization effort and discovered that while participants deployed different strategies of resource allocation, a coefficient indicating the size of their resource-pool remained constant. These results provide support to the resource-allocation approach to Fitts' law and the utility of the Time/Error trade-off paradigm.

## CONCLUSION

Currently we have concluded experiment 1 and 2. We are currently analyzing the data of experiment 4 while experiment 3 is pending. While results are rather incomplete at the moment we are certain that the data collected in all four experiments will yield us a complete picture of the effects of scale in Fitts' law research as well as serve as a test for the usability of the Time/Error trade-off paradigm.

## BIBLIOGRAPHY

Fitts, P.M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology* 47, 381-391.  
 Guiard, Y., Olafsdottir, HB. & Perrault, ST. (2011) Fitts Law as an Explicit Time/Error trade off. *Proceedings of CHI 2011, ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. Sheridan Press.

## P16- Musical preference for an optimal acquisition of rhythm and fluidity

Y.Delevoye-Turrell,<sup>1</sup> M.Dione<sup>1</sup>, M. Lardeur,<sup>2</sup> N. Bouche<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>URECA, Université Lille Nord de France  
<sup>2</sup> Oxlane Research  
yvonne.delevoye@univ-lille3.fr

Abstract (9lines): The Wii-mote was used to implement a positive reinforcement procedure to help naïve adults (N=30) to learn to produce two difficult spatial-timing aiming tasks. For the first, subjects were to produce a ballistic aiming task towards visual targets that were sequentially and briefly presented (100 ms). For the second task, subjects were to produce a slow and fluid movement to trace the contour of a visual infinite shape. Results demonstrated that subjects learning in the music condition (N=15) reached higher accuracy and stability in performance levels than those learning without music. The geometrical kinematic pattern was also better preserved in the music group when testing retention performances in a post-test session. These results confirm the power of music for the pleasure of learning and suggest that better encoding of space-time relationships may be provided in more pleasurable environments.

**Key words** : motor control, music, reinforcement learning, variability, and coordination

### INTRODUCTION

Research in motor learning has a long and substantial history. Since the 1960's under the influence of cognitive psychology, theoretical emphasis has been clearly towards an information model of human behaviour in which feedback is the central experimental variable. Feedback is most often defined as the error detected in a comparison between a response and a standard, and feedback becomes input to modify the next response. The drawback from the use of feedback for motor control is that it requires a certain degree of explicit control, which in many cases can hinder the automatic organization of action. Furthermore, feedback is given on performance outcome, but the system must figure out *how* to implement change for performance increase. For these reasons, the Hullian drive-reduction reinforcement model (Skinner, 1969) may be more adequate for complex motor learning.

Operant conditioning is a method that is based on the principle of reinforcing only what is "good". It is thus the appearance of a target behaviour that is rewarded. Classically, subjects are not told what the target behaviour is; by varying response output the learner discovers the best strategy and response to emit. A real-time coupling between behaviour output and reinforcement emitting is thus the key to an optimized shaping procedure. In addition to encouraging non-verbal implicit learning, another central benefit of reinforcement learning is the question of motivation (Bilodeau & Bilodeau, 1969). Indeed, as learners are only reinforced on successful trials, the question of how to do it is not a matter of debate: subjects learn simply to repeat what was correctly produced. Through positive reinforcement, motivated pleasure emerges when frequency of appearance of the positive signal increases.

Following the hypothesis that motivation is "feedback in action" (Annett, 1969), we adapted the use of the Wiimote to shape individuals to use a specific kinematic pattern in a visuo-motor aiming task, by providing real-time reinforcement signals for successful trials. Various music extracts were proposed and subjects selected the extract that was to be used as the positive reinforcer for the shaping procedure. The main hypothesis of this study was that the presence of a preferred music would increase both motivations to learn, speed of learning and performance outcome (accuracy and stability).

### METHOD

30 healthy adults participated in a 2-hour experimental session. They were assigned to either a group receiving musical reinforcement (MUSIC) or a group that performed with neutral reinforcement (BIP). All subjects performed the two experimental conditions. In the DISCRET condition, the task was to produce rapid and precise aiming movements to 7 targets that reconstructed an *infinity* shape (see fig.1-left). In the FLUENT condition, the task was to

produce a smooth and slow movement around the *infinity* shape without stopping at any one point (see fig.1-right). For each condition, subjects performed a pre-test (20 cycles without reinforcer), a test (120 cycles with MUSIC or BIP), and a post-test (20 cycles without reinforcer). Subjects selected the music, at the start of the session, by picking the preferred piece out of a play list of 10.

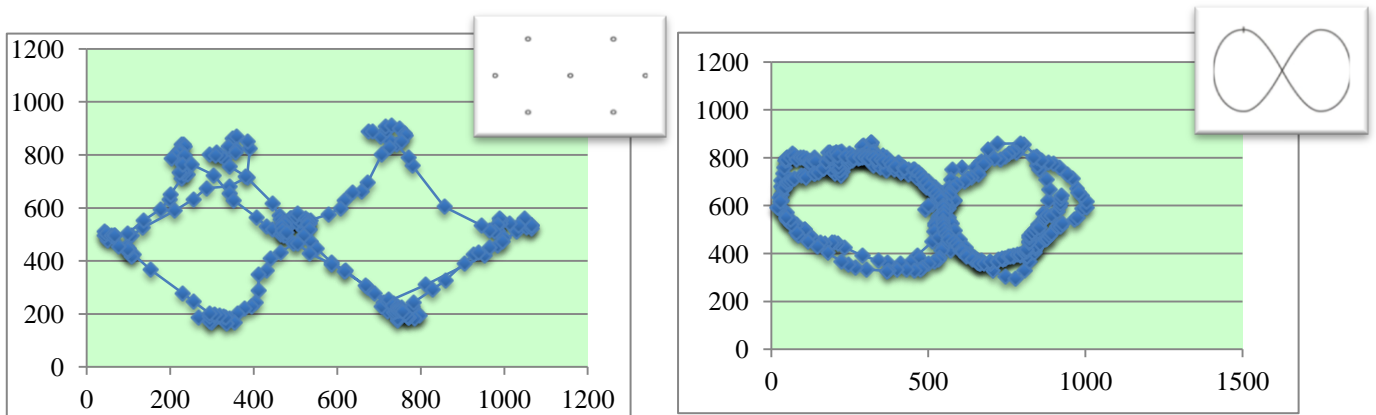


Fig.1 : Example from a subject with music, in the DISCRET (left) and in the FLUENT (right) conditions.

## RESULTS

For each cycle, space and time errors were measured. Preliminary results suggest that all subjects improved space accuracy. For the BIP group, participants gained 1.9 pixels between pre and post-test; for the MUSIC group, 2.7 pixels were gained. Change in performance levels were also observed for time accuracy. Time error variability decreased for both groups in a similar matter. However, the BIP group maintained a reactive type of motor planning being systematically late to target appearance (- 20ms) whereas the MUSIC group adopted a predictive type of control being systematically in advance to target appearance (+120ms). The analysis of space coordination in X and Y axes further revealed that the subjects in the MUSIC group maintained better the general shape of the relative distances between the targets than those subjects in the BIP group. Finally, a majority of the participants in the MUSIC group referred to the session as being long but enjoyable; most of the participants in the BIP group reported being tired and discouraged because the task was too difficult. This subjective experience was objectively quantified with a significantly greater index of difficulty for the BIP group than the MUSIC group.

## DISCUSSION

In the present study, we used the Wiimote to provide real-time positive reinforcement to subjects in order to favour the emergence of a novel motor behaviour. Our results suggest a beneficial effect of operant conditioning through music for a faster acquisition and stabilization of a complex task that requires precise kinematic control both in time and space. Most importantly it demonstrates the power of reinforcement learning for the emergence of pleasure, even for a very repetitive and constraining motor task.

## REFERENCES

- Annett, J. (1969). *Feedback and human behavior*. Baltimore, MD: Penguin.  
 Bilodeau, E. A., & Bilodeau, I. McD. (1969). *Principles of skill acquisition*. New York, NY: Academic.  
 Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.

## ***Physiologie***

## P17- Review of the stretching effects on prevention of injuries and strength

Fernando Aguilar Alemany, Jerome Koral & Alberto Pardo Ibañez

Laboratoire Expertise et Performance, CAFD, Université Catholique de Valencia

[feraa@alumnos.ucv.es](mailto:feraa@alumnos.ucv.es)

We realized a systematical review of scientific literature on the effects of the stretching methods in sport. Method: Articles were researched in Scopus and Pubmed databases using MesH and textwords. All articles related to stretching and performance, prevention, strength were reviewed, eliminating those that did not fulfil the inclusion criteria established and those that were not pertinent for the study. After this process, the number of selected articles was 118 references (01/1980 – 12/2010). Results: Literature shows that static stretching realized before the physical activity do not prevent the risk of injuries. Moreover numerous studies indicate that static stretching negatively affects the performance by reducing the explosive strength capacity. Nevertheless the dynamic stretching does not seem to be negative and could even improve the capacity of strength production. Regular programs of stretching could positively affect the performance in sport.

**Keywords:** Stretching, Performance, Recovery, Injury, Prevention

### INTRODUCTION

To stretch is a common practice in sport. Sports professionals traditionally recommended stretching exercises to develop flexibility, to prevent injuries and to improve performances. The purpose of this review was to clarify some points about the effects that stretching methods have on injuries and performances in sport.

### PROTOCOL

**Criteria of inclusion and exclusion:** In order to identify articles and to include them in our review the following criteria was set: articles must be published in journals with revision by pairs. Studies have to indicate the criteria of inclusion of the population, the method of work of flexibility and the duration of the study. The present review includes data from January 1980 to December 2010.

**Strategy research:** was realised through Scopus and Pubmed databases using MeSH and textwords for English-language: exercise, sport, flexibility, stretching, injuries, strength, prevention and warm-up.

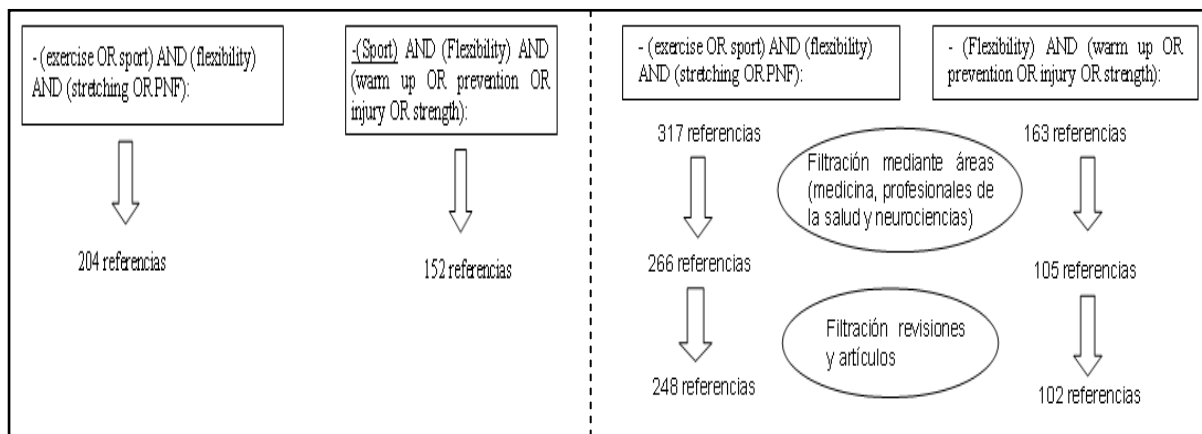


Fig 1: Strategies research A) Pubmed B) Scopus

After reviewing all the references obtained in the two data bases, the total number of articles was of 118 (fig 1). Additional references were reviewed from the bibliographies and from citation searches on key articles like books (Wiemann and Klee, 2010) and thesis.

### MAIN RESULTS

**Prevention of injuries:** the inclusion of the static stretching during warm-up to prevent injuries is not justified for different reasons. They reduce the blood circulation (Ylinen, 2009) and increase to the risk of injury by producing an analgesic effect that could hide the pain. In



addition, they increase compliancy of the muscle causing a reduction in the capacity to absorb energy (Shier, 2007). Moreover, regular stretching programs do not reduce the percentage of total injuries. Nevertheless if the injuries are classified according to the kind of tissue, then regular stretching programs seem to reduce the muscular-skeletal injuries (Amako et al., 2003).

Strength, Immediate effects: static stretching before physical activity could produce a reduction of the strength and the muscular resistance (Nelson et al., 2005). The possible causes of this reduction can be explained by the long and intense static stretching which 1) produces muscular damage, 2) increases compliancy of the muscle and 3) produces a neural inhibition (Shier, 2004). On the other hand, the dynamic stretching increases the muscular temperature, reason why it could support the strength production (Manoel et al., 2008)

Strength, effects of the regular programs of stretching: They positively influence the strength performances for different reasons (Kokkonen et al., 2007), induction of muscular hypertrophy (Shier, 2004) and enhancement of the reusability of the elastic energy (Kubo et al., 2002)

Gain of range of movement (ROM): stretching methods are effective to increase the ROM. Studies do not allow determining with reliability what method of stretching has more beneficial effects than the others (Ylinen, 2009). Several authors affirm that the increase of ROM is due to a higher tolerance to the pain (Fasen et al., 2009; Shier, 2004).

## CONCLUSION

On one hand, the scientific evidence does not support the inclusion of the methods of stretching in the warm-up if the aim is reducing the number of injuries. Moreover, static stretching before the physical activity has mainly an immediate negative effect on strength production. On the other hand, it is probable that regular stretching programs could reduce the injury risk during the physical activity and could improve performances in the different manifestations of the strength. Finally, recent studies argue the most consistent theory to explain the ROM gain is the increase of the pain tolerance.

## REFERENCES

- Amako M., Oda T., Masuoka K., Yokoi H., Campisi P. (2003). Effect of static stretching on prevention of injuries for military recruits. *Mil Med*, 168(6), 442-446.
- Fasen JM., O'Connor AM., Schwartz SL., Watson JO., Plataras CT., Garvan CW., Bulcao C., Johnson SC., Akuthota V. (2009). A Randomized Controlled Trial of Hamstring Stretching: Comparison of Four Techniques. *J Strength Cond Res*, 23(2), 660-7.
- Klee A., Wiemann K. (2010). *Movilidad y flexibilidad. Método práctico de estiramiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Kokkonen J., Nelson AG., Eldredge C., Winchester JB. (2007). Chronic static stretching improves exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*, 39(10), 1825-31.
- Kubo K., Kanehisa H., Fukunaga T. (2002). Effects of resistance and stretching training programmes on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Physiol*, 1, 538, 219-226.
- Manoel ME., Harris-Love MO., Danoff JV., Miller TA. (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *J Strength Cond Res*, 22(5), 1528-1534.
- Nelson AG., Kokkonen J., Arnall DA. (2005). Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 338-343.
- Shrier I. (2007). Does stretching help prevent injuries? In: MacAuley, D. Best, T. (Eds.), *Evidence-Based Sports Medicine* (pp. 36-58). London: BMJ Publishing group.
- Shrier I. (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J Sport Med*, 14(5), 267-73.
- Ylinen J. (2009). *Estiramientos terapéuticos en el deporte y en las terapias manuales*. Barcelona: Masson.

P18-Comparison of 2 field tests and a non-exercise test model to estimate  $\dot{V}O_{2max}$  in the elderly: effect of two training programs.

Cédric Albinet<sup>1</sup>, Nathalie Boisseau<sup>2</sup>, Romain Boisseleau<sup>1</sup>, & Michel Audiffren<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CeRCA (CNRS), Faculté des Sciences du Sport, Université de Poitiers, France

<sup>2</sup>Laboratoire Interuniversitaire de Biologie des APS, Université Blaise Pascal, France

[cedric.albinet@univ-poitiers.fr](mailto:cedric.albinet@univ-poitiers.fr)

An interventional study compared  $\dot{V}O_{2max}$  values estimated by 3 different submaximal or non-exercise model in older adults before and after two 5-month-training programs or a resting control period. Although the self-paced step test overestimated  $\dot{V}O_{2max}$  by comparison to the 1-mile Rockport walk test and the non-exercise test model, it was the only to correctly discriminate gains in cardiorespiratory fitness between the 3 groups.

**Key words:** Cardiorespiratory fitness, Submaximal field test, Aerobic training, Elderly.

## INTRODUCTION

Cardiorespiratory fitness (CF), often measured by maximal oxygen uptake ( $\dot{V}O_{2max}$ ), is a marker of cardiovascular and general health, and is related to all-cause mortality and autonomy in the older population (ACSM, 2010). To assess  $\dot{V}O_{2max}$  in the elderly for epidemiological or interventional studies, maximal exercise testing in laboratory is not always feasible (see ACSM, 2010) and for this reason, submaximal field tests have been developed. The objective of the present study was to compare estimated  $\dot{V}O_{2max}$  from two field tests: the Rockport 1-mile walking test (Kline et al., 1987) and the self-paced step test (Petrella et al., 1998), and one non-exercise test model (Jurca et al., 2005) and to examine the sensibility of the 2 field tests to detect  $\dot{V}O_{2max}$  changes following two different exercise training programs in men and women aged 65 and older.

## METHODS

*Participants:* Twenty-six (20 women, 6 men) sedentary older adults ( $71 \pm 6$  years), free of any cardiovascular or neurological disease and not taking any cardioactive medication were randomly assigned to an aerobic program (Aerobic), a stretching program (Stretching) or a resting control group (Control) for 5 months.

*Measurement of  $\dot{V}O_{2max}$ :* Before incorporating their group (pre-test), all the participants'  $\dot{V}O_{2max}$  was estimated by the self-paced step test (ST, Petrella et al., 1998), the Rockport 1-mile walking test (RW, Kline et al., 1987) and Jurca et al.'s non-exercise test model (NE, 2005), on a one-week period. The participants only performed again the 2 field tests after 11 weeks (post-test 1) and at the end of the programs (post-test 2), because the NE model was not designed to detect changes in a short period of time. Using age, weight, heart rate, gender, height, time to complete the field tests and physical activity score permitted to derive estimated  $\dot{V}O_{2max}$  from the appropriate regression equations.

*Exercise training programs:* The participants enrolled in the exercise training programs met three times a week (1 hour per session) for 23 consecutive weeks. The focus of the aerobic training program was to enhance CF. The intensity level was individualized at 60% of individual heart rate reserve (HRR). The focus of the stretching training program was to enhance flexibility, balance, and coordination, with intensity levels set under 40% of individual HRR.

*Statistical analyses:* A Cronbach alpha was calculated to assess internal consistency between the 3 different measures of  $\dot{V}O_{2max}$  at pre-test. Bland-Altman plots were also used to evaluate bias between pairs of measurements. Subsequently, a 3 X 2 X 3 ANOVA with Group (Aerobic, Stretching, Control) as a between subject factor and Measurement (ST vs. RW) and Time (pre-test, post-test1, post-test2) as within subject factors with repeated measures was performed on the estimated  $\dot{V}O_{2max}$  scores.

## RESULTS

*Comparison of the 3 models at baseline:* The Cronbach  $\alpha$  was equal to .933 indicating a very good reliability between the 3 models (all the bivariate correlations ranged from  $r = .80$  to  $r = .85$ ). Although there was no difference between the 3 groups at baseline,  $\dot{V} O_{2max}$  estimated by the ST ( $25.5 \pm 5.4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) was significantly ( $p < .0001$ ) higher than the one estimated by the RW test ( $20.1 \pm 6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) and the NE model ( $19.5 \pm 5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), which were not different.

*Training programs effects on  $\dot{V} O_{2max}$ :* The significant Group X Measurement X Time interaction ( $p < .05$ ) indicated that the 2 field tests differed in their sensibility to detect  $\dot{V} O_{2max}$  changes in the 3 groups. As shown in Table 1, for the RW test,  $\dot{V} O_{2max}$  increased significantly from pre-test to post-test 1 and post-test 2 in the 3 groups (all  $ps < .05$ ). However, for the ST, only the Aerobic group significantly improved  $\dot{V} O_{2max}$  from pre-test to post-test2 ( $p < .05$ ).

Table 1. Means (M) and Standard Deviations (SD) of estimated  $\dot{V} O_{2max}$  ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) from the 2 field tests for the 3 groups at 3 different times.

|            |    | Step Test |            |                   | Rockport Walking test |                   |                   |
|------------|----|-----------|------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
|            |    | Pre-test  | Post-test1 | Post-test2        | Pre-test              | Post-test1        | Post-test2        |
| Aerobic    | M  | 27,2      | 28,0       | 29,7 <sup>a</sup> | 21,1                  | 25,0 <sup>a</sup> | 25,4 <sup>a</sup> |
|            | SD | 5,0       | 5,5        | 3,7               | 5,4                   | 5,3               | 5,5               |
| Stretching | M  | 25,1      | 25,0       | 24,9              | 21,7                  | 23,1 <sup>a</sup> | 23,9 <sup>a</sup> |
|            | SD | 6,4       | 6,5        | 6,2               | 5,9                   | 6,6               | 6,2               |
| Control    | M  | 24,5      | 25,4       | 24,4              | 18,6                  | 20,4 <sup>a</sup> | 22,2 <sup>a</sup> |
|            | SD | 5,4       | 5,6        | 6,1               | 6,6                   | 8,2               | 7,3               |

<sup>a</sup> significantly ( $p < .05$ ) different from pre-test.

## DISCUSSION

Although we did not have a direct  $\dot{V} O_{2max}$  measurement from a maximal test using spirometry in laboratory, we can speculate that the ST may overestimate  $\dot{V} O_{2max}$  in comparison to the other models. The RW test and the NE model provided values closer than the ones reported for sedentary elderly people from the literature (Shvartz & Reibold, 1990, but see ACSM, 2010 for other norms). However, the RW test, although frequently used in interventional studies, seem sensitive to learning effects. It detected an increase in  $\dot{V} O_{2max}$  even for people who remained sedentary. Moreover, this field test was unable to discriminate improvement differences between the 3 groups. On the other side, the ST was able to find differences between the 3 groups and reported significant gains in  $\dot{V} O_{2max}$  only for the Aerobic group after a sufficient long training period, as expected. Caution has to be taken concerning the generalization of our results due to the small sample size and the great proportion of women. More work is still needed to clearly establish what kind of  $\dot{V} O_{2max}$  estimation test is valuable for epidemiological or interventional studies involving older adults.

## REFERENCES

- ACSM (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (8<sup>th</sup> ed.)*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- Jurca, R., Jackson, A.S., LaMonte, M.J. et al. (2005). Assessing cardiorespiratory fitness without performing exercise testing. *American Journal of Preventive Medicine*, 29(3), 185-193.
- Kline, G.M., Porcari, J.P., Hintermeister, R. et al. (1987). Estimating  $\dot{V} O_{2max}$  from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(3), 253-259.
- Petrella, R.J., Koval, J.J., Cunningham, D.A. et al. (1998). Predicting  $VO_{2max}$  in community dwelling seniors using a self-paced step test. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(5), 76.
- Shvartz, E. & Reibold, R.C. (1990). Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years old: a review. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 61, 3-11.

P19-Time spent at high level of maximal oxygen uptake during two models of intermittent exercise (15s-15s vs. 30s-30s) in highly endurance trained athletes.

*Abderraouf Ben Abderrahman<sup>1,2</sup>, Jacques Prioux<sup>2,3</sup>, Maité Loschetter<sup>2</sup>, Lotfi Bouguerra<sup>1</sup>, Omar Ben Ounis<sup>1,2</sup>, Maha Sallami<sup>2</sup> & Hassane Zouhal<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Institut Supérieur du Sport et de l'Éducation Physique, Université de la Manouba, Tunisie. <sup>2</sup> Laboratoire M2S, UFR APS, Université Rennes 2– ENS Cachan, Rennes, France. <sup>3</sup> Ecole Normale Supérieure (ENS) de Cachan - Antenne de Bretagne, France.

[benabderrahmanabderraouf@yahoo.fr](mailto:benabderrahmanabderraouf@yahoo.fr)

The aim of this study was to analyze the effects of intermittent exercise model (15s-15s/30s-30s) on time spent at high percentage of  $\text{VO}_2\text{max}$  ( $t_{95} \text{VO}_2\text{max}$  and  $t_{90} \text{VO}_2\text{max}$ ) during an intensive and short intermittent session. Ten endurance trained male athletes performed three track running tests: a maximal graded test to determine their  $\text{VO}_2\text{max}$  and their maximal aerobic velocity (MAV) and two randomized intermittent exercises (two series of 10 min) during which measurement of gas exchange values was performed: one consisting of repeated 30s run at MAV alternated with 30s active recovery at 50%MAV (IE30) and another alternating 15s runs and 15s recovery (IE15) at the same intensity than during IE30. MAV and  $\text{VO}_2\text{max}$  were respectively  $20.6 \pm 0.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  and  $68 \pm 6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Blood lactate concentration was significantly higher during IE30 ( $12.3 \text{ vs. } 8.2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ).  $t_{90} \text{VO}_2\text{max}$  and  $t_{95} \text{VO}_2\text{max}$  did not differ significantly according to the type of exercise, even if they were slightly higher during IE15 ( $546 \text{ vs. } 487 \text{ s}$  and  $325 \text{ vs. } 263 \text{ s}$ ).  $\text{VO}_2$  remains more constant during IE15 than during IE30. Hence, during recoveries,  $\text{VO}_2$  decreases more during IE30 than during IE15. Moreover, the quantity of oxygen consumed during these two exercises did not differ significantly ( $13915 \pm 1241 \text{ vs. } 13699 \pm 1205 \text{ ml}$  respectively for IE15 and IE30). Consequently, for a same workload, IE15 and IE30 seem to be similar to stimulate aerobic metabolism and to develop  $\text{VO}_2\text{max}$  in highly trained athletes.

**Keywords:** Interval-Training, Oxygen uptake, Aerobic Performance, Athletics.

## INTRODUCTION

Maximal oxygen uptake ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) is generally used to assess the aerobic training effects. To develop  $\text{VO}_2\text{max}$ , it is recommended to solicit  $\text{VO}_2\text{max}$  or a high percentage of  $\text{VO}_2\text{max}$  (Wenger and Bell, 1986; Billat et al., 2000; Midgley and Mc Naughton, 2006; Thevenet et al., 2007) and to maintain this intensity (Wenger and Bell, 1986; Tabata et al., 1996; Tardieu-Berger et al., 2004). Midgley and McNaughton (2006) suggested that for high intermittent exercises to allow an optimal enhancement of  $\text{VO}_2\text{max}$ , the exercise and recovery duration should be between 15s and 30s. The 15s-15s intermittent exercise is often used in team sports (soccer, rugby...) and the 30s-30s model is more specific to athletics. However, to the best of our knowledge there is no data concerning the efficiency of these two models of intermittent exercises.

## AIM OF THE STUDY

Consequently, the aim of this study was to analyze the effects of intermittent exercise models (15s-15s/30s-30s) on time spent at a high percentage of  $\text{VO}_2\text{max}$  ( $t_{95}\text{VO}_2\text{max}$  and  $t_{90}\text{VO}_2\text{max}$ ) during a single short intermittent session. We hypothesized that, as the duration of exercise is higher during the 30s-30s, the time spent at high percentage of  $\text{VO}_2\text{max}$  will be higher during this model than during the 15s-15s one.

## EXPERIMENTAL DESIGN

Ten national endurance trained male athletes ( $25.3 \pm 3.6$  years;  $177.2 \pm 6$  cm;  $64.2 \pm 7.4$  kg;  $7.8 \pm 2.0$  % of fat mass) gave their written consent to participate to this study. They performed three field tests: a maximal graded test until exhaustion to determine their  $\text{VO}_2\text{max}$  ( $68 \pm 6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) and their maximal aerobic velocity (MAV;  $20.6 \pm 0.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), and two randomized intermittent exercises (two series of 10 min): one consisting of repeated 30s run at MAV alternated with 30s active recovery at 50%MAV (IE30) and another alternating 15s runs and 15s recovery (IE15) at the same intensity than during IE30. During the three tests respiratory gas exchange was measured breath-by-breath using a portable telemetric system (Cosmed K4b<sup>2</sup>). Times spent above high level of  $\text{VO}_2$  were determined from the  $\text{VO}_2$  values

higher or equal to respectively 95% ( $t_{95\%VO_{2max}}$ ) and 90% of  $VO_{2max}$  ( $t_{90\%VO_{2max}}$ ). Blood lactate concentration was determined at rest, at the end of the warm-up (during IE exercises) and 3 min after the end of each series.

## RESULTS

Heart rate values measured during IE15 and IE30 were not statistically different.  $t_{95VO_{2max}}$  and  $t_{90VO_{2max}}$  were higher during IE15 than during IE30 (546 vs. 487 s and 325 vs. 263 s, respectively) but did not differ significantly.  $VO_2$  remains more constant during IE15 than during IE30. Hence, during recoveries,  $VO_2$  decreases more during IE30 than during IE15. Moreover, the quantity of oxygen consumed during these two exercises did not differ significantly ( $13915 \pm 1241$  vs.  $13699 \pm 1205$  ml respectively for IE15 and IE30). Blood lactate concentration was significantly higher during IE30 ( $12.3$  vs.  $8.2$  mmol.L<sup>-1</sup>).

## CONCLUSION

In conclusion,  $t_{95VO_{2max}}$  and  $t_{90VO_{2max}}$  are greater during IE15 but the differences are not statistically significant. Nevertheless, for a same workload, IE15 and IE30 seem to be similar to stimulate aerobic metabolism and to develop  $VO_{2max}$  in highly trained athletes.

## REFERENCES

- Billat, V.L. et al. Eur J Appl Physiol 81: 188-196, 2000.  
Midgley, A.W., McNaughton, L.R. J Sports Med Phys fitness. 46:1-14, 2006.  
Tabata, I. et al. Med Sci Sports Exerc. 28:1327-1330, 1996.  
Tardieu-Berger, M. et al. Eur J Appl Physiol. 93: 145-152, 2004.  
Thevenet, D. et al. Eur J Appl Physiol. 99:133-142. 2007.  
Wenger, H.A., Bell, G.J. Sports Med. 3(5):346-5, 1986.

P20-Dynamique des réponses de  $VO_2$  lors d'un 100m nage libre, réalisé dans des conditions de compétition

Olivier Bernard, Chadi Jalab, Carina Enea, Nathalie Delpech  
LAPHAP (EA 3813), Faculté des Sciences du Sport, Université de Poitiers  
[olivier.bernard@univ-poitiers.fr](mailto:olivier.bernard@univ-poitiers.fr)

L'objectif de cette étude est d'appréhender la cinétique de  $VO_2$  d'un 100-m nage libre, en condition de compétition. **Sujets** : Onze nageurs entraînés. **Protocole** : deux sessions en bassin de 25-m.  $VO_{2max}$  est déterminé lors d'un 400 m nage libre chronométré.  $VO_2$  est mesuré avant et juste après (rétro-extrapolation) quatre épreuves (100m, 25m, 50m, 75m nage libre) réitérant les mêmes temps intermédiaires. Le 100-m nage libre est couru à allure de compétition. Les valeurs de  $VO_2$  mesurées à 25m, 50m, 75m et 100m permettent de reconstruire la cinétique de  $VO_2$  d'une épreuve de 100-m. **Résultats** :  $VO_2$  augmente rapidement jusqu'au 50<sup>ème</sup> mètre ( $VO_2 \approx 94\% VO_{2max}$ ), atteint 100 %  $VO_{2max}$  au 75<sup>ème</sup> mètre puis chute de 7% sur le dernier 25-m. Les  $VO_2$  mesurés à chaque distance proposent des valeurs plus élevées que dans les précédentes études.

**Keywords** : 100 m nage libre, compétition, mesure de  $VO_2$ , cinétique de  $VO_2$ ,  $VO_{2max}$

## INTRODUCTION

La performance sur 100m nage libre dépend de l'efficacité énergétique de la locomotion, mais aussi de la puissance délivrée par les métabolismes énergétiques (Capelli et al. 1998). En raison des difficultés méthodologiques rencontrées en milieu aquatique, la mesure directe de  $VO_2$  n'a jamais pu être réalisée en conditions strictes de compétition (départ plongé, virage « culbute », et respect de l'évolution des vitesses de compétition). Soit les échanges gazeux ventilatoires étaient analysés grâce à un masque naso-buccal connecté à un système de valves et de tubas (Rodríguez et al. 2003), lequel empêche le plongeur et les virages « culbute », et impose une vitesse de nage plus constante qu'au cours d'une épreuve de compétition. Soit la cinétique de  $VO_2$  était simulée à l'aide d'une fonction mono-exponentielle (Capelli et al. 1998), ce qui permet au nageur d'adopter une technique et une stratégie conformes aux conditions de compétition ; cependant, la simulation de la cinétique de  $VO_2$  ne traduit pas forcément la réalité d'une épreuve de compétition imposant généralement un départ rapide et une chute progressive de la vitesse jusqu'à la ligne d'arrivée (Hanon et al. 2010).

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est d'appréhender la cinétique de  $VO_2$  lors d'une performance sur 100m nage libre respectant strictement les éléments techniques (plongeur de départ, phases de coulée, virages « culbute ») et l'allure de compétition. Cet objectif nécessite l'utilisation d'une méthodologie originale qui libère le nageur de tout appareillage pendant l'épreuve : la description de la dynamique de  $VO_2$  en cours d'épreuve s'appuie sur un découpage de la distance étudiée, conjointement à des mesures de  $VO_2$  de récupération (Lavoie et al. 1982).

## METHODOLOGIE

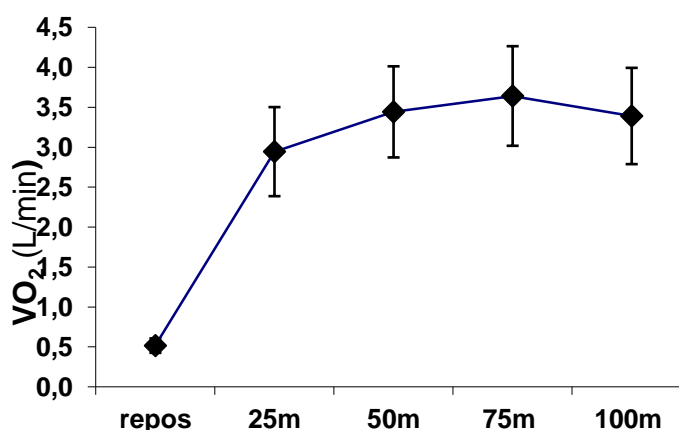
**Sujets** : Onze nageurs et nageuses amateurs (9 garçons, 2 filles) ont participé à l'étude (âge :  $21.7 \pm 3.8$  ans, taille :  $180.0 \pm 6.4$  cm, masse corporelle :  $70.9 \pm 10.0$  kg). Leur meilleure performance de la saison sur 100m nage libre ( $60.2 \pm 5.5$  secondes ; plage de variation : de 50.9'' à 1'08.1'') témoigne d'une large hétérogénéité de niveau.

**Protocole** : Les épreuves se répartissaient sur deux sessions, en bassin de 25m.  $VO_{2max}$  était déterminé à la fin d'un 400 m nage libre chronométré.  $VO_2$  était mesuré avant et à la fin de quatre épreuves (100m, 25m, 50m, 75m nage libre) réitérant les mêmes temps intermédiaires. Ces quatre épreuves étaient réalisées dans cet ordre. Le 100-m nage libre était couru à allure de compétition. Les valeurs de  $VO_2$  mesurées à 25m, 50m, 75m et 100m permettaient de reconstruire la cinétique de  $VO_2$  d'une épreuve de 100-m. Au cours des deux sessions, toutes les valeurs de  $VO_2$  étaient mesurées par rétro-extrapolation : dès la fin de l'épreuve, le nageur s'accrochait au plot de départ, de manière à maintenir la tête hors de l'eau, et un

expérimentateur lui appliquait un masque naso-buccal sur le visage pendant une minute. La durée séparant la fin de l'épreuve du début de l'analyse des échanges gazeux ventilatoires n'a jamais dépassé 2 secondes.

## RESULTATS.

Les valeurs de  $VO_{2max}$  mesurées au cours du 400m étaient de  $3,5 \pm 0,8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ . La performance sur 100m nage libre était de  $62,4 \pm 4,9 \text{ s}$ , soit  $2,3 \pm 3,3\%$  de plus que le meilleur temps individuel de la saison réalisé en compétition fédérale, 4 à 5 mois après l'expérimentation. La figure 1 présente l'évolution de  $VO_2$  au cours du 100m nage libre. Une augmentation significative de  $VO_2$  est observée jusqu'à 75m (temps :  $46,0 \pm 3,6 \text{ s}$ ), suivie d'une décroissance durant le dernier 25m ( $p < 0,04$ ) ; la valeur de  $VO_2$  atteinte au 75<sup>ème</sup> mètre ( $VO_{2pic}$  :  $3,6 \pm 0,6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ ) n'est pas significativement différente de la valeur atteinte à la fin du 400m. Au 50<sup>ème</sup> mètre (temps :  $29,3 \pm 2,3 \text{ s}$ ),  $VO_2$  atteint 94% de  $VO_{2pic}$  ; en fin d'épreuve,



$VO_2$  redescend à 93% de  $VO_{2pic}$ .

Figure 1 : cinétique de  $VO_2$  au cours du 100m nage libre, reconstruite à partir des  $VO_2$  mesurés à la fin des épreuves de 25m, 50m, 75m et 100m nage libre, respectant les mêmes temps intermédiaires.

## CONCLUSION.

La méthodologie proposée dans cette étude, pour analyser la cinétique de  $VO_2$  d'un 100m nage libre réalisé dans des conditions de compétition, prend tout son sens par le fait que plusieurs caractéristiques de ces réponses (augmentation rapide de  $VO_2$ , atteinte de  $VO_{2max}$ , chute de  $VO_2$  en fin d'épreuve) contrastent d'une part, avec les observations faites jusqu'alors (Rodríguez et al. 2003), et d'autre part avec les postulats sur lesquels s'appuyaient certains auteurs pour simuler ces mêmes réponses aérobies (Capelli et al. 1998). A l'avenir, l'évaluation directe de la cinétique de  $VO_2$  d'un 100m nage libre, à l'aide de cette méthodologie, pourrait permettre de dresser un profil bioénergétique des nageurs, de manière plus sensible, en tenant compte de la réelle dynamique des réponses bioénergétiques.

## BIBLIOGRAPHIE

- Capelli, C., Pendergast, D.R., and Termin, B. (1998). Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *Eur J Appl Physiol* **78**(5): 385-393
- Hanon, C., Lepretre, P.M., Bishop, D., and Thomas, C. (2010). Oxygen uptake and blood metabolic responses to a 400-m run. *Eur J Appl Physiol* **109**(2):233-240.
- Lavoie, J-L., Leger, L.A., Montpetit, R.R., and Chabot, S. (1982). Backward extrapolation of  $VO_2$  from  $O_2$  recovery curve after a voluntary maximal 400-m swim. *In Biomechanics and Medicine in Swimming*. Edited by Hollander A.P., Huijing P.A., de Groot G. Champaign, Human Kinetics, 14: 222-227.
- Rodríguez, F., Keskinen, K.L., Malvela, M., and Keskinen, O.P. (2003). Oxygen uptake kinetics during free swimming: a pilot study. *In Biomechanics and Medicine in Swimming, VIII*, Edited by Chatard JC, Publication de l'Université de Saint-Etienne, pp. 379-384.



P21-Effet d'un entraînement aérobie de 3 mois avec ou sans restriction alimentaire sur le profil lipidique et les concentrations plasmatiques de l'adiponectine chez des femmes obèses

*Bouassida A<sup>1</sup>, Lakhdar N<sup>1</sup>, Latiri I<sup>1</sup>, Denguezli M<sup>1</sup>, Zbidi A<sup>1</sup>, Tabka Z<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Laboratoire des adaptations cardio-circulatoires, respiratoires, métaboliques et hormonales à l'exercice musculaire, Faculté de Médecine Ibn El Jazzar, 4002 Sousse, Tunisie.

Bouassida\_anissa@yahoo.fr

Le but de cette étude est d'analyser les effets d'un entraînement aérobie (ENT) de 3 mois avec ou sans restriction alimentaire (RA) sur les concentrations plasmatiques des triglycérides, des lipoprotéines de basse et de haute densité "LDL et HDL" et de l'adiponectine chez 24 femmes obèses réparties en 3 groupes. Groupe 1: ENT + RA, groupe 2 : ENT et groupe 3: groupe contrôle (CONT). Après 3 mois, on a montré au niveau des trois groupes d'étude une diminution significative du poids corporel, de l'IMC, du % de graisse et du HDL ( $p < 0,05$ ). Les concentrations plasmatiques de l'adiponectine ne sont pas significativement modifiées par d'entraînement et par la restriction alimentaire. Nos résultats montrent que ENT + RA est nécessaire pour une réduction du poids corporel et du % de graisse, mais reste sans effets concernant les concentrations de l'adiponectine.

Mots clefs : Entraînement aérobie ; Femmes obèses ; Bilan lipidique ; Adiponectine

## **INTRODUCTION**

L'obésité est aujourd'hui la maladie métabolique la plus fréquente dans le monde et de surcroît soumise à une augmentation importante et rapide (Mozillo et al., 2003). L'obésité est fortement liée à un certain nombre de maladies chroniques, incluant le diabète, l'hypertension artérielle et les risques des maladies cardiovasculaires ainsi que l'augmentation des risques de la mortalité qui lui sont associés (Mozillo et al., 2003). Le tissu adipeux blanc a été longtemps considéré comme un simple lieu de stockage de lipides. Il est maintenant reconnu pour ses fonctions endocrines et ses multiples implications dans la régulation de l'homéostasie énergétique. Depuis la découverte de la leptine en 1994 (Zhang et al., 1994), le tissu adipeux est maintenant connu pour synthétiser et sécréter une variété de molécules appelées adipokines, comme la leptine, l'adiponectine, la resistine et la visfatine (Ronti et al., 2006).

## **METHODES**

Le but de cette étude est d'analyser les effets d'un entraînement aérobie (ENT) de 3 mois avec ou sans restriction alimentaire (RA) sur les concentrations plasmatiques des lipoprotéines de basse et de haute densité "LDL et HDL" et de l'adiponectine chez 24 femmes obèses (âge : 35-41 ans ; IMC :  $32.2 \pm \text{kg/m}^2$ ) réparties en 3 groupes. Groupe 1: Entraînement aérobie (ENT) de trois mois combiné à un programme de restriction alimentaire (RA) (-500 kcal/jour) (ENT+RA ; n = 8). Groupe 2: Entraînement aérobie de trois mois (ENT ; n = 8). Groupe 3: 3 mois de repos sans la pratique d'aucune activité physique (CONT ; n = 8). Deux prélèvements sanguins par ponction veineuse à jeun ont été effectués : avant le début de l'entraînement (P1) et après 3 mois d'entraînement (P2). Les groupes ENT + RA et ENT ont suivi un programme d'entraînement de 3 mois qui consiste à 4 fois/semaine une marche de 60 min à 50% de la  $F_{cmax}$  le premier mois, à 60% de la  $F_{cmax}$  le deuxième mois et à 70% de la  $F_{cmax}$  le troisième mois.



## **RESULTATS**

Après 3 mois, on a montré au niveau des trois groupes d'étude une diminution significative du poids corporel ( $p < 0,05$ ), de l'IMC ( $p < 0,05$ ), du % de graisse ( $p < 0,05$ ) et du HDL ( $p < 0,05$ ). Par contre, la consommation maximale d'oxygène ( $VO_{2max}$ ) augmente significativement chez le groupe 1 (ENT+RA) (25,19 % ;  $p < 0,05$ ) et le groupe 2 (ENT) (21,18% ;  $p < 0,05$ ). Les concentrations plasmatiques de l'adiponectine ne sont pas significativement modifiées par d'entraînement et par la restriction alimentaire. Pour le groupe ENT+RA, on a noté des corrélations significatives entre la masse corporelle et les concentrations d'adiponectine ( $r = -0,42$  ;  $p < 0,05$ ).

## **DISCUSSION**

Nos resultants sont en accords avec les resultants de Dvorakova-Lorenzova et al., (2006) qui n'ont pas montré de modification significatives des concentrations de l'adiponectine, malgré une diminution du poids corporel et une augmentation de la consommation maximale d'oxygène. Par contre, Numao et al., (2011) ont montré une augmentation des concentrations plasmatiques de l'adiponectine après un entraînement aérobie réalisée par des hommes obèses.

## **CONCLUSION**

Nos resultants montrent que l'entraînement aérobie de 3 mois combine avec une restriction alimentaire ne semble pas affecter la production d'adiponectine chez des femmes obèses. Par contre, ces conditions expérimentales provoquent une importante modification dans la composition corporelle : réduction du poids corporel et du pourcentage de graisse.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Dvorakova-Lorenzova, A., Suchanek, P., Havel, P.J., Stavek, P., Karasova, L., Valenta, Z., Tintera, J., Polendne R. (2006). The decrease in C-reactive protein concentration after diet and physical activity induced weight reduction is associated with changes in plasma lipids, but not interleukin-6 or adiponectin. *Metabolism*, 3;359-65.
- Monzillo, L.U., Hamdy, O., Horton, E.S., Ledbury, S., Mullooly, C., Jarema, C., Porter, S., Ovalle, K., Moussa, A., Mantzoros, C.S. (2003). Effect of lifestyle modification on adipokine levels in obese subjects with insulin resistance. *Obes Res*, Sep;11(9):1048-54.
- Numao, S., Katayama, Y., Hayashi, Y., Matsuo, T., Tanaka, K. (2011). Influence of acute aerobic exercise on adiponectin oligomer concentrations in middle-aged abdominally obese men. *Metabolism*. 60(2):186-94.
- Ronti, T., Lupattelli, G., Mannarino, E. (2006). The endocrine function of adipose tissue: an update. *Clinical Endocrinology*, 64, 355–365.
- Zhang Y., Proenca R., Maffei M., Barone M., Leopold L., Friedman J.M. (1994). Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*, 372 : 425-432.

P22-Evolution of anthropometric and performance characteristics of Tunisian elite youth soccer players : a longitudinal study

*Hammami M A.<sup>1,2</sup>, Nebigh A.<sup>2</sup>, Ben Abderrahman A.<sup>1,2</sup>, Tabka Z.<sup>2</sup>, Zouhal H.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>: M2S Laboratory, Rennes 2 University - ENS Cachan, France. <sup>2</sup>: LPEF-FMS (Sousse, Tunisie)  
[medaliest@yahoo.fr](mailto:medaliest@yahoo.fr)

## INTRODUCTION

In recent times, several professional soccer academies for talented young players have been established in the world. Observation, monitoring and characterization of anthropometric and physiological parameters of young elite players are needed to facilitate talent identification, training program design, and the selection of young players to higher playing levels (Gil et al., 2007; Wong et al. 2009). Therefore, the aim of this study was to evaluate the development of anthropometric characteristics and the evolution of physical performances in elite youth soccer players during two soccer-training seasons. To avoid any effects of maturation process, the same monitoring was made in a control group of the same age.

**Key words:** Physical fitness – anthropometric parameters – young soccer players.

## METHODS

50 young boys (14.4 years in the beginning of the study) participated in this study. 24 soccer players' residents in elite academy and training 8-10 hours/week and having regular competitions were considered as an experimental group (EG) and 26 subjects as a control group (CG). Different anthropometric measurements (height, weight and percentage of fat mass), physiological (Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1 (YYIR) and maximal oxygen estimated ( $VO_2max$ )) and fitness tests to evaluate anaerobic performance (the counter-movement-jump (CMJ), the squat-jump (SqJ), the five-jump-test (5J) and 5m, 10m, and 30m sprints were realized six times during two soccer-training seasons for the EG (T0: October 2008; T1: February 2009; T2: May 2009; T3: October 2009; T4: February 2010 and T5: May 2010) and four times for the CG (T0: October 2008, T2: May 009, T3:October 2009 and T5: May 2010).

## RESULTS

The results showed, for soccer players only, a significant increase of height (T0:  $175.6 \pm 4.5$ , T1:  $177.2 \pm 4.5$ , T2:  $178.8 \pm 4.1$ , T3:  $179.5 \pm 8.2$ , T4:  $180.1 \pm 5.1$ cm  $p < 0.05$ ) and  $VO_2max$  estimated from T0:  $47.9 \pm 1.9$ , to T4:  $57.1 \pm 3.1$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>,  $p < 0.05$ ) corresponding to a distance covered during the YYIRT of 960m to 2240m,  $p < 0.05$  respectively at T0, and T4. The mean power developed during CMJ, SqJ and 5J increase significantly in soccer players ( $p < 0.01$ ) during the two soccer seasons. In addition, the 10m-sprint performance increase significantly between T0 and T2 in EG only (1.95s / 1.91s,  $p < 0.05$ ). No significant changes were observed, for all the measured parameters, in the CG.

## DISCUSSION

In summary, regular soccer training allows the improvement of anthropometric parameters and physical performance of young elite soccer players in two seasons compared to age-matched controls. These results suggest that sport promotes growth (Cacciari et al 1990; Juricsky et al 1990) and are consistent with other studies showing that football players are taller (Gil et al 2007) and more mature skeleton (Malina et al 2000) compared to same age non sports. The training program can explain the differences observed between the two groups. Moreover, some of our results provide a typical profile of elite youth soccer players.

P23-Management de la fatigue des navigateurs en solitaire. Expérience d'accompagnement lors de la Route du Rhum 2010

Hurdiel R.<sup>1</sup>, Le Sausse F.<sup>2</sup>, Masson P.<sup>1</sup>, Zunquin G.<sup>1</sup>, Mikulovic J.<sup>1</sup>, Bui-Xuan G.<sup>1</sup>, Robin J.F.<sup>2</sup>, Theunynck D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Er3s/Relacs, EA 4110, Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque, France

<sup>2</sup>Laboratoire Circeft, EA 4384/PRES EST, France

[remy.hurdiel@orange.fr](mailto:remy.hurdiel@orange.fr)

L'objectif de l'étude était de mesurer l'impact d'un accompagnement « sommeil » lors de la Route du Rhum 2010. Avant la course, 15 marins (Hommes ;  $39 \pm 9$  ans) ont rempli un questionnaire portant sur la gestion du sommeil, ont eu accès à une séance d'accompagnement individuelle et ont pu embarquer un agenda de sommeil interactif. Après la course, les marins ont été interviewés, ont été accompagnés dans leur analyse et ont été testés par le même questionnaire. Les résultats montrent un effet timide de l'accompagnement. Le vainqueur de la course a un meilleur Indice de Gestion du Sommeil (IGS) en ayant un comportement plus anticipateur. Nous concluons qu'un travail préparatoire accompagné d'un outil dédié est efficace pour mieux gérer le sommeil et contribue à améliorer la performance en course au large.

**Mots clés** : Privation de sommeil, conditions extrêmes, intervention, performances

## INTRODUCTION

En course au large en solitaire, la gestion de la fatigue et du sommeil est un important co-facteur pour la performance et la sécurité. Toutefois, beaucoup de marins continuent d'appliquer une gestion du sommeil empirique. L'objectif de cette étude était d'observer les effets d'un accompagnement « sommeil » lors d'une course de longue durée.

## MATERIEL ET METHODE

15 skippers masculins de la Route du Rhum 2010 ( $39 \pm 9$  ans ; expérience moyenne de 5 ans) ont pu participer à l'intégralité de notre étude. Dans ce groupe, 1 skipper réalise depuis 2007 une préparation « sommeil » continue pour contribuer à améliorer ses performances et sa sécurité. La semaine avant le départ, tous les participants ont : (i) répondu à un questionnaire (QAV) sur la gestion de leur sommeil en course ; (ii) eu accès à une séance individuelle d'accompagnement « sommeil » (45 min) ; (iii) ont installé le logiciel de mesure et de gestion du sommeil SCEXTAN® (agenda de sommeil électronique interactif, ULCO, France). Dans les 48 heures suivant l'arrivée à Pointe-à-Pitre, les participants ont été (i) interviewés (ENT) ; (ii) les données enregistrées en course ont été récupérées. Enfin, à la suite d'un accompagnement d'analyse de leur course, chaque skipper a répondu au même questionnaire qu'au départ (QAP).

*Le questionnaire sur la gestion du sommeil*, inspiré des travaux de Bui Xuan (1993) et de Van Dongen et Hursh (2010) a été construit selon quatre étapes de niveau d'expertise (allant de *Aucune gestion du sommeil* à une *Anticipation par gestion rationnelle du sommeil*) structurés autour des trois processus de la régulation du sommeil (Homéostatique, Circadien et Inertie Hypnique).

*L'accompagnement sommeil* avant le départ ( $\leq 45$  min) et l'aide à l'analyse après l'arrivée (environ 30 min) se sont centrés sur la gestion des trois processus de régulation de la fatigue en mer.

SCEXTAN® a été installé sur les PC de bord de tous les volontaires. L'utilisation a été laissée au libre choix du skipper.

*Les entretiens d'explication* semi directifs portaient sur la gestion des trois processus en course et ont duré environ 1h, ont été enregistrés, retranscrits et analysés par une technique de « double-aveugle ». Les réponses aux questionnaires et les unités de valeur des entretiens ont identiquement permis de déterminer pour chaque skipper un Indice de Gestion du Sommeil (IGS) de 0 à 40 (étapes 1 à 4) selon la formule suivante :

$$\frac{\sum C^2 \times IE}{\sum C \times IE} = IGS$$

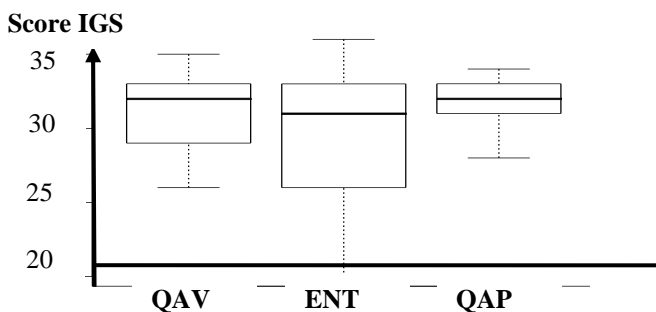
C : Numéro de l'étape

IE : Nombre d'Indices Evoqués situant le skipper dans l'étape

Après avoir vérifié que les résultats suivaient une loi normale, un test de variance de Fisher et un *t* de Student ont été appliqués.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Il n'y a pas de différence significative entre les scores moyens des trois évaluations QAV, QAP et ENT. Un effet de l'accompagnement est observé par la diminution de la variance des résultats aux questionnaires entre avant et après la course (figure 1). Toutefois, si l'effet n'est pas significatif ( $p = .08$ ) à cause d'un faible effectif, une forte tendance allant dans ce sens se dégage. L'analyse des entretiens et l'observation de la variance du score ENT révèlent les difficultés que certains skippers ont à adapter leur comportement en mer à ce qu'ils désirent et estiment bon pour leur performance (Questionnaires vs Entretiens). Anticiper sur l'état de fatigue induit par un phénomène météorologique semble le plus délicat à réaliser en mer.



**Figure 1 :** représentations des *boxplot* des variables questionnaires avant course (QAV), questionnaires après course (QAP) et entretiens (ENT). En ordonnée, l'échelle de valeur des variables est exprimée par le score de l'Indice de Gestion de Sommeil

Le vainqueur de la course (18 jours de course ;  $7,25 \pm 3h$  de sommeil par 24h), est le skipper suivant une préparation « sommeil » continue. Il obtient le meilleur IGS au QAP et à l'entretien. Il est le seul à avoir utilisé systématiquement le logiciel SCEXTAN pour suivre sa « consommation de sommeil » au quotidien (Theunynck et al. 2010). Il est celui qui tend le plus à avoir un comportement d'anticipation rationnel dans sa stratégie de gestion du sommeil en évoquant avoir choisi de plus dormir que les autres avant une échéance météorologique.

## CONCLUSION

Un effet timide d'un accompagnement « sommeil » ponctuel est observé mais un travail préparatoire « sommeil » de longue durée et une démarche d'anticipation de la fatigue en mer grâce à des outils spécifiques sont plus favorables à la construction de la performance des marins.

## REFERENCES

- Bui-xuan G. (1993). Une modélisation du procès pédagogique. In : G. Bui-Xuân et J. Gleyse (Eds) *Enseigner l'Education Physique et sportive*. (pp.77-90). Clermont-Ferrand : AFRAPS.
- Theunynck D., Hurdiel R., Pezé T., Estruch X. & Bui-Xuân G. (2010). Sommeil et course au large en solitaire : comportements des coureurs et étude de faisabilité d'un « agenda interactif de sommeil », *PISTES* \251 Vol. 12 No.2.
- Van Dongen HPA, Hursh SR. Fatigue, performance, errors and accidents. In Kryger MH, Roth T, Dement WC (Eds.), *Principles and Practice of Sleep Medicine* (5th ed.). Elsevier Saunders, Philadelphia, Pennsylvania; in press.

P24-Characterisation du niveau de sollicitation cardiaque en compétition de motocross : influence du temps de course et de la cylindrée

Clément Bougard<sup>1</sup>, Sébastien Moussay<sup>1</sup>

Inserm, ERI27, Caen, F-14000 France; Univ Caen, Caen, F-14000 France

[clementbougard@aol.com](mailto:clementbougard@aol.com)

Le motocross est une discipline exigeante physiquement, dangereuse, mais encore très peu étudiée scientifiquement. Afin de mieux cibler la préparation physique, il est indispensable de quantifier le niveau de sollicitation physique, cardio-respiratoire, musculaire... associé à l'activité. L'étude vise à évaluer la sollicitation cardiaque d'un groupe de 10 pilotes de motos de cylindrées différentes (125<sub>cc</sub> 2 tps ; 250<sub>cc</sub> 2 tps). Nos résultats indiquent que la fréquence cardiaque des pilotes est particulièrement élevée tout au long des 25 min de course. La fréquence cardiaque est plus élevée lors des 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> manches que lors de la 3<sup>ème</sup>. Cependant, la cylindrée de la moto utilisée n'a pas d'impact sur le niveau de sollicitation physique.

**Mots-clés :** Motocross, Fréquence cardiaque, Cylindrée

## INTRODUCTION

Dans de nombreux sports mécaniques, le développement des qualités techniques est souvent privilégié au détriment de la condition physique. Parmi les disciplines motocyclistes, le motocross est la plus risquée et traumatisante (Tomida et al., 2005). Le motocross se caractérise par des circuits particulièrement accidentés, jalonnés de sauts, de bosses ou encore de virages relevés. Ces difficultés induisent un niveau de sollicitation cardiaque élevé (entre 180-200 bpm) (Gobbi et al., 2005 ; Konttinen et al., 2008), témoin d'un investissement physique majeur. Cependant, au cours de précédentes études, (1) la fatigue pouvant intervenir au cours de chaque manche et entre les manches, et (2) l'impact de la cylindrée de la moto utilisée n'ont jamais été pris en considération. Or, au cours des épreuves, différentes catégories déterminées par la cylindrée de la moto utilisée (125<sub>cc</sub> 2 temps vs 250<sub>cc</sub> 2 temps) peuvent concourir. La différence de puissance (38ch vs 50ch) et de poids (85Kg vs 105Kg) des motos peut déterminer le niveau de sollicitation et de fatigue physique en compétition.

## PROCEDURE EXPERIMENTALE

10 pilotes de motocross de niveau national (âge :  $21,2 \pm 2,6$  ans ; taille :  $174 \pm 3,9$  cm ; poids :  $70,8 \pm 3,6$  kg) ont été volontaires pour participer à cette étude après avoir été informés des objectifs et du protocole expérimental. 2 groupes de 5 pilotes ont été constitués en fonction de la cylindrée de leur moto (125cc 2 temps ; 250 cc 2 temps).

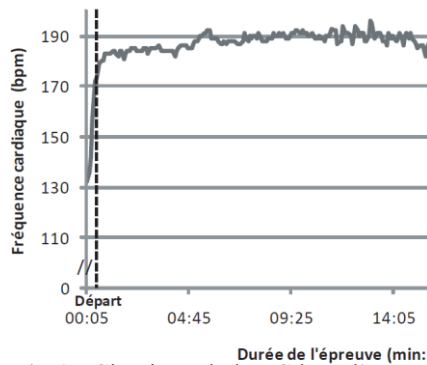
Les sujets ont participé à un test maximal aérobie de type léger-boucher dans le but de relever leur FC<sub>max</sub>. La fréquence cardiaque (FC) des pilotes a été mesurée de manière continue (POLAR X-trainer™) au cours de 3 compétitions comptant pour leur championnat régional (3 manches successives d'une durée moyenne de 25 min). Pour chaque manche courue, les données de FC ont été moyennées par intervalles de temps correspondant à 20% du temps de course, soit 5 intervalles distincts. Les données de chaque intervalle ainsi calculées pour les 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> manches de chacune des 3 épreuves ont été respectivement moyennées pour chaque sujet puis exprimées en valeurs relatives de leur FC<sub>max</sub>.

Ces données ont alors été analysées à l'aide d'une MANOVA à 3 (manche courue : 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> manche)  $\times$  5 (intervalles de temps de course) facteurs, avec pour variable intra-groupe la cylindrée de la moto utilisée (125<sub>cc</sub> 2 temps ; 250<sub>cc</sub> 2 temps). Les différences ont été considérées comme significatives pour  $p < 0,05$ . Lorsque des différences ont été observées, une analyse post-hoc LSD a été réalisée.

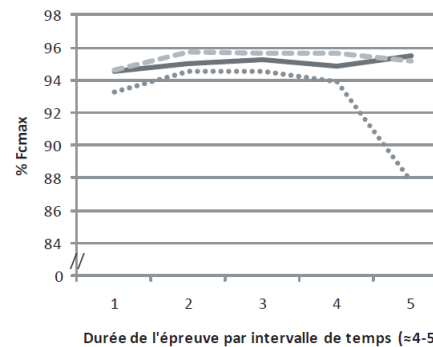
## RESULTATS

L'analyse des données révèle que les FC des pilotes de motocross atteignent des valeurs particulièrement élevées, tout au long de l'épreuve (Fig.1), correspondant à  $94 \pm 3\%$  de leur FC<sub>max</sub>. L'analyse statistique indique que le niveau de sollicitation cardiaque relevé au cours de chaque manche fluctue ( $F_{(4,32)} = 19,78$ ;  $p < 0,05$ ), avec une augmentation au début de la

manche ( $\pm 4-5$  min) puis une diminution au cours de la dernière partie de la course ( $p < 0,05$ ). Au cours des compétitions, les FC mesurées diminuent entre les manches ( $F_{(2,16)} = 11,20$ ;  $p < 0,05$ ). Les FC relevées sont plus faibles en 3<sup>ème</sup> manche ( $93 \pm 3\% FC_{max}$ ) par rapport à la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> manche ( $95 \pm 3\% FC_{max}$ ;  $95 \pm 3\% FC_{max}$ ). L'analyse MANOVA rapporte qu'au cours de la 3<sup>ème</sup> manche, les FC sont non seulement plus basses que lors des manches précédentes, mais présentent également une baisse plus prononcée en fin de course ( $F_{(8,64)} = 18,65$ ;  $p < 0,05$ ).



**Fig.1 :** Cinétique de la FC lors d'une manche d'une compétition de dmotocross ( $\approx 23$  min).



**Fig.2 :** FC relatives (% FC<sub>max</sub>) relevées lors des 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> manches (par intervalle de temps de course).

En revanche, la cylindrée de la moto utilisée n'a pas d'impact sur les FC mesurées lors des épreuves ( $F_{(1,8)} = 0,37$ ; NS).

## CONCLUSION

Nos résultats confirment que le motocross est une discipline présentant une sollicitation cardiaque élevée (Gobbi et al., 2005 ; Konttinen et al., 2008). Les FC mesurées diminuent au cours des manches, confirmant l'apparition d'une fatigue physique (Ascensão et al., 2005), de façon particulièrement marquée lors de la 3<sup>ème</sup> manche. Cependant, contrairement à nos attentes, ce niveau d'intensité n'est pas différent en fonction de la cylindrée de la moto utilisée. Par conséquent, quelle que soit la moto utilisée, les pilotes de motocross doivent suivre un programme d'entraînement physique adapté, comprenant non seulement un développement des capacités musculaires mais aussi des capacités aérobie et anaérobie.

## BIBLIOGRAPHIE

- Ascensao, A., Ferreira, R., Marques, F., Oliveira, E., Azevedo, V., Soares, J., et al. (2007). Effect of off-road competitive motocross race on plasma oxidative stress and damage markers. *Br J Sports Med*, 41(2), 101-105.
- Gobbi, A. W., Francisco, R. A., Tuy, B., & Kvitne, R. S. (2005). Physiological characteristics of top level off-road motorcyclists. *Br J Sports Med*, 39(12), 927-931; discussion 931.
- Konttinen, T., Kyrolainen, H., & Hakkinen, K. (2008). Cardiorespiratory and neuromuscular responses to motocross riding. *J Strength Cond Res*, 22(1), 202-209.
- Tomida, Y., Hirata, H., Fukuda, A., Tsujii, M., Kato, K., Fujisawa, K., et al. (2005). Injuries in elite motorcycle racing in Japan. *Br J Sports Med*, 39(8), 508-511.



P25- Utilisation de Tlim (100 % de VMA) pour améliorer la performance en course de fond. Etude longitudinale.

Lotfi Bouguerra<sup>1</sup>, Raouf Ben Abderahman<sup>1,2</sup>, M. Rivoire<sup>3</sup>, Hassane Zouhal<sup>2</sup>, Fray Hamouda<sup>1</sup> & Jacques Prioux<sup>3,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des adaptations cardio-circulatoires, respiratoires, métaboliques et hormonales à l'exercice musculaire. Université de Médecine de Sousse - Tunisie

<sup>2</sup>Laboratoire «*Mouvement - Sport - Santé*» (M2S) de l'Université Rennes 2 - France

<sup>3</sup>Ecole Normale Supérieure (ENS) de Cachan - Antenne de Bretagne (Bruz). Département Sciences du Sport et Education Physique (2SEP) - France.

[lotfibouguerra@yahoo.fr](mailto:lotfibouguerra@yahoo.fr)

Le but de cette étude longitudinale était de comparer les effets de 2 procédures d'entraînement sur la performance de 24 athlètes de haut niveau de sexe masculin et spécialistes de l'endurance. Ils étaient répartis en 2 groupes (contrôle et expérimental). Pour les athlètes du groupe contrôle le calibrage des entraînements se faisait toujours en fonction d'un % de la vitesse maximale aérobie (VMA). Pour les athlètes du groupe expérimental, 3 séances par semaines étaient calibrées en fonction du Tlim à 100 % de VMA. Les principaux résultats de cette étude montrent que l'utilisation de ce paramètre, comme dominante, pour la calibration de l'entraînement, permet d'augmenter tous les paramètres de la performance et particulièrement Tlim.

**Mots clefs :** Tlim, Entraînement, Demi-fond, Haut-Niveau, Calibration.

**HYPOTHESE.** Compte tenu de la multiplicité des approches dans l'entraînement de fond et de demi-fond (Costill et al., 1971 ; Foster, 1983 ; Costill, 1987 ; Billat et al., 1998 ; 2001) et de la sollicitation de hauts niveaux de consommation d'oxygène avec l'utilisation de Tlim (Billa et al., 1996) nous supposons que l'utilisation du Tlim à 100 % de la vitesse maximale aérobie (VMA), associée a une intensification progressive à différents % de VMA (70, 80, 90 et 100 %), favoriserait mieux l'amélioration des paramètres physiologiques et ceux de la performance qu'une simple intensification progressive à différents % de VMA (70, 80, 90 et 100 %).

**BUT DE L'ETUDE.** Comparer les effets de deux procédures d'entraînement (avec et sans Tlim) sur la performance d'athlètes Tunisiens de haut niveau, spécialistes de l'endurance.

**SUJETS.** 24 athlètes de sexe masculin, spécialistes de course de fond et de demi-fond et appartenant à l'élite nationale militaire et civile de Tunisie, ont participé à cette étude. Ils étaient répartis en 2 groupes (expérimental et contrôle). Ils s'entraînaient en moyenne 10 à 11 fois par semaine.

**PROTOCOLE EXPERIMENTAL.** L'étude, d'une durée totale de 18 semaines (sem) était structurée de la façon suivante (Figure 1) : 2 sem (S1 et S2) d'évaluation en laboratoire et sur piste (PréTest), 4 sem (S3 à S6) d'entraînement, 1 sem (S7) d'évaluation sur piste, 4 sem (S8 à S11) d'entraînement, 1 sem (S12) d'évaluation sur piste, 4 sem (S13 à S16) d'entraînement et 2 sem (S17 à S18) d'évaluation en laboratoire et sur piste (PostTest). La durée totale de la période d'entraînement était donc de 12 sem et les athlètes ont participé à 10 évaluations (2 épreuves d'effort maximales en laboratoire (échanges gazeux), 4 épreuves d'effort maximales sur piste (Leger et Boucher (1981) - sans échanges gazeux), 4 Tlim sur piste) et 4 épreuves de performance (2 × 5000 m et 2 × 10000 m) sur piste.

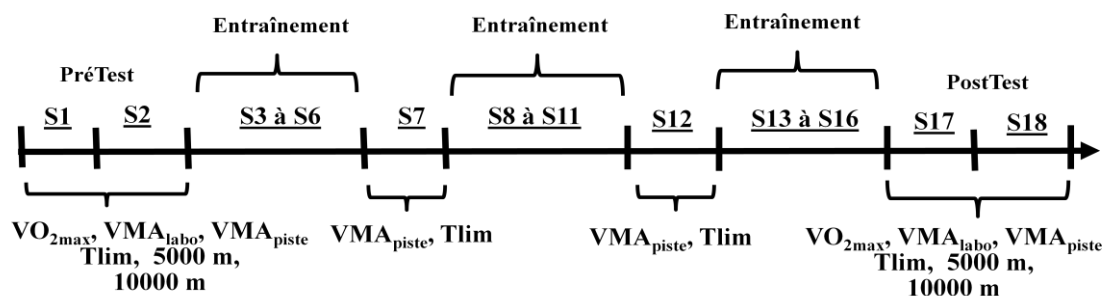


Figure 6. Organisation générale de l'étude.

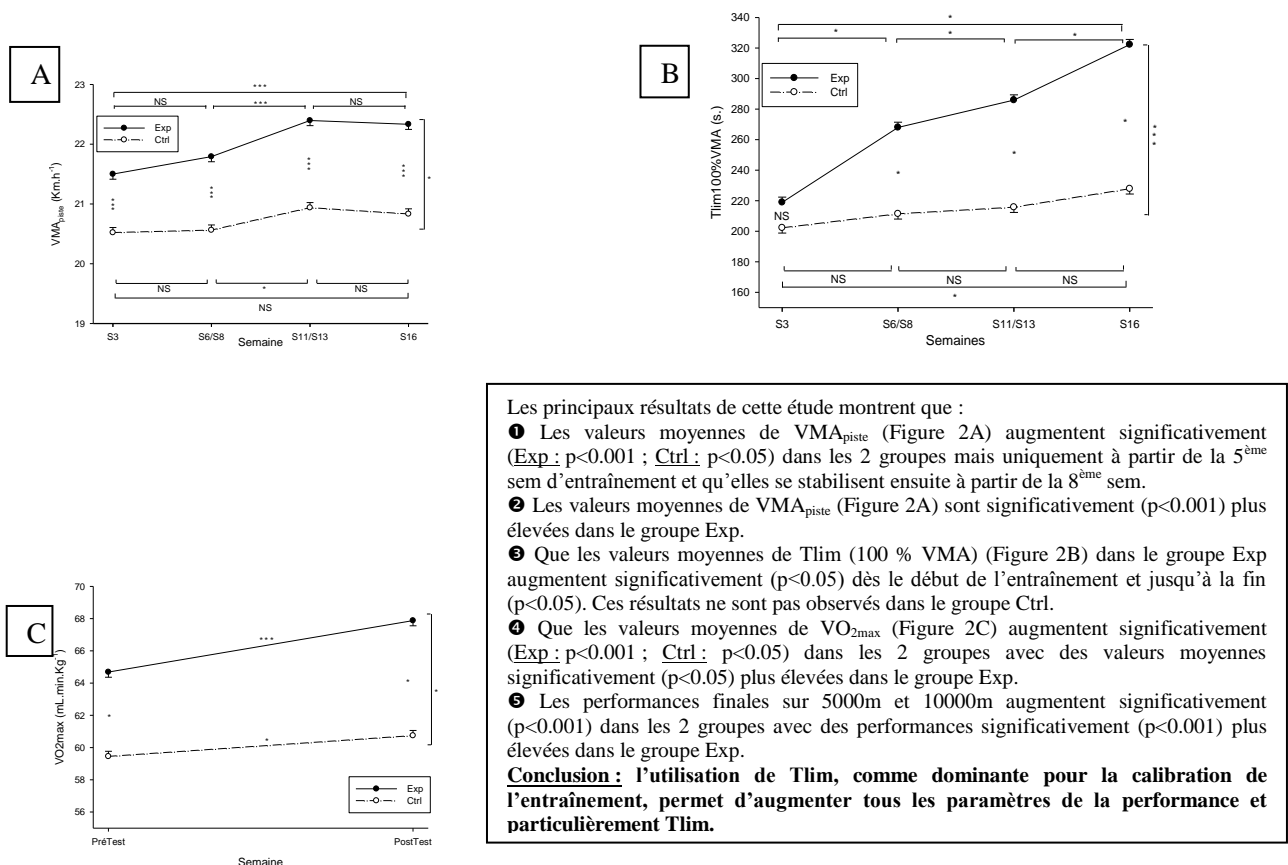
**EPREUVE D'EFFORT MAXIMALE EN LABORATOIRE.** Sur tapis roulant (HP Cosmos, Allemagne). La vitesse de course en début de test était de 8 Km.h<sup>-1</sup> et était incrémentée de 2 Km.h<sup>-1</sup> toutes les 3 min jusqu'à l'épuisement du sujet. Les échanges gazeux étaient mesurés en continu au cours de cette épreuve pendant laquelle VO<sub>2max</sub> et VMA<sub>labo</sub> étaient déterminées.

**EPREUVE D'EFFORT MAXIMALE SUR PISTE.** Sur une piste de 400 mètres étalonnée tous les 50 mètres par des plots. La vitesse de départ était de 6 Km.h<sup>-1</sup> et était incrémentée de 1 Km.h<sup>-1</sup> toutes les 2 min jusqu'à l'épuisement du sujet (Léger et Boucher, 1981). Au cours de cette épreuve VMA<sub>piste</sub> était déterminée.

**TLIM A 100 % DE VMA.** Sur une piste de 400 mètres étalonnée tous les 25 mètres par des plots. Après un échauffement de 15 min à 60 % de VMA puis de 5 minutes à 70 % de VMA, le sujet démarrait le test pendant lequel il devait se maintenir le plus longtemps possible à VMA (Tlim).

**PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT<sup>4</sup>.** Les athlètes des 2 groupes s'entraînaient 2 fois par jour du lundi au vendredi. 1 seule séance était réalisée le samedi et le dimanche. Pour les athlètes du groupe contrôle le calibrage<sup>5</sup> des entraînements se faisait toujours en fonction d'un % de VMA. **Lundi** : entraînement en endurance active longue (*I* : 80%, *D* : 36min30s, *R* : 2, *Rp* : 5min (60%). **Mardi** : entraînement en intervalle court (*I* : 100%, *D* : 51s3/300m, *R* : 12, *Rp* : 30s). **Mercredi** : entraînement en endurance active courte (*I* : 90%, *D* : 19min/6km, *R* : 3, *Rp* : 3min (60%). **Jeudi** : entraînement en intervalle moyen (*I* : 100%, *D* : 2min51s/1000m, *R* : 10, *Rp* : 1min30s). **Vendredi** : entraînement en endurance fondamental (*I* : 70%, *D* : 80min ; *R* : 1). **Samedi** : entraînement en intervalle court (*I* : 100%, *D* : 1min8s/400m, *R* : 10, *Rp* : 1min10s). **Dimanche** : entraînement en circuit training (*I* : 100%, *D* : 4min, *R* : 10, *Rp* : 30s). Les lundi, mercredi, vendredi et dimanche le programme d'entraînement du groupe expérimental était le même que celui du groupe contrôle. Les mardi, jeudi et samedi, le programme d'entraînement était différent : la calibration de l'entraînement se faisait en fonction de Tlim (*I* : 100% VMA, *D* : 50% Tlim ; *R* : 5 ; *Rp* : 50% Tlim (60% VMA).

**RESULTATS/CONCLUSION.**



Les principaux résultats de cette étude montrent que :

- ❶ Les valeurs moyennes de VMA<sub>piste</sub> (Figure 2A) augmentent significativement (Exp : p<0.001 ; Ctrl : p<0.05) dans les 2 groupes mais uniquement à partir de la 5<sup>ème</sup> sem d'entraînement et qu'elles se stabilisent ensuite à partir de la 8<sup>ème</sup> sem.
- ❷ Les valeurs moyennes de VMA<sub>piste</sub> (Figure 2A) sont significativement (p<0.001) plus élevées dans le groupe Exp.
- ❸ Les valeurs moyennes de Tlim (100 % VMA) (Figure 2B) dans le groupe Exp augmentent significativement (p<0.05) dès le début de l'entraînement et jusqu'à la fin (p<0.05). Ces résultats ne sont pas observés dans le groupe Ctrl.
- ❹ Que les valeurs moyennes de VO<sub>2</sub>max (Figure 2C) augmentent significativement (Exp : p<0.001 ; Ctrl : p<0.05) dans les 2 groupes avec des valeurs moyennes significativement (p<0.05) plus élevées dans le groupe Exp.
- ❺ Les performances finales sur 5000m et 10000m augmentent significativement (p<0.001) dans les 2 groupes avec des performances significativement (p<0.001) plus élevées dans le groupe Exp.

**Conclusion :** l'utilisation de Tlim, comme dominante pour la calibration de l'entraînement, permet d'augmenter tous les paramètres de la performance et particulièrement Tlim.

**Figure 7 A,B et C. Evolution de VMA (A), Tlim (B) et VO<sub>2</sub>max (C) dans les deux groupes (Exp et Ctrl)**

<sup>4</sup> Les exemples de durée d'exercice sont calculés pour un athlète avec une VMA de 20 km.  
<sup>5</sup> **I** : Intensité de l'exercice ; **D** : Durée de l'exercice ; **R** : Nombre de répétitions ; **Rp** : Récupération entre les répétitions.



P26- Performance-enhancing effects of a specific sports-drink protocol on fatigue during repeated singles tennis match play

*Brink Thibault<sup>1</sup>, Lepretre Pierre-Marie<sup>2</sup>, Ratel Sébastien<sup>3</sup>, Metz Lore<sup>3</sup>, Doré Eric<sup>3</sup>, Ennequin Gaël<sup>3</sup>, Coutarel Fabien<sup>4</sup>, Bishop David<sup>5</sup>, Duclos Martine<sup>6</sup>, Sirvent Pascal<sup>3</sup>, Peltier Sébastien<sup>7</sup>*

<sup>1</sup>University of Athens Faculty of Physical Education and Sport Science, Ethnikis Antistasis 41, Dafni 17237, Athens, Greece

<sup>2</sup>Research laboratory "Adaptations physiologiques à l'exercice et Réadaptation à l'Effort", EA-3300, Université de Picardie Jules Verne, 80025 Amiens, France

<sup>3</sup>Laboratoire de Biologie des Activités Physiques et Sportives, EA 3533, Clermont Université, Université Blaise Pascal, BP 10448, F-63000 Clermont Ferrand, France

<sup>4</sup>Clermont Université, Université Blaise Pascal, EA 4281, PAEDI, France

<sup>5</sup>Institute of sport, exercise & active living (ISEAL), Victoria University, PO Box 14428, Melbourne Vic 8001, Australia

<sup>6</sup>Service de Médecine du Sport et des Explorations Fonctionnelles, CHU G.Montpied, 63003 Clermont-Ferrand, France

<sup>7</sup>Lescuyer Laboratory/Nutratletic, Aytre, France  
thibault@gmail.com

The purpose of this study is to investigate the response of a sports drink protocol on fatigue during repeated singles tennis match play in a placebo-controlled, double-blind crossover study. Eight well-trained tennis players participated in this study. Notational analysis, match intensity, perception of the effort, speed, agility, aerobic endurance, heart rate, blood glucose levels and neuromuscular fatigue were investigated before and after each tournament. The sports drink protocol had a positive effect on the players' perceived efforts, the latter felt less general and muscular fatigue. Moreover, higher game intensity, higher blood glucose levels, higher average heart rate and less fatigue on the triceps brachii after the matches were observed with the sports-drink protocol.

**Keywords:** exercise, sports drink, fatigue, perceived effort, heart rate

## INTRODUCTION

A tennis player's effort fluctuates randomly from brief periods of maximal or near-maximal work to longer periods of moderate and low-intensity activity (Fernandez, Mendez-Villanueva, & Pluim, 2006). Tennis is also a sport based on unpredictability (Johnson, McHugh, Wood, & Kibler, 2006). Identifying optimal nutritional strategies is very important in order to avoid the occurrence of fatigue, since there is much evidence implying that reduction in skill-based performance - such as tennis - is linked to fatigue (Ferrauti, Pluim, Busch, & Weber, 2003). The purpose of this study is to investigate the effect of a new sports drink protocol where different sports drinks would be ingested before, during and after performance. We hypothesized that taking a pre-effort drink, an effort drink and a recovery drink, compared with placebo drink would decrease fatigue induced by repeated tennis matches.

## METHODS

Eight well-trained male tennis players participated in this placebo-controlled, double-blind crossover study. Three different sports drinks had to be ingested. 1. Pre-match drink (mainly with caffeine and fructose, 30min before the matches), 2. Match-drink (mainly with caffeine, carbohydrates and amino acids), 3. Post-match drink (mainly with carbohydrates and proteins, 30min after the matches). All experimental tests were performed within two days where the players had to play three matches of two hours imposed time each. During the matches, heart-rate and rating of perceived exertion were measured. Maximal force and muscle endurance of the triceps brachii and quadriceps were measured directly after the matches. The effects of the sports drink protocol on the physiological responses and subjective responses were measured using a two-way ANOVA. The  $\alpha$ -level was set at  $p \geq 0.05$ .

## RESULTS

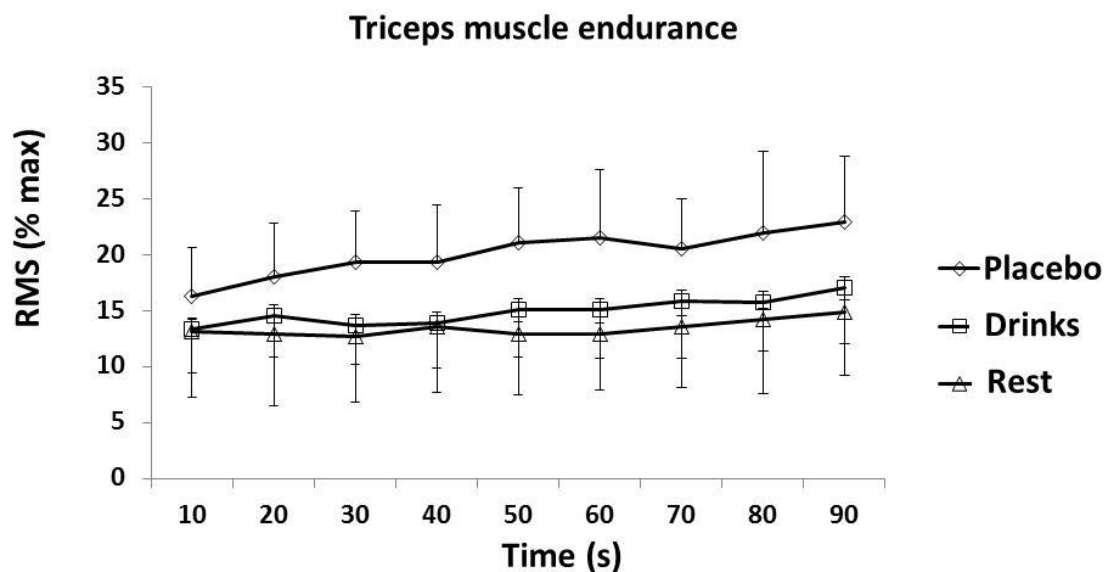


Figure 1. Mean values of electromyogram (EMG) Root Mean Square (RMS) of triceps brachii during 90sec of isometric contraction. ANOVA  $p < 0,001$  group effect.

Mean heart rate was significantly higher during the matches with sports drink protocol compared with the placebo ( $127.9 \pm 2.5$  vs  $120.1 \pm 2.5$  bpm,  $p < 0.05$ ). The game intensity (mean shots/sec) was higher with sports drink protocol compared with the placebo. The perception of general and muscular fatigue were significantly higher during the matches with the placebo compared to sports drink protocol ( $p < 0.05$ ). Triceps brachii muscle endurance was significantly higher after the matches with sports drink compared with placebo (Figure 1,  $p < 0.05$ ).

## CONCLUSION

In the present study we show that after ingesting a specific sport drinks protocol it is possible to reduce fatigue following prolonged intermittent work.

## REFERENCES

- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med*, 40(5), 387-391; discussion 391.
- Ferrauti, A., Pluim, B. M., Busch, T., & Weber, K. (2003). Blood glucose responses and incidence of hypoglycaemia in elite tennis under practice and tournament conditions. *J Sci Med Sport*, 6(1), 28-39.
- Johnson, C. D., McHugh, M. P., Wood, T., & Kibler, B. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *Br J Sports Med*, 40(8), 696-699; discussion 699.

## P27-Age-related changes in marathon running performances

Thomas Cattagni & Romuald Lepers

Laboratoire INSERM U887, Faculté des Sciences du Sport, Université de Bourgogne, Dijon.

Thomas.cattagni@u-bourgogne.fr

The aim of the study was to analyze the changes in participation and performance trends of master marathon runners (> 40 yrs) between 1980 and 2009. Running times of the best male and female runners between 20 and 79 yrs of age who competed in the New-York City marathon were analyzed. The participation of master runners increased during the 1980-2009 period, to a greater extent for females compared to males. During that period, running times of master runners significantly ( $P < 0.01$ ) decreased for males older than 64 yrs and for females older than 44 yrs, respectively. These data suggest that male ( $\geq 65$  yrs) and female ( $\geq 45$  yrs) master runners have probably not yet reached their limits in marathon performance.

**Key words:** Running; Aging ; Master athletes ; Endurance exercise ; Gender difference

### INTRODUCTION

Older (or masters) endurance athletes are a positive example of exceptional aging and are a rich source of insight into a person's ability to maintain peak physical performance and physiological function with advancing age (Tanaka and Seals 2008, Lepers et al. 2010, Lepers & Maffiuletti 2011). Few studies have focused on the participation and performance trends of masters athletes at the marathon running distance since the early 1980's (Jokl et al. 2004). To date, it is not known whether masters athletes still improve their marathon performance or whether they have reached their limits. Accordingly, the purpose of this study was to examine the changes in participation and performance of masters athletes at the New-York City (NYC) marathon over the last 30 years (from 1980 to 2009).

### METHODS

Age and time performance data for all runners completing the NYC marathon from 1980 to 2009 were obtained through the NYC marathon web site: <http://www.ingnycmarathon.org/>. Averaged running time performances of the top 10 finishers of each age group for both females and males were analyzed from 1980 to 2009. In order to simplify the analysis over the 30 years studied period (1980-2009), we pooled data into three decades: 1980-89, 1990-99 and 2000-09. Two-way ANOVAs (age group x decade) with repeated measures on decade were used to compare percent of finishers and running times between the decades across ages, for both males and females. Tukey's post hoc analyses were used to test differences within the ANOVAs when appropriate. A significance level of  $P < 0.05$  was used to identify statistical significance.

### RESULTS

The number of total finishers increased by 65% between decade 1980-89 (Male: 142.753 finishers; Female: 27.770 finishers) and decade 1990-99 (Male: 213.123 finishers; Female: 67.986 finishers) and by only 25% between decade 1990-99 and decade 2000-09 (Male: 236.405 finishers; Female: 114.514 finishers). Over the three decades 1980-89, 1990-99 and 2000-09, the percent of finishers younger than 40 yrs significantly decreased ( $P < 0.05$ ), while the percent of masters finishers significantly increased ( $P < 0.05$ ), for both males and females. Over the 3 decades, male masters athletes represented 36%, 45% and 53% of total male finishers, respectively; while female masters athletes represented 24%, 34% and 40% of total female finishers, respectively.

For males, ANOVA revealed that mean finish times did not change over the three decades for age groups < 60-64 yrs. In contrast, running times significantly decreased ( $P < 0.01$ ) over the three decades for age groups  $\geq 60$ -64 yr. Average running time of males within the 70-74 yrs age range significantly decreased ( $P < 0.01$ ) by ~13 min (4.9%) between 1980-89 and 1990-99, and by ~4 min (1.6%) between 1990-99 and 2000-09. For females, mean finish times did not change over the three decades for age groups < 45-49 yrs, except the time of the 30-39 yrs

group that was lower in 2000-09 decade compared to previous decades. Female running times significantly decreased ( $P < 0.01$ ) over the three decades for age groups  $\geq 45$ -49 yr. Average running times of females within the 60-64 yrs age range significantly decreased ( $P < 0.01$ ) by  $\sim 16$  min (6.8%) between 1990-99 and 2000-09.

## DISCUSSION

Several reasons may explain the improved performance of males older than 65 yrs over these 20 years, such as a greater participation of the older age groups, which would increase the probability of finding better runners in these age groups, increase training facilities for older people, and increase the competitive spirit in these older groups. In addition, if masters athletes performed at such a high-level for so long, it is reasonable to expect that those destined to maintain that intensity could do so because they remained largely injury-free.

Improvements of masters running performance have been much greater for females than for males as it has already been observed by Jokl et al. (2004). These data suggest that older females should still improve their marathon performance in the future as the new generation of well-trained young female athletes will move into the older age group competitions (Lepers & Maffiuletti 2011). In addition to better performances for older female athletes, an increase of density such the top 10 spreads of each age group may also be expected in the future.

The participation of masters runners at the NYC Marathon increased over the last 30 yrs and it will probably still grow in the future in the New-York and other marathons worldwide. Interestingly, the last two decades the master runner's performances have plateaued within the 40-64 yrs age range for males, but only within the 40-44 yrs range for females. The present data suggest that male ( $\geq 65$  yrs) and female ( $\geq 45$  yrs) master runners have probably not yet reached their limits in marathon performances. Literature on the masters athletes improvements in performance has already and, should still stimulate further research on the understanding of age related physiological changes and the potential slowing of some of the aging processes through athletic training.

## REFERENCES

- Jokl, P., Sethi, P.M., Cooper, A.J. (2004) Masters's performance in the New York City marathon 1983-1999. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 408-412.
- Lepers, R. & Maffiuletti, N. (2011) Age and gender interactions in ultra-endurance performance: insight from triathlon. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43, 134-139.
- Lepers R., Sultana F., Bernard T., Hausswirth C., Brisswalter J. (2010) Age-related changes in triathlon performances. *International Journal of Sports Medicine*; 31, 251-256.
- Tanaka, H., & Seals, D.R. (2008) Endurance exercise performance in Masters athletes: age associated changes and underlying physiological mechanisms. *Journal of Physiology* (London), 586, 55-63.

P28-Conception d'un programme d'activités physiques adaptées pour la réhabilitation du patient sclérodermique.

*Adrien Caudal<sup>1</sup>, Séverine Costard<sup>2</sup>, Alexia Blouet<sup>2</sup>, Stéphanie Le Plaideur<sup>2</sup>, Isabelle Bonan<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire M2S, UFRAPS, Université Rennes II

<sup>2</sup>Service MPRA, Pontchaillou

[adriencaudal@hotmail.com](mailto:adriencaudal@hotmail.com)

Cette étude vise à montrer les éventuels effets d'un programme d'activités physiques adaptées chez le patient atteint de sclérodermie. En s'inspirant des bienfaits démontrés dans la polyarthrite rhumatoïde, l'objectif sera l'amélioration du métabolisme aérobie ainsi que le recul du seuil de dyspnée. En s'inscrivant au sein d'un travail multidisciplinaire (kinésithérapie, ergothérapie), l'éducateur sportif cherchera également à augmenter la mobilité articulaire et visera l'auto éducation du patient atteint de la sclérodermie.

**Mots-clés :** Sclérodermie, Dyspnée, Vasodilatation, Activités Physiques Adaptées, Fibrose.

## **INTRODUCTION**

L'intérêt d'une activité physique adaptée est aujourd'hui en plein essor et s'inscrit désormais au sein du travail multidisciplinaire des services de rééducation. Se voulant complémentaire de la kinésithérapie par exemple, l'objectif s'oriente souvent vers le reconditionnement d'un patient qui a perdu son autonomie. Mise en valeur dans la réadaptation du patient atteint de polyarthrite rhumatoïde, l'activité physique adaptée ne l'est pas encore chez le patient sclérodermique alors que des similitudes entre ces deux pathologies sont claires. A travers la conception et la mise en place d'un programme spécifique auprès de ces patients, nous verrons s'il est intéressant ou non d'inscrire le domaine APA dans la rééducation du patient atteint de la sclérodermie. Enfin, nous veillerons à auto éduquer ces patients, de manière à installer un suivi thérapeutique à long terme.

## **PHYSIOPATHOLOGIE**

Décrite pour la première fois en 1753 par Carlo Curzio, la sclérodermie est une maladie rare, touchant principalement la peau et qui existe sous deux formes principales : la forme localisée (SL) qui n'affecte que la peau via une fibrose cutanée ; la forme systémique (ScS) à laquelle s'ajoutent des manifestations viscérales (cœur, reins, tube digestif, poumons). Cette maladie touche principalement les capillaires, et s'accompagne de phénomènes de fibrose généralisée. Son caractère auto-immun ainsi que des phénomènes d'inflammation semblent aujourd'hui jouer un rôle majeur dans sa physiopathologie. L'étude portera sur la sclérodermie localisée accompagnée éventuellement de symptômes inhérents à la maladie à savoir des troubles articulaires ou encore une hypertension artérielle pulmonaire.

## **MATERIEL, METHODES ET RESULTATS**

Contrairement à la polyarthrite rhumatoïde, la sclérodermie n'a pas encore de traitement médical ou pharmacologique efficace ce qui place l'approche symptomatique au premier plan. Ainsi, l'activité physique adaptée devient un apport thérapeutique intéressant. Pour mettre en place le programme, il faudra tout d'abord définir différents objectifs à savoir l'amélioration du métabolisme aérobie, le recul du seuil de dyspnée, le maintien voir la correction du jeu articulaire. Des évaluations seront effectuées au début et à la fin d'une prise en charge de 4 semaines à raison de 3 séances d'une heure par semaine. Un questionnaire calculant un score de santé perçue (SF-36) ainsi qu'un test de marche de six minutes permettront de mettre en relief les effets du protocole. Le programme consistera, en fonction des objectifs depuis le début de la prise en charge, à un réentraînement à l'effort basé sur un travail intermittent de marche rapide/marche normale, à des séances de gymnastique et de stretching ainsi que de sarbacane. Les séances seront modulées selon des échelles de dyspnée (repos, effort) afin d'évaluer la cinétique du travail ventilatoire. Les résultats escomptés seront l'augmentation de la distance de marche lors du test de six minutes, la diminution de la dyspnée au repos ainsi

qu'une récupération plus rapide. Certaines échelles du questionnaire SF-36 comme celles de l'activité physique, des limitations dues à l'état physique ou encore de la vitalité devraient être améliorées.

## **CONCLUSION**

Nous avons vu que l'activité physique adaptée est en plein essor et qu'il serait intéressant d'en voir les effets sur une maladie rare comme la sclérodémie. Le protocole mis en place permettra de mettre en évidence les différents effets observés sur le système cardiorespiratoire ainsi que sur la qualité de vie et la mobilité du patient. Enfin, le programme proposera des exercices visant à l'auto éducation du patient de manière à profiter des effets d'une activité physique adaptée au sortir de l'hospitalisation.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Curzio, C. (1755). *Dissertation anatomique et pratique sur une maladie de la peau d'une espèce fort rare et fort singulière*. Paris : Editions Vincent, 1vol, 136 pages.

Fauci, AS., Braunwald, E., Hauser, SL. (2008). *Harrison's principles of internal medicine*. Vol. Ch 316. Mc Graw Hill Medical.

Marzano, AV., Menni, S., Parodi, A., Borghi, A., Fuligni, A., Fabbri, P., Caputo, R. (2003). *Localized scleroderma in adults and children. Clinical and laboratory investigations on 239 cases*. European Journal of Dermatology. March-April; Volume 13(2):171-6.

## ***Psychologie***

P29-L'effet du sport sur les représentations de l'agression et l'agressivité des jeunes Autochtones et Auvergnats.

Fathi Chelly, Yves Chantal, Philippe Brunel.  
Groupe de recherche en sociologie du centre ouest EA 3815, Université de Limoges  
[fkchelly@yahoo.fr](mailto:fkchelly@yahoo.fr)

L'objectif de notre étude est de mettre en relief la différence de la représentation de l'agression chez des adolescents immigrés vivants en France en comparaison avec des jeunes de même âge en France et en Tunisie. La comparaison se fait entre sportifs et non sportifs. Au niveau représentationnel, les résultats de notre étude révèlent que les scores de la représentation sociale de l'agression des immigrés sportifs sont inférieurs à ceux des autochtones non sportifs. Au niveau comportemental, les immigrés sportifs ne présentent pas de différence significative du score global avec les adolescents Français et Tunisiens. Les scores relatifs à l'agression physique sont plus élevés chez les sportifs et les non sportifs, mais ils apparaissent moins agressifs verbalement. Ces différences seraient-elles d'ordre social ou le résultat de la pratique sportive?

**Mots clés :** Agression, Représentation, Sport, Adolescence, culture.

## INTRODUCTION

A travers les discours quotidiens et politiques, de nombreux actes d'agression sont souvent attribués à des adolescents d'origines étrangères, Maghrébines principalement. Par ailleurs, en France, le sport est souvent considéré comme un moyen d'intégration par excellence (Arnaud, 1999), grâce à ces vertus canoniques. La pratique sportive permettrait l'apprentissage de la règle conduisant à l'intériorisation de la loi.

Certaines études montrent que la pratique sportive diminue les tendances agressives dans la vie quotidienne (Bushman, Baumeister, & Stack, 1999). A l'opposé, d'autres prouvent que les sportifs sont caractérisés par un comportement antisocial plus élevé que les non sportifs (Endersen & Olweus, 2005).

Devant cette controverse du rôle de la pratique sportive, nous proposons de mettre en relief dans notre étude l'apport du sport dans l'intégration des jeunes. Il s'agit d'établir une comparaison entre les scores de la représentation de l'agression (représentation mentale) et les scores de l'agressivité (le comportement lui-même) entre des adolescents Français (Fr), Tunisiens (Tu) et immigrés (Img) sportifs et non sportifs.

## METHODE

*Participants :* Des adolescents non sportifs (170 Tu, 160 Fr et 107 Img) ainsi que 60 jeunes Img sportifs ont rempli deux questionnaires traduits en langue française: l'Aggression questionnaire de Buss et Perry (1992) (QA) et l'Expagg modifié par (Archer et Haigh, 1997a). L'âge moyen des participants est de  $(15.50 \pm 1.70)$  ans.

*Outil d'évaluation et procédure :* Le (QA) est constitué de 29 items et donne lieu à quatre échelles : Agression physique (Ag PHY), Agression verbale (Ag VER), Hostilité (HOST) et Colère (COL). Les 40 items de l'Expagg sont divisés en 20 items d'agression expressive (AE) et 20 autres d'agression instrumentale (AI).

## ANALYSES DES RESULTATS

*Analyse exploratoire :* L'analyse factorielle exploratoire avec Rotation Varimax, nous a permis de retenir 18 items de l'(AQ) et 23 items de l'Expagg et qui saturent à plus de 0,40.

*Comparaison des adolescents non sportifs :* Une Anova à un facteur montre que le groupe des Img non sportifs ne diffère pas des adolescents Fr et des Tu au niveau comportemental l'agression globale (Ag GLB), de (HOST) et de (Ag VER). En revanche, ils sont plus agressifs physiquement que les Tu ( $p < 0,01$ ). le score le plus faible de la colère appartient au Les Img non sportifs ( $p < 0,05$ ). Au niveau représentationnel les trois groupes ne présente pas de différence au niveau de l' (AE) et de l' (AI).

*Comparaison sportifs vs non sportifs :* au niveau comportemental les scores de la (Ag GLB) et de l'(HOST) des Img sportifs ne sont pas différents de ceux des Tu et des Fr non sportifs.



Les Img sportifs sont plus agressifs physiquement ( $p < 0,01$ ) que les Fr et les Tu non sportifs. Au niveau de l'Ag VER, les Img sportifs sont les moins agressifs. Le score de la colère est certes plus élevé mais aucune différence significative n'est constatée entre les Img sportifs et les deux autres groupes. Par ailleurs, les scores de la représentation de l'agression chez les Img sportifs sont supérieurs au niveau globale et instrumentale ( $p < 0,001$ ). En revanche, aucune différence n'est constatée au niveau de l'AE.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats de notre étude laissent globalement penser que les immigrés ne sont pas si différents des Fr et des Tu au niveau représentationnel et comportemental de l'agression. Elles vont dans le même sens que les résultats présentés par (Wilson, 1991) et (Thanzami & Archer, 2005) montrant que le lien est faible entre l'ethnie, les tendances agressives et les croyances de l'agression chez les adolescents. Peut-être qu'il sera plus judicieux au politiciens de revoir leurs vision et préjugés émis à l'égard des adolescents immigrés. Toutefois, chez les Img non sportifs le score de l'agression physique est plus élevé. Il semblerait que l'agression physique chez les adolescents Img constituerait une carapace pour se défendre et jouer le jeu de la société qui les accuse d'être violent, ce qui rejoint les explications de Mitchell et Logan (1996).

Les immigrés sportifs ne sont pas si différents des Fr et des Tu au niveau de Ag GLB, de l'(HOST) et de (Ag VER). En revanche, ils présentent des scores nettement plus élevés au niveau de (Ag PHY). Dans notre étude les scores de (Ag PHY) vont dans le même sens que ceux de Nixon (1997). Il est probable que l'activité physique soutient l'attitude « machiste » des pratiquants ce qui les poussent à user de leur force physique pour montrer leur domination. Nos résultats sont similaires à ceux des travaux d'Endersen et Olweus (2005) montrant que la pratique sportive augmente les comportements antisociaux chez les préadolescents et les adolescents.

## BIBLIOGRAPHIE

- Archer, J. and Haigh, A. (1997). Beliefs about aggression among male and female prisoners. *Aggressive Behavior*, 23, 405-415.
- Arnaud Lionel. (1999). Penser l'intégration par le sport des populations issues de l'immigration : une analyse comparée Lyon-Birmingham », *STAPS*, 49, 87-98.
- Bushman, B.J., Baumeister, R.F. , & Stack, A.D. (1999). Catharsis, aggression, and persuasive influence: Self-fulfilling or self-defeating prophecies? *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, 367-376.
- Buss, A. H. & Perry, M (1992). The aggression questionnaire. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63 (3), 452-459.
- Endersen, I.M., & Olweus, D. (2005). Participation in power sports and antisocial involvement in preadolescent and adolescent boys. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46 (5), 468-478.
- Mitchell, S.G., & Logan, S.L. (1996). Reconceptualizing youth violence: Implications for positive change . In S.L. Logan Ed. *The Black family*. Westview Press. 83-108
- Nixon, H.L, (1997). Gender, sport, and aggressive behaviour outside sport », *Journal of Sport and Social Issues*, n° 21, p.379–391.
- Thanzami, V.L. & Archer, J. (2005). Beliefs about aggression in British students from individualist and collectivist cultures », *Aggressive Behavior*, 31, 350-358.
- Wilson, A, (1991). Understanding black adolescent male violence: Its prevention and remediation. , Chaps. 15–20 and (pp. 32–45). New York: African World Info Systems.

Les recherches dans le cadre de la théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2002) ont démontré l'importance de la satisfaction des besoins d'autonomie, de compétence, et de proximité sociale au sein du contexte sportif. Actuellement, les échelles psychométriques disponibles ne différencient pas la satisfaction de la menace des besoins, ou alors cet effort de différenciation conceptuelle s'accompagne d'une augmentation importante du nombre d'items. L'objectif de cette étude est de proposer un outil parcimonieux permettant de mesurer dans le même temps la satisfaction et la menace de chacun des besoins (i.e., Échelle de Satisfaction/Menaces des Besoins, ESMB). Les résultats des 3 études réalisées confirment la validité factorielle (étude 1 et 2), la consistance interne (études 1 et 2), la stabilité temporelle (étude 3), la validité concomitante (étude 2) et la validité prédictive (étude 3) de l'ESMB. Pris ensemble, les résultats suggèrent que cet outil peut être utilisé afin d'améliorer et d'étendre les recherches s'intéressant aux rôles des besoins psychologiques.

**Mots clés :** théorie de l'autodétermination, autonomie, compétence, proximité sociale, développement d'échelle

## **INTRODUCTION :**

Selon la théorie des besoins psychologiques fondamentaux (TBPF; Deci & Ryan, 2000), la satisfaction des besoins d'autonomie, de compétence, et de proximité sociale permet le développement et le fonctionnement optimal des êtres humains. A l'inverse, la menace de tels besoins entraîne dysfonctionnement et mal-être. Il existe à ce jour peu d'outils permettant de mesurer correctement ces construits. Les outils disponibles comme l'Échelle de Satisfaction des Besoins Psychologiques (ESBP, Gillet et al., 2008), évaluent uniquement la *satisfaction* des besoins psychologiques à l'aide d'échelles d'approbation/ désapprobation de type Likert. Or, ne pas être d'accord avec un item exprimant la satisfaction d'un besoin (e.g., « j'ai le sentiment de bien réussir »), ne veut pas automatiquement dire que l'individu sent que son besoin est menacé. Pour palier cette limite, Ntoumanis et al. (2011) ont proposé un outil (i.e., Psychological Need Thwarting Scale, PNTS) mesurant spécifiquement la *menace* des besoins psychologiques. Les auteurs présument que satisfaction et menace d'un besoin constituent 2 construits indépendants. Ce postulat pose des problèmes théoriques (comment un besoin peut-il être à la fois satisfait et menacé ?) et pragmatique (il faut 2 fois plus d'items pour mesurer ces variables).

L'objectif de cette étude est de proposer un outil parcimonieux – dénommé Échelle de Satisfaction/Menaces des Besoins (ESMB) – qui permet de mesurer dans le même temps la satisfaction et la menace de chacun des besoins. Un pool de 12 items a été mis au point à partir d'une définition opérationnelle de chaque besoin. L'échelle de réponse est bipolaire, chacune des extrémités exprimant respectivement la menace vs. la satisfaction d'un besoin (e.g., « le mois dernier, quand tu as pratiqué cette APS généralement : tu étais obligé vs. c'est toi qui l'avais décidé »). Des descriptifs sont utilisés pour chacune des valeurs de cette échelle en 7 points. L'étude 1 a pour objet d'évaluer la structure factorielle de l'outil par une analyse factorielle exploratoire (AFE) et sa consistance interne. L'étude 2 a évalué avec un autre échantillon (1) sa structure factorielle par une analyse factorielle confirmatoire (AFC) et (2) sa validité concomitante. L'objet de l'étude 3 est de tester la stabilité temporelle et la validité prédictive de l'outil auprès d'une population de sportif de haut niveau.

## **METHODE :**

L'étude 1 se compose de 93 étudiants STAPS ayant complété l'ESMB. Une analyse en composante principale avec rotation orthogonale varimax a été réalisée sur les 12 items du questionnaire. Chaque facteur retenu devait avoir une valeur propre supérieure à 1 et expliquer au moins 5 % de la variance. La consistance interne a été examinée par l'alpha de Cronbach. L'étude 2 se compose de 133 étudiants STAPS ayant rempli l'ESMB, le PNTS, et l'ESBF. Une AFC utilisant le logiciel LISREL 8.54 a été réalisé à partir d'une matrice de

covariance et de la méthode du maximum de vraisemblance. Les relations entre les différents outils ont ensuite été examinées. L'étude 3 porte sur 110 footballeurs de niveau national et international provenant de 3 centres de formation Bretons. Ils ont complété à 3 moments espacés d'un mois, l'ESMB, l'échelle de vitalité subjective (SVS, Ryan & Frederick, 1997), l'échelle des affects positifs et négatifs (PANAS, Watson et al., 1988) et l'échelle du burnout sportif (ABQ ; Isoard-Gauthier et al., 2010). Des analyses de corrélations entre les temps de mesures et des analyses de régressions multiples ont été réalisées afin d'évaluer respectivement la stabilité temporelle et la validité prédictive de l'ESMB.

## RESULTATS :

L'AFE réalisée dans l'étude 1 fait ressortir 3 facteurs expliquant 67% de la variance. Les 12 items se regroupent bien sur les 3 facteurs attendus avec des saturations factorielles comprises entre .53 et .88 (Moy. = .78) et sans aucun *cross loading* supérieur à .29. La consistance interne de chaque échelle est bonne :  $\alpha = .79, .90$  et  $.77$ , respectivement pour la compétence, la proximité sociale et l'autonomie.

L'AFC réalisée dans l'étude 2 confirme la validité de construit de l'ESMB : les données s'ajustent bien au modèle présumé  $\chi^2/df = .97$ , NNFI = .97, SRMR = .06, RMSEA = .06 (90% CI = 0.03-0.09). Les  $\alpha$  standardisés des différents items se situent entre .56 et .90 (Moy. = .76). La corrélation factorielle entre la compétence et l'autonomie est significative ( $r = .56, p < .001$ ), mais la proximité sociale n'est reliée à aucun de ces deux besoins ( $r < -.10$ ). La consistance interne de chaque échelle est bonne :  $\alpha = .89, .83$  et  $.82$ , respectivement pour la compétence, la proximité sociale et l'autonomie. Par ailleurs, les 3 échelles de l'ESMB sont négativement corrélées avec celles du PNTS :  $r = -.65, -.43$ , et  $-.62$ , et positivement corrélées avec celles de l'ESBP :  $r = .82, .51$ , et  $.65$ , respectivement pour la compétence, la proximité sociale et l'autonomie.

Dans l'étude 3, les analyses révèlent une stabilité temporelle relativement élevée sur 1 mois :  $r_s = .59 - .69$ ,  $.39 - .70$ , et  $.59 - .69$ , respectivement pour la compétence, la proximité sociale et l'autonomie. Les analyses de régressions multiples réalisées afin de prédire à chacun des 3 temps de mesure, la vitalité, les affects et le *burnout* se sont toutes avérées significatives ( $ps < .001$ ), les 3 besoins prédisant entre 15 et 42 % de la variance des VD (Moy. = .28). Plus précisément, l'autonomie est reliée significativement à la VD dans 8 analyses sur 9 ( $\alpha$  moy. = .31), la compétence est reliée significativement à la VD dans 8 analyses sur 9 ( $\alpha$  moy. = .29), et la proximité sociale est reliée significativement à la VD dans 3 analyses sur 9 ( $\alpha$  moy. = .13).

## DISCUSSION :

Basé sur la TPBF, l'objectif de cette étude était de proposer un outil parcimonieux permettant de mesurer dans le même temps la satisfaction et la menace de chacun des besoins psychologiques présumés par la théorie. Les résultats des 3 études réalisées confirment la validité factorielle (étude 1 et 2), la consistance interne (études 1 et 2), la stabilité temporelle (étude 3), la validité concomitante (étude 2) et la validité prédictive (étude 3) de l'ESMB. Pris ensemble, les résultats suggèrent que cet outil peut être utilisé afin d'améliorer et d'étendre les recherches s'intéressant aux rôles des besoins psychologiques.

## REFERENCES :

- Deci, E. L., & Ryan, R. (2002). *Handbook of Self-Determination Research*. NY. Rochester: University of Rochester Press.
- Bartholomew, Ntoumanis, Ryan, Thorgensen-Ntoumani (2011). Psychological Need Thwarting in the Sport Context: Assessing the Darker Side of Athletic Experience. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 33, 75-102.

## P31-Evaluation des compétences socio-cognitives dans le cadre d'un projet européen

*Clavel-Inzirillo Béatrice, Barbier Ulrich Anaïs, Singer Claire, Lépine Amandine.*  
CRESS (Centre de recherche et d'éducation sport et santé)  
Laboratoire SIS EA 4159, Université de Lyon  
bclavelinzirillo@aol.com

Dans le cadre d'un programme européen de certification des compétences du footballeur, coordonné par la Fondation Agir Contre l'Exclusion (FACE) et avec l'implication de la Fédération Française de Football (FFF), le CRESS a été sollicité afin de créer un outil pour pouvoir repérer des compétences socio-cognitives impliquées dans la pratique du football et qui se transposeraient au monde de l'entreprise. Ainsi, l'ensemble des partenaires européens a déterminé plusieurs compétences en s'appuyant sur les compétences 3, 6 et 7 du socle commun de compétences européennes. Elles s'inscrivent dans une grille, « Grille d'observation des compétences du joueur dans son activité sportive © » qui est utilisée par le CRESS dans le cadre du projet européen pour l'évaluation de 120 jeunes (Lyon, Rennes, Toulouse, Nantes, Grenoble).

**Mots clefs** : psychologie, grille d'évaluation, CRESS, compétences socio-cognitives, projet européen

### **DEMARCHE**

Ce programme vise à favoriser l'insertion professionnelle des jeunes grâce à la validation des compétences que les jeunes ont pu développer dans leur pratique footballistique.

Il s'agit donc d'évaluer un échantillon de 120 jeunes footballeurs amateurs à la fois dans leur pratique sportive et dans le domaine de l'entreprise afin de vérifier que les compétences développées dans la cadre d'une pratique du football se transposent au domaine de l'entreprise. En effet, ces compétences identifiées peuvent être travaillées et sollicitées afin que les jeunes prennent conscience de celles-ci et ainsi favoriser leur insertion dans le monde professionnel, notamment en entreprise. Un certificat européen de compétences leur sera délivré en fin d'évaluation, ce qui leur permettra de valoriser leurs compétences.

L'expertise du CRESS en matière de compétences cognitives et sociales impliquées dans la pratique du football, acquises grâce la réalisation de diverses recherches (Clavel-Inzirillo, 2003 ; Clavel-Inzirillo, 2007 ; Clavel-Inzirillo, Derivois, Bidaud & Gianelli, 2008) l'a amené à être sollicité afin de construire une grille d'observation et d'évaluation des compétences socio-cognitives.

### **OUTIL CONSTRUIT PAR LE CRESS :**

Une grille d'observation « Grille d'observation des compétences du joueur dans son activité sportive © » a donc été élaborée. Les compétences ont été choisies en fonction de leur degré de généralisation à d'autres domaines, elles constituent des « compétences-clés » et sont transposables, en fonction des âges, soit au champ scolaire soit au champ professionnel. En effet, d'après Piaget une structure de connaissance, un schème est « ce en quoi une action est répétable, transposable ou généralisable » (Piaget, 1968, p.205) d'une situation à une autre. En appui sur cette épistémologie socio-constructiviste, nous travaillons depuis 14 ans sur la transposition de ces « schèmes » au domaine du football notamment à travers les « règles d'action ».

Nous avons sélectionné trois grands domaines :

- Les compétences à résoudre un problème : compétences cognitives
- Les compétences sociales (coopération, prise d'initiative...)
- Le comportement (fair-play, responsabilité,...)

## **METHODE :**

Dans un premier temps, une évaluation des compétences dans le football a été réalisée grâce à la « grille d'observation des compétences du joueur © ». Un ou deux éducateurs sportifs ont proposé des situations problèmes sur les terrains, sollicitant des réponses de la part des stagiaires. Ainsi, en se référant à leurs réactions et agissement dans l'activité sportive, le professionnel remplissait les grilles afin d'établir un profil pour chacun en fonction des compétences acquises ou non acquises. Dans un second temps, une autre évaluation des compétences a eu lieu dans le cadre de l'entreprise grâce à une transposition de la première grille au domaine de l'entreprise en collaboration avec les partenaires portugais du CENFIM. Cette évaluation se réalisait conjointement avec le tuteur de stage au sein de l'entreprise lors de rendez-vous téléphonique. Par la suite, une corrélation entre les deux grilles devra être effectuée, pour chaque stagiaire. Enfin un travail sur le Profil Pass qui est un outil d'auto-évaluation des compétences chez les jeunes adultes créé par la Deutsches Institut für Erwachsenenbildung (DIE) a été effectué.

Ainsi à la fin du recueil des données, nous serons en mesure de déterminer les compétences particulières du stagiaire grâce à ces différents outils et de savoir si les compétences que le jeune a développé dans le football se sont transposées au monde de l'entreprise.

## **PREMIERS RESULTATS :**

A ce stade du programme, 64 jeunes ont participé aux stages, 43 jeunes ont pu être évalués dans le domaine du football, 39 évaluations en entreprise ont été réalisées et 39 profils-pass ont été remplis. Les évaluations manquantes correspondent aux personnes ayant abandonné la formation ou aux personnes absentes lors des évaluations. Le programme est encore en cours et les premières données sont actuellement en cours de traitement.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Clavel-Inzirillo, B., Derivois, D., Bidaud, D., & Gianelli, Y. (2008). Régulations cognitives, construction des règles et de la notion de justice chez des enfants de 6 à 12 ans vivant en Zone Urbaine Sensible. In *International Journal of Violence and School*, 6, 7-45.

Clavel-Inzirillo, B. (2003). *Analyse des paliers d'équilibrations fonctionnels dans la construction des régulations intersubjectives – De l'hétéronomie à la coopération*. Thèse de psychologie. Université Lumière Lyon 2, Lyon.

Clavel-Inzirillo, B. (2007). Développement socio-cognitif d'enfants âgés de 6 à 12 ans vivant en Zone Urbaine sensible et rôle de la pratique sportive. *Actes de la conférence internationale pluridisciplinaire « Sports et violence en Europe »*. Rennes, avril 2007.

Piaget, J. (1968). Epistémologie et psychologie de la fonction. *Etudes d'épistémologie génétique*, XXIII.

## P32-Les causes de violence dans les stades de football en Algérie

*Hafsaoui Benyoucef, Tiab Mohamed, Amrani Smail*

Institut d'Education Physique et Sportive, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, ALGERIE.

[bhafsauoi@yahoo.fr](mailto:bhafsauoi@yahoo.fr)

De nombreuses recherches indiquent qu'une forte identification, avec un sport d'équipe en particulier, peut mener à de forts niveaux d'anxiété et à des éclats d'agressivité de la part des spectateurs (e.g., Branscombe & Wann, 1992). Cependant, seulement de rares études suggèrent que des effets similaires existeraient chez les athlètes. Le but de notre étude est d'analyser les causes de violence dans les stades de football en Algérie selon les acteurs (Joueurs, arbitres, membres fédéraux, spectateurs et administrateurs) et enfin proposer des mesures dans le but d'éradiquer la violence et éviter ses conséquences négatives sur l'individu, l'économie, et les biens public.

**Mots clefs :** cause, violence, stade, football.

### **INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE DE LA RECHERCHE**

Le football « possède d'incontestables qualités scéniques et dramaturgiques » (Bromberger, 1998) au point de s'offrir comme un espace privilégié d'investissement. La littérature est quasi unanime : parce que le football « opère sur les foules une véritable cristallisation amoureuse » (Barthes, 2004, 74), il « ne tolère pas un public réservé » (Ehrenberg, 1991) : comme dans la passion amoureuse, la communion procède de la fusion ; le spectateur veut être partie prenante de l'évènement. Sa présence, qui s'affiche par une débauche de couleurs, se traduit de façon visuelle. La compétition sportive s'offre comme un canal par où se décharge l'agressivité du spectateur et sa volonté de puissance (Minois, 2005).

Le but de notre étude est de savoir est-ce que le spectacle sportif provoque l'absorption de l'agression et les actes de violence des spectateurs ou vice versa, il participe à l'augmentation et l'aggravation de ce phénomène?

Et la question qu'on pose toujours : pourquoi malgré la mise en place de dispositifs de sécurité, assiste – t – on à des débordements graves au cours des manifestations sportives?

### **PARTICIPANTS**

L'échantillon de l'étude comporte 240 personnes (entraîneurs, joueurs, spectateurs, administrateurs, arbitres, et membres fédéraux ) qui ont accepté de participer volontairement dans notre étude dont 45 entraîneurs, 65 joueurs, 15 arbitres, 85spectateurs, 10 membres fédéraux et 20 administrateurs de clubs .

### **OUTILS ET MOYENS DE RECHERCHE :**

On a utilisé dans cette recherche le questionnaire de la violence dans le football ( Younes.R , 1986) dont l'objectif est d'analyser les causes et les facteurs qui ont conduit aux actes de violence dans les stades de football en Algérie.

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

Parmi les résultats importants de cette étude :

1- Les causes principales de la violence dans les stades de football c'est la mauvaise organisation à l'extérieur et à l'intérieur des stades et le manque de sécurité, ainsi que les commodités et de divertissement dans les stades (81,66, M= 1,81 , Ecart type = 0,13).

2- En deuxième position sur les causes de violence dans les stades c'est le manque de sensibilisation parmi les spectateurs (72,92, M= 1,72, Ecart type =0,16). D'où l'importance de l'encadrement des supporters dans les clubs. Aussi il faut bien noter suite à ces résultats obtenus de cette étude, que les psychologues et sociologues doivent mettre leurs compétences à la disposition d'une prévention plus efficace de la violence Ce point de vue engage le pédagogue aussi à réfléchir sur le rôle éducatif éventuel du sport au sein de l'école (Dugas, 2004).

3- Sont classés en troisième position la mauvaise performance des joueurs sur le terrain et le manque de leur préparation psychologique et mentale (66.67, M= 1,66, Ecart type= 0,19). Un tel engagement des spectateurs ne semble se justifier que par l'octroi d'un gain -tout au moins symbolique -, les vainqueurs du terrain sont appelés à «délivrer le public, à le sauver» (Jeu, 1977 b, 258).

## **CONCLUSION**

La violence permet de prouver, en dernier lieu, l'appartenance au collectif. Cette étude s'offre comme une occasion de rendre compte de la diversité des représentations collectives liées au spectacle sportif et à sa signification. La prévention contre ce phénomène est la responsabilité de tous les acteurs du football (joueurs, arbitres, dirigeants, fédérations, et les médias) qui doivent mettre des dispositions convenables chacun à son niveau pour que le sport sera un moyen de développer les qualités morales, le respect, l'amitié et le fairplay.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Barthes, R. (2004). *Le Sport et les hommes*, Montréal : Les Presses de l'Université.

Branscombe.N.R, & Wann, D.L. (1992). Role of identification with a group,arousal, categorization processes,and self estemm in sports spectator aggression. *Human Relation*,475, 1013-1033.

Bromberger, C. (1998). *Football, la bagatelle la plus sérieuse du monde*. Paris : Bayard.

Dugas E., (2004). Sports, jeux et EPS in *Le sport est-il éducatif ?* Rouen, Pur, (pp.171-183).

Ehrenberg, A. (1991). *Le Culte de la performance*. Paris :Hachette .

Jeu, B. (1977, b). *Le Sport, l'émotion, l'espace*. Paris : Vigot.

Minois, G. (2005). *Le Culte des Grands hommes*. Paris : Audibert.

## P33-Tests d'attention chez le jeune gardien de football.

Philippe Campillo, Reda Keylouli, Jean-Michel Hespel  
FSSEP, Université de Lille 2.  
[philippe.campillo@univ-lille2.fr](mailto:philippe.campillo@univ-lille2.fr)

Des processus cognitifs de perception extrinsèque et intrinsèque permettent au gardien de but en football d'intervenir et même d'anticiper judicieusement ses actions. 7 jeunes gardiens, en préformation, participent à une étude sur l'attention visuelle. Ils réalisent avant et après un cycle d'entraînement spécifique de 8 semaines, 3 tests de perceptions visuelles, sur la détermination du positionnement de cibles clignotantes, la localisation de cibles à trajectoires multiples et l'anticipation d'un plongeon depuis l'attitude d'un tireur de pénalty. L'étude révèle qu'il y a des progrès dans les 2 derniers tests respectivement de 17,4 % et de 6,4%. Ces observations peuvent avoir des implications pour le développement de programmes de formation à la perception et l'anticipation, mais aussi pour identifier le potentiel de joueurs.

**Mots clés** : Football, jeu, vision.

### INTRODUCTION

L'attention visuelle joue un rôle important dans les sports individuels (Williams et al., 1999), mais se complexifie avec le nombre de paramètres instables dans les sports d'équipe où les joueurs doivent percevoir simultanément les alternatives de positionnements et de déplacements des adversaires et de leurs partenaires selon leur situation et la balle dans le jeu. Dans ces milieux changeants, l'anticipation permet d'optimiser la vitesse de récupération ou de transmission de la balle dans des espaces de jeux très réduits et selon des durées qui ne peuvent s'expliquer que par cette prise d'avance qui enrichit les aspects techniques et tactiques des joueurs et par conséquent de l'équipe. Chez le gardien de but où la moindre erreur est souvent fatale pour l'équipe, le système visio-perceptif doit être particulièrement exercé, car il conditionne le positionnement de ses appuis qui caractériseront la qualité de ses interventions techniques (Spratford et al., 2009; Morya et al., 2003). Le but de l'étude réalisée sur de jeunes gardiens est de tester l'effet de 8 semaines d'entraînement perceptivo-moteur spécifique.

### PROGRAMME EXPERIMENTAL

7 gardiens en préformation (Âge  $10 \pm 1,1$  ans; taille  $1,47 \pm 0,1$  m; masse  $34,7 \pm 2,3$  kg) qui s'entraînent tous ensemble sur les mêmes ateliers participent à l'étude. Ces sportifs sont confrontés à 3 batteries de tests, tout comme un groupe témoin de 17 sujets sédentaires du même âge, d'une classe de sixième. Ils indiquent leurs réponses avec un pointeur laser sur la projection, située à une distance de 2 m, d'une présentation assistée par ordinateur.

T1, *un test de perception visuelle de cibles statiques*. Il est réalisé afin de déterminer la lecture du positionnement de plusieurs joueurs et leurs déplacements pour le gardien de but. Le sujet doit localiser le déplacement de cibles (soit des joueurs adverses, soit ses partenaires) sur des situations offensives adverses dans 80 diapositives. À chaque diapositive, un joueur change de position et ainsi de suite sur l'ensemble de la manipulation. Le test est de difficulté progressive, car le nombre de cibles à repérer augmente de 1 à 4 toutes les 20 diapositives. La durée de l'observation et du traitement visuel s'élève de façon proportionnelle, c'est-à-dire de 1 seconde jusqu'à 4 secondes pour 4 cibles. La transition entre les diapositives est à vitesse « rapide » et d'une durée de 1 seconde. Le sujet peut réaliser un total de 80 points s'il localise l'ensemble des modifications de 1 à 4 par diapositives.

T2, *un test de perception visuelle de cibles à trajectoires multiples* qui permet d'observer les aptitudes d'un sujet à observer la trajectoire de plusieurs cibles en mouvement. De manière similaire au test précédent, les sujets doivent dépister les trajectoires d'un certain nombre d'objets identiques et désigner au final leur position. Le test se réalise à partir de vidéos où les sujets sont confrontés à 8 articles identiques, après un moment, certains d'entre eux clignotent, indiquant leur statut comme cibles. Tous les articles identiques commencent alors à se déplacer de manière imprévisible sur l'écran. La tâche à réaliser pour les sujets est de repérer les cibles qui clignotent à la fin de la vidéo malgré leurs déplacements consécutifs. La manipulation se compose de 20 diapositives, où chaque diapositive possède une durée de 10 secondes et une seule vitesse de passage. Le test se caractérise par une difficulté croissante toutes les 5 diapositives le nombre de cibles à détecter augmente jusqu'à 4. Le candidat totalise un point par bonne réponse pour chaque présentation.

T3, *un test dit de perception visuelle spécifique au gardien de but*. Lors du dernier test le sujet est mis face à une situation filmée de penalty et doit simuler un plongeon en indiquant la destination supposée



du ballon. Il s'agit au préalable de l'enregistrement sur un terrain de football de 36 tirs au but exécutés par 18 joueurs de football qui réalisent deux passages. La caméra protégée, est positionnée dans un but. Lors du passage du test, le sujet doit analyser le tireur sur sa prise d'élan et sa frappe juste avant qu'il touche le ballon afin de déterminer l'action motrice et de proposer une parade. Le participant marque un point pour chaque choix convenable sur un maximum de 36.

Après le passage de la batterie de tests considérée comme «Pré-test», les gardiens de but sont soumis à 8 semaines d'entraînement. Chaque séance d'entraînement (soit 3 par semaine) est composée d'une situation spécifique à l'entraînement visuel. Notons qu'en terme pédagogique, chaque exercice perceptif est toujours couplé à des aspects techniques afin de rester au plus proche des situations de compétition. Dans la planification du club, les joueurs ont 3 séances par semaine dont deux obligatoirement spécifiques. Les séances d'une durée de 1h45 se composent de 20 minutes d'entraînement perceptif. La durée totale de l'étude est de 10 semaines, qui se composent de 2 semaines (pour le passage des phases de pré-test et post-test) et 8 semaines d'entraînement. Par contre, il est essentiel de noter que les exercices perceptifs sont toujours liés à une situation composée d'une compétence technique, comme la prise de balle, le plongeon, ...

## **RESULTATS DISCUSSION**

On observe que la moyenne du groupe est supérieure à 50% de réussite sur les trois tests respectivement lors des pré-tests (64,1%, 60,3%; 57,1%) et des post-tests (66,4%, 77,7%, 63,5%). Alors que le test statistique de Wilcoxon ne révèle aucune évolution pour le groupe des sédentaires (45,1%, 57,4%, 50%), il montre que la plupart des sujets sportifs améliorent avec l'entraînement perceptif, leurs performances de manière significative ( $p < 0,05$ ) sur les tests 2 et 3. La progression est spécifique de l'ordre de 17,4% pour le test 2 et 6,4% pour le test 3, mais non conséquente (2,32%) pour le test 1. Le test U de Mann-Whitney démontre des différences significatives pré-tests et post-tests pour T1 et T2 ( $p < 0,01$ ) et T3 ( $p < 0,05$ ) qui s'accroissent. Il convient d'examiner avec plus de précision les mécanismes qui permettent de réaliser de meilleures performances perceptivo-cognitives afin de connaître les mécanismes anticipatoires spécifiques au gardien. Ces capacités à encoder, extraire et reconnaître les informations spécifiques pour anticiper sont dues aux structures complexes et discriminantes de la mémoire de long terme, mais aussi au contrôle des mouvements oculaires vers des sources essentielles qu'il convient de déterminer (Williams, 2000). En effet même si les experts et les novices ne diffèrent pas par leur acuité de base, ils pourraient se distinguer par leur capacité à mieux centrer leur attention sélective ce qui doit commencer dès le plus jeune âge chez le gardien par la pratique régulière d'exercices moteurs et proprioceptifs associés à des tâches d'attention de base.

## **REFERENCES**

- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (1999). Visual perception and action in sport. London: E & F.N Spon.
- Williams AM. Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *J Sports Sci.* 2000, 18(9):737-50.
- Spratford W, Mellifont R, Burkett B. The influence of dive direction on the movement characteristics for elite football goalkeepers. *Sports Biomech.* 2009, 8(3):235-44.
- Morya E, Ranvaud R, Pinheiro WM. Dynamics of visual feedback in a laboratory simulation of a penalty kick. *J Sports Sci.* 2003, 21(2):87-95.

P34-Test de perception visuelle chez le footballeur selon le poste.

*Philippe Campillo, Erasme Logossou, Reda Keyloui, Jean-Michel Hespel*  
FSSEP, Université de Lille 2.  
[philippe.campillo@univ-lille2.fr](mailto:philippe.campillo@univ-lille2.fr)

L'étude compare pour différents groupes de footballeurs à onze, la capacité à percevoir et à localiser des détails qui discriminent des figures. Notre échantillon est constitué de 40 footballeurs répartis en 3 groupes (17 Défenseurs dont 2 gardiens, 12 Milieux de terrain et 11 Attaquants). Ces groupes sont soumis aux mêmes conditions de visualisation de 3 séries de 20 diapositives défilant respectivement à 4, 3 et 2 secondes sur écran d'ordinateur. Chaque diapositive comporte deux images de situation de jeu footballistique distinctes d'une modification. Sur celle du bas, le sujet devait trouver l'erreur et l'indiquer explicitement. L'analyse statistique des résultats montre une différence significative ( $p < 0,01$ ) discriminante au niveau de la diapositive défilant à 2 secondes, cependant les résultats obtenus évoluent dans un ordre croissant de bonne réponse :  $D < M < A$ .

Mots clés : Football, jeu, vision.

## **INTRODUCTION**

La recherche perpétuelle de l'amélioration des performances incite à évaluer et à optimiser les moindres détails, même ceux qui semblent insignifiants autour de la préparation du sportif. Dans cette conjoncture, la prise en compte des éléments qui contribuent à la prestation en situation de match est de plus en plus considérée. La miniaturisation et l'adaptation du matériel aux situations d'efforts intenses permettent d'élaborer des hypothèses au plus près des préoccupations de la discipline. On pense notamment à l'influence de trois outils qui ont progressivement changé la représentation du jeu des entraîneurs, des préparateurs physiques et des joueurs eux-mêmes ; l'enregistrement imagé du jeu, l'accessibilité à la physiologie de l'effort, le traitement informatique et statistique de l'ensemble de ces données associées, faisant émerger des variables quantitatives multiples, des paramètres qualitatifs sur l'organisation des actions des joueurs et des configurations de jeux. L'examen systémique et dynamique des différentes composantes du jeu et de sa performance devrait permettre d'anticiper précisément dans les confrontations et d'envisager des choix stratégiques et tactiques rationnels.

Cependant, l'étude dans le contexte du jeu de certains paramètres est très difficile, en occurrence au cours de l'action, l'évaluation de la perception visuelle, même chez le gardien confronté à une situation plus ou moins standardisée comme le coup de pied de but, où le plus souvent les situations sont considérablement aménagées. En sport, la prise de décision est un facteur de performance dont le degré d'importance varie en fonction des pratiques. Dans les sports collectifs comme le football, le joueur doit s'adapter en permanence aux rapports d'oppositions individuels et collectifs avec des délais très brefs. Sous la pression des adversaires, mais aussi des partenaires autour de la possession du ballon, le joueur doit prendre des décisions justes qui conditionnent son déplacement, sa technique et finalement son jeu. La prise de décision dépend entre autres de la qualité de sa perception visuelle dont les informations encodées facilitent la pertinence et la précision de ses décisions (Poplu et al., 2008).

Le football présente la particularité de solliciter certaines qualités et aptitudes à des degrés plus ou moins importants, selon le positionnement et donc le poste du joueur sur le terrain. L'objectif de cette étude est de percevoir, selon la zone de jeu des joueurs, s'il existe des différences significatives dans la prise d'information visuelle et en particulier la détection d'erreurs qui pourrait dans le jeu se caractériser par des prises de décisions contraintes et perturbées.

## PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Un échantillon de 40 footballeurs (Age  $21,13 \pm 3,30$  années ; masse  $72,9 \pm 7,77$  kg ; taille  $179,3 \pm 7,11$  cm) de divers niveaux amateurs et tous volontaires pour réaliser les tests est constitué. Les joueurs pratiquent de 6 à 8 heures de football par semaine et cela depuis au minimum cinq années. Le groupe est divisé en 3 sous-groupes (homogènes en âge, années et niveau de pratique) selon la place que chaque joueur occupe régulièrement sur un terrain de football à onze, à savoir : 17 défenseurs, 12 milieux et 11 attaquants.

3 séries de 20 diapositives (Figure 1) avec des durées de présentation de 4, 3 et 2 secondes sont présentées aux sportifs dans un ordre aléatoire sur un écran d'ordinateur portable de 15,4 pouces. Chaque sujet selon la durée impartie, doit rapidement avec le doigt localiser et désigner par diapositive l'erreur entre deux images footballistiques superposées. Avant le début du test, il s'exerce sur une série de quelques diapositives. Au préalable afin d'homogénéiser les séries de 20 diapositives en fonction des durées de localisation d'erreur, les 60 images les composant sont testées selon différents ordres sur un groupe de 12 personnes.

## RESULTATS ET DISCUSSION.

Le test anova de Friedman montre au niveau intragroupe qu'il existe des différences significatives entre les séries (4'', 3'', 2'') pour les défenseurs ( $p < 0,05$ ) mais aussi les milieux ( $p < 0,01$ ). Cette distinction résulte des écarts de performance entre les séries 4'' et 2'' où le pourcentage de bonne réponse décline respectivement de 54,7% à 37,7% et 64,2% à 40,9%. Le test anova de Kruskal-Wallis met en évidence à  $p < 0,01$  entre les groupes l'aspect discriminant de la série 2'' (Figure 1) où les attaquants obtiennent de meilleures performances ( $10,9 \pm 2,21$ ) que les milieux ( $8,2 \pm 2,9$ ) et les défenseurs ( $7,5 \pm 2,3$ ). Ces résultats restent à confirmer sur des populations de joueurs plus importantes par ligne de jeu, de niveau, mais aussi d'âge, en testant les sujets sur des délais perceptifs proches de la seconde pour un degré de difficulté optimal. En effet, dans le maillage complexe des facteurs qui contribuent à atteindre la performance en sport collectif l'étude de la perception visuelle est souvent négligée pourtant déterminante dans l'anticipation des actions de jeu collectif, la localisation spatiale et posturale pour prendre la bonne décision en y associant le déplacement et l'exécution technique appropriée. Le protocole laisse à penser une expérimentation plus discriminante où les sujets tout en contrôlant le ballon et équipés d'un système de suivi du regard (eye-tracking), seraient confrontés à des prises de décision par rapport à des situations de jeux exposées grandeur nature.

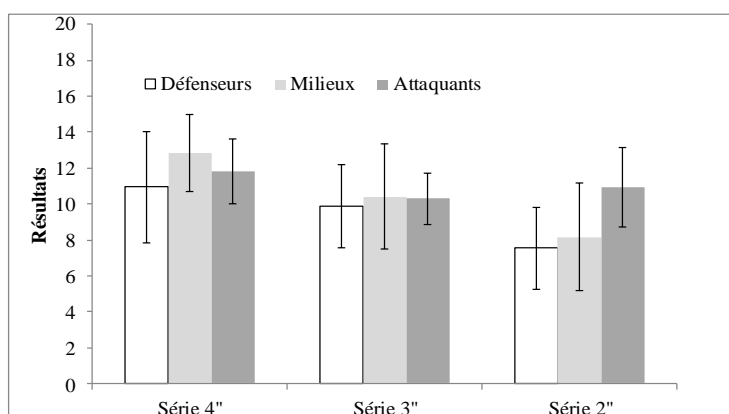


Figure 1. Histogramme des moyennes et des écarts-types des résultats aux séries de 20 diapositives présentées selon les délais 4, 3 et 2 secondes et en fonction des zones de jeu.

## RÉFÉRENCES.

Poplu, G., Ripoll, H., Mavromatis, S., Baratgin, J. How do expert soccer players encode visual information to make decisions in simulated game situations? *Res Q Exerc Sport*. 2008, 79(3):392-398.

Ce document a pour but d'investiguer l'activité des deux défenseurs centraux en football lors de moments de transition défensive (passage du statut d'attaquant où mon équipe est en possession du ballon à un statut de défenseur où mon équipe n'est plus en possession du ballon) puisque la gestion de ces moments est particulièrement critique pour le gain d'une rencontre. Nos résultats ont mis en évidence l'existence de formes d'activité non-coopérative entre les deux partenaires (émergence de préoccupations individuelles). Nous supposons que les préoccupations développées par les joueurs lors du moment de possession du ballon influence la gestion de la perte et semblerait ainsi expliquer les résultats obtenus. Cela nous a amené à nous interroger sur la conception de nouveaux dispositifs d'entraînement visant notamment le développement d'attitudes « proactives » chez le joueur de football.

**Mots clés :** football, activité collective, entraînement

## INTRODUCTION

Pour analyser le jeu de football, les entraîneurs et les théoriciens se sont longtemps focalisés sur la compréhension des activités individuelles. Ces travaux (Mombaerts, 1991) ont permis la mise en oeuvre de modèles d'entraînements individuels mais n'ont pas assez appuyé le développement de compétences collectives. Une démarche d'analyse de l'activité collective en ergonomie se renforce actuellement et nous proposons de l'illustrer dans le cadre de l'étude de l'activité de deux défenseurs centraux au cours de moments de transition défensive. Ces moments sont définis par nature comme dynamique et incertain. Il se caractérise pour l'équipe comme le passage du statut d'attaquant (possession du ballon) à celui de défenseur (non-possession du ballon). La gestion de ces moments s'avère crucial pour le gain d'une rencontre comme en témoigne les statistiques suivantes apportées par la Direction Technique Nationale à l'issue de l'Euro 2008 :

|                   | <b>% Buts marqués (77 buts marqués dans la compétition)</b> | <b><i>Buts marqués en moins 14'' à la récupération</i></b> | <b><i>Buts marqués en moins de 6''</i></b> |
|-------------------|---|--|--|
| <b>Transition</b> | <b>55% (43 buts)</b>  | <b>67% (29 buts)</b>                                       | <b>23% (10 buts)</b>                       |
| <b>Possession</b> | <b>23%</b>  |  |  |
| <b>Stratégies</b> | <b>22%</b>  |  |  |

Il semble intéressant de préciser que la vitesse de ces moments ne permet généralement pas la communication explicite entre partenaires. Ces derniers doivent alors se coordonner de façon « implicite ». D'un point de vue théorique, notre étude s'appuie sur les présupposés de l'action située (Salembier & Zouinar, 2004) qui supposent que la réussite de l'interaction entre deux acteurs repose sur la construction d'un contexte partagé de la situation. Il se définit comme l'ensemble des informations ou événements contextuels mutuellement manifestes pour un ensemble d'acteurs, à un instant t dans une situation donnée, compte tenu de leurs capacités perceptives et cognitives, des tâches qu'ils doivent réaliser, et de leur activité en cours (Salembier et Zouinar, 2006).

Cette intelligibilité mutuelle du jeu passe donc par l'identification des indices significatifs pour chaque joueur dans l'action. Elle consiste en le degré de partage des significations que

les acteurs font à propos de leur interaction : sur eux-mêmes, sur leur situation commune et sur la culture qui les rassemble.

## **METHODE**

La méthodologie comprend l'enregistrement d'un match de championnat français U17 national suivant deux plans vidéo. Des entretiens d'auto-confrontation avec les deux défenseurs centraux [*Ces joueurs formant la dernière ligne défensive se trouvent régulièrement confrontés à la gestion de ces moments de transitions*] ont suivi à partir de six séquences vidéo extraites du match. Les critères d'extraction ont été établis à partir de la définition de Mombaerts (2008) et concerne l'espace de jeu à défendre, le temps et l'effectif : par exemple, « *une situation critique d'un point de vue extrinsèque pour la défense peut consister en une supériorité numérique pour l'équipe adverse, avec un espace conséquent à gérer dans le dos de la défense et des adversaires qui ont déjà pris de la vitesse* ». L'analyse permet de décrire la situation de chaque joueur (ce qui fait signe pour lui dans l'action) et ainsi d'identifier les éléments partagés qui sont le support de la communication collective.

## **RESULTAT § DISCUSSION**

Nous avons tout d'abord reconstruit le contexte partagé (Poizat, 2006) en documentant rigoureusement les indices significatifs pris par chaque acteur au cours de l'action. Ainsi, lorsque l'équipe a le ballon, nous observons que les deux joueurs se coordonnent sur l'action d'un troisième joueur (le porteur de balle). Ensuite, lors de la perte puis pendant la non-possession du ballon, nous observons une prépondérance de préoccupations individuelles (e.g, intervenir sur le porteur de balle) qui ne favorisent pas l'émergence d'intentions concernant des modes de coopération. A aucun moment les défenseurs ne se facilitent la tâche que ce soit par des communications explicites et/ou implicites (Falzon, 1994) et leurs actions sur ces moments apparaissent également antinomiques (e.g, les deux joueurs moment ensemble sur le porteur de balle) par rapport au but commun qui est de ne pas encaisser de buts. Nous posons l'hypothèse que la focalisation sur le partenaire porteur de balle relevée lors des moments de possession influence la gestion de la perte de balle. Elle ne permet pas par exemple la mise en place de communications nécessaires à la gestion de ce moment.

## **CONCLUSION**

L'hypothèse explicative émise à partir des résultats de l'étude nous amène à proposer des orientations originales pour l'entraînement. Il s'agit de se centrer sur les moments de possession du ballon visant le développement d'une attitude « proactive » chez le défenseur (recherche d'indices pertinents pour le joueur) lors de la compétition. L'entraînement doit permettre au joueur de construire diverses situations de jeu qui seront ensuite conscientisées par un travail réflexif personnalisé.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Falzon, P. (1994). Dialogues fonctionnels et activité collective. *Le Travail Humain*, 57 (4), 299-312.
- Mombaerts, E. (1991). De l'analyse du jeu à la formation du joueur, éditions Actio.
- Poizat, G. (2006). Analyse en ergonomie cognitive de l'activité collective en tennis de table. Contribution à la connaissance des interactions humaines. Thèse de doctorat non publiée, Université de Rouen, Rouen.
- Salembier, P., & Zouinar, M. (2004). Intelligibilité mutuelle et contexte partagé. Inspirations théoriques et réductions technologiques. In P. Salembier, J. Theureau & M. Relieu (Eds.), *numéro spécial "Activité et Action située", @ctivites*, 1 (2), 64-85.
- Salembier, P., & Zouinar, M. (2006). Pas de coopération sans partage ! Le partage d'information comme régulateur de la cognition individuelle et collective. In F. Jeffroy, J. Theureau et Y. Haradji (Eds.), *Relation entre activité individuelle et activité collective : confrontation de différentes démarches d'études* (pp. 55-76). Toulouse : Octares.

P36-Rôle modérateur de l'activité physique sur le vieillissement de trois fonctions exécutives : effet global ou sélectif ?

*Geoffroy Boucard<sup>1</sup>, Cédric Albinet<sup>1</sup>, Aurélie Bugaïska<sup>2</sup>, Cédric Bouquet<sup>1</sup>,  
David Clarys<sup>1</sup> & Michel Audiffren<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>CeRCA - CNRS UMR 6234, Université de Poitiers

<sup>2</sup>LEAD - CNRS UMR 6022, Université de Dijon

[geoffroy.boucard@univ-poitiers.fr](mailto:geoffroy.boucard@univ-poitiers.fr)

Cette étude avait pour but de mesurer l'impact de l'activité physique (AP) chronique sur trois fonctions exécutives (FE) chez des populations jeunes et âgées et de déterminer si la santé cardiorespiratoire (SC) médiatise la relation entre ces deux variables. 63 jeunes adultes (18-30 ans), 30 jeunes-âgés (60-70 ans) et 30 âgés-âgés (71-81 ans) ont été répartis en groupes d'actifs et d'inactifs, en fonction de leur niveau d'AP (évaluée par un accéléromètre et un questionnaire d'AP). Le VO<sub>2</sub> max servait de variable pour étudier la SC. Chacune des FE était évaluée par 3 tâches différentes. Les résultats révèlent une interaction entre l'âge et le niveau d'activité physique, uniquement sur la fonction d'inhibition. Des analyses de régression démontrent que l'effet spécifique de l'AP sur cette FE, mise en évidence uniquement dans le groupe des âgés-âgés, est médiatisée par le niveau de VO<sub>2</sub> max.

**Keywords :** Vieillesse ; Fonctions exécutives ; Activité Physique ; Santé Cardiorespiratoire

## INTRODUCTION

De nombreuses méta-analyses (e.g. Colcombe & Kramer, 2003) témoignent des effets bénéfiques de l'activité physique (AP) sur l'efficacité des processus exécutifs des seniors admettant que la santé cardiorespiratoire (SC) en soit un robuste médiateur. Toutefois, il convient de tenir compte de la diversité des fonctions exécutives, en considérant des tâches reconnues pour les évaluer spécifiquement (voir Etnier & Chang, 2009). A ce titre, le modèle théorique de Miyake et al. (2000), qui rend compte de l'indépendance de trois fonctions exécutives (la mise à jour de la mémoire de travail, la flexibilité cognitive et l'inhibition de réponses préparées), offre un cadre théorique tout à fait pertinent pour examiner plus précisément l'impact de l'AP sur chacune des FE. Notre objectif était de clarifier si l'effet de l'AP sur les FE est global ou bien sélectif, et d'examiner le rôle joué par la SC dans la relation entre ces deux variables.

## METHODE

Les participants ont été répartis en groupe d'actifs et d'inactifs, en fonction d'un score composite reflétant leur niveau d'AP, grâce à la technique de la median-split (tableau 1). Ce score a été créé en moyennant les données transformées (scores Z) du niveau de l'AP actuelle et du niveau l'AP passée pour chaque participant. L'AP passée était évaluée à l'aide du Historical Leisure Activity Questionnaire (Kriska et al., 1988). L'AP actuelle a été évaluée par un accéléromètre GT1M. Les participants portaient cet appareil, au cours de deux journées d'une semaine typique.

Tableau 1. Caractéristiques des participants

|   | Jeunes adultes<br>18-30 ans |          | Jeunes-Agés<br>60-70 ans |                     | Agés-Agés<br>71-81 ans  |                          |
|---|-----------------------------|----------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
|   | Actifs                      | Inactifs | Actifs                   | Inactifs            | Actifs                  | Inactifs                 |
| <b>Durée AP &gt; 4 METs<br/>(par jour) <sup>a,b</sup></b>   | 44 min                      | 19 min   | 52 min                   | 3 min               | 20 min                  | 2 min                    |
| <b>Catégorie VO<sub>2</sub> max <sup>a,b</sup><br/>Normes de<br/>Shvartz &amp; Reibold<br/>(1990)</b> | Bonne/<br>Très<br>Bonne     | Moyenne  | Très<br>Bonne            | Passable/<br>Faible | Bonne/<br>Très<br>bonne | Passable/<br>Très faible |

a = effet de l'AP; b = effet de l'âge ( $p < .05$ )

Chacune des 3 FE était évaluée par 3 tâches différentes afin d'examiner l'effet potentiellement différencié que pouvait avoir l'AP sur chacune d'entre elles. 3 scores composites ont donc été créés, à partir des données transformées en scores Z, reflétant l'inhibition, la mise à jour de la mémoire de travail et la flexibilité. Les alphas de Cronbach étaient modérés (.62 à .72) indiquant que chaque trio de scores composites reflétait une même fonction.

## RESULTATS

- Des ANCOVAs ont été menées sur chacune des 3 FE avec l'éducation et l'indice de masse corporelle comme covariants. Les ANCOVAs ont révélé une interaction significative âge \* niveau d'activité physique sur la fonction d'inhibition,  $F(1, 115) = 5.88, p < .05; \eta_p^2 = .049$ , indiquant un effet significatif de l'AP que pour le groupe « âgés-âgés » ( $p < .001$ , test de Bonferroni) (figure 1). Aucun effet d'interaction âge\*AP ou d'effet principal de l'AP n'a été observé sur les deux autres FE. Il apparaît que l'impact positif de l'AP sur les FE soit sélectif, influençant fortement la fonction d'inhibition au cours de la 8<sup>ème</sup> décennie. Pourtant, la méta-analyse de Colcombe et Kramer (2003) semble indiquer que ce sont les adultes âgés de 65 à 70 ans qui profiteraient le plus des bienfaits cognitifs induits par un entraînement physique régulier.

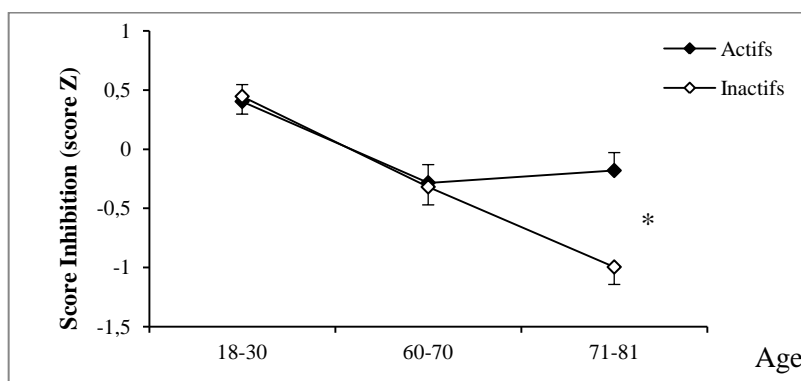


Figure 1. Effet modérateur de l'AP sur la fonction d'inhibition (évaluée dans les tâches de génération aléatoire de chiffres, Simon et Stroop)

- Des analyses de régression multiple ont été conduites sur le score Z reflétant la fonction d'inhibition dans le groupe des « âgés-âgés ». Le premier modèle testé montre que l'AP explique une proportion significative de la variance dans le score d'inhibition (11,6 %) après le contrôle d'autres variables modératrices comme le score d'intelligence cristallisée, l'âge et le sexe. Le second modèle testé montre que l'AP n'en explique plus que 3,3 % (n.s.) après le contrôle du niveau de VO<sub>2</sub> max. Ceci signifie que le VO<sub>2</sub> max médiate 71,55 % des effets de l'AP sur le score d'inhibition dans le groupe des « âgés-âgés ».

## CONCLUSION

Ces résultats sont compatibles avec ceux issus des travaux de Colcombe et al. (2004 ; 2006), qui montrent que l'introduction d'une AP régulière chez les seniors a pour effet une amélioration de la SC, accompagnée par des améliorations structurales et fonctionnelles des zones préfrontales sous-tendant la FE d'inhibition (cortex cingulaire antérieur, cortex frontal inférieur droit).

## BIBLIOGRAPHIE

Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science, 14*(2), 125-130.  
Miyake, A., Friedman N. P., Emerson, M. J., Witzki A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49-100.

P37- La promotion de l'activité physique auprès de populations obèses : synthèse de deux méta-analyses explorant l'efficacité des interventions et les mécanismes psychosociaux impliqués

*Gourlan Mathieu, Trouilloud David & Sarrazin Philippe*

Laboratoire Sport et Environnement Social, Université de Grenoble.

Mathieu.Gourlan@ujf-grenoble.fr

Le but de ces méta-analyses est (1) de déterminer l'effet moyen des interventions faisant la promotion de l'AP auprès de la population obèse, et (2) d'identifier certains mécanismes psychosociaux impliqués dans le niveau d'efficacité de ces interventions. Quarante quatre études correspondaient aux critères d'inclusion. Les analyses ont fait ressortir une taille de l'effet moyen des interventions de 0.44 (95% CI=0.31, 0.57) indiquant ainsi un impact positif des interventions sur le niveau d'AP des participants. Concernant les mécanismes psychosociaux impliqués, les analyses révèlent un effet sur les variables des catégories « bien-être psychologique » ( $d=0.27$ , 95% CI=0.14; 0.41), « attitudes vis-à-vis de l'AP » ( $d=0.23$ , 95% CI=0.08; 0.39), « perception de soi » ( $d=0.58$ , 95% CI=0.39; 0.77) et « capacités cognitives » ( $d=0.78$ , 95% CI=0.53; 1.03). Néanmoins, au regard de la très faible fréquence de mesure de ces variables, ces résultats nécessitent d'être stabilisés par les recherches futures.

**Mots clés :** Obésité, Promotion, Activités physiques, Variables psychosociales, Méta-analyse

## **INTRODUCTION**

Plus d'un milliard d'adultes et 110 millions d'enfants souffrent actuellement de surpoids ou d'obésité dans le monde (Haslam et al., 2005). Ce constat est préoccupant au regard des conséquences physiologiques (e.g., hypertension) et psychologiques (e.g., basse estime de soi) associées à cette condition (Must & Strauss, 1999). L'activité physique (AP) est recommandée, en association à un régime alimentaire, pour le contrôle à long terme d'une surcharge pondérale (Parizkova & Hills, 2001). De nombreuses études épidémiologiques rapportent néanmoins que les individus obèses présentent un niveau d'AP en dessous des recommandations (e.g., Parsons et al., 2008). Malgré la mise en place de nombreux programmes faisant la promotion de l'AP auprès de cette population ces dernières années, peu d'informations relatives à l'efficacité de ces interventions sont disponibles. Il semble donc important (1) de déterminer dans quelle mesure les interventions menées jusqu'à présent se sont avérées efficaces pour faire évoluer la pratique physique des participants et (2) d'identifier les facteurs associés au niveau d'efficacité des interventions. Ainsi, deux méta-analyses ont été conduites afin (1) d'évaluer l'effet moyen des interventions faisant la promotion d'AP auprès de populations obèses, et (2) d'identifier certains mécanismes psychosociaux impliqués dans le niveau d'efficacité de ces interventions.

## **METHODE**

Le travail de recension a été effectué à partir de 4 bases de données (Pubmed, Sports Discus, Current Contents et PsychINFO) en combinant un ensemble de mots clés (e.g., « physical activity », « program »). Les critères d'inclusion des études étaient les suivants : (1) l'échantillon avait un IMC moyen  $\geq 25\text{kg/m}^2$ , (2) les résultats étaient spécifiquement reliés à une intervention, (3) l'un des objectifs de l'intervention était de faire la promotion de l'AP, (4) les effets de l'intervention sur le niveau d'AP ou la santé cardiovasculaire étaient reportés. Les articles étaient exclus dans les cas suivants : (1) l'intervention était uniquement basée sur la mise en place de séances d'exercice physique supervisées, (2) les effets de l'intervention n'étaient évalués qu'au travers du taux de participation aux sessions mises en place. La taille de l'effet de chaque intervention sur l'AP et les variables psychosociales a été déterminée en utilisant le  $d$  de Cohen (Cohen, 1988). Un  $d$  d'une valeur de 0 représente un effet nul, 0.2 un effet faible, 0.5 un effet moyen, 0.8 un effet important. Le niveau d'hétérogénéité entre les interventions a été évalué par l'intermédiaire du test omnibus (Q) et du test du  $I^2$  (Higgins et al., 2003).



## RESULTATS

Quarante quatre études correspondaient aux critères d'inclusion. Premièrement, les résultats indiquent que la taille de l'effet moyen des interventions est de 0.44 (95% CI=0.31, 0.57) révélant ainsi un impact positif modéré des interventions sur le niveau d'AP des participants. Le niveau d'hétérogénéité des effets s'avère élevé ( $Q=139.48$ ,  $p<0.001$ ,  $I^2=76\%$ ), indiquant une grande variabilité dans le niveau d'efficacité des interventions.

Seules 17 des 44 études ont rapporté avoir mesuré des variables psychosociales. Leur analyse a permis d'identifier 24 variables différentes. La qualité de vie ( $n=5$ ), la motivation ( $n=3$ ), l'auto-efficacité ( $n=3$ ), les stades de changement ( $n=3$ ) et le soutien social perçu ( $n=3$ ) constituent les variables les plus fréquemment mesurées. Néanmoins, en raison de leur faible fréquence ( $n\leq 4$ ), il n'a pas été possible de mesurer l'impact des interventions sur chacune d'entre elles (Portnoy et al., 2008). Par conséquent, ces différentes variables ont été regroupées en 5 catégories : (1) « Bien-être psychologique » (e.g., Qualité de vie, satisfaction de vie), (2) « perception de soi » (e.g., estime de soi, auto-efficacité), (3) « attitudes vis-à-vis de l'AP » (e.g., stades de changement, motivation), (4) « environnement social » (e.g., perception de soutien), et (5) « capacités cognitives » (e.g., niveau de connaissance, performance cognitive). Les analyses montrent que les interventions ont eu un effet modéré sur les variables des catégories « bien-être psychologique » ( $d=0.27$ , 95% CI=0.14; 0.41) et « attitudes vis-à-vis de l'AP » ( $d=0.23$ , 95% CI=0.08; 0.39). L'effet des interventions est apparu important pour les catégories « perception de soi » ( $d=0.58$ , 95% CI=0.39; 0.77) et « capacités cognitives » ( $d=0.78$ , 95% CI=0.53; 1.03). Enfin, un effet non significatif est apparu pour la catégorie « environnement social » ( $d=0.22$ , 95% CI= -0.09, 0.53).

## DISCUSSION

Les 2 méta-analyses réalisées rapportent un impact positif – mais modéré – des interventions visant la promotion de l'AP auprès d'individus obèses. En ce sens, ces interventions peuvent être considérées – en moyenne – comme relativement efficaces. Néanmoins, une grande variabilité dans les tailles de l'effet a pu être constatée, mettant en avant la nécessité d'identifier certains modérateurs. Certaines variables psychosociales (e.g., perceptions de soi, capacités cognitives) semblent particulièrement impliquées dans ces interventions. Néanmoins, étant donné le très faible nombre d'études ayant exploré cette thématique, il est difficile – en l'état actuel – d'avoir une vision claire et consistante des processus impliqués dans ces effets. Davantage de recherches sont nécessaires. Il semble donc important pour les futurs travaux de (1) mesurer de manière plus systématique les mécanismes psychosociaux susceptibles d'être impactés par les programmes mis en place (Baranowski & Jago, 2005) et (2) d'implémenter des interventions davantage ancrées théoriquement afin de permettre la sélection des variables pertinentes (Haderman et al., 2000).

## BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE

- Baranowski, T., & Jago, R. (2005). Understanding the mechanisms of change in children's physical activity programs. *Exercise and Sports Sciences Reviews*, 33, 163-168.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hardeman, W., Griffin, S., Johnston, M., Kinmonth, A. L., & Wareham N, J. (2000). Interventions to prevent weight gain: a systematic review of psychological models and behaviour change methods. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 24 (2), 131-143.
- Haslam, D. W., Philip, T., & James, W. (2005). Obesity. *Lancet*, 366 (9492), 1197-1209.

**PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE MARDI 25 OCTOBRE 2011**

## **CONFERENCES PLENIERES**

***Mouvement (Neurosciences/Biomécanique) Pr. Rob Gray (UK)***

The attentional focus adopted during the execution of a skilled motor action can have a profound effect on performance outcomes. Furthermore, it has been proposed that an “inward” shift in the focus of attention may be one of the primary causes of “choking under pressure”. But how does attention have its effect on performance? In particular, how does changing one’s focus of attention change movement during skill execution? Here, I discuss recent research which reports different types of movement effects that have been linked to attention and pressure. Understanding the effects of attention and pressure at the level of kinematics/muscle activity is crucial for developing a comprehensive theoretical account of skilled motor action. It is also of great practical value as it identifies specific execution errors that can be addressed in practice.

**Keywords:** attention; action; kinematics; pressure

## **INTRODUCTION**

What should an athlete focus their attention on during a game or performance? Should they focus on the movements involved in skill execution e.g., a tennis player paying attention to the speed of their racquet movement or a golfer focusing on the angle of their putter head during the downswing? Or should they focus on something in the outside environment e.g., a voice in the crowd or the locations of other players on a field? Previous research has shown that what an athlete focuses their attention on during skill execution can have dramatic effects on performance, with the nature of the effect depending on skill-level (Wulf & Prinz, 2001). A common methodology used to study the role of attention in sports performance involves having an athlete perform a secondary task and a sports skill simultaneously. The secondary tasks can be designed to either direct attention towards movement execution (e.g., making a judgment about the speed of bat or club) or away from it (e.g., making a judgment about irrelevant auditory stimuli). Experiments using this approach (e.g., Gray, 2004; Castenada & Gray, 2007) have shown that for experts, focusing attention on movement execution leads to worse performance outcomes (e.g., fewer hits or made putts) while, for less-skilled performers, directing attention away from skill execution degrades performance. There is also evidence that changes in the attentional focus may be one of the primary causes of “choking under pressure” (e.g., missing a short putt to win a golf tournament). It has been proposed that high-pressure situations prompt skilled performers to shift their attention inwards so that the focus is on movement execution e.g., “The Constrained Action Hypothesis” proposed by Wulf and colleagues (reviewed in Wulf & Prinz, 2001) and the “Reinvestment Theory” proposed by Masters (1992). This inward attentional shift is thought to harm performance because actions that were formerly controlled by highly efficient and automatic motor programs (i.e., “motor memory”) are now controlled by explicit (conscious) attentional processes which are known to be slow and error-prone. How then does attention have its effect on performance outcomes? In particular, how does changing one’s focus of attention change movement during skill execution? Previous research in this area has primarily focused on the effects of attention and/or pressure on performance outcomes. While performance effects are obviously the most immediate concern of an athlete or coach, movement effects may provide a more reliable and direct index. Anyone who has participated regularly in sport knows that good execution does not always lead to a successful outcome (and poor execution does not always lead to failure). There are many additional variables (e.g., the reactions of opponents and environmental conditions) which determine whether the execution of a sports skill will be successful. Therefore, measurement of movement effects (which are more directly influenced by attention than performance effect) is key to developing a theoretical account of skilled motor action. It is also of practical importance. Identifying problems at the level of movement execution will improve the ability of a coach to help an athlete remedy performance failures -- one can only get so far by instructing a performer to

“stop trying too hard” when faced with a pressure situation. In this paper I will discuss a set of studies we have conducted examining the relationship between attentional focus, performance pressure and movement.

## BASEBALL BATTING

Gray (2004) measured the batting kinematics of skilled baseball players performing a simulated hitting task under baseline and pressure conditions (in which there were monetary incentives and social pressures to perform well). Relative to baseline performance, baseball players had fewer hits under pressure. In terms of batting kinematics (shown in Figure 1), batters also exhibited an increased amount of variability in the timing of the different stages of their swing under pressure as compared to baseline conditions. Why might kinematic variability increase under performance stress? Gray (2004) also found that skilled batters were better able to monitor the direction their bat was moving under pressure as compared to baseline conditions – suggesting they were attending more to the step-by-step components of execution under high-pressure as compared to low-pressure conditions. If increased attention to well-learned execution opens up the opportunity to fine-tune and adjust the execution of one’s skill in a way one might not normally do, this could lead to increased kinematic variability. Beilock and Gray (2007) have argued that these effects represent a temporary regress to a lower-skill level (associated with an earlier stage of skill acquisition) brought on by an increase in explicit monitoring of the motor action. In baseball batting, it has been shown that a high degree of variability in timing between the different stages of a baseball swing hurts performance by interrupting the kinetic link (Gray, 2002), and indeed it is a characteristic of novice performance.

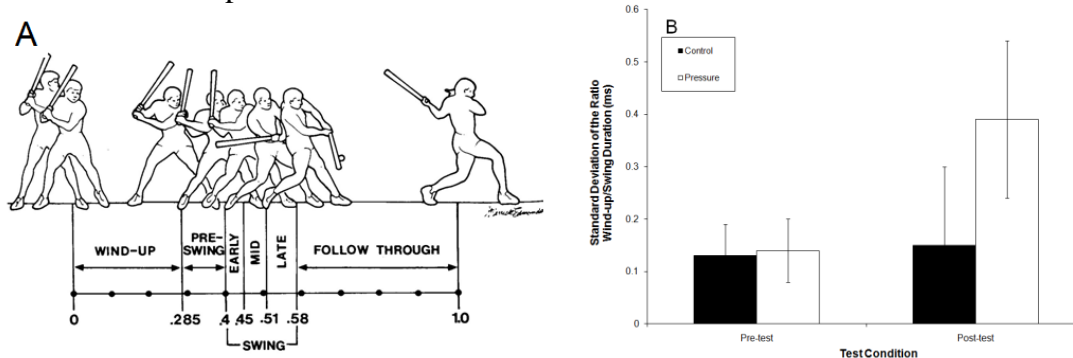


Figure 1. A: Biomechanical stages of a baseball swing. B: Standard deviation of the “wind-up”/“swing” ratio for the pressure and control groups.

## GOLF PUTTING

Beilock & Gray (in press) investigated how putting control strategies are influenced by shifts in the attentional focus. In a first experiment, attentional control was manipulated via two different secondary tasks: a *dual-task condition* in which participants judged the frequency of a tone presented during their stroke and a *skill-focused condition* in which participants judged whether the tone occurred closer to the starting or end point of the swing segment in which the tone was presented. As shown in Figure 2A, for experts, putting performance was least accurate in the skill-focused condition. As shown in Figure 2B, this decline in accuracy was significantly mediated by a reduction in the strength of the relationship between downswing amplitude and distance (and a significant increase in the strength of the relationship between swing velocity and distance, not shown). In other words, when attention was directed to skill execution, experts switched to using the novice motor control strategy for putting from different distances.

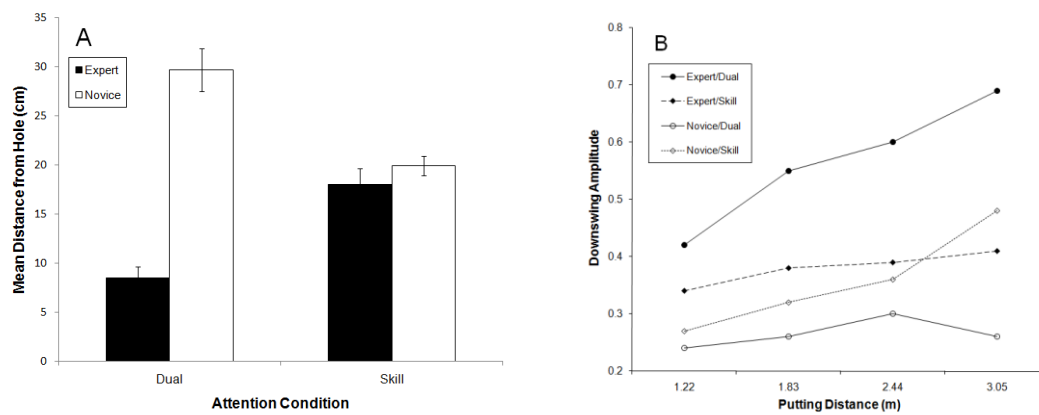


Figure 2. A: Mean distance from the hole for experts and novices for putts made in two different secondary task conditions. B: Relationship between the downswing amplitude and putting distance for experts and novices in two in two different secondary task conditions.

In a second experiment, attentional control was manipulated by introducing the possibility that participants would stop their swing mid-stroke in response to an auditory signal, thus pushing participants to exert added control over step-by-step execution. Stop-trials were interleaved with normal putting trials. Relative to baseline performance, expert golfers putted significantly worse on the interleaved normal putts than novices. Again, this decline in performance outcome was mediated by a change in the motor control strategy: the strength of the relationship between downswing amplitude and putting distance decreased for interleaved trials while the strength of the relationship between swing velocity and distance increased. Beilock and Gray proposed that having to stop the putter on some trials induced an “attentional spill-over” effect whereby the focus of attention was shifted to skill execution (which is known to harm expert performance) during non-stop trials.

## CONCLUSION

Recent research has reported movement effects that occur as a result of shifts in the attentional focus induced by dual-task conditions and/or performance pressure. When a performer shifts their attention “inwards” to the execution of movement there can be an associated change in movement variability and a change in motor control strategy.

On a practical level these findings are important because they identify specific aspects of movement execution that a coach and struggling performer can address during practice. For example, if the force of a golfer’s grip increases under pressure conditions a coach could use analogy instructions (e.g., “imagine you have an open tube of toothpaste between your hands and the contents must not be pushed out”) to both address the specific biomechanical problem and shift attention away from skill execution.

## BIBLIOGRAPHY

Beilock, S. L., & Gray, R. (2007). Why do athletes “choke” under pressure? G. Tenenbaum and B. Eklund (Eds.), *Handbook of Sport Psychology, 3<sup>rd</sup> Ed.* pp. 425-444. New Jersey: John Wiley & Sons.

Beilock, S. L. & Gray, R. (In press). From attentional control to attentional spillover: A skill-level investigation of attention, kinematic, and performance outcome relations.

Castaneda, B. & Gray, R. (2007). Effects of focus of attention on baseball batting performance in players of different skill level. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 29*,59-76.

Gray, R. (2002). Behavior of college baseball players in a virtual batting task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance., 5*, 1131-1148.

Gray, R. (2004). Attending to the execution of a complex sensorimotor skill: Expertise differences, choking and slumps. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 10*, 42-54.

Masters, R. S. W. (1992). Knowledge, knerves and know-how—The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology, 83*, 343–358.

Wulf, G., & Prinz, W. (2001). Directing attention to movement effects enhances learning: A review. *Psychonomic Bulletin & Review, 8*, 648-660.

***Psychologie Pr. Diane Sainte-Marie (CANADA)***



Interventions with the ‘self as a model’ situated within the framework for the use of observation

*Diane M. Sainte-Marie*

Psychomotor Behavior Laboratory, University of Ottawa, School of Human Kinetics  
125 University Ave, Montpetit Hall, University of Ottawa, School of Human Kinetics,  
Ottawa, Ontario, K1N 6N5.

[Diane.Ste-Marie@uottawa.ca](mailto:Diane.Ste-Marie@uottawa.ca)

**Key Words:** Observational learning; motor skill acquisition; motor performance enhancement; intervention

The learning process is a continuous cycle and one factor that heavily influences our learning of behaviours, values, and attitudes is the information that we observe in our daily lives (Bandura, 1986). In the context of this research paper, the main interest is on how the use of observation influences our motor behaviours. This interest spans across both motor skill acquisition, which occurs typically in training environments, and when our motor skills are put to the test and we need to perform those skills to the best of our ability, often in a competitive environment. Ste-Marie, Law, Rymal, O, Hall, and McCullagh (submitted), borrowing from the 5 Ws (where, what, who, when, why) and 1H (how) structure of journalistic research (Beveridge Mackie, 2010), recently developed a framework for the use of observation. In that framework, they argued that practitioners need to first consider the characteristics of the observer and the task, coupled with the individual’s objectives for using observation (why component) and the context in which they plan to use observation (where component). Based on these four parameters, practitioners can then consider how to best implement an observation intervention by manipulating the characteristics of (1) what is to be observed, (2) who is to be observed, (3) when it should be observed, and (4) how it should be observed. These manipulations of the observation experience would then be expected to generate outcomes in line with the objectives of the observer.

This research presentation will use this framework and proceed in three basic steps. First, an overview of the current state of knowledge based on the framework developed by Ste-Marie et al. (submitted) will be presented. This will be followed by applications of self-as-a-model research conducted by Ste-Marie and colleagues. Finally, future research directions concerned with the gaps in the current state of knowledge and those specific to self-as-a-model interventions will be forwarded. A brief synopsis of these steps is provided next.

### **Current State of Knowledge**

Ste-Marie et al.’s (submitted) review of literature focused on intervention-based observation research that used sport skills or daily movement tasks (i.e., laboratory tasks were excluded). For each of the more than 100 articles reviewed, the 5W’s and 1H components were examined; thus providing a basic understanding of the research questions and experimental designs used in the research to date on the use of observation for motor skill acquisition and performance. At this point in intervention based research on observation, it can be stated that we have a strong understanding of the fact that video-based or live, skilled models contribute positively to motor skill acquisition in laboratory training situations for novice learners for a large variety of sport tasks. This statement is fairly restricted due to the fact that the research has been so narrow in its scope of investigatory questions concerning the use of observation.

### **Self as a model intervention research**

Observation experiences can involve watching others or watching the self and my research focus of late has been concerned with the use of the self as a model to enhance either motor skill learning or performance. Perhaps the most common technique of observing the self is your basic video replay; a technique referred to as self-observation (Dowrick, 1999). Certainly, it is a quick and easy way for the observer to gain important knowledge of

performance and results information, with the added bonus of being able to control when it is observed, as well as control certain features of the replay (e.g., slow motion, pause functions), with the coach/intervenor being able to provide critical information to the observer during replay.

In contrast to self-observation, there is also self-modeling. Dowrick (1999) identified two self-modeling techniques that were conceptualized as feedback versus feedforward techniques. The feedback method, also referred to as positive self-review, involves capturing performances on video of the individual, but during replay, the video is edited such that only the best performances attained by the individual are shown. The feedforward technique is more elaborate as the captured video footage not only capitalizes on the best performance attained, but it is also edited in such a way as to present to individuals a performance that surpasses the highest level they have yet attained. This can be done in a number of ways. Using an example from my research, Ste-Marie et al. (2011) had participants learning a five-skill trampoline routine by beginner trampolinists. For each participant, each trampoline skill was videoed individually such that the trampolinist was able to bounce multiple times before executing the single skill. By focusing on only one skill, the trampolinist is able to attain good amplitude, stay in the center of the trampoline, and have a clean performance (i.e., pointed toes and straight legs) for each skill; criteria important for trampoline performance. Using dartfish software, a video was created for each participant that showed the five individual skills sequenced together as one complete routine with no bounces taken in between skills. Thus, participants could see a 'future potential performance' of the best routine they could perform despite never having sequenced those five skills together at that performance level. My research questions with these self as a model techniques have focused on (1) the effectiveness of these techniques, (2) why they are effective, and (3) the influence of self-control on when they are observed. This research has been conducted using sport skills such as swimming (Clark & Ste-Marie, 2007; Martini et al, in press), figure skating (Law & Ste-Marie, 2005), diving (Rymal, Martini, & Ste-Marie, 2010), gymnastics (Ste-Marie, et al., in press), and trampoline skills (Ste-Marie, et al., 2011; Ste-Marie, et al., in preparation) and have primarily been in actual sport training and competitive environments. Many of the results of these research projects will be presented.

### **Future Research Directions**

The limited scope of research defined in the review of literature lays wide open a number of recommendations for future research. It was, in fact, quite surprising to see how we need to expand our research into rehabilitation and competitive sport environments, with interventions that tap into more than just the skill function of observation (see Cumming, Clark, Ste-Marie, McCullagh, & Hall, 2005); and define more clearly how the observation experience can be enhanced through such factors as video speed, viewing angle, and frequency. Other recommendations for future research will also be described.

### **BIBLIOGRAPHY**

- Bandura, A. J. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Beveridge Mackie, J. (2011). *Modern Journalism: A handbook of instruction and counsel for the young journalist*. Charleston, SC: Nabu Press.
- Clark, S. E., & Ste-Marie, D. M. (2007). The impact of self-as-a-model interventions on children's self-regulation of learning and swimming performance. *Journal of Sports Sciences*, 25(5), 577–586.
- Cumming, J., Clark, S. E., Ste-Marie, D. M., McCullagh, P., & Hall, C. (2005). The functions of observational learning questionnaire (FOLQ). *Psychology of Sport and Exercise*, 6(5), 517-537.

- Law, B., & Ste-Marie, D. M. (2005). Effects of self-modeling on figure skating jump performance and psychological variables. *European Journal of Sport Science*, 5(3), 143–152.
- Martini, R., Rymal, A., & Ste-Marie, D. M. (in press). Investigating self-as-a-model techniques and underlying cognitive processes in adults learning the butterfly swim stroke. *International Journal of Sport Sciences and Engineering*.
- Rymal, A. M., Martini, R., & Ste-Marie, D.M. (2010). Self-regulatory processes employed during self-modeling: A qualitative analysis. *The Sport Psychologist*, 24, 1-15.
- Ste-Marie, D. M., Law, B., Rymal, A. M., O, J., Hall, C. & McCullagh, P. (submitted). Observation interventions for motor skill learning and performance: A framework for the use of observational modeling. *International Review of Sport and Exercise Psychology*.
- Ste-Marie, D. M., Rymal, A. M., Vertes, K., & Martini, R. (in press). Self-modeling and competitive beam performance enhancement. *Journal of Applied Sport Psychology*.
- Ste-Marie, D. M., Vertes, K., Rymal, A. M. & Martini, R. (2011). Feedforward self-modeling enhances skill acquisition in children learning trampoline skills. *Frontiers in Psychology: Movement Science and Sport Psychology*, 2, doi 10.3389/psyg.2011.00155.

## **SYMPOSIUMS**

#### *S4-Contextes menaçants et motivations à l'évitement : Une approche expérimentale pluridisciplinaire*

*Organisatrice : Aïna Chalabaev<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Centre de Recherches sur le Sport et le Mouvement, Université Paris Ouest Nanterre La Défense

Ce symposium présente des avancées théoriques récentes relatives aux déterminants et conséquences des états d'évitement. Il se situe dans une approche expérimentale pluridisciplinaire articulant des connaissances issues de la psychologie, de la physiologie et de la biomécanique, et porte sur des objets liés au champ de la motricité humaine. Ces états correspondent de manière générale aux processus liés à l'évitement d'événements négatifs ou désagréables (e.g., échec, danger), contrairement à l'approche orientée vers la possibilité d'événements positifs ou agréables (e.g., succès). L'évitement a généralement des implications négatives en termes d'anxiété, de motivation intrinsèque ou de performance cognitive et sportive (e.g., Elliot, 2005). L'approche expérimentale pluridisciplinaire adoptée dans le présent symposium poursuit deux objectifs : (1) mieux comprendre les implications des états d'évitement, en examinant leurs aspects moteurs (i.e., force musculaire, équilibre postural), cardiovasculaires, et psychologiques (i.e., buts motivationnels, jugements émotionnels, besoin d'autonomie) ; (2) proposer un panorama des contextes menaçants susceptibles de générer des états d'évitement. Les inductions utilisées concernent ainsi des menaces liées à l'environnement physique (i.e., stimulus de couleur rouge, sujet placé à différentes hauteurs du sol), des menaces sociales (i.e., comparaison aux autres, contrôle social), ainsi que des inductions comportementales et verbales de l'évitement, dans une perspective incarnée.

Le symposium débute par deux communications sur les conséquences néfastes de l'induction de contextes menaçants sur la motricité. En s'appuyant sur des travaux montrant que l'induction d'un stimulus de couleur rouge peut être perçue comme une menace et générer ainsi des réactions d'évitement, Payen, Elliot, Coombes, Chalabaev, Brisswalter et Cury mettent en évidence les effets négatifs de cette induction implicite sur le développement de la force maximale isométrique. Deroche, Yiou, Do et Woodman présentent ensuite une étude sur les relations entre l'induction environnementale d'un contexte menaçant (i.e., sujet placé à différentes hauteurs du sol), l'anxiété posturale que celle-ci génère, et l'équilibre postural. Le symposium continue par une présentation de Chalabaev, Major, Cury et Sarrazin mettant en évidence les processus cardiovasculaires impliqués dans les effets néfastes d'un contexte d'évitement, en s'appuyant sur le modèle biopsychosocial de la menace et du défi de Blascovich et Tomaka (1996). Par la suite, Freddi, Baurès, Esteban et Dru examinent les conséquences psychologiques de l'induction comportementale et verbale d'approche et d'évitement, dans une perspective incarnée. Elles montrent que ces inductions peuvent affecter les jugements émotionnels de valence et de dominance. Le symposium se termine par une présentation de Radel et Sarrazin sur les effets inconscients de l'induction d'un contexte menaçant l'autonomie sur les comportements d'évitement de stimuli contrôlants, dans le cadre de la théorie de l'autodétermination.

Visualiser du rouge avant une contraction maximale volontaire inhibe la production de force

Vincent Payen<sup>1</sup>, Andrew J. Elliot<sup>2</sup>, Stephen A. Coombes<sup>3</sup>, Aina Chalabaev<sup>4</sup>,  
Jeanick Brisswalter<sup>5</sup> & François Cury<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Handibio EA4322, Université du Sud-Toulon-Var

<sup>2</sup>Department of Clinical and Social Sciences in Psychology, University of Rochester

<sup>3</sup>Department of Kinesiology and Nutrition, University of Illinois at Chicago

<sup>4</sup>CeRSM, Université Paris Ouest Nanterre La Défense

<sup>5</sup>CNRS 6233 Institut des Sciences du Mouvement Humain, Université Aix-Marseille II et  
Université du Sud-Toulon-Var

vincent-payen@etud.univ.tln.fr

La présente étude a été conçue pour étudier l'effet d'un stimulus menaçant présenté de façon subtile (la couleur rouge) sur la performance motrice au cours d'une tâche motrice simple. Trente-neuf participants ont effectué une première contraction maximale isométrique volontaire de la cuisse. Ils ont ensuite visualisé une manipulation expérimentale de couleur rouge, bleue ou grise pour enfin réaliser une seconde contraction maximale isométrique volontaire de la cuisse. Les résultats indiquent que la visualisation du rouge (par rapport au gris et au bleu) a inhibé le taux de développement de la force entre les deux contractions, sans influencer l'amplitude du pic de production de force. Cette recherche complète le lien entre la performance motrice et la couleur rouge mis en évidence par Elliot et Aarts (2011).

**Mots-clés:** Couleur rouge ; Menace ; Evitement ; Performance motrice

## INTRODUCTION

De récentes études en psychologie sociale montrent que la couleur rouge véhicule d'importantes significations qui dépassent sa simple composante esthétique. (Elliot, Maier, Moller, Friedman, & Meinhardt, 2007). En effet la couleur rouge symbolise le danger et peut provoquer un état motivationnel et des comportements d'évitement (Elliot, Maier, Binsler, Friedman, & Pekrun, 2009). La motivation à l'évitement et ses processus associés comme l'anxiété sont par ailleurs connus pour influencer négativement la performance intellectuelle en situation d'accomplissement (Hembree, 1988). Ainsi Elliot et ses collaborateurs ont clairement démontré que la couleur rouge diminuait la performance cognitive (e.g, Elliot, Payen, Brisswalter, Cury, & Thayer, 2011). Récemment, Elliot & Aarts (2011) ont poursuivi cette recherche en examinant l'influence de la couleur rouge sur la performance motrice. Les auteurs ont montré que la visualisation du rouge pendant un test de force maximale améliorerait la production de force. Mais les réponses défensives provoquées par un stimulus menaçant diffèrent en fonction de son imminence (cf. modèle du « continuum de la menace imminente », Fenselow & Lester, 1988). Ainsi une menace immédiate provoque une réponse motrice d'urgence comme celle étudiée par Elliot & Aarts, impliquant des processus liés à la peur qui facilitent la performance motrice (Coombes, Cauraugh, & Janelle, 2007). Une menace « à distance » provoque une réponse motrice différée impliquant des processus liés à l'anxiété qui inhibent la performance motrice (Coombes, Higgins, Gamble, Cauraugh, & Janelle, 2009). La présente étude cherche à compléter les résultats d'Elliot & Aarts (2011) en étudiant l'effet inhibiteur d'un stimulus menaçant implicite (i.e., couleur rouge) présenté de façon anticipée (Elliot et al., 2007) sur la production de force.

## METHODOLOGIE-RESULTATS

Trente-neuf étudiants de l'UFR STAPS de l'université de Toulon, âgés en moyenne de 23.21 ans ( $ET = 4.05$ ) ont volontairement participé à l'étude. Ils ont effectué successivement deux tests (T1 et T2) de force maximale volontaire isométrique de la cuisse droite, séparés par une période de repos de 90 secondes durant laquelle ils ont vu une couleur rouge, bleue (contrôle chromatique) ou grise (contrôle achromatique) selon la méthode « *test cover* » (Elliot et al., 2007). Les mesures maximales des couples de force (Nm) et du taux de développement de la force (RFD (Nm/s), Andersen, Andersen, Zebis, & Aagaard, 2010) ont été réalisées avec un dynamomètre isocinétique (Biodex, Shirley, NY, modèle System 3). Les résultats indiquent

que la visualisation du rouge a inhibé le taux de développement de la force entre les deux essais de force maximale (cf. Figure 1), sans influencer l'amplitude du pic de production de force.

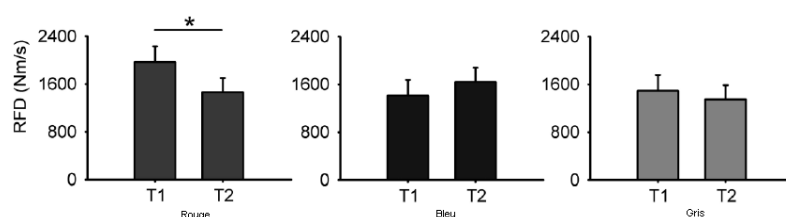


Figure 1. Moyennes du taux de développement de la force (RFD)

## DISCUSSION-CONCLUSION

Cette recherche qui complète les travaux récents d'Elliot et Aarts (2011) montre que l'induction d'un stimulus menaçant implicite (couleur rouge) inhibe la production de force motrice, cette inhibition pouvant être associée à un comportement d'évitement. De manière intéressante, l'effet de la couleur rouge sur la performance motrice dépend de la « distance temporelle » entre l'induction du stimulus et la contraction : une présentation du rouge au début et pendant la contraction musculaire améliore la production de force (Elliot & Aarts, 2011) tandis qu'une présentation du rouge réalisée quelques secondes avant le début de la contraction musculaire diminue la performance motrice (Payen et al., 2011). Ces effets antagonistes basés sur la distinction anxiété/peur ont notamment été discutés au regard d'études neurobiologiques récentes des mécanismes de défense mis en jeu par l'imminence (ou non) des stimuli menaçants (McNaughton & Corr, 2004).

## BIBLIOGRAPHIE

- Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., & Aagaard, P. (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scand J Med Sci Sports*, 20(1), 162-169.
- Coombes, S. A., Cauraugh, J. H., & Janelle, C. M. (2007). Emotional state and initiating cue alter central and peripheral motor processes. *Emotion*, 7(2), 275-284.
- Coombes, S. A., Higgins, T., Gamble, K. M., Cauraugh, J. H., & Janelle, C. M. (2009). Attentional control theory: Anxiety, emotion, and motor planning. *J. Anxiety Disord.*, 23(8), 1072-1079.
- Elliot, A. J., & Aarts, H. (2011). Perception of the color red enhances the force and velocity of motor output. *Emotion*, 11(2), 445-449.
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Binser, M. J., Friedman, R., & Pekrun, R. (2009). The Effect of Red on Avoidance Behavior in Achievement Contexts. *Pers Soc Psychol Bul*, 35(3), 365-375.
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Moller, A. C., Friedman, R., & Meinhardt, J. (2007). Color and psychological functioning: The effect of red on performance attainment. *J. Expl Psychol Gen*, 136(1), 154-168.
- Elliot, A. J., Payen, V., Brisswalter, J., Cury, F., & Thayer, J. F. (2011). A subtle threat cue, heart rate variability, and cognitive performance. *J. Psychophysiol*, xx(x), xxx-xxx.
- Fanselow, M. S., & Lester, L. S. (1988). A functional behavioristic approach to aversively motivated behavior: Predatory imminence as a determinant of the topography of defensive behavior. In M. Beecher (Ed.), *Evolution and Learning* (pp. 185-211). NJ: LEA: Hillsdale.
- Hembree, R. (1988). Correlates, causes, effects, and treatment of test anxiety. *Rev Educ Res*, 58, 47-77.
- McNaughton, N., & Corr, P. J. (2004). A two-dimensional neuropsychology of defense: Fear/anxiety and defensive distance. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 28(3), 285-305.
- Payen, V., Elliot, A. J., Coombes, S. A., Chalabaev, A., Brisswalter, J., & Cury, F. (2011). Viewing red prior to a strength test inhibits motor output. *Neurosci Lett*, 495(1), 44-48.

## Influence de l'anxiété posturale sur le contrôle anticipateur de la stabilité posturale

Thomas Deroche, Eric Yiou, Manh Cuong Do<sup>1</sup>, Tim Woodman<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Université Paris-Sud, France; <sup>2</sup> Bangor University, Wales  
thomas.deroche@u-psud.fr

Cette étude cherche à identifier dans quelle mesure l'anxiété posturale influence le contrôle anticipateur de la stabilité médio-latérale lors d'un mouvement de flexion rapide de la cuisse. Le niveau d'anxiété posturale a été manipulé en demandant aux sujets (N=10) de se maintenir debout sur une plate-forme placée à différentes hauteurs au-dessus du sol (6 cm et 60 cm). Les résultats montrent que lorsque les sujets sont en situation d'anxiété posturale (i.e., à 60 cm au dessus du sol), l'accélération et la vitesse maximale du centre de gravité au cours des « ajustements posturaux anticipateurs » (APAs) précédant la flexion de la cuisse sont atténuées. En revanche, la durée des APAs est augmentée. Ces résultats suggèrent l'existence de processus posturaux automatiques permettant de prévenir les chutes.

**Mots clés :** anxiété posturale, ajustements posturaux anticipateurs, stabilité médio-latérale, contrôle moteur

### INTRODUCTION

Les mécanismes qui sous-tendent le contrôle de l'équilibre sont complexes car ils mettent à contribution des structures très variées du système nerveux. La perturbation des voies ou des centres impliqués dans ce contrôle, à l'occasion de pathologies caractérisées ou du vieillissement physiologique, contribue à la genèse de troubles de l'équilibre pouvant être à l'origine de chutes. Néanmoins, le contrôle de l'équilibre pourrait également dépendre de l'« anxiété posturale » du sujet, i.e., sa peur de perdre son équilibre (Carpenter, Frank, Adkin, Paton, & Allum, 2004). Dans la littérature, l'anxiété posturale est typiquement obtenue en demandant aux sujets d'exécuter des tâches posturales en appui sur une plate-forme placée à différentes hauteurs au-dessus du sol. Il a été ainsi établi qu'en contexte menaçant (i.e., en condition haute), l'anxiété posturale conséquente engendre chez le sujet sain des modifications de son organisation motrice (e.g., augmentation du niveau de co-contraction musculaire) afin d'éviter une chute (Carpenter et al., 2004).

En dépit d'un intérêt croissant concernant la relation entre l'anxiété et le contrôle postural, seule une étude a examiné les effets de l'anxiété posturale sur les « Ajustements Posturaux Anticipateurs » (APAs) associés à un mouvement volontaire (Adkin, Frank, Carpenter, & Peysar, 2002). Cette étude s'est par ailleurs limitée au plan antéropostérieur, alors même que la stabilité médio-latérale (ML) est essentielle pour éviter les chutes et prévenir leurs conséquences pathogènes, e.g., fracture de la hanche (Maki, Edmondstone, & McIlroy, 2000). Lors de mouvements volontaires impliquant un changement de la base posturale (e.g., flexion de la cuisse, initiation d'un pas), les APAs selon l'axe ML se caractérisent par des forces d'inertie dirigées vers la future jambe d'appui. Cette dynamique posturale anticipatrice permet d'atténuer la tendance naturelle du centre de gravité (CG) à chuter vers la jambe oscillante au cours du mouvement volontaire sous l'effet de la gravité. Le but de notre étude est d'identifier les effets de l'anxiété sur le contrôle anticipateur de la stabilité posturale ML de jeunes adultes.

### METHODOLOGIE

10 jeunes adultes (6 hommes, 4 femmes,  $30 \pm 6$  ans,  $72 \pm 11$  kg,  $172 \pm 7$  cm) ont réalisé des séries de flexion de la jambe à différentes hauteurs au-dessus du sol à vitesse maximale: 6 cm (condition « basse ») et 60 cm (condition « haute »). Le pied d'appui était placé sur l'arrête latérale de la surface d'appui pour induire une anxiété posturale maximale. En lien avec la littérature (e.g., Adkins et al., 2002, Carpenter et al., 2004), l'anxiété posturale a été évaluée avant la réalisation de la tâche et dans chacune des deux conditions [haute/basse], à l'aide d'échelles visuelles analogiques (e.g., « évaluez votre peur de tomber lors de la réalisation de la tâche en condition [haute/basse] », 0 = aucune peur de tomber, 10 = une peur de tomber extrême). Il a été également demandé au sujet d'indiquer un pourcentage correspondant à leur confiance dans leur capacité à être performant (e.g., dépasser leurs inquiétudes concernant une



perte d'équilibre ou la probabilité d'une chute lors la réalisation de la tâche) en condition [haute/basse]. Les données biomécaniques étaient enregistrées à l'aide d'une plateforme de force. Les variables considérées étaient les suivantes: durée des APAs, amplitude des APAs (pics d'accélération et de vitesse du CG au cours des APAs), performance motrice (pic de vitesse verticale du CG). Des ANOVAs à mesures répétées avec la condition expérimentale (condition « haute » vs. « basse ») comme facteur intra-sujet ont été réalisées.

## RESULTATS

Comme supposé, la hauteur à laquelle les mouvements sont réalisés a eu une influence sur l'anxiété posturale. En condition haute, les sujets ont rapporté avoir davantage peur de chuter ( $F(1,9) = 7.75$ ,  $p = 0.02$ ), moins de confiance dans leur équilibre ( $F(1,9) = 9.04$ ,  $p = 0.01$ ), mais également moins de confiance dans leur capacité à dépasser leurs inquiétudes ( $F(1,9) = 5.80$ ,  $p = 0.04$ ) et à réduire leur nervosité ( $F(1,9) = 9.85$ ,  $p = 0.01$ ). Par ailleurs, les données biomécaniques révèlent que l'accélération ( $F(1,9) = 24.72$ ,  $p < 0.001$ ) et la vitesse ML maximale du CG ( $F(1,9) = 13.81$ ,  $p = 0.01$ ) au cours des APAs - qui sont dirigées vers la jambe d'appui - sont plus faibles en condition « haute » qu'en condition « basse ». À l'inverse, la durée des APAs ( $F(1,9) = 25.95$ ,  $p < 0.001$ ) est plus importante en condition « haute » qu'en condition « basse ».

## DISCUSSION

En lien avec les recherches précédentes (e.g., Carpenter et al., 2004), cette étude confirme que la réalisation de tâches posturales en appui sur une plate-forme placée à différentes hauteurs au-dessus du sol potentialise l'anxiété posturale des sujets. Elle démontre par ailleurs que l'anxiété influence le contrôle anticipateur de la stabilité posturale ML de jeunes adultes. En particulier, les résultats biomécaniques montrent que l'amplitude des forces inertielles anticipatrices est réduite en condition « haute » vs. « basse ». Les APAs constituent eux-mêmes une source potentielle de perturbation de l'équilibre (e.g., Nouillot, Bouisset, & Do, 1992). Ces résultats suggèrent donc que l'anxiété posturale engendrerait une stratégie d'évitement, destinée à minimiser les risques de chute vers la jambe d'appui (i.e., du côté du « vide ») induite par les APAs.

## BIBLIOGRAPHIE

- Adkin, A.L., Frank, J.S., Carpenter, M.G., & Peysar, G.W. (2002). Fear of falling modifies anticipatory postural control. *Experimental Brain Research*, 143, 160-170.
- Carpenter, M.G., Frank, J.S., Adkin, A.L., Paton, A., & Allum, J.H. (2004). Influence of postural anxiety on postural reactions to multi-directional surface rotations. *Journal of Neurophysiology*, 92, 3255-3265.
- Maki, B.E., Edmondstone, M.A., & McIlroy, W.E. (2000). Age-related differences in laterally directed compensatory stepping behaviour. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55, 270-277.
- Nouillot, P., Bouisset, S., & Do, M.C. (1992) Do fast voluntary movements necessitate anticipatory postural adjustments even if equilibrium is unstable? *Neuroscience Letters*, 23, 1-4.

Relations entre l'induction de buts de performance et des indicateurs cardiovasculaires d'états de menace et de défi

*Aïna Chalabaev<sup>1</sup>, Brenda Major<sup>2</sup>, François Cury<sup>3</sup> & Philippe Sarrazin<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>CeRSM, Université Paris Ouest Nanterre La Défense

<sup>2</sup>Department of Psychology, University of California, Santa Barbara

<sup>3</sup>ISMH, Université Aix-Marseille II et Université du Sud-Toulon-Var

<sup>4</sup>Laboratoire SENS, Université Grenoble 1

aina.chalabaev@u-paris10.fr

L'objectif de cette étude était d'examiner les relations entre l'induction de buts performance-évitement et performance-approche et des indicateurs cardiovasculaires d'états de menace et de défi. Vingt-sept étudiantes ont réalisé une tâche visant à identifier les individus les plus compétents (contexte d'approche) ou les moins compétents (contexte d'évitement). Les sujets ont obtenu de moins bonnes performances dans la condition d'évitement que dans la condition d'approche. De plus, les réponses cardiovasculaires des premières ont été caractéristiques d'un état de menace, tandis que celles des secondes ont été caractéristiques d'un état de défi. Enfin, ces états ont médiatisés les effets de l'induction de buts sur la performance.

**Mots-clés** : Evitement ; Approche ; Menace ; Défi ; Psychophysiologie.

## INTRODUCTION

Les buts que les individus poursuivent dans des contextes d'accomplissement sont des facteurs importants de l'investissement et de la persévérance face aux difficultés, contribuant ainsi à l'apprentissage et à la performance en sport et en éducation physique et sportive. Parmi ceux-ci, la théorie des buts d'accomplissement (Elliot, 2005) distingue les buts performance-évitement (i.e., désir d'éviter d'être moins bon que les autres) et performance-approche (i.e., désir d'être meilleur que les autres). Les buts performance-évitement sont généralement associés à des conséquences plus négatives en termes d'anxiété, d'attention, de motivation intrinsèque ou de performance sportive (e.g., Cury et al., 2002 ; Elliot et al., 2006). L'objectif de cette étude était d'examiner un processus non examiné jusqu'à présent : les états de menace et de défi. Selon le modèle biopsychosocial de Blascovich et Tomaka (1996), ces états dépendent du rapport entre les ressources et les demandes perçues de la tâche. Plus précisément, les individus se trouvent dans un état de menace lorsque les demandes de la tâche dépassent leurs ressources perçues, et inversement dans un état de défi. Nous émettons l'hypothèse que l'induction d'un but performance-évitement est associée à un état de menace. En effet, chercher à éviter de démontrer son incompetence pourrait augmenter les demandes perçues de la tâche en générant une menace pour l'estime de soi. Les états de menace et de défi ont été mesurés de manière auto-rapportée ainsi que par des indicateurs cardiovasculaires. Ces états se caractérisent tous deux par un engagement dans la tâche et une activation du système sympathique, indiqués par une augmentation de la fréquence cardiaque et de la contractilité ventriculaire. L'état de défi est par ailleurs associé à une augmentation du débit cardiaque et une diminution de la résistance périphérique totale (i.e., vasodilatation), permettant d'optimiser le flux sanguin à la périphérie. Inversement, une absence de modification du débit cardiaque et de la vasoconstriction est observée dans un état de menace, le rendant moins adaptatif que l'état de défi. Nous avons également examiné les relations entre ces indicateurs et la performance à une tâche cognitive, cette dernière ayant été choisie pour pouvoir mesurer les états de menace et de défi pendant la réalisation de la tâche.

## METHODOLOGIE

Vingt-sept jeunes femmes ont été volontaires pour participer à l'étude. A leur arrivée au laboratoire, il leur a été demandé de rester calmement assise dans un fauteuil pendant que leurs valeurs cardiovasculaires de repos étaient mesurées, par cardiographie d'impédance (Minnesota Impedance Cardiograph, Model 304B), électrocardiographie (Coulbourn ECG amplifieur/coupler, Model S75-11) et par un appareil mesurant la tension artérielle (Cortronics, Model 7000). Les participantes ont ensuite été réparties dans deux conditions expérimentales. Dans la condition « but performance-évitement », il leur était dit que le test visait à identifier les individus ayant les plus faibles compétences en résolution de problèmes. Dans la condition « but performance-approche », le test était présenté comme visant à identifier les individus les plus compétents. Les participantes étaient également informées que leur performance serait comparée à celle des autres étudiants. Suite à ces consignes, elles ont rempli un questionnaire incluant un item de vérification de la manipulation, ainsi que deux items de menace

(e.g., « je me sens nerveux(se) ») et deux items de défi (e.g., « je me sens confiant(e) »), avant de réaliser une tâche composée de 10 problèmes à choix multiples.

## RESULTATS

Des analyses préliminaires ont confirmé que les participantes étaient engagées dans la tâche, la réactivité de la fréquence cardiaque et de la contractilité ventriculaire différant significativement de zéro. Ces scores de réactivité ont été calculés en soustrayant la valeur moyenne de la dernière minute au repos de la valeur moyenne des trois premières minutes de la tâche (Blascovich & Tomaka, 1996). Des analyses de régression multiple ont ensuite montré un effet de la condition expérimentale sur la performance, les participantes réussissant moins bien dans la condition « but performance-évitement » que dans la condition « but performance-approche » ( $\beta = -.37, p < .05$ ). L'induction expérimentale a également affecté les réponses cardiovasculaires, les individus montrant une réactivité du débit cardiaque plus faible ( $\beta = -.53, p < .01$ ) et une réactivité de la résistance périphérique totale plus élevée ( $\beta = -.56, p < .01$ ) en contexte d'évitement. En d'autres termes, l'induction d'un but performance-approche a généré un état de défi alors que l'induction d'un but performance-évitement a généré un état de menace. De plus, ces états ont médiatisé la relation entre les buts et la performance de manière significative. Enfin, les mesures auto-rapportées de menace et de défi n'ont été reliées ni à l'induction des buts, ni à la performance.

## DISCUSSION

Les résultats ont montré que comparativement à un but performance-approche, l'induction d'un but d'évitement était associée à une baisse de la performance cognitive. Cet effet a été médiatisé par des états de menace et de défi uniquement lorsqu'ils étaient mesurés par des indicateurs cardiovasculaires, suggérant que ces processus pourraient être implicites (Chalabaev et al., 2009). Dans la mesure où ces buts affectent de la même manière la performance sur des tâches cognitives et motrices (Elliot, 2005), les résultats obtenus dans cette étude pourraient être généralisés au domaine moteur. Ces résultats semblent indiquer que le rapport entre ressources et demandes de la tâche perçues – qui détermine les états de menace et de défi – est un facteur susceptible d'expliquer pourquoi les buts performance-évitement et approche ont des implications différentes, en termes de performance, d'anxiété ou d'investissement. Des stratégies d'intervention visant à modifier ce rapport pourraient être susceptibles d'optimiser l'apprentissage et la performance, en favorisant des états de défi.

## BIBLIOGRAPHIE

- Blascovich, J., & Tomaka, J. (1996). The biopsychosocial model of arousal regulation. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 28, pp. 1–51). San Diego, US: Academic Press.
- Chalabaev, A., Major, B., Cury, F., & Sarrazin, P. (2009). Physiological markers of challenge and threat mediate the effects of performance-based goals on performance. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*, 991–994.
- Cury, F., Elliot, A., Sarrazin, P., Da Fonseca, D., & Rufo, M. (2002). The trichotomous achievement goal model and intrinsic motivation: A sequential mediational analysis. *Journal of Experimental Social Psychology, 38*, 473–481.
- Elliot, A. J. (2005). A conceptual history of the achievement goal construct. In A. Elliot & C. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 52–72). New York: Guilford Press.
- Elliot, A. J., Cury, F., Fryer, J. W., & Huguet, P. (2006). Achievement goals, selfhandicapping, and performance attainment: A mediational analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 28*, 344–361.

Les dimensions de valence et de dominance montrent généralement une forte corrélation suggérant qu'elles pourraient être considérées comme des construits psychologiques similaires. Cependant, dans une perspective incarnée, il semblerait possible de les différencier. Dans une première étude, les participants, dans trois positions différentes (allongé sur le dos vs. assis vs. allongé sur le ventre), étaient invités à reporter leurs expériences émotionnelles sur des échelles de valence et de dominance après avoir visualisé des images s'approchant ou s'éloignant d'eux. Dans une seconde, les participants jugeaient sur le même type d'échelles des verbes et des noms exprimant l'approche ou l'évitement. Les résultats montrent que la dimension de dominance réagit plus fortement que la valence aux indices d'incarnation mis en jeu d'un point de vue perceptif et langagier.

**Mots clés** : valence, dominance, approche/évitement, cognition incarnée

## **INTRODUCTION**

De nombreuses études ont mis en évidence que les expériences affectives peuvent être définies théoriquement selon des dimensions que sont la valence (caractère plaisant vs. déplaisant), l'activation (niveau d'intensité) et la dominance (niveau de contrôle, Fontaine et al., 2007; Osgood, Suci, & Tannenbaum, 1957). Toutefois, il semble difficile de différencier ces dimensions opérationnellement et plus particulièrement la valence et la dominance. Ces deux dimensions apparaissent fortement corrélées (0.83, 0.90 et 0.83) dans le matériel développé respectivement par l'International Affective Picture System (IAPS, Bradley, Lang, & Cuthbert, 2008), l'Affective Norms for English Text (ANET, Bradley & Lang, 2007) et l'Affective Norms for English Words (ANEW, Bradley & Lang, 1999). Cependant, Fontaine et al. (2007) indiquent que la valence et la dominance pourraient être corrélées différemment aux indices corporels et émotionnels, suggérant leur différenciation par le biais d'expériences incarnées. Dans le domaine des expériences incarnées, les tendances d'approche et d'évitement apparaissent être associées à ces deux dimensions affectives. Plus précisément, les comportements d'approche sont associés à un niveau de valence positive et à un niveau élevé de dominance, tandis que les comportements d'évitement le sont à une valence négative et à un faible niveau de dominance (voir Chen & Bargh, 1999, pour la valence; Smith & Bargh, 2008, pour la dominance). Le but de nos études est de montrer qu'une perspective incarnée, au travers de postures physiques différentes (étude 1) ou du langage (étude 2), aiderait à différencier ces dimensions émotionnelles associées aux tendances d'approche et d'évitement.

## **ETUDE 1**

Dans la première étude, les participants (n=45) percevaient des images neutres (dont les scores moyens de valence, d'activation et de dominance étaient respectivement 4.9, 4.8 et 5.1 sur une échelle allant de 1 à 9) extraites de l'IAPS (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008). Le logiciel Powerpoint a été utilisé pour présenter les images s'approchant et s'éloignant des participants qui se tenaient dans l'une des trois positions étudiées (sur le ventre vs. assis vs. sur le dos). La simulation perceptuelle des mouvements d'approche et d'évitement a été obtenue respectivement en augmentant de façon progressive la taille des images et en diminuant progressivement celle-ci. Les participants reportaient alors leurs jugements sur deux échelles de type Likert en 17 points, l'une associée à la valence (-8 très déplaisant à +8 très plaisant) et l'autre à la dominance (-8 fortement contrôlé à +8 fortement contrôlant). Les résultats montrent que la dimension de valence n'est pas influencée par le mouvement des stimuli, par la posture adoptée par le participant et le mouvement perçu. En revanche, le sentiment de dominance est plus élevé lors d'un mouvement d'évitement que lors d'un

mouvement d'approche. Cet effet est cependant moins fort lorsque les participants sont allongés sur le ventre par comparaison à la position sur le dos.

## **ETUDE 2**

Dans notre seconde étude, la perspective d'incarnation était manipulée grâce à des stimuli langagiers. Des noms et adjectifs (sans référence à une action) et des verbes (simulant une action) exprimant l'approche ou l'évitement étaient jugés par les participants (n=133) selon les mêmes échelles que celles utilisées précédemment. Les résultats mettent en évidence que le sentiment de valence est supérieur à la dominance pour les noms et adjectifs, tandis que la dominance est supérieure pour les verbes. De plus, la dominance est plus fortement influencée par les verbes décrivant l'approche ou l'évitement que la valence.

## **DISCUSSION**

La valence et la dominance, construits psychologiques fortement corrélés, peuvent donc être différenciées grâce aux expériences d'incarnation dans une perspective physique et une langagière. Les résultats de nos deux études suggèrent que la dominance est plus fortement associée aux expériences incarnées (par le biais de la posture et du langage) que la valence. Ces recherches semblent offrir une compréhension différente du monde des émotions dans une perspective d'incarnation aussi bien du point de vue physique (posture), que dans le domaine du langage.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999). Affective norms for English words (ANEW): Stimuli, instruction manual and affective ratings. Technical report C-1, University of Florida: Gainesville, FL.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2007). Affective Norms for English Text (ANET): Affective ratings of text and instruction manual. (Tech. Rep. No. D-1). University of Florida, Gainesville, FL.
- Chen, M., & Bargh, J. A. (1999). Nonconscious approach and avoidance behavioral consequences of the automatic evaluation effect. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25, 215-224.
- Fontaine, J. R., Scherer, K., Roesch, E. B., & Ellsworth, P. C. (2007). The world of emotions is not two-dimensional. *Psychological Science*, 18, 1050-1057.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8. University of Florida, Gainesville, FL.
- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Smith, P. K., & Bargh, J. A. (2008). Nonconscious effects of power on basic approach and avoidance tendencies. *Social Cognition*, 26, 1-24.

Privation d'autonomie et comportements d'approche/évitement de l'autonomie.

Rémi Radel<sup>1</sup> & Philippe Sarrazin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Nice Sophia-Antipolis ; <sup>2</sup>Université de Grenoble

[remi.radel@gmail.com](mailto:remi.radel@gmail.com)

Bien qu'il soit habituellement montré qu'une privation d'autonomie amène les individus à se détourner de ce besoin, nous avons examiné au contraire qu'une réponse défensive automatique pouvait apparaître dans le but d'aider la restauration du besoin d'autonomie. Deux expériences ont démontré que les réponses perceptivo-motrices sont automatiquement orientées pour faciliter l'approche des signaux reliés à la satisfaction de l'autonomie et l'évitement des signaux reliés à la menace de l'autonomie. Les implications de ces résultats pour les domaines du sport et de l'exercice seront discutées.

**Mots clés** : orientation motivationnelle, amorçage, automaticité, théorie de l'autodétermination.

## INTRODUCTION

Dans le contexte sportif, tout comme dans le contexte de l'éducation physique, la motivation des athlètes ou des élèves dépend fortement du climat motivationnel de la pratique. Classiquement, il est démontré que lorsque les individus sont exposés à un climat contrôlant qui menace leur autonomie, les individus sont moins intéressés, moins volontaires et en conséquence se désengagent de la pratique (voir Tessier, Sarrazin, & Trouilloud, 2006). Néanmoins, puisque l'autonomie est un besoin fondamental, nous proposons en s'appuyant sur le principe homéostatique du *Reflexive Impulsive Model* (Strack & Deutsch, 2004), que des mécanismes défensifs devraient apparaître automatiquement pour permettre aux individus de restaurer leur besoin d'autonomie. Deux études ont été réalisées pour examiner l'existence d'un biais automatique des individus à s'orienter vers les signaux reliés au support de l'autonomie et à se détourner des signaux reliés à la menace de l'autonomie. Dans la première étude, une mesure validée d'approche/évitement était employée pour garantir la validité des résultats alors que dans la seconde étude, une nouvelle mesure d'approche/évitement était utilisée pour garantir que ce biais perceptivo-moteur se produit en l'absence de conscience.

## METHODOLOGIE

**Participants** : 44 étudiants (dont 29 femmes) ont participé à l'étude 1, et 56 étudiants (dont 22 femmes) ont participé à l'étude 2.

**Procédure** : Dans les deux études, la manipulation était similaire. Il était demandé aux participants d'apprendre à pratiquer un jeu de réflexion sur ordinateur en 10 min. en suivant des instructions audio. Alors qu'un groupe de participants recevait des instructions contrôlantes incluant des injonctions et des temps limites tout en étant surveillé par l'expérimentateur, l'autre groupe ne recevait que des instructions organisationnelles sur la structure du jeu. A l'issue de cette première tâche, il était demandé aux participants d'effectuer une tâche cognitive sur ordinateur.

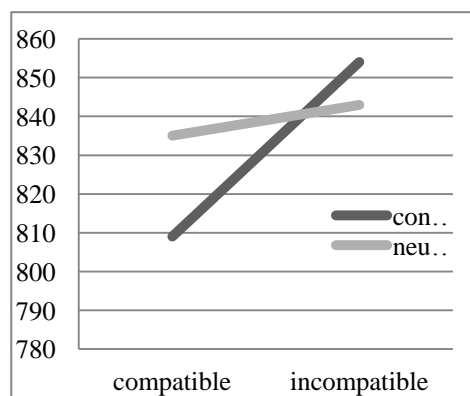
Dans l'étude 1, les participants devaient catégoriser la nature grammaticale d'un mot en déplaçant un bonhomme vers le mot ou dans sa direction opposée (*the manikin task*, voir Krieglmeier & Deutsch, 2010). Les mots utilisés étaient soit reliés à la satisfaction (e.g, choix, liberté) soit à la menace de l'autonomie (e.g., corvée, contrainte). Le temps de réponse pour déplacer le bonhomme était comptabilisé. Il s'agissait alors de comparer les temps de réponse (en ms) lorsque le mouvement impliqué par la réponse était compatible avec la valeur du mot (s'éloigner d'un mot de menace et s'approcher d'un mot de satisfaction) aux temps de réponses lorsque le mouvement était incompatible avec la valeur du mot (s'approcher d'un mot de menace et s'éloigner d'un mot de satisfaction).

A la place de cette tâche, les participants de l'étude 2 devaient, après avoir perçu deux stimuli identiques de chaque côté de l'écran, déterminer lequel apparaissait en premier. Cependant, pour un tiers des essais, les stimuli apparaissaient en même temps. Pour ces essais, un mot

non consciemment perceptible était présenté brièvement (16 ms) de chaque côté avant d'être recouvert par les stimuli cibles. La moitié de ces essais incluait des mots liés à la satisfaction de l'autonomie d'un côté auxquels étaient associés d'autres mots positifs (e.g., amour). L'autre moitié de ces essais incluait des mots liés à la menace de l'autonomie associés avec des mots négatifs (e.g., échec). Le nombre de fois où la réponse des participants correspondait aux mots liés à l'autonomie était comptabilisé.

## RESULTATS

**Etude 1 :** Une interaction positive était montrée entre le facteur intra-sujet de compatibilité et la nature du climat motivationnel de la tâche de jeu,  $F(1, 54) = 4.41, p < .05, \eta^2 = .076$ . Alors qu'il n'existait pas de différence significative entre les temps de réponse des essais compatibles et incompatibles des participants ayant reçu les instructions neutres [ $t(27) = -1.64, p = 0.12$ ], les participants ayant reçu les consignes contrôlantes répondaient plus rapidement lorsque les essais étaient compatibles que lorsque les essais étaient incompatibles,  $t(27) = -2.57, p < .05$ .



**Etude 2 :** Concernant les essais contenant des mots subliminaux liés à la satisfaction de l'autonomie, les réponses des participants exposés aux consignes contrôlantes étaient plus souvent orientées vers ces mots que les réponses des participants ayant reçu les consignes neutres,  $t(42) = 2.82, p < .05, d = .68$ . Cependant, et contrairement à nos attentes, aucune différence significative n'était observée entre les groupes pour les essais comprenant des mots représentant une menace à l'autonomie,  $t(42) = .19, p = ns$ .

## DISCUSSION

Les résultats indiquent que lorsque les individus sont confrontés à un environnement contrôlant menaçant leur autonomie, une réaction défensive est automatiquement mise en place pour les aider à restaurer leur besoin brimé. Ce processus de restauration mobilise des fonctions cognitives primaires qui viennent façonner le système perceptivo-moteur des individus dans le but de les aider à détecter et à s'orienter vers les éventuelles sources d'autonomie qui peuvent être disponibles dans l'environnement. En revanche, il est difficile de dire au vu des résultats si ce biais perceptivo-moteur aide également les individus à se détourner des événements susceptibles d'affecter davantage leur autonomie. De manière intéressante l'étude 2 nous montre que ces réponses sont enclenchées de façon complètement inconsciente. Dans la mesure où les comportements contrôlants représentent la majorité des comportements des entraîneurs sportifs ou des enseignants d'EPS (voir Tessier et al., 2006), ces résultats ont une grande pertinence dans ces contextes pour mieux comprendre les conséquences de l'exposition à ce type de climat. Par exemple, si les élèves ou les athlètes perdent leur motivation dans une situation où ils sont exposés aux comportements contrôlants, leur motivation pourrait ensuite augmenter d'autant plus dans la situation qui suit.

## BIBLIOGRAPHIE

Krieglmeyer, R., & Deutsch, R. (2010). Comparing measures of approach-avoidance behaviour: The manikin task vs. two versions of the joystick task. *Cognition and Emotion, 24*, 810-28.

Tessier, D., Sarrazin, P., Trouilloud, D., (2006). Climat motivationnel instauré par l'enseignant et comportements des élèves. *Revue Française de Pédagogie, 47*, 157-77.

Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review, 8*, 220-47.

## *S5-Interactions entre élèves et apprentissage en éducation physique : mise en débat de trois perspectives de recherche*

*Coordonnateur : Jacques Saury*

L'étude des relations entre les interactions sociales entre élèves et leurs apprentissages est au cœur de nombreuses recherches actuelles en éducation physique, dont l'accroissement est repérable dans la littérature francophone et internationale. Cette question est abordée dans le cadre de perspectives théoriques et méthodologiques multiples qui, bien que revendiquant une inspiration constructiviste ou socioconstructiviste commune, reposent sur des présupposés ontologiques et épistémologiques distincts. La variété de ces présupposés reflète une grande partie des « oppositions » classiques dans le domaine des recherches en sciences humaines et sociales (expérimental vs clinique, terrain vs laboratoire, analytique vs holistique, explicatif vs compréhensif, etc.). Cette question est également abordée, selon les perspectives, en considérant des niveaux d'analyse et des échelles temporelles variés, depuis l'analyse du fonctionnement de dyades dans des tâches d'apprentissage circonscrites, jusqu'à l'étude de dynamiques collectives de groupes plus ou moins importants, durant des « cycles », ou « saisons » de plusieurs mois. Elle est enfin abordée, au-delà des stricts enjeux scientifiques, en relation avec des visées d'ingénierie pédagogique ou didactique multiples.

Ce symposium est plus particulièrement ciblé sur l'étude des interactions paritaires d'apprentissage en EPS, au sein de dyades d'élèves ou de groupes restreints d'apprentissage coopératif. Il vise à organiser un dialogue scientifique inédit entre trois perspectives distinctes, en partie alternatives et en partie complémentaires :

- une perspective de psychologie sociale du développement, essentiellement expérimentale, qui fera l'objet de deux présentations, l'une centrée sur les interactions dans le cadre de dispositifs de tutorat instruit et de modèles ajustés (L. Lafont, P. Ensergueix et L. Martin), l'autre sur le rôle de déterminants dispositionnels dans la dynamique des interactions de tutelle entre élèves (P. Legrain et Y. Paquet) ;
- une perspective inscrite dans le courant de la cognition située, visant à caractériser qualitativement les interactions entre élèves et les processus de co-construction de significations et de connaissances au sein de dyades ou de groupes restreints dans les situations « naturelles » de classe (J. Saury et B. Huet) ;
- une perspective sémio-constructiviste, s'appuyant sur les cadres de la pragmatique discursive et de l'analyse conversationnelle, visant à comprendre la façon dont les élèves co-élaborent des stratégies, règles d'action efficace et savoirs d'action au sein d'une communauté de pratiques (N. Wallian).

Après une introduction commune, chaque intervenant mettra en évidence les originalités de chaque perspective, en soulignant ses apports empiriques particuliers, et les relations que ceux-ci entretiennent avec la conception de dispositifs d'enseignement en EPS. Ces présentations doivent permettre de pointer et discuter les convergences, complémentarités et/ou les oppositions théoriques et méthodologiques entre ces perspectives, qui donneront lieu à une conclusion commune.

Un « cahier des charges » commun pour la conception des présentations délimite l'espace de la discussion. Notamment, après un rappel succinct des éléments du « noyau dur » (théorique et méthodologique) de chaque perspective, chaque présentation fera état, sur la base d'une ou deux études, d'apports empiriques originaux pour la compréhension des relations entre les interactions sociales et les apprentissages en EPS, ainsi que la façon dont ils contribuent à la conception de situations éducatives. L'ambition de ce symposium n'est pas d'établir une synthèse « œcuménique » de ces perspectives mais plutôt de mettre en évidence en quoi elles sont susceptibles de s'interroger mutuellement, d'un point de vue scientifique et pratique.



Interactions entre élèves dans le cadre de dispositifs de tutorat instruit et de modèles ajustés

*Lucile Lafont\* Pierre Ensergueix\* & Liza Martin\**

\* Equipe VST2I du Laces (EA 4140), Université Segalen Bordeaux.

[lucile.lafont@u-bordeaux2.fr](mailto:lucile.lafont@u-bordeaux2.fr)

Après la présentation des fondements épistémologiques, théoriques et méthodologiques de nos études, nous exposerons deux expérimentations centrées sur les interactions sociales d'apprentissage et leur structuration, avec des élèves de collège, dans deux APSA différentes.

**Mots-clés :** formation, guidages ajustés, acquisitions, expérimentation

### **PROUVER, COMPARER, COMPRENDRE DES EFFETS**

L'approche psychosociale des interactions entre pairs met à l'épreuve l'idée selon laquelle les interactions sont favorables au développement et/ou à l'apprentissage. Les connaissances sont produites grâce à des paradigmes quasi expérimentaux dans des situations interactives construites par le chercheur en petit groupes ou en dyades. On veut prouver l'efficacité des interactions dans une condition particulière (e.g., en condition de tutorat formé) ou en relation avec des caractéristiques de genre, de compétence, etc., mettre en exergue des conditions d'efficacité des procédures, comparer des conditions de guidage. Les interrogations épistémologiques réfèrent à deux registres : d'une part celui de la transposition du cadre théorique du socio constructivisme en psychologie sociale au domaine des habiletés motrices, d'autre part celui des relations entre psychologie et intervention. Les relations à la pratique sont de plusieurs ordres, de la stimulation de la créativité pédagogique à la prescription de règles de guidage / structuration par l'enseignant (Lafont, Darnis & Ensergueix, 2008).

### **CONDITIONS D'EFFICACITE DES INTERACTIONS PARITAIRES**

Le socio constructivisme constitue la « niche théorique » des études. Insistant sur le rôle d'un autrui (pair) il est démontré que l'apprentissage par les pairs ne va pas de soi et demande une préparation particulière dans le but de sensibiliser le tuteur ou modèle aux besoins du tuteur, et de favoriser ainsi un guidage ajusté. Le groupe interactions sociales et acquisitions (ISA) inscrit ses recherches au sein de l'Approche pluridimensionnelle des acquisitions (Beaudichon, Verba, & Winnykamen, 1988) en se centrant sur la spécificité des habiletés motrices. Dans cette perspective, les procédures de tutorat fixe ou réciproque, ou encore de modèles ajustés sont éprouvées comme modalités possibles d'interactions et de guidage par les pairs. Il est cependant postulé que ces modalités interactives paritaires sont efficaces sous certaines conditions, relatives à la nature de la tâche ou à la formation des pairs tuteurs ou modèles. Les méthodes quantitatives sont prioritairement utilisées. Toutefois l'examen des données qualitatives assure plusieurs fonctions internes et externes. En général, le protocole adopte les étapes suivantes : pré-test, affectation à un groupe expérimental, phase d'entraînement suivant la condition expérimentale, post-test immédiat, post test différé ; les élèves sont testés et s'entraînent dans un espace séparé du groupe classe.

### **PREPARER LES ELEVES A INTERAGIR, COMPARER DES PROCEDURES**

#### **Tutorat réciproque (RPT) instruit en Tennis de table**

Cent quarante quatre élèves de 3<sup>e</sup> (72G/72F ;  $M = 15,5$  ans, +/- 1,1) ont été sélectionnés puis 6 groupes expérimentaux ont été constitués : tutorat formé mixte ou non mixte, tutorat spontané mixte ou non mixte, pratique physique individuelle formée ou spontanée. Les élèves placés en dyades avaient un niveau similaire d'habileté dans la tâche-cible, de nature perceptivo-motrice et décisionnelle. Les mesures dépendantes choisies étaient d'ordre moteur et cognitif. L'étude s'est déroulée au sein d'un cycle de tennis de table. L'expérimentateur prenait en charge, dans un espace spécifique et isolé, les participants par vagues de quatre tandis que le professeur poursuivait son cours avec le reste de la classe. Une formation au RPT a été offerte pour les conditions « formées ». L'entraînement se déroulait soit seul (groupes de pratique

physique individuelle) soit en dyade (groupes de tutorat). Le joueur réalisait son 1<sup>er</sup> essai pendant que le manager l'observait en silence. Pendant le temps-mort, le manager donnait des conseils au joueur. À la fin de la séquence, les rôles étaient inversés. Le dispositif de formation était une adaptation au tutorat réciproque d'une formation conçue pour des procédures de tutorat fixe (Cicero & Lafont, 2007). Conformément aux attentes, les participants formés au tutorat réciproque ont manifesté des bénéfices moteurs et cognitifs supérieurs à ceux obtenus par les participants des autres conditions. En revanche, aucune différence n'a été constatée entre les conditions de tutorat spontané et de pratique individuelle. Par ailleurs, on observe l'absence d'effet de la mixité dans les dyades.

### **Modèle pairs ajustés en gymnastique sportive**

L'expérimentation avait pour but de comparer trois procédures de guidage pour l'acquisition de deux tâches gymniques : une anxiogène, une non-anxiogène à la poutre. Vingt sept élèves filles de classe de 6<sup>e</sup> (moy = 11, 6) ont été affectées aux trois conditions d'apprentissage : « Coping modèle (CM) » (Shunk, 1985), « imitation modélisation interactive (IMI) » (Winnykamen, 1990) et « Modèle de maîtrise (DE) ». Chaque modèle (niveau quasi expert) a suivi une formation spécifique à son rôle. Le CM débutait la séquence avec un faible niveau d'exécution (feint) et un faible niveau de sentiment d'efficacité personnelle (SEP), puis il progressait et délivrait des techniques de coping. En fin d'apprentissage son niveau d'exécution était proche de celui d'un expert et il se montrait enthousiaste. Le modèle DE était confiant, il démontrait et commentait la tâche d'emblée à un niveau expert. Le modèle IMI donnait des consignes ajustées relatives exclusivement à la motricité. Les mesures dépendantes étaient d'ordre moteur et cognitif (SEP). Chaque élève était testée individuellement. Sur les variables motrices et le niveau du SEP dans la tâche anxiogène, les scores du groupe CM surpassent celles des autres groupes : CM > IMI > DE ; en revanche aucune différence significative n'est observée entre CM et IMI pour la tâche non-anxiogène : CM = IMI > DE, tant sur le plan de la performance motrice que du SEP.

### **CONCLUSION**

Le dispositif de formation s'avère indispensable à l'efficacité du tutorat quelle que soit la composition genrée des dyades. Par ailleurs, les élèves de classe de 6<sup>e</sup>, formés au rôle de modèle ajusté, ont permis l'acquisition par leurs pairs de tâches gymniques. Les études présentées témoignent de la validité des dispositifs de tutorat et de modèles ajustés pour l'acquisition d'habiletés motrices sous certaines conditions. Elles incitent à explorer différentes modalités interactives. L'analyse des échanges permet de saisir les processus interactifs et mieux comprendre leur efficacité. Cependant, la logique de la preuve, le principe même de mise à l'épreuve « toutes choses égales par ailleurs », la situation construite par le chercheur, ne peuvent rendre compte de l'ensemble des interactions en situation écologique.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Beaudichon, J., Verba, M., & Winnykamen, F. (1988). Interactions sociales et acquisition de connaissances chez l'enfant : une approche pluridimensionnelle. *Revue Internationale de Psychologie Sociale* : 1, 129-141.
- Cicero C & Lafont, L. (2007). Interaction de tutelle et imitation modélisation interactive entre élèves : l'effet de la formation d'élèves-tuteurs en gymnastique sportive. *Bulletin de Psychologie*, 2007, vol. 490, 335-348.
- Lafont L., Darnis, F., Ensergueix, P. (2008). Apports de la psychologie sociale du développement et des acquisitions à la formation à l'intervention en EPS : Légitimité scientifique et/ou légitimité empirique ? Communication orale au congrès de l'AFIRSE, Bordeaux, 18-20 Septembre 2008. Actes in CD-Rom.

La littérature inscrit généralement la question de l'appariement des élèves au sein d'une dyade en fonction du sexe, de l'écart de compétence ou d'affinité entre le tuteur et le tutoré. Pourtant des travaux portant sur la relation d'aide suggèrent que des variables dispositionnelles pourraient influencer la dynamique d'une relation de tutelle et les performances des participants d'une dyade. Une récente étude a permis d'examiner les conduites spécifiques et les perceptions de participants impliqués dans une relation de tutelle entre pairs en fonction de la symétrie *versus* asymétrie de désir de contrôle.

**Mots clés** : variables dispositionnelles, appariement en dyade, motivation, désir contrôle

### **INTERACTIONS DE TUTELLE: DEUX PERSONNALITES DANS UN CONTEXTE**

Les bénéfices qu'un enfant peut tirer de l'aide qu'il apporte à un autre enfant ont été examinés dans le cadre de tâches académiques (Topping & Ehly, 1998) et de tâches sportives (Legrain, Paquet, d'Arrippe-Longueville & Antonini Philippe, 2011). La fonctionnalité de la dyade tuteur-tutoré a principalement été appréhendée au travers de l'analyse de facteurs situationnels pouvant être maîtrisés grâce à la structuration des conditions d'interaction sociale et à la formation des tuteurs. En cela, peu de facteurs personnels autres que l'âge, le sexe, le niveau d'expertise ou d'affinité ont été pris en considération pour affecter un élève dans un rôle spécifique ou statuer sur le meilleur appariement possible des partenaires au sein d'une dyade. Pourtant, divers travaux suggèrent que des facteurs personnels pourraient présider à l'acceptation des rôles de tuteur et de tutoré, et influencer l'efficacité de l'interdépendance entre les participants d'une dyade. Plus particulièrement, des travaux s'inscrivant dans le cadre des théories du contrôle invitent à s'interroger sur les dispositions des élèves à conduire un enseignement ou à suivre des consignes pour apprendre.

### **DISPOSITIONS PERSONNELLES A EXERCER UN RÔLE**

Plusieurs travaux ont montré que les interactions sociales pouvaient être influencées par des caractéristiques de personnalité liées au contrôle. Zimmerman et Rappaport (1986) ont montré que des facteurs personnels (e.g., locus de contrôle, désir de contrôle, sentiment d'auto-efficacité, perception de compétence), contribuaient à discriminer les personnes les plus investies et les moins investies dans la défense des intérêts de leur communauté. Burger (1990) a quant à lui révélé que les individus présentant un fort désir de contrôle sur les événements de leur vie, avaient particulièrement tendance à prendre l'initiative d'influencer les autres et utilisaient pour ce faire, plus volontiers certains comportements paralinguistiques (e.g., langage fort et explosif, réponses rapides aux commentaires de l'interlocuteur et à ses questions). Enfin, Nadler et Fischer (1987) ont avancé que le fait de recevoir de l'aide pouvait être perçu par certaines personnes comme aveu de perte de contrôle. Notamment, les individus présentant une estime de soi élevée et poursuivant des buts de performance et de statut social peuvent se montrer réticents ou exprimer des réactions négatives vis-à-vis de propositions d'aide.

### **Les questions autour de l'attribution et la répartition des rôles**

Ces travaux questionnent l'appariement des élèves au sein des dispositifs d'apprentissage en dyade. En effet le rôle de tuteur invite l'élève à prendre le contrôle d'une situation en : (a) se représentant différemment la tâche (niveau cognitif), pour (b) expliquer les étapes d'acquisition (niveau métacognitif), et (c) intervenir en évaluant et conseillant (niveau sociocognitif). Parallèlement, le rôle de tutoré requiert d'être attentif et réceptif aux explications données et de se laisser guider dans différentes étapes d'acquisition à traverser.

Or certains élèves affichent des comportements peu compatibles avec cette posture de tuteur. Ils (a) manifestent une résistance face aux explications relatives à ce qu'il faut faire, (b) résistent aux pressions de conformité venant directement ou indirectement de l'extérieur, (c) réagissent négativement aux comportements qui affectent leur sentiment d'autodétermination, et (d) s'inscrivent dans une compétition verbale avec leur interlocuteur. Ce profil correspond à la description des individus animés par un désir de contrôle élevé (Burger, 1990).

### **TUTEUR-TUTORÉ: CONFLIT OU COMPATIBILITÉ DE PERSONNALITÉS ?**

Legrain et al. (2011) ont examiné les conduites adoptées par des élèves présentant un désir de contrôle (DC) faible ou élevé lors d'une interaction de tutelle entre pairs. Le score de désir de contrôle de 164 étudiants (19.5 ans  $\pm$  1.4) mesuré quatre semaines avant l'expérience à l'aide de la version française de l'échelle de DC (Garant & Alain, 1995) a permis de constituer 28 dyades symétriques *versus* dissymétriques. L'expérience demandait à des étudiants, novices en boxe française, ayant nouvellement appris une habileté complexe (coup de pied tournant) d'occuper la place de tuteur en enseignant pendant 7 minutes ce mouvement à un étudiant débutant de même sexe, inconnu d'eux au début de l'expérience. Les tuteurs ont reçu une formation leur rappelant les procédures de guidage traditionnellement utilisées dans l'enseignement d'une tâche motrice (i.e., démonstration, instructions, formes de feedback).

Les verbalisations et comportements d'instruction (contrôlant *versus* soutenant l'autonomie) ont été catégorisés. Les résultats ont indiqué, d'une part, que les tuteurs présentant un DC élevé ont employé plus de verbalisations contrôlantes et ceci d'autant qu'ils s'adressaient à un élève manifestant un faible DC. L'appariement d'un tuteur au DC faible avec un tuteur au DC fort a généré moins de démonstrations et de verbalisations contrôlantes que lorsque le tuteur présentait un DC élevé. D'autre part, cet appariement a favorisé chez le tuteur davantage de répétitions et une motivation plus élevée à poursuivre la pratique de l'activité. Enfin, la motivation du tuteur est apparue positivement liée à sa perception du niveau de motivation du tuteur à enseigner la tâche et à la qualité de sa relation avec le tuteur.

### **CONCLUSION**

Ces résultats confirment l'intérêt d'inscrire la question de l'appariement des élèves en dyades en référence aux théories de l'autodétermination et de s'intéresser aux dispositions des élèves à soutenir l'autonomie de celui qui apprend. Tout particulièrement lorsque le tuteur manifeste un désir de contrôle élevé, son appariement avec un tuteur au comportement soutenant l'autonomie serait favorable. Les résultats de cette étude sont consistants avec d'autres travaux ayant démontré que de telles variables dispositionnelles peuvent présider aux choix de s'affilier avec d'autres personnes pour mener à bien un projet (Burger, 1990).

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Burger, J.M. (1990). Desire for control and interpersonal interaction style. *Journal of Research in Psychology*, 24, 32-44.
- Legrain, P., Paquet, Y., d'Arripe-Longueville, F., & Antonini, R. (2011). Influence of desirability for control on the instructional interactions and intrinsic motivation in a sport peer tutoring setting. *International Journal of Sport Psychology*, 42, 1-15.
- Nadler, A. (1987). Determinants of help-seeking behavior: The effects of helper's similarity, task centrality, and recipient's self-esteem. *European Journal of Social Psychology*, 17, 57-67.
- Topping, K.J., & Ehly, S. (1998). *Peer-assisted Learning*. Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey.
- Zimmerman, M.A., Rappaport, J. (1988). Citizen participation, perceived control, and psychological empowerment. *American Journal of Community Psychology*, 16, 725-750.

Dans le programme du cours d'action, les relations entre les interactions entre élèves et leurs apprentissages ont été analysées dans la plupart des études en termes d'articulation des cours d'expérience des élèves. Après avoir présenté les présupposés de cette approche et ses méthodes, nous mettrons en évidence sa fécondité empirique en prenant appui sur deux points de résultats d'une étude en cours. Nous soulignerons en quoi cette approche peut être à la base d'une vision enactive de l'apprentissage entre pairs et de la conception de dispositifs d'apprentissage coopératifs, en partie complémentaire et en partie alternative à celle des autres perspectives présentées dans ce symposium.

**Mots clés** : cours d'expérience, interactions, ressources distribuées, trajectoires d'apprentissage.

### **UNE PERSPECTIVE PHENOMENOLOGIQUE ET SITUEE**

Cette communication rend compte d'un programme de recherche centré sur la relation entre les interactions entre élèves et l'apprentissage dans des situations ordinaires de classe. Celui-ci s'inscrit dans le programme du « cours d'action » (Theureau, 2006), qui contribue plus largement à une approche située de l'activité et de la cognition humaine (Lave & Wenger, 1991). Le programme du cours d'action consiste en une opérationnalisation du paradigme de l'enaction (Varela, 1989), pour l'étude des pratiques quotidiennes. Selon ce paradigme, l'activité est un couplage structurel, faisant interagir l'acteur et son environnement dans le cadre de relations asymétriques : l'acteur interagit avec un environnement pertinent du point de vue de sa propre activité. Le cours d'expérience, ou histoire de l'activité « significative pour l'acteur », l'un des objets théoriques de ce programme, est conçu comme l'état de surface du couplage structurel. Tout cours d'expérience intègre fondamentalement autrui car, d'une part, toute situation vécue par l'acteur est toujours sociale et empreinte de préconstruits culturels, et d'autre part, l'objet de son activité peut lui-même être dirigé vers autrui (e.g., lorsque les acteurs s'observent ou communiquent). De ce point de vue, les interactions entre élèves qui sont étudiées dans ce programme sont les interactions « significatives du point de vue des élèves », et vis-à-vis desquelles s'organise leur activité, qu'elles aient été ou non prescrites par l'enseignant. Ce programme, d'inspiration phénoménologique, vise à modéliser qualitativement des processus relevant de ce niveau d'analyse, inhérents à l'activité des élèves en EPS dans des situations dyadiques, au sein de groupes restreints, ou pour des classes entières. Il vise conjointement, à favoriser la conception de situations d'apprentissage.

### **METHODES D'ANALYSE DES INTERACTIONS ENTRE ELEVES**

Les interactions entre les élèves sont étudiées en termes d'articulation de leurs cours d'expérience : il s'agit plus précisément de caractériser les formes typiques de cette articulation, et de décrire les processus sous-jacents, identifiables à ce niveau d'analyse.

### **Recueil des matériaux pour la documentation des cours d'expériences**

Les méthodes de recueil comprennent généralement, (a) un dispositif de recueil de traces de l'activité réelle en classe (enregistrements des comportements et communications entre élèves ou élèves-enseignant, notes ethnographiques, documents pédagogiques et de travail) ; (b) des entretiens d'autoconfrontation avec les élèves (et parfois l'enseignant). Ces matériaux, une fois transcrits, permettent de documenter le cours d'expérience de chaque élève, en relation avec les catégories analytiques abstraites qui le définissent (Theureau, 2006).

### **Analyse de la relation entre les interactions entre élèves et l'apprentissage**

L'analyse de l'articulation des cours d'expérience des élèves est guidée, dans chaque étude, par les questions empiriques, et/ou de conception, particulières. Cette analyse permet de

mettre en évidence, dans différentes études de cas, les formes d'interactions entre les élèves, leur dynamique de transformation, et leur relation avec l'apprentissage des élèves. La comparaison de différentes études de cas permet enfin l'identification et modélisation de formes typiques d'interaction, et de processus récurrents, dans l'activité des élèves.

## **APPORTS EMPIRIQUES**

Dans cette communication, nous présenterons deux points de résultats d'une étude concernant l'activité d'un groupe de huit élèves engagés dans la préparation collective d'un triathlon athlétique (lancer du disque, course de haies, saut en longueur) à l'échelle d'un cycle de cinq séances de deux heures, qui devait donner lieu à une confrontation intergroupes en fin de cycle. Les groupes étaient mixtes et hétérogènes en compétences. Ils étaient stables pendant toute la durée du cycle. L'évaluation intégrait un critère d'évaluation collectif, créant une interdépendance entre les élèves, destinée à encourager des comportements coopératifs.

### **Les interactions entre élèves comme « réseau d'affordances »**

Cette étude a montré que l'activité collective des élèves produit, et offre à chacun des élèves, des ressources distribuées pour apprendre, qu'ils enrichissent et exploitent continuellement grâce à des processus, (a) d'exploration mutuelle, (b) de mise en visibilité, (c) d'offres d'aides, (d) de demandes d'aides. Sur le fond de ces ressources potentielles, émergent des formes typiques guidage (unidirectionnel ou mutuel), de coopération et de confrontations entre les élèves, non prescrites par l'enseignant. Ces résultats suggèrent que ce réseau de ressources potentielles dépend de façon cruciale de la quantité et la variété des opportunités d'interactions offertes aux élèves dans le cours de leur apprentissage. Celles-ci formeraient des « réseaux d'affordances » (Barab & Roth, 2006), auxquels les élèves participeraient, et dont ils tireraient bénéfice pour apprendre, sans que ceux-ci ne soient totalement déterminés par la structure coopérative des tâches prescrites (Dyson & Grineski, 2001).

### **Histoires individuelles d'apprentissage et interactions entre élèves**

Le traçage de la dynamique d'apprentissage de certains élèves relative un thème particulier (e.g., lancer du disque) a révélé que l'évolution des préoccupations et connaissances des élèves – ce que nous appelons *histoire d'apprentissage* – était associée à des réseaux d'interaction particuliers dans le groupe. De plus, le statut des élèves dans leurs interactions avec les autres (e.g., tutelle spontanée), fluctuait au cours de ces histoires d'apprentissage. Ces résultats, qui relient l'apprentissage et la transformation de patterns d'interaction entre élèves, ouvrent la voie à l'analyse de trajectoires d'apprentissage au sein de communautés d'élèves, mêlant des dimensions cognitives et identitaires (Lave & Wenger, 1991).

## **CONCLUSION**

En conclusion, nous développerons quelques unes des perspectives de ce programme de recherche au regard de ses intérêts et limites actuels, et nous montrerons qu'il peut être à la base d'une conception de l'apprentissage entre pairs adossé à une vision enactive de l'apprentissage. Les incidences pratiques d'un tel programme seront esquissées.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Barab, S. A., & Roth, W. M. (2006). Curriculum-based ecosystems: Supporting knowing from an ecological perspective. *Educational Researcher*, 35(5), 3-13.
- Dyson, B., & Grineski, S. (2001). Using Cooperative Learning Structures in Physical Education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 72(2), 28-31.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action. Méthode développée*. Toulouse: Octarès.
- Varela, F. (1989). *Autonomie et connaissance*. Paris: Seuil.

Nathalie Wallian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de SémioLinguistique, Didactique, Informatique (LaSelDI, EA 2281)

Université de Franche Comté

[nathalie.wallian@univ-fcomte.fr](mailto:nathalie.wallian@univ-fcomte.fr)

L'étude du système enseignement/apprentissage en EPS postule que les interactions langagières sont comprises comme produit/processus de co-construction des savoirs d'action. Dans le courant de l'interactionnisme socio-discursif (Bronckart, 1996 ; 2007), les actions langagières renvoient à des opérations qui dénotent selon le(s) point(s) de vue du sujet la manière dont il/elle interprète en contexte le problème à résoudre. L'enjeu de cette étude est de montrer, à partir de fragments discursifs signifiants, comment s'opère cette transformation au sein de cette communauté de pratiques qu'est la classe incarnée par des pairs.

**Mots clés** : sémiotique de l'(inter)action, interactionnisme socio-discursif, rapports de place, EPS

## **LA SIGNIFICATION ACTIONNELLE DES INTERACTIONS EN SITUATION DIDACTIQUE, FOVEA DES ETUDES CENTREES SUR L'ELEVE?**

L'action humaine peut être investiguée à la fois d'un point de vue externe et interne. Dans le premier cas, l'action se définit comme une manifestation de la participation pratique et tangible du sujet à son environnement. Dans le second cas, elle contribue à l'appropriation par un agent d'une représentation de soi comme responsable de son « dire » et de son « faire ». L'action langagière est alors actancielle en ce qu'elle participe à la fois de l'interprétation du monde représenté par le sujet et de sa transformation comme agent langagier et comme personne. En s'engageant dans une action langagière, le sujet dispose d'une connaissance des mondes représentés ; dans l'interaction langagière, il s'approprie des connaissances relatives au monde objectif tel que sémiotisé par et dans son interaction en contexte.

Dans ces conditions, l'approche ici choisie pour étudier les activités langagières se dégage radicalement d'une conception objective et transparente du signe pour prendre en compte, dans son usage social partagé et à partager, la manière personnelle dont le sujet (se) joue et réorganise *des* signifiants en fédérant ses images mentales subsumées par *le* signifiant. Cela revient en fait à considérer le langage non comme le produit d'un codage mais bien comme le reflet plus ou moins fidèle du mouvement incarné de sa pensée dont le langage porte la trace.

## **L'ACTIVITE LANGAGIERE DE L'ELEVE : ECHANGER POUR SE CO-CONSTRUIRE**

L'étude d'une situation didactique en EPS suppose que celle-ci inscrive les interactions dans des actions sensées et orientées par un projet. En accord avec le courant de l'interactionnisme socio-discursif (Bronckart, 1996), nous postulerons que le langage présente une dimension pragmatique et actancielle inscrite dans le système des échanges au sein de cette communauté de pratiques que représente la classe. Si ces interactions se caractérisent par leur caractère éphémère mais situé, indexé mais plurisémiotique, il reste que leur dynamique matérialise la construction par les élèves de mondes discursifs aux propriétés distinctes mais cohérentes. Ainsi en situation didactique, les actions langagières sont des productions sociales qui renvoient à des opérations et dénotent selon le(s) point(s) de vue du sujet la manière dont est interprété en contexte le problème à résoudre dans la tâche (motrice) d'apprentissage. Plus avant, cela revient à établir un rapport d'homologie entre l'action langagière et l'action motrice, quelle qu'en soit la substance (Hjelmslev, 1985, p. 98). L'enjeu de cette étude est de montrer comment la signification actionnelle des interactions entre élèves, point généralement aveugle dans les études en didactique, peut être investiguée de façon méthodique et documentée en s'appuyant sur une analyse *du* discours (Charaudeau et al., 2002).

### **Rapports de places, énonciation et genèse de connaissances**

Des phénomènes langagiers paradoxaux (ex : l'interprétation, l'implicite, le non-dit, le malentendu, l'incompréhension, la mécompréhension) ou plus classiques (ex : la métaphore, la reformulation), pourtant fréquents en matière de communication didactique, peuvent se glisser entre émission et réception, inscrivant de fait l'activité langagière dans un projet d'influence sur autrui. Ces phénomènes sont imputables aux circonstances mais posent la question des *places énonciatives* (qui parle à qui et pour quoi faire) et celle des mécanismes de *co-attribution du sens partagé* à propos de ce qu'il y a à faire pour agir ensemble.

### **L'interaction entre pairs comme médiation communicative**

Notre étude se focalisera sur des éclats de corpus issus d'échanges verbaux d'élèves en « situation de débat d'idées ». Celle-ci consiste à mettre en jeu les ressources sémiotiques entre partenaires d'un jeu collectif pour permettre par les interactions verbales entre pairs 1) d'organiser la co-interprétation du rapport de force et 2) d'orienter l'action en fonction des effets recherchés. Dans ces conditions, l'interaction présente une médiation aux objets de savoir qui en retour transforme le rapport à l'expérience collective et individuelle.

### **APPORTS EMPIRIQUES**

Le langage nous intéresse à deux titres : en tant que modalité de l'agir sur et par autrui, en tant qu'observable et trace d'activité d'apprentissage. L'approche « acquisitionniste » (Filliettaz et al., 2008, p. 20) privilégiera l'analyse des modes d'accès -ou non- aux connaissances par les élèves.

### **L'interaction comme révélateur des rapports de place entre élèves**

La séquence conversationnelle entre pairs suppose le réglage préliminaire des rapports de place ; peuvent survenir des conflits et des renégociations qui autorisent l'émergence d'un horizon d'attentes partagé, condition pour un ajustement mutuel propice aux apprentissages.

### **L'interaction comme révélateur du rapport au savoir**

Le processus de transformation des objets de savoir passe par l'usage de l'argumentation, de la reformulation et in fine de la co-énonciation de règles de l'action efficace. Celles-ci se présentent comme des outils sémiotiques indicatifs d'une modification des modes de penser l'action par les élèves (Rabatel, 2010).

### **CONCLUSION**

Interdite, déconsidérée, longtemps assimilée à du bavardage ou à une activité subversive, réduite à la réponse donnée à une question, la parole de l'élève se trouve ici réhabilitée, convoquée et réinvestie à des fins didactiques pour la production collective de connaissances. Il ne s'agit pas de la rentabiliser ou de l'instrumentaliser mais bien d'en faire un moyen d'émancipation du sujet par sa pratique réflexive. Ce changement de statut va de pair avec une reprise de l'agir ensemble comme moyen d'enrichissement et de retour sur soi sous le regard contradictoire d'autrui.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Bronckart, J-P. (1996). *Activité langagière, textes et discours. Pour un interactionisme socio-discursif*. Lausanne : Delachaux & Niestlé.
- Charaudeau, P., & Maingueneau, D. (2002). *Dictionnaire d'analyse du discours*. Paris : Seuil.
- Filliettaz, L., & Schubauer-Leoni, M.L. (Eds.) (2008). *Processus interactionnels et situations éducatives*. Buxelles : De Boeck.
- Hjelmslev, L. (1985). *Nouveaux essais*. Paris : Presses universitaires de France.
- Rabatel, A. (Ed.) (2010). *Les reformulations pluri-sémiotiques en contexte de formation*. Besançon : PUFC.



La réalité virtuelle est de plus en plus utilisée dans de nombreux domaines. Les progrès de la technologie, l'apparition de nouvelles interfaces et l'augmentation des puissances de calcul des ordinateurs permettent en effet aujourd'hui de la mettre en œuvre dans des applications fort complexes. Ces applications nécessitent généralement de manipuler des bases de données graphiques volumineuses, des interactions de plus en plus réalistes, des retours d'efforts... L'utilisation la plus courante de la réalité virtuelle est l'apprentissage de processus complexes, coûteux ou dangereux. C'est le cas, historiquement, des simulateurs de vol ou, plus récemment, de l'assemblage de pièces pour divers véhicules.

Parmi tous les domaines possibles d'application, celui du sport est encore peu exploré. L'une des difficultés rencontrées pour appliquer la réalité virtuelle dans le domaine sportif est de modéliser et de restituer la complexité du mouvement humain. L'une des questions fondamentales dans ce domaine est liée à la notion de présence. La présence reflétant la sensation subjective de l'individu à intégrer le monde virtuel comme un monde réel. Une fois les questions de présence résolues la réalité virtuelle peut être utilisée pour comprendre la performance sportive. En effet comparativement aux méthodes traditionnelles, la réalité virtuelle permet, la reproductibilité des séquences, un contrôle complet de l'environnement virtuel et des personnages virtuels, un point de vue stéréoscopique, qui joue un rôle important dans l'estimation de la profondeur des objets, l'opportunité d'immerger un sujet dans une scène visuelle à partir de son propre point de vue (égocentrique) et non avec un point de vue d'une caméra extérieure (allogocentrique).

Les travaux présentés dans ce symposium s'intéressent à ces différents champs de recherche. La première communication est réalisée par Benoit Bardy qui présente les principaux résultats obtenus dans le cadre du projet européen SKill, dans le domaine du sport, de la chirurgie et la rééducation.

La seconde communication est réalisée par Peter Wolf qui présente un simulateur d'aviron. Ce simulateur avec retour haptique et feedback auditif peut être utilisé pour optimiser le mouvement du rameur.

La troisième communication est réalisée par Daniel Mestre qui présente les effets d'un dispositif de réalité virtuelle sur la performance, le plaisir, l'engagement et le focus attentionnel lors d'un exercice sur ergocycle.

La quatrième communication est réalisée par Sebastien Brault qui présente un simulateur de feinte de corps au rugby. L'objectif de cette étude est de proposer une modélisation du comportement du défenseur de rugby, de sa prise de décision et de son action motrice dans le but de proposer un simulateur d'entraînement pour les attaquants intégrant un défenseur virtuel interactif, paramétrable en fonction de son niveau d'expertise.

La cinquième communication est réalisée par Cathy Craig. Cette présentation montre comment les effets de balle peuvent influencer la décision et la manière d'agir d'un gardien de but au football. Dans cette étude les gardiens sont immergés dans un stade de football virtuel et interagissent naturellement avec des trajectoires de ballons issues d'un modèle dynamique.

## SKILLS: Acquisition and Transfer of Skills using Ecologically-oriented Multimodal Human-Machine Interfaces

*Benoît G. Bardy*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Movement to Health (M2H), EuroMov, Montpellier-1 University, FRANCE

[benoit.bardy@univ-montpl.fr](mailto:benoit.bardy@univ-montpl.fr)

SKILLS is a European Integrated Project (2006-2011) dealing with the acquisition, interpretation, storage, maintenance and transfer of human skill using multimodal technologies such as virtual and augmented realities, human-machine interfaces, interaction design, and robotic systems. The ontology, structure, and main results of the project are presented.

**Mots-clés:** Skill, learning accelerator, virtual reality, human-machine interface

SKILLS is a European Integrated Project (2006-2011) dealing with the acquisition, interpretation, storage, maintenance and transfer of human skill using multimodal technologies such as virtual and augmented realities, human-machine interfaces, interaction design, and robotic systems. SKILLS introduces a novel approach to technology-assisted acquisition or rehabilitation based on the direct and multimodal interaction between learner and technology. Perception-action, affordance-based, and cognitive accelerators embedded in specific training protocols are used at various stages of learning in several (real) trainee – (virtual) trainer situations. In this talk, the SKILLS project — mission, objectives, methodologies, and movement primitives — will be shortly presented. Illustrations of the SKILLS results will be given in the domain of Sport & Entertainment (rowing, juggling), Surgery & Rehabilitation (upper-limb movements of stroke patients), and Industrial maintenance (assistive robotics during assembly). These results highlight the efficacy of an ecologically-oriented training of complex actions in a technologically-assisted multimodal environment.

## REFERENCES

[www.skills-ip.eu](http://www.skills-ip.eu)

[www.euromov.eu/skills](http://www.euromov.eu/skills)

Acknowledgements. This research was funded by the European Integrated Project SKILLS (EC-IST # 035005).

## The M<sup>3</sup> Rowing Simulator: Robot-assisted training in a virtual environment

*Peter Wolf<sup>1</sup>, Georg Rauter<sup>1</sup>, Roland Sigrist<sup>1</sup>Rauter<sup>1</sup>, Joachim von Zitzewitz<sup>1</sup> & Robert Riener<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup>Sensory Motor Systems Lab, ETH Zurich and University of Zurich  
wolf@mavt.ethz.ch

This paper exemplifies our concept of “an athlete in the loop” on sweep rowing. Our rowing simulator features realistic visual, auditory, and haptic interaction. Rowing performance can be comprehensively monitored and used to classify movement errors. Movement errors can be concurrently fed back in a general or specific manner whereby different senses can be addressed.

**Keywords: Sports Engineering, Error Classification, Augmented Feedback**

### INTRODUCTION

Robot-assisted training combined with interactive virtual scenarios has been proven to facilitate motor re-learning during rehabilitation. The possibility to repetitively train complex motor tasks in an adjustable environment, enhanced by concurrent feedback, should also facilitate motor learning in the field of sports. However, robots providing realistic sportive interactions and concurrent feedback strategies have rarely been developed. In particular, feedback strategies should address other modalities than vision as most sports are cognitively mastered in response to information that is visually perceived. In a consequence, at a certain level of visual information, our visual perception and cognitive capabilities reach their limits, thus, motor learning will suffer rather than benefit from feedback. However, knowledge is currently limited regarding design principles of multidimensional auditory or haptic displays that facilitate human information processing and motor learning.

To enable robot-assisted training combined with multimodal feedback, we have developed a rowing simulator embedded in a virtual environment. The actual performance can be assessed in a comprehensive way and is compared to a target movement. Movement errors are automatically classified and an appropriate feedback strategy is selected. This concept of robot-assisted training in sports is presented, considering the “athlete in the loop”. It is focused on concurrent feedback strategies addressing the visual, auditory, and haptic sense which have been compared in terms of complex motor learning to self-selected terminal feedback.

### METHODS

Our sweep rowing simulator consists of a single scull boat surrounded by three large projection screens. One shortened sweep oar is virtually extended. Its interaction with the virtual water surface are visually and acoustically rendered by commercially available systems, e.g. during oar immersion, vortices appear and a splash sound is heard. Haptic interactions are rendered by an in-house developed tendon-based parallel robot. Five ropes are guided from motorized winches over deflection units to the end of the shortened oar. Oar forces in all spatial dimensions are rendered (Rauter et al. 2010). According to these forces, the seat acceleration and upper body movements, the virtual scenario passes by (Zitzewitz et al., 2009).

Beside based on oar angles, rowing performance can also be assessed based on foot stretcher forces which are monitored by an instrumented foot stretcher (Krumm et al., 2010). These variables can be used to classify movement errors. Therefore, the actual performance is compared to reference data provided by professional rowers. After normalization, data are transformed into Fourier space and reduced by a Principal Component Analysis. The classification of rowing errors is then obtained by Support Vector Machines.

Our multimodal displays cannot only realistically render rowing but also provide concurrent feedback. Feedback can be given in a rather general manner, i.e. on the mean boat velocity. We used our rowing simulator to determine an individual maximal possible boat velocity and

related that to the current boat velocity which can then be displayed to the athlete (Rauter et al., 2011). To elaborate visual, auditory, and haptic feedback strategies addressing specific rowing errors, we investigated learning of a rowing-type movement with three degrees of freedom, i.e. horizontal and vertical oar displacement, and rotation around the longitudinal axis of the oar. Our auditory feedback strategy was based on our recently developed error sonification which has been proven to be intuitively useable to reduce movement errors like a visual feedback displaying a similar amount of information (Sigrist et al., 2011). Our haptic feedback strategy was based on a generalized elastic path controller which provides a haptic tunnel with elastic walls using conservative force fields. Therewith, the rowing-type movement was restricted spatially but not related to timing (Rauter et al., 2010). These concurrent feedback strategies were compared to self-controlled terminal feedback, i.e. athlete could choose when the latest three rowing-type movement cycles were replayed while the target trajectory was also displayed.

We invited 36 naive rowers for training on three consecutive days followed by two days with retention tests only (one day and one week after the trainings). Catch trials and retention tests were compared to baseline measurement.

## RESULTS

Preliminary results suggest that the experimental group receiving auditory feedback was able to correct their movements during the trainings but could not significantly reduce the spatial error. In contrast, the control group receiving self-controlled terminal feedback, was able to reduce the spatial and temporal errors. Results of the experimental group receiving visual or haptic feedback will also be presented at the conference.

## DISCUSSION

Naive rowers receiving auditory concurrent feedback could immediately react to the augmented information as the target movement was rather slow (one cycle lasted six seconds). However, it seems that these immediate reactions hampered the development of an internal representation of the whole target movement. If the target movement had been faster (like in real rowing), immediate accurate corrections might have been impossible but corrections on movement characteristics might have been possible in subsequent rowing cycles. Concurrent error sonification might therefore accelerate learning of specific movement aspects if the athlete is already familiar with the general shape and timing of the target movement. Learning might also be facilitated if the athlete gets more familiar with the auditory feedback, which has to be investigated in further studies. The other feedback strategies will also be discussed in the talk during the symposium.

From an engineering point of view, we principally integrated the “athlete in the loop” and exemplified that on robot-assisted rowing training in a virtual environment. It is now to tune the automatic error classification and to design efficient feedback strategies addressing other modalities other than vision.

## BIBLIOGRAPHY

Krumm, D., Simnacher, M., Rauter, G., Brunschweiler, A., Odenwald, S., Riener, R., & Wolf, P. (2010). *Proceedings Engineering*, 2, 2721-2726.

Rauter, G., von Zitzewitz, J., Duschau-Wicke, A., Vallery, H., & Riener, R. (2010). A tendon based parallel robot applied to motor learning in sports. *Proceedings of IEEE BioRob*, Tokio, Japan.

Rauter, G., Baumgartner, L., Denoth, J., Riener, R., & Wolf, P. (2011). Optimisation of the mean boat velocity in rowing. *CMBBEg, epub ahead of print*.

Sigrist, R., Schellenberger, J., Rauter, G., Broggi, S., Riener, R., & Wolf, P. (2011). Visual and auditory augmented concurrent feedback in a complex motor task. *Presence*, 20, 15-32.

von Zitzewitz, J., Wolf, P., Novakovic, V., Wellner, M., Rauter, G., Brunschweiler, A., & Riener, R. (2009). A real-time rowing simulator with multi-modal feedback. *Sports Technology*, 1, 257-266.

Effets d'un dispositif de réalité virtuelle sur la performance, le plaisir, l'engagement et le focus attentionnel lors d'un exercice sur ergocycle

*Daniel R. Mestre & Christophe Maïano*

Institut des Sciences du Mouvement, Université de la Méditerranée et CNRS UMR 6233,  
Marseille

[daniel.mestre@univmed.fr](mailto:daniel.mestre@univmed.fr)

Cette étude a cherché à tester l'hypothèse générale selon laquelle le couplage d'un exercice physique avec un dispositif de réalité virtuelle améliore les sensations perçues lors d'un exercice physique (d'intensité modérée). Plus précisément, nous avons testé les effets potentiels de stimulations sensorielles (musique et feedback visuel sur un parcours cycliste) sur la performance, les affects et le focus attentionnel. Nous avons pour cela demandé à des participants volontaires (sélectionnés sur la base d'un niveau d'activité physique modéré) de réaliser un parcours virtuel sur un ergocycle couplé à un système informatique. 12 participants ont été inclus dans cette étude. La moitié était soumise à un feedback visuel, l'autre moitié à un feedback visuel associé à de la musique (les participants étant libres du choix de la musique). Chaque participant réalisait quatre fois le même parcours (la première fois sans feedback ni musique à fins de comparaison). Chaque parcours durait environ vingt minutes et consistait en une première phase de plat (échauffement), suivie d'une phase de montée (pente moyenne d'environ 5%) et d'une phase de descente. Le retour visuel consistait en un film vidéo (étalonné en distance et déclivité) du parcours, dont la vitesse de défilement était proportionnelle à la vitesse de pédalage du participant. Un retour d'effort était appliqué en temps réel sur la roue arrière de l'ergocycle, proportionnel à la pente instantanée du parcours. Le couplage de réalité virtuelle (vitesse de défilement du film vidéo et retour d'effort) était donc réalisé grâce à un "rouleau" placé sur la roue arrière de l'ergocycle.

Les résultats de cette étude montrent un effet positif de la répétition de l'exercice sur la performance des participants (diminution du temps de parcours au fil des sessions) seulement lorsque le retour visuel était couplé à l'écoute de musique. Une approche par questionnaires post-hoc a permis de montrer l'effet dissociatif de la stimulation sensorielle. Cependant, l'engagement des participants dans la tâche n'était maintenu au fil des sessions seulement lorsque le retour visuel était associé à l'écoute de musique. Afin de tenter d'analyser où se portait l'attention des participants lors de l'exercice, nous avons enregistré la direction de leur regard (à l'aide d'une simple caméra vidéo, permettant de mesurer si les sujets regardaient l'écran de l'ordinateur). Cette analyse montre que l'association "retour visuel + musique" conduit à un usage différencié du retour visuel en fonction de l'intensité de l'exercice (les sujets portent alors moins leur attention vers le retour visuel lors de la phase de montée).

Ces résultats sont discutés du point de vue du rôle fonctionnel d'une stimulation sensorielle dans la régulation de l'exercice, en relation avec l'intensité de l'exercice et les processus psychologiques et attentionnels impliqués. Ils suggèrent que la réalité virtuelle, permettant une manipulation contrôlée du couplage perception-action, peut apporter un éclairage sur les mécanismes de régulation de l'activité, et éventuellement de favoriser le plaisir de l'exercice.

Feinte de corps au rugby: de l'analyse perceptivo-motrice de l'activité du défenseur à la proposition d'un simulateur d'entraînement pour l'attaquant

*Sébastien Brault<sup>1</sup>, Richard Kulpa<sup>1</sup>, Cathy Craig<sup>2</sup>, Laouen Duliscouët<sup>1</sup>, Benoit Bideau<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Laboratoire "Mouvement, Sport, Santé" (M2S), UFR-APS, Université de Rennes 2-ENS Cachan, Rennes.

<sup>2</sup> School of Psychology, Queen's University of Belfast, Northern Ireland

[sb.brault@gmail.com](mailto:sb.brault@gmail.com)

L'objectif de cette étude est à la fois : (i) de proposer une modélisation du comportement du défenseur de rugby, de sa prise de décision et de son action motrice (ii) et ceci dans le but de proposer un simulateur d'entraînement pour les attaquants intégrant un défenseur virtuel interactif, paramétrable en fonction de son niveau d'expertise.

Mots clés : mouvement de feinte, perception/action, réalité virtuelle, rugby

## INTRODUCTION

Le travail présenté ici s'inscrit dans la suite d'une série de travaux menés depuis quelques années sur l'analyse des situations de duels 1 vs. 1 en rugby. Plus précisément, ce sont les situations de duels présentant des tentatives de feinte de corps de l'attaquant qui nous intéressent. Plus concrètement, lors d'un strict 1 vs. 1 l'attaquant n'a que deux possibilités en termes de stratégies motrices pour effacer le défenseur, proposer un mouvement avec ou sans feinte. Comment s'y prend-il ? Comment s'organise-t-il pour faire croire à une fausse direction et très vite en initier une autre.

## METHODES

La première étape de ce travail s'était attachée à explorer les déterminants biomécaniques différenciant les stratégies de feintes et de non-feintes (Brault et al., 2010). Ainsi, il avait pu être mis en évidence des paramètres exagérés et minimisés lors des feintes de corps, trahissant chacun deux logiques : la volonté d'attirer l'attention sur des informations trompeuses (exagérées) et de cacher une réorientation proche en masquant certains autres paramètres plus « honnêtes » (minimisés) et jugés comme fondamentaux pour permettre une réorientation imminente et soudaine.

La seconde étape de ce travail à consister à comprendre en quoi l'expertise permettrait de détecter de manière plus efficace les mouvements de feinte. En somme, répondre à la question : Pourquoi l'expert est-il plus performant sur la détection des mouvements de feinte ? Cette étape a eu pour objectif de mettre en lien les informations cinématiques (exagérées et/ou minimisées) données par l'attaquant avec l'évolution, dans un premier temps, de la prise de décision du défenseur, puis dans un second temps, avec l'évolution de sa réponse en action. Les résultats ont permis de mettre en évidence deux choses : (i) que l'expert, contrairement au novice, est plus sensible aux informations minimisées (dites « honnêtes »), sans être trop influencé par les informations exagérées (dites « trompeuse ») (ii) que l'expert, de part ses capacités motrices supérieures, est en mesure de retarder l'initiation de son déplacement, et ainsi d'attendre des informations visuelles plus pertinentes pour sa prise de décision.

Aujourd'hui, l'étape finale consiste à incorporer les données biomécaniques, perceptivo-décisionnelles et motrices des deux protagonistes recueillies au cours de ce processus et à les intégrer dans une modélisation nous permettant de contrôler le déplacement d'un défenseur virtuel en réponse à des tentatives de feinte (ou non) d'un réel attaquant. Ce challenge passe par une étape de modélisation du comportement du défenseur, en fonction de son niveau d'expertise, puis par une étape de mise en pratique permettant la mise en situation d'un réel attaquant face à un défenseur virtuel interactif.

## **CONCLUSION**

L'objectif de cette étude est ainsi, à la fois : (i) de proposer une modélisation du comportement du défenseur, de sa prise de décision et de son action motrice (ii) et de proposer un simulateur d'entraînement pour les attaquants intégrant un défenseur virtuel interactif, paramétrable en fonction de son niveau d'expertise.

Nous montrons ici comment la modélisation que nous proposons, en intégrant les différentes stratégies visuelles des défenseurs experts et novices, leurs différentes sensibilités à une même quantité d'information et enfin leurs différences en termes de stratégies et de capacités motrices, est en mesure de recréer une interaction crédible et de qualité entre un réel attaquant et un défenseur virtuel.

## **REFERENCES**

Brault, S., Bideau, B., Craig, C., Kulpa, R. (2010) Balancing Deceit and Disguise: How to successfully fool the defender in a 1 vs. 1 situation in rugby. *Human Movement Science*, 29(3), 412-425.

*Cathy M Craig*

Perception and Action Research Lab, School of Psychology, Queen's University Belfast,  
Belfast, N.Ireland. BT7 1NN

[cathy.craig@qub.ac.uk](mailto:cathy.craig@qub.ac.uk)

According to Gibson's theory of direct perception, humans and animals perceive and interact with surfaces (e.g. grass), places (e.g. pitch), objects (e.g. ball) and events (e.g. a set-play) (Gibson, 1966). All these so called properties of the surrounding environment provide opportunities for action. This relationship between the environment and player and the ensuing action possibilities are known as affordances. Affordances are essentially the starting point for psychologists trying to understand how humans perceive, learn, and decide to act upon events they perceive to be taking place in their surrounding environment (Turvey, 1992). This area of psychology assumes a player-environment mutuality and reciprocity. As Gibson said we "move to perceive and perceive to move". Perceptual processes and action capabilities are therefore intricately linked and play a crucial role in the decision making process.

Virtual reality provides the perfect adjunct to study perception/action in sport. It is in essence a sophisticated interactive and immersive human-computer interface where a sensory environment (visual, haptic and/or acoustic) is simulated by a computer and is controlled by the interactive behaviour of the user. It is a versatile methodological tool that gives the experimenter complete control over complex environmental conditions and allows for an in-depth analysis of the user's behaviour. In psychology this technology is starting to be exploited as a means of treating phobias (VRET), monitoring behaviour of autistic children in virtual classrooms, rehabilitating stroke patients and most recently in testing perception/action capabilities in elite sports players (Bideau et al, 2006; Craig et al, 2006). The versatility of the VR platform means the technology can be easily applied to a multitude of sports.

For instance, the systematic variation of the visual information available to the players (e.g. the ball trajectory and/or the run-up of the attacking/defending player) will influence the way actions are guided. The objective of the research presented here is to determine *how* visual information picked up from the visual environment influences the actions and decisions being made by the players in the game of soccer. For instance, deciding when and how to move is very important when keeping goal in soccer. Goal-keepers must attend to pertinent visual information (player and ball) that will allow them to judge where the ball is going, to get their body in the right place at the right time. However, more and more teams are exploiting the free-kick scenario as an opportunity for scoring goals (Grant et al, 1999). This appears to be related to the free-kick specialists' ability to bend the ball around the defensive wall. Why do players try to put spin on the ball to make it curve? Does this deviation in the ball's trajectory make it more difficult for the goal-keeper to anticipate where the ball is going and subsequently control their actions to actually get there? In other words does spin give the attacker a competitive advantage?

This talk will present experimental work that shows how a deviation in the ball's trajectory significantly affects players' decisions about when and how to act (Craig et al, 2006). By immersing players in a virtual soccer stadium and allowing them to interact with realistic curved free kicks we show to what extent the lateral deviations in a ball's trajectory impact upon the decision making process (Dessing & Craig, 2010). An in-depth behavioural analysis allows us to model the behaviour of goal-keepers. By comparing expert and novice performance we also show how experts have learned to wait longer before making a move to



stop the ball. The implications of these findings will be discussed in light of how the dynamics of the environment (e.g. ball heading direction) provide prospective information for the player and directly influence decisions players make about their future course of action.

## **REFERENCES**

- Bideau B, Kulpa R, Menardais S, Fradet L, Multon F, Delamarche P, and Arnaldi B. (2003). "Real Handball goalkeeper vs virtual handball thrower " *Presence : Teleoperator and virtual environments*, 12 , 411-421.
- Craig CM, Berton E, Rao G, Fernandez L & Bootsma RJ. (2006) Judging where a ball will go: The case of curved free kicks in football. *Naturwissenschaften*, 93, 97-101.
- Dessing, JC & Craig, CM. (2010) Bending it like Beckham: How to visually fool the goalkeeper. *PloS One*. doi:10.1371/journal.pone.0013161.
- Gibson JJ (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.
- Grant, A.G., Williams, A.M., & Reilly, T. Analysis of goals scored in the 1998 World Cup. *J Sport Sci*. 17, 826-827 (1999).
- Turvey MT. (1992). Affordances and prospective control: An outline of the ontology. *Ecological Psychology*, 4, 173-187.

Organisateur : José Chaboche  
CEDETE (EA 1210), UFR STAPS d'Orléans  
jose.chaboche@univ-orleans.fr

Dans le domaine sportif, la question de la mise en œuvre et de l'efficacité du développement durable ainsi que celle de sa territorialisation figurent à l'agenda politique. De nombreuses communes ou intercommunalités s'engagent, avec des savoir-faire divers pour des résultats inégaux. Les Départements et Régions tendent à subordonner leur aide aux porteurs de projets au principe d'éco-conditionnalité dans une approche économique, sociale et environnementale transversale. Le Ministère des Sports a lancé en mai 2011 sa Stratégie Nationale de Développement Durable du Sport. Au plan international, la question du caractère soutenable des événements sportifs, grands ou petits, fait désormais l'objet de démarches normatives et certificatives. Ce foisonnement d'initiatives, appuyé sur des conceptions hétérogènes de la notion de développement durable, ne doit pas masquer la difficulté générale des acteurs à opérationnaliser l'articulation entre sport, territoires et développement durable.

Dans ce contexte, le programme de recherche fondamentale et appliquée « Région Centre : Territoire Durable du Golf » (Terdugolf) est un des premiers en France à s'intéresser à la durabilité globale d'un sport – en l'occurrence controversée d'où le choix de cette activité – ainsi qu'à la problématique de son ancrage régional et local. Terdugolf rassemble près de vingt chercheurs en sciences humaines et sociales ainsi qu'en sciences du vivant<sup>6</sup> et bénéficie, suite à une évaluation serrée, du concours financier de la région Centre pour la période 2010-2013 dans le cadre de ses Appels à Projet de Recherche. Il répond également aux besoins d'information pour l'action exprimés par les acteurs du golf. Soutenu par différents partenaires<sup>7</sup> et constituant un banc d'essai, ce programme est reconnu projet-pilote Sport et Développement Durable pour la région Centre par le Ministère des Sports.

Souhaitant contribuer à l'analyse de la durabilité des sports et montrer l'intérêt de l'approche pluridisciplinaire, ce symposium présente quelques uns des premiers résultats de Terdugolf et s'organise en trois parties. Dans la première, J. Chaboche pose le cadre théorique du développement territorial durable du sport, souligne en quoi le golf est un sport à forts enjeux et présente l'économie générale de Terdugolf. La deuxième partie porte sur la dimension socioéconomique des usages et usagers du golf. Puisant en sciences de l'information et de la communication, A. Schoeny analyse le réseau topologique des loisirs golfs en région Centre pour cerner la logique des échanges entre acteurs de la filière et déterminer les possibilités de mise en réseau du golf avec d'autres activités touristiques, ludo-sportives et économiques dans une perspective durable. Puis, C. Romero et J. Chaboche s'interrogent sur la géographie sociale des représentations et pratiques du golf à travers le repérage de schèmes de cohérence dans les discours de golfeurs et de non golfeurs. La troisième partie a trait aux impacts environnementaux des golfs. Elle propose deux approches originales et fécondes pour les sciences du sport, chacune partant des représentations des joueurs, exploitants et greenkeepers. La première, initiée par J.-L. Yengue et al., présente une méthodologie pour l'analyse paysagère des golfs ; la seconde – soumise par N. Richard, G. Nizinski et al. – développe un modèle climatologique pour optimiser la gestion de l'eau sur les golfs.

---

<sup>6</sup> Ils appartiennent aux Universités d'Orléans et de Tours, au site orléanais de l'Institut de Recherche et de Développement (IRD) et à l'École Nationale Supérieure de la Nature et des Paysages de Blois.

<sup>7</sup> DRJS-CS du Centre, Ligue du Centre de Golf, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, société SAUR-Blue Green.

## Le développement sportif durable : du concept au cas du golf en région Centre

José Chaboche

EA 1210, CEDETE, Université d'Orléans

jose.chaboche@univ-orleans.fr

Cette communication présente la notion de développement durable appliquée au secteur sportif. Elle souligne en quoi le golf est une activité à forts enjeux en ce sens. Enfin, elle présente l'économie générale d'un programme de recherche fondamentale et appliquée intitulé « Région Centre : territoire durable du golf (Terdu golf) », d'approche pluridisciplinaire et qui plaide pour un engagement des sciences du sport vers des fertilisations croisées inédites et fécondes.

**Mot Clefs :** Développement durable ; recherche fondamentale et appliquée ; golf ; région Centre.

Du mondial au local, le développement durable serait devenu la clé de recombinaison des rapports entre économie, société et environnement. Défini comme un développement répondant aux besoins actuels des sociétés sans compromettre ceux des générations futures, il est d'essence politique car surmonter ses contradictions suppose des compromis. Certains le discutent en tant qu'illusion « d'un monde lisse sans heurts, sans conflits, sans crises : en somme la négation même de la vie » (Mancebo, 2007, 1). Qu'il soit idéalisé, dénoncé ou falsifié (e.g. greenwashing), « chacun voit la durabilité à sa porte » (Aubertin..., 2010, 12). L'idée de performance qu'il sous-tend, la "bonne gouvernance" qu'il induit et sa puissance normative croissante font émerger un Green Business et séduisent décideurs et prescripteurs.

L'Agenda 21 du Sport Français, lancé fin 2003 par le CNOSF, est symbolique à cet égard mais la mise en œuvre du développement durable, notion ambivalente, reste problématique et inégale dans les fédérations (Chesnay..., 2011) comme dans les loisirs et le tourisme sportifs (Bessy, 2008). Enjoint à s'engager, le mouvement sportif conclut des partenariats tous azimuts avec des acteurs qu'il ignorait hier. La Fédération Française de Golf (FFG) a ainsi signé avec trois Ministères une Charte de l'Eau visant à réduire de 30% la consommation des golfs. Généralement considéré comme socialement élitiste, économiquement discriminant et écologiquement coûteux, le golf est un cas d'école des enjeux de durabilité sportive d'autant que c'est le sport individuel le plus pratiqué au monde malgré sa diffusion inégale : 10% des Américains et 5% à 8% des Européens du Nord y jouent contre 1% des Français. Son récent essor hisse la FFG au 5<sup>ème</sup> rang des fédérations avec 407 000 membres en 2010, d'âge moyen élevé (47 ans) mais dont un tiers sont des femmes. Élément de marketing territorial en tant que centre de profits multiservices, produit touristique ou support de communications d'entreprises, le golf nourrit les économies locales comme activité de main d'œuvre à fort coefficient multiplicateur car ses pratiquants sont friands d'offres connexes (BIPE, 2007).

En région Centre, son potentiel de croissance paraît bon : proximité de la métropole parisienne, présence de catégories socioprofessionnelles dites supérieures, tourisme des Châteaux auquel le golf pourrait amener un surcroît de valeur, etc. Toutefois, le golf recèle également des menaces (e.g. atteintes à la ressource en eau ou aux écosystèmes, urbanisation diffuse). Aussi le programme Terdu golf étudie-t-il la territorialisation des liens entre sport et développement durable selon l'idée qu'un golf est durable lorsqu'il concilie qualité des conditions socioéconomiques de pratique et symbiose avec l'environnement au bénéfice du pratiquant, du prestataire et de l'espace d'accueil. Ce programme s'organise en deux axes et onze études dont quatre, développées dans le symposium, ne sont pas présentées ci-dessous.

Le premier axe concerne la Dimension socioéconomique des usages et usagers des golfs. Il s'agit d'évaluer *l'impact socioéconomique régional du golf* à partir d'une analyse coûts/bénéfices pour insérer plus durablement la filière dans le tissu régional. *L'étude des Pratiques du golf chez les Publics en Situation de Handicap* (PSH) puise en ergonomie de la

motricité par enregistrement des activités en situation pour accéder à la subjectivité des pratiquants : il s'agit d'analyser les critères et conditions d'accès à l'activité pour les PSH, de caractériser leurs ressources et limitations, d'évaluer les aménagements à leur service pour concevoir de nouvelles modalités de pratiques et des dispositifs d'accompagnement. *L'Analyse géomarketing des golfs du Centre* mesure, à partir du fichier Licenciés de la FFG croisé à des données spatio-temporelles, démographiques et fiscales, la réalisation du potentiel de clientèle de chacun d'eux pour identifier les concentrations relatives et les lacunes dans le tissu golfique régional pour tester ainsi l'opportunité de nouveaux équipements. *L'Etude des politiques de promotion du golf* fournit des éléments d'analyses et de recommandations pour la politique golfique durable que la région Centre dit vouloir définir.

Le second axe de recherche a trait aux Impacts environnementaux des golfs. Caractériser *La biodiversité sur golf* nécessite des indicateurs aptes 1) à mesurer l'état des écosystèmes et les pressions sur la flore et la faune, 2) à déterminer les impacts des golfs sur l'intégrité biologique. Ces indicateurs sont recherchés dans les zones humides (mares...) et hors parcours des balles (bois...). Leur suivi permet à l'exploitant de préserver la biodiversité et de réguler les changements sur son golf. L'ensemble participe du *Management environnemental (ME) des golfs* dont la question de l'efficacité rejoint en partie celle de la fréquentation sociale des parcours et des représentations que les sportifs se font de la Nature. Des golfs huppés gèrent leur domaine de manière exemplaire du fait de leur clientèle, étrangère notamment ; d'autres moins prestigieux sont moins en symbiose avec leurs assises biologiques. Or l'opposition ne passe pas seulement par ce contraste de classe et l'on peut concilier, au sein de parcours dits « rustiques », démocratisation du sport et gain de biodiversité. Des bilans écologiques sont réalisés avec les exploitants et les greenkeepers en vue de combiner qualité de l'expérience sportive et respect des caractéristiques écologiques locales. Enfin, conciliant promotion de l'habitat durable et essor du tourisme et des loisirs, *l'Aménagement d'Eco-hameaux sur golfs* peut attirer de nouveaux habitants en résidences secondaires ou en villégiature permanente. Des cas étrangers – notamment chinois car en partie fondés sur les principes du développement durable – offrent des concepts et des pratiques environnementales, aménagistes et financières utiles à la réflexion.

Au total, le programme Terdugolf prolonge le schéma directeur du golf élaboré en 2008 par la région Centre, la DRJS et la Ligue du Centre de Golf, participe à la gouvernance partenariale de ce sport et contribue à réguler les impacts des infrastructures grâce à des transferts bidirectionnels de connaissances entre secteurs publics et privés. Il montre également l'intérêt de la pluridisciplinarité pour l'analyse du développement sportif durable territorial et illustre de nouveaux horizons de recherche collaborative qui s'ouvrent pour les sciences du sport.

### **Bibliographie**

- Aubertin, C., & Vivien, F.-D. (2010). *Le développement durable. Enjeux politiques, économiques et sociaux*. 5315. Paris : Etudes de la Documentation Française.
- Bessy, O. (2008). *Sports, loisirs, tourisme et développement durable*. Voiron : PUS.
- BIPE (2007), *Le poids économique du golf en France*. Rapport final.
- Chesnay, A., Chaboche J. (2011). *Le développement durable dans les fédérations sportives*. Jurisport, 109, 26-29.
- Mancebo, F. (2007). *Le développement durable en question(s)*. Cybergeo : European Journal of Geography, article 404, <http://cybergeo.revues.org/10913>

Alain Schoeny  
Université d'Orléans  
SPOTS, JE 2496  
alain.schoeny@univ-orleans.fr

Afin de contribuer à faire vivre le schéma régional des équipements golifiques défini conjointement entre la Région, DRJS-CS et Ligue du Centre de Golf, notre étude porte sur la mise en réseau du golf en région Centre avec les activités touristiques, ludo-sportives et économiques. Pour l'établir, nous souhaitons alors, saisir par son réseau d'information et de communication son degré d'intégration dans une perspective de développement durable et soutenable pour tous les acteurs de la filière. En effet, les réseaux comme les systèmes formalisent des logiques de fonctionnement qui peuvent dans un premier temps éclairer l'état de la situation entre tous les acteurs du golf, mais également en prise avec d'autres activités culturelles connexes en région.

**Mots clefs** : Réseaux d'information et de communication, système relationnel, Golf et région Centre

Cette communication vise à évaluer les activités golifiques disponibles en région Centre ainsi que leurs mises en réseau éventuelles avec d'autres formes de loisirs présentes. Nous cherchons ainsi à saisir le degré d'intégration de ces activités golifiques dans les stratégies de développement du tourisme culturel et patrimonial (e.g. Routes des Vins et des Châteaux), ludo-sportif (e.g. La Loire à vélo...) ou d'affaires (e.g. séminaires, congrès) dans une perspective durable ou soutenable (Rapport Brundtland, 1987).

Afin d'établir un diagnostic territorial (Rouxel & Rist, 2000) ancré sur l'identité de la région Centre, aménagée selon des logiques de développement initialement portées par le secteur privé marchand en ce qui concerne le golf, nous souhaitons poser « l'espace golf » régional sous la forme d'un réseau au moyen d'une « problématique lâche » et de « macro-hypothèses » au sens de Morin (1991). L'objectif consiste à contribuer au débat des acteurs et à l'optimisation de l'action publique à partir des éléments, actualisés et mis en perspective par nos soins, contenus dans le Schéma Régional des Equipements Golifiques défini conjointement entre la région Centre, la DRJS-CS et la Ligue du Centre de Golf pour la période 2008-2012.

Nous avons d'abord recueilli des données pour l'étude géographique de l'offre golifique en région Centre (cf. Fig. 1). Une nette concentration apparaît le long de l'axe urbain ligérien ainsi que, à un degré moindre, sur les franges franciliennes au nord-est de la région. Ailleurs, l'offre est plus diffuse mais apparemment en lien avec les pôles urbains et touristiques. Au niveau « hiérarchique » (nombre de trous par parcours de golf et types d'infrastructures, les golfs se concentrent principalement autour des préfectures à l'exception de Bourges, Châteauroux et Chartres où il y a dans les trois cas une absence de possibilité d'hébergement au sein du golf).

Il s'agit alors de comprendre comment se forme ce réseau (de dotation) des services golifiques. Existe-t-il, en dehors d'un déterminisme géographique (espace et société), une « captation » de l'information dans ce système formel susceptible de faire l'objet d'un échange apportant par sa réponse de la valeur, donc une territorialité spécifique à la région Centre compte tenu de cette activité golf ? En d'autres termes, comment, pour qui et par qui est mise en réseau l'activité golifique en région Centre ? Quelle est la nature de ce réseau ? Quelle en est sa forme ? A ce niveau du questionnement, nous posons l'hypothèse que nous sommes devant un « réseau maillé », plus performant alors pour répondre aux enjeux d'interconnexion de cette activité avec d'autres. En effet, pour ce type de réseau, il a été démontré que l'information n'a pas besoin d'être centralisée; et que chaque point ou nœud représente une possibilité de construire l'information différemment (Choquet-Geniet, 2006).

Tout en cherchant à mettre au jour ce réseau, il nous importe également de comprendre comment des éléments de connaissance (services, infrastructures) organisés en système participent ou non par leur mise en expérience à induire en région Centre un développement soutenable. Puisqu'il a été démontré qu'un système n'existe que par la logique construite par les acteurs de la situation (Le Moigne, 1999), la seconde hypothèse – induite par ce cadrage théorique – affirme qu'il est possible de saisir la logique d'échange prédominante du système relationnel organisant les informations et les communications entre les acteurs régionaux directs et indirects du golf.

Bien qu'« armé » d'une grille de lecture des flux d'information et de communication (nature et forme) à partir du modèle de réseaux maillés, notre positionnement paradigmatique est subjectiviste. Et, pour répondre à la question de la logique des échanges, nous emprunterons la théorie systémique des relations dans les organisations de Mucchielli (1999). Ainsi, c'est avec les concepts d'acteurs généralisés, de contexte et de forme communicationnelle que nous souhaitons saisir et comprendre, dans le cadre du développement territorial de la région Centre, son attractivité et son potentiel en terme de développement durable à partir de l'activité golf.

Cette mise en réseau de l'information et de la communication, par et pour les acteurs régionaux du golf, va tout d'abord nous permettre de représenter du point de vue de son espace topologique (formation en continu et dynamique de la géométrie des lieux d'interactions) les aménagements humains et autres maillages sociaux, économiques et environnementaux. Ainsi, l'intégration du golf dans le contexte régional – doté d'une identité et soutenant des logiques d'animation et de gestion que l'on espère conscientisées dans une démarche stratégique de développement territorial durable – pourra être appréciée (Musso, 1999). En effet, la mise en relief par ces « entrecroisements » (nœuds) détermine l'intégration des services golfeques dans l'offre touristique régionale et les enjeux synergétiques (continuité/discontinuité, existence/absence, convergence/divergence, unique/multiple) avec d'autres secteurs connexes comme les loisirs et plus largement la culture qui tout en favorisant un développement soutenable participent à l'activité économique, sociale et humaine de ce territoire.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Brundtland, H. (1987). Notre avenir à tous. Rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. New-York : ONU.
- Choquet-Geniet, A. (2006). Les réseaux de Petri, un outil de modélisation. Paris : Dunod.
- Le Moigne, J-L. (1999). La modélisation des systèmes complexes. Paris : Dunod.
- Morin, E. (1990). Introduction à la pensée complexe. Paris : Seuil.
- Mucchielli, A. (1999). Place de la systémique des communications dans les diverses systémiques. *Revue Internationale de Psychosociologie*, 26, 11-62.
- Musso, P. (1999). La symbolique du réseau. *Quaderni*, 38, 69-98.
- Rouxel, F. & Rist, D. (2000). Le développement durable : approche méthodologique dans les diagnostics territoriaux. Lyon : CERTU.

Cherchant à mieux connaître les usages et les usagers du golf, nous interrogeons les facteurs et les représentations de sa pratique en référence au pragmatic turn promu par Boltanski. Des entretiens semi-directifs ont été menés auprès de sportifs non golfeurs et de golfeurs en vue de repérer les schèmes de cohérence discursifs. Les résultats montrent que la venue à la pratique résulte d'une médiation sociale et, surtout, contredisent les préjugés les plus courants sur un sport associé aux notions d'élitisme et de cherté. L'aspiration à la sérénité et le plaisir de la concentration sont des facteurs de légitimation de la pratique et d'affirmation de sa durabilité sociale. Ces facteurs font contrepoint, pour une société en quête de soutenabilité et de « temps retrouvé », au cliché d'un sport dont la pratique se réduirait au seul critère d'appartenance socioprofessionnelle.

**Mot Clefs :** pragmatic turn ; représentations ; déterminants socioéconomiques de la pratique du golf.

L'étude vise à préciser les critères d'accessibilité, de fréquentation et d'usage des golfs de la région Centre afin de contribuer à segmenter la clientèle selon les facteurs de la pratique du golf et du choix du, ou des, lieu(x) de pratique. L'hypothèse est que ce sport peut attirer un public local en tant qu'activité de loisir et des clients extérieurs pour divers usages touristiques (Gibson & Pennington-Gray, 2005). La finalité de l'étude est triple : connaître les critères de fréquentation pour nourrir les études de marché ; optimiser la localisation des équipements ; étayer des stratégies d'accroissement et de démocratisation de la pratique sur le marché régional. Nous présentons des résultats intermédiaires sur les facteurs et représentations de la pratique du golf. Ils prolongent nos travaux sur les reconfigurations territoriales des espaces ruraux périurbains (Mirloup, 2002), i.e. situés au-delà des franges urbanisées des grandes métropoles. Ils connaissent en effet des renouvellements démographiques importants liés à la proximité métropolitaine (Paris et Europe du Nord pour le Centre) et au dynamisme des villes régionales. Choies ou contraintes, les mobilités conditionnent modes de vie et pratiques sociales des individus tout en révélant les différenciations socio-économiques et socioculturelles des territoires (Romero, 2008). Souhaitant préciser notre questionnement sur l'agencement des espaces de vie des individus, i.e. leurs sociabilités (Di Méo, 1996), nous questionnons la manière dont les individus légitiment et se représentent leurs pratiques et leur engagement éventuel dans un club.

## **METHODE**

Nous partons du pragmatic turn (Boltanski, 1990), i.e. la conviction que le sens du réel est d'abord celui donné par les individus. Pour saisir leur univers de sens, nous utilisons l'analyse de discours (Beaud & Weber, 1997). L'élaboration de schèmes de cohérence permet en effet de dépasser les préjugés attachés aux choix individuels en matière de pratiques sportives (e.g. coûts financiers, appartenance à des groupes sociaux spécifiques, image de soi, etc.). Une première série d'entretiens sociologiques semi-directifs a été menée jusqu'à saturation (n=13) auprès de sportifs de diverses disciplines, discriminés selon qu'ils soient en ou hors club. Chacun d'eux, d'une heure minimum, a été retranscrit. L'analyse a été conduite entretien par entretien, chaque discours donnant lieu à la construction d'un schème de cohérence. Ce travail exploratoire et les déductions auxquelles il a donné lieu étaient indispensables pour mesurer les éventuelles spécificités de la pratique golfique. Plus généralement, il a permis de repérer des déterminants de l'activité sportive et de l'investissement associatif. Si la pratique d'un sport ne requiert pas de légitimation spécifique car elle apparaît aux interviewés (sportifs) évidente, dans la lignée des travaux de Callède sur la domination de la culture sportive, l'inscription en club réfère à des déterminants liés à l'âge, à la situation familiale, au souci de progresser ou de valoriser une compétence, ou encore de cultiver des réseaux sociaux. D'autres entretiens ont été collectés ainsi auprès d'un échantillon de golfeurs habitant la région Centre (n=21), construit sur le mode du « tout venant ». Ce mode se justifie, en phase

exploratoire, par le refus de discriminer a priori un échantillon pour ne pas biaiser nos interprétations. Pour ces golfeurs, leur pratique est une activité de proximité. Les discours témoignent d'une spécificité du golf par rapport aux autres sports. En effet, dans tous les cas, l'activité est découverte grâce à une médiation (amis, CE...) ; dans presque chaque cas, les golfeurs adultes sont des sportifs réguliers, appréciant le golf comme une activité praticable malgré un aléa physique, à la différence de celle investie antérieurement. La plupart des discours contrarient le préjugé selon lequel le golf serait une activité chère réservée à une élite. Pour une part, les catégories socio professionnelles de ces golfeurs sont effectivement diverses. Pour une autre part, l'argument du prix est contredit par les interviewés par le double argument de la proximité et de la passion : adhérer au club permet souvent de jouer à volonté ; des golfeurs segmentent leur temps de pratique hebdomadaire selon la tarification du club. Aussi, l'activité est perçue comme peu onéreuse au regard du rapport coût/durée de pratique.

## **RESULTATS / DISCUSSION**

Présent dans la plupart des discours, le temps non contraint est un discriminant puissant qui justifie pour certains qu'il faille jouer en couple sous peine de tensions familiales. La retraite est présentée comme le moment idéal pour s'adonner au golf et la proximité d'un terrain semble souvent une condition sine qua non de la pratique. Dans une autre acception, celle du temps qui passe et du vieillissement, le golf est vu comme un sport praticable longtemps. Il permet, selon les interviewés, de rencontrer et de partager une activité avec des personnes de tous âges. Selon eux, il est possible de continuer à progresser tout au long de sa vie... En ce sens, le golf est représenté comme une pratique sportive « durable » pour les individus. L'investissement, notamment financier, qu'il requiert en terme d'équipement ou d'initiation est largement minoré par les locuteurs, au regard de la durabilité de cette pratique de loisir à tous les âges de la vie. Malgré tout, si le golf ainsi représenté apparaît comme une activité plus « ouverte » et plus « démocratisée » que ce que les préjugés en donnent à penser, ce sport ne saurait devenir une activité « de masse » sans se « dénaturer ». En effet, les parcours très fréquentés sont perçus comme moins agréables du fait de l'allongement des temps d'attente et des atteintes au calme et à la concentration dues aux conversations.

« Peu d'hommes, beaucoup d'espace, beaucoup de temps » : cette formule résume le plaisir de la pratique et les conditions individuellement représentées de sa durabilité pour les interviewés. Contredisant les préjugés attachés au golf (e.g. cherté, élitisme, faible ouverture et « entre-soi »), ces travaux nous donnent à penser qu'il, y a dans la population régionale un vivier de clientèle susceptible d'améliorer les taux de remplissage des équipements en semaine, tout en ouvrant la pratique. Par ailleurs, l'aspiration à la sérénité et le plaisir de la concentration sont des facteurs de légitimation de la pratique. Ils peuvent s'avérer un utile contrepoint, pour une société en quête de soutenabilité et de « temps retrouvé », au cliché d'un sport dont la pratique se réduirait au seul critère de l'appartenance socioprofessionnelle.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Beaud, S. & Weber, F. (1997). Guide de l'enquête de terrain. Paris : La Découverte.
- Boltanski, L. (1990). L'amour et la justice comme compétence. Paris : Métailié.
- Di Méo, G. (1996). Les territoires du quotidien. Paris : L'Harmattan.
- Gibson, H., & Pennington-Gray, L. (2005). Insights from Role Theory : Understanding Golf Tourism. *European sport Management Quarterly*, 5-4, 443-468.
- Mirloup, J. (2002). Régions péri-métropolitaines et métropolisation. Orléans : PUO.
- Romero, C. (2008). La mobilité comme mode de régulation des rapports sociaux dans les espaces ruraux péri-métropolitains concernés par l'étalement urbain. Actes du Colloque Etalement urbain et ville fragmentée (pp. 121-128). Orléans : 28-29 septembre.



Golf et Paysage : approche méthodologique - Exemple de la région Centre

*Émilien Moreau<sup>(1)</sup>, Jean-Louis Yengué<sup>(1)</sup>, Sylvie Servain<sup>(2)</sup>, Alain Genin<sup>(1)</sup>*

(1) Université de Tours ; UMR 6173 CITERES 33 Allée Ferdinand de Lesseps, BP 60449 - 37204 Tours cedex 03

(2) École Nationale Supérieure de la Nature et des Paysages de Blois ; UMR 6173 CITERES  
moreau-emilien@hotmail.fr ; yengue@univ-tours.fr

La prise en compte du développement durable dans l'aménagement et la gestion des golfs, activités physiques et sportives de nature peut constituer un atout. Le golf crée des espaces ouverts et végétalisés qui remodelent le territoire. Les modifications engendrées par son aménagement entraînent une métamorphose importante de l'occupation du sol et du paysage. Pour maîtriser ces impacts, nous proposons des indicateurs paysagers adossés à un Système d'Informations Géographiques dont la méthodologie de construction est présentée dans cette communication.

**Mot Clefs** : impacts paysagers, photo-interprétation, indicateurs paysagers, SIG, analyse diachronique

Les relations entre le golf, activités physiques et sportives de nature, et le développement durable sont porteuses d'atouts et d'opportunités. Le golf crée des espaces ouverts et végétalisés qui remodelent le territoire (Desse & Meur-Ferec, 1994). Les modifications engendrées par son aménagement entraînent une métamorphose importante de l'occupation du sol et du paysage dont il est nécessaire de maîtriser les impacts. C'est le cas en Région Centre, espace d'application de notre démarche, où la qualité du paysage et des écosystèmes est reconnue et les dispositifs de valorisation nombreux (Parc Naturel Régional, périmètre UNESCO du Val de Loire, zones Natura 2000, sites inscrits et classés, monuments historiques, etc.).

## **METHODE**

La méthodologie proposée, qui traite des rapports entre le paysage, sa diversité inter et intra site et les infrastructures sportives, est inédite. Elle s'appuie sur la constitution d'un Système d'Informations Géographiques, outil ayant fait ses preuves dans les démarches d'approche du paysage (Brossard & Wieber 2008) afin d'évaluer l'inscription paysagère des golfs, infrastructures à fort impact paysager et environnemental. Les travaux présentés ici exposent la mise en place de la démarche et les premiers résultats.

La méthode se décompose en deux étapes emboîtées réalisées à l'échelle de la Région Centre et à celle des golfs présents. Au préalable, il a été fait un inventaire des études et bases de données portant sur l'environnement et les paysages en région Centre.

**A l'échelle régionale**, nous avons étudié les impacts territoriaux de la marchandisation des parcours, produits globalisés et standardisés obéissant à de strictes règles de fonctionnement. Nous nous sommes intéressés en particulier à la compatibilité entre golfs et volontés affichées de protection des paysages, en particulier pour les golfs à l'intérieur du périmètre UNESCO, un site exceptionnel par sa diversité biologique ainsi que par sa richesse historique et culturelle (Verdelli, Servain-Courant & Yengué, 2009).

**À l'échelle du parcours**, la cartographie de l'ensemble des golfs de la région Centre est réalisée par photo-interprétation sous SIG. Préalablement, il a été nécessaire d'analyser plusieurs vues aériennes de golfs, d'étudier la pratique et les représentations des acteurs - joueurs, greenkeepers, directeurs de golfs- (Goumarad, 2010) pour en dégager une typologie des paysages golfigues fiable et applicable à tous les golfs. Cette typologie a été organisée en correspondance avec la nomenclature européenne CORINE Land Cover (CLC).

En adaptant une démarche déjà expérimentée (Yengué, Servain-Courant, Boutin, 2003), une analyse diachronique des formes paysagères a été réalisée en se fondant sur l'étude des photographies aériennes antérieures à 1955 (avant la création des golfs). Cela a permis de faire un bilan de l'intégration paysagère des golfs et de leur offre de "nature".

La mise en place du SIG a été essentielle pour la gestion et la présentation des données alphanumériques spatialement référencées, la production de cartes et autres synthèses, mais surtout pour dresser un tableau du bord du couple Golf et Paysage.

## RESULTATS / DISCUSSION

La méthodologie présentée, en cours de développement et de validation a déjà permis de dégager quelques éléments. L'étude montre qu'il peut exister une valorisation des sites liée aux modifications de l'occupation du sol générées par l'aménagement du golf. C'est cette spécificité qui fait du golf un produit touristique à part entière, qui grâce à ses aménités (les aspects agréables de l'environnement ou de l'entourage social, qui ne sont ni appropriables, ni quantifiables en termes de valeur monétaire), s'inscrit dans une stratégie de valorisation du paysage. Néanmoins le golf dans sa volonté d'avoir des objectifs et des impératifs esthétiques a une tendance à figer le paysage. Une standardisation s'opère reproduisant partout les mêmes types et structure de paysage (ils sont tous différents mais à l'intérieur d'un champ des possibles). Des études plus poussées sont en cours sur évaluer l'inscription paysagère et environnementale de chaque infrastructure. L'objectif final est la **construction d'indicateurs paysagers**<sup>8</sup>, définis par le croisement et l'analyse de données sélectionnées. Ce système qualimétrique participera à évaluer l'impact potentiel des golfs sur le paysage et pourra être utilisé par les professionnels et leurs partenaires afin de réaliser un diagnostic de leurs infrastructures. Cette méthode d'évaluation pourrait être étendue à d'autres infrastructures sportives.

## BIBLIOGRAPHIE

- Brossard, T., & Wieber, J-C. (2008). Paysage et information géographique. Paris : Lavoisier.
- Desse, R-P. & Meur-Ferec, C. (1994). Le golf en France : enjeux fonciers. *Annales de Géographie*, 579 471-490.
- Germaine, M-A., & Puissant, A. (2008). Extraction d'indices paysagers et analyse quantitative des paysages de « vallées ordinaires » à partir de données images : L'exemple de la Seullès (Calvados, France). *Cybergeo : European Journal of Geography*, article 423.
- Goumard, A. (2010). Etude pratique et perception des acteurs du golf sur l'environnement en région Centre. Chaboche J. (dir.). *Mémoire de recherche, LP Management des Evènements Sportifs*, Orléans.
- Verdelli L., Servain-Courant, S. & Yengué, J.-L. (2009). Ressources patrimoniales et dispositifs touristiques innovants. Le cas de la France et du Portugal à travers deux communes rurales appartenant à des Paysages Culturels UNESCO. In A. Berger, P. Chevallier & G. Cortes (Eds), *Héritages et trajectoires rurales en Europe* (pp. 120-132). Paris : l'Harmattan.
- Yengué, J-L., Servain-Courants, S. & Boutin, D. (2003). Viticulture et évolution des paysages en Loire moyenne, Vernou-sur-brenne (Indre-et-Loire, France). *Actes du colloque Paysages de Vignes et de Vins* (pp. 67-78), Fontevraud : 2-4 juillet.

---

<sup>8</sup> Des indicateurs paysagers ont été définis en géographie pour des approches en télédétection (Germaine et Puissant 2008) et ont également été utilisés en écologie pour l'analyse des paysages ruraux et forestiers.

Demande sociale et management de la ressource en eau des golfs du Centre

*Nina Richard<sup>1</sup>, Catherine Aubertin<sup>2</sup>, Dominique Boutin<sup>3</sup>, José Chaboche<sup>4</sup>, Georges Nizinski<sup>5</sup>,  
Hervé Rakoto<sup>2</sup>, Sylvie Servain<sup>3</sup> et Jean-Louis Yengue*

<sup>1</sup>UMR 6592 Cités, Territoires, Environnement et Sociétés, Université de Tours

<sup>2</sup>UR 199 Dynamiques socio-environnementales et gouvernance des ressources, Institut de Recherche pour le Développement - I.R.D., Centre IRD d'Orléans

<sup>3</sup>UMR 6592, École Nationale Supérieure de la Nature et des Paysages, Blois

<sup>4</sup>EA 1210 Centre d'Études sur le Développement des Territoires et l'Environnement, Université d'Orléans, UFR STAPS

<sup>5</sup>UMR 211 « BIOEMCO », Centre IRD d'Orléans

[georges.nizinski@ird.fr](mailto:georges.nizinski@ird.fr)

Appliquée au golf, la question de l'efficacité du management de la ressource en eau relève d'une demande sociale des joueurs, exploitants et greenkeepers, d'enjeux économiques et d'une prise en compte accrue des impacts environnementaux de la pratique. Il s'agit ici d'estimer les besoins en eau des golfs du Centre en vue d'optimiser la croissance végétale sans drainage excessif hors de la zone racinaire pour éviter tout apport inutile ou contreproductif. Nous proposons une solution pour réduire la consommation des parcours en jouant sur l'adéquation irrigation/besoins en eau du couvert végétal et préconisons différents types d'installations récupératrices d'eau de pluie. L'ensemble permet d'élargir la réflexion aux représentations de l'excellence des parcours que se font les acteurs du golf et à leurs nécessaires évolutions pour des pratiques plus durables.

**Mot Clefs** : évapotranspiration réelle du couvert, gestion de l'eau, golf, demande sociale.

Avec l'augmentation de la demande industrielle, urbaine et agricole, l'eau s'est raréfiée et polluée. De ressource supposée illimitée, elle est devenue un liquide précieux. Appliquée à l'activité golf, la question de l'efficacité du management de la ressource en eau relève à la fois d'une demande sociale de la part des joueurs et des responsables – exploitants et greenkeepers – des infrastructures (Goumard, 2010), d'enjeux économiques (Limehouse, Melvin & Mc Cormick, 2010) et de la prise en compte d'orientations et de normes environnementales dont le caractère contraignant s'accroît (Blot, 2002 ; Lazarova & Brissaud, 2010). Cette triangulation forme système et justifie un traitement pluridisciplinaire combinant apports géographiques et climatologiques. L'objectif est de réguler les frictions s'exerçant au sein du couple Nature-Culture, la nécessité d'une gestion patrimoniale de la ressource en eau se heurtant souvent au fait que, pour le grand public, la qualité de l'expérience golfique passe nécessairement, en tout lieu et en toute saison, par une herbe dense et bien verte. Conscients de cette contradiction, les gestionnaires des golfs veulent apporter de nouvelles solutions aux besoins en irrigation des parcours, d'autant que la Fédération Française de Golf a signé en 2008 une Charte de l'Eau dans l'objectif de réduire la consommation d'un tiers.

Après avoir analysé les représentations des greenkeepers et des directeurs de golfs de la région Centre concernant la gestion de la ressource, on estime les besoins en eau induisant une croissance végétale optimale sans drainage (excessif) hors de la zone racinaire pour éviter tout apport inutile ou dommageable aux couverts végétaux. Un parcours de golf est une culture de graminées adaptée au jeu : gazon dense, homogène, ayant une bonne capacité de régénération car résistante à des tontes rases et fréquentes. Parmi les graminées figurent les fétuques rouge, le ray-grass anglais, le cynodon, *Paspalum vaginatum* et les pâturins annuels.

## **METHODE**

Au plan méthodologique, nous utilisons les relevés des consommations des golfs de la région Centre fournies par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Nous avons également estimé les consommations en eau des 32 golfs de la région Centre à partir des formules physiques de Penman (Penman, 1948) et Monteith (Monteith, 1965) ainsi que les consommations en eau

des golfs à partir du modèle de Nizinski (Nizinski & Saugier, 1988 ; Nizinski & Saugier, 1989). Ces formules physiques ont été utilisées pour estimer l'évapotranspiration potentielle ( $E_p$ ) et l'évapotranspiration réelle du couvert ( $E_a$ ). Nous avons utilisé les données des stations météorologiques installées à proximité des golfs étudiés. Les valeurs de l'évapotranspiration potentielle et réelle ont été calculées chaque heure, puis cumulées sur la journée. Cette équation est applicable pour un couvert dense et étendu (i.e.  $>100 \text{ m}^2$ ) :

$$E_p = (\Delta R_n / (\lambda + \gamma E_0)) / (\Delta + \gamma) \quad (\text{mm jour}^{-1})$$

Avec :  $R_n$  - rayonnement net ou effectif, en  $\text{W m}^{-2}$ ;  $\lambda$  - chaleur latente de vaporisation, en  $\text{J kg}^{-1}$  ( $2451,8 \text{ J g}^{-1}$ );  $\gamma$  - constante psychrométrique, en  $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;  $E_0$  - évaporation d'une surface dont la température serait celle de l'air, mesurée sous abri, en  $\text{mm jour}^{-1}$ ;  $\Delta$  - dérivée de la fonction reliant la pression de vapeur d'eau saturante de l'air et la température de l'air, en  $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ,

Pour estimer l'évapotranspiration réelle du couvert, nous avons utilisé la formule de Monteith, soit :

$$E_a = E_p / \{1 + [\gamma / (\Delta + \gamma)] (r_{s(\text{moy})} / \text{LAI } r_a)\} \quad (\text{mm jour}^{-1})$$

$$\text{Tr}_{(i)} = [E_p / (1 + (\gamma / (\Delta + \gamma)) (r_{s(\text{moy}(i))} / \text{LAI } r_a))] * S_{(i)} \quad (\text{m}^3 \text{ heure}^{-1})$$

Avec :  $r_{s(\text{moy})}$  - résistance stomatique moyenne,  $\text{s cm}^{-1}$  ; LAI - indice foliaire, en  $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ ;  $r_a$  - résistance aérodynamique, en  $\text{s cm}^{-1}$ ;  $\text{Tr}_{(i)}$  - transpiration d'une zone de jeu  $i$ , en  $\text{dm}^3 \text{ heure}^{-1}$ ;  $S_{(i)}$  - surface des zones de jeu  $i$  (départs, greens, fairways et semis roughs, practices), en  $\text{m}^2$ .

## RESULTATS / DISCUSSION

Les consommations en eau des golfs de France sont très variables d'une région à l'autre; la Région Centre se situe dans la moyenne (précipitations de  $703 \text{ mm an}^{-1}$  et évapotranspiration potentielle ( $E_p$ ) de  $318 \text{ mm an}^{-1}$ ). A l'échelle des parcours, 40% des surfaces des golfs du Centre sont irriguées : les départs représentent 23% des volumes d'eau consommés, les greens 10%, les practices 5% et les fairways 61%. Notre étude met naturellement en évidence le rôle crucial de l'eau sur les parcours de golf mais elle propose surtout une solution pour réduire leur consommation en jouant sur l'adéquation irrigation/besoins en eau du couvert végétal. En outre, les responsables de golfs étant demandeurs pour récupérer une fraction des eaux de pluie, cette étude propose différents types d'installations. L'ensemble permet de discuter les représentations des joueurs concernant les parcours et de la nécessité de les faire évoluer, l'excellence ne passant pas forcément par une impeccable couleur verte partout comme en témoignent les tons parfois jaunes des fairways du prestigieux British Open disputé l'été sans que les golfeurs professionnels ne s'en émeuvent.

## BIBLIOGRAPHIE

- Blot, J.-F. (2002). Recréer la nature : des golfs dans le paysage solognot, Aubertin C. (dir.), Mémoire de recherche, DEA Aménagement, Développement, Environnement, Orléans.
- Goumard, A. (2010). Etude pratique et perception des acteurs du golf sur l'environnement en région Centre, Chaboche J. (dir.), Mémoire de recherche, LP Management des Evènements Sportifs, Orléans.
- Lazarova, V. & Brissaud, F. (2010). Intérêts, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées. *Revue Eau, Industrie et Nuisances*, 299, 43-53.
- Limehouse, F., Melvin, P. & McCormick R. (2010). The Demand for Environmental Quality : An Application of Hedonic Pricing in Golf. *Journal of Sports Economics*, 11, 261-286.
- Monteith, J.L. (1965). Evaporation and environment. The state and movement of water in living organisms. *Symposia of the Soc. Exp. Biol.*, New York, Academic Press, 19, 205-234
- Nizinski, J.J. & Saugier, B. (1988). Mesures et modélisation de l'interception nette dans une futaie de chênes. *Acta Oecologica/Oecologia Plantarum*, vol. 9/23, n°3, 311-329
- Nizinski, J.J.. & Saugier B. (1989). A model of transpiration and soil-water balance for a mature oak forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 47, 1-17.
- Penman, H.L. (1948). Natural evaporation from open water balance bare soil, and grass. *Proceedings of the Royal Society, London, Series A* 193, 120-145.

## *S8-Se percevoir et percevoir les autres dans le domaine du sport et de l'exercice physique : une perspective socio-cognitive*

Organisateur : Paul Fontayne.

Émettre un jugement à propos de ses propres résultats/comportements ou de ceux des autres lors d'une situation de performance physique est une des tâches principale effectuée par les personnes dans le cadre de l'exercice physique. Dans le domaine du sport, les travaux ont principalement porté attention à la performance sportive (voir Plessner & Harr, 2006). Ceux-ci concernent trois dimensions principales : (1) le jugement de la performance, (2) le jugement concernant le respect de la règle, et (3) les jugements sur les causes (travaux sur les attributions causales) ayant conduit à certaines performances et/ou à certains comportements. La plupart de ces travaux révèlent, qu'il existe un certain nombre « d'erreurs systématiques » (biais) lors des jugements sur la performance des sujets sportifs.

Empruntant aux modèles socio-cognitifs et aux processus d'analyse de l'information sociale (i.e., perception, encodage/catégorisation, mémoire, intégration des informations,...), l'ambition du symposium sera d'étendre la réflexion :

- (1) à des modèles autres que ceux traditionnellement abordés dans le cadre des études sur les jugements de la performance. Les deux premières communications tenteront de montrer que les jugements évaluatifs émis à propos des élèves par les enseignants d'éducation physique et sportive ne se réfèrent pas uniquement à la performance objective de ces derniers, mais peuvent être associés : (a) selon la perspective du *Shifting Standard Model* (Biernat, 2003) aux types d'échelles (objectives *vs* subjectives) servant à mesurer ces performances ; (b) selon l'assimilation ou le contraste au regard des cadres sociaux de référence (Mussweiler, 2003) aux stéréotypes associés aux groupes sociaux auxquels appartient ou se contraste le sujet.
- (2) à des dimensions autres que le jugement de performance. Certains travaux ont montré que la pratique d'une activité sportive influençait la perception des individus des traits masculins ou féminins que pourraient posséder les athlètes pratiquants selon la sexuation de ces activités sportives (Harrison & Lynch, 2005). Ainsi, la troisième présentation visera à montrer qu'une des explications concernant cette variation dans les jugements est à rechercher dans l'asymétrie cognitive caractérisant les jugements relatifs aux catégories sociales de sexe. Cette même asymétrie caractériserait les jugements (instrumentaux *versus* hostiles) (voir Rasclé, Traclet, Souchon, Cabagno, & Petrucci, 2010) portés sur les intentions agressives des sportifs au regard de « situations à risques » qui traduiraient ainsi qu'un traitement différent des mêmes informations serait effectué par les individus selon les caractéristiques spécifiques de la situation sociale (4<sup>ème</sup> communication).
- (3) à des perspectives plus larges en tentant de montrer, lors de la 5<sup>ème</sup> présentation de ce symposium, que ces jugements sont référés à des « systèmes de valeurs » (Schwartz, 1992) globales qui colorent l'ensemble des jugements émis par les individus dans le cadre de prise de décisions « contrôlées » (i.e., sans pression temporelle).

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Biernat, M. (2003). Toward a broader view of social stereotyping. *American Psychologist*, 58, 1019-1027.
- Harrison, L. A., & Lynch, A. B. (2005). Social Role Theory and the perceived gender role orientation of athletes. *Sex Roles*, 52, 227-236.
- Mussweiler, T. (2003). 'Everything is relative': Comparison processes in social judgment: The 2002 Jaspars Lecture. *European Journal of Social Psychology*, 33, 719-733.
- Plessner, H., & Haar, T. (2006). Sports performance judgments from a social cognitive perspective. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 555-575.
- Rasclé, O., Traclet, A., Souchon, N., Coulomb-Cabagno, G., & Petrucci, C. (2009). Aggressor-victim dissent in perceived legitimacy of aggression in soccer: The moderating role of situational background. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 81, p340-349.
- Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theory and empirical tests in 20 countries. In M. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 25) (pp. 1-65). New York: Academic Press.

Jugements de performance sportive : Quel standard de comparaison chez les étudiants ?

Corentin Clément-Guillotin<sup>1</sup>, Aïna Chalabaev<sup>1</sup>, & Paul Fontayne<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Motricité Humaine, Education, Santé, Université Nice Sophia-Antipolis.

<sup>2</sup> Laboratoire CeRSM, Université Paris-Ouest Nanterre.

[corentin.clementguillotin@yahoo.fr](mailto:corentin.clementguillotin@yahoo.fr)

Cette étude visait à expliquer pourquoi, dans le domaine sportif, les garçons sont jugés généralement plus favorablement que les filles, et ceci quel que soit le type d'échelle de réponse. Nous avons supposé que cela pouvait s'expliquer par l'utilisation du groupe des garçons comme standard de comparaison activé spontanément. Des étudiants ont jugé, à l'aide d'échelles objectives et subjectives, des performances en saut en longueur. Les résultats ont confirmé notre hypothèse. Toutefois, nous avons obtenu la signature du *Shifting Standards Model* (Biernat, 2003) : apparition du stéréotype sur les échelles objectives, masquage sur les échelles subjectives. En dehors de la juxtaposition de ces résultats, le plus troublant est le fait qu'ils aient été obtenus avec la même personne-cible, celle-ci jouant tour à tour le rôle d'un garçon et le rôle d'une fille.

**Mots-clés :** Jugement objectif, Jugement subjectif, Ambivalence, Standard masculin.

## INTRODUCTION

Selon le *Shifting Standards Model* (Biernat, 2003), les effets d'assimilation des stéréotypes (e.g., les hommes sont meilleurs que les femmes en sport) apparaissent sur les jugements lorsque ceux-ci sont effectués sur la base d'échelles de réponse objectives (e.g., estimations en unités de mesure). À l'inverse, les échelles de réponse subjectives (e.g., échelles de Likert) sont susceptibles de masquer l'influence des stéréotypes dans les jugements (i.e., effets nuls ou de contraste). Cette signature a été révélée dans une variété de domaines (e.g., taille, compétence scolaire) impliquant des stéréotypes sexués. Dans le contexte sportif, Biernat et ses collaborateurs (Biernat, Kobryniewicz, & Weber, 2003 ; Biernat & Vescio, 2002) montrent néanmoins que les hommes sont jugés plus favorablement que les femmes et que, généralement, le type d'échelle de réponse ne module pas ces résultats. Nous supposons que ces résultats, obtenus chez des juges étudiants, peuvent s'expliquer par l'utilisation du groupe des hommes comme groupe de comparaison par défaut dans le contexte sportif, quel que soit le type d'échelle de réponse.

## METHODE

*Sujets :* Vingt et un étudiants de l'Université de Nice-Sophia Antipolis (12 femmes et 9 hommes) âgés de 19,46 ans en moyenne ( $ET = 1,72$ ) ont été recrutés pour participer à l'étude. Lors de la passation informatisée, il leur était précisé qu'ils allaient voir des vidéos de différents élèves de classe de terminale effectuant un saut en longueur en cours d'éducation physique et sportive (EPS). Sans le savoir, les sujets évaluaient des performances similaires réalisées par une même personne présentée, tour à tour, sous le couvert d'un sexe masculin et sous le couvert d'un sexe féminin.

Tout d'abord, les sujets étaient enjoins de juger la longueur de chaque saut en la comparant à la performance moyenne des élèves de classe de terminale en saut en longueur (i.e., condition *jugement subjectif simple* ; échelle allant de (1) *Très petite* à (7) *Très grande*). Ensuite, les sujets devaient estimer la longueur de chaque saut en la comparant à la performance moyenne des garçons de classe de terminale en saut en longueur. Les jugements s'effectuaient sur la même échelle que pour la condition *jugement subjectif simple*. Puis, la condition *jugement subjectif en comparaison du groupe des filles* était proposée en suivant cette même procédure. Enfin, les mêmes performances étaient implémentées dans la condition *jugement objectif* (i.e., estimations en mètre(s) et au centimètre près de la longueur du saut).

## RESULTATS

D'une part, les moyennes standardisées des jugements effectués en condition *jugement subjectif simple* et *jugement objectif* ont été soumises à une ANOVA à mesures répétées 2 (type de jugement) X 2 (sexe de la cible). L'interaction entre ces facteurs était significative,  $F(1, 20) = 26.71, p < .0001, \eta^2 = .57$  (Figure 1a) : les performances des filles-cibles étaient jugées meilleures que celles des garçons-cibles sur l'échelle subjective, tandis que le pattern inverse est apparu sur l'échelle objective.

D'autre part, une ANOVA à mesures répétées 3 (type de jugement subjectif) X 2 (sexe de la cible) a révélé uniquement un effet principal du Type de Jugement Subjectif,  $F(2, 40) = 44.62, p < .0001, \eta^2 = .69$  (Figure 1b). Quel que soit le sexe de la cible, les jugements subjectifs simples ne différaient pas des jugements subjectifs en comparaison du groupe des garçons. Ces deux types de jugement étaient par ailleurs inférieurs aux jugements subjectifs en comparaison du groupe des filles.

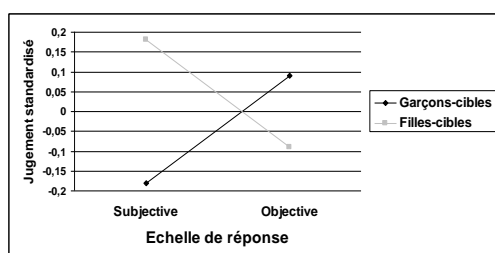


Figure 1a. Jugements objectifs vs. subjectifs.

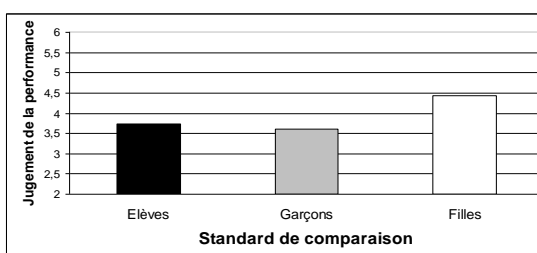


Figure 1b. Jugements subjectifs selon les standards.

## CONCLUSION

Nos résultats confirment tout d'abord tout le pouvoir que la catégorie de sexe a, à elle seule, sur le jugement social, la même personne-cible jouant tour à tour le rôle d'un garçon et le rôle d'une fille. Plus spécifiquement, ils montrent que le groupe des garçons a une valeur référentielle dans les jugements de performance spontanés des étudiants. Cette manière de juger paraît spécifique aux étudiants. Dans une précédente étude, suivant la même procédure avec le même matériel, nous montrons en effet que les enseignants d'EPS adoptent spontanément, lors du jugement de performance sportive, des barèmes relativement « masculins » mais différenciant le sexe des cibles (Clément-Guillot, Chalabaev, & Fontayne, 2011). Un certain écart avec la valeur référentielle masculine a été mis en évidence en particulier lorsque la cible était une fille. Néanmoins, dans ces deux études, la signature du *Shifting Standards Model* (Biernat, 2003) a émergé : les échelles de réponse objectives ont révélé le stéréotype à l'avantage des garçons, tandis que les échelles de réponse subjectives l'ont masqué. Ainsi, l'utilisation du groupe des hommes comme groupe de comparaison par défaut, démontrée dans la présente étude chez des juges étudiants, ne semble pas une condition suffisante pour expliquer que le stéréotype puisse apparaître sur les deux types d'échelle.

## RÉFÉRENCES

- Biernat, M. (2003). Toward a broader view of social stereotyping. *American Psychologist*, 58, 1019-1027.
- Biernat, M., Kobrynowicz, D., & Weber, D. (2003). Stereotyping and shifting standards: Some paradoxical effects of cognitive load. *Journal of Applied Social Psychology*, 33, 2060-2079.
- Biernat, M., & Vescio, T. K. (2002). She swings, she hits, she's great, she's benched: Implications of gender-based shifting standards for judgment and behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 28, 66-77.
- Clément-Guillot, C., Chalabaev, A., & Fontayne, P. (2011). Standards de comparaison et jugements en éducation physique et sportive. *Actes des Journées Nationales d'Etudes de la Société Française de Psychologie du Sport*. Bordeaux : 7-8 avril.

Biais de jugement, cadrage de référence et stéréotypes : quand les groupements induisent l'équité ou l'égalité des évaluations des enseignants

Nicolas Margas<sup>1</sup> & Paul Fontayne<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Caen Basse-Normandie, EA 4260 IOA, F-14032 Caen, France.

<sup>2</sup>Université Paris Nanterre La Défense, EA 2931 CERSM, F-92000 Nanterre, France.

[nicolas.margas@unicaen.fr](mailto:nicolas.margas@unicaen.fr)

Cette étude écologique porte sur les processus sous-jacents aux biais de jugements des enseignants envers leurs élèves en EPS. Nous articulons les cadres théoriques relatifs (1) à l'assimilation et au contraste dans les comparaisons sociales avançant que les jugements se font relativement au cadre de référence présent dans le contexte et (2) aux stéréotypes avançant que des catégorisations particulières biaisent les jugements. Les évaluations subjectives des enseignants ciblant des élèves de classes hétérogènes ou à section sportive athlétisme sont mesurés à l'issue d'un cycle de course de durée (cadre mixte et intraclasse) et suite au cross du collège (cadre non-mixte et interclasse). Dans les deux conditions, le biais de jugement est expliqué par le contraste de performance entre les élèves du cadre de référence alors que les stéréotypes de sexe ou de classe, pourtant plus ou moins saillants dans ces conditions, importent peu.

**Mots-clés** : Biais de jugement, cadre de référence, changement de standard, stéréotypes, EPS.

## INTRODUCTION

Tout d'abord, les travaux relatifs à la comparaison sociale montrent que tout jugement social est relatif (pour revue, Mussweiler, 2003) et s'établit par contraste ou assimilation aux standards (ou cadre de référence) présents dans le contexte. En condition scolaire, l'effet de contraste semble prépondérant (e.g. Marsh & Hau, 2003) et est d'autant plus attendu dans les jugements de l'enseignant envers ses élèves puisque la posture d'évaluation l'ancre sur les différences interindividuelles ce qui implique un jugement par contraste (Mussweiler, Rüter, & Epstude, 2004). Ainsi, le niveau du cadre de référence influencerait négativement les jugements de l'enseignant. Toutefois, les stéréotypes associés aux catégorisations influencent aussi les jugements via l'assimilation à la valeur du stéréotype (e.g. Margas, Fontayne, & Brunel, 2006). Les jugements sociaux peuvent ainsi être positivement liés au niveau du cadre de référence. Ces deux processus influencent donc les jugements de manière contradictoire mais étant situés à des niveaux identitaires différents, ils pourraient s'articuler. Cependant, des travaux récents montrent qu'un ancrage sur les différences réduit l'influence du stéréotype (Corcoran, Hundhammer, & Mussweiler, 2009) et que le jugement sur une dimension stéréotypique tend à changer le standard de comparaison (pour revue, Biernat, 2009) ce qui annule les effets du stéréotype. Ainsi, les enseignants jugeraient subjectivement seulement en fonction de la place de l'élève à l'intérieur du cadre de référence saillant et ne pourrait recadrer en fonction du stéréotype de sexe ou de classe pourtant associé à ce cadre de référence.

## METHODE

*Participants et procédure* : cinq classes mixtes d'un même collège (quatre classes hétérogènes (HT) et une classe à section sportive athlétisme (HG)) ( $n = 87 - 46$  garçons et 41 filles,  $M = 12.30$  ans,  $SD = .46$ ) participent indépendamment à un cycle de course de durée avant de réaliser un cross interclasse à deux courses, une féminine, l'autre masculine. Les jugements subjectifs des professeurs d'EPS sont mesurés avant (T1) et après le cross (T2).

*Mesures* : la distance parcourue en 12' par chaque élève définit la performance objective en course de durée (PERFOBJ). Le contraste associé au cadre de référence (CONTRAST) est obtenu en divisant l'opposé du classement des élèves par leur nombre dans le cadre de référence (la classe à T1 et les participants à un même cross à T2). La mesure de jugement subjectif des enseignants (PERFSUBJ) est obtenue sur une échelle visuelle analogique allant de « pas du tout » à « tout à fait » suite à l'intitulé : « en course d'endurance, cet élève est performant ». Les mesures de biais de jugement (RESBIAIS) à T1 et T2 correspondent aux résidus des régressions de PERFOBJ respectivement sur T1PERFSUBJ ( $F(1, 85) = 66.96, p < .0001 ; R^2 = .44$ ) et T2PERFSUBJ ( $F(1, 85) = 62.84, p < .001 ; R^2 = .43$ ).



## RESULTATS

Une ANOVA à deux mesures répétées révèle un effet d'interaction du sexe X RESBIAIS de T1 à T2 ( $F(1, 83) = 21.49, p < .001$ ) indiquant une augmentation de RESBIAIS pour les filles ( $M_{FT1} = -0.53 \pm 3.88$  ;  $M_{FT2} = 18.79 \pm 4.14$ ) par rapport aux garçons ( $M_{GT1} = -4.79 \pm 2.81$  ;  $M_{GT2} = -8.32 \pm 3.00$ ) et un effet d'interaction du groupement X RESBIAIS de T1 à T2 ( $F(1, 83) = 31.75, p < .001$ ) indiquant une augmentation de RESBIAIS pour les HG ( $M_{HGT1} = -9.53 \pm 4.28$  ;  $M_{HGT2} = 12.24 \pm 4.57$ ) par rapport aux HT ( $M_{HTT1} = 4.21 \pm 2.15$  ;  $M_{HTT2} = -1.78 \pm 2.29$ ). Des analyses de régressions hiérarchiques sont conduites avec comme variables indépendantes le sexe (M = 1 ; F = 2), la forme de groupement (HG = 1 ; HT = 2) et CONTRAST, et comme variable dépendante RESBIAIS. Elles révèlent des effets globaux significatifs à T1 ( $F(3, 83) = 8.83, p < .001$  ;  $R^2 = .24$ ) et à T2 ( $F(3, 83) = 69.49, p < .001$  ;  $R^2 = .72$ ). L'analyse (Tableau 1) montre que le biais de jugement est expliqué dans les deux cas par le classement des élèves à l'intérieur du cadre de référence et en plus à T1 par la forme de groupement et à T2 par le sexe.

Tableau 1 : Régressions hiérarchiques du sexe, de la forme de groupement, et de l'indice de contraste sur le biais de jugement des enseignants.

| Temps de mesure | Variabes   | $\square$<br><i>final</i> | $R^2$<br>multiple | $R^2$<br>modifié | $F$<br>ajouté | <i>ddl</i> | $p <$     |
|-----------------|------------|---------------------------|-------------------|------------------|---------------|------------|-----------|
| T1              | Sexe       | -.09 <sup>ns</sup>        | .002              | .002             | .148          | 1, 85      | <i>ns</i> |
|                 | Groupement | -.36*                     | .150              | .148             | 14.697        | 1, 85      | .001      |
|                 | CONTRAST   | .36*                      | .242              | .091             | 10.033        | 1,85       | .003      |
|                 | Total      |                           | .242              | N.A.             | 8.834         | 3, 83      | .001      |
| T2              | Sexe       | .46*                      | .197              | .197             | 20.816        | 1, 85      | .001      |
|                 | Groupement | -.14*                     | .239              | .042             | 4.707         | 1, 85      | .05       |
|                 | CONTRAST   | .77*                      | .715              | .476             | 138.08        | 1,85       | .001      |
|                 | Total      |                           | .715              | N.A.             | 69.490        | 3, 83      | .001      |

Note : \* significatif à  $p < .05$ . N.A. = non-applicable. *ns* = non-significatif.

## DISCUSSION

Notre étude montre écologiquement que les biais de jugement des enseignants sont induits par les formes de groupement et peu par les stéréotypes. Les enseignants ne recadrent pas leurs évaluations en fonction des stéréotypes mais apparaissent sensibles au classement de l'élève à l'intérieur du cadre de référence. Ces résultats éclairent l'articulation des processus de jugement issus des paradigmes des comparaisons sociales et des stéréotypes. Ils plaident pour un changement de standard de comparaison quand les jugements portent sur une dimension stéréotypique permettant une économie cognitive. D'un point de vue appliqué, ces résultats questionnent l'influence des formes de groupement lors des évaluations sur l'équité ou l'égalité de celle-ci et donc les éventuelles discriminations sous-jacentes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Biernat, M. (2009). Stereotypes and shifting standards. In T. D. Nelson (Ed.), *Handbook of prejudice, stereotyping, and discrimination*. (pp. 137-152). New York, NY US: Psychology Press.
- Corcoran, K., Hundhammer, T., & Mussweiler, T. (2009). A tool for thought! When comparative thinking reduces stereotyping effects. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*(4), 1008-1011.
- Margas, N., Fontayne, P., & Brunel, P. C. (2006). Influences of classmates' ability level on physical self-evaluations. *Psychology of Sport and Exercise, 7*(2), 235-247.
- Marsh, H. W., & Hau, K.-T. (2003). Big-Fish--Little-Pond effect on academic self-concept: A cross-cultural (26-country) test of the negative effects of academically selective schools. *American Psychologist, 58*(5), 364-376.
- Mussweiler, T. (2003). 'Everything is relative': Comparison processes in social judgment: The 2002 Jaspars Lecture. *European Journal of Social Psychology, 33*(6), 719-733. doi: 10.1002/ejsp.169
- Mussweiler, T., Rüter, K., & Epstude, K. (2004). The Ups and Downs of Social Comparison: Mechanisms of Assimilation and Contrast. *Journal of Personality and Social Psychology, 87*(6), 832-844.

Cette étude a pour objectif de montrer qu'il existe une asymétrie cognitive dans la perception des athlètes. Pour réaliser cela, nous avons regardé la variation de masculinité et de féminité des sportifs selon le typage sexué de leur sport. 181 participants (83 H ; 98 F) ont lu un article fictif relatant le succès d'un(e) athlète dans l'un de ces trois sports : football, patinage artistique et badminton. Ils ont ensuite été invités à donner leur perception sur le genre du sportif à l'aide du BSRI (Bem, 1974). Les résultats obtenus confirment l'existence d'une asymétrie cognitive puisque le typage des pratiques n'influence pas de la même façon la perception de genre des athlètes selon leur sexe. Pour les sportifs masculins seule la dimension incongruente est influencée par l'activité, alors que pour les athlètes féminines se sont les deux dimensions (F et M).

**Mots clefs:** Genre, Sport, Perception, Athlète, Rôle sociaux.

## **INTRODUCTION**

Lorsqu'ils rencontrent une personne, les individus utilisent différents indices pour la percevoir et la juger. Parmi ceux-ci, l'indice catégoriel « sexe » joue un rôle important. Il semble d'emblée attirer l'attention et déclencher des processus automatiques. Mais, si cet indice joue un rôle important dans les jugements sociaux, l'activité pratiquée peut aussi l'influencer. Selon la Théorie des Rôles Sociaux (TRS ; Eagly, 1987), se sont les activités dans lesquelles les sujets sont engagés qui vont façonner les comportements sociaux à partir desquels un certain nombre d'attentes et de stéréotypes vont prendre forme. A cet égard, le sport apparaît comme un domaine fortement stéréotypé. S'il est perçu globalement comme un domaine masculin, certaines pratiques sportives peuvent être plutôt perçues comme réservées aux hommes (e.g., football), et d'autres aux femmes (e.g., patinage artistique). S'appuyant sur la TRS, Harrison et Lynch (2005) ont montré que le typage sexué du sport influence la perception du genre (i.e., les attributs personnels liés à un jugement de masculinité et de féminité) de l'athlète seulement sur la dimension incongruente avec le sexe du sportif. En d'autres termes, les athlètes femmes sont jugées plus masculines lorsqu'elles pratiquent un sport « masculin » (i.e., football) et les athlètes hommes plus féminins lorsqu'ils pratiquent un sport « féminin » (i.e., cheerleading). Par contre, aucune variation n'a été constatée sur la dimension congruente avec le sexe de l'athlète. Cependant, certains résultats (i.e., faible approbation sociale de la pratique du cheerleading pour les filles) n'ont pu être expliqués et les auteurs recommandaient de tester s'ils pouvaient être répliqués avec des pratiques sportives plus « traditionnelles » (e.g., gymnastique, patinage artistique). Pour notre part, en nous appuyant sur le fait que le système catégoriel de sexe serait un système dynamique (De Bosscher & Durand-Delvigne, 2002), et que la saillance de cet indice varierait en fonction du genre du contexte (Pichevin & Hurtig, 1996), nous pensons que les résultats inconsistants de l'étude d'Harrison et Lynch (2005) pourraient être expliqués par une asymétrie de jugement qui serait le reflet d'une asymétrie cognitive. Aussi, nous faisons l'hypothèse que seule la dimension féminine devrait être affectée par le type de pratique pour les athlètes masculins, alors que les deux dimensions (i.e., masculine et féminine) devraient l'être pour les athlètes féminines.

## **METHODE ET PARTICIPANTS**

Pour réaliser cette étude, 181 participants (83 hommes et 98 femmes,  $M = 31,43$ ,  $ET = 12,71$ ), ont lu un article fictif relatant les exploits d'un(e) athlète. Après avoir vérifié que les perceptions des sports utilisés étaient conformes à nos hypothèses (i.e., football : masculin ; patinage : féminin ; badminton : neutre), deux variables ont été manipulées : le sexe de l'athlète (homme ou femme) et le type de sport (masculin, féminin ou neutre). Après lecture de cet article, les sujets étaient invités à évaluer le genre de l'athlète au travers une version française du Bem Sex-Role Inventory de Bem (BSRI ; 1974).

## RESULTATS

Nous avons réalisé une ANOVA à mesure répétée selon le plan 2 X 3 X 2 avec le sexe de l'athlète (homme ou femme), le type de sport (masculin, féminin, approprié aux deux sexes), et en variable répétée : la perception de genre (masculin ou féminin) de l'athlète. Les résultats de l'analyse montrent un effet d'interaction entre le type de sport et la perception de genre  $F(2, 175) = 12.02, p < .001, \eta^2_p = 0.12$ . Pour les athlètes masculins, nous obtenons le même patron de résultats qu'Harrison et Lynch (2005) (i.e., une variation de la perception de genre selon le type de sport seulement sur la dimension féminine [incongruente]). Pour les athlètes féminines, contrairement à elles, nous avons trouvé une variation de la perception de genre selon le type de sport sur les deux dimensions. Les patineuses sont perçues plus féminines et moins masculines que les footballeuses (figure 1).

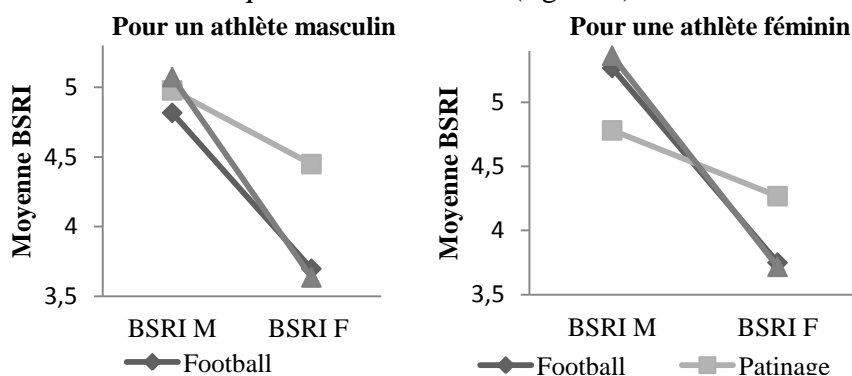


Figure 1. Représentation de la moyenne des scores obtenue sur l'échelle de masculinité (BSRI M) et sur l'échelle de féminité (BSRI F) selon le sexe de l'athlète et en fonction de son sport.

## CONCLUSION

Conformément à notre hypothèse et en lien avec les travaux de Pichevin et Hurtig (1996), une asymétrie cognitive dans les jugements émis à propos des athlètes a été mise en évidence puisque le typage sexuel de l'activité n'influence pas de la même manière la perception de genre de l'athlète selon leur sexe. Cependant, cette asymétrie dans le jugement social à propos des sportifs et des sportives mériterait d'être plus complètement explorée et les mécanismes mis en jeu dans ces jugements plus complètement mis à jour. Par exemple, il serait intéressant d'explorer la saillance particulière de la catégorie sociale de sexe en fonction du contexte sportif (congruent vs incongruent) en tant qu'indice cognitif du jugement social.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bem, S. L. (1974). Measurement of psychological androgyny. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 42*, 155-162.
- De Bosscher, S., & Durand-delvigne, A. (2002). Asymétrie sociale et asymétrie cognitive : Étude de l'opérativité des catégories de sexe. *L'Orientation Scolaire et Professionnelle, 31*, 57-74.
- Eagly, A. H. (1987). *Sex differences in social behavior: A social-role interpretation*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Harrison, L. A., & Lynch, A. B. (2005). Social Role Theory and the perceived gender role orientation of athletes. *Sex Roles, 52*, 227-236.
- Pichevin, M.-F., & Hurtig, M.-C. (1996). Describing men, describing women: Sex membership salience and numerical distinctiveness. *European Journal of Social Psychology, 26*, 513-522.

« Pourquoi m'a-t-il fait mal ? » Rôle de la perspective personnelle et des informations situationnelles sur la perception du caractère instrumental ou hostile de l'agression

Olivier Rascle & Geneviève Cabagno

Laboratoire Violences Identités Politiques & Sports, Université Rennes 2.

[olivier.rascle@uhb.fr](mailto:olivier.rascle@uhb.fr)

Deux études ont été réalisées afin d'analyser l'influence de la perspective adoptée (agresseur vs victime) sur les perceptions de joueurs de football quant au caractère instrumental ou hostile de l'agression ainsi qu'à leurs conséquences. La première étude révèle, qu'indépendamment de la perspective adoptée, les pratiquants manifestent plus souvent l'intention de réagir agressivement lorsque le comportement agressif est présenté comme ayant une valence fortement hostile. La seconde étude montre que la perspective adoptée influence la perception du caractère instrumental ou hostile de l'agression mais que ces divergences de perspective sont fonction des informations situationnelles fournies aux sujets.

**Mots clés :** Aggression, Informations situationnelles, Perspective, Interaction sociale.

## INTRODUCTION

De nombreuses études menées en contexte sportif sur la thématique de l'agression ont montré que les pratiquants semblent utiliser diverses informations dont ils peuvent disposer d'une manière plutôt « rationnelle », notamment en évaluant le rapport coût-bénéfice de tels comportements. Par exemple, en basket-ball, les joueurs rapportent davantage d'intentions agressives lorsque l'arbitre a la réputation d'être permissif plutôt que sévère et ce d'autant plus que les premières minutes de la rencontre confirment cette réputation (Cabagno, Rascle, Souchon, & Jones, *soumis*). Pour autant, d'autres études laissent apparaître un certain nombre de biais de jugements à propos de ces comportements. Ces « erreurs quasi systématiques » concernent aussi bien les joueurs que les arbitres ou les spectateurs.

## LA PERCEPTION DE L'INTERACTION AGRESSIVE : UNE QUESTION DE PERSPECTIVE ?

Mummendey et Mummendey (1983) considèrent l'agression comme une interaction sociale impliquant au moins deux individus, un agresseur et une victime. Selon que l'on se place du côté de l'agresseur ou de la victime, on jugera différemment l'interaction. Concevoir l'agression comme une interaction sociale permet ainsi de questionner simultanément le rôle de l'émetteur, du récepteur ainsi que du contexte. En contexte sportif, Rascle, Traclet, Souchon, Coulomb-Cabagno et Petrucci (2009) ont montré que les footballeurs perçoivent les comportements d'agression comme davantage légitimes lorsqu'ils adoptent la perspective de l'agresseur plutôt que celle de la victime. Néanmoins, cette divergence de perspective ne concerne que l'agression instrumentale, c'est-à-dire les comportements agressifs dont le but principal est d'obtenir un avantage, quel qu'il soit. Dans la littérature scientifique, ils sont distingués des comportements hostiles dont le but principal est de causer un dommage.

Pour autant, la question de savoir si la perspective adoptée par l'individu au cours de l'interaction agressive est susceptible d'influencer la perception du caractère instrumental ou hostile de l'agression reste posée. Il s'agit là d'une question de première importance. En effet, certaines études ont révélé que la perception d'une intention hostile de la part de l'agresseur était une variable majeure pour expliquer une réponse agressive de la part de la victime.

## ETUDE 1 : Subir une agression instrumentale ou hostile : quelles réactions ?

### Méthode

90 joueurs de football de niveau départemental ( $M_{\text{âge}} = 20.3$  ans,  $SD = 1.5$  ans) ont rempli un questionnaire visant à évaluer les intentions comportementales d'un joueur victime d'un comportement agressif (ne rien faire vs réagir immédiatement en donnant un coup vs attendre une occasion plus tard dans le match pour donner un coup à cet adversaire vs l'insulter). Ces joueurs devaient adopter : (1) soit la perspective de la victime, (2) soit celle de l'agresseur ; et

le comportement agressif proposé possédait une forte composante instrumentale (condition 1) ou une forte composante hostile (condition 2).

#### *Résultats et Discussion*

Quelle que soit la perspective adoptée, la présentation d'un comportement agressif possédant une valence fortement hostile génère plus souvent l'intention d'une réponse aggressive immédiate que la présentation d'un comportement agressif possédant une valence fortement instrumentale ( $\chi^2(2, N=90) = 29.55, p < .0001, V_{\text{Cramer}} = .57$ ). Dès lors, il convient d'identifier les variables situationnelles susceptibles d'affecter les perceptions des individus quant au caractère instrumental ou hostile de l'agression, ce qui pourrait permettre de faire émerger des « situations à risques », c'est-à-dire des situations lors desquelles les perceptions des sujets pourraient générer une escalade dans le nombre et l'intensité des conflits agressifs en situation de jeu.

### **ETUDE 2 : Perception du caractère instrumental ou hostile de l'agression**

#### *Méthode*

86 autres joueurs de football de niveau départemental ( $M_{\text{âge}} = 20.6$  ans,  $SD = 1.2$  ans) ont rempli un questionnaire visant à évaluer leurs perceptions du caractère instrumental ou hostile d'un comportement agressif. Trois variables étaient manipulées : (a) la perspective adoptée (agresseur vs victime), (b) la période du match (début vs milieu vs fin de match), et (c) l'issue probable de la rencontre (incertaine vs favorable vs défavorable).

#### *Résultats et Discussion*

Dans ce qu'ils ont d'essentiel, et outre les effets simples significatifs pour les 3 variables indépendantes, les résultats de l'ANOVA 2 (Perspective) X 3 (Période) X 3 (Issue probable) avec mesures répétées sur les 2 dernières variables indépendantes, révèlent des effets d'interaction significatifs : (i) « Perspective x Période » ( $F_{2,166} = 3.08, p < .05, \eta^2 = .036$ ) ainsi que (ii) « Période de jeu x Issue probable » ( $F_{4,332} = 8.04, p < .0001, \eta^2 = .088$ ). En outre, et bien que l'interaction d'ordre 3 ne soit pas significative, c'est lorsque l'issue de la rencontre est favorable à l'agresseur et que la fin du match approche que la divergence de perspective est la plus forte : la victime perçoit le comportement agressif comme ayant une plus forte composante hostile que l'agresseur.

### **DISCUSSION GÉNÉRALE**

Nos résultats montrent qu'un comportement agressif possédant une valence fortement hostile a plus souvent tendance à générer une intention de réponse aggressive immédiate (Étude 1). Cependant, un même comportement agressif aura d'autant plus de risques d'être perçu comme hostile : (1) selon la perspective adoptée (victime > agresseur), (2) selon l'interaction entre l'issue probable de la rencontre et la période de jeu (Étude 2). Au regard de ces deux résultats, on peut se demander si une situation comme celle décrite dans l'étude 2 ne risque pas d'engendrer davantage de réponses agressives de la part de la victime ? La réponse à cette question sera discutée en termes de perspective théorique et de développement de futurs travaux de recherche.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Cabagno, G., Rasclé, O., Jones, M., & Souchon, N. (soumis). Effect of reputation and impressions about referees' severity on basketball players' aggressive behavioral intentions.
- Mummendey, A., & Mummendey, H. (1983). Aggressive behaviors of soccer players as social interaction. In J.H. Goldstein (Ed.), *Sports Violence* (pp. 69-106). Berlin Springer-Verlag.
- Rasclé, O., Traclet, A., Souchon, N., Coulomb-Cabagno, G., & Petrucci, C. (2010). Aggressor-victim dissent in perceived legitimacy of aggression : the moderating role of situational background. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 10, 245-254.

Valeurs humaines, sexisme ambivalent, stéréotype de genre et décisions arbitrales en fonction du sexe des joueurs : une étude en mode contrôlé

Nicolas Souchon

Laboratoire CeRSM, Université Paris-Ouest Nanterre

[nicolas.souchon@u-paris10.fr](mailto:nicolas.souchon@u-paris10.fr)

Cette communication vise à présenter une étude ayant pour but de mieux comprendre pourquoi les arbitres tendent à être plus sévères à l'égard des joueuses que des joueurs. Dans un cadre contrôlé de prise de décisions, il est apparu que plus les participants attachaient explicitement de l'importance à la valeur « bienveillance », plus ils tendaient à juger plus sévèrement les joueuses que les joueurs dans des conditions très similaires. En revanche, les attitudes et stéréotypes liés au genre mesurés explicitement n'ont pas expliqué le biais. Ces résultats, leurs implications et les suites à donner à ce travail seront discutés.

**Mots-clés** : Arbitrage, attitude, sexe, stéréotype, valeurs humaines

## INTRODUCTION

L'arbitrage des sports collectifs est une activité complexe de décisions dans laquelle les arbitres recourent à des heuristiques de jugement. Par exemple, il a été montré que, quel que soit leur niveau d'expertise, les arbitres masculins sanctionnent plus sévèrement les joueuses que les joueurs lorsqu'ils ont à juger, sous condition de pression temporelle, des transgressions dans des situations de jeu similaires (Souchon, Cabagno, Rasclé, Traclet, Dosseville, & Maio, 2009).

Parmi les explications possibles figurent : (a) l'influence potentielle des attitudes sexistes et des stéréotypes de genre de nature implicite et explicite (e.g., Souchon et al., 2009) et, (b) l'influence des valeurs humaines plus globales des individus (Schwartz, 1992) qui, situées à un niveau supérieur dans la hiérarchie évaluative, présentent un aspect prescriptif très important (i.e., prédisent théoriquement les comportements au-delà des attitudes). Également, il semble nécessaire de tenir compte de la nature implicite *versus* explicite de ces processus dans la mesure où la littérature révèle que les mesures implicites prédisent les décisions et comportements spontanés (i.e., décisions sans temps de réflexion, ni prise de conscience réelle de ce qui est mesuré), alors que les mesures explicites prédisent davantage les décisions et comportements contrôlés (i.e., réfléchis).

Dans le cadre de la présente étude, notre premier objectif était de tester l'hypothèse selon laquelle les attitudes sexistes et les stéréotypes de genre des arbitres, mesurés explicitement, pourraient expliquer les biais de décisions à l'égard des joueuses dans un cadre contrôlé. Notre second objectif consistait à tester l'influence des valeurs des individus, mesurés explicitement, sur leurs décisions effectuées dans un cadre contrôlé.

## METHODE

Deux cent trente quatre étudiants en STAPS (56 filles et 172 garçons, 6 sans précisions) devaient juger six situations de tirs manqués (à la suite d'un contact d'un défenseur envers le porteur de ballon) très similaires entre joueuses et joueurs (6 situations X 2 sexes). Une étude pilote impliquant 12 arbitres expérimentés de handball a été nécessaire pour sélectionner les paires de situations présentées (même matériel utilisé que celui de Souchon et al., 2009). L'étude a été réalisée selon les conditions suivantes : (a) les participants voyaient d'abord la situation masculine, puis immédiatement ensuite la situation féminine correspondante (ou féminine d'abord et masculine ensuite, l'ordre des situations était contre balancé) ; (b) chaque paire de situations était présentée deux fois à suivre (e.g., une première fois « joueuses » puis « joueurs », puis une seconde fois « joueuses » puis « joueurs ») ; (c) les participants disposaient de 30s pour prendre leurs décisions. Pour chaque situation féminine et masculine, les participants devaient estimer sur une échelle de 1 à 7 : (a) la gravité de la faute, (b) son intentionnalité, (c) la probabilité qu'ils la sanctionneraient sur un plan disciplinaire (exclusion de 2 min). Il était précisé aux participants qu'ils pouvaient s'aider de la situation à suivre pour prendre leurs décisions. A l'issue du protocole de prises de décisions, les participants devaient remplir une version française du questionnaire de valeur de Schwartz (1992), ainsi qu'une version française du questionnaire de Sexisme Ambivalent de Glick et Fiske (1996), ainsi que différentes mesures (générales ou spécifiques au domaine sportif) relatives aux stéréotypes de genre.

## RESULTATS

Quel que soit leur sexe ( $ps > .05$ ), les participants ont perçu les transgressions comme étant plus graves ( $F(1, 227) = 8.31, p < .01, \eta^2 = .04$ ;  $M = 4.35, ET = 1.06$  vs.  $M = 4.22, ET = 1.02$ ), et plus intentionnelles chez les joueuses ( $F(1, 227) = 9.79, p < .01, \eta^2 = .04$ ;  $M = 5.42, ET = 1.30$  vs.  $M = 5.25, ET = 1.29$ ). Ils ont aussi sanctionné plus sévèrement ces dernières ( $F(1, 227) = 12.41, p < .01, \eta^2 = .05$ ;  $M = 4.56, ET = 1.29$  vs.  $M = 4.39, ET = 1.26$ ). Les biais portant sur la gravité, l'intentionnalité et la sanction étant intercorrélés (de  $r = .43$  à  $r = .56, ps < .05$ ), un biais moyen pour ces trois dimensions a été calculé. Pour ce biais moyen, l'interaction entre le Sexe des joueurs dans les situations et le Type de Situation (S x TS) est significative, ( $F(5, 1135) = 19.17, p < .01, \eta^2 = .07$ ) (voir figure 1).

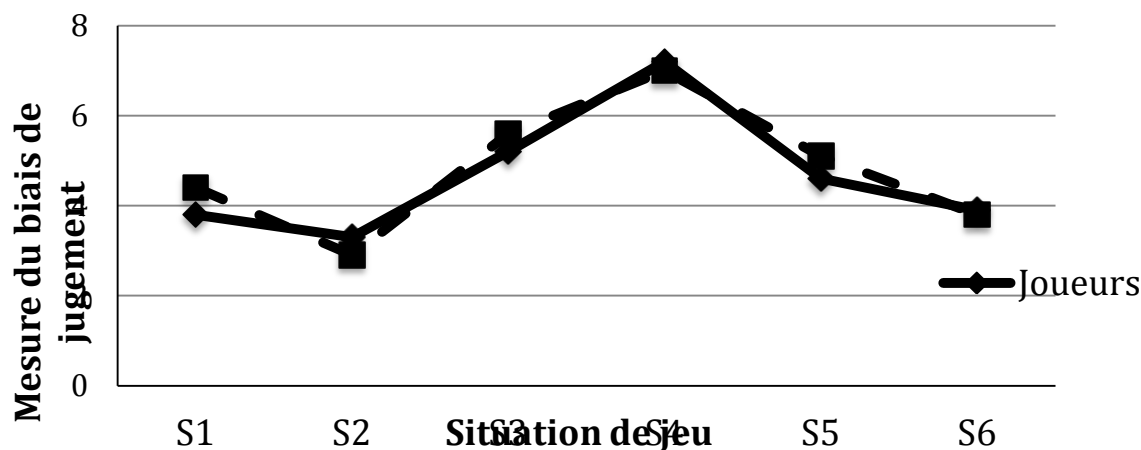


Figure 1. Interaction Sexe X Type de situation pour le biais moyen

Si aucune corrélation positive n'est constatée pour les différentes mesures de sexisme, et les différentes mesures de stéréotypes, la valeur « bienveillance » corrèle avec le biais moyen ( $r = .17, p < .05$ ). Aucune autre valeur du modèle de Schwartz (1992) ne corrèle significativement avec le biais moyen.

## DISCUSSION

De manière intéressante, la valeur « bienveillance » qui renvoie aux sous valeurs « d'entraide » et de « protection » a corrélé de manière significative avec le biais de décision, alors que cela n'a pas été le cas des attitudes et des stéréotypes. Comme les valeurs prédisent théoriquement les comportements au-delà des attitudes et stéréotypes, ce résultat peut sembler logique. Toutefois, nous pouvons nous attendre davantage à ce que la valeur « bienveillance » (compatible avec la valeur « universalisme ») corrèle négativement avec le biais. Ce résultat renvoie donc, de notre point de vue, à la notion d'applicabilité des valeurs selon le contexte. L'enjeu de la discussion sera de présenter toutes les implications de ce résultat, ainsi que les futures études, notamment sur le plan implicite, qu'il reste à mener.

## REFERENCES

- Glick, P., & Fiske, S.T. (1996). The Ambivalent Sexism Inventory: Differentiating hostile and benevolent sexism. *Journal of Personality and Social Psychology, 70*, 491-512.
- Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theory and empirical tests in 20 countries. In M. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 25) (pp. 1-65). New York: Academic Press.
- Souchon, N., Cabagno, G., Rasclé, O., Traclet, A., Dosseville, F., & Maio, G.R. (2009). Referees' decision making about transgressions: The influence of player gender at the highest national level. *Psychology of Women Quarterly, 33*, 445-452.



## Introduction

L'obésité augmente d'une façon alarmante dans le monde entier et constitue actuellement une des épidémies majeures en touchant non seulement les adultes mais également de plus en plus d'enfants et d'adolescents. Longtemps considérée comme un simple problème esthétique lié au péché de gourmandise, l'obésité est aujourd'hui reconnue comme une réelle pathologie. Elle altère le bien-être somatique, psychologique et social de l'individu et relève de mécanismes physiopathologiques qui lui sont propres. Parmi les stratégies de prévention et de traitement de l'obésité, la pratique d'une activité physique régulière est une méthode de choix favorisant la maîtrise de la composition corporelle, l'amélioration du profil lipidique et un meilleur statut métabolique et hormonal. Toutefois, si la prescription d'activités physiques d'intensité faible à modérée a fait l'objet d'un consensus en termes de fréquence (3 à 4 fois/semaine) et de durée (30 minutes par séance), la réalisation d'exercices à des intensités supérieures est plus controversée.

**L'objectif** de ce séminaire est d'une part d'approfondir les effets de l'exercice physique et de son intensité sur la mobilisation et l'utilisation des réserves lipidiques chez le sujet obèse et, d'autre part, de discuter de l'intérêt de la méthode basée sur le Lipoxmax dans l'objectif de perte de poids.

**La première intervention** faite par Julien Aucouturier s'intéressera à la notion de flexibilité métabolique, terme désignant la capacité métabolique d'un individu à moduler l'utilisation des substrats énergétiques en fonction de leur disponibilité. Cette (in) flexibilité sera décrite chez l'enfant et l'adolescent obèse, et le rôle de l'exercice physique sera proposé comme moyen thérapeutique permettant de la restaurer.

**Dans un second temps** Sophie Lemoine-Morel nous présentera une revue de question relative à la réponse catécholaminergique à l'exercice ? chez le sujet obèse. Elle s'intéressera tout particulièrement aux effets de l'intensité de l'exercice et du genre.

**La troisième intervention** réalisée par Cédric Moro traitera de la mobilisation et de l'utilisation des lipides chez le sujet obèse, avec une attention particulière sur le tissu adipeux et le muscle squelettique, et cela au repos et suite à un entraînement de type aérobie.

**Les deux dernières interventions**, effectuées par Jean-Frédéric Brun et François Péronnet, permettront de développer la notion de Lipoxmax (en Anglais FATmax) traduisant le débit d'oxydation lipidique maximal obtenu lors d'un exercice prolongé d'intensité sous maximale. L'objectif est ici d'en montrer l'intérêt mais également les limites lors d'un débat qui se veut « contradictoire ».



Le concept de flexibilité métabolique décrit l'aptitude de l'organisme à adapter l'utilisation des glucides et lipides en tant que substrats énergétiques en fonction de leur disponibilité, que ce soit dans des conditions de jeûne ou de stimulation par l'insuline. L'exercice physique représente une condition expérimentale de choix pour évaluer la flexibilité métabolique en raison de l'action très coordonnée des mécanismes de mobilisation et d'utilisation des ressources énergétiques. L'objectif de notre communication sera de proposer une description générale des effets de la croissance et de la maturation affectant ces mécanismes de régulation du métabolisme énergétique. De plus, l'inflexibilité métabolique étant associée avec les désordres métaboliques liés à l'obésité, nous aborderons les effets de l'exercice en tant que moyen thérapeutique permettant de restaurer la flexibilité métabolique.

### **CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET OBJECTIF**

Le concept de flexibilité métabolique a initialement été proposé par Kelley et Mandarino (2000) pour décrire dans le cadre de l'obésité et du diabète de type 2 la réduction de l'aptitude individuelle à adapter l'utilisation des substrats énergétiques en fonction de leur disponibilité dans des conditions de jeûne ou de stimulation par l'insuline. La flexibilité métabolique dépend de l'orientation des nutriments vers des voies de stockage ou d'utilisation, de la mobilisation des substrats, de leur transport vers le muscle squelettique lors du jeûne ou de l'exercice physique et enfin de l'aptitude oxydative du muscle squelettique.

L'exercice physique est envisagé à la fois comme un outil d'évaluation de la flexibilité métabolique et comme une méthode de traitement. La flexibilité métabolique a essentiellement été évaluée par la mesure de l'utilisation des substrats lors de clamp euglycémique hyperinsulinémique. Cependant, l'efficacité de cette méthode a été questionnée puisque les conditions de repos ne permettent pas d'imposer une stimulation physiologique suffisante pour mettre en évidence une éventuelle diminution de l'aptitude musculaire à utiliser les lipides (Galgani et coll. 2008). En augmentant de manière importante les débits d'utilisation des substrats l'exercice permet une telle évaluation. De plus, en améliorant la sensibilité à l'insuline et l'aptitude oxydative du muscle, la pratique de l'activité physique apparaît comme un moyen efficace de restaurer la flexibilité métabolique lorsqu'elle est réduite.

Notre objectif lors ce symposium sera de présenter les facteurs exposant les enfants obèses à un risque accru d'inflexibilité métabolique. Le développement des dépôts adipeux ectopiques plutôt que périphériques apparaît notamment comme un facteur important de réduction de la flexibilité métabolique. La croissance des tissus et leur maturation peuvent être déterminant dans l'apparition des désordres métaboliques au cours de la vie mais constituent aussi une voie prometteuse de réversibilité de l'inflexibilité métabolique compte tenu de la plasticité des tissus au cours de l'enfance. Nous nous attacherons à fournir une synthèse des connaissances sur 1) le thème de la flexibilité métabolique dans le cadre de la croissance et de la maturation, 2) l'impact de l'obésité sur la flexibilité métabolique et 3) l'effet de l'activité physique régulière chez les enfants sur la flexibilité métabolique.

### **BIBLIOGRAPHIE:**

- Aucouturier J, Duché P & Timmons BW. (2010) *Metabolic flexibility and obesity in children and youth*. *Obes Rev*. Oct 26.
- Galgani JE, Moro C, Ravussin E. (2008) *Metabolic flexibility and insulin resistance*. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. Nov;295(5):E1009-17
- Kelley DE & Mandarino LJ. (2000) *Fuel selection in human skeletal muscle in insulin resistance: a reexamination*. *Diabetes*. May;49(5):677-83.

Obésité et réponses catécholaminergiques : effets de l'intensité de l'exercice et du genre

*Sophie Lemoine-Morel<sup>1</sup> ; Georges Jabbour<sup>1</sup> ; Hassane Zouhal<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire M2S, UFRAPS, Université Rennes 2

[sophie.lemoine-morel@univ-rennes2.fr](mailto:sophie.lemoine-morel@univ-rennes2.fr)

Chez les sujets obèses, les concentrations plasmatiques en catécholamines mesurées en réponse à différents stimuli sont significativement inférieures à celles mesurées chez les sujets non obèses. Toutefois, ces résultats se limitent souvent aux sujets adultes et ne prennent pas en compte l'effet du genre ou encore l'impact de l'intensité de l'exercice. Ainsi, lors de ce symposium nous présenterons une revue de la littérature relative aux effets de l'exercice physique, tout particulièrement son intensité, et du genre sur la réponse catécholaminergique chez le sujet obèse.

**Mots clés:** Catécholamines, Obésité, Exercice, Genre

## CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET OBJECTIF

L'obésité est reconnue aujourd'hui comme une réelle pathologie. Elle altère le bien-être somatique, psychologique et social de l'individu et relève de mécanismes physiopathologiques qui lui sont propres. Dans la population obèse, la mobilisation lipidique est amoindrie via l'altération de l'action de plusieurs hormones dont les catécholamines. Ces dernières, qui contrôlent majoritairement la lipolyse surtout à l'exercice physique, semblent être altérées par l'effet de la masse grasse. En effet, plusieurs travaux mesurent des concentrations plasmatiques en catécholamines significativement inférieures chez les sujets obèses par rapport aux non obèses en réponse à différents stimuli. Toutefois, les données de la littérature concernent le plus souvent les adultes obèses. Une seule étude, à notre connaissance, s'est intéressée à ces réponses à l'issue d'un exercice maximal et rapporte des résultats similaires à ceux observés chez l'adulte obèse (Eliakim et coll. 2006). Néanmoins dans cette étude, le genre n'a pas été pris en considération. Or, il est bien admis que ce facteur influence la réponse sympathoadrénargique au repos et à l'exercice (Zouhal et coll. 2008). Ainsi, dans ce sens, Zouhal et coll. (2010) ont montré récemment que l'obésité n'affectait pas les réponses catécholaminergiques à l'issue d'un exercice maximal chez des adolescentes.

Par ailleurs, dans la population non obèse, l'exercice physique et tout particulièrement son intensité, est susceptible d'influencer la réponse catécholaminergique (Zouhal et coll. 2008). Dès lors, les exercices supramaximaux semblent être les plus appropriés pour comparer objectivement les réponses en catécholamines entre différentes populations. Dans la population obèse, les travaux rapportent des différences significatives en ce qui concerne les concentrations plasmatiques en catécholamines entre sujets obèses et non obèses en réponse à des exercices submaximaux (Dorien et coll. 2002) ou maximaux (Salvadori et coll. 2003 ; Eliakim et coll. 2006). Plus récemment, Jabbour et coll. (2011) n'ont pas observé d'effet du statut pondéral sur les réponses catécholaminergiques à un exercice de sprints répétés chez des adolescents. En revanche, ces augmentations étaient inférieures chez les adolescents obèses et en surpoids par rapports aux sujets normo-pondérés.

Notre objectif, lors de ce symposium, sera de présenter une synthèse précisant les effets de l'intensité de l'exercice et du genre sur les réponses catécholaminergiques chez le sujet obèse.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Dorien PC Van Aggel-Leijssen, Saris HM, Wagenmakers JM, Senden M, Van Baak A. (2002) *J Appl Physiol*;92:1300-1309.
- Eliakim A, Nemet D, Zaldivar F, McMurray RG, Culler FL, Galassetti P, Cooper DM. (2006) Reduced exercise-associated response of the GH-IGF-I axis and catecholamines in obese children and adolescents. *J Appl Physiol*.100(5):1630-7.
- Jabbour G, Lemoine-Morel S, Casazza GA, Hala Y, Moussa E, Zouhal H. (2011) Catecholamine response to exercise in obese, overweight, and lean adolescent boys. *Med Sci Sports Exerc*. 43(3):408-15.
- Salvadori A, Fanari P, Giacomotti E, Pallmulli P, Bolla G, Tovaglieri I, Luzi L, and E Longhini. (2003) Kinetics of catecholamines and potassium, and heart rate during exercise testing in obese subjects. Heart rate regulation in obesity during exercise. *Eur J Nutr*, 42 (4) 181-7.
- Zouhal H, Jacob C, Delamarche P, Gratas-Delamarche A. (2008) Catecholamines and the effects of exercise, training and gender. *Sports Med*;38(5):401-23.
- Zouhal H, Jabbour G, Youssef H, Flaa A, Moussa E, Groussard C, Jacob C. (2010) Obesity and catecholamine responses to maximal exercise in adolescent girls. *Eur J Appl Physiol*. 110(2):247-54.

L'obésité se caractérise par une diminution des capacités oxydatives musculaires associées à la sédentarité. L'exercice physique sans restriction calorique n'induit pas de perte de poids significative mais apparaît comme une contre-mesure efficace aux complications métaboliques de l'obésité en améliorant le métabolisme des lipides. Nous avons montré que les principaux systèmes de contrôle de la dégradation des graisses dans le tissu adipeux, i.e. lipolyse, sont défectueux chez l'obèse et en partie restaurés par un programme d'entraînement en endurance. L'entraînement améliore également la capacité oxydative, l'utilisation des lipides et la sensibilité à l'insuline. Ces adaptations s'accompagnent de remaniements importants du métabolisme lipidique dans le muscle squelettique.

**Mots clés :** Obésité ; tissu adipeux ; lipolyse ; exercice ; muscle squelettique

## INTRODUCTION

Le surpoids et l'obésité sont en progression constante dans nos sociétés occidentales et, selon le rapport 2009 de l'enquête Obépi-Roche, affecteraient près d'une personne sur deux en France. L'obésité se caractérise par un excès de masse grasse défini par un indice de masse corporelle  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ , et constitue un facteur de risque important dans le développement de maladies métaboliques et cardiovasculaires notamment le diabète de type 2 et l'infarctus du myocarde. D'un point de vue énergétique l'obésité résulte d'un déséquilibre chronique de la balance entre les apports et les dépenses caloriques. La diminution de la pratique d'exercice physique et l'augmentation des comportements sédentaires représentent des déterminants essentiels de la diminution des dépenses énergétiques chez l'obèse. La prescription d'exercice physique seul chez l'obèse n'induit pas de perte de poids cliniquement significative mais améliore le statut métabolique des patients en surpoids ou obèses et participe efficacement à la prévention des complications métaboliques et cardiovasculaires de l'obésité. Pour comprendre les bénéfices de l'exercice physique, nous décrirons les principales modifications du métabolisme des lipides (mobilisation et utilisation) observées chez l'obèse avec une attention particulière sur le tissu adipeux et le muscle squelettique. Nous discuterons également les mécanismes par lesquels l'exercice physique améliore le statut métabolique des individus en surcharge pondérale.

## CONTROLE DE LA LIPOLYSE CHEZ L'HOMME

Jusqu'en 2000, le contrôle de la lipolyse était essentiellement attribué aux catécholamines et à l'insuline via la modulation de l'AMPc intracellulaire. Nous avons montré au laboratoire que les peptides natriurétiques (PN), des peptides d'origine cardiaque impliqués dans la régulation de la balance hydro-sodée, induisent un effet lipolytique très puissant et comparable à celui de l'isoprénaline *in vitro* chez les primates exclusivement (1). Leur effet est relayé par un signal GMPc au niveau cellulaire, l'activation d'une protéine kinase GMPc-I $\alpha$ , et la phosphorylation de la lipase hormono-sensible et de la périlipine-A. Cette voie originale est indépendante de la modulation des niveaux intracellulaires d'AMPc. Nous avons également validé un effet lipolytique *in vivo* des PN dans diverses situations physiologiques (2).

## ADAPTATIONS METABOLIQUES A L'ENTRAINEMENT CHEZ L'OBÈSE

Nous avons étudié la lipolyse du tissu adipeux sous-cutané abdominal par la technique de microdialyse qui permet de mesurer les modulations de la lipolyse *in situ* dans son environnement physiologique. Nous avons mis en évidence que la contribution relative du peptide atrial natriurétique (ANP), des catécholamines et de l'insuline était du même ordre (environ un tiers) chez des sujets sains de poids normal. La contribution de ces différentes

hormones dans la stimulation de la lipolyse varie en fonction de l'intensité de l'exercice, du degré d'adiposité et du sexe. Nous avons également montré que l'effet lipolytique des catécholamines et de l'ANP était diminué *in vivo* chez des individus en surpoids ou obèses et partiellement restauré après 4 mois d'entraînement en endurance. De plus, nous avons montré que l'entraînement aérobie améliore la mobilisation des lipides induite au cours d'un exercice physique modéré chez des individus en surpoids. Cet effet proviendrait d'une réduction du recrutement de récepteurs  $\alpha_2$ -adrénergiques antilipolytiques du tissu adipeux par les catécholamines, dont les niveaux plasmatiques diminuent après 4 mois d'entraînement pour une même puissance relative (3).

Associé à ces défauts de mobilisation des lipides chez l'obèse, plusieurs études ont également mis en évidence une diminution de l'utilisation des lipides au cours de l'exercice physique (4). Ce phénomène pourrait s'expliquer en partie par un défaut de mobilisation des lipides mais aussi par une diminution des capacités oxydatives musculaires. La diminution des capacités oxydatives est en partie reflétée par une diminution de l'activité des enzymes de l'oxydation et une diminution du nombre et de la taille des mitochondries. Au cours de différentes études, nous avons pu montrer que l'entraînement en endurance (aérobie) améliore l'oxydation des lipides et diminue le niveau circulant d'acides gras plasmatique. Pour un exercice de même intensité relative (même % de la consommation maximale d'oxygène), les lipides fournissent plus d'énergie que les glucides après une période d'entraînement. Ceci s'explique en partie par une augmentation de la disponibilité en acides gras libres et une augmentation des capacités oxydatives musculaires après entraînement. Ces adaptations s'accompagnent d'une augmentation du nombre et de la fonctionnalité des mitochondries au niveau musculaire ainsi que de remaniements importants des protéines impliquées dans la régulation de la lipolyse et du pool de triglycérides intramusculaires. De plus, l'entraînement induit une augmentation de la sensibilité à l'insuline générale et de la signalisation insulinique au niveau du muscle squelettique.

## CONCLUSION

En résumé, ces différentes études démontrent l'intérêt de l'exercice physique dans la prévention des complications métaboliques de l'obésité et pourraient conduire à la mise en place de programmes d'entraînements spécifiquement adaptés pour optimiser l'utilisation des lipides et améliorer la sensibilité à l'insuline chez les individus obèses.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Moro C, Berlan M (2006). Cardiovascular and metabolic effects of natriuretic peptides. *Fundam Clin Pharmacol*; 20, 41-49.
2. Lafontan M, Moro C, Berlan M, Crampes F, Sengenès C, Galitzky J (2008). Control of lipolysis by natriuretic peptides and cyclic GMP. *Trends Endocrinol Metab*, 19, 130-137.
3. de Glisezinski I, Moro C, Pillard F, Marion-Latard F, Harant I, Meste M, Berlan M, Crampes F, Riviere D (2003). Aerobic training improves exercise-induced lipolysis in SCAT and lipid utilization in overweight men. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 285, E984-990.
4. Moro C, Bajpeyi S, Smith SR: Determinants of intramyocellular triglyceride turnover: implications for insulin sensitivity (2008). *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 294, E203-213.

Selon la méthode basée sur le lipoxmax, pour une dépense énergétique donnée, les activités réalisées à des puissances correspondant au débit d'oxydation maximal des lipides seraient plus efficaces pour réduire la masse grasse et donc la masse corporelle. Il n'existe toutefois pas de démonstration expérimentale de la supériorité de cette méthode sur d'autres pour perdre du poids, et il est possible que ce ne soit pas le cas pour au moins trois raisons. La première est que le débit d'oxydation maximal des lipides n'est pas observé pour une puissance précise mais pour une large plage de puissances. La deuxième est que le lipoxmax et le débit d'oxydation des lipides varient, notamment en fonction de l'état nutritionnel. La dernière raison est qu'au cours des heures qui suivent l'exercice, l'oxydation des lipides est plus élevée si l'on a utilisé plus de glucides à l'exercice et inversement, le résultat étant qu'après quelques heures de récupération, l'oxydation totale de lipides est la même quelle que soit la quantité qui a été oxydée pendant l'exercice.

**Mots clés :** Calorimétrie indirecte respiratoire, Sélection des substrats, Obésité

Pour comprendre l'hypothèse sur laquelle repose la méthode basée sur le lipoxmax (en anglais : Fatmax) il faut rappeler qu'au cours d'un exercice de type aérobie l'organisme utilise un mélange de substrats énergétiques dont la composition varie : glucides, lipides (ou graisses) et protéines. La contribution respective de ces substrats à la fourniture de l'énergie peut être mesurée par calorimétrie indirecte respiratoire corrigée pour l'oxydation des protéines. Ces mesures sont à la portée d'un très grand nombre de centres d'évaluation publics ou privés, même si elles sont délicates et coûteuses. (Dans la méthode basée sur le lipoxmax, pour des raisons de commodité, les techniques utilisées ne permettent pas de mesurer l'oxydation des protéines qui n'est donc jamais prise en compte). L'utilisation des lipides suit une courbe en U renversé et augmente du repos jusqu'à une puissance qui correspond à leur oxydation maximale avant de décroître est d'être nulle à des puissances élevées. Le lipoxmax est la puissance correspondant au débit d'oxydation lipidique maximal. L'hypothèse est que les activités effectuées à une puissance qui correspond au lipoxmax et donc au débit d'utilisation lipidique maximal, pour une dépense énergétique donnée, seraient celles qui conduiraient à la plus grande perte de masse grasse et donc de poids (Brun, Romain & Mercier, 2011). Bien que cette idée simple soit séduisante, il est possible que cette hypothèse soit fautive et que cette approche ne se révèle pas plus efficace que d'autres pour perdre du poids, pour une dépense énergétique donnée, et ceci pour trois raisons à la fois pratiques (raisons 1 et 2) et théorique (raison 3).

La première raison est que le lipoxmax n'est pas un point mais une zone de puissances assez large pour lesquelles le débit d'oxydation des lipides est à peu près stable. Par exemple dans l'étude de Meyer, Folz, Rosenberg and Kindermann (2009), le débit d'utilisation des lipides est à environ 250 mg/min pour des puissances s'étendant de 20 à 65 % de la puissance aérobie maximale. Les individus qui font de l'activité physique sont donc très souvent au débit d'oxydation des lipides maximal sans le savoir et il n'est peut-être pas nécessaire de les soumettre à une évaluation compliquée et coûteuse pour le confirmer.

La deuxième raison est que la mesure du lipoxmax n'est pas fidèle mais varie en particulier selon l'état nutritionnel du sujet. Ceci a été également montré, entre autres, par Meyer, Folz, Rosenberg et Kindermann (2009). Les données d'Achten et Jeukendrup (2003) montrent quant à elles que le simple fait d'ingérer 75 de glucides 45 min avant la mesure diminue le débit maximal d'oxydation lipidique de 50% et déplace le lipoxmax de ~62 à 48% de la puissance aérobie maximale. Ces observations conduisent aussi à se poser la question de la pertinence de se soumettre à un test compliqué et coûteux pour déterminer son lipoxmax. Il n'y a aucune chance que la puissance déterminée lors du test corresponde au débit d'oxydation lipidique maximal à chacune des séances d'exercices du programme pour lesquelles les conditions (en particulier les conditions nutritionnelles) varient d'une fois à l'autre.

La troisième raison pour laquelle les activités effectuées selon les recommandations de la méthode basée sur le lipoxmax pourraient ne pas conduire à une perte de masse corporelle plus rapide que d'autres activités, pour une dépense énergétique donnée, est qu'il existe une compensation parfaite entre la quantité de substrats oxydés au cours de l'exercice et après l'exercice. Ainsi, quelques heures après l'exercice, quelles que soient les quantités de lipides et de glucides oxydés au cours de l'exercice, les quantités cumulatives oxydées, en prenant en compte la période de récupération, sont

identiques. Ceci a été montré dans plusieurs études dans lesquelles l'utilisation des glucides et des lipides a été comparée pendant un exercice correspondant à la même dépense énergétique mais effectué à des puissances différentes, et pendant les heures qui ont suivi l'exercice (ex : Folch, Péronnet, Massicotte, Duclos, Lavoie & Hillaire-Marcel, 2001; Pillard, Moro, Harant, Garrigue, Lafontan, Berlan, Crampes, de Glisezinski & Rivière, 2007). Comme cela était attendu, l'utilisation des lipides au cours de l'exercice est plus grande à basse puissance qu'à haute puissance. Par contre, l'utilisation des lipides au cours des heures qui suivent l'exercice est plus petite lorsqu'il a été effectué à haute puissance qu'à basse puissance. Au bout du compte les quantités de lipides et de glucides oxydées sont donc identiques quelle que soit la puissance à laquelle l'exercice a été réalisé. Les mécanismes physiologiques qui expliquent cette compensation n'ont pas été explorés et sont sans doute compliqués, mais la compensation entre la sélection des substrats au cours de l'exercice et après l'exercice semble être une contrainte des principes de conservation de la masse et de l'énergie appliqués à l'ingestion et à l'oxydation des substrats énergétiques.

Plusieurs études dans lesquelles d'entraînement au lipoxmax ont montré qu'il était possible d'obtenir des diminutions de la masse corporelle (Brun, Romain & Mercier, 2011). Toutefois, cet effet n'est pas propre à ce type d'exercice : tout exercice qui favorise une balance énergétique négative fait perdre du poids. Dans la seule étude où les effets de l'exercice au lipoxmax ont été comparés à ceux d'un exercice à une puissance correspondant à 1,4 x celle du lipoxmax, la perte de poids a, en fait, été plus grande dans cette deuxième modalité (~7 vs 5 kg) (Brandou, Savy-Pascaux, Marie, Bauloz, Maret-Fleuret, Borrocosos, Mercier et Brun (2005). En attendant que d'autres études comparatives soient conduites et rapportées on doit se montrer prudent et sceptique quant à l'intérêt de la méthode basée sur le lipoxmax pour contrôler la masse corporelle.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Achten, J., and Jeukendrup, A.E. (2003). The effect of pre-exercise carbohydrate feedings on the intensity that elicits maximal fat oxidation. *Journal of Sports Sciences*, 21, 1017-1024.
- Brandou, F., Savy-Pascaux, A.M., Marie, J., Bauloz, M., Maret-Fleuret, I., Borrocoso, S., Mercier, J., et Brun, J.F. (2005). Impact of high- and low-intensity targeted exercise training on the type of substrate utilization in obese boys submitted to a hypocaloric diet. *Diabetes and Metabolism*, 31, 327-335.
- Brun, J.F., Romain, A.J., & Mercier, J. Maximal lipid oxidation during exercise (lipoxmax) : from physiological measurements to clinical applications. Facts and uncertainties. (2011). *Science et Sports*, sous presse.
- Folch, N., Péronnet, F., Massicotte, D., Duclos, M., Lavoie, C., and Hillaire-Marcel, C. (2001). Metabolic response to small and large <sup>13</sup>C-labelled pasta meals following rest of exercise in man. *British Journal of Nutrition*, 85, 671-680.
- Meyer, T., Folz, C., Rosenberg, F. & Kindermann, W. (2009). The reliability of Fatmax. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19, 213-211.
- Pillard, F., Moro, C., Harant, I., Garrigue, E., Lafontan, M., Berlan, M., Crampes, F., de Glisezinski, I., and Rivière, D. (2007). Lipid oxidation according to intensity and exercise duration in overweight men and women. *Obesity*, 15, 2256-2262.

Oxydation maximale des lipides à l'exercice (LIPOXmax) : données établies, hypothèses et perspectives.

Jean-Frédéric Brun<sup>1,2</sup> et Jacques Mercier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INSERM U1046 « Physiopathologie & Médecine Expérimentale du Cœur et des Muscles »,  
Unité d'Explorations Métaboliques (CERAMM), Service Central de Physiologie Clinique; et

<sup>2</sup>Consultation d'Endocrinologie, Hôpital Lapeyronie CHU Montpellier  
[j-brun@chu-montpellier.fr](mailto:j-brun@chu-montpellier.fr)

**Keywords:** exercice, oxydation des lipides, LIPOXmax, calorimétrie indirecte

Récapitulant une masse de travaux du dernier quart du XXe siècle sur l'utilisation des substrats énergétiques à l'exercice, la théorie du "point de croisement" [1] suggérait l'importance physiologique d'une zone de puissances où s'observe une transition métabolique aboutissant à une utilisation prédominante des glucides. La suite logique des ces travaux fondamentaux avait été, au début des années 2000, la mise au point d'un test d'effort permettant de déterminer les pourcentages respectifs de glucides et de lipides oxydés à divers niveaux d'exercice. Plusieurs groupes [2,3,4], à l'orée des années 2000, ont proposé des tests de calorimétrie d'effort et étudié leur méthodologie, ce qui a permis de mesurer sur de vastes échantillons cette zone de transition et d'en définir les caractéristiques. Un des aspects les plus évidents qui a été mis en évidence est la courbe en cloche (plus ou moins étalée ou resserrée selon les cas) que décrit l'oxydation des lipides. Le sommet de cette courbe a été dénommé selon les auteurs LIPOXmax [2], FATOXmax[3] ou FatMax [4]. Le LIPOXmax stricto sensu est le niveau de puissances où s'annule la dérivée de la courbe d'oxydation des lipides en fonction de l'intensité de l'exercice [5]. Sa mesure par calorimétrie d'effort est reproductible, mais ce paramètre est modifié par plusieurs des situations physiologiques (entraînement physique, exercice ou repas réalisé dans les heures précédentes). Sa détermination prédit le débit d'oxydation lipidique à plateau d'un exercice modéré à puissance constante de 45-60 min réalisé à l'intensité correspondante. Il pourrait être un marqueur de "bonne forme métabolique" [6]. Le LIPOXmax est influencé par les catécholamines, l'hormone de croissance et l'IGF-I. Ses variations sont liées aux modifications du niveau de la citrate synthase musculaire, et à la capacité des mitochondries à oxyder les acides gras [6,7]. Logiquement, de même que le seuil ventilatoire a été proposé comme niveau de ciblage pour les pathologies dont le symptôme est la dyspnée (si l'on adhère au concept d'individualisation de l'activité physique [7]) le LIPOXmax paraît un niveau logique de ciblage pour individualiser l'activité physique en endurance chez les patients obèses ou diabétiques, caractérisés par une surcharge lipidique (adipeuse, musculaire et hépatique) [5]. Cet entraînement est réaliste chez des sujets très sédentarisés réfractaires à des prescriptions d'exercices plus intenses. Il augmente l'aptitude à oxyder les lipides à l'exercice, a des effets sur le métabolisme, la surcharge adipeuse, la respiration mitochondriale, mais les résultats d'études randomisées de grande ampleur actuellement entreprises ne sont pas disponibles. Une méta-analyse regroupant 16 études et totalisant 247 sujets confirme qu'un entraînement à ce niveau est efficace pour réduire la masse grasse, épargner la masse maigre, augmenter la capacité à oxyder les lipides pendant l'exercice, réduire la glycémie et l'HbA1c dans le diabète de type 2, et diminuer le cholestérol circulant. La comparaison du réentraînement au LIPOXmax et de l'*interval training* type « SWEET » montre que ces deux approches ont des bénéfices différents, le SWEET ayant des effets plus puissants sur l'aptitude aérobie, la pression artérielle et le cholestérol circulant, le LIPOXmax ayant des effets plus nets sur l'équilibre glycémique et la composition corporelle. Il reste bien des points à préciser mais la finalité de tels travaux serait de caractériser les effets particuliers de protocoles bien définis d'exercice pour en faire des outils thérapeutiques à part entière.



1. G.A. Brooks, J. Mercier, *Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept*, *J. Appl. Physiol.* 76 (1994) 2253-2261.
2. A. Pérez-Martin, M. Dumortier, E. Raynaud, J.F. Brun, C. Fédou, J. Bringer, et al., *Balance of substrate oxidation during submaximal exercise in lean and obese people*, *Diabetes Metab.* 27 (2001) 466-474.
3. O. Dériaz, M. Dumont, N. Bergeron, J.P. Després, M. Brochu, D. Prud'homme, *Skeletal muscle low attenuation area and maximal fat oxidation rate during submaximal exercise in male obese individuals*, *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 25 (2001) 1579-1584.
4. J. Achten, M. Gleeson, A.E. Jeukendrup, *Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation*, *Med Sci Sports Exerc.* 34 (2002) 92-97.
5. J. Brun, E. Jean, E. Ghanassia, S. Flavier, J. Mercier, *Metabolic training: new paradigms of exercise training for metabolic diseases with exercise calorimetry targeting individuals*, *Ann Readapt Med Phys.* 50 (2007) 528-534
6. P. Nordby, B. Saltin, J.W. Helge, *Whole-body fat oxidation determined by graded exercise and indirect calorimetry: a role for muscle oxidative capacity?*, *Scand J Med Sci Sports.* 16 (2006) 209-214.
7. G. Vallet, S. Ahmaidi, I. Serres, C. Fabre, D. Bourgooin, J. Desplan, et al., *Comparison of two training programmes in chronic airway limitation patients: Standardized versus individualized protocols*, *Eur. Resp. J.* 10 (1997) 114-122.

## *S10-Modélisation musculo-squelettique*

*Organisateurs : Eric Berton et Franck Multon*

<sup>1</sup>Université de la Méditerranée, ISM EJ Marey, Faculté des Sciences du Sport, Marseille, France, UMR 6233, 13288, Marseille.

<sup>2</sup>M2S, Université Rennes2, av. Charles Tillon, CS24414, 35044, Rennes.  
[eric.berton@univmed.fr](mailto:eric.berton@univmed.fr)

L'EMG a longtemps été le seul outil abordable d'estimation des coordinations et des activations musculaires. Cependant, cet outil a des limites : faible nombre de muscles mesurés, souvent limité aux muscles de surface, problèmes de normalisation des données... Les modèles musculo-squelettiques sont donc arrivés comme une promesse pour lever ces verrous et fournir des données pour tous les muscles impliqués, à partir de mesures simples et de dispositifs non-invasifs. Depuis le début des années 1990, de nombreux chercheurs, dans diverses disciplines, ont donc cherché à modéliser et à simuler les tensions/activations des principaux muscles mis en cause dans une performance donnée. On trouve des contributions en biomécanique, en robotique, en informatique... Chaque domaine scientifique contribuant à faire avancer ces approches tant sur le plan des modèles que des résolutions numériques. Cependant, ces approches offrent de multiples défis :

- savoir modéliser finement le système ostéo-articulaire et musculaire, de l'individualiser à la population étudiée,
- passer d'une mesure du mouvement des os grâce à des marqueurs externes, à une évaluation des tensions/activations musculaires impliquées,
- poser le problème sous une forme résoluble car la proposition d'une solution analytique unique n'est pas possible,
- proposer des contraintes additionnelles afin de gérer le problème de redondance des actionneurs (un nombre très élevé des muscles en rapport avec le nombre de degrés de liberté du squelette à contrôler),
- affiner les modèles de muscles, de tendons, de ligaments afin de tenir compte de caractéristiques individuelles ayant un impact fort sur la motricité (cas du handicap par exemple),
- valider les résultats sachant que les moyens d'exploration directs restent limités à quelques muscles de surface alors que l'estimation des tensions passe par une résolution globale du système musculaire,
- et maîtriser la portée pratique de ce type d'estimations dans de grands nombre d'applications.

L'objectif de ce symposium est de faire un point sur cette technique et de contribuer au débat sur la richesse et les limites de ces approches dans différentes applications type.

Le premier article de Rao et coll. propose un modèle multi-échelles pour représenter avec le plus de finesse possible la zone du pied soumise à des contraintes mécaniques. Le deuxième article de Colloud et coll. propose une approche pour retrouver les paramètres articulaires liés au mouvement des os à partir de mesures externes ; ces données doivent être le plus juste possibles pour piloter un modèle musculo-squelettique.

Le troisième article présenté par Bideau et coll. montre une application des modèles musculo-squelettiques dans le cas particulier du service de tennis qui est bien connu pour générer des stress importants au niveau de l'épaule.

Enfin, le dernier article présenté par Chèze et coll. présente un état de l'art concernant l'usage de ces approches dans le domaine clinique, pour la marche. L'idée est aussi de montrer les limites de ces modèles dans le cas d'applications médicales, et en particulier chirurgicales.

Pendant longtemps, le domaine de la biomécanique a été scindé en deux grandes parties : la modélisation fine des différents tissus et l'approche globale (aussi appelée analyse du mouvement). La modélisation musculo-squelettique a permis à ces deux parties de se rejoindre en cherchant un lien causal entre les phénomènes externes observables et ceux à l'origine de la mobilité du système ostéo-articulaire. De récents travaux tendent même à aller vers le domaine de la physiologie et de la neurophysiologie tant la tentation est forte d'aller encore plus loin dans cette relation causale. Les défis sont immenses mais les impacts aussi bien fondamentaux que pratiques le sont tout autant.

Un modèle éléments finis 3D du pied piloté par l'EMG pour estimer les contraintes internes en cours de mouvement

*Guillaume Rao<sup>1</sup>, André Jacques<sup>1</sup>, Charlie Barla<sup>2</sup> et Eric Berton<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Université de la Méditerranée, ISM EJ Marey, Faculté des Sciences du Sport, Marseille, France, UMR 6233, 13288, Marseille.

<sup>2</sup>Oxylane Research, Villeneuve d'Ascq, France.

[guillaume.rao@univmed.fr](mailto:guillaume.rao@univmed.fr)

L'estimation des contraintes subies par les différentes structures du corps humain (tendon, ligament, os) est d'un intérêt particulier pour l'étude des pathologies, des mécanismes lésionnels et peut également être nécessaire de manière prédictive lors d'opérations chirurgicales. Cependant, un nombre important de facteurs rentre en jeu dans le calcul de ces contraintes, avec en particulier la géométrie des structures, leurs caractéristiques mécaniques, les forces musculaires et les forces externes. La prise en compte de l'ensemble de ces facteurs nécessite le développement de modèles multi-échelles croisant une modélisation par éléments finis et une modélisation musculaire permettant d'estimer les tensions musculaires en cours de mouvement. L'objectif de cette communication est de proposer un modèle multi-échelle du pied humain afin d'analyser les contraintes subies par cette structure complexe.

**Mots-clés** : forces musculaires, EMG, éléments finis, contraintes internes, pied, mouvement.

## INTRODUCTION

L'estimation des contraintes internes subies par les différentes structures du corps humain (tendon, ligament, os) est d'un intérêt particulier pour l'étude des pathologies, des mécanismes lésionnels et peut également être nécessaire de manière prédictive lors d'opérations chirurgicales. Cependant, un nombre important de facteurs rentre en jeu dans le calcul de ces contraintes, avec en particulier la géométrie des structures, leurs caractéristiques mécaniques, les forces musculaires et les forces externes. Classiquement en biomécanique, chacun de ces aspects est traité de manière indépendante - par des modélisations par éléments finis et des modélisations globales du système musculosquelettique - et, à ce jour, peu de modélisations proposent de prendre en compte l'ensemble de ces facteurs de manière combinée. Quand cela est réalisé, les modèles proposés restent bidimensionnels (Halloran et al., 2010). L'objectif était de développer un modèle multi-échelle du pied humain couplant une modélisation par éléments finis basée sur de l'imagerie médicale et pilotée par des forces musculaires issues de modèles musculosquelettiques assistés par EMG.

## METHODE

La géométrie 3D des différentes structures (os, ligaments, fascia plantaire) est obtenue à partir d'acquisitions CT scan et IRM réalisées sur un sujet adulte male. Les propriétés mécaniques de chacune des structures sont issues de données disponibles dans la littérature ou estimées expérimentalement. La caractérisation mécanique des tendons est ainsi réalisée à l'aide d'images d'échographies et d'enregistrements de moments nets à la cheville lors d'une tâche de production de force maximale isométrique (Figure 1a).

Un élément représentant le centre de masse du sujet est ajouté, qui permet de prendre en compte la dynamique du système lors de l'impact.

9 tendons sont présents dans le modèle (Figure 1b) et permettent de piloter le pied à partir de forces musculaires estimées à partir l'EMG en utilisant un modèle musculosquelettique dirigé par l'EMG (Buchanan et al., 2004). Les données d'entrée pour ce modèle sont issues d'une analyse biomécanique d'un cycle de marche incluant la cinématique, la force de réaction du sol et les EMG des muscles principaux du membre inférieur.

Les données d'entrée nécessaires à la simulation sont l'angle d'attaque du pied par rapport au sol à l'impact, la vitesse du pied et du centre de masse à l'impact ainsi que le décours temporel des forces musculaires.

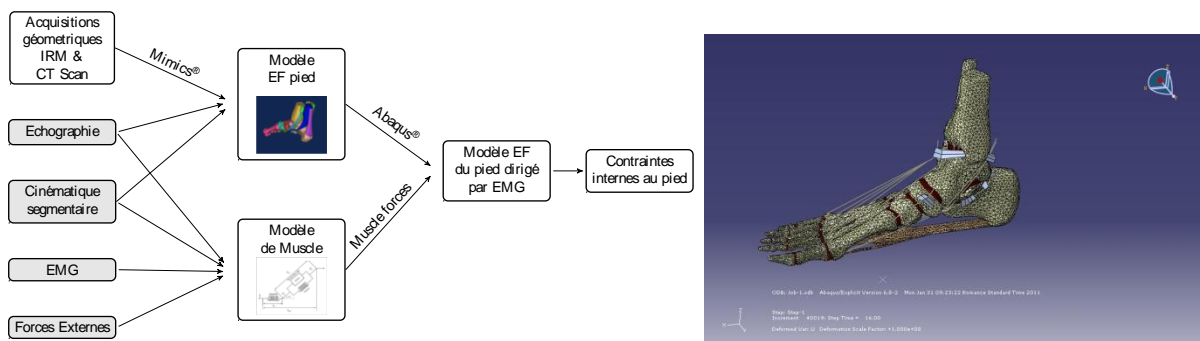


Figure 1 a) Schéma global de création du modèle de pied 3D par éléments finis piloté par l'EMG (à gauche) et b) représentation du modèle final (à droite).

## RESULTATS

Les premiers résultats disponibles montrent une très bonne adéquation entre les sorties du modèle éléments finis 3D du pied et les données acquises expérimentalement. La figure 2 illustre la très bonne capacité du modèle à prédire la force de réaction du sol, aussi bien en timing qu'en amplitude.

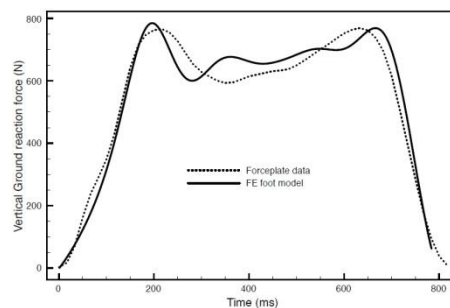


Figure 2 : Comparaison de la force verticale de réaction du sol enregistrée par la plateforme de force et simulée par le modèle éléments finis 3D du pied piloté par l'EMG. Notez la très bonne similitude des deux courbes.

## CONCLUSION

Le modèle de pied multi-échelle présenté ici montre une très bonne capacité de prédiction - gage de validité- et devrait permettre à court terme d'analyser les contraintes subies par le pied humain (sain et pathologique) afin de mieux comprendre les origines des déformations et des blessures, et permettre de proposer des solutions adéquates pour les réduire.

## BIBLIOGRAPHIE

- Buchanan T.S., Lloyd D.G., Manal K., Besier T.F. (2004). "Neuromusculoskeletal modeling : estimation of muscle forces and joint moments and movements from measurements of neural command." *JAB*, **20**, 367–395.
- Halloran J.P., Ackermann M., Erdemir A., Van den Bogert A.J. (2010) "Concurrent musculoskeletal dynamics and finite element analysis predicts altered gait patterns to reduce foot tissue loading". *J. Biomech*, **43**, 2810–2815.

## Estimation de la cinématique articulaire par optimisation numérique

*Floren Colloud<sup>1</sup>, Vincent Fohanno<sup>1</sup>, Mickaël Begon<sup>2,3</sup> et Patrick Lacouture<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Institut Pprime UPR 3346 CNRS – Université de Poitiers – ENSMA, Poitiers, France

<sup>2</sup> Université de Montréal, Département de Kinésiologie, Montréal (Qc) Canada

<sup>3</sup> Centre de Recherche de l'Hôpital Sainte-Justine, Montréal (Qc) Canada

[floren.colloud@univ-poitiers.fr](mailto:floren.colloud@univ-poitiers.fr)

La cinématique articulaire est l'une des données d'entrée de tout modèle musculo-squelettique. Son estimation à partir de données mesurées peut être améliorée par l'utilisation d'outils numériques avancés tel que l'optimisation globale ou filtre de Kalman. Des études se sont intéressées aux effets de contraintes cinématiques strictes pour des mouvements en boucle ouverte et de contraintes souples pour des mouvements en boucle fermées. Le but de cette étude est de formuler des recommandations sur le type d'algorithme et de contrainte afin de reconstruire la cinématique articulaire en présence de boucles fermées.

**Mots-clefs** : chaîne cinématique, optimisation globale, filtre de Kalman, contrainte de fermeture de boucle.

## INTRODUCTION

Optimisation globale (GO) et filtre de Kalman (KF) sont des outils numériques de plus en plus populaires pour estimer la cinématique articulaire à des fins de simulation ou pour introduire des contraintes cinématique. Si des études se sont intéressées aux contraintes articulaires (Duprey et coll., 2010) aucune ne s'est penché sur les fermetures de boucles présentent dans de nombreux sports (comme le pagayage en kayak), l'ergonomie ou des études cliniques. Pour assurer la fermeture de boucle, notre groupe de recherche a récemment proposé l'utilisation de contraintes souples (Fohanno et coll., 2010), méthode alternative aux contraintes strictes. Le but de cette étude est de formuler des recommandations sur le type d'algorithme et de contrainte afin de reconstruire la cinématique articulaire en présence de boucles fermées en évaluant (i) la précision de reconstruction, (ii) le respect de la fermeture de boucle, et (iii) la régularité de la cinématique articulaire.

## MÉTHODES

Dix athlètes de haut niveau en kayak de course en ligne (âge :  $20.1 \pm 2.2$  ans, taille :  $1.81 \pm 0.09$  m, masse :  $75.9 \pm 9.1$  kg), ont participé à cette étude. Ils ont été équipés de 95 marqueurs cutanés ( $M_{1-95}$ ) afin de définir les 17 segments de la chaîne cinématique. Deux marqueurs additionnels ( $M_{96-97}$ ) ont été placés sur la pagaie. Les trajectoires tridimensionnelles de ces marqueurs ont été enregistrées à 250 Hz par 10 caméras. Les centres articulaires ont été déterminés par une méthode fonctionnelle impliquant des mouvements selon tous les ddl. Une chaîne cinématique composée de 42 ddl a été définie pour chaque athlète dont les paramètres de la chaîne cinématique (longueur des segments, centre articulaire, coordonnées des marqueurs) ont été estimés à partir d'une position anatomique. Les participants ont réalisé un test de 45 s à 80 coups par minute sur un ergomètre de kayak. La cinématique articulaire a été reconstruite en utilisant 5 algorithmes: GO et KF sans contrainte de fermeture de boucle (G et K) et avec des contraintes souples introduites dans la fonction objectif sous forme de pénalités ( $G_p$  et  $K_p$ ), et GO avec des contraintes strictes ( $G_c$ ). L'analyse a été effectuée sur 10 cycles sélectionnés au milieu du test. Pour évaluer la précision de reconstruction de chaque algorithme, l'erreur globale de reconstruction a été calculée comme l'erreur quadratique moyenne entre les marqueurs mesurés et les marqueurs reconstruits par le modèle. Le respect de fermeture de boucle - pieds en contact avec le cale-pied et les deux demi-pagaies formant un segment - est défini par l'erreur observée entre marqueurs mesurés et marqueurs reconstruits au niveau des extrémités de la chaîne cinématique. La régularité de la cinématique a été estimée par la Mean Power Frequencies - fréquence à laquelle la puissance moyenne de la densité spectrale de puissance existe - des dérivées premières des coordonnées généralisées. Des analyses de variances, suivis de tests de comparaisons multiples si nécessaire, ont été réalisées sur ces trois critères.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Sans l'introduction de contraintes dans la reconstruction, les erreurs de fermeture de boucle étaient similaires aux erreurs de reconstruction, environ 10 mm, et ont été réduites à 2 mm avec l'introduction des contraintes. Pour GO sous contraintes strictes et KF avec contraintes souples, les erreurs de reconstruction ont été légèrement augmentées d'environ 2-3 mm. Par conséquent, les contraintes sont indispensables afin d'assurer la fermeture de boucle tout en gardant une bonne précision de reconstruction. Les algorithmes KF fournissent une cinématique articulaire plus lissée (plus faibles MPF) que les trois algorithmes GO. Contrairement aux contraintes souples, les contraintes strictes de fermeture de boucle conduisent à augmenter sensiblement les MPF. C'est une caractéristique importante à prendre en compte si l'on souhaite réaliser des simulations en présence de fermetures de boucle où le calcul des vitesses et accélérations articulaires est nécessaire.

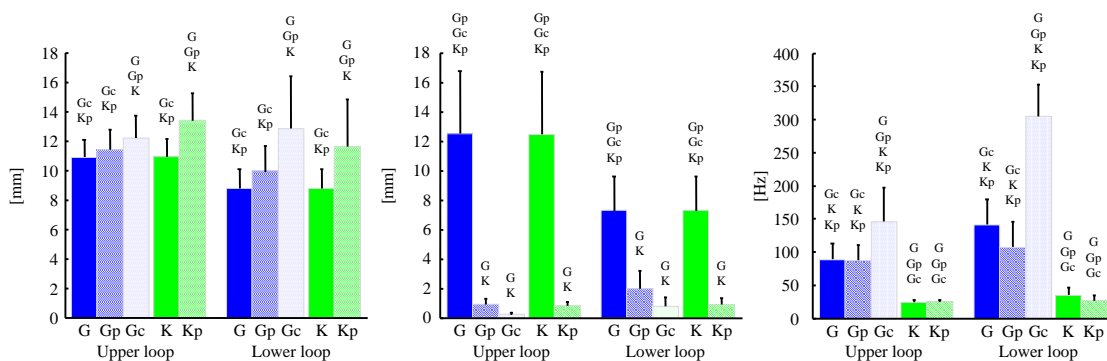


Figure 1 a) Erreur de reconstruction en mm (à gauche ; b) Erreur de fermeture de boucle en mm (au milieu) et c) Mean Power Frequencies en Hz (à droite). Une différence significative est signalée par le nom de l'algorithme au dessus de la barre d'écart type.

## CONCLUSION

Pour conclure, aucun algorithme ne fournit les meilleurs résultats pour l'ensemble des critères de performance. L'algorithme KF associé à des contraintes souples est le meilleur compromis entre la précision de la reconstruction, le respect de la fermeture de boucle et la régularité de la cinématique articulaire.

## BIBLIOGRAPHIE

- Duprey, S., Chèze, L., and Dumas, R., 2010, "Influence of Joint Constraints on Lower Limb Kinematics Estimation from Skin Markers Using Global Optimization," *Journal of Biomechanics*, 43(14), pp. 2858-2862.
- Fohanno, V., Colloud, F., Begon, M., and Lacouture, P., 2010, "Estimation of the 3d Kinematics in Kayak Using an Extended Kalman Filter Algorithm: A Pilot Study," *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 13 (suppl.1), pp. 55-56.

La plupart des études expérimentales sur le tennis se focalisent sur l'organisation segmentaire en lien avec la vitesse de balle sans prendre en considération les traumatismes engendrés. L'objectif de cette étude est donc de comparer les contraintes articulaires au niveau du membre supérieur, chez des joueurs professionnels et des joueurs de niveau régional lors du service au tennis. Les valeurs de forces, de puissance et de travail des forces internes (en valeur absolue) sont calculées pour les 3 articulations (épaule, coude, poignet) à l'aide d'un modèle musculo-squelettique. Les résultats montrent que les joueurs professionnels, en comparaison avec les joueurs de niveau régional, produisent des puissances et des travaux des forces internes supérieurs pour chaque articulation. Ces résultats pourraient expliquer l'apparition des traumatismes de la ceinture scapulaire, particulièrement retrouvés chez les joueurs de haut niveau.

**Mots clés :** Tennis, modélisation musculo-squelettique, dynamique inverse, contrainte articulaire

## **INTRODUCTION**

Le succès d'une tâche de frappe au tennis est conditionné par (au moins) deux aspects : la vitesse de la balle et la précision de la frappe lors de l'impact (Crespo et Miley, 1999). Des valeurs de vitesses de balles supérieures à 200 km/h au service et de l'ordre de 180km/h lors du coup droit ont ainsi pu être reportées. Ces vitesses élevées résultent d'une organisation segmentaire spécifique, largement décrite dans la littérature (e.g., Elliott et al., 2003) du point de vue cinématique (e.g., angles aux articulations, vitesses, accélérations, succession des pics de vitesse articulaires...) dynamique (e.g., forces de réaction au sol), ou cinétique (e.g., moment cinétique). D'autre part, plusieurs études en traumatologie rapportent de nombreuses douleurs musculo-tendineuses au niveau de la ceinture scapulaire (Kibler, 1995). Une hypothèse couramment avancée en lien avec ces traumatismes est la sollicitation répétée de l'articulation glénohumérale et les pics de forces importants. Dans cette étude, nous proposons de comparer les contraintes articulaires chez des joueurs professionnels et des joueurs de niveau régional lors du service au tennis.

## **METHODE**

18 joueurs âgés de 20 à 30 ans ont été considérés dans cette étude et divisés en deux catégories. 11 sujets étaient des joueurs professionnels et 7 joueurs étaient des joueurs de niveau régional. Chaque sujet était équipé de 42 marqueurs réfléchissants disposés sur des repères anatomiques et 5 marqueurs étaient positionnés sur la raquette. Le système VICON MX 40 composé de 12 caméras infrarouges dont la fréquence d'acquisition était réglée à 300 Hertz permettait l'enregistrement des trajectoires articulaires en 3D. Le traitement des données effectuées sous le logiciel IQ (Vicon) a permis de reconstruire en 3D le mouvement du joueur ainsi que la trajectoire de la balle. Les valeurs de forces, de puissance et de travail des forces internes (en valeur absolue) sont calculées pour les 3 articulations (épaule, coude, poignet) à l'aide du logiciel de modélisation musculo-squelettique AnyBody Modeling System 5.0 (Anybody Technology A/S, Aalborg, Danemark). Les données cinématiques issues de la capture de mouvement sont importées dans le modèle musculo-squelettique permettant le calcul des forces de réactions articulaires (Damsgaard et al., 2006). Le travail des forces internes est obtenu en intégrant les valeurs de puissance des forces de réaction articulaire entre l'amorce du mouvement et l'impact.

## **RESULTATS**

Les résultats montrent que les joueurs professionnels, en comparaison avec les joueurs de niveau régional, produisent des vitesses de balle, des puissances et des travaux des forces internes supérieurs pour chaque articulation (Tableau 1). On peut également observer la



diminution de la valeur du travail des forces internes de l'articulation distale vers l'articulation proximale.

|                      | Travail des forces internes à l'épaule (J) * | Travail des forces internes au coude (J) * | Travail des forces internes au poignet (J) * |
|----------------------|--|--|--|
| Groupe professionnel | 218.3  | 87.8                                       | 71.2   |
| Groupe régional      | 162.7  | 59.4                                       | 38.5   |

**Tableau 1 : valeurs moyennes du travail des forces internes calculé à l'épaule, au coude et au poignet (\* en valeur absolue).**

## **DISCUSSION**

Cette étude a pu montrer des différences significatives au niveau du travail des forces internes pour deux groupes d'expertise différents. Ces résultats pourraient expliquer l'apparition des traumatismes de la ceinture scapulaire, particulièrement retrouvées chez les joueurs de haut niveau au cours du mouvement de service au tennis. Une perspective à ce travail serait de tester différentes fonctions objectif dans un modèle musculo-squelettique afin de vérifier quel critère (fatigue, puissance, ...) est optimisé lors du service au tennis.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Crespo, M., Miley, D. (1999). *Advanced coaches manual*. London: ITF Ltd.
- Damsgaard, M., Rasmussen, J., Christensen, S.T., Surma, E., de Zee, M. (2006). Analysis of musculoskeletal systems in the Anybody Modeling System. *Simulation Modeling : Practice and Theory*, 14, 1100-1111.
- Elliott, B., Fleisig G., Nicholls, R., Escamilia, R. (2003). Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 76-87.
- Kibler, W.B. (1995). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clinics in Sports Medicine*, 14(1), 79-85.



L'estimation des forces musculo-tendineuses au cours de tâches de la vie quotidienne est essentielle pour évaluer les forces de contact articulaires, et ainsi permettre d'améliorer le diagnostic et le suivi du traitement des maladies neurologiques et orthopédiques. De nombreux modèles musculo-squelettiques ont été développés pour calculer les forces musculo-tendineuses individuelles à partir des données expérimentales disponibles. Les différentes méthodes proposées dans la littérature sont brièvement exposées et leurs limites soulignées. Des développements sont encore nécessaires, en particulier des études pour établir la validation des modèles, afin que l'estimation des forces musculo-tendineuses puisse être utilisée à des fins cliniques.

**Mots-clefs** : forces musculo-tendineuses, forces de contact articulaire, EMG, dynamique directe, dynamique inverse.

## INTRODUCTION

Les pathologies de l'appareil locomoteur et neurologiques deviennent un problème majeur de santé publique en raison du vieillissement de la population. Pour parvenir à une meilleure compréhension et un meilleur traitement de ces troubles, les études cliniques utilisent de plus en plus la modélisation biomécanique. Néanmoins, l'estimation des forces musculo-tendineuses et de contact articulaire nécessite l'utilisation de méthodes très spécifiques du fait de la redondance musculaire. L'objectif de cet article est d'établir un état de l'art des principales méthodes développées qui seront brièvement présentées (Erdemir et al., 2007) et discutées quant à leur possible utilisation dans un contexte clinique.

## METHODES

L'ensemble des méthodes d'estimation des forces musculo-tendineuses nécessite une description préalable de la géométrie musculaire. La plupart des modèles utilisent une modélisation linéaire basée sur les données de la littérature, mesurées sur un sujet sain (Delp et al., 1990). Des algorithmes définissant la ligne moyenne autour d'une surface de contact permettent d'affiner l'évaluation des bras de levier musculaires (Garner and Pandy, 2000; Desailly et al., 2010). En plus de la géométrie, le comportement actif du muscle peut aussi être modélisé. L'estimation de la force musculo-tendineuse tient alors compte des relations force-longueur et force-vitesse ainsi que des propriétés du tendon, constituant le modèle de Hill (Zajac, 1989).

### *Modèles dérivés de l'EMG*

Ces modèles sont constitués de deux parties : L'excitation musculaire est extraite par un filtre récursif sur les signaux EMG et la relation linéaire ou non-linéaire entre l'EMG et l'activation prise en compte (Potvin et al., 1996) ; puis la relation entre l'activation et la force musculo-tendineuse est modélisée (modèle de Hill). La force ainsi calculée suit bien le pattern d'activation mesurée sur le sujet. Néanmoins, le grand nombre de paramètres de ces modèles nécessite une procédure de calibrage longue et complexe (Lloyd and Besier, 2003; Amarantini et al., 2004).

### *Dynamique directe assistée d'un suivi de données.*

Le principe est de calculer la cinématique d'un modèle musculo-squelettique à partir de patterns d'activations musculaires initiaux donnés en entrée. La solution est comparée aux données expérimentales et un calcul itératif permet de conduire au pattern d'activation qui reproduit au mieux la cinématique mesurée (McLean et al., 2003). Les limites de cette

approche, outre le temps de calcul très long, sont les mêmes que celles des modèles dérivés de l'EMG, auxquelles s'ajoutent la qualité du modèle cinématique (Xiao and Higginson, 2008).

#### *Optimisation statique basée sur la dynamique inverse*

Les moments nets articulaires sont d'abord calculés à partir de la cinématique et des actions de contact mesurées, puis la distribution des forces dans les différents muscles est déterminée, à chaque instant, en minimisant sous contraintes une fonction objectif (des activations musculaires ou des forces musculo-tendineuses). Les choix de modélisation, en particulier les degrés de liberté motorisés par les muscles et ceux stabilisés par les structures passives sont d'une grande importance dans cette approche (Glitsch and Baumann, 1997). D'autre part, les résultats de dynamique inverse sont assez sensibles aux erreurs expérimentales et la définition d'une fonction objectif représentant correctement la commande du système nerveux central reste l'objet de nombreux débats.

### **CONCLUSION**

Avant l'adaptation de ces différentes méthodes au sein d'applications cliniques, il semble nécessaire de développer des modèles personnalisés prenant en compte les spécificités des sujets pathologiques (déformations osseuses, altération des caractéristiques musculaires, ...) et les moyens de validation des modèles, comme les prothèses instrumentées qui permettent de mesurer les actions de contact articulaires dépendant directement des forces musculaires (Kim et al., 2009).

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Amarantini D., Martin L. (2004) "A method to combine numerical optimization and EMG data for the estimation of joint moments under dynamic conditions". *J. Biomech*, **37**, 1393–1404
- Delp SL, Loan JP, Hoy MG, Zajac FE, Topp EL, Rosen JM. (1990) "An interactive graphics-based model of the lower extremity to study orthopaedic surgical procedures". *IEEE Trans Biomed Eng.* , **37**(8):757-67.
- Desailly E, Sardain P, Khouri N, Yepremian D, Lacouture P. (2010) "The convex wrapping algorithm: a method for identifying muscle paths using the underlying bone mesh." *J Biomech.* , 43(13), 2601-2607
- Erdemir A., McLean S., Herzog W., van den Bogert A. (2007) "model-based estimation of muscle forces exerted during movements". *Clinical Biomech*, **22**, 131-154.
- Garner BA, Pandy MG. (2001) "Musculoskeletal model of the upper limb based on the visible human male dataset." *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* , **4**(2), 93-126.
- Glitsch U., Baumann W. (1997) "The three-dimensional determination of internal loads in the lower extremity". *J. Biomech.*, **30**, 1123–1131.
- Kim HJ, Fernandez JW, Akbarshahi M, Walter JP, Fregly BJ, Pandy MG. (2009) "Evaluation of predicted knee-joint muscle forces during gait using an instrumented knee implant." *J Orthop Res.* , **27**(10):1326-1331.
- Lloyd D.G., Besier T.F. (2003) "An EMG-driven musculoskeletal model to estimate muscle forces and knee joint moments in vivo". *J. Biomech.*, **36**, 765–776.
- McLean S.G., Su A., van den Bogert A.J. (2003) "Development and validation of a 3-D model to predict knee joint loading during dynamic movement". *J. Biomech. Eng.*, **125**, 864–874.
- Potvin JR, Norman RW, McGill SM. (1996) "Mechanically corrected EMG for the continuous estimation of erector spinae muscle loading during repetitive lifting." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*, **74**(1-2),119-132.
- Xiao M. and Higginson JS. (2008) "Muscle function may depend on model selection in forward simulation of normal walking". *J Biomech* , **41**, 3236–3242
- Zajac F.E. (1989) "Muscle and tendon: properties, models, scaling, and application to biomechanics and motor control." *Crit. Rev. Biomed.Eng.*, **17**, 359–411.

## **SESSIONS ORALES**

***Neurosciences comportementales***

O45-Modulation of cortical oscillatory suppression is associated with decreased activation of antagonist muscles in strength-trained athletes

Fabien Dal Maso<sup>1</sup>, Marieke Longcamp<sup>1,2</sup> & David Amarantini<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> PRISSMH-LAPMA, Université Paul Sabatier Toulouse 3, France

<sup>2</sup> INCM, CNRS-Université de la Méditerranée, Marseille, France

<sup>3</sup> Département de kinésiologie, Centre de réadaptation Marie-Enfant, Université de Montréal, Canada

[dalmaso@cict.fr](mailto:dalmaso@cict.fr)

The adaptations induced by strength-training throughout all levels of the neuraxis increase efficiency of muscle contraction during force production task. This study investigated the modulations of cortical oscillations suppression associated with an “optimized” agonist-antagonist co-activation pattern. The electro-encephalogram, the electromyogram and the net joint torque were recorded while ten strength-trained athletes and eleven untrained participants performed an isometric force production task at different levels of their maximum voluntary contraction. Our results confirm the importance of the supraspinal level for regulation of antagonist muscles coactivation, and further suggest that the modulation of the central command observed in strength-trained athletes could convey a specific encoding of antagonist muscles activation, responsible for more efficient muscular contraction.

**Keywords:** motor cortex adaptations; agonist-antagonist co-activation; cortical oscillations; strength-training; submaximal isometric contractions

## INTRODUCTION

Adaptations in response to strength-training contribute to increase efficiency of muscle contraction through a decrease of antagonist muscles activity (Tillin et al., 2011). At the supraspinal level, Falvo et al. (2010) showed that strength-training involves adaptations in term of motor-related evoked potentials recorded by electroencephalography (EEG). The present study compared the modulations of cortical oscillatory activity in strength-trained athletes (ST) and untrained participants (UT) during an isometric force production task, with the aim to investigate whether modulation of oscillatory cortical suppression could be associated with an “optimized” agonist-antagonist co-activation pattern. Given that voluntary contractions lead to the suppression of cortical oscillations ~ 20 Hz (Mima et al., 1999), and that activation of contralateral motor cortex is higher in high-skilled participants (Lotze et al., 2003), we hypothesized increased suppression of cortical oscillations in the ~ 20 Hz frequency band associated with decreased activation of antagonist muscles in strength-trained athletes.

## METHODS

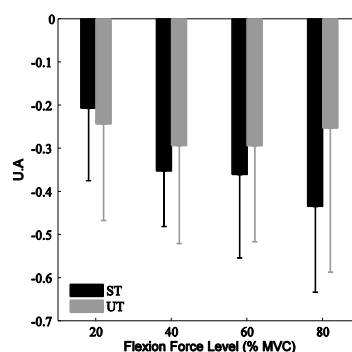
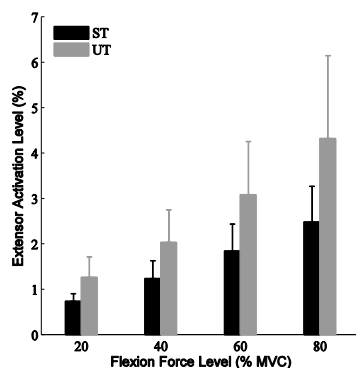
Ten ST and eleven UT males participated in this study. EEG was recorded using a 64-channel Biosemi Active Two system at 1024 Hz. Surface electromyography (EMG) was recorded at 1000 Hz with Delsys Bagnoli-8 from representative flexor and extensor knee muscles. The net knee joint moment was measured by a BIODEX S4 Pro dynamometer at 1000 Hz. Participants performed a total of 20 knee isometric flexion contractions from 20 to 80 % of their previously determined maximum voluntary contraction (MVC), in steps of 20 %. The EEG task-related modulations of cortical oscillations of the Cz electrode were computed using Morlet-wavelet time-frequency transformation in the ~ 20 Hz frequency band. For each muscle, the EMG activation level was computed as the mean of the EMG linear envelop normalized to the EMG maximal value obtained from MVC contractions. A two factors repeated measures ANOVA (*Force level* × *Expertise*) was carried out ( $p < .05$ ). Linear regression was tested between the EEG task-related cortical oscillations and EMG activation level of extensor and flexor muscles.

## RESULTS

ST and UT produced similar MVC values ( $110.1 \pm 28.5$  and  $108.3 \pm 24.7$  Nm, respectively;  $t_{19} = 0.16$ ;  $p > .05$ ). Statistical analyses showed a *Force level* effect ( $F_{1,19} = 9.79$ ;  $p < .05$ ), an *Expertise* effect ( $F_{3,57} = 83.10$ ;  $p < .05$ ) and a *Force level*  $\times$  *Expertise* interaction ( $F_{3,57} = 6.32$ ;  $p < .05$ ) on the level of EMG activity in antagonist muscles (Fig. 1). A *Force level* effect ( $F_{3,57} = 3.35$ ;  $p < .05$ ) and a *Force level*  $\times$  *Expertise* interaction ( $F_{3,57} = 3.67$ ;  $p < .05$ ) were also found on the  $\sim 20$  Hz cortical oscillations suppression (Fig 2). A significant correlation was found between  $\sim 20$  Hz cortical oscillations suppression and the level of EMG activity of antagonist muscles in ST ( $r = -0.51$ ;  $p < .05$ ) and UT ( $r = 0.3$ ;  $p < .05$ ).

Figure 1 Antagonist EMG activation at each force level in ST and UT (mean  $\square$  std)

Figure 2  $\sim 20$  Hz EEG oscillations suppression at each force level in ST and UT (mean  $\square$  std)



**Fig. 1:** Antagonist EMG activation at each force level in ST and UT (mean  $\square$  std)

**Fig. 2:**  $\sim 20$  Hz EEG oscillations suppression at each force level in ST and UT (mean  $\square$  std)

## DISCUSSION

Despite ST and UT produced equivalent MVC values, probably due to the aspecificity of the experimental task for ST, our results confirm previous findings that strength-training involves lower antagonist muscle activation (Tillin et al., 2011), leading to a form of energetic optimization of muscular contraction. The linear correlation between cortical oscillatory suppression and EMG activity of antagonist muscles confirms the important role of supraspinal control for regulation of antagonist muscles coactivation in both ST and UT. However, the suppression of  $\sim 20$  Hz cortical oscillations with increase in *Force Level* revealed specific effects of strength-training. Considering that increase in motor cortex activation could reflect the control of muscles other than the prime mover muscles (Dettmers et al., 1995), our findings suggest that the central command could exert a specific encoding of antagonist muscles activation in ST, responsible for more efficient muscular contraction.

## REFERENCES

- Dettmers, C., Fink, G.R., Lemon, R.N., Stephan, K.M., Passingham, R.E., Silbersweig, D., Holmes, A., Ridding, M.C., Brooks, D.J., Frackowiak, R.S. (1995). *J. Neurophysiol.*, 2, 802-815.
- Falvo, M.J., Sirevaag, E.J., Rohrbaugh, J.W., Earhart, G.M. (2010). *Eur. J. Appl. Physiol.*, 109, 923-33.
- Lotze, M., Scheler, G., Tan, H.R.M., Braun, C., Birbaumer, N. (2003). *NeuroImage*, 20, 1817-1829.
- Mima, T., Simpkins, N., Oluwatimilehin, T., Hallett, M., (1999). *Neurosci. Lett.*, 275, 77-80.
- Tillin, N.A., Pain, M.T., Folland, J.P. (2011). *Muscle Nerve*, 43, 375-84.

## O46-Cohérence corticomusculaire entre l'AMS et les muscles de la main droite dans une tâche bi-manuelle de pince de précision

*Jonathan Entakli<sup>1</sup>, Sophie Chen<sup>1</sup>, Mireille Bonnard<sup>2</sup>, Jozina De Graaf<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire UMR 6233 ISM UFR STAPS, CNRS- Université Aix-Marseille II

<sup>2</sup>Institut des neurosciences cognitives de la méditerranée, UMR 6193, CNRS

jonanthony@live.fr

Nous avons utilisé l'électroencéphalographie pour étudier la communication neurale directe entre l'aire motrice supplémentaire (AMS) et les muscles de la main droite dans une tâche bi-manuelle de production précise de force. Cette communication s'exprime par une cohérence corticomusculaire (CCM) obtenue par l'enregistrement simultané des activités musculaires et corticales. Les sujets devaient maintenir un curseur sur une courbe de force en exerçant des pressions avec le pouce et l'index de la main droite (pince) sur un capteur de force tenu avec la pince de la main gauche. Les résultats démontrent une CCM entre l'AMS et les muscles de la main droite. Pour la première fois, un rôle direct des projections spinales en provenance de l'AMS dans le contrôle manuel précis de force a pu être observé.

**Mots clés :** Cohérence corticomusculaire, pince de précision, tâche bi-manuelle, cortex.

### INTRODUCTION

Il est bien connu que l'information neurale contrôlant les muscles de la main est transmise du cortex moteur primaire (M1) vers les muscles par la voie corticospinale qui projette sur les motoneurons (Mns) de la musculature distale. Chez le singe, des projections spinales, bien qu'ayant des effets moins excitateurs, sont aussi trouvées en provenance des aires motrices secondaires telles que l'aire motrice supplémentaire (AMS) et l'aire prémotrice (Lemon et al., 1995). Il a été montré que l'activité neurale dans l'AMS est liée à la précision du contrôle de force (Kutzt-Buschbeck et al., 2001), et semble être liée au contrôle bi-manuel (Jäncke et al., 1998). Cependant, le rôle de ces projections corticospinales en provenance de l'AMS dans le contrôle musculaire de la main n'est pas connu. Dans cette étude, nous avons étudié les mécanismes corticospinaux impliqués dans une tâche bi-manuelle de pince de précision (opposition pouce-index) en étudiant la cohérence corticomusculaire (CCM). Celle-ci reflète la communication entre des aires corticales motrices et les Mns, et peut être obtenue par l'enregistrement simultané de l'activité corticale (électroencéphalographie, EEG) et l'activité musculaire (électromyographie, EMG). La CCM est une mesure de la synchronisation entre l'activité de la population de neurones corticale et la population de Mns activant le muscle concerné. Elle s'exprime en fonction de la fréquence de l'activité neuronale, et les valeurs de cohérence obtenues sont toutes comprises entre 0 et 1. Nous avons analysé les cartographies des CCM, i.e., la distribution des valeurs de CCM sur la surface du crâne.

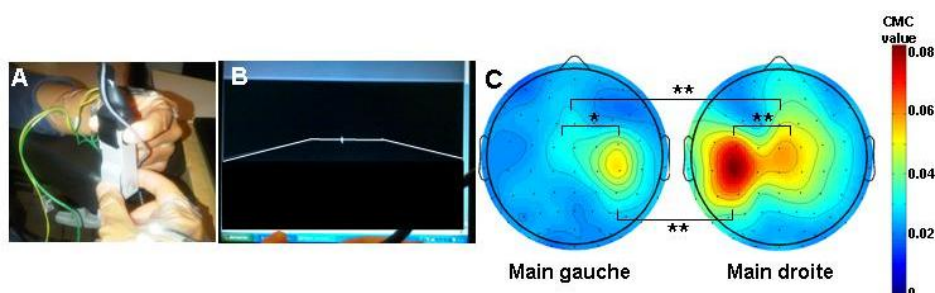
### METHODE

Dix sujets droitiers ont réalisé une tâche visuomotrice bi-manuelle de contrôle de faible force avec leur pince de précision. Le but était de maintenir un petit curseur sur une courbe indiquant le niveau de force à produire, affichés sur un écran (Fig. 1B), en exerçant des pressions sur un capteur de force avec la pince de la main droite (une augmentation de pression dans le capteur faisant monter le curseur). Les sujets devaient tenir le capteur entre le pouce et l'index de la main gauche afin de pouvoir effectuer cette tâche (Fig. 1A). En effet, le poids du capteur était choisi de telle façon que si le sujet le tenait qu'avec la main droite, la pression exercée sur ce capteur était déjà au-delà du niveau de force exigée. Un EEG (64 canaux) était enregistré simultanément avec un EMG de surface des muscles intrinsèques de chaque main. La CCM était calculée pour les signaux EMG rectifiés de chacun des muscles impliqués et chacune des électrodes EEG. La CCM ainsi que son seuil de significativité (fixé à 95 %) étaient calculés à l'aide d'une boîte à outil Matlab (Fieldtrip) en suivant une méthode couramment utilisée dans la littérature (e.g., Omlor et al., 2007).

## RESULTATS

Pour tous les sujets, les valeurs de CCM maximales étaient trouvées dans la bande de fréquence bêta (15-30 Hz) avec un maximum à  $23.9 \pm 2.9$  Hz. On a observé une différence entre les deux mains dans la cartographie de la CCM à cette fréquence moyenne (Fig. 1C). En effet, pour la main gauche, la CCM se trouve au niveau de l'aire sensorimotrice droite. Pour la main droite, cependant, non seulement on trouve une CCM au niveau de l'aire sensorimotrice gauche mais aussi au niveau de la région de l'AMS. Des tests statistiques (ANOVA) ont confirmé cette observation.

**Fig. 1.** A. Capteur de force tenu par les deux mains. B. Courbe de force défilante de droite à gauche sur l'écran et



curseur dont la position verticale est contrôlée par des pressions exercées sur le capteur avec la pince de la main droite. C. Cartographie des valeurs de CCM pour les deux mains ainsi que les résultats des tests statistiques. \*\*  $p < 0.01$  ; \*  $p < 0.05$ .

## DISCUSSION

Les CCM obtenues au niveau de l'AMS montrent une communication entre cette aire et les Mns des muscles de la main. La différence de valeur de cohérence entre la main droite et gauche suggère que l'implication des projections spinales provenant de l'AMS est plus forte lorsque le contrôle de la force exige plus de précision, chose déjà démontrée pour M1 (Bonnard et al., 2007). En effet, la tâche n'exigeait aucune précision pour la main gauche. En conclusion, pour la première fois, un rôle direct des projections spinales en provenance de l'AMS dans le contrôle manuel *précis* de force chez l'Homme a pu être observé.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bonnard, M., Gallea, C., De Graaf, J., Pailhous, J. (2007). Corticospinal control of the thumb-index grip depends on precision of force control : a transcranial magnetic stimulation and fMRI study in humans. *European Journal of Neuroscience*, 25, 872-880.
- Jäncke, L., Peters, M., Schlaug, G., Posse, S., Steinmetz, H., Müller-Gärtner, H. -W. (1998). Differential magnetic resonance signal change in human sensorimotor cortex to finger movements of different rate of the dominant and subdominant hand. *Cognitive Brain Research*, 6, 279-284.
- Omlor, W., Patino, L., Hepp-Reymond, M.C., Kristeva, R. (2007). Gamma range corticomuscular coherence during dynamic force output. *NeuroImage*, 34, 1191-1198.
- Kuhtz-Buschbeck, JP., Henrik Ehrsson, H., Forssberg, H. (2001). Human brain activity in the control of fine static precision grip forces: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 14, 382-390.
- Lemon, R.N., Johansson, R.S., Westling, G. (1995). Corticospinal control during reach, grasp, and precision lift in man. *Journal of Neuroscience*, 15, 6145-6156.



O47-Désynchronisation corticale lors de contractions isométriques volontaires sous maximales chez le sujet tétraplégique

*Sylvain Cremoux<sup>1,2</sup>, Jessica Tallet<sup>2</sup>, Eric Berton<sup>1</sup>, Fabien Dal Maso<sup>2</sup>, David Amarantini<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> ISM, Faculté des Sciences du Sport, Université de la Méditerranée <sup>2</sup> PRISSMH-LAPMA, Université de Toulouse <sup>3</sup> Département de kinésiologie, CRME, Université de Montréal

[sylvain.cremoux@univmed.fr](mailto:sylvain.cremoux@univmed.fr)

La production d'un effort musculaire est associée à une désynchronisation de l'activité corticale (ERD). L'ERD ne semble pas différer entre lésés médullaires et personnes valides mais le lien entre ERD et moment de force net reste encore à préciser. Ce travail propose d'analyser l'ERD et le moment de force net lors de contractions isométriques chez 6 adultes tétraplégiques et 8 adultes valides. Nos résultats suggèrent que la production d'un moment de force net est associée à une ERD supérieure chez les tétraplégiques ayant un déficit fonctionnel en extension. Au contraire, les tétraplégiques ayant récupéré sont capables de produire un moment de force net équivalent à celui des valides avec un même niveau d'ERD. Ces résultats suggèrent que les tétraplégiques ont bénéficié d'une réorganisation corticale à la base de leur récupération fonctionnelle.

**Keywords:** lésion médullaire, récupération fonctionnelle, ERD, moment de force

## INTRODUCTION

A la suite d'une lésion médullaire, une question fondamentale est celle du lien entre réorganisation corticale et récupération fonctionnelle (Kokolito et al., 2009). L'électroencéphalographie (EEG) est une technique particulièrement pertinente pour aborder cette question car elle a permis de mettre en évidence l'existence d'une corrélation entre les activités corticale et motrice. Chez les personnes valides, la production d'un effort musculaire est associée à une désynchronisation (ERD) des oscillations cérébrales dans la bande de fréquence 13-31 Hz (Pfurtscheller & Lopes Da Silva, 1999). L'ERD est modulée par le niveau de force développé (Mima et al., 1999). Chez les personnes lésées médullaires, l'ERD ne semble pas différer de celle des personnes valides lors d'une tâche motrice tentée ou réalisée (Gourab & Schmidt, 2010), mais aucune étude ne s'est encore intéressée au lien entre ERD et production de force. Notre étude vise à tester les effets d'une tétraplégie sur l'ERD associée au moment de force net développé en conditions isométriques.

## MATERIEL ET METHODES

Deux groupes ont participé à cette étude : le groupe SCI composé de 6 participants tétraplégiques (lésion C5-C7) en phase chronique depuis  $10.5 \pm 3.7$  ans, et le groupe AB composé de 8 participants valides. L'activité EMG des muscles fléchisseurs et extenseurs et le moment de force net développé autour de l'articulation du coude ont été enregistrés grâce au système EMG BIOPAC et à un ergomètre BIODEX S4 Pro (1 kHz). L'activité EEG a été recueillie à 1024 Hz par le système BIOSEMI 64 voies. Préalablement à l'expérimentation, les SCI ont réalisé un bilan musculaire de la flexion et de l'extension du coude. Pendant l'expérimentation, les participants étaient assis et sanglés au fauteuil de l'ergomètre, le bras droit formant un angle de 90° avec l'avant-bras. La tâche comprenait 7 essais de 21 contractions isométriques en flexion et en extension autour de l'articulation du coude selon 3 niveaux de force : 25, 50 et 75% du moment de force net maximal atteint sans artéfact EEG (MVC). Chaque contraction durait 6 secondes et était suivie d'une période de repos de 6 secondes. Entre chaque essai, un repos de 3 minutes minimum était respecté afin d'éviter toute apparition de fatigue. Sur l'ensemble des signaux EEG, seules les électrodes C3 et Cz ont été sélectionnées pour l'analyse des données. Le signal de l'électrode C3, référencée par rapport à Cz, a été filtré puis nettoyé des artéfacts oculaires par analyse en composantes indépendantes (Infomax ICA, EEGLAB) et des artéfacts musculaires après inspection visuelle. Pour chaque contraction, l'ERD a été calculée selon l'équation proposée par Pfurtscheller et Lopes Da Silva (1999), et normalisée par le moment de force net produit (nERD). Une ANOVA ( $p < .05$ ) a été réalisée sur l'ensemble des variables MVC, ERD et nERD.

## RESULTATS

La MVC des AB et des SCI est identique en flexion ( $45.3 \pm 5.8$  vs.  $46.3 \pm 11.9$  Nm) mais diffère en extension ( $39.1 \pm 14.3$  vs.  $18.8 \pm 28.1$  Nm ;  $F(1,12) = 6.50$ ,  $p < .05$ ). Conformément aux résultats du bilan musculaire des muscles extenseurs, deux sous-groupes SCI se distinguent en extension (Fig. 1) : 3 participants (SCI-) avec un score fonctionnel de 5/5 produisant une MVC identique aux AB ; 3 participants (SCI+) avec un score  $\leq 2/5$  ayant une MVC proche de 0 Nm. Concernant l'ERD, l'effet du niveau de force n'est significatif qu'en flexion ( $F(2,24) = 11.79$ ,  $p < .05$ ) en raison des performances particulières des SCI+ en extension. Une analyse qualitative des résultats suggère que l'ERD des SCI+ diffère de celle des AB et des SCI- en extension ( $-0.34 \pm 0.01$  vs.  $-0.27 \pm 0.05$  et  $-0.25 \pm 0.03$ ) comme en flexion ( $-0.34 \pm 0.11$  vs.  $-0.23 \pm 0.06$  et  $-0.22 \pm 0.08$ ). La nERD semble augmentée chez les SCI+ uniquement en extension (Fig.2), c'est-à-dire lorsque leur MVC est proche de 0 Nm.

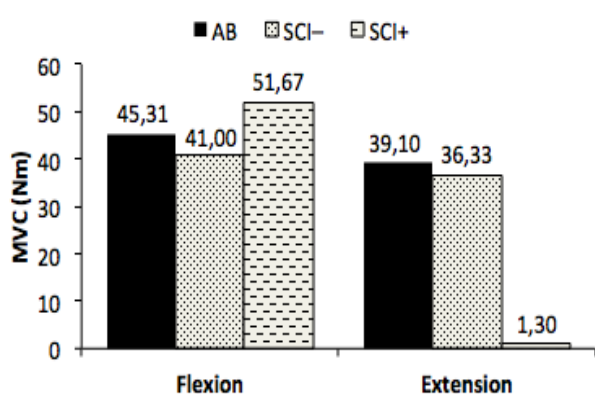


Figure 1. MVC<sub>REL</sub> des AB, SCI- et SCI+ en flexion et en extension.

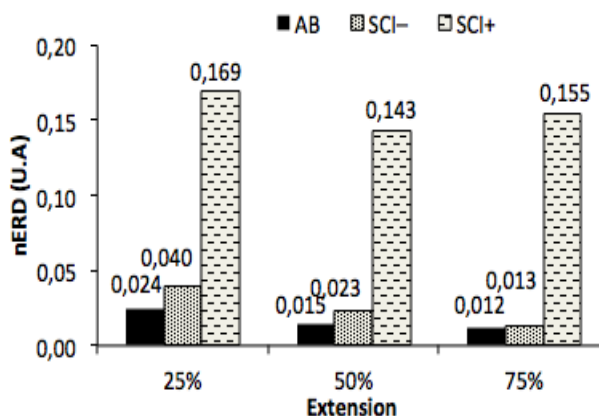


Figure 2. nERD des AB, SCI- et SCI+ à 25, 50 et 75% MVC en extension.

## DISCUSSION

Nos résultats indiquent que la production d'un effort musculaire est associée à une plus grande désynchronisation corticale chez les tétraplégiques présentant un déficit fonctionnel en extension (SCI+). Au contraire, les tétraplégiques ayant récupéré (SCI-) sont capables de produire un effort musculaire équivalent à celui des valides avec un même niveau de désynchronisation corticale. Ces résultats suggèrent que la modification des caractéristiques de la commande centrale s'exprime en termes d'effort uniquement chez les SCI présentant une nERD équivalente à celle des AB (i.e., les SCI-). Il semble donc que seuls les SCI- aient bénéficié d'une réorganisation corticale à la base de leur récupération fonctionnelle. Ces résultats confirment que la récupération fonctionnelle est fortement corrélée à la réorganisation corticale (Kokolito, et al., 2009). Ils seront complétés par une analyse de la cohérence corticomusculaire et la prise en compte du niveau de cocontraction.

## O48- Une stimulation corticale infraliminaire peut-elle modifier le niveau d'excitabilité spinale?

*Sidney Grosprêtre, Charalambos Papaxanthis, Alain Martin*

INSERM U887, Faculté des sciences du sport, BP 27 877, Dijon F-21078, France

sidney.grospretre@gmail.com

On sait que l'efficacité de la transmission au niveau spinal est différente selon le mode de sollicitation du muscle, étant diminuée lorsque celui-ci est étiré (Duclay et al. 2005). La question est de savoir si une stimulation nerveuse infraliminaire peut contrecarrer les effets dus au mode de contraction. En couplant la méthode du réflexe H et de la TMS sur 11 sujets, il s'est avéré que l'impulsion nerveuse infraliminaire avait un impact sur la réponse spinale (H) seulement lors de l'étirement du muscle. L'impulsion infraliminaire aurait levé les inhibitions liées à ce mode de sollicitation particulier. Ces résultats nous permettent de proposer un modèle pour l'étude l'imagerie motrice, qui pourrait aussi être générateur d'influx nerveux infraliminaires.

**Mots clés :** TMS, réflexe H, excitabilité spinale, étirement, imagerie mentale.

### **INTRODUCTION**

Chez l'homme, la mesure du réflexe H (électriquement induit, Hoffmann 1918) est généralement utilisée pour évaluer, au niveau spinal, l'efficacité de la transmission synaptique intervenant entre les afférences (essentiellement Ia) et les motoneurons du muscle homologue. De nombreuses études ont montré que ce réflexe, indicateur de l'excitabilité spinale, pouvait être modulé en fonction de la tâche ou du niveau d'activité des muscles. Spécifiquement, il est maintenant clairement admis que l'excitabilité spinale est réduite lorsque le muscle est étiré passivement (Romano & Schieppatti 1987). Cette modification est attribuée à des inhibitions présynaptiques, qui peuvent être partiellement compensée quand le muscle est actif. (Duclay et al 2005). Toutefois, la question concernant la nature de l'impact de la commande cortico-spinale sur le niveau médullaire, c'est-à-dire la levée des inhibitions présynaptiques et/ou augmentation de l'excitabilité du pool des motoneurons, reste posée.

Pour répondre en partie à cette question, nous proposons de conditionner le réflexe H par une stimulation magnétique transcrânienne (SMT) induite à un seuil inférieur au seuil permettant d'évoquer une réponse motrice (stimulation infraliminaire). Si ce conditionnement de la réponse H diffère entre les différents modes de sollicitation nous serons à même de conclure quant à la spécificité de la commande cortico-spinale en fonction du mode d'action musculaire (concentrique, excentrique...).

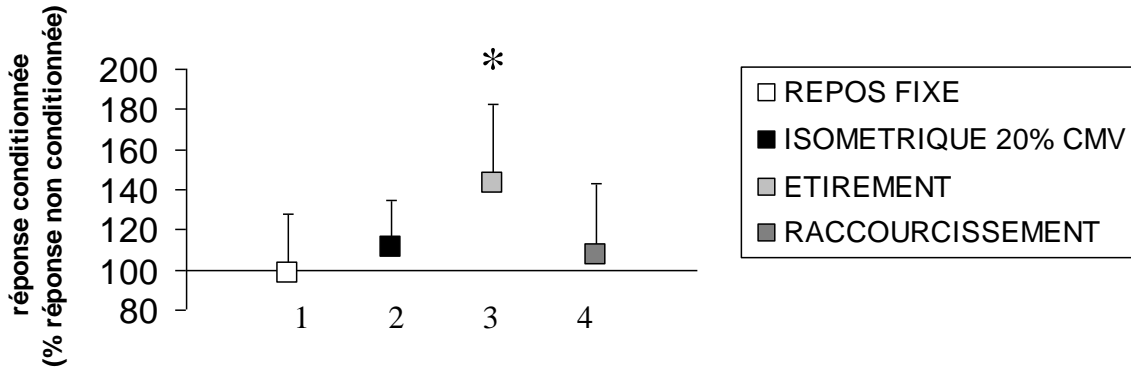
### **MATERIEL ET METHODES**

11 sujets jeunes ( $24.7 \pm 6.1$  ans) et en bonne santé ont participé à cette étude. L'électromyographie de surface (EMG) a été utilisée afin d'enregistrer les réponses musculaires du soléaire, en plaçant deux électrodes sur le ventre du muscle. Afin d'enregistrer le réflexe H, des impulsions électriques percutanées ont été appliquées au nerf tibial postérieur en stimulant dans le creux poplité. Les réponses corticales (Motor Evoked Potential, ou MEP) ont quant à elles été évoquées en appliquant une stimulation magnétique transcrânienne (SMT) au niveau de l'aire motrice primaire du soléaire.

**STIMULATION CONDITIONNEE.** Afin d'évaluer si la stimulation infraliminaire avait un impact sur l'efficacité spinale, la méthode de la SMT a été couplée à celle du réflexe H. La stimulation électrique du nerf a été conditionnée par la stimulation infraliminaire du cortex. L'intervalle entre les deux stimulations a été de 5 ms. De cette façon, l'influx cortical arrive au niveau de la moelle avant l'influx provenant de la stimulation du nerf.

Cette double stimulation a été appliquée lors de deux conditions expérimentales (au repos et à 20% de CMV, Contraction Maximale Volontaire), ainsi que lors de sollicitations passives du muscle : pendant une dorsi-flexion de la cheville (étirement du soléaire) et pendant une flexion plantaire (raccourcissement du soléaire).

## RESULTATS

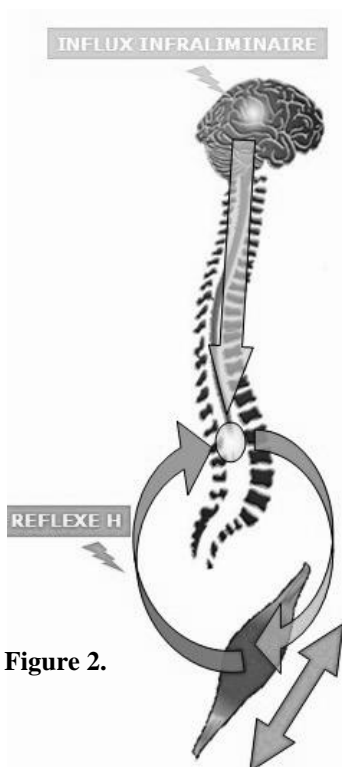


**Figure 1.** Le même comportement est observé sur les 11 sujets participants à l'étude. La double stimulation conditionnée est significativement plus grande lorsque le muscle est passivement étiré (3). Dans les autres conditions (1 : repos statique, 2 : contracté mais statique, 4 : raccourci passivement), aucune modification n'est observée entre la stimulation conditionnée et non-conditionnée. Les résultats sont présentés ici en pourcentage de la réponse H non-conditionnée de la condition correspondante.

## DISCUSSION

L'impulsion magnétique transcrânienne infraliminaire a permis d'augmenter la réponse H (spinale) dans la condition d'étirement du muscle. Or, lorsque le muscle est étiré, il a été montré que des inhibitions présynaptiques diminuaient la réponse H (Duclay et al. 2005). La stimulation transcrânienne aurait donc augmenté la réponse musculaire en levant ces inhibitions. Ceci explique que la plus grande augmentation de la réponse H ait été observée lors de l'étirement du muscle, mode de sollicitation où les inhibitions présynaptiques sont les plus importantes.

Nous supposons qu'un influx nerveux infraliminaire pourrait également être généré lors de l'imagerie mentale du mouvement. Des études par imagerie cérébrale fonctionnelle (IRMf) et par TMS ont pu montrer que lors de la simulation mentale du mouvement l'aire motrice primaire s'activait également (Dechent *et al* 2004). Hale et al. en 2003 ne démontraient pas d'effet de la simulation mentale du mouvement sur le réflexe H. Si lors de l'imagerie motrice un influx nerveux infraliminaire atteint la moelle épinière, le modèle de stimulation mis en place dans cette étude (stimulation cortex-nerf à 5ms d'intervalle lors de l'étirement du muscle, fig.



**Figure 2.**

2) conviendrait mieux pour l'analyse de cet influx nerveux.

## *Apprentissage moteur*

O49-Exploration and discovery of muscle activation patterns for stepping in infants

*Caroline Teulier<sup>1</sup> and Beverly Ulrich<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>CPAR, PESS Department, University of Limerick

<sup>2</sup>Developmental Control Lab, School of Kinesiology, University of Michigan

[caroline.teulier@ul.ie](mailto:caroline.teulier@ul.ie)

This study is looking at the development of the interlimb and muscular stepping patterns in infants. The overarching goal is to investigate the phylogenetic or ontogenetic nature of this motor skills. To do so, 12 infants has been supported on a small motorized treadmill at 1, 6 and 12 months of age. Their interlimb coordinations have been coded using a digital video and their muscular activity was simultaneously recorded. Results found that with age infants stabilized their interlimb coordination and reduced agonist-antagonist muscle pairs co contraction. However, the onset and offset of muscle activity was still highly variable. This study showed that stepping like reaching or seating is an ontogenetic skill that emerges from the interaction between the maturation of different subsystem, the environment and practice.

**Keywords:** motor development, interlimb coordination, muscle activity, stepping

### **INTRODUCTION**

Dynamic system theory (DST) suggests that novice performers produce highly variable coordination pattern and underlying muscle activation patterns (Thelen et al., 1993). Bernstein (1967) proposed that variability in control resolves with performers discovering more efficient muscle synergies with practice. An alternative approach in which neural control of stepping/walking is built into the system, in the form of a central pattern generator (CPG), would argue for core muscle activation patterns being present as soon as this behavior pattern is readily observable (Lamb & Yang, 2000). This study proposes, by observing the development of the stepping pattern at a behavioral and muscular level in infant, to explore if early supported stepping follows one of the proposed sequence of development.

### **METHOD**

12 infants were supported on an infant-sized motorized treadmill at 1,6 and 12 months for 10 trials of 20s. 3D kinematic data were collected using a 6 camera Peak system (60Hz) synchronized with an EMG system (1200Hz) and a digital camera (60Hz). EMG was recorded on the right leg primary gait muscle (tibialis anterior, gastrocnemius, quadriceps and hamstring) for the first 5 trials and on the left side for the next 5 trials. Infant behavior was coded by trained researchers via a frame-by-frame analysis of the digital video. The types of steps (alternating right and leg steps, single side step or parallel step with both legs moving together) as well as the step events (beginning, touch down, end of step) were recorded. From those data, a serie of 6 alternative steps per visit for each infant was randomly selected. The onset and offset of the EMG activity from those left or right steps was then detected using a customized made algorythm mainly based on EMG amplitude occurence (Chang, Kubo, Buzzi, & Ulrich, 2006). The occurence of each possible combination of the 4 muscle being activated or co-activated at each point of the step cycle was calculated, as well as the probability for each muscle to be activated at each point of the cycle. Finally, the level of co-contraction between the agonist-antagonist muscle pairs was recorded.

## RESULTS

Anova with repeated measurement on age (3) were carried out on the different variables. With age infant increase the overall number of steps produced on the treadmill ( $p < .05$ ) and produce more alternating steps (from 58% at 1month to 95% at 12 months,  $p < .05$ ). However across all ages, infants use highly variable muscle combinations, with no stable pattern emerging. The only change occurring with age is a decrease of the time spend with the 4 muscle being “On” at the same time ( $p < .05$ ) and a decrease in the level of co-contraction in each muscle pairs during the stance phase ( $p < .05$ ) (see figure 1). Finally, the probability of muscle activation at each point of the cycle showed a weak profile of activation uniquely different from the adult shape (see Figure 2) except for the gastrocnemius.

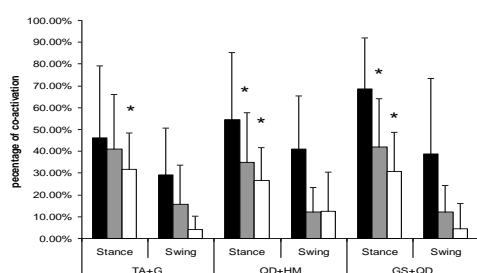


Figure 1: Percentage of co-contraction between the different muscle pairs (TA: Tibialis Anterior; G: Gastrocnemius; QD: Quadriceps; HM: Hamstring) across age during the stance and swing phase.

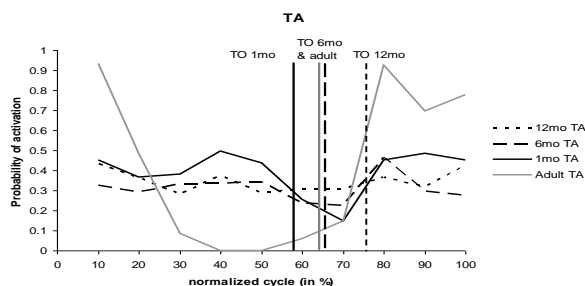


Figure 2: Probability of activation at different ages for the Tibialis Anterior across a normalized step cycle. TO (toe off) represents the beginning of the swing phase

## DISCUSSION / CONCLUSION

This data showed that infant's stepping at 1 month is more variable than at 6 or 12 months, both at an interlimb coordination level and at a muscular level. With age the interlimb pattern became very stable with the alternating step being use more than 90% of the time when stepping. However when looking at the EMG pattern, if muscle synergies tend to refine with a decrease in co-contraction, there is still no clear pattern emerging with age. In fact at 12 month of age, EMG activation is still quite random with a probability of activation across repeated steps being very weak.

This data suggest that muscle activation patterns during stepping on a treadmill over the first year of life are better explained from the DST perspective than the CPG approach. Babies explore many combinations of muscle activation and produce uniquely different activation patterns than adults. Previous study by Chang (Chang et al., 2006) showed that new walkers required several months of practice to settle into stable rhythmic muscle onset. Taking together those results show that stepping like walking or reaching is an ontogenetic skill that emerges and changes in relation to the context, practice and maturation of the different subsystems.

## REFERENCES:

- Bernstein, N.S. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon.
- Chang, C. L., Kubo, M., Buzzi, U., & Ulrich, B. (2006). *Infant Behavior & Development*, 29(2), 175-188.
- Lamb, T., & Yang, J. F. (2000). Could different directions of infant stepping be controlled by the same locomotor central pattern generator? *Journal of Neurophysiology*, 83(5), 2814-2824.
- Thelen, E., Corbetta, D., Kamm, K., Spencer, J. P., Schneider, K., & Zernicke, R. F. (1993). The transition to reaching: Mapping intention and intrinsic dynamics. *Child Development*, 64(4), 1058-1098.

O50-Autocontrôle de la difficulté : la période durant laquelle le choix est possible a-t-elle un effet sur l'apprentissage d'une habileté motrice

*Mathieu Andrieux et Bernard Thon*

*Université de Toulouse, UPS, PRISSMH, UFR STAPS*

[andrieux@cict.fr](mailto:andrieux@cict.fr)

La possibilité de laisser l'apprenant contrôler un paramètre de son environnement de pratique a fait l'objet de nombreuses études dans le domaine des activités physiques (pour une revue voir Wulf, 2007). Dans cette optique, nous nous sommes intéressés à l'influence de la période durant laquelle l'autocontrôle de la difficulté de la tâche était disponible en comparant quatre groupes dans une tâche complexe d'anticipation-coïncidence : un groupe autocontrôle intégral, un groupe autocontrôle début, un groupe autocontrôle fin et un groupe apparié. Les résultats ont révélé que l'autocontrôle en début de pratique apparaîtrait comme le meilleur compromis entre la liberté et la contrainte.

**Mots clés :** processus d'autorégulation, stratégies d'apprentissage, traitement de l'information

## **INTRODUCTION**

Depuis une vingtaine d'années, le rôle de l'apprenant en tant qu'acteur dans son environnement de pratique a été l'objet de nombreuses études portant sur le feedback, les dispositifs d'aide physique ou l'observation d'un modèle (pour une revue, voir Wulf, 2007). Ces chercheurs ont qualifié de pratique autocontrôlée, la liberté laissée à l'apprenant de contrôler des aspects de son environnement de pratique. Dans notre première étude (Andrieux, Danna & Thon, accepté), nous avons montré que l'autocontrôle de la difficulté de la tâche induisait une meilleure rétention à long terme de l'apprentissage comparé à une condition dans laquelle ces choix étaient imposés selon une condition appariée. En effet, le fait de laisser l'apprenant adapter librement le niveau de difficulté de la tâche permettrait d'atteindre un optimum en termes d'information interprétable correspondant au « challenge point » (Guadagnoli & Lee, 2004) et induirait des bénéfices sur le plan motivationnel (Bandura, 1993 ; Boekaerts, 1996). Dans une deuxième étude (Andrieux & Thon, non publiée), nous avons montré que les participants pouvant ajuster la difficulté de la tâche en début de pratique, lors du stade verbal-cognitif (Schmidt & Wrisberg, 2004), avaient de meilleures performances que leurs homologues choisissant ce paramètre en fin de pratique. Nous avons donc réalisé cette synthèse d'expériences afin de savoir quelle condition de pratique permettait d'optimiser l'apprentissage d'une habileté motrice dans une tâche complexe d'anticipation-coïncidence.

## **METHODE**

Quarante-huit participants (24 hommes et 24 femmes) ont participé à cette étude. Dans cette tâche d'apprentissage, le but était d'intercepter trois cibles chutant verticalement à l'écran à l'aide d'une raquette virtuelle contrôlée par les mouvements d'un stylet sur une tablette graphique. Avant d'être aléatoirement répartis dans une des quatre conditions de cette expérience (cf tableau 1), tous les participants effectuaient un essai de familiarisation avec une largeur de raquette de 10 pixels correspondant à la difficulté maximale qu'ils rencontreraient lors des essais de rétention. Pour les essais en condition autocontrôle, les apprenants étaient prévenus en début d'expérimentation qu'ils pouvaient choisir la difficulté de la tâche (largeur de raquette) avant chaque essai. Pour les essais en condition appariée, chaque individu était apparié à un participant du groupe autocontrôle intégral et subissait la même séquence de difficulté que celle choisie par son homologue. Quinze minutes après la phase d'acquisition propre à chaque condition, les participants étaient tous testés dans les mêmes conditions lors d'un test de rétention immédiate comprenant 10 essais dans une difficulté maximale puis ils revenaient le lendemain pour effectuer 10 essais de rétention avec délai. En se basant sur l'erreur spatiale c'est-à-dire la différence entre la raquette et le centre de chaque cible, nous avons mesuré trois variables dépendantes : la précision, la régularité et le nombre de cibles interceptées.

Tableau 1 : Synthèse des différentes conditions de pratique de l'expérience

|                              |                                      |                                     |     |
|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----|
| Essais d'acquisition         | 1                                    | 50                                  | 100 |
| Groupe autocontrôle intégral | 100 essais en condition autocontrôle |                                     |     |
| Groupe autocontrôle début    | 50 essais en condition autocontrôle  | 50 essais en condition appariée     |     |
| Groupe autocontrôle fin      | 50 essais en condition appariée      | 50 essais en condition autocontrôle |     |
| Groupe apparié               | 100 essais en condition appariée     |                                     |     |

## RESULTATS

Lors des tests de rétention, nous avons constaté une interaction autocontrôle début x autocontrôle fin,  $F(1,44) = 29,64$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,40$ . Une analyse post-hoc Newman-Keuls a révélé que le groupe autocontrôle début était à la fois plus précis et régulier que les autres groupes.

## DISCUSSION

Les résultats ont montré qu'un autocontrôle partiel de la difficulté de la tâche en début de pratique améliorerait davantage la rétention de l'apprentissage qu'un autocontrôle intégral. Ce résultat est conforme au concept de traitement approprié au transfert (Morris, Bransford & Franks, 1977) selon lequel la rétention est meilleure lorsque les conditions de récupération correspondent aux conditions de l'encodage. Ainsi la condition d'autocontrôle de la difficulté en début de pratique apparaît comme le compromis idéal entre le choix, permettant aux apprenants d'ajuster la difficulté à leurs besoins en début de pratique, et la contrainte, les préparant à subir des difficultés imposées plus conformes aux conditions de pratique employées lors des tests de rétention.

## BIBLIOGRAPHIE

- Andrieux, M., Danna, J., & Thon, B. (accepté). Self-control of task difficulty during training enhances motor learning of a complex coincidence-anticipation task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28, 117-148.
- Boekaerts, M. (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation. *European Psychologist*, 1, 100-112.
- Guadagnoli, M.A., & Lee, T.D. (2004). Challenge point: A framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 36, 212-224.
- Morris, C.D., Bransford, J.D., & Franks, J.J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 519-533.
- Schmidt, R.A., & Wrisberg, C. (2004). *Motor learning and performance*, 3<sup>rd</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wulf, G. (2007). Self-controlled practice enhances motor learning: implications for physiotherapy. *Physiotherapy*, 93, 96-101.



## O51-Développement et dynamique d'apprentissage d'une tâche cyclique de frappe de balle

Christophe Bazile, Isabelle A. Siegler, Nicolas Benguigui  
Laboratoire CIAMS, UFR STAPS Université Paris Sud 11

christophe.bazile@u-psud.fr

Cette étude vise à comprendre, d'après le modèle du « *Freezing, Freeing, Exploiting* » (Savelsbergh et Van der Kamp, 2000), « quand » et « comment » des enfants peuvent apprendre une tâche perceptivo-motrice cyclique complexe. Il a été demandé à 40 enfants âgés de 5 à 12 ans ainsi qu'à 10 adultes d'apprendre à réaliser la tâche cyclique de frappe de balle. Les résultats montrent une amélioration avec l'âge de la rapidité d'apprentissage, des performances et de leur stabilité. De plus, nous observons une rupture dans la dynamique d'apprentissage autour de l'âge de 7 ans qui marque l'entrée dans une plus importante régulation cycle à cycle du mouvement de raquette sur la base des informations visuelles disponibles.

**Mots clés** : Développement, apprentissage, habileté perceptivo-motrice complexe.

### INTRODUCTION

Cette étude s'intéresse au développement des habiletés complexes impliquant l'utilisation d'outils au travers de la tâche cyclique de frappe de balle (Warren, 2006). Cette tâche consiste à faire rebondir une balle à l'aide d'une raquette jusqu'à une hauteur cible. Sur la base de cette tâche dont la dynamique et la régulation ont été assez largement étudiées (e.g., Sternad et al. 2001 ; Siegler et al., 2010), l'objectif de cette étude est de caractériser la nature du développement d'une habileté perceptivo-motrice complexe chez l'enfant en s'appuyant sur le modèle du *Freezing, Freeing* et *Exploiting* (Savelsbergh & Van der Kamp, 2000). D'après ce modèle, la dynamique de l'apprentissage est caractérisée par trois phases qui sont le *Freezing* (comportement perceptivo-moteur unique, stable, relativement performant mais peu adaptable), le *Freeing* (répertoire perceptivo-moteur plus riche et adaptable, performance moindre et plus variable) et l'*Exploiting* (large répertoire comportemental performant et adaptable) de degrés de libertés comportementaux. Dès lors, nous formulons l'hypothèse que la dynamique de développement d'une habileté perceptivo-motrice (e.g., tâche cyclique de frappe de balle) est caractérisée par les trois phases proposées par le modèle du *Freezing, Freeing, Exploiting*.

### METHODE

Cinquante participants répartis en cinq groupes d'âge (5-6, 7-8, 9-10, 11-12 ans, jeunes adultes) ont participé à cette expérience. Ils devaient déplacer une raquette virtuelle sur un grand écran à l'aide d'une raquette de tennis de table (délai  $29 < ms$ ) tenue avec leur main latéralisée préférentielle (Morice et al., 2008). Le mouvement de la raquette était mesuré par un capteur électromagnétique (FOB, Ascension). Après une courte démonstration, il était demandé aux participants de faire rebondir une balle virtuelle affichée à l'écran jusqu'à une hauteur cible matérialisée par une ligne ( $H=0.65m$ ). 16 essais de 40 secondes ont été réalisés. Plusieurs variables ont été calculées parmi lesquelles la performance moyenne des sujets et sa variabilité dans l'essai (hauteur de rebond de balle  $H_b$ , variabilité de la hauteur de rebond de balle  $Std H_b$ , nombre d'impacts par cycle de raquette  $Imp$ , et la fréquence d'oscillation de la raquette  $F_{raq}$ . De plus, les cycles de raquette ont été normalisés en durée afin de comparer les profils moyens de la vitesse et sa variabilité au cours du cycle pour chaque groupe.

### RESULTATS

Des Anovas à mesures répétées (5 groupes d'âge  $\times$  16 essais) montrent une interaction significative entre les deux facteurs, âge et répétition des essais, pour  $Imp$  [ $F(60,720)=2.42$  ;  $p<0.05$ ] (Figure 1A),  $H_b$  [ $F(60,720)=1.83$  ;  $p<0.05$ ] (Figure 1B),  $Std H_b$  [ $F(60,720)=1.37$  ;  $p<0.05$ ] et  $F_{raq}$  [ $F(60,720)=0.04$  ;  $p<0.05$ ] (Figure 1C). La Figure 2 montre que l'amplitude globale de la variabilité de la vitesse et la localisation de ses maxima dans le cycle de raquette évoluent au cours du développement.

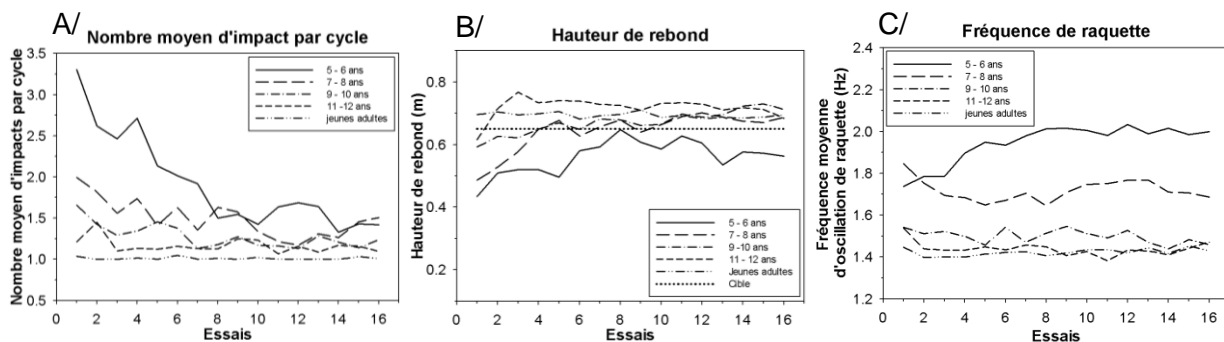


Figure 1 : A/ Nombre d'impacts par cycle de raquette ( $Imp$ ) B/ Hauteur de rebond de balle ( $H_b$ ) C/ Fréquence d'oscillation de raquette ( $F_{raq}$ ) pour les cinq catégories d'âge.

## DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent une rupture de la dynamique d'apprentissage observée autour de l'âge de 7 ans. En dessous de cet âge, les enfants réalisent la tâche en limitant leur comportement à l'augmentation de la fréquence d'oscillation de la raquette ( $F_{raq}$ ) sans couplage *cycle à cycle* apparent ( $Imp$ ) avec la trajectoire de balle. Ce comportement moteur exclusif est concordant avec la phase du « *Freezing* ». Au delà de 7 ans, l'étude du nombre d'impacts par cycle ainsi que de la variabilité de la vitesse de la raquette au cours du cycle semble indiquer l'émergence progressive d'une prise en compte de la trajectoire de balle (moment de l'impact) pour la régulation *cycle à cycle* de la tâche. Cette diversification de la modalité de contrôle de la tâche est en accord avec la phase du « *Freeing* ». De plus, l'amélioration continue avec l'âge de la performance ( $Imp$ ,  $H_b$ ) et de la variabilité ( $Std H_b$ ,  $std$  vitesse de raquette) est concordante avec la phase d'« *Exploiting* ». Ces résultats permettent donc de confirmer une dynamique de développement du comportement perceptivo-moteur chez l'enfant selon les étapes du « *Freezing* » et « *Freeing* » et « *Exploiting* » décrites par Savelsbergh et Van der Kamp (2000).

## REFERENCES

- Morice, A., Siegler, I. A., Bardy, B. (2008). Action-perception patterns in virtual ball bouncing: Combating system latency and tracking functional validity. *Journal of Neuroscience Methods*, 169, 255-266.
- Savelsbergh, G. J. P., & Van der Kamp, J. (2000). Information learning to co-ordinate and control movements: Is there a need for specificity of Practice? *International Journal of Sport Psychology*, 31, 467-484.
- Siegler, I. A., Bardy, B., Warren, W.H. (2010). Passive vs. active control of rhythmic ball bouncing: the role of visual information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 729-750.
- Sternad, D., Duarte, M., Katsumata, H., Schaal, S. (2001). Bouncing a ball: tuning into dynamic stability. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 1163-1184.
- Warren, W.H. (2006). The dynamics of perception and action. *Psychol.Rev.*, 113, 358-389

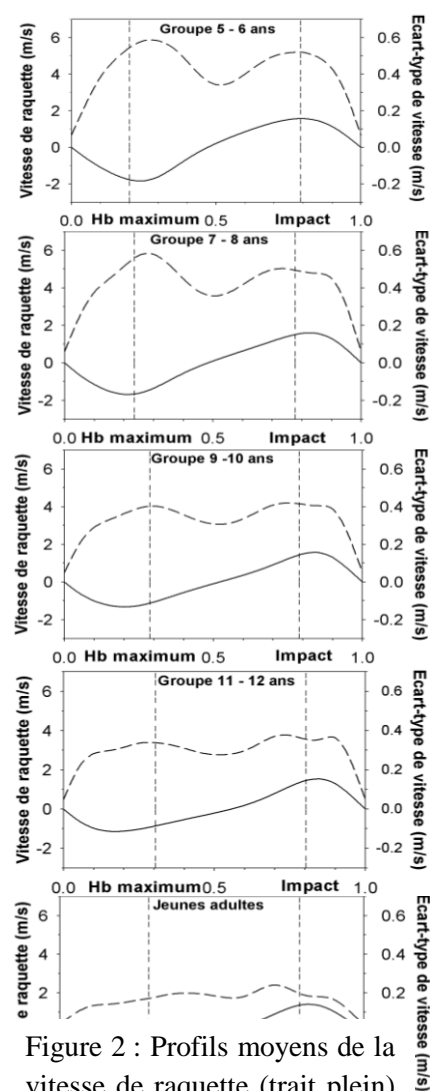


Figure 2 : Profils moyens de la vitesse de raquette (trait plein) et de sa variabilité (tirets) par cycle de durée normalisée, pour les 5 catégories d'âge.

O52-La persistance des coordinations motrices expertes ou comment tester l'adage : « Quand on sait faire du vélo, c'est pour la vie »

*Déborah Nourrit-Lucas<sup>1</sup>, Michael Hilpron<sup>1</sup>, Grégory Zélic<sup>2</sup> & Didier Delignières<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire AMAPP, UFRSTAPS, Université Orléans

<sup>2</sup>Laboratoire Efficience et Déficience, UFR STAPS, Université Montpellier1

[deborah.lucas@univ-orleans.fr](mailto:deborah.lucas@univ-orleans.fr)

Le but de cette étude consiste à évaluer les réorganisations motrices comportementales d'une habileté complexe après une longue période d'arrêt de pratique. 10 ans auparavant 5 sujets ont pratiqué des oscillations au simulateur de ski durant 390 essais de 1 min. Un test de rétention (10 ans après) a été réalisé avec les mêmes sujets dans les mêmes conditions sur 1 session de 10 essais de 1min. L'analyse a porté sur les mouvements de la plateforme oscillante, modélisée comme un oscillateur auto-entretenu. Après le premier essai, tous les sujets ont oscillé sur le mode expert acquis 10 ans auparavant (amortissement de type van der Pol). Néanmoins les valeurs d'amplitude et de fréquence des oscillations ont été en deçà des valeurs antérieures.

**Mots clés:** Apprentissage moteur, Rétention, Modélisation dynamique

## INTRODUCTION

Il est communément admis depuis la reprise des travaux de Bernstein (1967), que l'apprentissage est un processus discontinu, non-linéaire et marqué par de profondes réorganisations qualitatives. Ces réorganisations se caractérisent par des changements comportementaux persistants dans le temps. Changements et persistances ne sont pas opposables mais plutôt complémentaires car ces propriétés rendent compte de l'apprentissage moteur et proviennent des stabilités et instabilités dans l'évolution du paysage des attracteurs (Newell et al. 2001). De nombreuses études ont souligné les modifications transitoires des variables de performance durant l'apprentissage, mettant en lumière le warm up decrement, la fluctuation inter-essais et la dérive de la performance (pour revue, Newell et al. 2001, Newell et al., 2009). Par ailleurs, il a été montré que les coordinations motrices adoptées durant la phase d'apprentissage étaient très résistantes et stables (Delignières et al., 1998; Nourrit et al. 2003). Par contre peu d'études rendent compte de la persistance de l'organisation des coordinations motrices après une longue période d'interruption de pratique. Dans l'ensemble les plus longs délais avant la passation d'un test de rétention se font entre la première et cinquième année et ne concernent que des tâches segmentaires (tâches de poursuite visuo-motrice, button-pushing,). Néanmoins on peut constater que les résultats des tests de rétention sont généralement bons avec une réduction de performance de 20% et un retour assez rapide au niveau antérieur (Willingham & Dumas, 1997). Nous faisons l'hypothèse qu'après une longue période d'arrêt de pratique d'une habileté globale complexe, on constate une baisse de la performance mais une persistance de l'organisation des coordinations motrices.

## METHODE

4 hommes et 1 femme (âge :  $39.2 \pm 6.3$  ; poids :  $73.2 \text{ kg} \pm 8.46$  ; 10 ans auparavant :  $71.6 \text{ kg} \pm 4.5$ ) ont réalisé des oscillations au simulateur de ski modifié en mono-ski (Skier's EdgeCo.UK) durant 1 session de 10 essais de 1 minute avec 1 minute de repos entre chaque essais. Ces mêmes sujets avaient participé 10 ans auparavant, à une étude longitudinale sur l'apprentissage de cette même tâche à raison de 3 sessions par semaine de 10 essais de 1 minute, durant 13 semaines pour un total de 39 sessions (voir Nourrit et al. 2003). La fréquence et l'amplitude du chariot ont été collectées par un système d'analyse d'image VICON (Biometrics). Une modélisation dynamique du déplacement de la plateforme a été réalisée selon la W-method (voir Nourrit et al., 2003). Les mouvements cycliques de la plateforme ont été modélisés en tant qu'oscillateurs auto-entretenus du type:

$m\ddot{x} + f(\dot{x}, x)\dot{x} + g(x) = 0$ , (où  $x$  représente la position, la notation pointée indique la différenciation par rapport au temps, le premier terme représente l'inertie du système, le second l'amortissement et le troisième la raideur).

## RESULTATS ET DISCUSSION



Fig 1

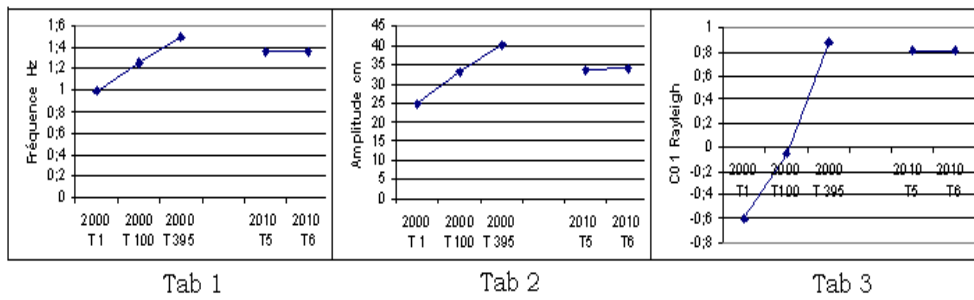


Figure 1 : Tâche expérimentale. Tableaux 1 ; 2 ; 3 : Comparaison de valeurs obtenues 10 ans auparavant (2000) pour les essais 1 ; 100 ; 395 et 10 ans après (2010) pour les essais 5 ; 6 ; Tableau 1 : Fréquence d'oscillation de la plateforme pour un sujet représentatif (sujet 1) ; Tableau 2 : Amplitude d'oscillation d'un point de revirement à l'autre de la plateforme pour le sujet 1 ; Tableau 3 : Séries des coefficients d'amortissement linéaire obtenus lors de l'estimation d'un modèle "Rayleigh" pour le sujet 1. Lorsque ce coefficient est négatif, le modèle de Rayleigh est stable. Lorsqu'il est positif, les données peuvent généralement être ajustées sur un modèle de type van der Pol. La bifurcation apparaît donc au moment où la courbe passe des valeurs positives aux valeurs négatives.

Les valeurs de fréquence et d'amplitude pour l'ensemble des sujets sont inférieures à celles obtenues à la fin de l'étude longitudinale avec respectivement une baisse de 12,5% et 17%. Ces résultats confirment la diminution de performance généralement observée après une longue période d'arrêt (Willingham & Dumas, 1997) et peuvent être en partie expliquée par une augmentation pondérale moyenne pour les sujets de 2,2%. Par ailleurs, la présence des coefficients de la fonction d'amortissement de type van der Pol, signe un comportement expert resté inchangé après 10 ans d'interruption. Ceci valide la persistance dans le temps des réorganisations comportementales dues à l'apprentissage et nous permet de contribuer à la validation de l'hypothèse (ou du vieil adage): «Quand on sait faire du vélo, c'est pour la vie ». Une compréhension fine de l'évolution des apprentissages moteurs nécessite un choix pertinent des variables (collectives ou de performance) et la prise en compte des échelles de temps impliquées dans l'apprentissage (Newell et al., 2009).

## BIBLIOGRAPHIE

- Bernstein, N.A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon Press.
- Delignières, D., Nourrit, D., Sioud, R., Leroyer, P., Zattara, M. & Micallef, J-P. (1998). Preferred coordination modes in the first steps of the learning of a complex gymnastics skill. *Human Movement Science*, **17**, 221-241.
- Newell, K.M., Liu, Y.T. & Gottfried, M.K. (2001). Times scales in motor learning and development. *Psychological Review*. Vol 108; n°1; 57-82
- Newell, K.M., Mayer-Kress, G., Hong, S.L. & Liu, Y-T. (2009). Adaptation and learning: characteristic time scales of performance dynamics. *Human Movement Science*, **28**; 655-687.
- Nourrit, D., Delignières, D., Caillou, N., Deschamps, T., & Lauriot, B. (2003). On discontinuities in motor learning: A longitudinal study of complex skill acquisition on a ski-simulator. *Journal of Motor Behavior*, **35**, 151-170.
- Willingham, D.B. & Dumas, J.A. (1997). Long-term retention of a motor skill: implicit sequence knowledge is not retained after a one-year delay. *Psychol. Res.*; **60**, 113-119.

## *Anticipation coordination*

O53-Anticipation forte : alignement des complexités dans une tâche de coordination inter-personnelle

Vivien Marmelat<sup>1</sup>, Didier Delignières<sup>1</sup> & Kjerstin Torre<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Movement to Health (M2H), Université Montpellier 1, France

[vivien.marmelat@univ-montp1.fr](mailto:vivien.marmelat@univ-montp1.fr)

Les processus d'anticipation dans des tâches de synchronisation ont souvent été attribués à la présence de modèles internes. Dubois (2003) propose une alternative à ce type d'anticipation faible, qui se base sur les propriétés de l'environnement, avec le processus d'anticipation forte, qui considère l'agent et son environnement comme un tout. L'anticipation forte correspond à une coordination globale sur toutes les échelles entre l'agent et l'environnement, et serait révélée par un appariement des complexités des deux systèmes en présence. Le travail présenté met en évidence que l'appariement des exposants fractals des séries de périodes d'oscillations produites par des participants dans une tâche de coordination inter-personnelle intentionnelle peut être attribué à cette forme d'anticipation forte.

**Mots clés** : complexité, anticipation forte, corrélations à long terme, coordination

### **INTRODUCTION**

Les processus de synchronisation entre un agent et son environnement sont fréquemment associés à des processus d'anticipation. Par exemple dans des tâches de tapping en synchronisation avec un métronome périodique on observe une asynchronie moyenne négative, suggérant que les participants ne réagissent pas au stimulus auditif mais anticipent son occurrence (Repp, 2005). Ce type de comportement anticipatoire a été largement interprété comme résultant de la formation de modèles internes basés sur les régularités de l'environnement, qui permettraient des prédictions à court terme sur les moments d'occurrence du métronome. Ce type d'anticipation locale, à court terme est décrit par Dubois (2003) comme un processus d'*anticipation faible*.

Dubois (2003) souligne que ce type de processus anticipatoire semble insuffisant pour décrire les phénomènes de synchronisation avec des environnements plus complexes. Il propose l'existence d'un processus d'*anticipation forte*, dans lequel l'agent et son environnement sont considérés comme formant un système global : l'anticipation forte suggère des dépendances non-locales entre les deux systèmes couplés, impliquant une coordination globale sur toutes les échelles temporelles. Stephen *et al.* (2008) suggèrent que cette coordination globale pourrait être révélée par un alignement des corrélations à long-terme produites par l'agent d'une part, et l'environnement d'autre part. Dans une tâche de synchronisation avec un métronome chaotique, les auteurs ont ainsi montré que les exposants fractals des séries de tapes produites par les participants étaient fortement corrélés avec les exposants fractals des signaux chaotiques. Ce résultat semble indiquer que même en l'absence de régularités dans l'environnement les participants soient sensibles à la structure statistique du signal. Ce processus d'anticipation forte semble proche du phénomène d'*appariement des complexités* décrit par West, Geneston et Grigolini (2008), suggérant que deux systèmes en coordination alignent leurs complexités pour optimiser leurs échanges d'information.

L'objectif de ce travail était de montrer que les processus de coordination inter-personnelle, souvent décrits sur le mode de l'anticipation faible, devraient plutôt être conçus en termes de coordination globale multi-échelle, caractéristique de l'anticipation forte.

### **METHODE**

Nous avons cherché à mettre en évidence la présence d'une forme d'anticipation forte dans une tâche de coordination inter-personnelle où les participants avaient pour consigne de synchroniser des mouvements oscillatoires réalisés avec des pendules simples. La tâche a été réalisée selon trois conditions de couplages (faible, intermédiaire et fort) en modulant la quantité de retours perceptifs disponibles (visuels, auditifs et haptiques). Que l'anticipation

soit faible ou forte, on s'attendait à observer une corrélation significative entre les exposants fractals des séries de périodes produites par les participants d'une dyade. Cependant dans le cas d'une anticipation faible on s'attendait à ce que la corrélation augmente avec l'intensité du couplage, c'est-à-dire l'augmentation des informations disponibles pour se synchroniser. Au contraire en présence d'anticipation forte, on s'attendait à observer une corrélation élevée entre les exposants fractals des séries des deux participants dans les trois conditions de couplage, la corrélation étant dans ce cas sous-tendue par l'appariement des complexités. Nous avons en outre réalisé des analyses de cross-corrélation fenêtrées (fenêtres de 15 observations, lag0 et lag1) entre les séries de périodes produites par les deux participants, de manière à détecter la présence de dépendances locales typiques de l'anticipation faible.

## RESULTATS/DISCUSSION

Nos résultats suggèrent qu'un processus d'anticipation forte est présent lors de la synchronisation entre les deux participants : en effet on observe une corrélation très élevée entre les exposants fractals, et ce dans les trois conditions de couplage (couplage *faible* : 0.97 ; couplage *intermédiaire* : 0.97; couplage *fort* : 0.99; voir Figure 1). De plus les analyses de cross-corrélations fenêtrées ont permis de mettre en évidence l'absence de corrélations locales entre les séries de périodes. Nos résultats indiquent donc que malgré des dynamiques différentes sur le court terme les participants appariant leurs complexités, un processus d'anticipation forte semblant être à la base de cet appariement.

Ces résultats montrent que la coordination entre deux systèmes, classiquement décrite en termes de prédictions locales sur le mode de l'anticipation faible ou de processus de couplage dans la théorie des oscillateurs, semble reposer sur des processus multi-échelles exploitant la complexité des deux systèmes en présence. Cette perspective ouvre des voies nouvelles d'investigation des coordinations inter-personnelles, ou des situations d'interaction avec des environnements complexes physiques ou virtuels, dans des problématiques liées notamment à l'adaptation, à l'apprentissage ou à la réhabilitation.

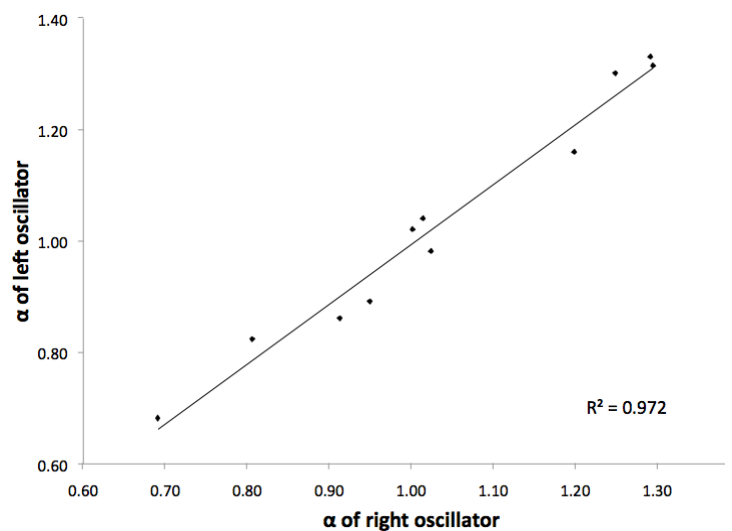


Figure 8. Corrélations entre les exposants fractals des séries de périodes d'oscillations produites par les participants d'une dyade en condition de couplage *fort*.

## REFERENCES

- Dubois, D.M. (2003). Mathematical foundations of discrete and functional systems with strong and weak anticipations. *Lecture Notes in Computer Science*, 2684, 110–132.
- Repp, B.H. (2005). Sensorimotor synchronization : A review of the tapping littérature. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12 (6), 969-992.
- Stephen, D.G., Stepp, N., Dixon, J. & Turvey, M.T. (2008). Strong anticipation: Sensitivity to long-range correlations in synchronization behavior. *Physica A*, 387, 5271-5278.
- West, B.J., Geneston, E.L. & Grigolini P. (2008). Maximizing information exchange between complex networks, *Physics Reports*, 468, 1-99.



## O54-Quantifier les différentes natures de l'anticipation en tennis

*Céline Triolet<sup>1</sup>, Nicolas Benguigui<sup>1</sup> & Mark Williams<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Université Paris Sud 11<sup>2</sup>Liverpool John Moores University

[celine.triolet@u-psud.fr](mailto:celine.triolet@u-psud.fr)

L'objectif de notre étude est de vérifier l'hypothèse de l'existence de deux types d'anticipation en tennis : une anticipation précoce basée sur des informations tactiques contenues dans le déroulement du point et sur les probabilités de jeu (Abernethy et al., 2001) ; une anticipation basée sur la gestuelle et la posture de l'adversaire (e.g. Williams et al., 2002). Dans ce but, nous avons mis en place un protocole expérimental constitué d'une part d'un pré-test permettant de distinguer des situations contenant des informations tactiques significatives et d'autres qui en étaient dépourvues et d'autre part deux expérimentations ayant pour objectifs : l'analyse de l'utilisation des informations prélevées sur la gestuelle de l'adversaire ; l'analyse de l'utilisation de l'information tactique présente dans l'échange.

**Mots clés** : tennis, anticipation, gestuelle, information tactique

### **INTRODUCTION**

L'anticipation dans les sports de balle est considérée comme une habileté déterminante de l'expertise. De nombreuses études ont montré que les experts en sports de balle étaient capables de mieux anticiper l'action adverse notamment dans des situations expérimentales où la scène visuelle est occultée (e.g., Williams et al., 2002). Cependant, la question de l'utilisation de ces capacités en situation de jeu réel n'a jamais été véritablement posée. Dans ce but, nous avons réalisé une étude sur les délais de réaction chez des joueurs de tennis de haut niveau en match (Triolet et al., soumis). Cette étude a d'abord permis de montrer que les anticipations étaient relativement peu fréquentes (entre 6.14 et 13.42% des situations observées) et présentes essentiellement dans les situations très défavorables. Elle a ensuite permis de faire émerger deux moments distincts d'anticipation : d'une part des anticipations très précoces (entre 540 et 140 ms avant la frappe) présentant un taux de réussite relativement élevé ( $\pm 80\%$ ) ; d'autre part des anticipations moins précoces (entre -120 et +60 ms) présentant des taux de réussite plus bas (entre 60 et 70%). Pour interpréter ces résultats, nous avons émis l'hypothèse de l'existence de deux types d'anticipation : une anticipation précoce basée sur l'information tactique contenue dans le point et sur les probabilités de jeu (Abernethy et al., 2001) ; lorsque cette information tactique n'est pas présente, les joueurs attendent afin d'obtenir un maximum d'informations sur la gestuelle et la posture de leur adversaire avant de prendre une décision (e.g. Williams et al., 2002). Pour tester ces hypothèses, nous avons mis en place un protocole expérimental reposant sur un pré-test ayant pour but de distinguer des situations contenant des informations tactiques significatives et d'autres qui en étaient dépourvues, ainsi que sur deux expérimentations dans lesquelles nous avons manipulé le temps de présentation des différentes informations.

### **METHODE DU PRE-TEST**

Le pré-test avait pour but de distinguer les clips qui contiennent des informations tactiques significatives permettant des anticipations très précoces avec un taux de réussite relativement élevé et d'autres clips qui en sont dépourvus et qui induisent des anticipations nécessitant davantage de temps de vision et présentant des taux de réussite plus bas. 107 clips de tennis filmés dans l'axe longitudinal du court (un joueur de dos, un joueur de face) présentant cinq frappes de balle et se terminant par un coup gagnant ont été utilisés. Ces clips étaient occultés 340 ms avant la sixième frappe. Ce temps d'occultation avait été choisi en fonction des résultats de la première étude (Triolet et al., soumis) afin de laisser disponibles les informations tactiques mais pas les informations sur la gestuelle de l'adversaire avant la frappe. La tâche consistait à indiquer si le coup qui allait être joué par le joueur de face était orienté vers la droite ou la gauche du joueur de dos. Ces clips ont été testés auprès de 13 entraîneurs professionnels de tennis (Age moyen = 30.0 ans,  $\pm 6.0$  ; Ancienneté en tant qu'entraîneur = 9.2 ans,  $\pm 6.7$ ).

## RESULTATS ET INTERPRETATION DU PRE-TEST

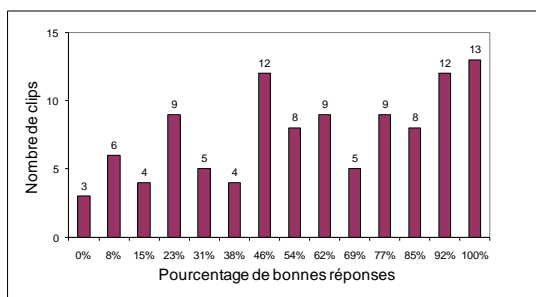


Figure 1. Nombre de clips en fonction du pourcentage

a permis de faire ressortir aussi des clips dont le pourcentage de réussite se situe autour de 50% dans lesquels on peut supposer que l'information tactique est très peu disponible.

Le pourcentage moyen de bonnes réponses pour l'ensemble des participants était de 58.9%.

La figure 1 indique le nombre de clips en fonction du pourcentage de bonnes réponses réalisé par les entraîneurs. Il apparaît que ces clips se répartissent de manière assez équilibrée révélant des clips induisant beaucoup d'erreurs correspondant sans doute à des situations où les joueurs jouent un coup qui va à l'encontre de ce qui peut être attendu au plan tactique et des situations beaucoup plus prévisibles. Cette étude

## HYPOTHESES ET METHODES DES EXPERIMENTATIONS 1 ET 2

Dans les deux expérimentations réalisées, nous avons comme objectif de confirmer l'hypothèse que certaines situations comportent des informations tactiques très significatives pour les experts et permettent des anticipations précoces avec un taux de réussite relativement élevé tandis que d'autres en sont dépourvues et nécessitent la prise d'informations sur la gestuelle adverse induisant un taux de réussite plus faible.

Le but de la première expérimentation était de montrer comment un temps de vision plus important avant la frappe permet d'améliorer le taux de réussite des anticipations en prélevant de l'information sur la gestuelle adverse et particulièrement pour les clips dépourvus d'information tactique. En se basant sur les résultats du pré-test, nous avons choisi des clips présentant une moyenne de 80% de bonnes réponses (information tactique présente) et d'autres présentant une moyenne de 50% (absence d'information tactique). Nous avons présenté ces clips avec deux moments d'occultation : 340ms et 20ms avant la frappe. Selon nos hypothèses, le moment d'occultation devrait avoir un faible impact sur le taux de bonnes réponses pour les clips présentant de l'information tactique. A l'opposé, pour les clips ne présentant pas d'information tactique utilisable, le taux de bonnes réponses devraient augmenter de manière plus significative lorsque l'on présente ces situations jusqu'à la frappe de balle.

Le but de la deuxième expérimentation était de montrer que le nombre d'échanges perçus avant la frappe était déterminant de la construction de l'information tactique. Nous avons utilisé les clips qui présentaient des taux de bonnes réponses proches de 80% et qui étaient occultés 340 ms avant la frappe afin de ne pas donner d'information sur la gestuelle adverse. Ces clips pouvaient comporter une, trois ou cinq frappes de balle avant l'occultation.

Ces expérimentations sont actuellement en cours et seront discutées lors du congrès de l'ACAPS à Rennes.

## REFERENCES

- Abernethy, B., Gill, D.P., Parks, S.L., Packer, S.T. (2001) Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30, 233-252
- Williams AM, Ward P, Knowles JM, Smeeton NJ. (2002). Perceptual skill in a real world task: Training, instruction, and transfer in tennis. *J Exp Psychol Appl*, 8, 259-270
- Triolet C, Benguigui N, Le Runigo C, Williams AM. (Soumis). Quantifying the nature of anticipation in professional tennis.



*Jérémy Danna & Pier Giorgio Zanone*  
Université de Toulouse; UPS; PRISSMH  
118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex 9, FRANCE  
danna@cict.fr

Si écrire, c'est transformer du son en image, c'est également produire un mouvement coordonné pour former une trace. Le présent papier offre une synthèse des études effectuées sur la dynamique de coordination dans la formation de la trace écrite. A partir de la modélisation de l'écriture selon le couplage non linéaire de deux oscillateurs orthogonaux abstraits, le rapport de phase entre ces deux oscillateurs permet d'observer, de comprendre et de prédire la formation, le maintien et la dégradation de l'écriture. Les résultats préliminaires d'une expérience en cours ont révélé que l'augmentation de la contrainte de vitesse dans l'écriture de mots biaise les patrons de coordination vers les patrons préalablement repérés comme stables.

**Mots clés :** Théorie des patrons dynamiques ; Graphomotricité ; Oscillateurs couplés

## INTRODUCTION

L'écriture requiert l'activité coordonnée de nombreux muscles et articulations du membre supérieur pour produire une succession de formes conventionnelles, des lettres, de manière suffisamment précise pour être reconnues. Hollerbach (1981) a proposé un modèle de l'écriture fondé sur l'activité combiné de deux oscillateurs orthogonaux abstraits, correspondant aux deux dimensions de la trace produite. En 2004, Athènes, Sallagoity, Zanone et Albaret ont étudié le couplage non-linéaire entre ces deux oscillateurs dans la production de formes géométriques simples dont la phase relative, i.e. le décalage de phase entre les deux oscillations, variait entre  $0^\circ$  et  $180^\circ$ . D'un point de vue géométrique, ces patrons de coordinations généraient des formes allant du trait ( $0^\circ$  et  $180^\circ$ ) au cercle ( $90^\circ$ ) en passant par l'ellipse. Ils ont observé que l'ellipse d'excentricité intermédiaire ( $45^\circ$  et  $135^\circ$ ) et le trait ( $0^\circ$  et  $180^\circ$ ) sont plus faciles à tracer que les autres formes. Dans une première étude centrée sur la coordination graphomotrice adulte, nous avons confirmé ce résultat en montrant également que la production préférentielle d'ellipses d'excentricité intermédiaire est biaisée en faveur de formes plus arrondies lorsque leur orientation devenait contraignante (Danna, Athènes et Zanone, 2011). Dans une deuxième étude centrée sur la coordination graphomotrice chez l'enfant de 7 à 11 ans, nous avons révélé que les enfants sont plus précis et plus stables dans le tracé de cercles ( $90^\circ$ ) que dans le tracé d'ellipses comme c'est le cas chez l'adulte. En reprenant le modèle de Hollerbach (1981) et les modes de coordination préférentiels chez l'adulte et l'enfant, la Figure 1 illustre comment la modification d'une seule variable, la phase relative, peut affecter les propriétés spatiales de la trace écrite et rend compte des différences d'écriture connues entre l'enfant et l'adulte (Danna et al., in press). L'objectif de cette troisième étude est de comprendre comment ces patrons préférentiels de coordination déterminent 1) notre manière d'écrire et 2) la dégradation de l'écriture.

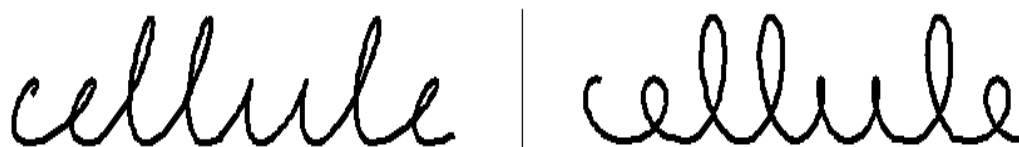


Figure 1. Modélisation de l'écriture cursive d'un mot à partir du modèle de Hollerbach et des couplages préférentiels chez l'adulte et l'enfant. A gauche, le mot est écrit avec une PR à  $45^\circ$  (préférentielle chez l'adulte), à droite le même mot écrit avec une PR à  $90^\circ$  (préférentielle chez l'enfant).

## METHODE

Six adultes droitiers, âgés entre 21 et 29 ans et ne présentant aucun trouble du langage ni moteur, devaient écrire le mot « cellule » à trois vitesses d'exécution : à vitesse faible, spontanée et élevée. A partir des coordonnées, une segmentation du mot a été effectuée pour

déterminer la phase relative (PR) pour chaque lettre. Au total, sept PR ont été moyennées, une par lettre. Nous avons ensuite effectué une ANOVA (3 Vitesses  $\times$  7 Lettres) à mesures répétées sur la PR produites. Une analyse plus fine des effets significatifs a été obtenue par des tests post-hoc de Newman-Keuls. Le seuil de significativité était fixé à  $p < 0.05$ .

## RESULTATS PRELIMINAIRES

L'ANOVA a révélé des effets principaux de la Vitesse et de la Lettre ( $F(2,10) = 8.16, p < 0.01$  et  $F(6, 30) = 20.39, p < 0.0001$ , respectivement). Les résultats sont présentés sur la Figure 2. L'analyse post-hoc de l'effet Vitesse a indiqué que la PR produite à vitesse élevée est significativement plus faible que dans les deux autres conditions ( $46.7^\circ$  vs.  $59,2^\circ$  et  $65,7^\circ$ ). L'analyse post-hoc de l'effet Lettre a révélé que la PR produite à la première lettre est significativement plus élevée que la PR produite dans toutes les autres lettres.

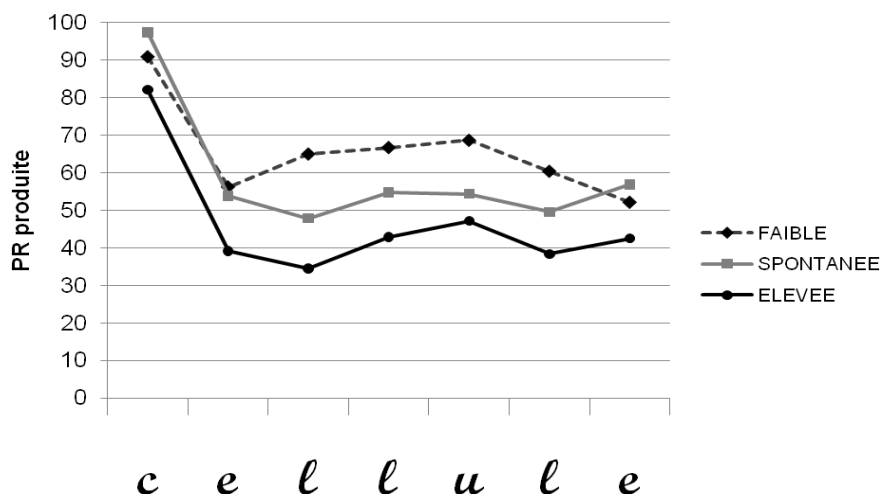


Figure 2. Moyenne de la PR produite en fonction de chaque lettre composant le mot cellule selon des vitesses de production faible, spontanée et élevée.

## DISCUSSION

Un premier résultat est que, mise à part la production de la première lettre, toutes les lettres sont produites en maintenant sensiblement la même phase relative, révélant un phénomène d'hystérèse, c'est-à-dire un maintien de la même structure coordinative, alors que la structure géométrique des lettres est différente. Un second résultat est que la PR produite ne diminue significativement que dans la condition de production à vitesse élevée. Dans cette condition, l'augmentation de la contrainte de vitesse déstabilise le patron de coordination autour de  $60^\circ$  de PR en moyenne vers le patron à  $45^\circ$  de PR, repéré par les précédentes études comme préférentiel. Pour résumer, les concepts et notions de l'approche des patrons dynamiques (Kelso, 1995) permettent de comprendre que la manière d'écrire et la dégradation de l'écriture résulte de la différence de stabilité des patrons de coordination déterminée par le couplage non-linéaire entre les composantes oscillatoires du plan d'écriture.

## REFERENCES

- Athènes, S., Sallagoity, I., Zanone, P.G. & Albaret, J.M. (2004). Evaluating the coordination dynamics of handwriting. *Human Movement Science*, 23, 621-641.
- Danna, J., Athènes, S., & Zanone, P. G. (2011). Coordination dynamics of elliptic shape drawing: Effects of orientation and eccentricity. *Human Movement Science*, 30(4), 698-710.
- Danna, J., Enderli, F., Athènes, S., & Zanone, P. G. (in press). Motor coordination dynamics underlying graphic motion in 7-to 11-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*.
- Hollerbach, J.M. (1981). An oscillation theory of handwriting. *Biological Cybernetics*, 39, 139-156.
- Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic patterns: The self-organization of brain and behavior*. Cambridge, MA: MIT Press.

O56-Bimanual coordination in stroke recovery: Kinematic analysis provides open leads to individualize upper limb rehabilitation

*Julien Metrot<sup>1</sup>, Isabelle Laffont<sup>1,3</sup>, Isabelle Relave<sup>1,3</sup>, Huey-Yune Bonnin<sup>2</sup>, Jacques-Yvon Pelissier<sup>1,2</sup>, Liesjet VanDokkum<sup>1</sup>, Kjerstin Torre<sup>1</sup> & Denis Mottet<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Movement to Health Laboratory EA 2991, EuroMov, University Montpellier 1

<sup>2</sup> Grau du Roi Medical Center, Nîmes CHU

<sup>3</sup> Physical Medicine and Rehabilitation Unit, Montpellier CHRU

julien.metrot@univ-montp1.fr

Better understand how bimanual coordination evolves during the first weeks of natural recovery after stroke is needed to address bimanual rehabilitation. 15 stroke patients realized seven kinematic assessments once a week during six weeks and at three months. The grasping task was performed through 3D-movement analysis in three different conditions: unimanual with the non-paretic limb, unimanual with the paretic limb, and bimanual. Inter-limb coordination became efficient about 6 weeks after stroke. Bimanual coordination is optimized around this period of recovery, indicating a possible beneficial effect of bimanual rehabilitation. Moreover, inter-limb coordination showed disruption at movement onset but also at movement goal. This kind of disorders could be specifically retrained during rehabilitation.

**Keywords:** Bimanual coordination, upper limb recovery, kinematics, stroke, prehension

## INTRODUCTION

After rehabilitation, about 80% of post-stroke patients still suffer upper limb disability, which impairs their daily living activities and often leads to major incapacities. One of the promising techniques in stroke rehabilitation is the bimanual training, using inter-limb coordination to favor motor recovery. In a bimanual task, both upper limbs influence and are dependent on each other to perform the task. This process entails that the non-paretic limb involves the paretic limb and improves its output (McCombe Waller & Whitall, 2008) but also that the paretic limb compels the non-paretic limb to match the affected limb lower capabilities.

Bimanual training has been proven efficient (Cauraugh et al., 2009). However, most studies don't take into account patients' characteristics, such as recovery phases and improvements have not been demonstrated in all stroke patients. Hence, the interest of rehabilitation based on bimanual mode is still controversial (McCombe Waller & Whitall, 2008) and few are known about post-stroke natural recovery of bimanual coordination.

The goal of the present study is to observe and characterize the evolution of movement kinematics in stroke patients during the first three months of standard rehabilitation (no specific bimanual rehabilitation added), and with a focus on bimanual coordination. We also address which relevant factors may predict the efficiency of bimanual rehabilitation.

## METHOD

12 hemiparetic patients ( $65.6 \pm 9.7$ ) were included, within 30 days after a primary unilateral ischemic/hemorrhagic stroke. Seven kinematic assessments of grasping movements occurred once a week starting from inclusion and at a follow-up assessment 3 months after inclusion. Patients were asked to grasp a 5 cm ball lying on the table, and to move it to the target place with comfortable speed. The grasping task was performed in three different conditions: unimanual non-paretic limb, unimanual paretic limb and bimanual movement. In the bimanual condition, patients were asked to activate movement simultaneously and grasp the ball with both arms.

Kinematic assessment relied on a 3D motion recording system (Polhemus). For each hand, we computed the following variables to summarize the kinematic features: maximal tangential velocity ( $V_{max}$ ), time to peak velocity (TPV), movement time (MT), number of hand velocity peaks (NVP), and between-hand delay at movement beginning ( $\Delta BEG$ ), ending ( $\Delta END$ ), and at velocity peak ( $\Delta TPV$ ).

## RESULTS & DISCUSSION

For unimanual reaching, we found that kinematics was altered in the non-paretic limb, but evolved towards fluency during recovery: decrease of NVP, TVP and MT, increase of Vmax. For bimanual reaching, MT was globally higher for the paretic upper-limb ( $p=.02$ ). After four weeks of standard treatment, the two limbs had similar MT (Figure 1-A) but also reached the velocity peak simultaneously (TPV), the kinematics of the non-paretic limb matching with those of the paretic limb in bimanual condition. It seems that bimanual coordination started to be efficient around 7 weeks after the onset of stroke. If our hypothesis is exact, that could indicate a possible beneficial effect of a bimanual rehabilitation around this period. Accordingly, bimanual rehabilitation could be started around the second month post-injury.

We also found inter-limb asynchronies at onset movement and goal movement between the two limbs. We found no time effect on movement onset ( $p=.73$ ) and on movement goal ( $p=.15$ ).  $\Delta\text{BEG}$  was longer than  $\Delta\text{END}$  (the difference  $\Delta\text{BEG}-\Delta\text{END}$  being positive) after W4 meaning that the paretic limb caught up the normal limb during the reaching movement. This symmetry of the two upper limbs could be considered as a consequence of inter-limb coordination. As Wu et al. (2009), we proposed that the disorder in limited coordination at movement onset should be specifically retrained during stroke rehabilitation.

The evolution of the time difference between the two hands at the velocity peak ( $\Delta\text{TPV}$ ) during recovery is represented on Figure 1-B. The one-way with repeated measures ANOVA showed an effect of time ( $p<.01$ ) on this delay ratio. Differences between the two limbs cancelled at W4 and W12.

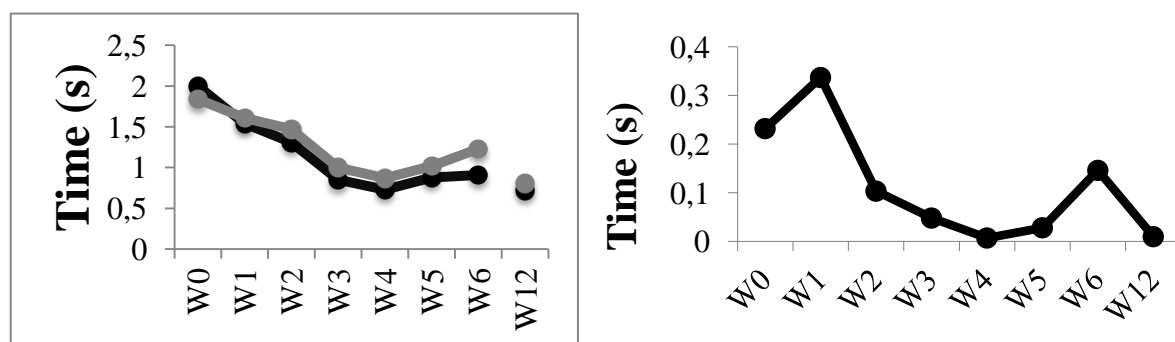


Fig. 1-A: Movement Time (MT) as a function of recovery. The MT is higher for the paretic hand (grey) than for the non-paretic hand (black), but only for the first three weeks of treatment. Fig. 1-B: Evolution of  $\Delta\text{TPV}$  as a function of recovery. The between-hand difference evolves over recovery.

## REFERENCES

- McCombe Waller, S., & Whittall, J. (2008). Bilateral arm training: Why and who benefits? *NeuroRehabilitation*, 2), 29–41.
- Riek, S., Tresilian, JR., Mon-Williams, M., Coppard, VL., Carson, RG. (2003). Bimanual aiming and overt attention: one law for two hands. *Experimental Brain Research*, 153(1), 59-75.
- Wu, CY., Chou, SH., Chen, CL., Kuo, MY., Lu, TW., Fu, YC. (2009). Kinematic analysis of a functional and sequential bimanual task in patients with left hemiparesis: intra-limb and interlimb coordination. *Disability & Rehabilitation*, 31(12), 958-66.

## O57-Influence d'un conflit émotionnel sur l'initiation de la marche

Laure Coudrat<sup>1</sup>, Thierry Gélat<sup>1</sup>, Armande Le Pellec<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherche sur le Sport et le Mouvement (CeRSM), EA 2931, Equipe Motricité et Comportements, UFR STAPS Paris Ouest Nanterre – La Défense

[laure.coudrat@wanadoo.fr](mailto:laure.coudrat@wanadoo.fr)

L'objectif de cette étude était d'analyser l'influence du contexte émotionnel sur l'initiation à la marche. Le contexte émotionnel était manipulé grâce à la projection d'images plaisantes et déplaisantes. Le temps de réaction était plus important et l'amplitude des réponses posturales précoces (musculaires et mécaniques) moins importante face aux images négatives (i.e. essais non congruent NCO) (vs positives, essais congruents CO), alors que l'amplitude du pic de vitesse et celle du pas n'étaient pas affectées. L'amplitude des réponses posturales était également dépendante de l'essai qui précède (CO vs NCO).

**Mots clé :** Initiation à la marche, Contrôle postural, Conflit émotionnel, Contrôle cognitif

### INTRODUCTION

La perception d'images déplaisantes influence les ressources cognitives impliquées dans l'acte volontaire en provoquant une augmentation du temps de réaction (Pereira et al., 2006). Nous avons cherché à savoir si des images émotionnelles (plaisantes et déplaisantes) influencent le temps de réaction et les réponses posturales précoces (électromyographiques et biomécaniques) associés à un mouvement volontaire de l'ensemble du corps : l'initiation de la marche. Selon la théorie biphasique des émotions (Lang et al., 1990), le déclenchement d'un mouvement volontaire est facilité (temps de réaction plus court) lorsqu'il y a congruence entre le système motivationnel (appétitif/défensif) activé et la direction du mouvement à réaliser (approche/évitement) (Chen et Bargh, 1999). Dans notre étude, les sujets se tenaient debout face à des images plaisantes (P) et déplaisantes (D) dans le but d'analyser leur influence sur un comportement d'approche : l'initiation de la marche vers l'avant face à des images P (essais congruent CO, non conflictuels), ou face à des images D (essais non congruent NCO, conflictuels). Nous faisons l'hypothèse (1) que les temps de réaction les plus courts et l'amplitude des réponses posturales la plus élevée (i.e. la meilleure performance) seront observés dans les essais CO, comparés aux essais NCO (effet du conflit émotionnel). D'autre part, des études en neurosciences cognitives mettent en évidence que l'effet de congruence, défini comme la différence, pour le temps de réaction, entre un essai CO et un essai NCO est réduit lorsque l'essai précédent est NCO. Nous nous attendons à trouver ces résultats pour nos variables (hypothèse 2).

### METHODES

15 jeunes adultes droitiers en bonne santé (âgés de 20 à 32 ans, dont 9 femmes) se tenaient sur une plateforme de force, prolongée par un chemin de marche de 5m menant à un mur blanc sur lequel étaient projetées des images issues de « l'International Affective Picture System » (IAPS) (Lang et al. 2005). Ces images, qui se différenciaient par leur valence, ont été évaluées par les sujets grâce à la procédure du Self-Assessment Manikin (SAM ; Lang, 1980). Après un blanc de 2 sec, l'image apparaissait. La tâche consistait à marcher jusqu'à une table située à 1,75m du mur blanc en initiant la marche avec le pied droit. Un paradigme go/no-go était utilisé pour que le sujet ne puisse anticiper le mouvement à réaliser : si le sujet percevait une image neutre (objet) alors il ne devait pas bouger (no-go) ; s'il percevait une image P ou D alors il devait avancer (go). Le mouvement était réalisé aussi tôt que possible après l'apparition de l'image. La séquence d'images présentée était pseudo-randomisée de façon à étudier non seulement l'influence de l'essai étudié (CO vs NCO) mais aussi celle de l'essai précédent (CO vs NCO). Au total, 24 essais « go » ont été analysés, correspondant à 6 essais par combinaison : CO-CO, NCO-CO, CO-NCO, NCO-NCO. Les variables analysées étaient : le temps de réaction, l'amplitude des ajustements posturaux anticipés (APA) en terme de recul du centre des pressions (CP), de vitesse du centre de masse du corps (CM) et d'intégrale de l'activité musculaire des muscles soléaire (SO) et tibialis antérieur (TA) à différents

instants avant et/ou après le début du mouvement ( $t_0$ ), le pic de vitesse atteint à la fin du premier pas (V), ainsi que la longueur du premier pas.

## RESULTATS

L'analyse du SAM montre que les sujets jugent la valence des images P plus élevée que celle des images D, conformément au modèle de l'IAPS. L'analyse de variance à deux facteurs répétés montre un effet de conflit émotionnel dans le sens de l'hypothèse 1 ( $p < 0.005$ ) : le temps de réaction est plus court, l'intégrale du CP, la vitesse du CG, ainsi que l'activation du TA de la jambe droite sont plus importants en CO vs NCO entre 300 et 700 ms après  $t_0$ . Hormis pour le temps de réaction, nous observons également une interaction entre l'effet de l'essai précédent et l'effet de l'essai étudié (hypothèse 2) pour ces mêmes variables (entre 300 et 500 ms après  $t_0$ ) (Figure 1). Aucune différence significative ne s'observe pour l'intégrale des activités des muscles SO et TA avant  $t_0$  ainsi que pour V et la longueur du premier pas.

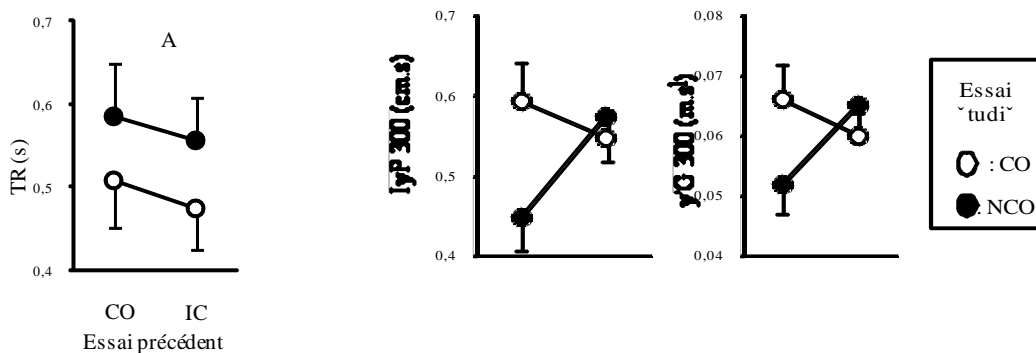


Figure 1. (A) Moyenne du temps de réaction (RT), (B) recul du CP 300ms après  $t_0$  (IyP300) et (C) Vitesse du CG 300 ms après  $t_0$  (yG300) en fonction de l'essai étudié (Current Trial) et de l'essai precedent.

## DISCUSSION

Conformément à notre hypothèse 1, le temps de réaction est plus court et l'amplitude des réponses posturales est plus importante en CO qu'en NCO. La production d'un mouvement vers l'avant est donc facilitée lorsque ce dernier est congruent avec le système motivationnel activé (appétitif dans un contexte plaisant). Cependant, le pic de vitesse et la longueur du premier pas n'étaient pas influencés par la modification du contexte émotionnel. Il semble donc qu'environ 500 ms soient nécessaires pour que l'influence du conflit émotionnel ne s'observe plus, suggérant que seule la phase posturale du mouvement est affectée. En accord avec notre hypothèse 2, cet effet de conflit est différent selon la nature de l'essai qui précède : la production du mouvement dans un essai NCO est facilitée lorsque celui-ci a été précédé d'un autre essai NCO. Ce résultat peut être expliqué au regard de la théorie de la gestion du conflit (Botvinick, 2001). L'expérience d'un essai NCO élève le niveau de contrôle cognitif permettant au sujet de se préparer pour mieux gérer le conflit suivant. Toutefois, cette meilleure gestion du conflit ne concerne que les modifications posturales précoces.

## BIBLIOGRAPHIE

- Botvinick et al., (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 624-652.
- Chen, M., Bargh, J.A. (1999). Consequences of automatic evaluation : immediate behavioral predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and social psychology*, vol 25, n°2, 215-224.
- Lang, P.J., Bradley, M.M., Cuthbert, B.N., (1997). Motivated attention: affect, activation and action, *Attention and Orienting: Sensory and motivational processes*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 97-135
- Lang, P.J., Bradley, M.M., Cuthbert, B.N., (2005). International affective picture system (IAPS): instruction manual and affective ratings, Technical report A-6, University of Florida, Gainesville.
- Pereira, M.G. et al. (2006), Sustained and Transient modulation of Performance Induced by Emotionnal Picture Viewing, *Emotion*, 6 (4), 622-634.

## ***Biomécanique***

## *Analyse biomécanique de la performance motrice*

O58-Analyses fréquentielles de signaux non stationnaires : application au suivi de l'accélération tibiale lors de séries de rebonds répétées jusqu'à épuisement.

*Cédric Morio.<sup>1,2</sup>, Guillaume Rao<sup>2</sup>, Caroline Nicol<sup>2</sup>, Eric Berton<sup>2</sup>, Charlie Barla<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Oxylane Research, Villeneuve d'Ascq.

<sup>2</sup> CNRS UMR6233, Institut des Sciences du Mouvement, Marseille.

[cedric.morio@oxylane.com](mailto:cedric.morio@oxylane.com)

Il est communément toléré d'analyser le contenu fréquentiel d'un signal biomécanique par une transformée de Fourier. Ce type d'analyse ne devrait pourtant s'appliquer qu'aux signaux stationnaires et périodiques. La présente étude souligne l'intérêt de la transformée en ondelettes pour l'analyse de signaux non stationnaires tels que l'accélération tibiale (AT) lors de la répétition d'impacts jusqu'à épuisement. Cette étude présente les différences entre les deux types d'analyses du contenu fréquentiel de l'AT et, notamment, les fréquences moyennes plus élevées obtenues par la transformée en ondelettes. A l'approche de l'épuisement des sujets, les ondelettes ont ainsi révélé des intensités importantes dans les hautes fréquences (80Hz) selon l'axe médio-latéral alors que l'analyse classique ne montrait aucun effet.

**Mots clefs :** Analyses fréquentielles ; Transformée en Ondelettes ; Transformée de Fourier ; Accélération tibiale ; Fatigue

### **INTRODUCTION**

Les analyses fréquentielles sont communément utilisées pour traiter des accélérations tibiales (AT) dans le but de mieux comprendre la sévérité du choc transmis au corps humain lors de la locomotion (Lafortune et coll. 1995 ; McMahan et coll. 1987). Les travaux les plus récents ont cessé d'analyser le contenu fréquentiel de l'AT, principalement parce qu'aucune différence significative dans l'atténuation du choc n'avait été clairement démontrée. Cependant, les nouvelles techniques d'analyse par transformée en ondelettes pourraient potentiellement apporter plus d'informations que les analyses classiques par transformée de Fourier. En effet, les analyses par transformée de Fourier sont conçues pour explorer le contenu fréquentiel de signaux stationnaires et périodiques. L'AT est pourtant un signal typiquement non stationnaire dont l'analyse par transformée de Fourier pourrait conduire à des interprétations erronées de son contenu fréquentiel. Parmi les nouvelles techniques d'analyses temps-fréquence, les ondelettes apparaissent comme une méthode plus appropriée pour l'exploration du contenu fréquentiel de ce type de signaux, particulièrement pour l'analyse du choc par mesures accélérométriques (Bettella et coll. 2008).

Cette étude a comme objectif d'évaluer les deux méthodes précitées, la transformée de Fourier rapide (FFT) et la transformée en ondelettes de Morlet discrète (DWT), dans le suivi de l'accélération tibiale lors de séries de rebonds répétées jusqu'à épuisement.

### **MATERIELS ET METHODES**

Neuf hommes volontaires ont participé à cette étude. L'exercice consistait en une succession de séries de 30 rebonds unilatéraux répétés, avec 3 minutes de récupération intermédiaire, jusqu'à épuisement (Morio et coll. 2011). La série de rebonds optimale est définie par l'amélioration du ratio entre la hauteur de rebond et le temps de contact (Morio et coll. 2011). L'AT était mesurée grâce à un accéléromètre 3D (Isotron, Endevco). Ce dernier était fermement attaché sur la peau au niveau de la partie antéromédiale de la jambe à 12 cm de la malléole interne (McMahan et coll. 1987). Les analyses par FFT et DWT du contenu fréquentiel des signaux d'accélérations tibiales ont été réalisées dans la bande de plus grande énergie : 10-100 Hz et sur une fenêtre de 0 à 100 ms après le contact au sol (Lafortune et coll. 1995). L'effet de la durée relative d'exercice sur le contenu fréquentiel de l'accélération tibiale a été testé par une ANOVA à un facteur avec mesures répétées, sur la première série, l'optimale et la dernière série de rebonds, avec des tests post-hoc de Tukey quand nécessaires.



## RESULTATS

Le Tableau 1 montre la fréquence moyenne (MPF) calculée par FFT qui sous-estime la MPF basée sur l'analyse par DWT. De plus, les intensités des ondelettes révèlent des changements au cours de l'exercice épuisant de rebonds (Figure 1), avec une augmentation significative entre la série optimale et la dernière série de rebonds.

Tableau 1: Valeurs de fréquence moyenne (MPF) de l'AT sur l'axe proximo-distal, obtenues par FFT ou DWT, pour la première série, l'optimale et la dernière série de rebonds. # indique une différence significative entre la première et la dernière série de rebond

|                     | Première   | Optimale   | Dernière     |
|---------------------|------------|------------|--------------|
| <b>FFT MPF (Hz)</b> | 15,1 ± 6,3 | 17,5 ± 6,9 | 19,6 ± 7,6 # |
| <b>DWT MPF (Hz)</b> | 26,8 ± 3,8 | 27,2 ± 3,0 | 28,8 ± 3,5 # |

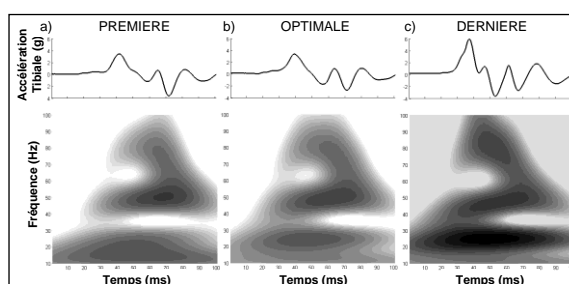


Figure 1: Signaux d'AT entre 10 et 100 Hz (en haut) et résultats de la DWT entre 10 et 100Hz (en bas) sur l'axe médio-latéral de l'AT. L'intensité de l'ondelette (niveau de gris) de la dernière série de rebonds (droite) est plus importante et arrive plus tôt que pour la première série (gauche) ou l'optimale (milieu).

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Les différences entre les analyses par FFT et par DWT sont attribuées à la violation de l'hypothèse de stationnarité du signal lors de l'analyse de l'AT par FFT. En plus des informations sur l'amplitude et le contenu fréquentiel du signal d'origine fournies par l'analyse par FFT, celle par DWT nous renseigne sur l'aspect temporel du signal. Par exemple, l'instant de l'atteinte du pic d'amplitude et de la fréquence maximale. Les variations d'intensité de la DWT améliorent le suivi du contenu fréquentiel de l'AT et de son implication dans la sévérité du choc. Le pic de fréquence à 80Hz augmente ainsi nettement lors de la dernière série de rebond comparé à la première ou à la série optimale.

En conclusion, il est important de prendre en compte les caractéristiques des signaux à analyser avant d'entreprendre l'une ou l'autre méthode. Ainsi, l'analyse par transformée en ondelettes discrètes plus spécifique aux signaux non stationnaires permet de décrire plus précisément le contenu fréquentiel de l'accélération tibiale lors d'un exercice épuisant.

## REFERENCES

- Bettella, A., Francesconi, A., Pavarin, D., Giacomuzzo, C., Angrilli, F. (2008) *International Journal of Impact Engineering*, 35, 1427-1434.
- Lafortune, M.A., Lake, M.J., Hennig, E. (1995) *Journal of Biomechanics*, 28, 113-117.
- McMahon, T.A., Valiant, G., Frederick, E.C. (1987). *Journal of Applied Physiology*, 62, 2326-2337.
- Morio, C., Chavet, P., Androuet, P., Foissac, M., Berton, E., Nicol, C. (2011) *European Journal of Applied Physiology*, doi:10.1007/s00421-011-1859-6.

## O59- Influence de la technique de service sur l'enchaînement service-volée au tennis

Caroline Martin<sup>1</sup>, Benoît Bideau<sup>1</sup>, Guillaume Nicolas<sup>1</sup> & Richard Kulpa<sup>1</sup>  
Laboratoire M2S, UFRAPS, Université Rennes 2, ENS Cachan  
[caromartin@numericable.fr](mailto:caromartin@numericable.fr)

Au tennis, la performance du service volée est basée sur 2 paramètres: la vitesse de balle et le déplacement rapide du joueur vers le filet. Au service, les joueurs de tennis peuvent utiliser deux techniques : celles de foot-up (FU) et de foot-back. Le but de cette étude est de déterminer si le temps de course vers le filet (TCF) et la vitesse de balle ( $V_{\text{balle}}$ ) varient selon la technique de service utilisée. 15 joueurs experts ont réalisé 6 services-volée avec chaque technique (FU et FB). TCF et  $V_{\text{balle}}$  ont été analysés. Le moment cinétique du tronc ( $L_{\text{tronc}}$ ) a été calculé. RTN et  $V_{\text{balle}}$  sont significativement supérieurs avec FU. Des corrélations significatives existent entre les pics de  $L_{\text{tronc}}$  et RTN, et entre les pics de  $L_{\text{tronc}}$  et  $V_{\text{balle}}$ . FB apparaît être plus efficace pour se déplacer le plus vite possible vers le filet car elle provoque des valeurs inférieures de  $L_{\text{tronc}}$  lors du service.

**Keywords** : biomécanique, moment cinétique, service-volée, tennis

### INTRODUCTION

Lors d'un enchaînement service-volée, il existe 2 principaux facteurs clés de la performance du joueur de tennis : la vitesse de balle du service ( $V_{\text{balle}}$ ) et le temps de course vers le filet (TCF). En effet, afin de pouvoir volleyer à un endroit du court qui lui soit favorable, le joueur de tennis doit se déplacer le plus vite possible vers le filet après le service (Crespo & Miley, 1999). Au service, 2 techniques sont majoritairement utilisées concernant l'action des membres inférieurs : certains joueurs effectuent un relais d'appuis (foot-up technique, FU) alors que d'autres gardent leurs pieds écartés (foot-back technique, FB) (Elliott & Wood, 1983). Le but de cette étude consiste à déterminer si les facteurs de la performance du service-volée ( $V_{\text{balle}}$  et TCF) varient selon la technique utilisée lors du service. L'hypothèse testée était la suivante : la technique de FU induirait une quantité de rotation du corps du joueur supérieure vers l'avant qui aurait pour conséquence d'augmenter  $V_{\text{balle}}$  et TCF.

### MATERIEL ET METHODES

15 joueurs de tennis experts (11 hommes et 4 femmes, âge :  $25 \pm 6,1$  ans, taille :  $78,8 \pm 6,7$  cm, masse :  $71,0 \pm 7,4$  kg) ont volontairement participé à cette étude. 9 de ces participants étaient professionnels et possédaient un classement ATP (88<sup>ème</sup>, 298<sup>ème</sup>, 797<sup>ème</sup>, 972<sup>ème</sup>, 1192<sup>ème</sup>) ou WTA (27<sup>ème</sup>, 34<sup>ème</sup>, 40<sup>ème</sup>, 60<sup>ème</sup>). Tous les joueurs étaient capables de servir avec les 2 techniques. Après avoir été équipé de marqueurs réfléchissants, chaque joueur devait réaliser 6 enchaînements service-volée réussis avec chacune des deux techniques de service testées (FU et FB). Pour que le mouvement soit « réussi », la balle devait atteindre une zone cible délimitée dans le carré de service. A la fin du service, les joueurs devaient courir pour atteindre aussi vite que possible une zone de reprise d'appuis près du filet. Un système d'analyse du mouvement (Vicon motion analysis system, Oxford Metrics Inc., Oxford, UK), composé de 12 caméras (300 Hertz), a été utilisé pour enregistrer les trajectoires 3D des marqueurs corporels. Pour analyser l'influence de la technique de service sur la performance du service-volée, le temps de course vers le filet (TCF), la vitesse de balle ( $V_{\text{balle}}$ ) et le temps de contact du 1<sup>er</sup> appui à la réception du service au sol ont été mesurés ( $T_{\text{contact}}$ ). Pour évaluer la quantité de rotation du joueur de tennis vers l'avant, le moment cinétique du tronc ( $L_{\text{tronc}}$ ) et du membre supérieur tenant la raquette ( $L_{\text{bras}}$ ) autour de l'axe transversal a été calculé.

### RESULTATS

$V_{\text{balle}}$  était significativement supérieure avec FU ( $48,1 \pm 6,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) qu'avec FB ( $46,2 \pm 6,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Concernant TCF, les joueurs étaient significativement plus rapides ( $p < 0,001$ ) avec FB ( $1,49 \pm 0,22$  s) qu'avec FU ( $1,56 \pm 0,21$  s).  $T_{\text{contact}}$  était significativement plus long ( $p < 0,001$ ) avec FU ( $0,31 \pm 0,03$  s) qu'avec FB ( $0,29 \pm 0,04$  s). Des corrélations significatives ont été mises en évidence, d'une part, entre les variations de pic de  $L_{\text{tronc}}$  et le TCF ( $r=0,81$  ;  $p < 0,001$ ) et d'autre part, entre les variations de pic de  $L_{\text{tronc}}$  et  $V_{\text{balle}}$  ( $r=0,84$  ;  $p < 0,001$ ).

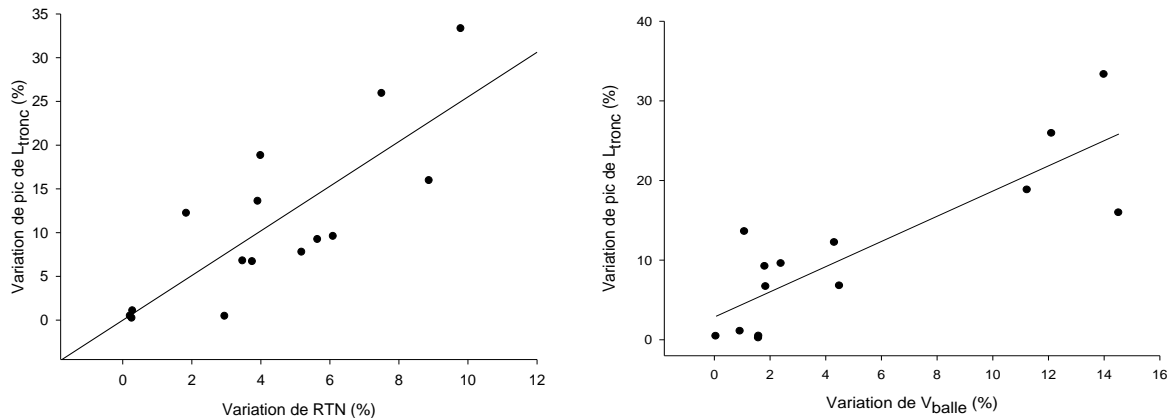


Figure 1. Relation ( $r=0,81$  ;  $r^2=0,66$  ;  $p<0,001$ ) entre les variations de  $L_{\text{tronc}}$  autour de l'axe transversal et les variations de TCF et de  $V_{\text{balle}}$  ( $n=15$ )

## DISCUSSION

La différence significative de  $V_{\text{balle}}$  obtenue entre FU et FB confirme l'hypothèse émise par Bahamonde et Knudson (2001) selon laquelle FU génère d'importantes forces de réaction verticales qui permettraient aux joueurs de produire des valeurs de moment cinétique du tronc et du membre supérieur plus élevées que la technique de FB. Ce qui a pour conséquence d'induire une vitesse de raquette supérieure à l'impact avec FU. Toutefois, si une importante quantité de moment cinétique vers l'avant est bénéfique pour produire une vitesse de balle élevée lors du service (Bahamonde, 2000), cela s'avère néfaste pour enchaîner la course vers l'avant. En effet, pour se diriger le plus vite possible vers le filet, le joueur doit avant tout « neutraliser » l'importante rotation de son corps vers l'avant en ralentissant et en redressant le tronc pour retrouver l'équilibre et le contrôle de son corps, nécessaires au bon enchaînement de la course. Dès lors, on peut penser que le temps passé à contrecarrer la quantité plus importante de  $L_{\text{tronc}}$  créée par FU s'avère plus long que pour un service volée réalisé avec FB. Cela tend à retarder le déplacement du joueur de tennis vers le filet ; ce qui explique à la fois les valeurs de TCF et de  $T_{\text{contact}}$  significativement supérieures avec FU.

## CONCLUSION

La technique de FB permet de réduire le TCF et le  $T_{\text{contact}}$  du 1<sup>er</sup> appui à la réception du service lors de l'enchaînement service-volée. Par ailleurs, la technique de FU entraîne une quantité supérieure de rotation vers l'avant, autour de l'axe transversal, qui est transférée du tronc vers le bras puis la raquette. Ce phénomène a pour conséquence d'augmenter la  $V_{\text{balle}}$  avec la technique de FU. Par conséquent, les entraîneurs pourraient conseiller à leurs joueurs d'utiliser la technique de service qui correspond le mieux à leur style de jeu. Ainsi, les joueurs de fond de court devraient utiliser la technique de FU car elle permet d'augmenter  $V_{\text{balle}}$ . A l'inverse, parce qu'elle permet de se déplacer plus vite vers le filet, la technique de FB apparaît plus adéquate pour améliorer la performance des serveurs volleyeurs.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bahamonde, R.E. (2000). Changes in angular momentum during the tennis serve. *Journal of Sports Sciences*, 18, 579-592.
- Bahamonde, R.E. & Knudson, D. (2001). Ground reaction forces and two types of stances and tennis serves. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, Sup 1, S102.
- Crespo, M. & Miley, D. (1999). *Advanced coaches manual*. London: ITF Ltd.
- Elliott, B. & Wood, G.A. (1983). The biomechanics of the foot-up and foot-back tennis serves techniques. *The Australian Journal of Sport Sciences*, 3, 3-6.

O60- Estimation de l'angle de flexion/extension du coude dans une tâche de tourner le volant en l'absence du marqueur médial de l'épicondyle de l'humérus

*Jessica Schiro, François Gabrielli, Philippe Pudlo, Franck Barbier et Mohamed Djemai*  
LAMIH FRE CNRS 3304, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis,  
Valenciennes, France  
Philippe.Pudlo@univ-valenciennes.fr

L'objectif du travail présenté est d'estimer l'angle de flexion/extension du coude en l'absence du marqueur médial de l'épicondyle de l'humérus, et ceci tout en respectant les recommandations de l'ISB qui impose sa mesure. Le mouvement d'un sujet, équipé de 12 marqueurs (T8, C7, l'incisure jugulaire (IJ), le processus Xyphoïde (PX), l'acromion (Ac), un rotateur du bras (RotB), les épicondyles du coude (EM et EL), les styloïdes ulnaires (US) et radial (UR), et les métatarses M2 et M5), est mesuré, sans occultation, lors d'une tâche de tourner le volant simplifié. Les coordonnées 3D du marqueur disposé en EM sont alors estimées à l'aide de 3 jeux de marqueurs (CEp, EL et US), (CEp, EL, RS) et (CEp, EL, RotB), avec CEp le centre articulaire de l'épaule. Avec une erreur moyenne de 6.03mm entre les coordonnées du marqueur EM mesurées et celles estimées et une erreur de 0,56° pour l'angle de flexion/extension du coude, le jeu de marqueurs (CEp, EL et US) est proposé.

**Keywords:** Cinématique, membre supérieur, conduite automobile, simulateur.

## INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet ANR VolHand qui vise à mettre au point un système de direction assistée électrique intelligent, adapté aux personnes âgées et/ou à mobilité réduite. La première étape de ce projet a pour objet l'analyse des mouvements des membres supérieurs des populations ciblées lors d'une tâche de tourner le volant. Un système optoélectronique de type VICON® est utilisé et des marqueurs en nombre suffisant sont disposés sur les membres supérieurs des sujets afin de calculer les angles articulaires conformément aux recommandations de l'International Society of Biomechanics (ISB, (Wu, van der Helm et al. 2005)). Malgré l'attention portée aux expérimentations et les 10 caméras utilisées, la diversité des stratégies motrices mises en place par les sujets (Schiro, Gabrielli et al. 2011) et les contraintes environnementales liées au simulateur automobile retenu ne permettent pas une mesure à chaque instant du marqueur médial de l'épicondyle de l'humérus. L'angle de flexion/extension du coude ne peut donc plus être calculé selon l'ISB. L'objectif de ce papier est d'apporter une solution à cette problématique spécifique.

## METHODE

Un sujet (29 ans, 187cm, 89kg), équipé de 12 marqueurs (C7, incisure jugulaire (IJ), processus xiphoïde, T8, l'acromion, l'épicondyle médial (EM), l'épicondyle latéral (EL), styloïde ulnaire (US), styloïde radial (RS), rotateur du bras (RotB) et les métatarses 2 et 5 (M2, M5) a pris part aux expérimentations. Le centre articulaire de l'épaule (CEp) est calculé par sphère fitting après une pré-expérimentations (Gamage and Lasenby 2002), avec les marqueurs EL, EM, US et RotB : le rotateur du bras. Assis sur une chaise, ce sujet avait pour consigne de tourner un volant disposé devant lui sur une table. Tous les marqueurs sont visibles par les 10 caméras. Trois repères  $R_{t1}$ ,  $R_{t2}$  et  $R_{t3}$  sont définis :

- $R_{t1}$  d'axe X orthogonal au plan formé par CEp, EL et US
  - $R_{t2}$  d'axe X orthogonal au plan formé par CEp, EL, RS
  - $R_{t3}$  d'axe X orthogonal au plan formé par CEp, EL, RotB
- 
- A  $t=0$ , les coordonnées 3D du marqueur EM, obtenues initialement dans le repère de laboratoire  $R_L$ , sont exprimées dans les repères  $R_{t1}$ ,  $R_{t2}$  et  $R_{t3}$ . Ces coordonnées sont notées respectivement  $EM_{R_{t1}}(t=0)$ ,  $EM_{R_{t2}}(t=0)$  et  $EM_{R_{t3}}(t=0)$ .

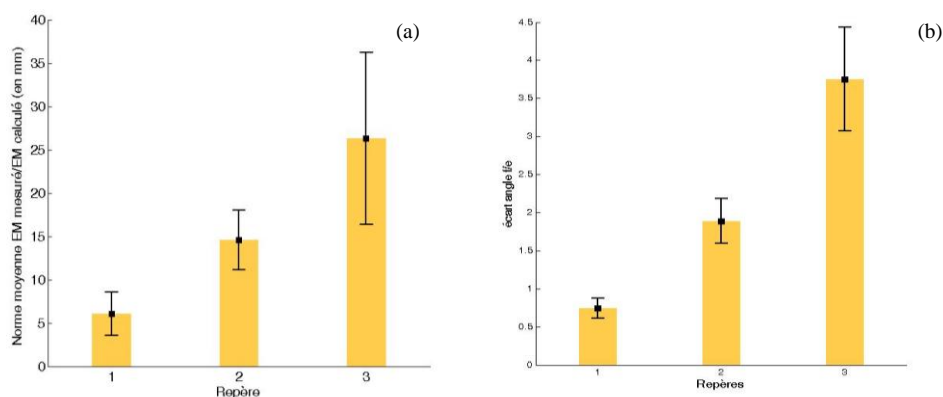
- Pour tout  $t > 0$ , les coordonnées 3D  $EM_{R1}(t=0)$ ,  $EM_{R2}(t=0)$  et  $EM_{R3}(t=0)$  sont exprimées dans le repère de laboratoire,  $R_L$ . Ces coordonnées sont notées respectivement  $EM_{R1}(t > 0)$ ,  $EM_{R2}(t > 0)$  et  $EM_{R3}(t > 0)$ .

Dans un premier temps, les coordonnées 3D  $EM_{R1}(t > 0)$ ,  $EM_{R2}(t > 0)$  et  $EM_{R3}(t > 0)$  sont comparées à  $EM(t > 0)$ , les coordonnées 3D de EM mesuré dans  $R_L$  lorsque  $t > 0$ .

Dans un second temps, l'angle de flexion/extension du coude calculé selon les recommandations de l'ISB, d'une part en considérant  $EM(t)$  et d'autre part en considérant successivement  $EM_{R1}(t > 0)$ ,  $EM_{R2}(t > 0)$  et  $EM_{R3}(t > 0)$  sont comparés.

## RESULTATS

La figure 1.a présente les erreurs moyennes et les écart-types calculés entre  $|EM(t)|$  et  $|EM_{R1}(t > 0)|$ ,  $|EM_{R2}(t > 0)|$  et  $|EM_{R3}(t > 0)|$ . Les erreurs moyennes (resp. les écarts types) sont égales à 6,03mm (resp. 2,51), 14,57mm (resp. 3,42) et 26,28mm (resp. 9,93) respectivement.



**Figure 1.** Moyenne et écart type a) entre  $|EM(t)|$  et  $|EM_{R1}(t > 0)|$ ,  $|EM_{R2}(t > 0)|$  et  $|EM_{R3}(t > 0)|$  et b) sur le calcul d'angle f/e à partir de EM mesuré et EM estimé.

La figure 1.b présente l'erreur entre l'angle de flexion/extension du coude calculé en considérant  $EM(t)$  et l'angle de flexion/extension en considérant  $EM_{R1}(t > 0)$ ,  $EM_{R2}(t > 0)$  et  $EM_{R3}(t > 0)$ . L'erreur moyenne est égale à  $-0,56^\circ$ ,  $-1,83^\circ$  et  $3,53^\circ$  respectivement.

## CONCLUSION

L'occlusion du marqueur médial de l'épicondyle de l'humérus ne permet pas d'appliquer les recommandations de l'ISB directement afin de calculer l'angle de flexion/extension du coude lors d'une tâche de tourner le volant. Ces travaux ont montré qu'il était possible d'en obtenir une bonne estimation à condition que les marqueurs disposés en CEp, EL et US soient visibles.

## REFERENCES

- Gamage, S. S. H. U. and J. Lasenby (2002). "New least squares solutions for estimating the average centre of rotation and the axis of rotation." *Journal of Biomechanics* **35**(1): 87-93.
- Schiro, J., F. Gabrielli, et al. (2011). "Validation d'une consigne visuelle 2D pour l'analyse du geste chez le conducteur automobile." *Conférence ASSISTH, Paris, 2011*.
- Wu, G., F. C. T. van der Helm, et al. (2005). "ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion--Part II: shoulder, elbow, wrist and hand." *Journal of Biomechanics* **38**(5): 981-992.

Le Profil de Puissance Record (PPR) est un concept intéressant dans le processus d'entraînement en cyclisme ; il correspond à la relation « puissance mécanique ( $P_{\text{méca}}$ ) record – temps » d'un athlète. A partir du PPR, il est possible de dresser la relation linéaire entre la diminution du pourcentage de Puissance Maximale Aérobie et le logarithme du temps (% PMA -  $\ln t$ ) sur des efforts de 5 min à 4 h. L'Indice d'Endurance (IE, Peronnet & Thibault, 1987) a été étudié sur 4 cyclistes professionnels à partir d'un suivi longitudinal de leur  $P_{\text{méca}}$  à l'entraînement et en compétition. Les résultats préliminaires montrent qu'à partir de la mesure de la  $P_{\text{méca}}$  en cyclisme il est également possible d'obtenir une relation entre le % PMA et le logarithme du temps permettant de déterminer un IE pour chaque cycliste.

**Keywords:** Cyclisme, Puissance mécanique, Endurance, Potentiel physique

## INTRODUCTION

L'analyse de la puissance mécanique ( $P_{\text{méca}}$ ) est aujourd'hui utilisée en routine lors du processus d'entraînement en cyclisme. Le Profil de Puissance Record (PPR) permet l'évaluation et le suivi du potentiel physique du cycliste à partir de la relation entre les  $P_{\text{méca}}$  records (établies en compétition et à l'entraînement) et le temps (Pinot & Grappe, 2011). Peronnet et Thibault (1987, 1989) ont développé un modèle physiologique de la performance en course à pied qui permet de déterminer l'Indice d'Endurance (IE) d'un athlète. Cet indice correspond à la pente de la droite de régression entre la fraction d'utilisation de la  $VO_2\text{max}$  et le logarithme du temps entre 7 min et ~2 h. L'IE donne une information sur le potentiel endurant chez les athlètes. A ce jour, aucune étude n'a été conduite en cyclisme sur cette relation entre le pourcentage de Puissance Maximale Aérobie et le temps (% PMA –  $\ln t$ ). Le but de cette étude préliminaire est 1) de déterminer les IE à partir du PPR chez 4 cyclistes professionnels ayant des profils différents et 2) comparer les IE obtenus à ceux rapportés en course à pied.

## METHODES

Durant une période de 10 mois, 4 cyclistes professionnels ( $26 \pm 5$  ans,  $181 \pm 3$  cm ;  $70 \pm 4$  kg) ont réalisé leurs entraînements et compétitions avec un capteur de puissance SRM (Schoberer Rad Messtechnik, Jülich, Germany (Gardner et al., 2004)) fixé sur leur vélo. Chaque cycliste possédait un profil bien distinct défini à partir des performances réalisées en compétition, i.e. sprinteur, grimpeur, rouleur et mixte (sans qualité prédominante). Tous les fichiers SRM de chaque sujet ont été collectés afin de déterminer le PPR à partir des  $P_{\text{méca}}$  records sur 5, 20, 30, 45, 60, 120, 180 et 240 min. Les  $P_{\text{méca}}$  étaient normalisées par rapport à la masse des cyclistes (W/kg). La  $P_{\text{méca}}$  record sur 5 min était considérée correspondante à la PMA.

## RESULTATS

La figure 1 montre qu'il n'existe pas de différence significative (ANOVA) entre les 4 cyclistes à partir de la relation logarithmique entre les  $P_{\text{méca}}$  records et le temps. Lorsque les PPR sont exprimés linéairement pour déterminer l'IE à partir de la relation % PMA –  $\ln t$ , le temps a une influence significative (ANOVA) ( $p < 0.05$ ) sur la diminution du % PMA. Les tests post-hoc ne montrent aucune différence significative d'IE entre les sujets : sprinteur (IE = -8,1 ;  $R^2 = 0,97$  ;  $p < 0,001$ ), rouleur (IE = -9,9 ;  $R^2 = 0,99$  ;  $p < 0,001$ ), mixte (IE = -10,1 ;  $R^2 = 0,99$  ;  $p < 0,001$ ) et grimpeur (IE = -10,3 ;  $R^2 = 0,99$  ;  $p < 0,001$ ). En revanche, on observe d'autres tendances entre les cyclistes (voir figure 2).

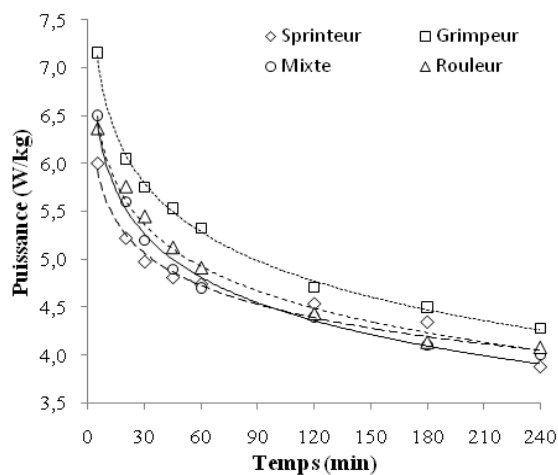


Figure 1 : Profil de Puissance Record des 4 cyclistes (Pointillés : grimpeur, tirets : rouleur, trait plein : mixte, trait discontinu : sprinteur).

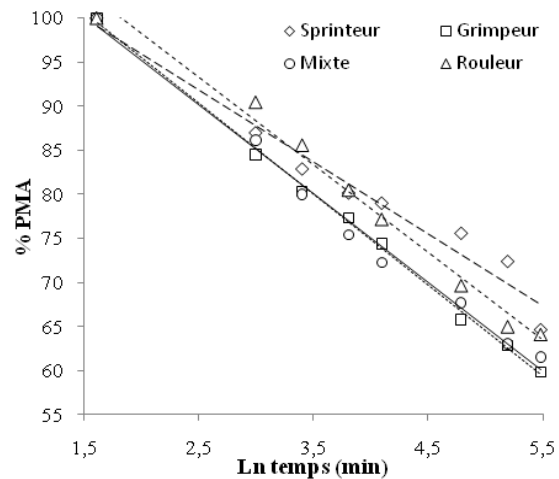


Figure 2 : Relations % PMA – Ln  $t$  des 4 cyclistes (Pointillés : grimpeur, tirets : rouleur, trait plein : mixte, trait discontinu : sprinteur).

## DISCUSSION

Les résultats montrent que malgré des profils de performance très différents, les 4 cyclistes possèdent des IE très proches les uns des autres. Les IE obtenus (entre -8 et -10) montrent des ordres de grandeur différents comparés à ceux obtenus par Peronnet et Thibault (entre -4 et -8) en course à pied. Le fait que la  $P_{méca}$  s'exprime avec le cube de la vitesse de déplacement peut en partie expliquer ces différences. Comme l'a souligné Vandewalle (2008), on observe que plus la courbe du PPR est incurvée, plus l'IE est faible à l'instar du sprinteur. Selon Péronnet et Thibault, plus l'IE est faible (se rapprochant de 0) et plus le potentiel d'endurance est élevé. L'IE traduisant la faculté à soutenir un haut pourcentage de PMA pour un temps donné ne semble pas lié au profil du coureur en cyclisme puisque pour quatre profils différents les IE sont relativement proches. Peronnet et Thibault ont souligné que le poids de l'IE était moindre comparé à celui de la  $VO_2max$  dans la réalisation d'une performance en endurance. Une erreur de 1% de la PMA peut provoquer jusqu'à 16% d'erreur dans la pente de la relation % PMA – Ln  $t$  (Vandewalle 2008). Ainsi, la détermination d'un IE fiable répond nécessairement à un PPR précis obtenu à partir de mesures valides de la  $P_{méca}$  sur une durée assez longue (plusieurs mois) afin de se rapprocher le plus possible des records de  $P_{méca}$  entre des durées comprises entre 5 min et 4h.

## CONCLUSION

Cette étude préliminaire montre que les pentes obtenues à partir de la relation % PMA – Ln  $t$  permettent de définir des IE propres à chaque cycliste. Les résultats ne montrent pas de différence significative d'IE en fonction du profil de coureur. De futures études conduites sur un échantillon plus important de cyclistes de niveaux et de profils différents permettront de mieux analyser l'IE et son influence sur la performance en cyclisme.

## BIBLIOGRAPHIE

- Gardner AS, Stephens S, Martin DT, Lawton E, Lee H, Jenkins D. *Accuracy of SRM and Powertap monitoring systems for bicycling*. Med Sci Sports Exerc 2004; 36: 1252-1258
- Peronnet, F. & Thibault, G. (1987). *Analyse physiologique de la performance en course à pied, révision du modèle hyperbolique*. J Physiol. 82, 52-60
- Peronnet, F. & Thibault, G. (1989). *Mathematical analysis of running performance and world running records*. J Appl Physiol. 67, 453-465
- Pinot, J. & Grappe, F. (2011). *The record power profile to assess performance in elite cyclists*. Int J Sports Med. 32, 1-6
- Vandewalle H. (2008). *Puissance critique : passé, présent et futur d'un concept*. Science & Sports. 23, 223-230

## ***Physiologie***



O62- Effets du pré/post cooling sur les réponses perceptives et physiologiques et sur les performances en cyclisme

*B. Gonzales<sup>1</sup>, V. Hagin<sup>1</sup>, R. Guillot<sup>1</sup>, V. Place<sup>2</sup>, P. Monnier-Benoit<sup>1</sup> & A. Gros Lambert<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire 2SBP - EA 4267, Département de Recherche en Sciences, Prévention, Innovation et Veille Technico-Sportive, UPFR des Sports de Besançon, Université de Franche-Comté

<sup>2</sup>Laboratoire de Mécanique Appliquée, R.Chaléat Femto-ST, Université de Franche-Comté  
gonzalesbenoit@hotmail.com

Le but de cette étude est d'évaluer chez 10 coureurs entraînés, l'influence du port d'un vêtement de refroidissement avant (pré-cooling) et après (post-cooling) une épreuve de 20 min réalisée sur un home trainer dans un environnement chaud et humide (29-30 °C ; 78-81 % RH). Les résultats montrent que le pré-cooling permet une augmentation significative ( $P < 0.05$ ) de la puissance développée (+21,43 W ; +9.52 %), une amélioration du confort thermique et une baisse de la température cutanée. Le post-cooling permet une baisse significative ( $P < 0.05$ ) de la fréquence cardiaque et des températures cutanées et rectales. Cette méthode permet d'améliorer les performances et la récupération.

**Mots clés :** Perception de l'effort, confort thermique, refroidissement corporel, pacing, allure.

## **INTRODUCTION**

Il est bien connu qu'une température élevée et un fort taux d'humidité produisent des effets délétères sur la performance sportive. A l'approche des JO de Pékin (2008), de nombreuses études concernant le refroidissement corporel avant (pré-cooling) ou après (post-cooling) l'exercice ont été menées (Quod et coll., 2006). Les résultats de ces études permettent de justifier de l'utilisation du cooling qui nécessite cependant l'accès à des infrastructures peu adaptées (bassin d'immersion) aux contraintes logistiques de la compétition. Pour cette raison, nous avons voulu tester les effets d'un vêtement thermorégulant actif permettant de contrôler la température corporelle des athlètes. Le but de cette étude est d'évaluer les effets de ce vêtement sur les réponses perceptives et physiologiques ainsi que sur les performances de cyclistes dans un environnement chaud et humide.

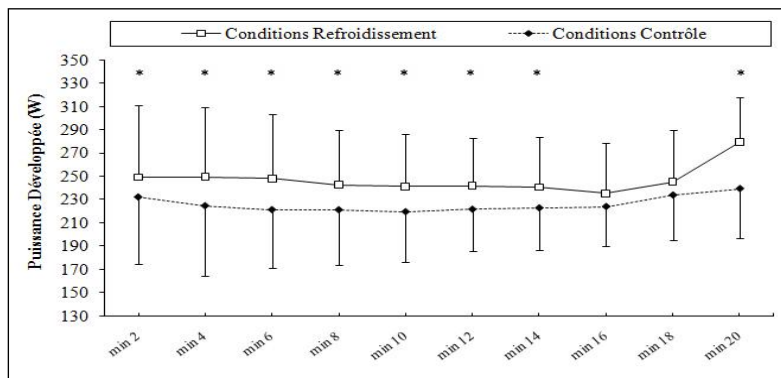
## **METHODE**

Dix coureurs cyclistes volontaires de niveau national ( $21,6 \pm 1,9$  ans, taille :  $182 \pm 3$  cm, poids :  $72,6 \pm 5,5$  kg) ont réalisé en laboratoire dans une chambre climatique (29 – 31°C ; 78 – 81% d'humidité), dans un ordre aléatoire et à une semaine d'intervalle, un test d'endurance de 20 min (ITT<sub>20</sub>) sur un home trainer calibré (CatEye CS-1000, Japon) dans deux conditions différentes : i) sans pré/post-cooling : les cyclistes ont réalisé un échauffement standardisé puis ont développé librement la plus grande puissance possible durant 20 min en s'hydratant librement ; ii) avec cooling : les cyclistes ont réalisé la même épreuve mais en portant, durant la phase d'échauffement (pré-cooling pendant 20 min) et la période de récupération (post-cooling les 15 premières des 30 minutes de récupération), un vêtement thermorégulant constitué d'accumulateurs thermiques (Ice-Shirt Vtherm ®) et diffusant une température de 8°C au niveau de la peau. Différentes variables ont été évaluées avant, pendant et après l'épreuve, notamment la puissance externe développée, les températures rectales et cutanées, la fréquence cardiaque, les perceptions de l'effort et du confort thermique.

## **RESULTATS**

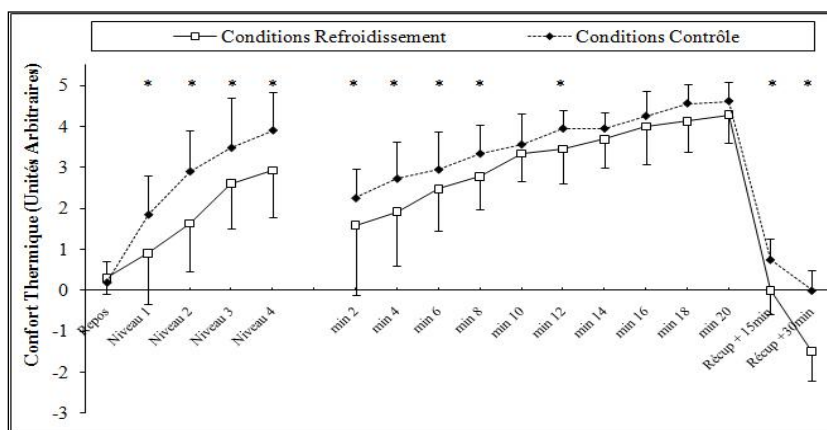
Une analyse de variance (ANOVA) a montré (**Figure 1**) que le pré-cooling améliore significativement la puissance développée lors de l'ITT<sub>20</sub> ( $+ 19,73 \pm 3$  W ; +9,52 % ;  $p < 0.05$ ) associé à une baisse significative ( $P < 0.05$ ) des températures cutanées et rectales. L'allure varie de manière indépendante de la température cutanée lors de l'ITT<sub>20</sub> cependant lors des 2 dernières minutes du test, les sujets, une fois refroidis, arrivaient à accélérer significativement plus (+15,79%) que lors des conditions de contrôle (+6,47%). En accord avec la littérature

(Duffield et al. 2010), la consommation d'H<sub>2</sub>O des sujets n'est pas significativement différente entre les conditions, malgré une perte de masse corporelle significativement plus faible ( $P < 0.05$ ) lors des conditions de refroidissement.



**Figure 9** Puissance externe (Moyenne  $\pm$  Ecart Type, n=10) pendant l'ITT<sub>20</sub> à intensité autodéterminée.  
\*Différence significative ( $P < 0.05$ ) entre les deux conditions.

La perception de chaleur (**Figure 2**) diminue de manière significative ( $P < 0.05$ ) lors de l'échauffement ainsi que lors de l'ITT<sub>20</sub> et de la récupération. On n'observe aucune différence significative concernant la fréquence cardiaque et la perception de l'effort, malgré l'augmentation de la puissance développée lors de l'épreuve. En revanche, la fréquence cardiaque est significativement plus basse ( $P < 0.05$ ) lors de la récupération.



**Figure 10** Confort thermique (Moyenne  $\pm$  Ecart Type, n=10) pendant l'échauffement, l'ITT<sub>20</sub> et la récupération.  
\* Différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les deux conditions.

## CONCLUSION

Via l'utilisation de ce vêtement thermorégulant, le pré-cooling permet une augmentation de 9,52 % de la puissance sur l'ITT<sub>20</sub>. Ces résultats suggèrent, en accord avec Wilson et coll. (2002), que l'absence de pré-cooling aurait pour effet une altération de l'activité cérébrale qui entraînerait une diminution du recrutement des unités motrices impliquées dans l'exercice. Cette altération s'observe lorsque la température centrale avoisine les 40°C et permettrait ainsi de prévenir l'athlète d'une hyperthermie. Le post-cooling a un effet positif sur la récupération en accélérant notamment la baisse de la fréquence cardiaque, des températures cutanées et rectales, ainsi qu'en améliorant le confort thermique. Par conséquent, le post-cooling apparaît comme une technique de récupération efficace suite à un exercice réalisé dans environnement chaud et humide.

O63- Profil anthropométrique et performances physiques de jeunes footballeurs élités : Etude longitudinale

Emmeran Le Moal<sup>1</sup>, Mohamed Ali Hammami<sup>1-2</sup>, Abderraouf Ben Abderrahman<sup>1</sup>, Ammar Nebigh<sup>3</sup>  
& Hassane Zouhal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Mouvement Sport Santé (M2S), UFRAPS, Université Rennes 2;

<sup>2</sup> Institut Supérieur du Sport et de l'EPS de Tunis. Ksar Saïd, Tunisie;

<sup>3</sup> Laboratoire de Physiologie et d'Exploration Faculté de Médecine Ibn Eljazzar, Sousse

emmeran.lemoal@live.fr

En football de haut niveau, l'observation et la caractérisation des paramètres anthropométriques et des qualités physiques permettent de distinguer les joueurs en fonction du niveau de jeu et du poste occupé sur le terrain. Il convient alors de suivre les paramètres anthropométriques et les qualités physiques au cours d'une saison afin de mettre en place des profils de référence en fonction du poste occupé chez de jeunes footballeurs élités.

**Keywords** : Football, Entraînement, Anthropométrie, Poste, Jeunes

## INTRODUCTION

La pratique du football de haut niveau requiert un haut niveau de performances physiques [Stølen *et al.*, 2005]. L'optimisation des qualités physiques est l'un des objectifs majeurs du parcours de formation. L'observation et la caractérisation des paramètres anthropométriques et des qualités physiques permettent de distinguer les joueurs élités des amateurs, et de dégager un profil de référence en fonction du poste occupé sur le terrain. Ces profils s'avèrent spécifiques chez les joueurs élités adultes [Bangsbo, 1994], en revanche, chez les jeunes joueurs, il s'avère complexe de dégager ce type de profil, du fait du peu de données provenant de sujets élités recensées dans la littérature scientifique [Wong *et al.*, 2009]. Le but de ce travail est donc de réaliser un suivi longitudinal des paramètres anthropométriques et des qualités physiques chez de jeunes footballeurs élités au cours d'une saison et d'en dégager des profils de référence en fonction du poste occupé.

## MATERIELS ET METHODES

41 footballeurs élités (15.3±0.2 ans) ont participé à cette étude. Ces derniers sont membres d'une structure de formation fédérale Tunisienne réunissant les meilleurs joueurs du pays. Ces joueurs ont été répartis en 5 groupes en fonction de leur poste : gardien de but (GB, n=7), défenseur central (DEF C, n=10), défenseur latéral (DEF L, n=6), milieu de terrain (MIL, n=9) et attaquant (ATT, n=8). Deux sessions de tests ont été réalisées en début et fin de saison (T1 et T2 respectivement). La taille, le poids, le pourcentage de masse grasse ainsi que les performances en sprint (30 m), en 5-jump test (5-JT) et Yo-Yo Intermittent Recovery Test 1 (YYIRT1) ont été mesurés.

## RESULTATS & DISCUSSION

Nos résultats indiquent en premier lieu que les paramètres anthropométriques présentent une évolution significative ( $p < 0.05$ ) entre les deux sessions de test. De même, les paramètres relatifs aux qualités physiques augmentent eux aussi de manière significative ( $p < 0.05$ ) (Tableau 1). En revanche, il n'a pas été possible de présenter un profil de référence précis en fonction de la position occupée. Il semble qu'avant les 16 ans, il n'y ait pas de différences en fonction de la position occupée [Wong *et al.*, 2009]. Cela peut notamment s'expliquer par un moindre passé de pratique par rapport à des sujets adultes élités. Des travaux supplémentaires s'avèrent indispensables afin de mieux comprendre le phénomène de spécialisation au poste chez le footballeur de haut niveau.

|              | TAILLE (cm) |         | POIDS (kg) |         | % MASSE GRASSE |         | Sprint 30m (s) |        | 5-JT (m) |         | YYIRT1 (m) |        |
|--------------|-------------|---------|------------|---------|----------------|---------|----------------|--------|----------|---------|------------|--------|
|              | T1          | T2      | T1         | T2      | T1             | T2      | T1             | T2     | T1       | T2      | T1         | T2     |
| <b>GB</b>    | 183.3 ±     | 185.3 ± | 78.00 ±    | 76.90 ± | 14,18 ±        | 13,19 ± | 4,63 ±         | 4,52 ± | 11,16 ±  | 12,10 ± | 650 ±      | 1840 ± |
|              | 3.5         | 3.2**   | 5.0        | 3.3     | 1.5            | 2.4     | 0.2            | 0.2**  | 1.0      | 0.6*    | 420        | 311**  |
| <b>DEF C</b> | 176.6 ±     | 179.4 ± | 69.80 ±    | 68.6 ±  | 12,45 ±        | 11,56 ± | 4,49 ±         | 4,41 ± | 10,83 ±  | 12,32   | 896 ±      | 2112 ± |
|              | 4.4         | 4.2**   | 4.6        | 4.5     | 3.6            | 2.3     | 0.3            | 0.2**  | 1.4      | ± 0.9** | 131        | 303**  |
| <b>DEF L</b> | 176.2 ±     | 179.9 ± | 67.30 ±    | 67.00 ± | 12,38 ±        | 10,75 ± | 4,49 ±         | 4,37 ± | 11,12 ±  | 12,20 ± | 1146 ±     | 2360 ± |
|              | 2.9         | 3.6**   | 3.8        | 1.9     | 3.1            | 2.4     | 0.2            | 0.3**  | 1.4      | 0.7*    | 166        | 80**   |
| <b>MIL</b>   | 175.3 ±     | 178.7 ± | 64.70 ±    | 65.50 ± | 10,55 ±        | 10,09 ± | 4,47 ±         | 4,35 ± | 11,39 ±  | 12,19 ± | 1133 ±     | 2346 ± |
|              | 4.2         | 3.7**   | 4.1        | 4.2     | 3.1            | 1.9     | 0.2            | 0.3**  | 1.4      | 0.8*    | 23         | 244**  |
| <b>ATT</b>   | 173.9 ±     | 177.2 ± | 68.30 ±    | 68.4 ±  | 12,27 ±        | 10,57 ± | 4,46 ±         | 4,36 ± | 11,05 ±  | 12,34 ± | 1000 ±     | 2360 ± |
|              | 3.3         | 2.9**   | 6.6        | 7.3     | 3.5            | 1.9*    | 0.2            | 0.1**  | 0.8      | 0.4**   | 174        | 174**  |

\*p<0.05 ; \*\*p<0.01

Tableau 1

## REFERENCES

- Bangsbo J. The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl* 619:1-155. 1994
- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med* 35(6):501-36. 2005
- Wong, PW., Chamari, K., Dellal, A., Wisløff, U. Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *J Strength Cond Res* 23(4):1204-1210. 2009

## O64- Adaptations neuromusculaires à l'entraînement en auto-résistance lors de cocontractions isométriques maximales volontaires

Virgile Serrau<sup>1</sup>, Tarak Driss<sup>1</sup>, Armande Le Pellec-Muller<sup>1</sup> & Henry Vandewalle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CeRSM (E.A.2931), UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La Défense.

<sup>2</sup>Laboratoire de Physiologie, UFR Santé, Université Paris XIII

vserrau@u-paris10.fr

Le but de cette étude est de vérifier que l'augmentation de force après un entraînement en auto-résistance, consistant en la répétition de cocontractions maximales isométriques volontaires (CCMIV), n'est pas associée à une augmentation des coactivations en force maximale isométrique (FMV). Dix sujets témoins n'ont pas suivi d'entraînement spécifique, et 10 sujets ont suivi un programme de 12 sessions (1 session/jour, 3 jours/semaine, pendant 4 semaines) comprenant pour chacune d'elle 4 séries de 6 CCMIV (4 sec/contraction) des fléchisseurs et extenseurs du coude droit. Une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de la FMV des fléchisseurs ( $9,6 \pm 9,5 \%$ ) et des extenseurs ( $13,8 \pm 6,0 \%$ ) du coude a été enregistrée, sans modification significative ( $p > 0,05$ ) des niveaux de coactivation des muscles antagonistes lors de la contraction de l'agoniste à FMV.

**Mots-clés:** Entraînement, Auto-résistance, Cocontraction maximale, Force isométrique, EMG.

### INTRODUCTION

Peu de travaux se sont intéressés à l'étude des cocontractions maximales isométriques volontaires, i.e. la cocontraction maximale, isométrique et volontaire de muscles ou groupes de muscles antagonistes (CCMIV). A notre connaissance, une seule étude (MacKenzie et al., 2010) a observé une augmentation de la force des fléchisseurs (5,8 %) et des extenseurs (8,5 %) du coude lors d'un programme d'entraînement en auto-résistance anisométrique i.e. les muscles d'une même articulation s'opposent les uns aux autres au cours du mouvement. Il est admis que l'augmentation de la force, dans les premières phases d'un entraînement contre une résistance externe, est en partie expliquée par une adaptation neuromusculaire (Carolan et Cafarelli, 1992; Psek et Cafarelli, 1993) consistant en une diminution de la coactivation des antagonistes lors de la réalisation d'exercices de force maximale volontaire (FMV). En effet, la force nette d'une articulation donnée est égale à la différence des forces exercées par les muscles agonistes/antagonistes, et par conséquent, de haut niveau de coactivation sont à éviter en vue d'une optimisation de la force des agonistes (Psek et Cafarelli, 1993). Or, contrairement aux exercices contre résistance externe, les muscles fonctionnellement opposés sont agonistes lors des CCMIV. L'effet de cette spécificité pose la question du type d'adaptation neuromusculaire produit par un entraînement en CCMIV. Le but de la présente étude est d'une part, de vérifier que l'augmentation de force après un programme d'auto-résistance en CCMIV n'est pas associée à une augmentation de la coactivation des antagonistes à FMV, et d'autre part, d'étudier l'effet de ce programme sur la possibilité d'atteindre de plus haut niveau d'activation en CCMIV après entraînement.

### MATERIELS ET METHODES

Vingt sujets hommes actifs ont participé à cette étude. Dix d'entre eux ont suivi le programme d'entraînement en CCMIV (groupe entraîné ; GE), et les 10 autres n'ont effectué aucun entraînement en CCMIV (groupe contrôle ; GC). Il n'y avait pas de différences significatives ( $p > 0,05$ ) entre GC et GE pour l'âge ( $28,1 \pm 6,7$  vs  $26,3 \pm 6,2$  ans), la taille ( $178,5 \pm 5,8$  vs  $176,3 \pm 3,6$  cm) et la masse corporelle ( $78,1 \pm 13,0$  vs  $75,6 \pm 7,6$  kg).

La FMV des fléchisseurs (FMVflex ; Fig.1A) et des extenseurs (FMVext ; Fig.1B) du coude droit a été mesurée grâce à un capteur de force (Fig. 1A et 1B : T) à jauge de contrainte relié à un conditionneur de signal. Simultanément aux mesures de force, l'activité EMG des muscles biceps brachii (BB) et triceps brachii (TB) a été enregistrée par un électromyographe MA-300. Les données de force et d'EMG ont été enregistrées sur 5 s à une fréquence de 1000 Hz. L'activité EMG a été intégrée (EMGi) sur 512 ms sélectionnées en fonction du plateau de force (pour les essais à FMV) et de la qualité du signal (pour les essais en CCMIV). Dans un deuxième temps, des enregistrements de force et d'activité EMG à 30% et 60% FMV, contre la résistance du capteur de force, ont également été effectués. Pour les exercices en CCMIV (Fig. 1C), il était demandé au sujet de « contracter au maximum l'ensemble des muscles du bras, sans modifier l'angle articulaire » sans résistance externe.

Le programme d'entraînement comportait 12 sessions (1 session/jour, 3 jours/semaine, pendant 4 semaines). Lors de chaque session, les sujets exécutaient 24 CCMIV (4 séries de 6 CCMIV) des

fléchisseurs et extenseurs du coude dans la même position que celle prise lors des mesures à 30, 60 et 100% FMV (Fig. 1). Au cours de l'entraînement, chaque cocontraction était maintenue pendant 4 secondes. Les sujets avaient 30 secondes de repos entre chaque CCMIV et 90 secondes de récupération entre chaque série.

Les différences ont été étudiées avec un test t de Student (GC vs GE) et un test t apparié (Avant vs Après ; flexion vs extension). Le seuil de significativité a été fixé à 5 %.

## RESULTATS

Pré-test, aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) de FMV n'est observée entre les groupes GC et GE (pour FMVflex comme FMVext). Cependant, alors que GC ne présente pas d'amélioration de la FMV en post-test (pour FMVflex comme FMVext ;  $p > 0,05$ ) une augmentation significative de FMVflex ( $9,6 \pm 9,5$  %) et FMVext ( $13,8 \pm 6,0$  %) du coude droit à été enregistrée ( $p < 0,05$ ) chez GE (Fig. 2). Quel que soit le groupe, les activations EMGi de BB et BR lors de la FMVext ainsi que EMGi de TB lors de la FMVflex n'ont pas augmenté en post-test ( $p > 0,05$ ). Les EMGi des CCMIV en pré-test ne sont pas significativement différents entre GC et GE ( $p > 0,05$ ). Les EMGi des CCMIV pour GE ne sont pas différents entre le pré et le post-test, et ce, quel que soit le muscle étudié ( $p > 0,05$  ; Fig. 3).

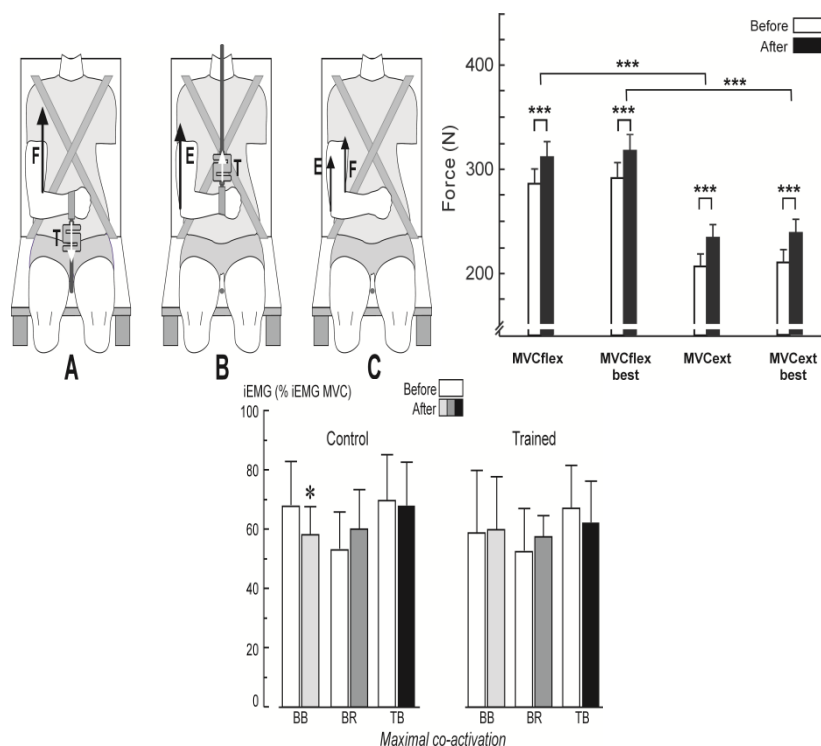


Fig. 1 : Position du sujet

Fig. 2 : Valeurs de FMV et FMVpic

Fig. 3. Valeurs d'EMGi en CCMIV

## CONCLUSION

L'augmentation significative de la force induite par un programme d'entraînement en CCMIV n'est pas associée à une hausse des niveaux de coactivation des muscles antagonistes lors d'exercices en FMV contre résistance externe. De plus, l'entraînement en CCMIV ne s'accompagne pas d'une augmentation des niveaux d'activation des muscles étudiés lors des cocontractions maximales isométriques volontaires.

## BIBLIOGRAPHIE

- Carolan, B., Cafarelli, E. (1992). Adaptations in coactivation after isometric resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 73, 911-917.
- MacKenzie, S.J., Rannelli, L.A., Yuchevich, J.J. (2010). Neuromuscular adaptations following antagonist resisted training. *Journal of Strength and Conditioning research*, 24, 156-164.
- Psek, J.A., Cafarelli, E. (1993). Behavior of coactive muscles during fatigue. *J Appl Physiol*, 74, 170-175.

O65- Influence du « drafting » sur la performance et les réponses physiologiques lors d'une épreuve de 3000m sur piste chez des athlètes élités de demi-fond

*Abderraouf Ben Abderrahman<sup>1,2</sup>, Solène Le Douairon Lahaye<sup>2</sup>, Lotfi Bouguerra<sup>1</sup>, Eya Ben Jaballah<sup>1</sup>, Sallami Maha<sup>1</sup>, Jacques Prioux<sup>2,3</sup> & Hassane Zouhal<sup>2</sup>*

1 Institut Supérieur du Sport et de l'Éducation Physique, Université de la Manouba, Tunisie.

2 Laboratoire M2S, UFR APS, Université Rennes 2, France.

3 Ecole Normale Supérieure (ENS) de Cachan - Antenne de Bretagne, France.

[benabderrahmanabderraouf@yahoo.fr](mailto:benabderrahmanabderraouf@yahoo.fr)

The present study was designed to determine the effect of drafting on performances, energy expenditure and perceived exertion during 3000m track running. Ten elite athletes, specializing in middle and long distance running volunteered to participate to this study. All the participants performed three track running sessions. The first session determine the maximal oxygen uptake and maximal aerobic speed using lightweight ambulatory respiratory gas exchange measurements. The second and the third test consist of a 3000m with or without drafting performed on the track in a randomized counter-balanced order. The 3000m without performance was not significantly different compared to that measured with drafting. Cardiac response, oxygen uptake ( $L \cdot \text{min}^{-1}$  and  $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), ventilation, respiratory exchange ratio during the tests, at the end and peak values were not significantly different between the 2 tests. No differences were observed concerning blood lactate measured 3min. after the end of both 3000m. No test has been perceived as more difficult than the other using the RPE scale. The results demonstrated that the drafting has no effect on performance, cardiac and metabolic responses and perceived exertion during 3000m track running in highly trained athletes.

**Keywords:** 3000m track running, performance, elite athletes

## INTRODUCTION

Edwards et Byrnes (2007) ont défini le drafting comme «une technique utilisée par un sportif quand il se place le plus près possible derrière un autre». Il y a un avantage à se placer derrière un autre concurrent car l'effet d'aspiration (drafting) s'accompagne d'un coût énergétique moindre pour une vitesse donnée. En effet, plusieurs études ont montré que le drafting améliore la performance, notamment dans les sports comme le cyclisme, le kayak, le ski de fond, le patin de vitesse et la natation (Briswalter et Hauswirth, 2008). En athlétisme, les épreuves de demi-fond et fond s'effectuent avec des départs groupés où les athlètes peuvent « drafter », et donc bénéficier d'une diminution des résistances aérodynamiques ( $R_a$ ). Bien que de nombreux records aient été battus en présence d'un « lièvre », dont la fonction peut être assimilée à la technique du drafting, peu d'études se sont intéressées aux effets du drafting en course à pied sur la performance. Néanmoins, dans la mesure où certains records sont battus par des athlètes isolés, on peut se demander si l'amélioration des performances en présence de lièvres est liée à des bénéfices purement énergétiques ou à d'autres facteurs psychologiques ?

## BUT DE L'ETUDE

1. Mesurer certaines réponses physiologiques lors d'une épreuve de 3000m réalisée avec et sans « lièvre » chez des athlètes élités de demi-fond.
2. L'amélioration des performances en présence de lièvres est-elle liée à des bénéfices purement énergétiques ou à d'autres facteurs tels que l'aspect psychologique ?

## PROTOCOLE EXPERIMENTAL

10 athlètes masculin, spécialistes de course de fond et de demi-fond et appartenant à l'élite nationale militaire et civile de Tunisie, ont participé à cette étude (âge :  $25,6 \pm 3,1$  ans, masse corporelle :  $62,9 \pm 7,1$  kg et taille :  $177,1 \pm 7,1$  cm).

Tous les sujets ont réalisé trois tests sur une piste extérieure de 400m en tartan. Ils ont réalisé dans un premier temps un exercice maximal à charge croissante (test Léger-Boucher, 1980) afin de déterminer leur  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  et leur vitesse maximale aérobie (VMA).

Par la suite, deux épreuves de 3000m leur ont été proposées dans un ordre aléatoire. Une épreuve de 3000m sans lièvre (2000m à 90-95% de la VMA, 600m à 95-100% et enfin le

dernier 400m au maximum des possibilités) et une deuxième épreuve de 3000m avec deux lièvres qui devaient quitter la piste à la fin du 2000m. 48h séparaient les épreuves qui ont toutes été réalisées à la même heure de la journée. Au cours de chaque test, les échanges gazeux ont été mesurés à l'aide d'un appareil portatif (Cosmed K4B2) qui permet de mesurer la ventilation ( $\dot{V}_E$ ), le volume courant ( $V_T$ ), la consommation d'oxygène ( $\dot{V}O_2$ ), et la production de dioxyde de carbone. La fréquence cardiaque (FC) était enregistrée en continu au cours de chacun des tests à l'aide d'un cardiofréquencemètre de type Polar. Pour le dosage de la lactatémie, des prélèvements sanguins (20 $\mu$ L) étaient réalisés au repos, après l'échauffement et trois minutes après la fin de l'exercice maximal et à la fin de chaque épreuve de 3000m. Après chaque test, tous les athlètes ont donné leur perception de la difficulté de l'effort en utilisant l'échelle RPE (Rating Perceived Exertion) de 0 à 20 basée sur celle de Borg.

## RESULTATS

Aucune différence significative n'est observée entre les performances au 3000m réalisées avec ou sans lièvre (9,15 $\pm$ 6,88 vs. 9,07 $\pm$ 5,92 min.). De même, les performances au 2000m, 2600m et sur le dernier 400m ne sont pas significativement différentes. Les valeurs de FC,  $\dot{V}O_2$  (relative et absolue),  $\dot{V}_E$ , le quotient respiratoire (QR) mesurées lors du 3000m sans lièvre ne sont pas significativement différentes de celles mesurées lors du 3000m avec lièvre. Aucune différence significative n'est observée concernant la lactatémie mesurée à la fin du 3000m avec ou sans lièvre (13,2 $\pm$ 5,6 vs. 16,0 $\pm$ 2,5 mmol/L).

Enfin, la présence du lièvre n'a pas modifiée la perception de la difficulté de l'effort puisque selon l'échelle de Borg, les athlètes ont jugé l'exercice aussi difficile dans les 2 conditions (score sans lièvre vs. avec lièvre : 10,85 vs. 10,80).

## CONCLUSION

Les résultats de cette étude démontrent que la présence du lièvre n'a pas d'effet significatif sur la performance, les réponses métaboliques et cardiaques et la perception de l'effort lors d'une épreuve de 3000m sur piste réalisée par des athlètes élités spécialistes de demi-fond et fond. Cette étude suggère donc que l'amélioration des performances observées en présence de lièvres lors des compétitions n'est pas liée à des bénéfices purement énergétiques. Néanmoins, le fait que la perception de la difficulté de l'effort ne soit pas modifiée par la présence du lièvre soulève quelques interrogations qui méritent des éclaircissements à l'aide d'autres investigations.

## BIBLIOGRAPHIE

- Edwards, A.G., & Byrnes, WC. (2007). Aerodynamic Characteristics as Determinants of the Drafting Effect in Cycling. *Med Sci Sports Exercise*. 39: 170-176.
- Brisswalter, J., & Hausswirth, C. (2008). Consequences of drafting on human locomotion: benefits on sports performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 3(1): 3-15.
- Léger, L., and Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the University of Montreal Track Test. *Can J Appl Spt Sci* 6(2): 77-84.



O66- Comparaison des effets de 3 techniques de récupération sur un effort maximal de cinq minutes en cyclisme

Arnaud Ménétrier<sup>1</sup>, Julien Pino<sup>2</sup>, Frédéric Grappe<sup>2</sup>, Laurent Mourot<sup>1</sup>, Nicolas Tordi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EA3920 Physiopathologie Cardiovasculaire et Prévention, UFC, Besançon

<sup>2</sup> EA4267 Sciences Séparatives Biologiques et Pharmaceutiques, UFC, Besançon

arnaud.menetrier@laposte.net

L'objectif a été de comparer les effets d'une récupération en immersion contrastée (IC) ou avec des bas de compression (BC), à ceux d'une récupération passive (RP), sur la lactatémie [La] et la performance. 12 cyclistes ont réalisé trois sessions (IC, BC et RP selon un ordre randomisé) comprenant chacune deux exercices sur cycloergomètre (Ex1 = 20 min et Ex2 = 5 min), séparés de 15 min de récupération (Rec). La performance a été évaluée par la puissance moyenne développée à Ex2. [La] a été mesurée à l'arrêt de Ex1 et à la fin de Rec. IC et BC ont amélioré la performance de respectivement 4,0% et 2,4% et ont accéléré la diminution de [La] respectivement de 36,6% et 12,2%. IC a accéléré la diminution de [La] comparé à BC ( $p < 0,05$ ) et a semblé plus efficace pour améliorer la performance ( $p = 0,11$ ), mais est plus difficile à organiser.

**Mots clés :** Performance, Récupération, Bas de compression, Immersion contrastée, Lactatémie.

## INTRODUCTION

En compétition, les sportifs disposent parfois d'un court laps de temps entre deux épreuves. Il est donc important qu'ils utilisent à bon escient ce temps alloué à la récupération. Ils disposent pour cela d'un vaste panel de méthodes de récupération. Pour autant, il n'est pas toujours facile de distinguer les méthodes véritablement efficaces des chimères, et encore moins de classer ces méthodes par ordre d'efficacité. Les bas de compression (BC) (Chatard et al. 2004) et l'immersion contrastée (IC) (Morton 2007) ont été proposés comme des techniques accélérant la récupération avec l'attente de gains substantiels de performance. Cependant, aucune étude connue n'a comparé dans un même protocole les effets à court terme de ces deux techniques de récupération, à ceux d'une récupération passive (RP). L'objectif a été de tester l'hypothèse selon laquelle un traitement par BC et/ou IC lors de la récupération d'un exercice fatiguant accélère la diminution de la lactatémie ([La]) et améliore la performance subséquente en cyclisme, par rapport à RP.

## METHODE

Après avoir réalisé un test de reproductibilité, 12 cyclistes ont réalisé trois sessions sur cycloergomètre selon un ordre randomisé (3 visites différentes) qui comprenaient : un exercice fatiguant de 20 min (5 min à 30%, à 40%, à 80% et à 90% de la puissance maximale aérobie) (Ex1), 15 min de récupération (Rec) et un exercice maximal de 5 min (Ex2) (Chatard et al. 2004). Rec comprenait : 1 min 30 en position assise, 12 min d'un des traitements de récupération en position semi-assise (BC :  $\approx 20$  mmHg de la cheville à l'aîne, IC : alternance d'immersions jusqu'à l'aîne à 12°C pendant 1 min et à 38°C pendant 2 min (Coffey et al. 2004), ou RP) et 1 min 30 en position assise. La performance a été évaluée par la puissance moyenne réalisée pendant Ex2. [La] a été mesurée en position assise avant Ex1 ( $t_0$ ), à l'arrêt de celui-ci ( $t_1$ ) et à la fin de Rec ( $t_2$ ). Une note de perception de la douleur musculaire (dou-M) (Vaile et al. 2008) a été demandée à  $t_0$ ,  $t_1$  et  $t_2$ . Les sujets n'avaient pas connaissance des résultats avant la fin de l'étude.

## RESULTATS

IC et BC amélioraient la performance de  $4,0 \pm 0,7\%$  et  $2,6 \pm 0,9\%$ . [La] et dou-M étaient identiques pour les 3 conditions à  $t_0$  (environ  $1,3$  mmol.l<sup>-1</sup> et 0 u.a) et  $t_1$  (environ  $13,0$  mmol.l<sup>-1</sup> et  $6,6$  u.a). A  $t_2$ , [La] et dou-M étaient plus faibles avec IC et BC (pour [La] :  $5,7 \pm 1,0$  mmol.l<sup>-1</sup> et  $7,3 \pm 1,2$  mmol.l<sup>-1</sup> contre  $8,4 \pm 1,0$  mmol.l<sup>-1</sup> avec RP et pour dou-M :  $1,1 \pm 0,4$  u.a et  $1,6 \pm 0,4$  u.a contre  $3,2 \pm 0,6$  u.a avec RP). A  $t_2$ , [La] était significativement plus faible avec IC qu'avec BC. IC était plus efficace que BC pour améliorer la performance chez 9 sujets ( $p = 0,11$ ) et pour diminuer dou-M chez 10 sujets ( $p = 0,13$ ).

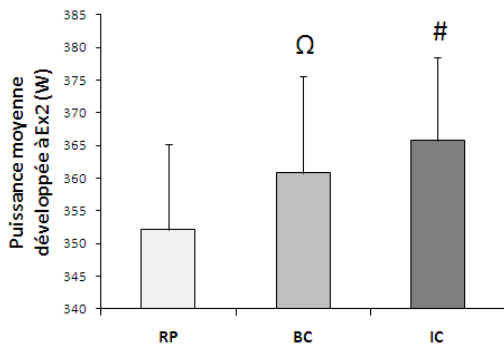


Figure 1 : Puissance moyenne développée à Ex2, suivant RP, BC ou IC

# Différence entre IC et RP ( $p < 0,01$ )  
 Ω Différence entre BC et RP ( $p < 0,01$ )

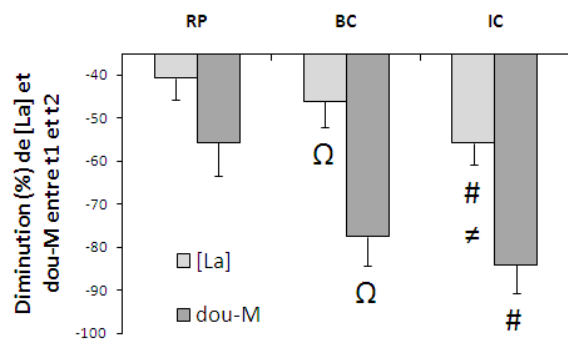


Figure 2 : Diminution de [La] et de dou-M entre t1 et t2

# Différence entre IC et RP ( $p < 0,01$ )  
 Ω Différence entre BC et RP ( $p < 0,01$ )  
 ≠ Différence entre IC et BC ( $p < 0,05$ )

## DISCUSSION

Cette étude confirme les résultats de Chatard et al. (2004) et de Morton (2007) qui ont montré une accélération de la diminution de [La] avec BC et IC et une amélioration de la performance avec BC. Ces auteurs suggèrent une augmentation de la diffusion du lactate et de son oxydation provoquée par une augmentation du retour veineux et du débit de perfusion musculaire avec BC et IC. Cette diminution pourrait être associée à l'amélioration de la performance avec BC et IC (Ahmaidi et al. 1996). L'activité nerveuse pourrait être limitée par la compression et permettrait de diminuer la perception de la fatigue (Howatson et al. 2008), ce qui expliquerait en partie la diminution de dou-M avec BC et IC, et indirectement l'amélioration de la performance. Enfin, [La] plus faible mesurée avec IC et les phénomènes antalgiques associés à l'immersion en eau froide pourraient en partie expliquer la tendance qui se dégage en faveur d'IC. L'inclusion d'autres sujets pourraient confirmer celle-ci.

## CONCLUSION

Le résultat principal de cette étude est une amélioration de la performance et une accélération de la diminution de [La] avec IC et BC, comparé à RP. IC diminue plus rapidement [La] que BC, et semble plus efficace pour améliorer la récupération et la performance subséquente.

## BIBLIOGRAPHIE

- Ahmaidi, S., Granier, P., Taoutaou, Z., Mercier, J., Dubouchaud, H. & Prefaut, C. (1996).. *Med Sci Sports Exerc*, 28, 450-6.
- Chatard, J.C., Atlaoui, D., Farjanel, J., Louisy, F., Rastel, D. & Guezennec, C.Y. (2004). *Eur J Appl Physiol*, 93, 347-52.
- Coffey, V., Leveritt, M. & Gill, N. (2004). *J Sci Med Sport*, 7, 1-10.
- Howatson, G. & Van Someren, K.A. (2008). *Sports Med*, 38, 483-503.
- Morton, R.H. (2007). *J Sci Med Sport*, 10, 467-70.
- Vaile, J., Halson, S., Gill, N. & Dawson, B. (2008). *Eur J Appl Physiol*, 102, 447-55.

## *Activité physique et fatigue neuromusculaire*

O67- Impact d'une prise en charge associant exercice physique et modération alimentaire sur la fatigue, les douleurs musculaires, les sensations de faim et des paramètres sanguins chez des patientes obèses

*Christine Le Page*<sup>1</sup>, *Philippe Noirez*<sup>1,2</sup>, *Marie-Céline Blanc*<sup>5</sup>, *Caroline Police*<sup>1,3</sup>, *Jocelyne Raison*<sup>4</sup>, *Christophe Moinard*<sup>2</sup>, *Jean-François Toussaint*<sup>3</sup> & *François Desgorces*<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> UFR STAPS, Université Paris Descartes, Sorbonne Paris Cité

<sup>2</sup> EA 4466, Faculté de Pharmacie, Université Paris Descartes, Sorbonne Paris Cité

<sup>3</sup> IRMES, INSEP

<sup>4</sup> Hôpital F.H. Manhès, Fleury-Merogis

<sup>5</sup> Hôpital Hôtel Dieu, Service de Biochimie, APHP, Paris

christine.lepage@parisdescartes.fr

L'objectif de ce travail était d'observer les effets du déséquilibre énergétique et d'un exercice long et d'un exercice court sur des marqueurs métaboliques, les douleurs musculaires retardées (DOMS), le profil de l'humeur et les sensations de faim lors d'une prise d'une semaine en charge par un service médecine de l'obésité. La prise en charge induit des effets positifs sur le profil lipidique et le profil de l'humeur des patientes. Le fort déséquilibre énergétique de la journée avec exercice long semble induire des effets négatifs inverses aux objectifs visés par le programme (DOMS, sensations de faim, augmentation des concentrations plasmatique d'acide urique). Un déséquilibre plus progressif et un suivi de la demande des exercices réalisés à travers la perception de l'effort et les DOMS pourraient permettre d'éviter l'apparition de courbature et une forte augmentation des sensations de faim.

### **INTRODUCTION**

La perte de poids dans les situations de surpoids et d'obésité semble bénéficier de l'association « régime alimentaire-activité physique ». Cependant, l'exercice physique et la restriction calorique en déséquilibrant la balance énergétique pourrait induire des réactions de faim et réduire les signaux de satiété. Les effets compensatoires du déséquilibre de la balance énergétique sont d'origine métabolique et comportementale. L'objectif de ce travail était d'observer les effets du déséquilibre énergétique et d'un exercice long et d'un exercice court sur des marqueurs métaboliques, les douleurs musculaires retardées (DOMS), le profil de l'humeur et les sensations de faim lors d'une prise d'une semaine en charge par un service médecine de l'obésité.

### **METHODE**

13 femmes obèses âgées de  $42.8 \pm 9,8$  ans (IMC :  $36,6 \pm 2,9$  ; IPAQ habituel:  $1784 \pm 167$  kcal ; Prise alimentaire habituelle :  $2626 \pm 330$  kcal) ont été prise en charge sur 1 semaine dans un service de médecine de l'obésité de l'hôpital (Réduction de la prise alimentaire à 1700 kcal ; IPAQ à  $2021 \pm 108$  kcal). Au cours de la semaine (2<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> jours de prise en charge, les sujets réalisent deux exercices physiques dans un ordre aléatoire: court (40 min) et long (1h20) . Nous avons évalué la balance énergétique, la dépense énergétique (à l'exercice ; lors de la prise en charge ; habituelle), les sensations de faim post exercice (18 à 19h) et du lendemain au réveil (8 à 9h), le niveau de sollicitation de l'exercice (fréquence cardiaque, perception de l'effort), les DOMS et l'humeur (Profile of mood state; tension, dépression, colère, fatigue, confusion, vigueur). Chaque matin, à jeun, un prélèvement sanguin a été effectué pour observer l'évolution de marqueurs métaboliques en situation de repos (urée, créatinine, protéines du plasma, albumine, cholestérol, triglycérides, acide urique et C-RP).

### **RÉSULTATS**

Entre le début et la fin de la prise en charge, la perte de poids semble réduite ( $0.8 \pm 0.3$  kg), le déséquilibre énergétique journalier varie (jours sans exercice :  $-252 \pm 112$  kcal ; jour exercice long :  $-754 \pm 231$  kcal ; jour exercice court :  $-525 \pm 231$  kcal) et le profil de l'humeur est

amélioré sur l'ensemble des items. Les exercices courts et longs diffèrent au niveau de la perception de l'effort (respectivement,  $2.8 \pm 1$  vs  $4.7 \pm 1.1$  ;  $p < 0.05$ ), alors que les DOMS et les sensations de faim ne sont pas modifiées par le type d'exercice mais sont plus élevées au 2<sup>ème</sup> qu'au 4<sup>ème</sup> jour de prise en charge. Une baisse du LDL cholestérol et des triglycérides plasmatiques ( $1.33 \pm 0.4$  vs  $0.97 \pm 0.2$  g.l<sup>-1</sup>), et une augmentation des acides gras non-estérifiés ( $0.3 \pm 0.1$  vs  $0.47 \pm 0.1$  g.l<sup>-1</sup>) sont observées. D'autre part entre le 1<sup>er</sup> jour et les jours suivants, les concentrations d'urée et de C-RP diminuent indépendamment des exercices réalisés. Lors de la journée avec exercice long, nous observons une relation entre balance énergétique journalière et sensations de faim lorsque les scores de sensations sont élevés (19h00 et 9h00 ; respectivement  $r=0.57$  et  $r=0.62$ ). En revanche, les DOMS sont corrélées à la dépense d'énergie induite par l'exercice ( $r=0.42$ ,  $p < 0.05$ ) et à la dépense énergétique journalière ( $r=-0.47$ ,  $p < 0.05$ ) mais pas aux sensations de faim ni à la perception de l'effort. Lors de l'exercice long (difficulté de l'effort  $4.7 \pm 1.7$ ), une relation entre perception de l'effort et sensation de faim apparaît à 19h et 9h (respectivement,  $r=0.63$  et  $r=0.42$  ;  $p < 0.05$ ), aucune relation n'apparaît pour l'exercice court. Ces mêmes relations (balance énergétique avec sensations de faim et DOMS) sont observées pour le 2<sup>ème</sup> jour de prise en charge (indépendamment de l'exercice réalisé). Les variations des concentrations plasmatiques d'urée, de triglycérides, de LDL cholestérol et d'acide urique sont corrélées aux variations journalières de la balance énergétique.

## CONCLUSION

La prise en charge induit des effets positifs sur le profil lipidique et le profil de l'humeur des patientes. A l'inverse, la journée avec exercice long est associée à des effets négatifs inverses aux objectifs visés par le programme (DOMS, sensations de faim, augmentation des concentrations plasmatiques d'acide urique). Ces effets compensatoires semblent reliés au fort déséquilibre énergétique de la journée avec exercice long. D'autre part, ces effets compensatoires et leur relation avec le déséquilibre énergétique apparaît principalement au début de la prise en charge (jour 2) et moins par la suite (jour 4 et 5). Ainsi, il apparaît qu'un déséquilibre énergétique important et rapide induit des effets inverses aux objectifs de la prise en charge. Un déséquilibre plus progressif et un suivi de la demande des exercices réalisés à travers la perception de l'effort et les DOMS pourraient permettre d'éviter l'apparition de courbature et une forte augmentation des sensations de faim.

## REFERENCES

- King, N.A., Caudwell, P., Hopkins, M., Byrne, N.M., Colley, R., Hills, A.P., Stubbs, J.R., Blundell, J.E. (2007). Metabolic and behavioral compensatory responses to exercise interventions: barriers to weight loss. *Obesity*, 15,1373-1383.
- Janiszewski, J.M., Ross, R. (2007). Physical activity in the treatment of obesity: beyond body weight reduction. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 32, 512-522.
- Lee, D.C., Sui, X., Blair, S.N. (2009) Does physical activity ameliorate the health hazards of obesity? *British Journal of Sports Medicine*, 43,49-51.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce au financement de la Fédération Française d'Éducation Physique et de Gymnastique Volontaire.

O68- Cinétiques de récupération de la fonction musculaire, des perceptions subjectives et de paramètres biochimiques à l'issue d'un exercice intermittent spécifique au football

*Mathieu Nédélec*<sup>1,2</sup>, *Serge Berthoin*<sup>1</sup>, *Grégory Dupont*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UDSL, EA4488, Université de Lille Nord de France, F-59000 Lille, France

<sup>2</sup>ENS-CACHAN, Bruz, France

matnedelec@orange.fr

Le but de cette étude était d'analyser les cinétiques de récupération de joueurs de football de haut niveau lors des 72h suivant la réalisation d'un exercice intermittent spécifique au football réalisé sur un tapis roulant non motorisé. La performance au squat jump, à un test de répétition de sprints et le pic de force isométrique n'ont pas été significativement affectés ni immédiatement après ni au cours des 72h suivant l'exercice. Par contre, les retours aux valeurs initiales des concentrations de créatine kinase et d'acide urique ainsi que des douleurs musculaires étaient plus rapides que celles reportées à l'issue d'un match de football. En plus des courses réalisées au cours d'un match de football, d'autres facteurs tels que les dommages musculaires et/ou la fatigue cognitive pourraient contribuer à la fatigue induite par le match.

**Mots clés :** sports collectifs, performance, fatigue

## **INTRODUCTION**

Dans le football de haut niveau professionnel, le nombre de rencontres se multiplie. Lorsque le calendrier est surchargé, les joueurs jouent 2 matches par semaine durant plusieurs semaines consécutives, ce qui pourrait générer blessure et/ou contreperformance (Ekstrand et al., 2004; Dupont et al., 2010). La variabilité de la distance parcourue à haute intensité au cours de matches de football est importante puisque les coefficients de variation intra-individuels varient de 36.0% à 52.1% (Dupont et al., 2010). Le but de cette étude était d'analyser les cinétiques de récupération de la fonction musculaire, des perceptions subjectives et de paramètres biochimiques lors des 72h suivant un exercice intermittent de 90min basé sur le profil d'activité de matches de football de haut niveau.

## **MÉTHODES**

Huit footballeurs professionnels ont réalisé un exercice standardisé de 90min sur un tapis roulant non motorisé (Woodway Force 3.0, USA). Cet exercice a été élaboré à partir de données physiques issues de joueurs de football professionnel de haut niveau (Rampinini et al. 2007). La performance au squat jump (SJ), au saut avec contremouvement (CMJ), à un test de répétition de sprints (RS), le pic de force isométrique (picFI), les perceptions subjectives (fatigue, douleurs musculaires, stress perçu), les concentrations de créatine kinase ([CK]) et d'acide urique ([AU]) ont été recueillis avant, immédiatement après, 24, 48 et 72h après l'exercice de 90min.

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

Des augmentations significatives de [CK] ( $p < 0.01$ ), de [AU] ( $p < 0.01$ ) et des perceptions subjectives ( $p < 0.05$ ) ainsi qu'une diminution significative de la performance au CMJ ( $p < 0.01$ ) ont été observées immédiatement après l'exercice de 90min. La masse corporelle à l'issue de l'exercice était significativement inférieure ( $p < 0.001$ ) à celle mesurée avant l'exercice, avec une diminution de  $-1.4 \pm 0.3$  kg ( $-1.8 \pm 0.3\%$ ). La consommation hydrique (boisson contenant 6.4% de glucides) au cours du test était de  $472 \pm 150$  ml. La perte hydrique estimée était de  $1884 \pm 289$  ml. Les [AU] retournaient à leurs valeurs initiales 24h après l'exercice tandis que les [CK] et les douleurs musculaires retournaient à leurs valeurs initiales 48h après l'exercice. La performance au CMJ était toujours significativement ( $p < 0.01$ ) réduite 72h après l'exercice. Les performances au SJ, aux tests de RS et au picFI n'ont pas été significativement affectées ni immédiatement après, ni au cours des 72h suivant l'exercice de 90min. Les cinétiques de récupération différentes entre CMJ et SJ confirment que la performance aux activités musculaires d'étirement-contraction se normalise plus lentement que la performance aux activités musculaires concentriques (Horita et al., 2003).

## **CONCLUSION**

Les normalisations des [CK], des [AU] et des douleurs musculaires dans cette étude sont plus rapides que celles reportées à l'issue d'un match de football (Ispirlidis et al., 2008). En plus des courses réalisées au cours d'un match de football, les activités générant des dommages musculaires et/ou de la fatigue cognitive, limitées lors de l'exercice intermittent de 90min, pourraient contribuer à la fatigue induite par le match.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., Wisløff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752-1758.
- Ekstrand, J., Waldén, M., Hägglund, M. (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 493-497.
- Horita, T., Komi, P.V., Hämmäläinen, I., Avela, J. (2003). Exhausting stretch-shortening cycle (SSC) exercise causes greater impairment in SSC performance than in pure concentric performance. *European Journal of Applied Physiology*, 88(6), 527-534.
- Ispirlidis, I., Fatouros, I.G., Jamurtas, A.Z., Nikolaidis, M.G., Michailidis, I., Douroudos, I., Margonis, K., Chatzinikolaou, A., Kalistratos, E., Katrabasas, I., Alexiou, V., Taxildaris, K. (2008). Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(5), 423-431.
- Rampinini, E., Coutts, A.J., Castagna, C., Sassi, R., Impellizzeri, F.M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018-1024.

L'objectif de l'étude était d'identifier le rôle des structures supra-spinales dans la fatigue neuromusculaire induite par la stimulation électrique neuromusculaire (SENM) du triceps sural. Seize sujets sains ont pris part à deux situations selon un ordre aléatoire : test (ST ; répétition de 5 séquences de 17 trains de SENM entrecoupées de tests neuromusculaires) et contrôle (SC ; absence de SENM). En situation ST, il existait une diminution de la force maximale volontaire, du RMS/M et du niveau d'activation volontaire. Parallèlement, le cortex moteur primaire (M1) était moins activé lors d'une contraction maximale consécutive aux trains de stimulation, contrairement au cortex sensoriel primaire et préfrontal. Ces résultats montrent que les structures supra-spinales, et notamment M1, sont bien impliquées dans la fatigue neuromusculaire électro-induite.

**Mots clés** : Stimulation électrique neuromusculaire, fatigue neuromusculaire, NIRS, cortex moteur primaire.

## INTRODUCTION

La stimulation électrique neuromusculaire (SENM) est une technique largement répandue dans le champ de la rééducation, mais présente comme limite l'induction d'une fatigue neuromusculaire précoce. L'optimisation de cette technique impose donc de trouver des solutions pour limiter celle-ci. L'atteinte de cet objectif passe par la compréhension des mécanismes impliqués dans le développement de la fatigue neuromusculaire induite par la SENM. Les travaux scientifiques ont rapporté l'existence d'altérations à la fois périphériques (en aval de la jonction neuromusculaire) et probablement centrale (en amont de la jonction neuromusculaire (Boerio et al, 2005 ; Papaiordanidou et al. 2010). Toutefois, l'implication d'une composante centrale de la fatigue a été seulement inférée à partir de marqueurs de fatigue neuromusculaire recueillis à la périphérie et pouvant être influencés par des biais divers. Enfin, les aires cérébrales potentiellement impliquées dans ce type de fatigue ne sont pas encore identifiées.

L'objectif de cette étude était donc de comprendre l'implication des structures supra-spinales dans la fatigue neuromusculaire induite par la SENM.

## METHODOLOGIE

*Sujets* : Seize sujets sains ont participé volontairement à l'étude après avoir signé un consentement éclairé (CPP n°2010.11.05). Les sujets étaient testés dans deux situations différentes espacées d'au moins 72h : une situation test (ST) et contrôle (SC). ST était composée de 5 séquences de 17 trains de SENM à intensité maximale tolérée. Des tests neuromusculaires étaient réalisés avant et après chaque séquence de SENM. Lors de SC, les 5 séquences de SENM étaient remplacées par 5 périodes de repos de durée équivalente.

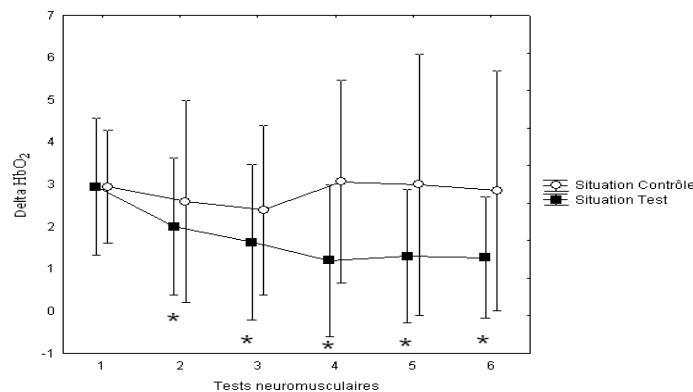
*Méthodes* : La tâche concernait le triceps sural du membre dominant. Les tests neuromusculaires consistaient en la réalisation de 2 contractions maximales volontaires (CMV) immédiatement après la séquence de SENM, et 1 min après. La stimulation du nerf tibial (DS7AH, Digitimer) pendant les CMV permettait de calculer le niveau d'activation volontaire (LOA) et l'amplitude de l'onde Hsup. Le nerf tibial était également stimulé entre les CMV afin d'obtenir l'amplitude de l'onde Mmax et l'état des propriétés contractiles (couple maximal [Pt], temps de contraction [CT], ainsi que les taux de développement et de relâchement du moment de force). L'activité électrique du triceps sural était enregistrée en continu via un système d'acquisition multicanaux (Biopac MP100), et permettait le calcul du root mean square (RMS). Le triceps sural était stimulé à l'aide d'un Compex (Cefar physio 4) via un courant biphasique d'une fréquence de 30 Hz et d'une largeur d'impulsion de 450 µs (4 sec on/6 sec off). Les optodes de la NIRS (Oxymon Mk III) étaient positionnées sur les zones controlatérales du cortex moteur primaire (M1), sensoriel primaire (S1) et préfrontal (CPF). L'activation cérébrale était quantifiée par la variation d'oxyhémoglobine ( $\Delta\text{HbO}_2$ ) du signal

NIRS lors des CMV. Les résultats ont été traités au moyen d'une ANOVA à deux facteurs intra-sujets ; le cas échéant, le test post-hoc LSD de Fisher a été utilisé.

## RESULTATS

La SENM du triceps sural a induit une diminution significative de la force maximale volontaire dès la fin des 17 premiers trains ( $p < 0,001$ ) dans la condition ST. La perte de force en ST s'est accompagnée d'une diminution significative du RMS/M et du LOA ( $p < 0,001$ ). Les propriétés de l'onde M et de Hsup ont été conservées. Une légère diminution du Pt a été observée après les 34 premiers trains ( $p < 0,05$ ), mais les propriétés du CT et des vitesses de contraction et de relâchement ont été préservées. Toutefois, la chute de force était faiblement expliquée par les variations de Pt ( $r^2 = 0,17$ ). La SEMN a induit une diminution significative ( $p < 0,05$ ) du  $\Delta\text{HbO}_2$  sur M1 (figure 1) mais n'a entraîné aucun effet sur S1 et CPF. La diminution du  $\Delta\text{HbO}_2$  était fortement corrélée avec la perte de force ( $r^2 = 0,96$ ).

Figure 1 : évolution (moyenne  $\pm$  SD) de l'activation de M1 lors des différentes CMV réalisées après chaque séquence de SENM (situation test) ou période de repos (situation contrôle). \* :  $p < 0,05$



## DISCUSSION ET CONCLUSION

L'objectif de notre étude était de comprendre l'implication de la composante centrale de la fatigue sous SENM. Nos travaux confirment un rôle essentiel des structures supra-spinales dans ce type de tâche puisque l'altération de marqueurs centraux (LOA, RMS/Msup) était accompagnée d'une préservation de l'excitabilité spinale réflexe (Hsup/Msup). La SENM est connue pour activer les afférences des groupes III et IV (Darques et al., 1997) et leur activation a généralement pour conséquence une inhibition de la commande centrale. Ces mécanismes pourraient donc expliquer l'inhibition de M1 observée dans notre protocole. La sous-activation de M1 suggère l'existence d'influences inhibitrices d'aires cérébrales agissant en amont de cette aire, comme le thalamus ou le cervelet, activées par ce type de tâche (Smith et al., 2003). En conclusion, les structures supra-spinales sont bien impliquées dans la genèse de la fatigue sous SENM, caractérisée par une sous-activation du cortex moteur primaire.

## BIBLIOGRAPHIE

- Boerio, D., Jubeau, M., Zory, R. & Maffiuletti, N.A. (2005). Central and peripheral fatigue after electrostimulation-induced resistance exercise. *Med Sci Sports Ex.* 37(6):973-78
- Darques J.L. & Jammes Y. (1997). Fatigue-induced changes in group IV muscle afferent activity: differences between high- and low-frequency electrically induced fatigues. *Brain Res*, 750(1-2):147-54
- Papaiordanidou, M., Guiraud, D. & Varray, A. (2010). Kinetics of neuromuscular changes during low-frequency electrical stimulation. *Muscle & Nerve*, 41(1):54-62
- Smith, G.V., Alon, G., Roys, S.R. & Gullapalli, R.P. (2003). Functional MRI determination of a dose-response relationship to lower extremity neuromuscular electrical stimulation in healthy subjects. *Exp Brain Res*, 150, 33-39



Serge Colson

Université de Nice-Sophia Antipolis, Laboratoire Motricité Humaine, Education, Santé  
(LAMHES - URE 02), UFR STAPS de Nice

[colson@unice.fr](mailto:colson@unice.fr)

Cette étude visait à investiguer les mécanismes neurophysiologiques et la cinétique d'apparition sous-jacents à la fatigue neuromusculaire induite par un exercice unilatéral d'extension du genou sur les membres ipsilatéral et controlatéral. Suite à des exercices fatigants, la force maximale volontaire d'extension du genou a significativement diminué sur les deux membres. Le niveau d'activation diminue indépendamment du membre testé alors que les propriétés contractiles musculaires n'ont été affectées que sur le membre réalisant les exercices. Ces résultats confirment la présence du phénomène de « cross-over », précédemment décrit dans la littérature, et mettent en évidence, de façon originale, les effets d'un exercice fatigant unilatéral sur les membres ipsilatéral et controlatéral.

**Mots clés** : contraction maximale isométrique ; niveau d'activation ; concept du « cross-over ».

## INTRODUCTION

Indépendamment de la tâche à accomplir, la répétition ou le maintien de contractions musculaires conduit progressivement à un état de fatigue qui peut être quantifié par la diminution de force maximale volontaire mesurée à l'issue de la tâche (Gandevia, 2001). Cette perte de force est classiquement imputable à l'interaction de mécanismes nerveux centraux et périphériques. S'il est bien admis que la fatigue est dépendante de la tâche à accomplir, peu d'études se sont intéressées aux effets d'un exercice unilatéral sur l'apparition de la fatigue au niveau du membre controlatéral (i.e., phénomène de « cross-over » ; Zijdwind et al. 1998). L'objet de cette étude était d'analyser la cinétique d'apparition de la fatigue neuromusculaire au niveau des muscles extenseurs du genou des deux membres inférieurs, suite à un exercice fatigant unilatéral.

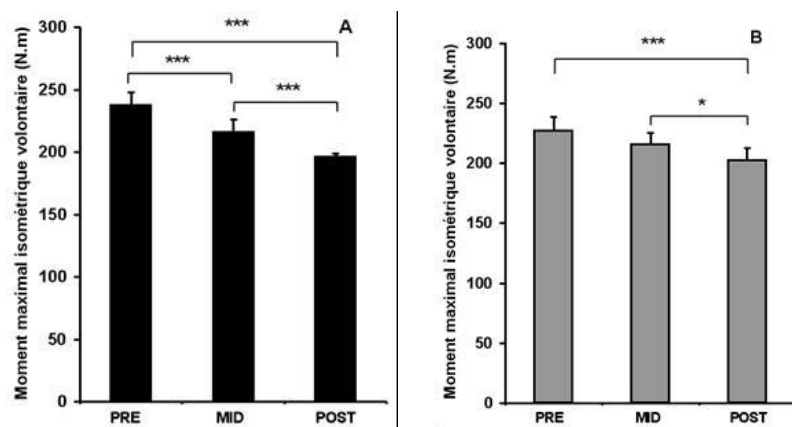
## METHODE

Quinze sujets masculins ont réalisé des tests neuromusculaires et des exercices fatigants sur ergomètre. Afin de quantifier l'apparition de la fatigue, les tests neuromusculaires ont été effectués avant (PRE) et après (MID) un premier exercice fatigant, ainsi qu'à la fin (POST) d'un second exercice fatigant. Les exercices fatigants (i.e., contraction maximale volontaire isométrique d'extension du genou d'une durée de 100s) ont été réalisés de façon unilatérale sur le membre dominant. Les tests neuromusculaires s'effectuaient sur les membres ipsilatéral et controlatéral, présentés de façon aléatoire d'un sujet à l'autre, et comprenaient : i) des contractions maximales volontaires (CMV) isométriques associées à un recueil de l'activité électromyographique (EMG) des muscles *vastii medialis* et *lateralis*, *rectus femoris*, et *semitendinosus*, et ii) des contractions évoquées par neurostimulation percutanées du nerf fémoral, permettant de quantifier le niveau d'activation musculaire et les propriétés contractiles des muscles extenseurs du genou. Une ANOVA à 2 facteurs (membre × temps) avec mesures répétées sur le facteur temps a été utilisée pour tester les effets de l'exercice fatigant sur les différentes variables recueillies.

## RESULTATS

Quelle que soit la variable, aucune différence significative n'a été observée entre les deux membres inférieurs avant le premier exercice fatigant (PRE). Une diminution significative de la CMV produite par le membre effectuant les exercices fatigants a été observée après chaque exercice alors qu'elle n'apparaît sur le membre controlatéral qu'à l'issue du second exercice (Figure 1). Une diminution des niveaux d'activation a été obtenue indépendamment du membre testé entre MID et POST ( $-6,13 \pm 2 \%$  ;  $P < 0,01$ ) et entre PRE et POST ( $-9,64 \pm 2,47$

% ;  $P < 0,001$ ), reflétant la présence d'une fatigue d'origine centrale. Une fatigue d'origine périphérique a également été notée sur le membre réalisant les exercices fatigants (différence PRE- POST :  $-23,15 \pm 6,72$  % ;  $P < 0,01$ ) alors qu'aucune modification n'a été rapportée sur le membre controlatéral.



**Figure 1 :** Moment maximal isométrique volontaire obtenu à chaque test (PRE, MID et POST), pour les membres dominant(A), réalisant l'exercice, et controlatéral (B). Différences significatives à  $P < 0,05$  (\*) et  $P < 0,001$  (\*\*\*)

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude met en évidence, de façon originale (en partie imputable au protocole choisi), qu'un exercice fatigant d'extension du genou réalisé de façon unilatérale induit une diminution de la CMV sur les membres ipsilatéral et controlatéral, contrairement à ce qui a été rapporté dans la littérature (Rathey et al., 2006 ; Martin et Rathey, 2007). Les mécanismes neurophysiologiques sous-jacents à cette fatigue neuromusculaire diffèrent entre les deux membres. Il semblerait, en effet, que la fatigue neuromusculaire observée au niveau du membre réalisant les exercices fatigants ait une origine périphérique et centrale, alors que seule une fatigue centrale serait présente au niveau du membre controlatéral. Bien que cette étude confirme l'existence du phénomène de « cross-over » (Zijdewind et al. 1998), ces résultats indiquent également que les cinétiques d'apparition de la fatigue neuromusculaire diffèrent entre les deux membres. En conclusion, la diminution globale des niveaux d'activation (i.e., fatigue centrale) indiquerait qu'il existe des stratégies neuromusculaires permettant d'ajuster la commande motrice lors d'exercices fatigants. Ces stratégies interviendraient dans le maintien de la coordination motrice dans des tâches impliquant les membres inférieurs, comme la marche ou la course.

## BIBLIOGRAPHIE

- Barry, B.K., Enoka, R.M. (2007). The neurobiology of muscle fatigue: 15 years later. *Integrative & Comparative Biology*, 47, 465-473.
- Gandevia, S.C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81, 1725-1789.
- Marin, P.G., Rathey, J. (2007). Central fatigue explains sex differences in muscle fatigue and contralateral cross-over effects of maximal contractions. *Pflügers Archiv - European Journal of Applied Physiology*, 454, 957-969.
- Rathey, J., Martin, P.G., Kay, D., Cannon, J., Marino, F.E. (2005). Contralateral muscle fatigue in human quadriceps muscle: evidence for a centrally mediated fatigue response and cross-over effect." *Pflügers Archiv - European Journal of Applied Physiology*, 452, 199-207.
- Zijdewind, I., Zwarts, M.J., Kernell, D. (1998). Influence of a voluntary fatigue test on the contralateral homologous muscle in humans? *Neuroscience Letters*, 253, 41-44.

O71- Neuromuscular fatigue development during intermittent electrical stimulation of the triceps surae in spinal cord-injured patients.

Maria Papaïordanidou<sup>1</sup>, Alain Varray<sup>1</sup>, Mitsuhiro Hayashibe<sup>2</sup>, David Guiraud<sup>2</sup>, Charles Fattal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Movement to Health (M2H), Montpellier-1 University, EuroMov, <sup>2</sup>DEMAR project – INRIA – LIRMM, <sup>3</sup>Centre mutualiste neurologique PROPARA

[mariapapaïordanidou@gmail.com](mailto:mariapapaïordanidou@gmail.com)

The aim of the present study was to examine neuromuscular fatigue development under intermittent electrical stimulation (ES) applied to complete spinal cord-injured subjects. The *triceps surae* was fatigued using a 30-Hz ES protocol composed of three series of five trains. Spinal excitability, muscle excitability and muscle contractile properties were tested before and after every five-train series. Torque evoked by ES significantly decreased throughout the protocol ( $P < 0.001$ ). This decrease was accompanied by an enhancement of muscle excitability ( $P < 0.001$ ), while spinal excitability was not modified by the protocol. The mechanical response was significantly altered during the ES protocol ( $P < 0.05$ ). The results indicated high fatigue development that could be attributed to alterations taking place distally to the muscle membrane.

**Keywords:** muscle excitability, spinal excitability, contractile properties

## INTRODUCTION

Electrical stimulation (ES) is one of the rare techniques permitting the contraction of paralyzed muscles and is used in the rehabilitation context as a technique to supplement for lost functions or to partially counteract the deleterious adaptations that skeletal muscle undergoes after Spinal Cord Injury (SCI). The motor unit recruitment order under ES is different from that observed for voluntary contractions (Jubeau et al, 2007) and metabolic stress is sharply increased (Vanderthommen et al, 2003), leading to marked and early fatigue development. It is widely acknowledged that neuromuscular fatigue can develop at many sites along the pathway from brain to muscle. The multi-factorial character of fatigue has been observed even under ES, applied in healthy subjects, under both high (Boerio et al, 2005) and low (Papaïordanidou et al, 2010) frequency stimulation. Rapid fatigue development is a limiting factor of ES and one of the major reasons why this technique has not yet gained widespread acceptance by clinicians. Dealing with neuromuscular fatigue is thus important for an efficient clinical application of ES and an essential first step is the understanding of the physiological mechanisms of this phenomenon. This should include both muscular and neural mechanisms' investigation. However, fatigue of SCI subjects has until now been studied as a peripheral phenomenon (study of muscle excitability and contractile properties), without taking under consideration spinal excitability's involvement in the development of neuromuscular fatigue. The aim of the present study was to examine the time course of neuromuscular fatigue components, both at the peripheral and spinal levels, under low frequency intermittent ES in persons with complete SCI.

## METHODOLOGY

Thirteen complete SCI patients (ASIA A, lesion at the cervical and thoracic level) volunteered to participate in the study, approved by the Nîmes, France, ethics committee for human protection (2008-A00068-47/1). Subjects visited the research laboratory of the Propara Center on two occasions, separated by 2-3 days. During their first visit, the stimulation intensities were identified. A recruitment curve was drawn in order to identify the intensities at which the maximum M-wave ( $M_{max}$ ) and H reflex ( $H_{max}$ ) were obtained. The intensity at which maximum torque was evoked by ES ( $T_{max}$ ) was also determined. On their second visit, the experimental session started with verification of the aforementioned stimulation intensities. Then, the fatiguing intermittent ES protocol was performed (3 x 5 trains, 30 Hz, 450 $\mu$ s, 2 s on-2 s off, at an intensity evoking 50% of  $T_{max}$ ), with neuromuscular tests taking place before (pre) and after every five trains of stimulation (post5, post10, post15). Neuromuscular tests consisted of one train eliciting  $T_{max}$  and three twitches delivered at the intensity of the maximal M-wave and three twitches at the intensity of the maximal H reflex. Torque and

electromyographic activity (EMG) of the *triceps surae* muscle were continuously and synchronously recorded during the two sessions. All variables recorded before, during and after the ES protocol were tested using a one-way (time) repeated measures ANOVA [before ES (pre), after five trains (post5), after 10 trains (post10), and after 15 trains (post15)].

## RESULTS

Torque developed during the stimulation trains and  $T_{\max}$  significantly decreased throughout the protocol ( $P < 0.001$ ). This decrease was significant from post5 and continued for the entire ES session.  $M_{\max}$  amplitude increased significantly during the protocol compared with pre values ( $P < 0.001$ ). The amplitude of  $H_{\max}$  and  $H_{\max}/M_{\max}$  ratio were not significantly modified by the intermittent ES protocol ( $P = 0.84$  and  $P = 0.2$ , respectively). The amplitude of the mechanical response significantly decreased during the protocol ( $P < 0.05$ ). The decrease, although evident from post5, became significant at post15.

## DISCUSSION

The aim of the present work was to examine the development of neuromuscular fatigue during intermittent low frequency ES applied to muscles paralyzed by SCI. Main results showed rapid development of neuromuscular fatigue, evident from the first ES bout, which was accompanied by significant alterations in muscle contractile properties, despite enhanced muscle excitability. Spinal excitability was preserved throughout the protocol. The substantial fatigue observed during this study was accompanied by an increase in  $M_{\max}$  amplitude, which is an index of the effectiveness of neuromuscular transmission and impulse propagation in muscle fibers (Hicks and McComas, 1989), proving enhanced muscle excitability. The preserved  $H_{\max}$  and  $H_{\max}/M_{\max}$  ratio throughout the experimental session showed that spinal factors were not implicated in the development of neuromuscular fatigue under this specific intermittent ES protocol. Muscle mechanical response was altered at the end of the protocol, which is consistent with contractile fatigue development. The amplitude of the mechanical response was decreased, giving evidence of impaired cross-bridge force-generating capacity. Increased inorganic phosphate (Pi) is thought to be one of the major causes of peripheral muscle fatigue. Although its direct effect on cross-bridge function is probably rather small in mammalian muscle at physiological temperatures (Allen, Lamb and Westerblad, 2008), increased Pi can reduce filament sensitivity to  $Ca^{2+}$  and hence impact force production (Millar and Homsher, 1990). These results give evidence of purely peripheral fatigue development when intermittent ES is applied to paralyzed muscles, caused by impairment of muscle contractile properties, and allow a better understanding of the time-course of electrically induced fatigue.

## REFERENCES

- Boerio D, Jubeau M, Zory R, Maffiuletti NA (2005). *Med Sci Sports Exerc* 37 (6): 973-78.
- Hicks A, McComas AJ (1989). *J Physiol* 414: 337-349.
- Jubeau M, Gondin G, Martin A, Sartorio A, Maffiuletti NA (2007). *Int J Sports Med* 28 (11): 901-904.
- Millar NC, Homsher E (1990). *J Biol Chem* 265: 20234-20240.
- Papaiordanidou M, Guiraud D and Varray A (2010).. *Muscle and Nerve* 41 (1): 54-62.
- Allen DG, Lamb GD, Westerblad H (2008). *Physiol Rev* 88: 287-332.
- Vanderthommen M, Duteil S, Wary C, Raynaud JS, Leroy-Willig A, Crielaard JM et al (2003). *J Appl Physiol* 94: 1012-1024.

Le but de cette étude est d'analyser les effets de la fatigue mentale sur le temps de maintien ou temps d'endurance (TE) d'une contraction isométrique sous-maximale des muscles extenseurs du genou (EG). Dix sujets sains ont réalisé une contraction isométrique des EG (20% de la force maximale) jusqu'à épuisement après une tâche cognitive mentalement fatigante versus une tâche contrôle (visionnage d'un film) d'une durée de 90 min. Les propriétés neuromusculaires des EG ont été évaluées pre et post tâche mentale, et post TE. Le TE était significativement plus court ( $P < 0.01$ ) après la tâche mentalement fatigante en comparaison à la tâche contrôle. Les altérations neuromusculaires étaient similaires lors des deux conditions. Ces résultats obtenus lors d'un exercice musculaire local sont en accord avec ceux obtenus lors d'un exercice global de type cyclisme.

**Mots clés:** Contraction isométrique ; Fatigue neuromusculaire ; Perception de l'effort ; Activation musculaire ; Temps d'endurance.

## **INTRODUCTION**

La fatigue mentale est un état psychobiologique causé par la réalisation de tâches cognitives prolongées. Elle se caractérise par une sensation subjective de fatigue et de manque d'énergie, provoquant une diminution de la motivation et des capacités cognitives (Boksem et al. 2006). Une étude récente (Marcora et al. 2009) a mis en évidence une altération de la capacité à maintenir un effort physique de type cyclisme, suite à une tâche mentalement fatigante, sans modifications des paramètres cardiorespiratoires. Cependant, à ce jour les effets de la fatigue mentale sur les propriétés neuromusculaires n'ont jamais été étudiés. Le but de cette étude était d'analyser les propriétés neuromusculaires et le temps d'endurance des muscles extenseurs du genou (EG) lors d'une contraction isométrique sous-maximale après une tâche mentale fatigante versus une tâche contrôle (tâche cognitive neutre).

## **METHODE**

Dix sujets ont réalisé une contraction isométrique sous-maximale des EG jusqu'à épuisement à une intensité correspondant à 20% de leur contraction maximale volontaire (CMV). Deux sessions ont été réalisées dans un ordre aléatoire : i) Après un test cognitif de 90 min induisant une fatigue mentale (test AXCP, Carter et al. 1998) versus ii) après une tâche cognitive neutre (visionnage d'un film). Des questionnaires d'humeurs et de motivation ont été réalisés avant et après les tâches cognitives. Les paramètres neuromusculaires centraux (niveau d'activation volontaire maximal et rapport RMS(EMG)/M) et périphériques (onde M et secousse musculaire), ont été évalués avant et après les tâches cognitives, ainsi qu'à la fin du temps d'endurance. L'activité électromyographique (EMG) via la Root Mean Square (RMS) des EG, la fréquence cardiaque (FC) et la sensation de l'effort perçu (RPE) ont été enregistrées lors du temps limite. Une analyse statistique de type ANOVA a été effectuée pour comparer les 2 sessions. Le niveau de significativité  $P < 0,05$  a été choisi pour mettre en avant des différences significatives.

## **RESULTATS**

La durée du temps de maintien des EG était significativement ( $P < 0.01$ ) plus courte après la tâche de fatigue mentale (S1) en comparaison de la tâche contrôle ( $-12.7 \pm 12.7$  %). La RPE lors de la contraction fatigante augmentait plus rapidement après la tâche de fatigue mentale en comparaison de la tâche contrôle. La tâche cognitive mentalement fatigante n'avait aucun effet sur la production de force maximale des EG et sur le niveau d'activation musculaire maximal. L'activité EMG des EG à la fin du temps d'endurance était significativement ( $P < 0.01$ ) plus élevée pour la session contrôle en comparaison de la session « fatigue

mentale ». Les altérations neuromusculaires périphériques et centrales étaient similaires dans les deux cas.

## **DISCUSSION**

La réalisation de tâche cognitive mentalement fatigante n'a induit aucune modification des paramètres neuromusculaires, en particulier sur le niveau d'activation musculaire maximal. Les mécanismes de la fatigue mentale semblent donc différents de ceux de la fatigue centrale. La réduction de l'endurance musculaire après fatigue mentale peut être imputable à un accroissement de la perception de l'effort. Cette augmentation de la perception de l'effort pourrait être due à la suractivité du cortex cingulaire antérieure (CCA) lors de la tâche mentalement fatigante (Carter et al. 1998). En effet, des études d'imagerie à résonance magnétique fonctionnelles ont montré le lien existant entre cette aire corticale, la perception de l'effort et l'arrêt de l'exercice (Williamson et al. 2001 ; Hilty et al. 2010). La capacité des sujets non fatigués mentalement à produire un effort de plus longue durée est associée à une plus grande activité EMG à la fin du temps d'endurance. Ce résultat est en accord avec le modèle psychobiologique de l'effort proposé par Marcora et al. (2008). En effet, selon les théories de la génération centrale du sens de l'effort via la décharge corollaire, les sujets non fatigués mentalement pourraient supporter un niveau d'effort plus important que les sujets mentalement fatigués. Nos résultats montrant une réduction du temps d'endurance musculaire après une fatigue mentale lors d'un exercice local, sont en accord avec ceux de Marcora et al. (2009) obtenue lors d'un exercice global (de type cyclisme). Des études complémentaires seront nécessaires afin de mieux comprendre les mécanismes de la perception de l'effort et l'altération de celle-ci par la fatigue mentale.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Boksem M.A., Meijman T.F., and Lorist M.M. (2006) Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biol Psychol*, 72, 123-132.
- Carter CS, Braver TS, Barch DM, Botvinick MM, Noll D., and Cohen J.D. (1998) Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. *Science*, 280, 747-749.
- Hilthy L, Jäncke R, Luenchinger R, Boutellier U, Lutz K (2010) Limitation of physical performance in a muscle fatiguing handgrip exercise is mediated by thalamo-insular activity. *Hum Brain Mapp*.
- Marcora SM, Bosio A, and de Morree HM (2008) Locomotor muscle fatigue increases cardiorespiratory responses and reduces performance during intense cycling exercise independently from metabolic stress. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 294: R874-883.
- Marcora SM, Staiano W, and Manning V (2009) Mental fatigue impairs physical performance in humans. *J Appl Physiol* 106: 857-864.
- Williamson JW, McColl R, Mathews D, Mitchell JH, Raven PB, and Morgan WP (2001) Hypnotic manipulation of effort sense during dynamic exercise: cardiovascular responses and brain activation. *J Appl Physiol* 90: 1392-1399.

## ***Sociologie***

O73 Les dermatologiques sportives : essai de comparaison entre natation et judo.

Jonas Bellay & Stéphane Héas  
VIP&S, UFR APS, Université de Rennes 2,  
[jonas.bellay@laposte.net](mailto:jonas.bellay@laposte.net)

Les Activités Physiques et Sportives (APS) mettent en jeu les corps humains. Que ce soit lors des compétitions de plus haut niveau ou lors d'une pratique de loisir, ces actions humaines, aujourd'hui fortement valorisées, ont des conséquences sanitaires importantes... et largement ambivalentes. Nos analyses s'appuient sur des entretiens semi directifs réalisés avec des pratiquantes et des pratiquants sportifs (N= 10). Notre objectif est de comparer les rapports à la peau tout d'abord à partir d'APS différentes : le judo et la natation. Ces APS sont intéressantes car elles mettent en œuvre des rapports variables et même opposés au corps et à l'autre, notamment en fonction du sexe.

**Mots clefs** : judo, natation, peau, stigmat, sexe.

## **INTRODUCTION**

Les Activités Physiques et Sportives (APS) mettent en jeu les corps humains. Que ce soit lors des compétitions de plus haut niveau ou lors d'une pratique de loisir, ces actions humaines, aujourd'hui fortement valorisées, ont des conséquences sanitaires importantes... et largement ambivalentes. Reste que le plus souvent de par le monde, les sports dévoilent les peaux et les poils des pratiquants avec à la fois les parures et les mises en valeur corporelle : épilation, bronzage, maquillage, coiffure plus ou moins complexe, tatouage. Les APS soulignent aussi la présence de cicatrices ou d'hématomes (Le Hénaff & Héas, 2007). Autant d'éléments épidermiques qui « parlent » à la place du sportif lui-même. Écoutons ce qu'ils ont tous à nous dire des relations actuelles au corps. La peau n'est pas une focale anecdotique (Andrieu, Boëtsch, Le Breton, Pomarède, Vigarello, 2008 ; Héas & Misery, 2007). Elle participe activement à la valorisation ou au contraire à la dévalorisation d'un pratiquant, aux bénéfices que chacun peut y trouver ou non, etc.

Pourtant, la peau n'est pas immédiatement perçue comme un problème lorsque sont évoqués les sports et plus largement les activités physiques et sportives (Bazex, 2008). En effet, le dopage, les fractures, les entorses ou les tendinites sont fréquemment cités. Les mouvements corporels brusques, contrariés par l'adversaire, les répétitions liées aux charges d'entraînement, etc., conduisent à des traumatismes plus ou moins aigus dont peuvent éventuellement souffrir les pratiquants et les pratiquantes. *Quid* de la peau ?

Il est étonnant de constater que cet organe n'est pas fréquemment cité. Si l'obligation de résultat du médecin du sport est précisé, c'est pour permettre le plus rapidement de faire retrouver au pratiquant son corps d'avant l'accident ou le problème sanitaire. Les fractures et les entorses ont la part belle au moins dans l'imaginaire collectif du travail spécifique du médecin du sport. La peau et ses multiples fonctions n'ont généralement pas cet honneur. Aucune présence non plus dans les nombreuses thèses de médecine soutenues en France qui ont trait tout ou partie aux APS entre 1971 et 1994. Et ce, alors même que les thèses médicales concernant les APS sont de plus en plus nombreuses au fil des ans...

Or, les acquis scientifiques précisent depuis longtemps que la peau est plus complexe qu'une simple enveloppe, qu'elle est un organe qui participe largement à l'être au monde de chaque être humain. Un problème épidermique aura inmanquablement des répercussions sur la vie entière du sportif. Nous voulons préciser les réactions des pratiquant(e)s face à ces inflammations ou plus largement ces pathologies épidermiques ; préciser aussi les stratégies qu'ils mettent en place pour se soigner et/ou continuer leur pratique sportive.



## **CADRE THEORIQUE**

Nos analyses focalisent sur le poids de la normalisation, notamment celui des représentations genrées. Nous faisons deux hypothèses. La première, les sportifs et les sportives sont vulnérabilisés<sup>9</sup> par leurs problèmes dermatologiques en termes de baisse de performance, voire de rupture de l'engagement sportif. La seconde hypothèse souligne que les sportives sont plus résistantes lorsqu'elles s'investissent/se maintiennent dans cette maison des hommes que sont les sports.

## **METHODE**

Nos analyses s'appuient sur des entretiens semi directifs réalisés avec des pratiquantes et des pratiquants sportifs (N= 10). Notre objectif est de comparer les rapports à la peau tout d'abord à partir d'APS différentes : le judo et la natation. Ces APS sont intéressantes car elles mettent en œuvre des rapports variables et même opposés au corps et à l'autre. Avec les sports de combat les contacts sont intenses et prolongés dans un rapport duel. Le contact peau contre peau y est central. La natation sportive est plus souvent une pratique physique où le sportif est seul, sans contact direct avec les autres. La prise en compte de l'âge des pratiquant(e)s complétera ces premiers éléments.

## **RESULTATS**

Les perceptions du corps évoluent en fonction de la trajectoire de vie des enquêté(e)s, notamment de leur expérience sportive. En ce sens, ils/elles réagissent différemment aux problèmes de peau. Cela nous permet également de mettre en évidence leur conception de la vulnérabilité. Enfin, la comparaison en fonction de leur sexe révèle qu'il existe des stratégies genrées face aux mêmes situations. Les analyses mettent en évidence de véritables dermatologiques genrées : un bleu peut être vécu comme une fierté par un judoka masculin alors qu'il peut être vécu comme une peur du jugement de l'autre par une pratiquante par exemple, les verrues plantaires sont négligées ou au contraire soignées avec précautions, etc.

## **DISCUSSION**

Dans les sports apparait inmanquablement une axiologique masculine qui influence considérablement les pratiquant(e)s. La résistance à la douleur ou bien l'endurance sont des éléments particulièrement valorisés dans les APS, elles s'imposent aux sportifs comme aux sportives. Il est alors logique de rencontrer des comportements « jusqu'au boutistes » à l'endroit de la peau ou des ongles. Tout se passe comme si dans le monde des sports, les petites coupures mais aussi les ecchymoses n'étaient pas des éléments perturbateurs de l'engagement.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Andrieu, B., Boëtsch G., Le Breton, D., Pomarède & N., Vigarello, G., (2008). *La Peau. Enjeu de société*, Paris, CNRS Editions.
- Bazex, J., (2008). *Sport et peau: Guide à l'usage du sportif, du médecin et de son entourage*, Paris, Privat.
- Héas, S. & Misery, L. (dir.), (2007). *Variations sur la peau*, Paris, L'Harmattan, Collection Le Corps en question, septembre, 205 pages.
- Le Hénaff, Y. & Héas, S., (2007). *Tatouages et cicatrices: décors sportifs*, Paris, L'Harmattan, Collection Le Corps en question, mars, 197 pages.

---

<sup>9</sup> Cette recherche a reçu le soutien financier de l'ANR-08-VULN-001-PRAS-GEVU qui focalise précisément sur les vulnérabilités liées à l'âge et au genre dans les sports et les activités physiques.

## O74- Vulnérabilité des personnes âgées et exercice corporel : des effets contrastés

Raymonde Feillet, Maître de conférences,

UFR STAPS de Rennes 2. Membres du Laboratoire VIP&S

[raymonde.feillet@univ-rennes2.fr](mailto:raymonde.feillet@univ-rennes2.fr)

Cette étude réalisée auprès de personnes âgées de plus de 88 ans, vivant en Etablissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes, éclaire des trajectoires du vieillissement diversifiées. Des entretiens sous forme de récit de vie et un questionnaire ont été réalisés. La vulnérabilité est étudiée dans toutes ses dimensions. Elle permet de dépasser la seule dimension biologique et d'introduire les APS, comme outils utilisés pour préserver l'image de soi. Les effets de ces pratiques apparaissent contrastés. Si elles permettent de développer des stratégies pour combattre la vulnérabilité de son image, se satisfaire de ce qu'on est « devenu », elles produisent aussi de la déception.

**Mots clés** : corps, vieillissement, activités physiques et sportives, image, vulnérabilité.

### INTRODUCTION

Les personnes de plus de 85 ans, sont majoritairement classées parmi les individus « vulnérables ». Dans cette étude<sup>10</sup> il s'agit de dépasser l'idée selon laquelle, pour les personnes âgées, la vulnérabilité, d'ordre multifactoriel, serait uniquement corrélée à la fragilité du corps biologique<sup>11</sup>. En effet, la vulnérabilité sociale, relationnelle, environnementale (Kafer and Davies, 1984 ; Bungener, 2004 ; Schröder-Butterfill, Marianti, 2006 ; Cohen 1997 ; Richard, 2004 ; Saez 2008 ; Kaneda, 2009) est à prendre en compte au même titre que la fragilité biologique. Le risque de chute renforce la vulnérabilité, avec un impact psychologique majeur, notamment la peur de tomber et corollairement la réduction des activités, entraînant à terme la dépendance et la mort. Pour réduire ce risque de chute, des médecins prescrivent « *une pratique régulière de la marche et/ou toute autre activité physique* ».

Cependant, les normes de la « bonne pratique » dans le « bien vieillir » divergent. Elles passent d'une activité physique modérée, à la marche « *à allure soutenue au moins ½ heure par jour* », jusqu'à la pratique *intensive* 3 fois par semaine 20 minutes, ou encore au sport de compétition. Cependant, plusieurs études soulignent que les vétérans sportifs *au plan organique, ont les mêmes problèmes que leurs contemporains sédentaires*. En outre, le rôle de la variable « sport » est atténué au profit des habitudes de vie « saine ». À la fin de leur vie, quel bilan les personnes âgées font-elles de leurs pratiques de santé ?

### METHODOLOGIE

Cette enquête a été effectuée auprès de personnes de 80 ans et plus, pour la majorité d'entre elles, résidentes en EHPAD. Des entretiens ont été réalisés auprès de 20 personnes de plus de 88 ans, (12 femmes et 8 hommes). Les variables portent sur le rôle (ou sa perception) de l'activité corporelle sur leur santé, la prévention des chutes, la peur de la chute, la perception des bénéfices retirés. En complément, un questionnaire a été distribué dans trois établissements de la chaîne Edylis en Bretagne à des personnes de 85 ans et plus (146 questionnaires récupérés). Les questions portent en partie sur les mêmes thèmes avec en outre, des questions sur le nombre de chutes, leur lieu et leurs conséquences. Le traitement du questionnaire a été effectué avec le logiciel statistique Sphinx2 Plus. Les entretiens ont donné lieu à une analyse thématique, qualitative, compréhensive.

---

10 Cette recherche a reçu le soutien financier de l'ANR-08-VULN-001-PRAS-GEVU qui focalise précisément sur les vulnérabilités liées à l'âge et au genre dans les sports et les activités physiques.

11 Comme les grilles de COLVEZ, EHPA, KATZ...

## RESULTATS / DISCUSSION

L'entrée en EHPAD est déterminée majoritairement par un état de santé qui se fragilise. La dépendance entre le curriculum APS (CV APS) et le curriculum médical n'est pas significative. Que ces personnes aient pratiqué « un peu » ou « régulièrement ».

La dépendance entre le nombre de chutes et le CV APS est significative ( $p < .05$ ). 55 personnes n'ont jamais fait de chute. Ceux qui comptabilisent le plus de chutes sont les personnes qui proportionnellement, n'ont jamais fait d'APS dans leur vie. Inversement, parmi elles, 20% n'ont jamais chuté alors que parmi ceux qui ont pratiqué (116), 42% n'ont jamais chuté.

Aujourd'hui, une grande majorité de personnes (120 sur 146) déclare avoir pratiqué une APS « un peu » ou « régulièrement », tout au long de sa vie ; la marche arrivant largement en tête. Au cours du vieillissement, la santé se fragilise et en même temps le risque de chute augmente (62,3% des personnes ont chuté). Les entretiens révèlent que la *déficience visuelle* et la *faiblesse* de l'appareil locomoteur entraînant des pertes d'équilibre, sont récurrentes. Toutes les personnes ayant déjà chuté réduisent leurs déplacements « *pour éviter de tomber* ». Cependant, avoir pratiqué une APS toute sa vie ne constitue pas nécessairement une assurance pour éviter la chute, même lorsque l'activité corporelle est perçue comme un moyen de prévention, par les bénéfices ressentis au plan de « l'équilibre » et du « renforcement des jambes ». Cependant, cette perception donne « confiance » en son corps et permet de lutter pour « rester debout ». D'un point de vue anthropologique, « l'allongement », « être à terre », représente la mort et la perte de pouvoir.

Au-delà des chutes, nous nous intéressons au bilan que les personnes font de leurs investissements physiques. Avoir fait une APS toute sa vie n'est pas un gage du « mieux vieillir ». Au grand âge, les bienfaits de l'APS deviennent plus contrastés. Après 85 ans, les dégradations du corps biologique entraînent des dommages qui seraient moins compensables. Dans la comparaison avec ses pairs, l'écart entre l'effet attendu et la réalité apparaît décevant. Comme le souligne Paicheler (2002), la santé subjective (la perception de sa santé) a beaucoup plus d'impact sur la vie quotidienne que la santé objective. En revanche, si les APS ont un effet positif sur l'image de soi et la reconnaissance de soi, les personnes éprouvent le sentiment de contrôler leur corps et leur santé.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bungener, M. (2004). Canicule estivale: la triple vulnérabilité des personnes âgées. *Mouvements*, n°32, 75-82.
- Cohen, V. (1997). La vulnérabilité relationnelle. *Socio-Anthropologie*, n°1, L'objet de la Socio-anthropologie, [En ligne], <http://socioanthropologie.revues.org/document74.html>.
- Coudin, G., & Paicheler, G. (2002). *Santé et vieillissement. Approche psychosociale*. Paris, A.Colin.
- Kafer, NF., & Davies, D. (1984). Vulnerability of self and interpersonal strategies: « A study of the aged ». *Journal of Psychology*, n°116, vol.2, 203-206.
- Kaneda, T., Zimmer, Z., Xianghua, F., Zhe, T. (2009). Gender differences in functional health and mortality Among the chinese elderly: Testing an exposure versus vulnerability hypothesis ». *Research on Aging*, n°31, vol.3, 361-388.
- Schröder-Butterfill, E., & Marianti, R. (2006). A framework for understanding old-age vulnerabilities , *Ageing & Society* 26, 9–35.

075- « Comprendre l'engagement dans les pratiques sportives pour les Personnes Vivant avec le VIH »

Anthony Guillard<sup>1</sup>, Stéphane Héas<sup>1</sup> & Estelle Duval<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire VIP&S, UFRAPS, Université Rennes 2

<sup>2</sup>Laboratoire SANTESIH, UFR STAPS, Université Montpellier 1

[anthony.guillard@etudiant.uhb.fr](mailto:anthony.guillard@etudiant.uhb.fr)

Dans le cadre de la recherche nationale « Accès aux activités physiques et sportives des personnes vivant avec le VIH » (dir. S. Ferez, 2010-, Université Montpellier 1), il s'agit de saisir ce qui est en jeu dans la pratique sportive des PVVIH, à la fois en prenant en considération la rupture biographique, la chronicité du VIH et les trajectoires personnelles. Soit, prendre en compte le vécu même de l'activité physique pour une Personne séropositive et Vivant avec le VIH (PVVIH)

**Mots clés :** Activités Physiques, VIH, corps, trajectoires biographiques

## **INTRODUCTION ET METHODOLOGIE**

Le but de cette recherche est d'analyser l'impact de la découverte du VIH sur les biographies personnelles, et notamment dans le domaine des Activités Physiques et Sportives (APS). Cette rupture biographique à raison de l'infection entraîne des bouleversements quotidiens en termes d'identité, de rapport au corps et de relations sociales. Quel est le sens des activités sportives pour les PVVIH ? La pratique individuelle est-elle privilégiée ? Les interactions humaines et sociales sont-elles un frein à l'investissement dans les APS ?

La méthode de recueil des données utilisée est double : l'entretien semi-directif de type récit de vie avec des personnes atteintes du VIH (N=40) et un recueil de données par questionnaire (N=500) réalisé par une équipe dans différentes régions françaises. L'objectif méthodologique est d'accéder à la plus grande variété possible de situations au regard de la pratique sportive, de l'ancienneté de la maladie, des modes de contamination et des situations sociales des PVVIH.

## **LA GESTION DE LA RELATION AUX AUTRES**

Les personnes interrogées sont séropositives et ont très peu de signes corporels visibles. Selon Goffman, ils sont donc « discréditables » et doivent user de stratégies diverses pour dissimuler l'information auprès de leur entourage. Le stigmate constitue : « un attribut qui jette un discrédit profond (sur l'individu) », il précise que : « c'est en termes de relations et non d'attributs qu'il convient de parler » (1975 : 13). Des résistances et des difficultés d'accès aux activités physiques et sportives ont pourtant pu être constatées chez ces personnes (Ferez et Luauté, 2008). Il ne semble donc pas si facile pour les PVVIH de s'engager et/ou de maintenir une activité physique. La question de la visibilité de l'infection et de la gestion de l'information concernant le statut sérologique est décrite comme centrale dans l'expérience de la vie avec le VIH (Langlois, 2006 ; Pierret, 2006 ; Mellini et al., 2004).

Aucune étude ne questionne les logiques mises en place par les PVVIH pour gérer leur statut sérologique dans le cadre des activités sportives. Les premiers résultats nous montrent que le rapport aux autres peut constituer dans certains cas un soutien, mais pour d'autres, cela représente un frein à l'engagement dans les pratiques sportives. Aussi, le dévoilement relève de l'intime et les PVVIH qui pratiquent, ne souhaitent pas toujours exposer cette intimité. Les PVVIH gèrent l'instable équilibre entre dissimulation/révélation en fonction des potentielles conséquences positives et négatives.

## **L'ACTIVITE PHYSIQUE COMME MOYEN DE CONTROLE DU CORPS**

La découverte du VIH, influe souvent sur l'équilibre émotionnel des individus concernés. Pour certains, c'est un moment pour faire le point sur leur santé et leur habitudes de vie. « *C'est par une attention particulière à leur corps que les hommes homosexuels contaminés cherchent à renforcer leurs capacités physiques. Ils vont essentiellement modifier et surveiller leur hygiène alimentaire et adopter un mode de vie qu'ils estiment plus sain et mieux*

*équilibré* » (Pierret, 1997, 106). L'annonce de la séropositivité et les traitements associés perturbent l'image du corps. L'adoption d'un mode de vie sain, peut s'expliquer par la volonté d'autocontrôle de son corps. Les personnes atteintes du VIH doivent apprendre à « *gérer leur énergie, à bien doser activité physique, et à adopter un style de vie plus sain* » (Kalichman, 1998, 257).

L'activité sportive peut avoir différentes finalités comme la sensation de contrôle réduisant l'incertitude ou encore le besoin de retrouver du lien social. Dans toutes les situations observées, la découverte du VIH, entraîne un changement dans le comportement vis-à-vis des APS qui est détaillé dans ce travail.

## **RESULTATS/DISCUSSION**

L'activité physique semble pouvoir éloigner les PVVIH du statut de « malade ». La lutte contre les effets secondaires des traitements médicaux par l'activité physique et la pratique du sport comme moyen de médicalisation, mettent en lumière les questions de normalisation du corps, la dissimulation ou encore les aspects relatifs à la séropositivité. Alors que les études s'appuient davantage sur l'amélioration de l'état physiologique pour évaluer la qualité de vie des PVVIH (Laure, 2007 : 142-143), notre enquête prend en compte l'effet réel des pratiques sportives sur les individus.

Cependant, les différentes formes de discrimination et d'auto-discrimination dans la vie quotidienne des PVVIH et notamment dans la pratique sportive peuvent entraîner un désengagement de la vie sociale et une image altérée du corps. Au final, il apparaît qu'une meilleure connaissance de la réalité des expériences et des vécus de l'activité physique et sportive des PVVIH peut aider les acteurs associatifs et professionnels à adopter des attitudes susceptibles de favoriser ou de faciliter l'accès à la pratique physique de ces publics.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Ferez S., & Luauté J.-P. (2008) L'activité physique et sportive comme outil médico-psychologique ? Etude de l'offre de pratiques en direction des personnes infectées par le VIH. *Annales médico-psychologiques*, 166 (10), 847-849.

Goffman, E. (1975). *Stigmates. Les usages sociaux des handicaps*. Paris : Les Éditions de Minuit.

Herzlich, C. & Pierret, J. (1991). *Malades d'hier, malade d'aujourd'hui. De la mort collective au devoir de guérison*. Paris: Payot.

Kalichman, S. C. (1998). *Understanding AIDS*. Second edition. Washington : American Psychological Association.

Langlois E. (2006). *L'Épreuve du sida : pour une sociologie du sujet fragile*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

Laure, P. (2007). *Activités physiques et santé*. Paris: Ellipses

Mellini, L., Godenzi, A. & De Puy, J. (2004). *Le sida ne se dit pas : analyse des formes de secret autour du VIH/sida*. Paris, L'Harmattan

Pierret, J. (2006). *Vivre avec le VIH. Enquête de longue durée auprès des personnes infectées*. Paris : PUF.

Différentes études sur les consommations d'alcool mettent en évidence différents facteurs de vulnérabilité, parmi lesquels la nature des pratiques culturelles comme les Activités Physiques et Sportives (Collins & Vamplew, 2002 ; Wenner & Jackson, 2009 ; Choquet, Com-Ruelle, 2009). Dans cette relation entre sport et alcool, il est néanmoins important de distinguer la consommation chez les sportifs amateurs et professionnels de la celle des étudiants en science du sport. L'objectif de cette étude est de tester le lien qui unit sport et alcool chez les étudiants en sciences du sport afin de mesurer la part relative des socialisations à la fois étudiante et sportive dans leurs conduites excessives.

**Mots clés :** sport, alcool, excès, vulnérabilité, genre

## INTRODUCTION

L'objectif de cette communication est de présenter les liens étroits qui existent entre le sport et l'alcool dans le débat scientifique et de le compléter à partir des résultats de nos enquêtes successives. En France, les études s'intéressant spécifiquement au lien entre alcool et sport sont encore relativement rares. Des enquêtes comme le Baromètre Santé parues depuis les années 1990 montrent que les hommes consomment plus souvent et en plus grosse quantité que les femmes ou encore que certaines régions sont de plus grosses consommatrices de produits alcoolisés. Parallèlement, on constate une prévalence des populations estudiantines (Universités, Grandes Écoles) parmi les gros consommateurs, qui plus est « à risque ». Ainsi, cette « culture » du boire sur les campus promeut l'utilisation excessive de l'alcool tout en en minimisant les risques sanitaires et sociaux. Aussi, on constate à ce sujet que différents facteurs de vulnérabilité apparaissent, parmi lesquels la nature des pratiques culturelles dont font naturellement partie les Activités Physiques et Sportives (Collins & Vamplew, 2002 ; Wenner & Jackson, 2009). Ainsi, Nelson et Wechsler (2001) ou encore Lorente, Souville, Griffet et Grelot (2004) présentent l'activité physique comme une « cause » potentielle de consommation, qui plus est excessive, d'alcool. Quoi qu'il en soit, quel que soit le niveau d'analyse choisi, le sport constitue un prisme intéressant pour saisir les manières dont se construisent (ou se déconstruisent) les identités face à l'alcool. L'objectif de cette étude est alors de repérer les liens entre d'une part, la consommation d'alcool comme usage culturel dans le milieu sportif et d'autre part, la socialisation en milieu étudiant. De là découlent 2 axes clés qui sont étroitement liés à notre problématique : la consommation massive d'alcool chez les étudiants et la différence entre sportifs et non-sportifs. Quelles interprétations peut-on faire ?

## METHODE

### *Population*

La population ciblée est celle des étudiants inscrits en formation STAPS (n=669). La problématique étant axée sur la question du genre, l'échantillon est représentatif de la répartition des étudiants en université selon le sexe et la discipline<sup>12</sup> ; il se compose de 38,4% de femmes (contre 32% dans l'échantillon national<sup>13</sup>). De plus, et conformément aux données statistiques nationales<sup>14</sup>, l'origine sociale des étudiants interrogés est majoritairement issue des professions libérales et cadres supérieurs. À cette population s'ajoutent 107 étudiants inscrits en droit afin de tester la variable « sport ».

### *Questionnaire*

Un questionnaire d'auto-évaluation a été distribué. Ce dernier comprend soixante-trois questions dans lequel la population a été caractérisée en termes de données personnelles et démographiques (sept questions), des pratiques sportives (douze questions), de consommation d'alcool (trente-deux questions), de consommation d'autres substances (cinq questions), l'alcool et la perception de la santé

---

<sup>12</sup> Voir « Les étudiants. Repères et références statistiques – édition 2010 ».

<sup>13</sup> Cf. note 1

<sup>14</sup> Cf. note 1

(six questions) et la prévention en matière de produits dopants (trois questions). Une analyse statistique est réalisée entre les différentes catégories de variables afin de tester les hypothèses posées. Une analyse statistique ( $\chi^2$ ) a été réalisée.

*Test AUDIT-C* : Dans ce questionnaire, les consommations à risques ont été particulièrement scrutées. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur un questionnaire validé par la communauté scientifique, l'AUDIT<sup>15</sup> (Saunders, Aasland, Babor, De La Fuente & Grand, 1993), à partir duquel la version courte de ce dernier a été retenue : l'AUDIT-C (Bush, Kivlahan, McDonell, Fihn & Bradley, 1998).

## RÉSULTATS

Parmi les 2 axes évoqués en introduction, des explications de types causales émergent par la présence de facteurs rendant les populations concernées « vulnérables ». Parmi eux notons la culture étudiante et universitaire, les différences entre sports individuels et collectifs, le genre et enfin, le type d'alcool consommé. Ces relations causales recensées contribuent à produire certains seuils de vulnérabilité sanitaire et/ou sociale. L'analyse des données tend ainsi à montrer que les étudiants inscrits en STAPS ne consomment pas davantage d'alcool que leurs homologues juristes par exemple mais soulèvent des interrogations d'ordres sanitaires, hygiéniques et sociales. Plus encore, à partir des scores obtenus au test de l'AUDIT-C, les étudiants en droit se trouvent classés parmi les consommateurs « alcoolo-dépendants » tandis que les étudiants STAPS se situent dans les tranches des consommateurs « à risque ». Dans l'échantillon STAPS, nous observons des différences significatives en fonction des logiques et des modalités de la pratique sportive : sport individuel/collectif, intensité de la pratique, niveau de pratique, etc. À travers l'analyse de l'ensemble des données nous constatons plus globalement que les représentations associées au boire excessif restent ancrées dans la sphère de la masculinité comme le stipule quelques recherches précédentes en sociologie du sport montrant les liens étroits qui existent entre le sport et une certaine « hégémonie masculine » (Wenner, 1998 ; Wenner, Jackson, 2009).

## BIBLIOGRAPHIE

- Bush, K.R., Kivlahan, D.R., McDonell, M.B., Fihn, S.D., Bradley, K.A., (1998). « The AUDIT alcohol consumption questions (AUDIT-C) – An effective brief screening test for problem drinking ». *Archives of Internal Medicine*. Vol.158., 1789-1795
- Lorente, F. O., Souville, M., Griffet, J. y Grelot, L. (2004). Participation in sports and alcohol consumption among French adolescents. *Addictive Behaviors*, 29(5), 941-946.
- Nahoum-Grappe, V. (1999). (1999). *Histoire et alcool*. L'Hamattan, collection « Logiques sociales ».
- Nelson, T. F. y Wechsler, H. (2001). Alcohol and college athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(1), 43-47.
- Saunders, J.B, Aasland, O.G, Babor, T.F., De La Fuente, J.R., Grand, M. (1993). « Development of the Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT): Who collaborative project on early detection of persons with harmful alcohol consumption ». *Addiction*. Vol.88, 791-804.
- Wenner, L.A., (1998). « In Search of the Postmodern Sports Bar : Masculinity, Alcohol, Sports, and the Mediation of Public Space », in G. Rail (dir.), *Sport and Postmodern Times*, Albany, NY, State University of New York Press, 301-332.
- Wenner, L.A., Jackson, J.S. (2009). *Sport, beer and gender: promotional culture and contemporary social life*. Peter Lang Publishing.

---

<sup>15</sup> AUDIT : Alcohol Use Disorders Identification Test

La littérature sur l'activité physique et sportive et le VIH est largement dominée par la lecture biomédicale. En France, l'offre sportive adressée aux personnes séropositives est marquée par l'alternative d'une pratique sportive classique ou d'une pratique quasi-thérapeutique. Cette double perspective semble pourtant se heurter, dans les faits, à des réticences chez les intéressés. Cela ne les empêche pas, pour autant, de s'approprier très largement les discours dominants sur les « bienfaits » de l'APS. Nous tenterons d'expliquer pour quelles raisons, en dépit d'une expérience souvent difficile, ils ne construisent pas les activités physiques et sportives comme un lieu de confrontation au stigmat. Cette impossibilité à les envisager ainsi est notamment liée à l'intériorisation de la catégorisation comme « chronique » de l'infection au VIH.

**Mots-clefs** : APS, VIH, sociologie de la santé, discriminations.

## **PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE**

Dans le cadre d'un projet de recherche mené au sein du laboratoire SANTESIH<sup>16</sup>, nous nous sommes intéressés au thème « corps et santé » à partir de l'accès aux activités physiques et sportives des personnes vivant avec le VIH en France. En effet, au moment où, grâce aux avancées thérapeutiques, la question de la qualité de vie des personnes vivants avec le VIH (PVVIH) est l'objet de plus en plus de préoccupations, aucune étude spécifique n'a été menée sur la manière dont l'accès à la pratique physique et sportive est affecté par la séropositivité ou, autrement dit, sur la manière dont l'expérience de la séropositivité influe sur les usages du sport et le rapport aux activités physiques. Les APS sont pour nous un révélateur puissant des enjeux sociaux que revêt l'évolution du statut du VIH vers celui d'une « maladie chronique ». Notre recherche comporte à la fois un volet quantitatif : un questionnaire<sup>17</sup> portant sur les pratiques sportives dès l'enfance des interrogés mais aussi leurs trajectoires de traitement, leur rapport au corps et à l'esthétique ainsi que les données socioéconomiques les concernant a été complété par 514 individus à ce jour ; et un volet qualitatif : 46 entretiens approfondis ont été menés, permettant de replacer les événements objectifs et les éléments subjectifs en lien avec leurs trajectoires sociales.

## **PRATIQUE PHYSIQUE ET SPORTIVE ET VIH**

La littérature scientifique anglo-saxonne et francophone croisant les sujets de l'activité physique et sportive (APS) et du virus de l'immunodéficience humaine (VIH) est très largement dominée par la lecture biomédicale (Ferez et al., 2010 ; Gillett et al., 2002).

Aussi n'est-il pas étonnant que l'offre sportive adressée aux séropositifs en France soit marquée par une alternative : soit s'inscrire dans une pratique de loisir au sein des structures sportives classiques (dans le milieu du sport fédéral ou au regard de l'offre touristique d'activités physiques et sportives) ; soit adhérer à une pratique hygiénique et quasi thérapeutique, dans les créneaux proposés par les associations de prise en charge des personnes vivant avec le VIH (PVVIH) (Ferez et Luauté, 2009).

## **TENSIONS CHEZ LES PRATIQUANTS**

Cette offre double se heurte cependant, en pratique, à la réticence des principaux intéressés. D'un côté le vécu de la séropositivité n'est pas simple en environnement sportif, où elle tend alors à être dissimulée. De l'autre, les individus rechignent parfois à s'investir sous la seule contrainte sanitaire. Pourtant, actuellement, malgré cette expérience, les PVVIH s'approprient

---

<sup>16</sup> Chercheurs de ce laboratoire ainsi que des chercheurs associés français (Lyon, Rennes, Satsrbourg, Antilles-Guyane)

<sup>17</sup> 220 questions, entre ½ heure et 2 heures de passation



très largement les discours dominants sur les « bienfaits » de l'activité physique et sportive (O'Brien et al., 2009).

### **LECTURE SOCIOLOGIQUE DE CETTE APPROPRIATION**

Au final, le rapport à l'APS semble s'inscrire dans la logique de parcours de prise en charge et de socialisation, laquelle, globalement depuis l'arrivée des trithérapies au cours de la seconde moitié des années 1990, les conduit à appréhender la contamination au VIH comme une « maladie chronique » (Langlois, 2006 ; Pierret, 2006 ; Thiaudière, 2002). Cette chronicisation du statut de la maladie les empêche d'envisager cette activité, non seulement comme relevant d'une simple activité associative et/ou de loisir, mais également comme un lieu de confrontation au stigmatisme et à la discrimination (Clem et Borchers, 2007).

### **REFERENCES**

- Clem, K. L., & Borchers, J. R. (2007). HIV and the athlete. *Clinics in Sports Medicine*, 26, 413-419.
- Ferez S., & Luauté J.-P. (2008) L'activité physique et sportive comme outil médico-psychologique ? Etude de l'offre de pratiques en direction des personnes infectées par le VIH. *Annales médico-psychologiques*, 166 (10), 847-849.
- Ferez S., Pappous A., Ruffié S. (2010). La actividad física y deportiva de las PVVIH: Del interés por la práctica al acceso a la práctica (revisión de la bibliografía), *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 18, 77-83.
- Gillett, J., Cain, R., Pawluch, D. (2002). Moving beyond the biomedical: The use of physical activity to negotiate illness. *Sociology of Sport Journal*, 19(4), 370-384.
- Langlois E. (2006). *L'Épreuve du sida : pour une sociologie du sujet fragile*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- O'Brien K. K., Davis A. M., Strike C., Young N. L., Bayoumi A. M. (2009). Putting episodic disability into context: a qualitative study exploring factors that influence disability experienced by adults living with HIV/AIDS, *Journal of the International AIDS Society*, 12, 30-35.
- Pierret, J. (2006). *Vivre avec le VIH. Enquête de longue durée auprès des personnes infectées*. Paris : PUF.
- Thiaudière C. (2002). *Sociologie du sida*, Paris : La Découverte.

## ***Histoire***

O78- L'éducation physique médico-pédagogique asilaire pour les enfants déficients intellectuels au XIX<sup>e</sup> siècle

*Pascal Brier*

Centre de recherches sur le sport et le mouvement (E.A.2931) - Université Paris-Ouest  
Nanterre - 200 av. de la République - 92001 Nanterre Cedex - tél : 01.40.97.57.49 ;  
Université du Maine, département STAPS

[Pascal.brier@wanadoo.fr](mailto:Pascal.brier@wanadoo.fr)

En France, actuellement, les enfants et adolescents déficients intellectuels orientés dans des instituts médico-éducatifs sont dans des structures privées. Les premiers textes officiels, sur les conditions d'agrément de ces établissements, sont apparus en 1946 et 1948 avec la publication d'une première instruction dite « Annexe XXII<sup>18</sup>. Dans ce document (dans les autres également) figure les modalités d'une pratique de l'éducation physique et sportive. Mais bien avant la parution de ces textes, au XIX<sup>e</sup> siècle, une gymnastique (éducation physique) est mise en place pour ces jeunes dénommés à l'époque « *enfants idiots* »<sup>19</sup>.

**Mots clés** : déficients intellectuels, idiots, médico-pédagogique, gymnastique,

Notre recherche<sup>20</sup> examine une histoire de l'éducation physique pour les enfants déficients intellectuels qualifiés au XIX<sup>e</sup> siècle, « d'idiots », « d'imbéciles », « d'arriérés » et considérés comme des malades atteints d'aliénation mentale (maladie mentale). Nous analysons l'émergence, le développement et la tentative d'institutionnalisation de cette gymnastique médico-pédagogique asilaire. Celle-ci prend forme au XIX<sup>e</sup> siècle, dans le champ de la médecine, à un moment où s'élaborent des spécialisations et des gymnastiques médicales. Elle se perfectionne en prenant appui sur la gymnastique scolaire qui s'institutionnalise. Elle se développe durant tout ce siècle dans le cadre d'un système élaboré, de prise en charge médicalisée, qualifié par le médecin aliéniste (psychiatre) Désiré Bourneville (1840-1909) de « médico-pédagogique ». Ce traitement, en action dans des asiles (surtout parisiens), apparaît à la fin de ce siècle, comme une forme très aboutie d'éducation et d'instruction à l'égard de cette population<sup>21</sup>. Il est l'œuvre d'un mouvement d'agents-réformateurs (gymnastes, instituteurs, infirmières, etc.) et de médecins-promoteurs qui tentent d'institutionnaliser ce prototype dans le champ médical puis dans le champ scolaire. Pour comprendre l'émergence et le développement de cette gymnastique, nous apprécions son application sur plusieurs lieux emblématiques de la prise en charge de ces enfants<sup>22</sup>. Nous examinons également les productions des médecins (Perdreau, Begin et Verdier, 1823 ; Lachaise, 1827 ; Pravaz, 1827 ; Delpech, 1828, etc.), des gymnastes et autres catégories d'agents sur ce sujet. Cette recherche s'appuie également sur des travaux contemporains attestant au XIX<sup>e</sup> siècle de la relation entre la gymnastique et la santé (Vigarello, 1978 ; Defrance, 1987 ; Fauché, 1991 ; Séguillon 1998 ; Monet, 2003 ; Quin, 2010). Durant tout le XIX<sup>e</sup> siècle, les gymnastes, pour asseoir leur légitimité, pénètrent les différentes institutions (militaires, scolaires et sociétés civiles) et en

---

<sup>18</sup> Le décret n° 46-1834 du 20 août 1946 (modifié en 1956, 1966 et 1970) et la circulaire n° 22 SS 1948 du 27 janvier 1948 modifiée par la circulaire n° 271 SS du 8 septembre 1948 (modifiée par l'Annexe XXIV en 1956 puis en 1989).

<sup>19</sup> L'enfant idiot au début du XIX<sup>e</sup> siècle, est défini par les premiers médecins aliénistes (psychiatres) comme une classe d'individus atteints d'aliénation mentale (d'une maladie mentale) caractérisée, par une non manifestation ou une altération du développement des facultés intellectuelles. D'après Esquirol, E. (1818). « *Idiotisme* », Dictionnaires des sciences médicales, Vol. 23, Paris, Panckoucke, pp. 507-524.

<sup>20</sup> Brier, P. (2009). *Emergence et disparition de la gymnastique médico-pédagogique asilaire (1838-1909)*, Thèse de Doctorat, Nanterre : Université Paris-Ouest.

<sup>21</sup> A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, environ 3000 enfants et adolescents idiots sont éduqués et instruits dans des établissements publics et privés en France

<sup>22</sup> Archives de l'Institut National des Jeunes sourds de Paris ; de l'asile de Bicêtre et de la Salpêtrière pour les enfants idiots, etc.

particulier les établissements thérapeutiques. A la même période, se développe un mouvement de réformes hospitalières et un processus de spécialisation médicale (la psychiatrie, la neurologie, la chirurgie orthopédique, etc.). La conjugaison de ces deux événements favorise l'émergence de formes spécifiques de gymnastiques médicales pour chaque catégorie d'enfants malades hospitalisés : « Sourds », « difformes », « aliénés-idiots », « choréiques », « scrofuleux », « ataxiques », « malade mentaux », etc. C'est ce processus qui se met en place pour le traitement de la folie. Le fou devient un aliéné et obtient un statut de malade mental. Un traitement spécifique sous la forme d'une « *éducation médicale* » se met en place et devient le « *traitement moral* ». De nouveaux tris apparaissent. Les jeunes sont séparés des adultes et l'enfant « idiot » fait l'objet d'une étude spécifique et d'un traitement particulier. Une éducation physique est mise en place dans le cadre de cette pratique médicale et pédagogique. Elle émerge vers 1838 grâce à l'action de son inventeur, Edouard Séguin (1812-1880)<sup>23</sup>. Durant tout le XIX<sup>e</sup> siècle, un modèle d'éducation, d'instruction et de soins, se développe dans des services asilaires (les asile-écoles). Bourneville, médecin-directeur (1879-1905) de la section des enfants « idiots » de Bicêtre et promoteur de ce système, tente d'introduire le projet dans l'institution scolaire. Pour examiner plus particulièrement l'âge d'or de la gymnastique médico-pédagogique (1892-1909), nous nous appuyons sur l'exemple la section spéciale de Bicêtre qui en 1890, accueille plus de 500 enfants et adolescents âgés de 2 ans à 20 ans. Dans cet établissement, le programme d'éducation physique comprend trois formes de gymnastique en fonction de l'âge et des capacités des enfants et adolescents. La première, la « gymnastique rudimentaire » (dès 2 ans) des invalides, est orientée vers le développement de la motricité élémentaire. La seconde, la « petite gymnastique », s'adresse aux enfants de la petite école et vise au perfectionnement de la motricité élémentaire et favorise l'autonomie quotidienne. La dernière, la « grande gymnastique » (jeunes de 13 à 20 ans), est une pratique de mouvements avec ou sans agrès comme celle en vigueur dans les établissements scolaires. Après les lois « Jules Ferry », la question de l'instruction obligatoire aux enfants idiots est largement débattue dans les années 1900. A l'interface entre le médical et la pédagogique, une problématique de l'enfance anormale prend forme à travers des luttes de pouvoir sur la manière de les identifier et de les prendre en charge. Un nouveau réseau de relations se constitue entre des agents (médecins, psychopédagogues, instituteurs, politiciens, etc.) et des institutions (hospitalière, Education Nationale) qui luttent pour l'appropriation et/ou la redéfinition de ce capital spécifique : l'éducation des « anormaux ». L'enfant anormal relève-t-il d'une prise en charge médicale ou d'une prise en charge scolaire ? Le développement d'un seuil d'éducabilité à partir de tests psychologiques, introduit une rupture fondamentale. Ce seuil apparaît comme l'un des déterminants qui organise la séparation entre le médical et le pédagogique. Les prises de positions dans ce champ en construction aboutissent à la disparition de la gymnastique médico-pédagogique asilaire pour les enfants « idiots » au profit d'une gymnastique scolaire « expurgée des exercices d'athlétisme », réservée aux seuls enfants « arriérés ». A travers ces positions, se dessinent également les contours d'un champ de l'enfance anormale qui prendra véritablement forme après la seconde guerre mondiale. Après 1909, l'éducation des enfants anormaux va se distribuer de manière inégale en trois secteurs : le secteur médico-psychiatrique ; le secteur scolaire et le secteur médico-pédagogique privé associatif. Le modèle médico-pédagogique asilaire et sa gymnastique disparaît dans le premier tiers du XX<sup>e</sup> siècle.

---

<sup>23</sup> Edouard Séguin en relation avec Jean Marc Gaspard Itard (1774-1838), invente une méthode d'éducation et d'instruction pour les enfants « idiots » (dans son école privée à Paris) qu'il développe après avoir été recruté par l'hospice des Incurables (1840), puis l'asile de Bicêtre (1842-1843) en qualité d'instituteur.

L'association sportive scolaire (AS), qui propose des activités développées hors temps scolaire dans le secondaire, est caractérisée par une empreinte éducative importante, justifiée en grande partie par les enseignants d'EPS comme une continuation de leur matière obligatoire. La question s'est posée quant à l'analyse de l'action éducative des enseignants à l'AS. L'étude s'est réalisée dans deux collèges RRS d'une grande ville bretonne et grâce au rassemblement de plusieurs outils et données : documents officiels, entretiens, observations directes et carnet ethnographique. Nous observons des pratiques éducatives hétérogènes différentes selon la finalité personnelle des enseignants. Le pôle responsabilisation, exprimé par tous les enseignants, n'est pas toujours évident et dépend de leur engagement personnel pour adapter et transformer les activités vers ce but.

**Keywords:** Sport scolaire, responsabilisation, enseignants EPS, intervention, valeurs

## INTRODUCTION

L'association sportive scolaire (AS) est une composante originale de la politique française permettant de développer la pratique d'activités physiques en complément des cours obligatoires d'EPS et d'aborder l'apprentissage de la vie associative. Ces éléments décrits dans les lois actuelles portent l'empreinte de leurs origines historiques et de leurs controverses au sein du collectif d'enseignants d'EPS concernant les objectifs et finalités d'une discipline particulière et, par conséquent, du sport scolaire (Arnaud, 2004 ; Attali, 2005 ; Delaplace, 1995). En 1981, prenant le sport scolaire sous sa tutelle, le Ministère de l'Éducation Nationale reconnaît les valeurs éducatives du sport et considère l'EPS une matière à part entière au service des orientations éducatives de l'Éducation Nationale (Robène, Bodin, et Héas, 2008a). En parallèle des transformations idéologiques de la discipline, on créa une identité des enseignants d'EPS en fonction de leur matière caractéristique à travers les APSA et le versant éducatif que l'on peut constater avec le pôle responsabilisation de l'AS. Il ne faut pas oublier le caractère volontaire de l'AS pour les élèves et le temps qui leur est réservé en dehors du temps scolaire obligatoire. Un temps dont Hellison (2003) et Kahne (2001) soulignent le potentiel pour développer des valeurs et des habilités sociales complémentaires aux sportives avec une méthodologie spécifique qui résulte de l'engagement des enseignants sans mépriser le pôle compétition et promotion. Notre objectif se concentre sur les pratiques éducatives des enseignants d'EPS à l'AS et, plus précisément sur le pôle responsabilisation: Est-ce que leurs finalités et leurs objectifs sont en accord avec ceux des textes officiels et avec leurs pratiques éducatives ? Que représente le pôle responsabilisation chez les enseignants d'EPS ? Quelles sont les méthodologies et stratégies utilisées pour le mettre en œuvre ?

## MÉTHODOLOGIE

Nous avons étudié les activités sportives hors temps scolaire de deux collèges RRS d'une ville bretonne. Le premier collège, comptait 500 élèves, 6 enseignants et avait aussi des activités dans le cadre de l'Accompagnement éducatif sportif. L'autre collège avait environ 300 élèves, 4 enseignants d'EPS et les activités de l'AS y étaient les seules hors temps scolaire. La méthodologie de recherche était uniquement qualitative, l'étude de cas interprétatif. Pour répondre à nos questions de recherche, l'une d'entre elle portant sur les caractéristiques éducatives des activités sportives périscolaires, nous avons utilisé plusieurs outils de recueil de données : l'étude des textes officiels, 8 entretiens avec les enseignants d'EPS, 9 observations directes de séances de l'AS et le carnet ethnographique du chercheur. La méthode d'analyse de données était celle du contenu thématique des entretiens (Bardin, 1977) renforcée *a posteriori* par d'autres données décrites précédemment.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le danger et les clivages de la discipline d'EPS au long de son histoire révèlent dans nos résultats l'importance identitaire actuelle des enseignants d'EPS, ancrée sur des objectifs éducatifs et sur la spécificité apportée par l'AS à l'égard de leur relation avec les élèves (Roux-Perez, 2003; Attali, 2005). Dans ce cas d'étude l'expression des valeurs éducatives à l'AS est une constante qui s'inscrit, selon l'analyse, dans les buts du pôle responsabilisation. La plupart des interviewés justifient la présence de valeurs éducatives tels que l'autonomie, la solidarité, le respect des règles, etc. celles-ci étant des objectifs déjà présents en EPS et, donc, à poursuivre en AS (Roux-Perez, 2003). D'ailleurs les textes officiels reconnaissent les valeurs du sport en tant qu'éducatives et préventives sous le terme de citoyenneté (Lamotte, 2009); ils négligent cependant les risques d'une pratique exacerbée produite par un encadrement qui serait uniquement compétitif (Arnaud, 2004 ; Gutiérrez, 2003 ; Robène, Bodin et Héas, 2008b). L'analyse des entretiens à propos de leurs activités reflètent des pratiques sportives hétérogènes dans les programmes menés par l'AS chez chacun des enseignants, tel que le souligne Roux-Perez (2004). Un tel résultat est considéré incohérent du point de vue des programmes scolaires éducatifs si la structure, voire même, les contenus et l'évaluation, ne sont pas compatibles tout au long de leur application (Reboul, 1992). C'est encore plus étrange si l'on considère valables les vertus éducatives inhérentes au sport déjà contestées par de nombreux auteurs (Hellison, 2003 ; Gutierrez, 2003 ; Arnaud, 2004 ; Robène, Bodin, et Héas, 2008b). D'après nos résultats, le pôle responsabilisation prend ainsi de l'importance pour le corps des enseignants d'EPS. Les stratégies décrites par ces derniers sont assez dynamiques mais la plupart cherchent surtout l'apprentissage moteur ou sportif ce qui renforcerait l'incohérence éducative décrite auparavant. La participation des élèves ne consiste qu'en des rôles dans le jeu ou l'organisation du matériel. Pourtant, Andréassian (2008) et Hellison (2003) donnent une grande importance à cette participation. À cet égard, Hellison (2003) modifie la structure classique des séances afin de permettre la réflexion et favoriser la participation des élèves. Selon Hellison (2003) et Kahne (2001), les activités de l'AS, réalisées en dehors du temps scolaire obligatoire servent la promotion du pôle responsabilisation ; les professeurs eux-même ont noté une différence notoire quant au rapport avec les élèves dans ce créneau horaire (Roux.Perez, 2003).

## CONCLUSIONS

Il existe une forte identité éducative des enseignants d'EPS qui n'est pas toujours transmise pendant les pratiques de l'AS. Il existe des actions très hétérogènes avec diverses finalités ce qui met en évidence l'importance de l'engagement de l'enseignant quant à l'aspect éducatif. Pour cela, il semble nécessaire d'utiliser leurs connaissances spécifiques en APS pour transmettre aussi les valeurs du pôle responsabilisation du sport scolaire. Les argumentations décrites ci-dessus proposent la complémentarité du sport scolaire dans les pôles promotion, compétition et responsabilisation. L'objectif de ce dernier étant de chercher à élever les enfants « au sein d'une culture qui soit vraiment humaine » (Reboul, 1992, p. 25).

## BIBLIOGRAPHIE

Arnaud, P. (2004).. In F. Carpentier (Ed.), *Le sport est-il éducatif?* (pp. 137-156). Rouen: Publications de l'Université de Rouen Havre // Attali, M. (2005). *Carrefours de l'éducation*, 19, 3-18. // Andréassian, É. (2008). *EPS: Revue education physique et sport*, 334, 18-20. // Bardin, L. (1977). Paris: Presses Universitaires de France. // Bodin, D., Robène, L., Héas, S., & Le Yondre, F. (2007). *International Journal on Violence and School*, 4, 20-53. // Delaplace, J. M. (1995). In P. Arnaud, J. P. Clément & M. Herr (Eds.), (pp. 183-196). Clermont-Ferrans: AFRAPS. // Gutiérrez, M. (2003). Barcelona: Paidós. // Hellison, D. (2003). Champaign, Illinois: Human Kinetics. // Jiménez Martín, P. J. (2008). Madrid: Editorial Síntesis. // Kahne, J., Nagaoka, J., Brown, A., O'Brien, J., Quinn, T., & Thiede, K. (2001). *Youth & Society*, 32(4), 421-446. // Lamotte, V. (2009). Joinville-Le Pont: Actio. // Reboul, O. (1992). Paris: Presses Universitaires de France. // Roux-Perez, T. (2004). *Staps*, 1(63), 75-88. // Robène, L., Bodin, D., & Héas, S. (2008a). *Recordé*, 1(1), 7. // Robène, L., Bodin, D., & Héas, S. (2008b). *International Journal of Violence and School*, 46-67.

O80- L'information sportive en France (1844-1914). Le « sport » : un phénomène d'abord médiatique ?

Philippe Tétart

Université du Maine, Laboratoire VIP&S  
[phi.tetart@orange.fr](mailto:phi.tetart@orange.fr) / [philippe.tetart@univ-lemans.fr](mailto:philippe.tetart@univ-lemans.fr)

L'inventaire des facteurs retenus pour expliquer la naissance du sport moderne n'a jamais écarté la fonction médiatrice de la presse. On sait par exemple l'importance du jeu d'intérêt mutuel des unions, des entrepreneurs et de la presse écrite dans l'affirmation du calendrier sportif. Mais le regard porté sur la presse privilégie les supports spécialisés. Il néglige le rôle de la « grande presse ». Or, dans la venue du sport comme culture de masse, les quotidiens généralistes et leur diffusion monstre, bien plus que les titres spécialisés, jouent un rôle clé dans l'acculturation du plus grand nombre au sport. En analysant le contenu de 14 quotidiens de 1844 à 1914, nous observons la naissance et le développement précoce des « rubriques », puis des « pages » sportives. Cette étude sur l'information sportive débouche sur des questions sur la factorisation du premier essor sportif.

**Mots clés** : information, presse, culture de masse, culture médiatique, cultures sportives

## INTRODUCTION

Les historiens du sport n'ont jamais négligé la presse dans la construction du phénomène et des cultures sportives. L'ignorer eut été un non sens lorsqu'on pense à l'histoire du Tour de France, production médiatique et entrepreneuriale à la fois. Observer le rôle de Paul Rousseau, Henri Desgrange, Frantz Reichel, etc., passeurs et militants du sport s'imposait. Nonobstant, notre connaissance de l'histoire de l'information sportive et de la presse du sport est lacunaire. Ainsi nous ne savons rien ou presque de la première forme de l'information sportive, l'information turfiste et hippique, qui gagne sa place, peu à peu, dans les quotidiens à partir des années 1840. Certes, la presse et son discours – plus que le journalisme en soi – sont actuellement l'objet d'une attention soutenue. Mais les études s'y attardant ont longtemps été rares et tenues pour secondaires. De plus, elles se sont souvent focalisées sur la presse spécialisée. En outre, la presse a été souvent cantonnée au statut de source permettant de reconstituer le fil d'une chronologie perdue, d'une histoire méconnue. Or il convient de faire une révolution paradigmatique, sur le modèle de l'histoire de la presse, en remettant le journal et son information au centre du propos comme un objet d'histoire (et plus seulement comme une source) et en l'interrogeant à partir du concept de « culture médiatique », c'est-à-dire en l'utilisant non comme improbable mesure de l'opinion, mais comme outil d'analyse des représentations collectives et des imaginaires sociaux.

## METHODE

Partant d'une analyse quantitative de l'information sportive entre les années 1840 et la Grande Guerre et en nous référant aux travaux sur la culture de masse, nous nous interrogeons sur l'origine de la première – ou des premières – culture(s) sportive(s). Dans une approche sérielle, nous radiographions 14 quotidiens. Le dépouillement de 6 216 numéros permet de quantifier la surface informative dévolue aux sports, son évolution, son placement, sa répartition thématique. Une approche comparative sommaire permet de faire ressortir des distinctions entre les cultures sportives des titres. Quels enseignements tire-t-on d'une telle approche ?

## RESULTATS - DISCUSSION

Premier point : l'information sportive se développe plus tôt qu'on le dit. La référence usuelle à Eugène Chapus et au *Sport* (1854) pour pointer la naissance de l'information sportive est nuancée par le frémissement dès les années 1840 d'une préoccupation sportive qui dépasse les périodiques mondains. Deuxième point : les « pages sportives », dont on dit souvent qu'elles naissent au début des années 1920, d'abord avec *L'Intransigeant*, préexistent à 1914 ; parmi d'autres exemples, *L'Echo de Paris* leur consacre plus de 25% de sa surface informative (l'espace publicitaire est défalqué) en 1913 et *Le Siècle* publie chaque semaine sa « Semaine sportive » sur une pleine page. Plus largement, à partir des années 1890, tous les titres entretiennent des rubriques sportives. Pierre Albert estimait que la surface informative dévolue au sport vers 1900 était de 2% environ (1975). Ce chiffre vaut pour le seuil des années 1890 et dans certains cas dès la décennie précédente, avant l'institutionnalisation du sport. Pour 1914, le curseur, variable selon les titres, va de 2% (*La Croix*) à 28% (*La Presse*).

Ces résultats posent des questions stimulantes.

En premier lieu, peut-on remettre en cause l'idée que l'institutionnalisation, avec les premières unions (1881-1898), est « le » levier du phénomène sportif ? Si l'on se situe en 1889, on ne peut comparer l'audience d'une USFSA groupusculaire, élitiste, très parisienne, à celle du *Gaulois*, du *Figaro* et de *L'Echo de Paris* qui livrent leurs rubriques à plus de 220 000 acheteurs. Certes, en 1887, l'échec du *Gaulois-Sport*, supplément du quotidien, montre une information sportive en mal de public. Par ailleurs, l'existence des rubriques est justifiée par la création des compétitions par les sociétés de courses, l'USFSA, l'UVF. Mais d'où vient l'impulsion décisive ? Qui nourrit la conscience collective du sport au-delà de l'émotion cumulative, mais momentanée, de la foule des spectateurs ? N'est-ce pas d'abord l'impact de l'information (au sens d'imprégnation et de mobilisation du corps social), surtout en une période de conquête de la lecture, d'accélération des flux informatifs et de forte mobilisation de l'opinion autour du tout débat républicain ? Sur ce point, ce sont moins les pratiques que leur « show » – leur émotion collective, leur écho médiatique – qui scellent, très tôt, la sportivité de l'événement et son infusion sociale.

Autre question : quel est le premier canal de diffusion médiatique des cultures sportives ? On se réfère souvent, en la matière à la presse spécialisée et aux tirages de *L'Auto*, certes notables. Mais, en 1913, *L'Auto*, 7ème quotidien national, compte 140 000 lecteurs en moyenne quand les rubriques de la presse quotidienne nationale et régionale en réunissent potentiellement 10 millions, soit, respectivement 0,3% et 24% de la population métropolitaine.

Se pose aussi une question de chronologie. Faut-il revoir la périodisation du sport moderne, qui privilégie les années 1880, certes déterminantes, pour descendre vers les balbutiements de l'information turfiste, le premier biais par lequel les Français entendent parler de « sport » (hippique et nautique surtout), donc de spectacle sportif ? En 1874, avant la naissance des unions<sup>24</sup>, *Le Gaulois* tient sa chronique « Sport » pour 11 000 lecteurs. *Le Figaro* offre la sienne à 56 000 personnes. Elles sont irrégulières et sommaires. Du reste, ce ne sont pas les unions qui soutiennent alors les journaux, mais l'inverse, les rédacteurs de *La Presse* célébrant ainsi avec retard la naissance du RCF : « Le club peut compter sur nous » (25.11.1884).

Ces questions en sous-tendent une autre, sur le statut des journalistes et des actionnaires de presse. Dès le départ, la plupart des chroniqueurs sont du sérail. En 1854, lorsque *Le Siècle* publie ses premiers articles sur le turf, leur rédaction est confiée au journaliste Léon-Joseph Gatayes. Collaborateur du *Ménestrel*, du *Journal des haras* et du *Figaro*, il est bon escrimeur, cavalier émérite et membre de la Société des Régates Parisiennes. On ne doute pas, alors, qu'il est observateur et partie à la fois. On connaît cette confusion des genres, qu'on retrouve dans la polyvalence d'un Frantz Reichel sportif (rugbymen, coureur), journaliste (*Le Figaro*, *Le Vélo*), entrepreneur (*L'Instantané sportif*) et dirigeant sportif (USFSA). Cette imbrication pose question : qui fait l'information sportive ? Des sportifs et/ou des dirigeants sportifs d'abord ? Ou des hommes se sentant avant tout une mission d'information ?

En plaçant *a priori* la presse en amont et au centre de l'essor sportif nous grossissons – à dessein – le trait. Une chose est sûre : elle n'est pas qu'une force d'accompagnement. Elle est une interface dynamique entre producteurs, actionnaires et consommateurs de sport. Vient alors à une question essentielle : la presse n'est-elle pas, plus que les pratiquants, que les unions, le principal agent de l'essor du *phénomène* sportif ?

---

<sup>24</sup> On excepte ici le cas de l'USGF (1873) qu'on ne saurait définir comme « sportive » à son origine.



***Psychologie sociale***

## *Stéréotypes et formation d'impression*

O81- Les effets des stéréotypes générationnels implicites sur le temps de réaction et les réponses cardiaques

*Farhat Abdelmonem<sup>1</sup>, Moreau Daniel<sup>2</sup>, Lacassagne Marie-Françoise<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire SPMS (EA 4180), Université de Bourgogne

<sup>2</sup>Laboratoire LPPCE (ED 490), Université de Bourgogne

farhat\_abdelmonem@yahoo.fr

Il s'agit de montrer l'effet de l'activation des stéréotypes « générationnels » sur une tâche de décision sur ordinateur nécessitant de la dextérité et de la rapidité chez de jeunes étudiants. Nous avons montré que les jeunes amorcés par une catégorie générationnelle, liée à l'âgeisme et au jeunisme, n'ont pas enregistré de différence significative entre les deux situations d'amorçages, aussi bien au niveau du temps de réaction qu'au niveau du nombre d'erreurs. En revanche, l'augmentation de la fréquence cardiaque reflète une activation physiologique, suggérant un investissement pour lutter contre l'effet du stéréotype

**Keywords** : stéréotype, comportement, performance, catégorisation sociale

### **INTRODUCTION**

Cette étude s'inscrit dans la lignée des travaux sur les effets automatiques du stéréotype (Devine et al. 1989 ; Bargh et al. 1996 ; Kawakami et al. 2002). Dans l'étude de Kawakami et al (2002), des participants sont exposés (au cours d'une tâche de décision lexicale) soit à des photographies de personnes âgées, soit à des photographies d'étudiants. Chaque photographie est accompagnée d'un trait de personnalité et la tâche des participants est de décider si le trait présenté est descriptif ou non de la catégorie sociale présentée sur la photographie (personnes âgées vs. étudiants). Les temps de réponses sont significativement plus longs lorsque les mots sont précédés d'une photographie de personne âgée que lorsqu'ils sont précédés de la photographie d'un étudiant. L'activation du stéréotype des personnes âgées amène les participants à se comporter conformément au contenu de ce stéréotype, En effet, ils sont plus lents pour répondre.

Nous proposons d'étudier l'effet d'un stéréotype simplement suggéré par une appartenance catégorielle. Plus concrètement, il s'agit d'exposer un groupe d'étudiants à la catégorie à laquelle ils appartiennent (endo-groupe) qui est représentée par les jeunes, versus à une catégorie dont ils ne font pas partie (exo-groupe). Cet exo-groupe, représenté par les personnes âgées, a comme particularité d'appartenir à une catégorie généralement considérée comme moins performante que le groupe des participants.

Conformément à la théorie de l'effet automatique sur la performance dans sa conception idéomotrice ou automotivationnelle (Bargh et al. 1996 ; 1999), nous posons l'hypothèse que les personnes confrontées au groupe « personnes âgées » devraient être moins rapides que celle exposées au stéréotype « jeunes ». Sur la base des travaux en psychophysiologie d'Obrist (1981), l'engagement dans la tâche est assuré par une augmentation de la fréquence cardiaque, nous nous attendons donc également à ce que la fréquence cardiaque après l'amorçage par des personnes âgées soit moins élevée que la fréquence cardiaque après amorçage par des jeunes.

### **METHODOLOGIE**

Participants : 31 étudiants, âgés de 19 à 28 ans, ont participé à cette expérimentation.

Procédure : Les sujets ont réalisé une même tâche dans deux situations différentes. Cette tâche consistait à répondre le plus rapidement possible à un stimulus visuel en appuyant sur un clavier d'ordinateur. Les sujets devaient appuyer sur la lettre « U » à l'apparition d'un chiffre supérieur à 5, et appuyer sur la lettre « O » à l'apparition d'un chiffre inférieur à 5. Pendant la réalisation de cette tâche, les participants ont été soumis à deux amorçages différents : dans la première situation la moitié des participants voyaient exclusivement défiler 192 images de jeunes (filles et garçons) et dans la deuxième situation ils voyaient exclusivement 192 images

de personnes âgées (femmes et d'hommes). L'autre moitié des sujets réalisaient la même tâche dans l'ordre inverse (amorçage vieux suivit d'amorçage jeune). L'apparition sur l'écran des chiffres et des images étaient aléatoire. La configuration du programme a été réalisée sur le logiciel E-prime 2.0. Au cours de la totalité de l'expérience les sujets étaient équipés d'un cardiofréquence-mètre afin que l'on puisse contrôler l'évolution de la fréquence cardiaque.

## RESULTATS.

Les résultats enregistrés présentent une variation non significative de la performance aussi bien au niveau du temps de réaction ( $p = 0.73$ ), qu'au niveau du nombre d'erreurs ( $p = 0.38$ ) quelque soit la situation d'amorçage. En revanche, l'évolution de la fréquence cardiaque (i.e. entre la FC maximale et minimale) marque une augmentation significative ( $p < 0.03$ ) chez les sujets amorcés par les images de personnes âgées par rapport à ceux amorcés par les images de personnes jeunes.

## DISCUSSION

Contrairement à ce qui était attendu, dans notre étude nous avons trouvé que les participants « jeunes » amorcés par des groupes générationnels, liés à l'âgisme et au jeunisme, n'ont pas enregistré un effet significatif sur la performance entre les deux situations d'amorçages, aussi bien au niveau du temps de réaction qu'au niveau du nombre d'erreurs. Par contre, un effet a été obtenu sur la réponse cardiaque. Ce dernier effet laisse supposer que le stéréotype a été activé mais n'a pas donné lieu à l'effet attendu.

Si l'on admet que l'activation de stéréotypes est automatique (Bargh, 1999 ; Devine, 1989), ses effets sur le comportement ne sont pas, quant à eux, automatiques.

Comme le souligne Devine (1989), elle-même, l'activation du stéréotype est automatique alors que son application (ou son utilisation) peut être contrôlée. De fait, L'influence du stéréotype dépend du degré de contrôle que le sujet exerce. Si l'on considère que le sujet exerce un contrôle, on peut supposer que l'augmentation de la fréquence cardiaque reflète une activation physiologique qui traduit un investissement pour lutter contre l'effet du stéréotype. Cette activation physiologique pourrait permettre de modérer voire d'annuler la lenteur de l'action due à l'activation du stéréotype des personnes âgées. Cette explication peut trouver un appui théorique dans les études réalisées dans le cadre de la motivation (Gendola & Richter, 2006) qui ont interprété les activations cardiaques comme quelque chose de positif, à savoir une excitation permettant de réussir une tâche. Néanmoins, cette interprétation reste à consolider par des études complémentaires qui pourraient déterminer les différentes stratégies de contrôle des stéréotypes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bargh, J.A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype priming on action. *Journal of personality and social psychology*, 71, 230–244.
- Bargh, J.;A., & Chartrand, T.L. (1999). The unbearable automaticity of being. *American psychologist*, 54, 462–479.
- Devine, P., 1989. Stereotypes and prejudice: Their automatic and controlled components. *Journal of personality and social psychology*, 56, 680–690.
- Kawakami, K., Young, H., & Dovidio, J.F. (2002). Automatic Stereotyping: Category, Trait, and Behavioral Activations. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 28, 3-15.
- Obrist, P.A. (1981). *cardiovascular psychophysiology: A perspective*. New-York: Plenum press.
- Gendolla, G. H. E., & Richter, M. (2006). Ego-involvement and the difficulty law of motivation: Effects on effort-related cardiovascular response. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 32, 1188-1203.

O82- Stéréotypes, football et jeux vidéo : l'existence d'une discrimination sexuée au football dans une « classe virtuelle » ?

*Mangin Florent, Perchot Rodolphe, Lacassagne Marie-Françoise*  
Laboratoire SPMS (EA 4180), Université de Bourgogne  
florent.mangin@u-bourgogne.fr

Cette recherche a pour objectif de montrer que les phénomènes de la catégorisation sociale relatifs au genre (placement et évaluation des joueurs) apparaissent au football. En utilisant le support « jeu vidéo », cette expérience propose à deux sujets, sollicités préalablement en tant qu'enseignant d'EPS, de contrôler les élèves d'une "classe virtuelle". Les sujets (N=120), répartis en fonction de leur sexe et de leur niveau d'expertise au football, ont dû, à partir d'un effectif imposé, positionner leurs élèves sur le terrain, les diriger, puis les évaluer à l'issue de la rencontre.

**Keywords:** Discrimination de genre, Catégorisation sociale, Stéréotypes sexués, Football, Jeu vidéo.

## INTRODUCTION

Si dans de nombreux cas des liens entre le monde virtuel et l'identité réelle ont établi qu'il existait des mécanismes psychologiques concernant la dépendance, la désocialisation ou la violence, la question de la discrimination sexuée n'a pas encore été mise en évidence lors d'une étude systématique. La démocratisation de l'outil informatique et l'amélioration continue de ses performances confronte les individus à une réalité virtuelle de plus en plus proche du monde réel. Dans ces conditions, il semble pertinent de s'interroger sur les effets comportementaux des individus (joueurs) entre ces deux mondes (virtuel et social) en termes de discriminations liés aux stéréotypes sexués. En s'appuyant sur la catégorisation sociale de Tajfel et Turner (1986), l'expérience proposée cherche à faire émerger chez des sujets une discrimination sexuée dans un monde virtuel. Le protocole mis en place propose à deux sujets, adoptant le rôle d'enseignant d'EPS, de diriger une équipe lors d'un match de football à l'aide d'une manette de jeu vidéo. Les individus partagent socialement une croyance en l'existence de différences entre les hommes et les femmes au niveau des traits de personnalités, des traits physiques et des rôles sociaux (Wood & Eagly, 2002). Dans un contexte éducatif, et notamment en EPS, ces inégalités sexuées sont aussi bien reproduites par les enseignants que par les élèves garçons et filles (Wright, 2000). Dans le milieu sportif, mais avec des groupes saillants différents, les travaux de Norris et Jones (1999) ont montré qu'il existait au football, une relation entre le positionnement des joueurs, leur couleur de peau (Noirs/Blancs) et les stéréotypes (physiques et mentaux) associés à chacune de ces populations. Coakley (2009) a confirmé ces résultats en montrant plus généralement que les Blancs sont affectés préférentiellement à des postes dits "centraux" alors que les Noirs ont eu tendance à être positionnés à des postes dits "périphériques". À partir de ces constats, il semble légitime d'envisager que les stéréotypes et le positionnement des joueurs de football en fonction de leur couleur de peau s'appliquent également lorsque l'on met en jeu des différences sexuées. Quel que soit le sexe des individus positionnant les joueurs et les joueuses, ces discriminations apparaîtront alors même qu'aucune information ne permet de conclure préalablement qu'il existe des différences entre les joueurs filles ou garçons proposés. Dans cette optique, nous postulons que 1/ a) les joueurs garçons seront associés à des postes dits "centraux" (gardien, défenseurs centraux, milieu défensif, milieux offensifs et attaquant axial), à savoir des postes se situant dans l'axe du but adverse et de son propre but, et qu' 1/ b) à contrario, les joueuses filles seront elles associées à des postes "périphériques" (défenseurs latéraux et ailiers offensifs) influençant moins directement le jeu. De plus, l'évaluation des joueurs et joueuses après la rencontre permettra 2a/ aux sujets hommes experts et hommes non-expert en football de compenser la discrimination faite sur le positionnement et 2b/ aux sujets femmes de compenser la dévalorisation de leur endogroupe (joueuses filles) faite préalablement lors du choix des postes. Cette compensation pouvant être a priori imputée au rôle d'enseignant d'EPS préalablement sollicité.

## MÉTHODE

Cette étude a été réalisée auprès de 120 sujets, dont 40 hommes experts en football, 40 hommes et 40 femmes non-experts, tous étudiants en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives. Les participants devaient compléter la première partie d'un questionnaire avant d'effectuer un match de 5 minutes contre un autre sujet adversaire. Il leur était demandé de placer sur le terrain les joueurs à partir d'un effectif imposé (6 filles et 6 garçons). S'ils avaient la possibilité de choisir un gardien garçon ou une gardienne fille, ils devaient ensuite obligatoirement placer 5 joueurs garçons et 5 joueuses filles sur le terrain. La formation proposée est dite en 4-1-4-1. Cette formation permet notamment d'équilibrer le nombre de joueurs en attaque et en défense et de bien différencier les joueurs axiaux des joueurs périphériques. À l'issue du match et dans la seconde partie du questionnaire, les sujets évaluaient chaque joueur de leur équipe et identifiaient les causes de la victoire ou de la défaite de leur équipe. La catégorisation est opérationnalisée à travers la manipulation de joueurs garçons et de joueuses filles et les biais de discrimination sont étudiés au regard du placement, des notes et de l'analyse du résultat. Si l'on s'inspire tout particulièrement de l'étude menée par Norris et Jones (1999), le parti pris ici est d'utiliser le jeu vidéo dans un protocole expérimental pour retrouver ces effets avec le stéréotype sexué. En effet dans le cas présent, le rapport de force maîtrisé entre les équipes virtuelles laisse comme seule variable la compétence des joueurs-sujets. Pour chaque équipe, ce support offre la possibilité de configurer les compétences physiologiques et intellectuelles de tous les joueurs virtuels qui la compose ainsi que leur sexe (apparence physique et nom). Ainsi, tous les joueurs possédaient les mêmes caractéristiques (physiques et mentales) mais la moitié ressemblait à des garçons et l'autre moitié à des filles. Dans ces conditions, le comportement des sujets ne pourra être imputé qu'aux stéréotypes sexués qu'ils véhiculent à l'encontre des joueurs et des joueuses.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats montrent que 1/ a.a) les sujets hommes placent préférentiellement les joueurs garçons à des postes centraux favorisant ainsi leur propre groupe (endo-groupe) et que 1/ a.b) les sujets femmes positionnent également les joueurs garçons aux mêmes postes afin de correspondre aux stéréotypes sexués préétablis. À l'inverse, 1/ b.a) les sujets hommes placent prioritairement les joueuses filles à des postes périphériques faisant toujours prévaloir leur endo-groupe au détriment de l'exogroupe, et 1/ b.b) les sujets femmes positionnent également les joueuses filles à ces mêmes postes pour correspondre à ces normes sociales. Enfin, quel que soit le résultat, 2/ a) les sujets hommes experts et non-experts rétablissent le déséquilibre de leur choix sur le positionnement en homogénéisant les notes attribuées aux garçons et aux filles et 2/ b) les sujets femmes compensent l'endo-défavoritisme produit lors du positionnement en équilibrant les notes données à tous les joueurs. Au vu de ces résultats obtenus dans un monde virtuel, on est en droit de se questionner sur l'effet de l'origine sexuelle des enseignants d'EPS et leur choix, d'une part dans le rôle attribué aux élèves garçons et filles, et d'autre part de l'évaluation de ces derniers. Une étude similaire, mais dans un contexte sportif, est menée parallèlement sur les discriminations liées à la couleur de peau à partir d'un jeu de basket-ball.

## BIBLIOGRAPHIE

- Coakley, Jay. 2009. *Sports in Society: Issues and Controversies* (10th edition). New York, NY: McGraw-Hill.
- Norris, J., & Jones, R.L. (1998). Towards a clearer definition and application of the centrality hypothesis in English professional association football. *Journal of Sport Behaviour*, 21(2), 181-196
- Tajfel, H., & Turner, J. C. (1986). The social identity of intergroup behaviour. In S. Worchel & W. G. Austin (Eds.), *Psychology of intergroup relations*. Chicago: MI: Nelson Hall
- Wood, W. & Eagly, A.H. (2002). A cross-cultural analysis of the behaviour of women and men: Implications for the origins of sex differences. *Psychological Bulletin*, 128, 699-727.
- Wright, J. (2000). *Revisiting gender equity in physical education*. AERA Annual Meeting, April, New Orleans, LA.

O83- Stéréotypes, basketball et jeu vidéo : existence de stéréotypes ethniques au basketball y compris dans un « monde virtuel » ?

*Perchot Rodolphe, Mangin Florent, Castel Philippe, Lacassagne Marie-Françoise*  
Laboratoire SPMS (EA 4180), Université de Bourgogne  
[rod\\_perchot@yahoo.fr](mailto:rod_perchot@yahoo.fr)

Cette étude, utilisant comme support le jeu vidéo, a pour but de rendre compte de l'existence de stéréotypes ethniques qui influenceraient y compris dans un « monde virtuel » la sélection, le jugement et le placement de basketteurs par des sportifs. Cette expérience met en scène deux équipes (équipe A et équipe B) de douze joueurs (6 joueurs noirs et 6 joueurs blancs par équipe) contrôlées respectivement par deux sujets à l'aide d'une manette de jeu. Les sujets (N=92), blancs, ont à configurer leur équipe, c'est-à-dire sélectionner, positionner, remplacer et évaluer leurs joueurs.

**Keywords** : Stéréotypes, Discrimination raciale, Catégorisation sociale, Basketball, Jeu vidéo (monde virtuel).

## INTRODUCTION

Dans le cadre de différentes recherches, plusieurs liens ont déjà été établis entre le monde virtuel et l'identité réelle, et ce au regard de différents principes psychologiques. Traités majoritairement avec le thème de la dépendance, la désocialisation ou la violence, les jeux vidéo n'ont pourtant encore jamais fait l'objet d'études concernant la discrimination raciale. L'amélioration technique continue du matériel informatique permet au concepteur de jeux vidéo de refléter de mieux en mieux la réalité. Dans ces conditions, on peut se demander si les individus (joueurs) seront en proie aux mêmes effets de stéréotypes ethniques que dans la « réalité sociale ».

Au regard des premiers travaux de Tajfel relatifs à la catégorisation sociale, cette expérience a pour objectif d'observer des sujets évoluant dans un « monde virtuel » et de constater les discriminations raciales pouvant être mises en jeu. Cette analyse s'appuie sur un jeu de type "sportif" lors d'un match de basketball où chaque protagoniste dirige une équipe à l'aide d'une manette.

Il apparaîtrait, d'après les stéréotypes classiquement étudiés dans le domaine sportif, une dualité « corps - esprit » selon laquelle les joueurs noirs seraient vus comme dépourvus de qualités intellectuelles réservées aux joueurs blancs et à l'inverse les joueurs blancs auraient des qualités physiques inférieures aux joueurs noirs. Le basketball n'échappe pas aux jugements qui renvoient aux stéréotypes concernant la « supériorité physique » des Noirs et « intellectuelle » des Blancs (Stone, Lynch, Sjomeling & Darley, 1999) et au concept de « *racial stacking* » (Coakley, 2004) où les positions à prédispositions mentales ou physiques seraient liées à la couleur de peau.

Conformément aux travaux de Norris et Jones (1999) et Coakley (2004), nous postulons que 1/ a) les joueurs blancs (endo-groupe aux sujets) seront associés à des postes dits « centraux » (meneur de jeu et arrière), à savoir à des postes demandant plus de prises de risques et de décisions sur lesquels ils seront mieux évalués (adresse, capacité à prendre des décisions, habileté à lire le jeu, contrôle émotionnel) ; 1/ b) à contrario, les joueurs noirs (exo-groupe aux sujets) seront eux associés à des postes « non centraux » (ailier fort et pivot) demandant moins de prises de risques et de décisions et sur lesquels ils seront mieux évalués (force, rapidité, détente, agilité). De plus, la victoire ou la défaite de leur équipe engagera les sujets 2/ a) à s'identifier plus ou moins fortement à la composition de leur équipe, 2/ b) à ne pas mobiliser les mêmes justifications et 2/ c) à effectuer plus ou moins de remplacements « post match » ; ces effets étant renforcés par l'appartenance ethnique des basketteurs composant les équipes.

## METHODE

Cette étude a été réalisée auprès d'une population de 92 sujets, blancs, tous étudiants en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives. Les participants devaient compléter la première partie d'un questionnaire avant d'effectuer un match de 8 minutes contre un autre sujet adversaire. Il leur était demandé de sélectionner leur « équipe type » en plaçant sur le terrain 5 joueurs (meneur de jeu/arrière/ailier/ailier fort/pivot) parmi un effectif de 12 joueurs (6 joueurs blancs et 6 joueurs noirs) aux caractéristiques similaires selon leur poste de jeu. A l'issue du match et dans la seconde partie du questionnaire, les sujets se prononçaient sur leur prestation (échelle d'identification), celle de leur équipe (notes attribuées aux joueurs sélectionnés), sur les caractéristiques des joueurs (notes attribuées aux joueurs pour l'adresse, la capacité à prendre des décisions, l'habileté à lire le jeu, le contrôle émotionnel, la force, la rapidité, la détente, l'agilité ainsi que pour le leadership) et enfin sur les causes de la victoire ou de la défaite de leur équipe. Enfin, ils avaient la possibilité, « *post match* » d'effectuer des remplacements de joueurs pour chaque poste de jeu.

La catégorisation est opérationnalisée à travers la manipulation de joueurs blancs et noirs et les biais de discrimination sont étudiés au regard de la sélection, du placement, des notes et des changements de joueurs. On s'inspire ici tout particulièrement de l'étude menée par Norris et Jones (1998) sur la sélection, le placement et les qualités physiques (force, rapidité, détente, agilité) et mentales (adresse, capacité à prendre des décisions, habileté à le jeu, contrôle émotionnel) attribuées aux joueurs au sein d'une équipe de sport collectif en fonction de leur appartenance ethnique.

Le parti pris ici est d'utiliser le jeu vidéo dans un protocole expérimental afin de maîtriser le rapport de force entre les équipes virtuelles et de laisser comme seule variable la compétence des joueurs-sujets. Pour chaque équipe, ce support offre la possibilité de configurer les compétences physiologiques et intellectuelles de tous les joueurs virtuels qui la compose ainsi que leur couleur de peau (Noirs/Blancs). Ainsi, deux joueurs peuvent avoir des capacités totalement identiques mais des couleurs de peau différentes.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats montrent que 1/ a) les joueurs blancs (endo-groupe) seraient plus associés à des postes « centraux » (meneur de jeu et arrière) et leurs caractéristiques mentales seraient perçues comme plus importantes que leurs caractéristiques physiques.

A l'inverse, 1/ b) les joueurs noirs (exo-groupe) seraient plus associés à des postes « non centraux » (ailier fort et pivot) et leurs caractéristiques physiques seraient perçues comme plus importantes que leur caractéristiques mentales.

Enfin en fonction de leur victoire ou de leur défaite, 2/ a) les sujets sembleraient ne pas s'identifier aussi fortement à leur équipe, 2/ b) ne pas mobiliser les mêmes justifications et 2/ c) ne pas effectuer les mêmes remplacements ; ces effets seraient renforcés par l'appartenance ethnique des joueurs composant « l'équipe type ».

Les résultats nous permettent de nous interroger d'une part sur l'effet de la couleur de peau concernant la sélection, le placement et le profil de joueurs (biais pro-endogroupe) et d'autre part de la potentielle persistance de jugements stéréotypés dans un « contexte social virtuel » où les sujets y jouent aussi de leur propre personne.

## BIBLIOGRAPHIE

Coakley, J. (1998). *Sport in society: Issues and controversies* (sixth ed.). Boston: Irwin, McGraw-Hill.

Norris, J., & Jones, R.L. (1998). Towards a clearer definition and application of the centrality hypothesis in English professional association football. *Journal of Sport Behaviour*, 21(2), 181-196.

Stone, J., Lynch, C.I., Sjomeling, M., Darley, J.M. (1999). Stereotype threat effects on black and white athletic performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 1213-1227.

O84- Les stéréotypes sexués dans le domaine du sport : antécédents sociaux, développement, et conséquences sur l'abandon sportif

Julie Boiché<sup>1</sup>, Aïna Chalabaev<sup>2</sup> & Philippe Sarrazin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Epsilon, Université Montpellier 1

<sup>2</sup>Laboratoire Motricité Humaine Education Santé, Université de Nice-Sophia Antipolis

<sup>3</sup>Laboratoire Sport et Environnement Social, Université Grenoble 1

[julie.boiche@univ-montp1.fr](mailto:julie.boiche@univ-montp1.fr)

Le contexte sportif reste aujourd'hui encore plutôt masculin. D'après le modèle expectation-valence d'Eccles de telles différences sexuées s'expliquent notamment par une socialisation reflétant certains stéréotypes sociaux. Une première étude a examiné les liens entre (1) la perception de stéréotypes sexués de compétence et d'importance du sport dans l'environnement social et l'adhésion à ces stéréotypes ; (2) l'adoption de stéréotypes défavorables à son sexe et l'abandon sportif. Ces liens se sont globalement avérés significatifs (N = 347 sportifs). Une seconde étude a examiné l'évolution de l'adhésion à ces stéréotypes au cours de l'adolescence. Un suivi longitudinal de 718 adolescents - 3 mesures répétées sur 2 ans - indique que des croyances pro-masculines s'installent chez les filles, alors qu'elles sont déjà présentes chez les garçons.

**Mots-clés** : stéréotypes sexués ; importance du sport ; compétence sportive ; engagement

## INTRODUCTION

Bien que des changements significatifs se soient produits ces dernières décennies, les hommes sont, aujourd'hui encore, plus nombreux à pratiquer une activité sportive régulière que les femmes, et s'y investissent en moyenne davantage, en particulier en France (e.g., Van Tuyckom, Scheerder, & Bracke, 2010). Ce phénomène persistant s'expliquerait en partie par la transmission sociale de stéréotypes pro-masculins relatifs à la pratique sportive. Ainsi, d'après le modèle Expectation-Valence d'Eccles et ses collaborateurs (Eccles et al., 2000), ces stéréotypes sont véhiculés par l'environnement social et notamment les parents, ce qui peut conduire les filles à se percevoir moins positivement et à accorder moins d'importance aux activités sportives, par rapport aux garçons. Des travaux sur l'abandon sportif confirment le rôle joué par la compétence perçue et la valeur accordée à l'activité dans la décision de mettre un terme à sa pratique (e.g., Guillet, Sarrazin, Fontayne & Brustad, 2006). D'autre part, quelques études indiquent que les parents de garçons ont tendance à percevoir leur enfant comme plus compétent, et à considérer la pratique sportive comme plus importante, comparativement aux parents de filles, ces différences étant en partie expliquées par leur degré d'adhésion aux stéréotypes sexués (Jacobs & Eccles, 1992). Néanmoins, force est de constater que cette variable, pourtant considérée comme centrale dans le modèle d'Eccles, reste très peu étudiée. Les **objectifs** de ce travail de recherche étaient par conséquent d'examiner (a) les liens entre les stéréotypes sexués perçus dans l'environnement social par de jeunes individus et leur degré d'adhésion à ces stéréotypes ; (b) le lien entre adhésion aux stéréotypes et comportement de persistance *versus* abandon sportif ; (c) l'évolution du degré d'adhésion aux stéréotypes sexués au cours de l'adolescence.

## ETUDE 1

**Méthodologie.** 347 sportifs (M = 14,6 ans ; ET = 4,2 ans ; 249 pratiquants et 98 anciens pratiquants) ont répondu à un questionnaire sur les stéréotypes sexués relatifs à l'importance du sport et à la compétence sportive d'après la mesure implicite proposée par Bonnot et Croizet (2007) en mathématiques (i.e., calcul de la différence entre les réponses à 2 items correspondant chacun à une catégorie sexuée, un score positif indiquant un stéréotype pro-masculin). Trois mesures ont été effectuées : la perception que les participants avaient des stéréotypes dans la société en général ; chez leurs parents ; et leur propre opinion.

**Résultats.** Des analyses en pistes causales ont testé le rôle prédictif des stéréotypes sexués perçus dans l'environnement et chez les parents ainsi que du sexe sur le degré d'adhésion personnelle aux stéréotypes. Des résultats similaires ont été obtenus pour les stéréotypes relatifs à l'importance du sport et à la compétence sportive. Il s'est avéré que le degré



d'adhésion était significativement prédit par la perception de stéréotypes dans la société et le sexe – les participants masculins rapportant des scores plus élevés – et que ces effets étaient partiellement médiés par les stéréotypes perçus chez les parents. D'autre part, une analyse de régression logistique a testé si le degré d'adhésion aux stéréotypes sexués prédisait le comportement d'abandon. Seule l'adhésion à un stéréotype d'importance en défaveur de son sexe (e.g., pro-masculin pour les filles) a prédit significativement l'abandon de l'activité.

## ETUDE 2

*Méthodologie.* Une étude longitudinale conduite auprès de 5 cohortes d'adolescents scolarisés entre la 6<sup>ème</sup> et la terminale a permis de mesurer le degré d'adhésion aux stéréotypes d'importance du sport et de compétence sportive chez 718 participants.

*Résultats.* Des courbes de croissance ont été utilisées afin de modéliser les changements observés au cours de l'adolescence. Nous avons entré dans l'équation le sexe, l'âge, l'âge au carré, ainsi que l'interaction sexe × âge.

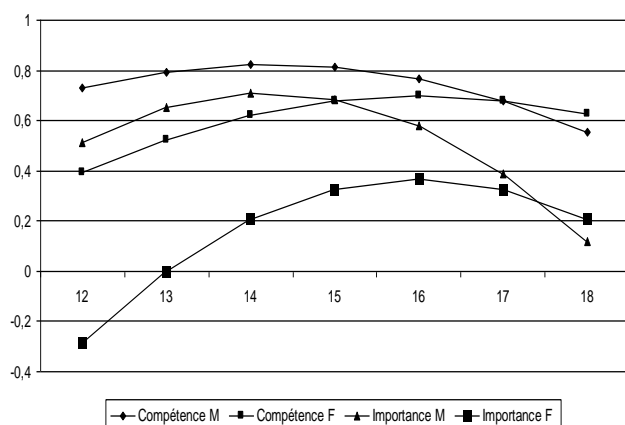


Figure 1 : Evolution des stéréotypes sexués

Tous les prédicteurs du degré d'adhésion au stéréotype d'importance du sport étaient significatifs. Les scores étaient plus élevés chez les garçons, augmentaient de façon significative et ce, de façon plus importante au début de la période étudiée et chez les filles (Figure 1). Les composantes linéaire et quadratique de l'évolution du degré d'adhésion au stéréotype de compétence sportive se sont avérées significatives, les garçons rapportant en moyenne des scores plus élevés.

## DISCUSSION

Globalement, les résultats de ces deux études indiquent que les jeunes investis dans le contexte sportif adhèrent d'autant plus aux stéréotypes sexués qu'ils perçoivent ces croyances dans leur environnement social. En retour, il semble que l'adhésion à des stéréotypes d'importance défavorable à sa catégorie sexuée contribue à l'abandon de l'activité. Il semble d'autre part que l'hypothèse selon laquelle les stéréotypes sexués se développent à l'adolescence semble vérifiée pour les filles concernant cette croyance, ce qui pourrait en partie expliquer leur désengagement important lors de cette période du développement. Les perspectives de recherche concernant cette thématique pourraient constituer en un examen direct de la présence de stéréotypes dans l'environnement social et un test du rôle médiateur des perceptions de soi dans la relation entre adhésion au stéréotype et abandon.

## O85- La formation d'impression des athlètes à l'égard des arbitres

Dosseville, F., Adam, L., & Laborde, S.

Université de Caen Basse-Normandie, UFR STAPS, EA 4260

fabrice.dosseville@unicaen.fr

L'objectif de cette étude était d'identifier les sources d'informations que les athlètes utilisent dans leur évaluation de la qualité d'un arbitre. Des athlètes (N = 472) ont indiqué l'importance perçue de 32 sources d'informations sur leur formation d'impression. Un modèle à 4 facteurs était extrait de l'analyse factorielle exploratoire : informations statiques, psychologiques, communicationnelles et de performance. Les informations psychologiques et de communication étaient les sources perçues comme les plus influentes. Les joueurs de sports d'équipe attribuaient un poids plus important aux indices statiques que les autres participants (sports de combat et duel). Ces résultats montrent l'importance de l'étude des interactions sociales dans les relations athlète-arbitre.  
**Mots clefs** : impression, perception de la personne, arbitrage

### INTRODUCTION

En février 2011, les arbitres de football de Ligue 1 française se mettent en grève. D'un côté, ces arbitres élite se plaignent d'un manque de respect de la part des joueurs. De l'autre, joueurs et entraîneurs leur reprochent leur attitude. Ce conflit majeur montre à quel point la communication et les interactions sociales peuvent jouer un rôle essentiel sur le terrain sportif. En réalité, les comportements des arbitres et juges des pratiques sportives peuvent avoir une influence sur l'état psychologique des sportifs (Bar-Eli, Levy-Kolker, Pie, & Tenenbaum, 1995 ; Snyder & Purdy, 1987).

Les interactions entre l'arbitre et l'athlète dépendent de l'échange d'informations, qui spécifie la communication sociale et qui fournit une perception de la personne dont ces informations émanent (LaVoi, 2007). Ainsi, un athlète se fait une impression d'un arbitre qui peut avoir des conséquences sur ses futurs jugements, décisions et interactions. Toutefois, cette dimension interpersonnelle de la relation athlète-arbitre reste très peu explorée.

L'impression d'autrui se développe sur la base de nombreuses informations qui peuvent déterminer les comportements à la fois de l'observateur et de l'observé (Miller & Turnbull, 1986). Ce processus de formation d'impression peut influencer les attentes des athlètes à l'égard des arbitres mais également leurs croyances concernant les qualités de son arbitrage. L'objectif principal de cette étude est d'identifier les sources d'informations sur lesquelles un athlète s'appuie pour évaluer la qualité d'un arbitre. Par conséquent, un questionnaire évaluant l'importance des sources d'informations dans la formation d'impression des arbitres a été développé. De plus, un objectif secondaire est d'examiner dans quelle mesure ces informations diffèrent selon le type de pratiques sportives considérées. Une catégorisation originale des sports était alors proposée s'appuyant sur les interactions et l'espace de communication (Dosseville & Garncarzyk, 2007 ; Weinberg & Richardson, 1990).

### METHODOLOGIE

*Participants.* Quatre cent soixante douze sportifs (174 femmes, 298 hommes ; M<sub>âge</sub> = 21.7 ans, 18-28 ans) ont participé à cette étude.

*Mesure.* Un questionnaire était développé en étapes : (1) entretiens conduits avec des athlètes sur les sources d'informations dans la formation d'impression à l'égard de l'arbitre (25 items), (2) complétés sur la base de la littérature concernant la perception d'autrui dans le domaine du sport (i.e., Becker & Solomon, 2005; Weinberg & Richardson, 1990) (37 items), (3) et enfin une expertise impliquant les 3 auteurs et 4 sportifs-étudiants travaillant sur cette thématique avec une recherche de consensus (Lynn, 1986) (32 items au final).

Trois catégories de sports étaient constituées, basées sur l'espace d'interaction entre les deux acteurs (intime, arbitre extérieur au terrain de jeu) et sur le type d'interaction (technique, personnelle) (MacMahon & Plessner, 2008 ; Weinberg & Richardson, 1990) : sports d'équipe (n = 215 ; basket-ball, football et handball), sports de combat (n = 110 ; judo et escrime) et sports duels (n = 135 ; tennis et tennis de table).

*Procédure.* Chaque participant complétait les informations démographiques (âge, sexe, sport, niveau et expérience) et le questionnaire en évaluant chaque item sur la base de la question suivante : « *lorsque vous vous faites une impression d'arbitre, [item] est une source d'information qui influence votre évaluation* ». Chaque item était évalué sur une échelle de Likert en 7 points, de 1 « *très fortement en désaccord* » à 7 « *très fortement d'accord* ».

*Analyse des données.* La moyenne et écart-type de chaque items étaient calculés et la structure factorielle du questionnaire était analysée (SPSS 17) avec rotation orthogonale (varimax) et une MANOVA était effectuée pour évaluer l'influence des facteurs obtenus selon le type de sport.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les items perçus comme les plus importants par les athlètes étaient : honnêteté, politesse, respect, confiance en soi et communication. Les sources d'informations perçues comme moins pertinentes étaient : ethnologie, coiffure, nationalité, statut social et sexe.

Une analyse factorielle exploratoire (test de sphéricité de Bartlett = 5744.519,  $df = 496$ ,  $p < .0001$  ; Kaiser-Meyer-Olkin = .839) était effectuée et fournissait un modèle à 4 facteurs expliquant 46.026% de la variance totale : informations statiques (19.353% ;  $\alpha$  de Cronbach = 0.89 ; *Ethnie, statut social, nationalité, coiffure, sexe, physique, port de lunettes, odeur, force physique, âge*), informations psychologiques (13.581% ;  $\alpha$  de Cronbach = 0.82 ; *honnêteté, confiance en soi, intégrité, contrôle de soi, politesse, respect d'autrui*), communication personnelle (6.959% ;  $\alpha$  de Cronbach = 0.77 ; *langage, communication, ton de la voix, capacité d'écoute, gestes, contact visuel*), et, indices de performance (6.133% ;  $\alpha$  de Cronbach = 0.71 ; *compétences technique et tactique, expérience d'athlète et d'arbitre*).

Ces résultats indiquent que les athlètes s'appuient principalement sur des sources d'informations psychologiques et de communication lorsqu'ils se forgent une impression de la qualité d'un arbitre. Toutefois, il convient de noter que les informations psychologiques ne peuvent être qu'inférées des autres informations disponibles dans l'environnement (statiques ou de performance). La communication semble être une dimension déterminante dans la perception des arbitres et de leur qualité à officier.

En complément, les joueurs de sports d'équipe perçoivent les indices statiques comme plus important dans la formation d'impression des arbitres que les autres groupes d'athlètes (sports duels et de combat),  $F(2, 468) = 41.969$ ,  $p = .002$ ,  $\eta^2 = .152$ .

L'ensemble des résultats devrait stimuler les recherches sur l'influence de l'apparence physique, du langage, de la posture et des gestes dans la formation d'impression des athlètes à l'égard des arbitres et leurs conséquences comportementales.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bar-Eli, M., Levy-Kolker, L., Pie, J. S., & Tenenbaum, G. (1995). *Journal of Applied Sport Psychology*, 7, 63-80.
- Becker, A. J., & Solomon, G. B. (2005). *The Sport Psychologist*, 19, 251-266.
- Dosseville, F., & Garnarczyk, C. (2007). *Bulletin de Psychologie*, 60(3), 225-237.
- LaVoi, N. M. (2007). In S. Jowett, & D., Lavalée (Eds.), *Social Psychology in sport* (pp. 29-40). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lynn, M. R. (1986). *Nursing Research*, 35, 382-385
- Miller, D. T., & Turnbull, W. (1986). *Annual Review of Psychology*, 37, 233-256.
- MacMahon, C., & Plessner, H. (2008). In D. Farrow, J. Baker, & C. MacMahon (Eds.), *Developing sport expertise. Researchers and coaches put theory into practice* (pp. 172-192). Abingdon, Oxon: Routledge.
- Snyder, E. E., & Purdy, D. A. (1987). Social control in sport: an analysis of basketball officiating. *Sociology of Sport Journal*, 4, 394-402.
- Weinberg, R. S., & Richardson, P. A. (1990). *Psychology of officiating*. Champaign, IL: Leisure Press.

## **SESSIONS POSTERS**

***Neurosciences comportementales***

P38- Occlusion spatiale et manipulation de l'image : quels effets sur la performance cognitive du sportif ?

*Sami Mecheri<sup>1</sup>, Eric Gillet<sup>1</sup>, Didier Chollet<sup>1</sup>, David Leroy<sup>1</sup>, Régis Thouwarecq<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire CETAPS, Université de Rouen, France

sami.mecheri@univ-rouen.fr

Le paradigme de l'occlusion spatiale représente une approche méthodologique classique pour déterminer les indices visuels anticipatoires utilisés par les joueurs dans les tâches d'interception. Si la méthodologie consistait jusqu'alors à masquer des indices visuels spécifiques à l'aide d'un cache pour priver le joueur d'une source d'information, certaines études proposent aujourd'hui de supprimer les indices visuels. Bien que cette nouvelle forme d'occlusion se traduise par un manque informatif d'une autre nature, aucun questionnement théorique n'est relié à son utilisation et son équivalence à la forme antérieure est présumée. Cette étude a pour but de comparer ces méthodologies d'occlusion spatiale à l'aide d'une tâche perceptivo-motrice.

**Mots clés** : occlusion spatiale, incongruité, prise de décision

## INTRODUCTION

Dans les sports duels, les stratégies de prise d'information visuelle des sportifs sont envisagées comme un moyen de discrimination de la performance et de l'expertise. Pour objectiver les comportements perceptifs, de nombreux chercheurs s'appuient sur le paradigme d'occlusion spatiale afin d'examiner la nature des indices visuels utilisés par les observateurs. La méthodologie consiste à présenter aux participants une séquence vidéo sur laquelle est présenté un sportif qui réalise une action de jeu alors que des caractéristiques de la scène sont dissimulées de façon sélective. Les participants doivent alors prédire l'événement qui se produira après l'arrêt de la présentation (e.g. en sport duel, la trajectoire de la balle). Une forte réduction du taux de prédictions justes consécutive à l'occlusion d'un indice visuel indiquerait que l'information communiquée par celui-ci à l'observateur est unique et ne peut pas être fournie par une autre source visuelle de la scène. Classiquement, la méthodologie d'occlusion consistait à appliquer des caches opaques sur la présentation expérimentale. Depuis 2006, certaines études proposent une nouvelle forme de dissimulation en « effaçant » certaines parties segmentaires (ou l'équipement) du sportif par la superposition du fond de l'image sur le premier plan (Müller et al., 2006; Williams et al., 2006; Jackson & Mogan, 2007). Pourtant, bien que ces deux formes d'occlusion spatiale se distinguent par la quantité d'informations qu'elles offrent aux observateurs, les travaux qui utilisent cette nouvelle forme d'occlusion présument leur équivalence de manière tacite (e.g. Williams et al., 2006). La présente étude a pour objectif d'évaluer l'équivalence de ces deux méthodologies d'occlusion spatiale dans une tâche perceptivo-motrice.

## METHODE

Vingt participants volontaires (âge moyen =  $20.2 \pm 1.4$ ) devaient prédire le plus rapidement possible la future trajectoire de balle lors d'une tâche de retour de service au tennis. Les participants ont été recrutés au sein de l'option tennis de l'UFR STAPS de l'Université de Rouen (joueurs classés en 3<sup>ème</sup> série). La présentation expérimentale a été construite à partir de l'enregistrement de deux serveurs réalisant des services dans deux directions. Le complexe « bras+raquette » a été occlus puisqu'il est bien établi que l'accès pour l'observateur à ces indices est déterminant pour calculer le type de trajectoire produite (Abernethy & Russell, 1987 ; Jackson & Mogan, 2007). Trois films ont été utilisés : (1) un film ne comportant pas d'occlusion (service complet : SC) ; (2) un présentant les serveurs avec la zone « bras+raquette » masquée (occlusion cache : OC) ; (3) un présentant les serveurs sans raquette ni bras qui la tient (occlusion fond : OF). Deux variables dépendantes ont été prises en compte : l'exactitude de la réponse (ER) et le temps de réaction des observateurs (TR).

## RESULTATS

Un premier examen des données décisionnelles a montré que les participants indiquaient la direction de la trajectoire souvent après l'impact balle/raquette. Les TR ont alors été convertis en données nominales : avant ou après le rebond de la balle. Aucune différence significative n'apparaît concernant la variable ER en fonction des conditions d'occlusion ( $\text{Chi}^2 = 4.52$  ; ddl = 2 ;  $p = 0.10$ ) et dans les comparaisons des conditions deux à deux. Pour la variable TR, les résultats ont indiqué une différence significative en fonction des conditions ( $\text{Chi}^2 = 8.58$  ; ddl = 2 ;  $p = 0.01$ ). Les comparaisons deux à deux indiquent une plus grande valeur du TR en OF pour les conditions SC et OF ( $\text{Chi}^2 = 6.91$  ; ddl = 1 ;  $p = 0.001$ ), ainsi que pour les conditions OC et OF ( $\text{Chi}^2 = 6.39$  ; ddl = 1 ;  $p = 0.01$ ). Aucune différence significative n'est observée pour la variable TR entre les conditions SC et OC ( $\text{Chi}^2 = 0.01$  ; ddl = 1 ;  $p = 0.92$ ).

## DISCUSSION

Alors que la littérature indique le plus souvent que dans les tâches d'interception le temps alloué à la prise de décision et la précision de la réponse covarient, les données de cette étude montrent que les participants expriment des TR plus importants en OF que dans les conditions SC et OC, avec un taux de prédiction équivalent. Ces résultats, interprétés d'un point de vue computationnel suggèrent que l'OF influence les étapes post-perceptives de prise de décision en imposant un traitement ambigu des informations visuelles. En effet, la méthodologie OF viole les relations habituellement entretenues par les indices corporels du serveur. Puisque la notion d'incongruité indique une violation des probabilités situationnelles (Bruner & Postman, 1949), la scène proposée (un serveur sans bras ni raquette) est si inhabituelle et inattendue qu'elle devient incongrue. Les sujets n'étaient donc pas en mesure d'utiliser leurs structures de connaissance pour résoudre la tâche. En revanche, l'utilisation d'un cache en OC implique l'existence sémantique du bras et de la raquette dans la scène. Ainsi, l'absence de différence significative dans l'ER entre SC et OC indique que le cache, en maintenant les relations partagées habituellement par les indices pertinents, ne place pas les sujets face à des problèmes d'incompréhension de la scène. Ce travail montre que fonder une réponse à partir d'indices absents plutôt que sur des indices masqués modifie la tâche cognitive. Par définition, la sélection de la réponse concerne des comportements basés sur la capacité à résoudre les problèmes situationnels. Puisque les problèmes situationnels dépendent des connaissances accumulées sur la situation qui en modèlent la perception (Logan, 1988), les protocoles expérimentaux doivent s'attacher à la conception de tâches représentatives – où la sémantique des scènes visuelles n'est pas violée – pour investiguer les processus de perception et de décision. Par conséquent, la capacité de la méthodologie d'occlusion OF à objectiver les comportements perceptifs reste à questionner.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9, 326-345.
- Bruner, J. S., & Postman, L. (1949). On the perception of incongruity: A paradigm. *Journal of Personality*, 18, 206-223.
- Jackson, R. C., & Mogan, P. (2007). Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, 39, 341-351.
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological review*, 95, 492-527.
- Müller, S., Abernethy, B., & Farrow, D. (2006). How do world-class cricket batsmen anticipate a bowler's intention? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 2162-2186.
- Williams, A. M., Hodges, N. J., North, J. S., & Barton, G. (2006). Perceiving patterns of play in dynamic sport tasks: Investigating the essential information underlying skilled performance. *Perception*, 35, 317-332.

P39- Influence des contraintes temporelles sur les ajustements posturaux anticipateurs associés au mouvement de flexion de la cuisse

Tarek Hussein<sup>1</sup>, Eric Yiou<sup>1</sup>, Jacques Larue<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université Paris-Sud, France

hussein-tarek@hotmail.com

Lors du mouvement de flexion de la cuisse, la stabilité médiolatérale (ML) est organisée à l'avance au cours des « Ajustements Posturaux Anticipateurs » (APA ML). Cette étude se proposait d'examiner l'influence du mode de déclenchement du mouvement volontaire (temps de réaction vs. auto-initié) sur les caractéristiques biomécaniques des APA ML. Huit participants ont exécuté des séries de flexion de la cuisse à vitesse maximale en situation de temps de réaction (TR) et auto-initiée (AI). Les résultats ont montré que la durée des APA était plus courte en TR qu'en AI. En revanche, le déplacement ML anticipateur du centre des pressions était plus important en TR qu'en AI. La stabilité dynamique à l'instant du décollement du pied, quantifiée au moyen du « centre de masse extrapolé » (Hof et al., 2005), restait équivalente en TR et AI. Ces résultats suggèrent qu'en condition de contrainte temporelle forte (i.e. en condition TR), le SNC réduit la durée des APA mais, en contre partie, augmente leur amplitude de façon à maintenir une stabilité dynamique optimale.

**Mots clés :** ajustements posturaux anticipateurs ; temps de réaction ; mouvement auto-initié ; stabilité dynamique ; contrôle moteur.

## INTRODUCTION

L'exécution de tout mouvement volontaire impliquant les membres inférieurs est précédée de phénomènes dynamiques correspondant aux « Ajustements Posturaux Anticipateurs » APA ; (e.g. Nouillot et al., 1992). Suivant la direction médiolatérale (ML), ces APA (notés « APA ML ») se caractérisent par un déplacement du centre de pression (CP) vers la jambe oscillante concomitant à une accélération du centre de gravité (CG) vers la jambe d'appui. Cette dynamique posturale anticipatrice permet de générer les conditions dynamiques favorables au maintien de l'équilibre postural ML au cours de l'exécution du mouvement. Tout facteur affectant ce contrôle anticipateur augmente le risque de déséquilibre et donc de chute (e.g. Maki et al., 2000). Or, les caractéristiques spatio-temporelles des APA sont connues pour être sensibles à la contrainte temporelle imposée au mouvement. En particulier, il a été montré que la durée des APA associés à un mouvement du bras vers l'avant est plus courte en condition de temps de réaction (TR) qu'en condition auto-initiée (AI) (e.g. Ilmane & LaRue, 2008). L'objet de la présente étude est d'analyser les effets du mode de déclenchement du mouvement (TR vs. AI) sur le contrôle anticipateur de la stabilité posturale ML au cours d'un mouvement mobilisant les membres inférieurs, la flexion de la cuisse en l'occurrence. L'hypothèse est que le système nerveux central (SNC) réduit la durée des APA en situation de contrainte temporelle forte (i.e. en situation de TR) mais, en contre partie, augmente l'amplitude des APA ML de façon à maintenir une stabilité dynamique invariante.

## METHODE

Huit jeunes adultes en bonne santé (âge moyen :  $25 \pm 4$  ans) ont réalisé 10 essais de flexion de la cuisse dominante à vitesse maximale, en condition AI et en condition TR. En condition TR, les participants devaient décoller le pied le plus tôt possible consécutivement en entendant un signal acoustique. Suite au mouvement de flexion, les sujets devaient maintenir la posture (unipodale) finale cinq secondes avant de revenir en posture (bipodale) initiale. Les mouvements étaient exécutés sur une plateforme de force (AMTI, 60\*60 cm). L'accélération ML du CG était obtenue grâce au rapport  $[F_y/m]$  (avec  $F_y$  : force de réaction ML,  $m$  : masse du sujet) en vertu de la seconde loi de Newton. La vitesse et le déplacement ML du CG étaient calculés par intégrations successives du signal accélérométrique (Yiou et al., 2011). La position ML du CP ( $y_P$ ) était obtenue au moyen de l'approximation suivante :  $y_P = M_x/R_z$  (avec  $M_x$  : moment antéro-postérieur ;  $R_z$  : force de réaction verticale). La durée des APA correspondait au délai entre le début des tracés mécaniques et le décollement du talon (HO, mesuré grâce à un capteur FSR). L'amplitude des APA ML correspondait au déplacement ML



maximal du CP au cours des APA. La stabilité dynamique était quantifiée au moyen du différentiel noté « b » entre la position du CP ( $y_{P_{FO}}$ ) et du « centre des masses extrapolé »  $y_{CoM}$ , (Hof et al., 2005) au moment du décollement de la jambe (FO), soit  $b = y_{P_{FO}} - y_{CoM_{FO}}$ . Selon (Hof et al. 2005),  $y_{CoM} = y_G + y'G/\omega_0$ , avec  $\omega_0 = \sqrt{g/l}$  : fréquence d'oscillation propre du corps modélisé comme un pendule inverse de longueur  $l$  ( $l = H*0.575$ ,  $H$  : taille du sujet),  $y'G$  : vitesse du CG,  $g$  : gravité (9.81 m/s<sup>2</sup>). Enfin, la performance motrice correspondait à la vitesse verticale maximale du CG. Les signaux ont été échantillonnés à 250 Hz. Des ANOVA à mesures répétées avec la condition (TR vs AI) comme facteur intra-sujets ont été réalisées sur chaque variable. Le seuil de significativité alpha était fixé à 0.05.

## RESULTATS

En condition TR et AI, le décollement du talon était systématiquement précédé de phénomènes dynamiques correspondant aux APA. L'analyse statistique a révélé que la position initiale du CP ne changeait pas entre les conditions TR et AI ( $p > 0.05$ ). En revanche, la durée des APA était significativement plus courte en condition TR qu'en condition AI [ $F(1, 7) = 12.183$ ,  $p = .01$ ] et l'amplitude des APA ML était significativement plus élevée en TR qu'en AI [ $F(1, 7) = 29.00$ ;  $p = 0.001$ ]. L'analyse statistique a également révélé que la stabilité dynamique au FO ne changeait pas entre les conditions TR et AI ( $p > 0.05$ ).

## DISCUSSION

La réduction de la durée des APA en condition TR est en accord avec les données de la littérature sur les effets d'une contrainte temporelle sur les APA associés à un mouvement volontaire du membre supérieur (e.g. Ilmane & LaRue, 2008). Ce résultat peut être imputé à la consigne expérimentale de déclencher le mouvement volontaire (HO) le plus tôt possible après l'apparition du signal impératif. Malgré cette réduction de la durée des APA, nos résultats ont montré que les sujets parvenaient à maintenir une stabilité dynamique au FO équivalente à celle obtenue en condition AI. Ce dernier résultat est vraisemblablement rendu possible grâce au déplacement ML du CP plus important en condition TR qu'en condition AI. Autrement dit, nos résultats suggèrent que le SNC est capable de compenser la réduction de durée des APA induite par la contrainte temporelle par une augmentation de l'amplitude des APA. Plus généralement, ces résultats vont dans le sens de travaux récents mettant en évidence l'adaptabilité de la commande motrice aux contraintes imposées au système postural, qu'il s'agisse de contraintes de nature biomécanique e.g. l'instabilité posturale ; (Yiou et al., 2009), (neuro)physiologique e.g. la fatigue posturale ; (Strang & Berg, 2007), psychologique e.g. la peur de chuter ; (Yiou et al., 2011) ou, ici, temporelle.

## BIBLIOGRAPHIE

- Hof, A.L., Gazendam, M.G.J., Sinke, W.E. (2005). *J Biomech*, 38:1-8.
- Ilmane, N., LaRue, J. (2008). *Motor Control*, 12, 330-47.
- Maki, B.E., Edmondstone, M.A., McIlroy, W.E. (2000). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55, 270-7.
- Nouillot, P., Bouisset, S., Do, M.C. (1992). *Neurosci Lett*, 147, 1-4.
- Strang, A.J., Berg, W.P. (2007). *Exp Brain Res*, 178:49-61.
- Yiou, E., Deroche, T., Do, M.C., Woodman, T. (2011). *Eur J Appl Physiol*, 111, 611-20.
- Yiou, E., Mezaour, M., Le Bozec, S. (2009). *Motor Control*, 13, 142-60.

En saut d'obstacles, la prise d'information visuelle semble particulièrement importante chez les cavaliers. L'objectif de cette étude a été de caractériser les stratégies d'exploration visuelle chez des cavaliers experts et non-experts lors d'une simulation de parcours de saut d'obstacles. Les mouvements oculaires de 20 cavaliers experts et de 22 cavaliers non-experts ont été enregistrés à l'aide d'un oculomètre (ASL 504). Les résultats montrent un effet de l'expertise sur le comportement exploratoire : les experts réalisent moins de fixations oculaires et présentent une fixation oculaire de longue durée dans la zone d'abord de l'obstacle. Les résultats sont discutés en relation avec la notion d'ancrage du regard.

**Mots clés :** Exploration visuelle, stratégie, expertise, équitation de saut d'obstacles

## **INTRODUCTION**

La vision renseigne les cavaliers sur la vitesse, le tracé à réaliser, et les zones d'abord des obstacles. L'objectif de cette étude est d'analyser les prises d'information visuelle chez les cavaliers de saut d'obstacles de niveaux d'expertise différents. De nombreux travaux ont établi des liens étroits entre les stratégies d'exploration visuelle et le niveau d'expertise dans différentes disciplines sportives (Williams & Ward, 2003). En règle générale, les experts réalisent moins de fixations oculaires que les débutants et avec des durées moyennes de fixation plus longues. En Concours de Saut d'Obstacles, peu de travaux ont été réalisés sur les comportements d'exploration visuelle des cavaliers. Laurent et al. (1982 ; 1987) se sont intéressés à la régulation des foulées à l'abord de l'obstacle et ils ont montré que la régulation est plus précoce et plus précise chez les experts. Ils ont indiqué dans une étude exploratoire que le regard du cavalier expert semble fixé sur la barre supérieure de l'obstacle pendant la phase d'abord. Cette stabilisation du regard pourrait correspondre à une stratégie particulière d'exploration visuelle. A travers une situation de simulation de parcours nous avons voulu mettre en évidence les stratégies d'exploration visuelle des cavaliers selon leur niveau d'expertise (experts vs non-experts).

## **MATERIEL ET METHODE**

Nous avons enregistré les mouvements oculaires lors de la visualisation de la scène 3D auprès de 20 cavaliers experts et 22 cavaliers non-experts. Les experts pratiquaient l'équitation depuis plus de 10 ans et concouraient en CSO à un niveau Amateur minimum (Régional). Les cavaliers non-experts pratiquaient l'équitation de manière occasionnelle ou en loisir. Les données ont été recueillies au moyen d'un système oculométrique (ASL Eyetracking System 504). La scène visuelle projetée aux cavaliers en position assise était un parcours simulé de saut d'obstacles (logiciel « Simpiste » Ecole Nationale d'Equitation, société PerSival) comportant 6 obstacles, d'une durée d'une minute. La scène était projetée sur un écran (1m80 L / 1m20 l) situé à (3m50) du sujet. Après une période de familiarisation au dispositif, nous avons procédé à l'enregistrement. Une première analyse a porté sur l'ensemble du parcours. Deux paramètres ont été retenus: le nombre et la durée moyenne des fixations oculaires. Puis une seconde analyse plus détaillée a été réalisée sur le premier obstacle du parcours. Nous nous sommes intéressés à la fixation maximale (fixation oculaire dont la durée est la plus importante).

## **RESULTATS**

Les résultats mettent en évidence un effet de l'expertise sur le nombre de fixations oculaires. Sur l'ensemble du parcours de CSO, les cavaliers experts réalisent moins de fixations oculaires ( $69,40 \pm 21,04$ ) que les débutants ( $83,33 \pm 29,16$ ) [ $F(1,38)=5,77$  ;  $p<0,05$ ]. En revanche, l'analyse statistique (ANOVA) ne montre pas d'effet de l'expertise sur la durée

moyenne des fixations [ $F(1,38)=2,92$  ;  $p<NS$ ]. Les cavaliers experts ont une durée moyenne de fixations oculaires ( $0,950 \text{ sec} \pm 0,44$ ) comparable à celle des débutants ( $0,810 \text{ sec} \pm 0,45$ ). L'analyse détaillée des mouvements oculaires effectués sur le premier obstacle du parcours met en évidence un effet du niveau d'expertise sur la durée de la fixation oculaire maximale [ $F(1,38)=6,77$  ;  $p<0,01$ ]. Les cavaliers experts effectuent une fixation oculaire de longue durée dans la zone d'abord, plus importante ( $3,08 \text{ sec} \pm 1,34$ ) que chez les non-experts ( $2,27 \text{ sec} \pm 1$ ) (figure 1).

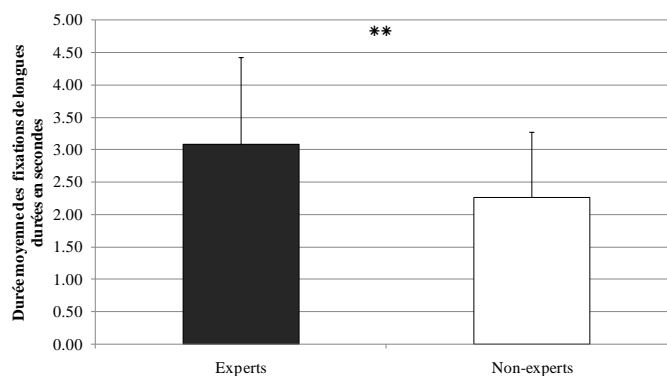


Figure 1. Durée maximale des fixations oculaires des cavaliers selon leur niveau d'expertise (moyenne  $\pm$  écart-type)

## DISCUSSION

Ces résultats vont dans le sens d'études antérieures utilisant des paradigmes experts-novices (Williams & Ward, 2003) en ce qui concerne le nombre de fixations oculaires mais pas sur les durées moyennes de fixation. Les cavaliers experts pourraient repérer les indices pertinents plus rapidement. Les experts en CSO se distinguent également des cavaliers non-experts par rapport aux fixations oculaires de longue durée (Fixation Maximale), réalisées dans la zone d'abord du saut. L'expertise en saut d'obstacles pourrait passer par la mise en jeu d'une stratégie de centration du regard. Ces résultats sont discutés par rapport aux études montrant l'existence d'un « pivot visuel » (Williams & Elliott, 1999) ou l'existence d'une stratégie de « Quiet Eye », mise en évidence (Harle & Vickers, 2001 ; Williams et al, 2002) dans les habiletés fermées (lancer franc au basket-ball, swing au golf, réception au volleyball).

Peu d'étude sur l'exploration visuelle traite de situations complexes mettant en jeu un équilibre dynamique comme l'équitation de saut d'obstacles. Les longues fixations pourraient correspondre à la stabilisation du regard des cavaliers de CSO décrit par Laurent et al, (1987) ainsi qu'à une phase de stabilisation de la tête. Celle-ci pourrait-être considérée comme un point d'ancrage au contrôle de la posture des cavaliers experts.

## BIBLIOGRAPHIE

- Harle, S.K., & Vickers, J.N. (2001). *The Sport Psychologist*, 15, 289-305.
- Laurent, M., & Pailhous, J. (1982). *Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives*, 5, 1-13.
- Laurent, M., Dinh Phung, R., Ripoll, H. (1987). *Recherches en APS*, 2, 1-16.
- Williams, A.M. & Elliott, D. (1999) *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21, 362-375.
- Williams, A.M, Singer, R.N., Frehlich, S.G. (2002). *Journal of Motor Behaviour*, 34 (2), 197-207.
- Williams, A.M., & Ward, P. (2003). In J.L. Starks, & K.A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp. 220-249). Champaign, IL: Human Kinetics.

## P40BIS- Prosocial priming enhances interpersonal coordination

R.N. Salesse<sup>1</sup>, J. Del-Monte<sup>1,2</sup>, J. Lagarde<sup>1</sup>, S. Raffard<sup>2,3</sup>, D. Capdevielle<sup>3,4</sup>, C. Dellowe,  
M. Varlet<sup>1</sup>, R.C. Schmidt<sup>5</sup>, JP. Boulenger<sup>3</sup>, B.G. Bardy<sup>1</sup> & L. Marin<sup>1</sup>

- <sup>1</sup>Movement to Health Laboratory, EuroMov, Montpellier-1 University, Montpellier, France,
- <sup>2</sup>Epsilon Laboratory Dynamic of Human Abilities & Health Behaviors, University of Montpellier & St-Etienne, France,
- <sup>3</sup>University Department of Adult Psychiatry, Hôpital de la Colombière, CHU Montpellier, Montpellier-1 University, France,
  - <sup>4</sup>INSERM U-1061, Montpellier, France,
- <sup>5</sup>Psychology Department, College of the Holy Cross, Worcester, MA, USA.  
[salesse.robin@gmail.com](mailto:salesse.robin@gmail.com) & [robin.salesse@univ-montp1.fr](mailto:robin.salesse@univ-montp1.fr)

Social priming is a procedure that affects the way people interact with each other. Such priming affects automatic imitation (the unconscious necessity to imitate others behavior), but little is known about its impact on social motor coordination. Here we investigated whether voluntary social coordination may be affected by such a manipulation. Our results demonstrated that explicit social motor coordination can be positively or negatively primed, suggesting that unconscious (automatic) mimicry and voluntary coordination share common mechanisms.

**Mots-clés:** Interpersonal coordination, Priming, Cognition

## INTRODUCTION

Priming classically refers to an unconscious exposure to a stimulus that influences response to later stimulus. Social priming is therefore a procedure that affects the way people interact with each other. In natural interpersonal interactions, automatic unconscious mimicry (the unconscious tendency to imitate others behavior) can enhance social exchanges by generating attitudes of cooperation and affiliation (Chartrand & Bargh, 1999). Lakin and Chartrand (2003; see also Leighton, Bird, Orsini & Heyes, 2010) investigated whether pro-social attitudes can generate increased social coordination. They primed participants with pro-social, neutral, or antisocial words. Results demonstrated that participants pro-socially primed exhibited a more automatic imitation than participants who were anti-socially primed. Although this past research indicates that psychological attitudes enhanced by priming can lead to more automatic mimicry, the question remains whether such effects generalize to voluntary (explicit) social coordination. Here, we tried to bridge the gap between priming and explicit social motor coordination (Sumner & Husain, 2008) in order to understand the breadth of the relationship between implicit priming and interpersonal coordination. To do so, we investigated intentional social motor coordination using the well-known hand-held pendulum paradigm (Schmidt & Turvey, 1994) while participants were pro-socially or anti-socially primed. Considering that priming affects social exchange, we were interested in whether better performance in interpersonal motor coordination would occur for the pro-socially primed group than for the anti-socially primed group.

## METHOD

**Participants.** Forty participants were paired to form two different groups. Ten pairs were randomly assigned to the pro-social group and the other 10 pairs were assigned to the anti-social priming group. Only one participant of each pair was primed, whereas the other one was not primed and was considered as control participant. Local ethics committee approved this experiment.

**Experimental Setup.** Participants were seated on chairs and leaned back to prevent shoulder movements. They swung a hand-held pendulum about the wrist joint (radial-ulnar abduction-adduction) parallel to the sagittal plane. The mass of pendulums was adjusted to create two pendulums' eigenfrequencies (P1: weight on top, P2: weight on bottom).

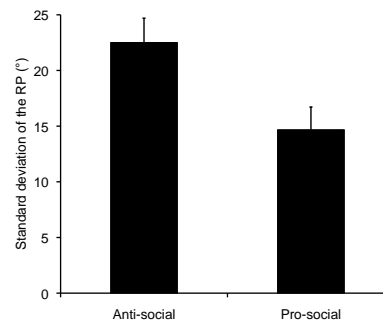


**Procedure.** Upon arrival, participants were pro-socially or anti-socially primed in function of their group with a scrambled sentence task similar to that used by Leighton et al. (2010). Then, participants were asked to oscillate their pendulum in anti-phase (a difficult condition to perform, see Kugler & Turvey, 1987) while looking at each other pendulum. Three 60 s trials were performed, one for each of three pendulum combinations (for participant 1 and participant 2: Heavy-Heavy, Heavy-Light, and Light-Heavy) corresponding to three levels of difficulty to synchronize.

**Dependent variable.** We computed the standard deviation of the relative phase as an indicator of the stability of the coordination between the two participants of each group.

## RESULTS

*Figure 11. Standard deviation of the relative phase (RP) in degree*



We conducted a 2 groups (Pro-social/Anti-social)  $\times$  3 Pendulums (P1-P1, P1-P2, and P2-P1) repeated measures ANOVA on the standard deviation of the relative phase. The analysis revealed a main group effect ( $p < .05$ ), but neither a pendulum main effect nor a group  $\times$  pendulum interaction. The results indicate that Pro-socially primed group exhibited a greater stability (lower Standard deviation) than the Anti-socially primed group ( $p < .05$ ).

## DISCUSSION

In this experiment, we have demonstrated, for the first time in our knowledge, that unconscious priming affects social motor coordination more generally than just mimicry, in particular, that implicit priming has impact on voluntary between-person synchronization of movements. This result suggests that implicit priming and explicit behavior might use, at least partially, common neural networks.

These results might have implications for therapeutic interventions in patients with social disorders such as schizophrenia or social phobia. Their social motor coordination might be decreased because of their motor and perceptive impairments (attention, motion perception, visual tracking). Our results show that social interactions might be enhanced using a combination of social priming and voluntary movement coordination. Such a program is currently being investigated by our group.

## REFERENCES

- Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, 893-910.
- Kugler, P. N. & Turvey, M. T. (1987). *Information, Natural Law, and the Self-Assembly of Rhythmic Movement*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Lakin, J., & Chartrand, T. L. (2003). Using nonconscious behavioral mimicry to create affiliation and rapport. *Psychological Science*, 14, 334-339.
- Leighton, J., Bird, G., Orsini, C. & Heyes, C. M. (2010) Social attitudes modulate automatic imitation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46, 905-910.
- Schmidt, R. C., & Turvey, M. T. (1994). Phase-entrainment dynamics of visually coupled rhythmic movements. *Biological Cybernetics*, 70, 369-376.
- Sumner, P. & Husain, M (2008). At the edge of consciousness: automatic motor activation and voluntary control. *The Neuroscientist*, 14, 474-486.

Acknowledgements. This experiment was supported by a grant from the Agence Nationale de la Recherche (Project SCAD # ANR-09-BLAN-0405-01).

P41- Increased alpha activity and modulations of fronto-parietal balance during motor transitions in the elderly

*Etienne Sallard<sup>1</sup>, Marie-Pierre Deiber<sup>2</sup>, Catherine Ludwig<sup>3</sup> & Jérôme Barral<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>GRISSUL, Université de Lausanne

<sup>2</sup>Laboratoire INSERM U1039, La Tronche

<sup>3</sup>CIG & FPSE, Université de Genève

Etienne.Sallard@unil.ch

A hallmark of aging is the sensorimotor deficit, characterized by an increased reaction time and a reduction of motor abilities. Some mechanisms such as motor inhibition deteriorate with aging because of neuronal density alterations and modifications of connections between brain regions. These deficits may be compensated throughout a recruitment of additional areas. Studies have shown that old adults have increased difficulty in performing bimanual coordination tasks compared with young adults. In contrast, motor switching is poorly documented and is expected to engage increasing resources in the elderly. The present study examines performances and electro-cortical correlates of motor switching in young and elderly adults.

**Keywords:** Electroencephalography, Aging, Switching, Inhibition, Tapping task

## INTRODUCTION

With aging, bimanual coordination, an essential component of many daily activities, is performed slower and less accurately (Birren & Fisher, 1995; Heuninckx et al., 2005). Previous neuroimaging studies showed that additional brain regions are recruited as task demands increase (Reuter-Lorenz and al., 1999). Furthermore, other studies reported that elderly subjects recruit a wider network of brain regions during motor tasks to maintain a similar level of performance with the young adults (Ward, 2006). Recent findings revealed that bimanual movements (in-phase and anti-phase) are performed with an increased cerebral activity localized in frontal and parietal areas in the elderly (Goble et al., 2010) but age-related motor switching deficits remain not fully documented. The aim of the present study is to evaluate bimanual synchronization and motor transition (switching) performance as well as the age-related electroencephalographic (EEG) changes in fronto-parietal networks to better understand coordination deficits with aging.

## METHOD

Spontaneous EEG was recorded while 29 young participants (YP : 24.4 years old) and 28 elderly (EP: 68.9 years old) performed motor transitions from unimanual (UM) tapping movement to symmetric bimanual (BM) tapping movement (= Activation) and the opposite (= Inhibition). Tapping movements were paced at 2Hz. Fifty transitions, prompted by an auditory signal, were performed in each condition of switching. We measured mean and standard deviation to BM synchronization (=relative phase), inter-tapping movement (MeanITT and SdITT) and transition time (MeanTT and SdTT). The TT represents the delay between the last bimanual movement and the first unimanual one (e.g. for Inhibition). Task-related power (TRPow= Pow active / Pow baseline) in the alpha frequency band (8-12Hz) was used to measure electro-cortical changes during transitions and tapping movement: negative values corresponding to increased cerebral activity compared to a baseline condition (listening passively to the auditory signal). Four regions of interest were defined (ROIs= left, right, frontal and posterior). A balance index was computed between TRPow values in frontal and parietal regions. Balance index values non-significantly different from “zero” represent a comparable level of activity in these regions, while negative and positive values correspond to a more frontal and a more posterior cerebral activity, respectively.

## RESULTS

Behavioral results reveal higher SdTT 1) in EP compared to YP in both transitions, 2) in Activation compared to Inhibition in both groups. MeanITT shows no difference between groups and tapping movement (UM and BM). SdITT indicates higher variability in EP

compared to YP and in UM compared to BM. Mean and standard deviation of relative phase reach higher values in EP than YP ( $p < 0.05$ ). Regarding EEG, TRPow shows greater negative values in EP compared to YP during transitions ( $p = 0.01$ ) and in Inhibition compared to Activation in both groups ( $p < 0.01$ , Figure 1.A) for all ROIs. In contrast, ITT (UM and BM) reveal no group and task effect. In Inhibition, balance index values do not differ significantly from “zero” for EP but do so for YP ( $p < 0.05$ ), revealing a frontal shift in activity (Figure 1.B).

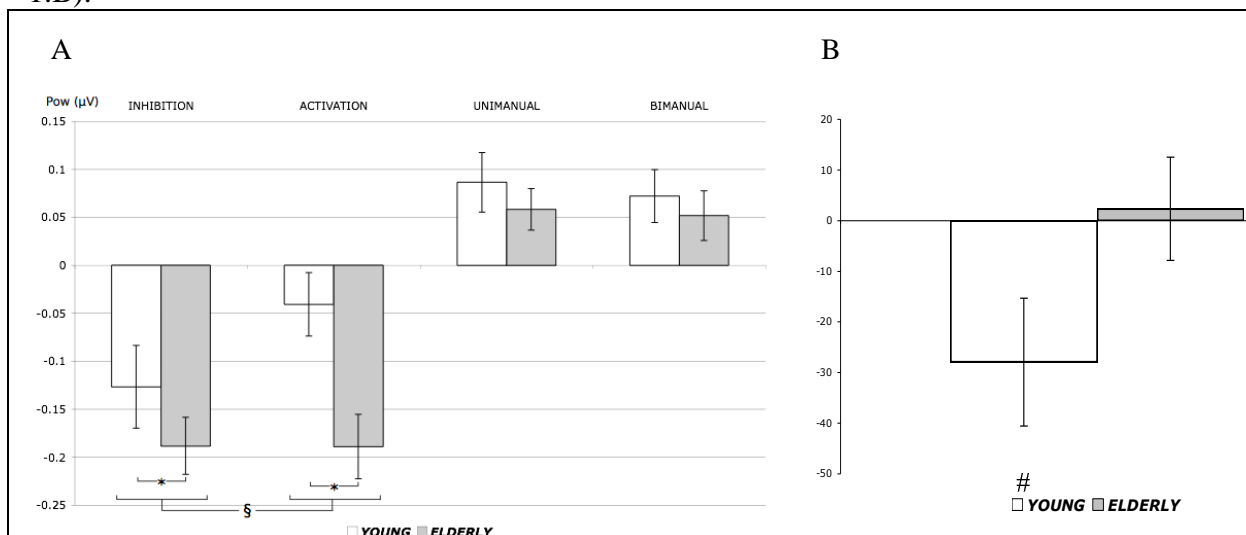


Figure 1. A. Means of TRPow (Transition task / Rest condition) in alpha band (8-12 Hz) for YP (white) and EP (grey) during transitions and tapping movement for all ROIs. \* = sign difference intergroup. § = sign difference intercondition. B. Balance Index in alpha band, reflecting TRPow frontal to posterior balance in the two groups (YP and EP) in the Inhibition condition. # = sign difference from zero.

## CONCLUSION

The present results showed that motor transitions are more variable and more resource-demanding in elderly. Despite a comfortable tapping rate, bimanual task revealed difficulties in synchronizing the two hands for the EP. Moreover, the cerebral activity spreading observed in EP, characterized by a similar level of activity between frontal and parietal regions, suggest some cerebral reorganization and a reduced capacity to recruit specialized neural mechanisms during motor inhibition.

## BIBLIOGRAPHY

- Birren, J.E., & Fisher, L.M. (1995). Aging and speed of behavior: possible consequences for psychological functioning. *Annual review of psychology*, 46:329-353.
- Heuninckx, S., Wenderoth, N., Debaere, F., Peeters, R., Swinnen, S.P. (2005). Neural Basis of Aging: The Penetration of Cognition into Action Control. *Journal of Neuroscience*, 25:6787-6796
- Goble, D.J., Coxon, J.P., Van Impe, A., De Vos, J., Wenderoth, N., Swinnen, S.P. (2010). The neural control of bimanual movements in the elderly: brain regions exhibiting age-related increases in activity, frequency-induced neural modulation, and task-specific compensatory recruitment. *Human Brain Mapping*, 31:1281-1295.
- Reuter-Lorenz, P.A., Stanczak, L., Miller, A.C. (1999). Neural Recruitment and Cognitive Aging: Two Hemispheres Are Better Than One, Especially as You Age. *Psychological Science*, 10: 494-500.
- Ward, N.S. (2006). Compensatory mechanisms in the aging motor system. *Ageing research reviews*, 5:239-254.

## P42- Spatial localization investigated by continuous pointing during visual and Gi vector rotations

*C. Scotto di Cesare, L. Bringoux, C. Bourdin, F.R. Sarlegna, D.R. Mestre*  
Institute of Movement Sciences “Etienne-Jules Marey”,  
UMR CNRS 6233, Marseille, France.  
cecile.scotto-di-cesare@univmed.fr

The present study investigated how gradual modifications of visual and/or gravito-inertial cues affect spatial localization, assessed here with a continuous pointing task, in order to determine how sensory cues are integrated when environmental conditions change. Strikingly, the errors observed during the combined rotation of the visual background and the gravito-inertial vector appeared as the sum of the errors independently observed during “single” rotations. This additive effect may reveal a constant relative weighting of visual and gravito-inertial cues throughout the stimulation.

**Key words:** Spatial localization; Multisensory integration; Continuous pointing; Visual cues; Gravito-inertial cues

### INTRODUCTION

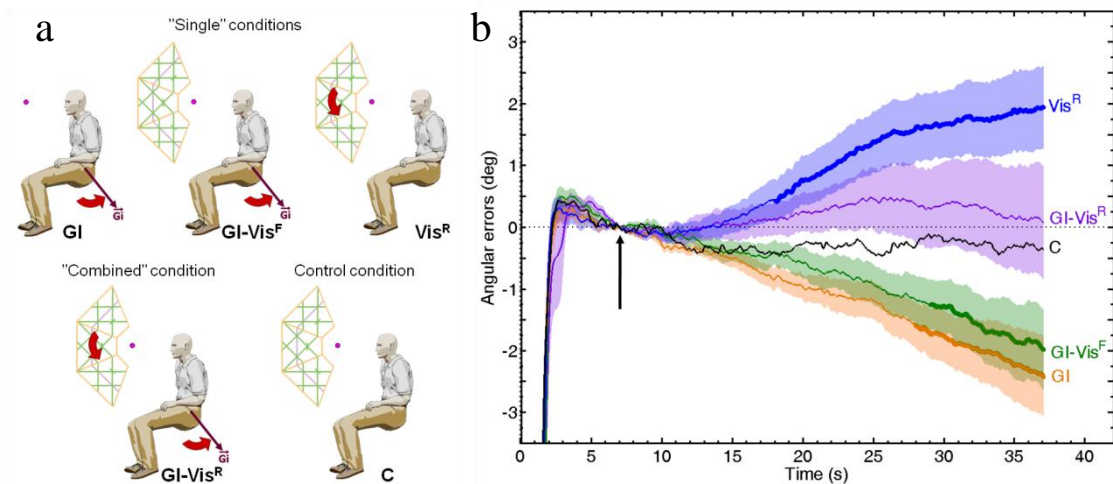
In order to localize an object relative to their body, observers must integrate multiple sensory cues related to visual and gravito-inertial (Gi) cues (i.e., mediated by vestibular and somatosensory inputs relative to the forces acting on the body). Such multisensory integration must be repeated over time so that spatial localization is constantly updated according to environmental changes. To gather further insight in how sensory cues are integrated when environmental conditions change, the present study investigated the effects of gradual modifications of visual and/or Gi cues on spatial localization using a continuous pointing task toward a body-fixed visual target. According to recent suggestions that constant weights are attributed to the different sensory cues available to the observer (Barnett-Cowan and Harris, 2008; Bringoux et al., 2008), we hypothesized that, despite gradual modifications of visual and Gi stimuli, the relative weight attributed to visual and Gi cues would be preserved when both stimuli are synchronously presented.

### METHODS

In the experiment, subjects (N=17) sat on a bucket seat fixed on a rotating platform. They were positioned off-axis, facing the platform center positioned 1.90 m away. During the platform rotation, centrifugal force added to gravitational force, producing a nonlinear rotation of the Gi vector to ~ 40 deg in 30 s. A 3D head-mounted display was used to display a stereoscopic visual background and a body-fixed target. Subjects were not informed that the target was static. Infrared active markers, sampled at 200 Hz, were placed on the right index fingertip and at the cyclopean eye location.

Throughout the experimental trials, subjects were required to maintain their gaze on the virtual target and to point as accurately as possible toward the virtual target with their right index finger, arm outstretched. For this study, we manipulated the platform and/or the visual background rotation in 5 experimental conditions (Fig. 1a). **C** control condition involved a fixed visual background and no centrifugation. **GI-Vis<sup>F</sup>** and **GI** conditions involved a **GI** vector rotation with a **Fixed Visual** background or without, respectively. The **Vis<sup>R</sup>** condition involved a **Rotation** of the **Visual** background (with the same profile as those of the Gi vector rotation) without centrifugation. The **GI-Vis<sup>R</sup>** condition involved both “combined” **GI** vector and **Visual** background **Rotations**. Angular errors of continuous pointing in the sagittal plane were analyzed.





**Figure 1:** Conditions (a) and results (b). **a:** Rotation of the visual background and Gi vector are represented with large arrows. **b:** Mean pointing errors as a function of time. Areas represent standard errors. The vertical arrow represents rotation onset of the visual background and/or the Gi vector. Thick lines illustrate significant differences between a given condition and the control condition ( $p < .05$ ).

## RESULTS

In order to compare the different experimental conditions throughout the trial, a 5-condition (C, GI, GI-Vis<sup>F</sup>, Vis<sup>R</sup> and GI-Vis<sup>R</sup>) repeated measures ANOVA on pointing errors was conducted every 5ms with a Matlab® program (Fig. 1b). When the ANOVA revealed a significant main effect (i.e., from 8.6 s after the trial onset,  $F_{(4,64)}=2.53$ ,  $p=.049$ ) Newman-Keuls post-hoc analyses were performed. Results show that final pointing errors differed between the C control condition and conditions in which a single stimulus was manipulated (either visual or Gi cues; C vs. Vis<sup>R</sup>,  $p < .01$ ; C vs. GI,  $p < .05$ ; C vs. GI-Vis<sup>F</sup>,  $p < .05$ ). A paired t-test was conducted every 5 ms between the errors observed in the GI-Vis<sup>R</sup> condition and the sum of the errors observed in the “single” Vis<sup>R</sup> and GI-Vis<sup>F</sup> conditions. No statistical difference was observed throughout the trial ( $p > .05$ ).

## DISCUSSION

These results show that continuous pointing toward a body-fixed target is modified by gradual changes of visual or Gi cues. Errors produced in these ‘single’ rotations of visual background or Gi vector might be related target localization errors relative to the body. The main result of the experiment is that the “combined” rotation of visual background and Gi vector appears as a linear combination of both synchronous “single” stimulations over time. The evolution of continuous pointing errors across the different conditions suggests that the respective weights attributed to the visual and Gi cues are kept constant across the range of the tested stimulations.

## REFERENCES

- Barnett-Cowan, M., & Harris, L.R. (2008). Perceived self-orientation in allocentric and egocentric space: effects of visual and physical tilt on saccadic and tactile measures. *Brain Research*, 1242, 231-243.
- Bringoux, L., Robic, G., Gauthier, G.M., Vercher, J.L. (2008). Judging beforehand the possibility of passing under obstacles without motion: the influence of egocentric and geocentric frames of reference. *Experimental Brain Research*, 185, 673-680.

## P43- Schizophrenia impairs social motor coordination

M. Varlet<sup>1</sup>, R.N. Salesse<sup>1</sup>, J. Lagarde<sup>1</sup>, B.G. Bardy<sup>1</sup>, S. Raffard<sup>2,3</sup>, R.C. Schmidt<sup>4</sup>, D. Capdevielle<sup>3,5</sup>, J.P. Boulenger<sup>3</sup>, J. Del-Monte<sup>1,2</sup>, L. Marin<sup>1</sup>.

- <sup>1</sup>Movement to Health Laboratory, EuroMov, Montpellier-1 University, Montpellier, France,
- <sup>2</sup>Epsilon Laboratory Dynamic of Human Abilities & Health Behaviors, University of Montpellier & St-Etienne, France, <sup>3</sup>University Department of Adult Psychiatry, Hôpital de la Colombière, CHU Montpellier, Montpellier-1 University, France, <sup>4</sup>Psychology Department, College of the Holy Cross, Worcester, MA, USA,
- <sup>5</sup>INSERM U-1061, Montpellier, France.  
[manuel.varlet@gmail.com](mailto:manuel.varlet@gmail.com)

Even if schizophrenia is known to affect social interaction, reasons of such impairment remain unclear. Social motor coordination has been suggested as being an important embodiment of healthy social exchanges. Therefore, we examined whether social motor coordination is affected by schizophrenia. Investigating patients unintentionally and intentionally coordinated with control participants, we found that schizophrenia decreased intentional but not unintentional coordination. A model is proposed to describe and understand such impairments.

**Mots-clés:** Interpersonal coordination, Social coordination, Relative phase, Mental health, Cognitive impairments

## INTRODUCTION

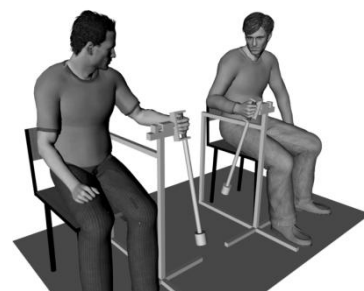
Schizophrenia is considered a neurodevelopmental disorder. It manifests itself through a variety of behavioral and cognitive impairments (Sharma & Antonova, 2003) as well as social interaction deficits (Stein et al., 2004). Although many studies have investigated this disorder's cognitive impairments, little research has been performed on its interpersonal interaction impairments. To fill this gap, we have begun to investigate whether interpersonal motor coordination is impaired in schizophrenia. Several studies have shown that social exchanges are facilitated when interpersonal coordination between people is enhanced (e.g., Chartrand & Bargh, 1999). Therefore, interpersonal motor coordination manipulation could help in understanding the social deficits observed in patients suffering from schizophrenia. To do so, we investigated unintentional and intentional motor coordination using the well-established paradigm in which participants swing hand-held pendulum (Schmidt & O'Brien, 1997). Because research has shown that schizophrenics have attentional deficits (Sharma & Antonova, 2003), we expected a decrease of interpersonal coordination for patients when motor coordination situations imply greater attentional resources.

## METHOD

**Participants.** Eighty persons were randomly assigned to two different groups. The experimental group was made of 20 patients suffering from schizophrenia (DSM-IV-TR criteria) paired with 20 healthy participants. The control group consisted of 20 pairs of two healthy participants. Local ethics committee approved this experiment.

**Experimental Setup.** Participants were seated on chairs and leaned back to prevent shoulder movements. They swung a hand-held pendulum about the wrist joint (radial-ulnar abduction-adduction) parallel to the sagittal plane. The mass of pendulums was adjusted to create two different conditions (P1: weight at the bottom, P2: weight on top), which modify pendulums' eigenfrequencies.

**Procedure.** Upon arrival, participants performed few trials with each pendulum to familiarize themselves with the task. Then the unintentional condition was performed in which each participant oscillated their pendulum for 30 s while looking away from the other participant, then oscillate their pendulum for 30 s while looking at the other participant and finally oscillate their pendulum while looking away from each other again for the last 30 s. Three trials were performed one for each of three pendulum combinations (participant 1 and



participant 2: P1-P1, P1-P2, and P2-P1). Thereafter, the intentional condition was performed. The task was similar to the unintentional one but participants had to voluntarily swing the pendulums in in-phase or anti-phase coordination for 60 s. To analyze the stability of the coordination, we computed the circular variance of the relative phase angles between the two times series of participants giving an index of synchronization between 0 and 1 (0: no synchronization and 1: perfect synchronization). Lastly, psychopathological questionnaires were administered to the participants.

## RESULTS

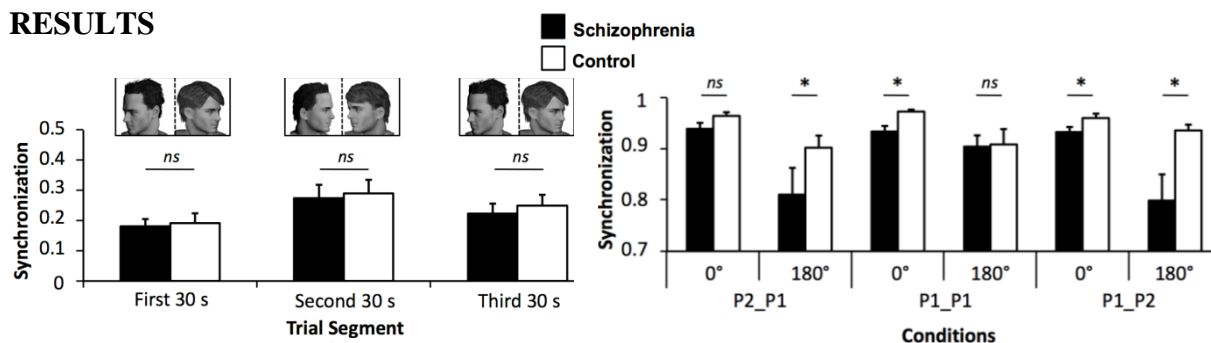


Figure 12. Degrees of synchronization as a function of the trial segments for Unintentional coordination condition (Left panel), and as a function of the pendulum combinations and instructed pattern of coordination (in-phase (0°) or anti-phase (180°)) for Intentional coordination condition (Right panel)

As expected the results in the Unintentional condition showed that the synchronization was higher when participants were watching each other than when they were watching away from each other; however, they demonstrated also that the synchronization of the schizophrenic group was equivalent to that of the control group. Quite different picture was observed for the Intentional condition: The synchronization was impaired for the schizophrenic group compared to the control group. Patients exhibited both a lower stability and were lagging the control participant.

## DISCUSSION

Attentional deficits and perceptual-motor delays are reported as strong symptoms in literature for schizophrenia. We therefore developed a dynamical model dedicated to account for the role these might play in rhythmic coordination. This model suggests that such the pattern of coordination impairment observed might be due to two intertwined processes: a decrease in the information exchange, and a delay in the information incoming from confederate movements. Our study encourages further explorations of interpersonal motor coordination in schizophrenia and suggests new perspectives in characterizing and improving social interactions of patients suffering from social impairments.

## REFERENCES

- Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, 893-910.
- Schmidt, R. C., & O'Brien, B. (1997). *Ecological Psychology*, 9, 189-206.
- Sharma, T., & Antonova, L., (2003). *Psychiatric Clinics of North America*, 26(1):25-40. Review.
- Stein, D.J., Ono, Y., Tajima, O., & Muller, J.E. (2004). *Journal of Clinical Psychiatry*, 65(14), 27-33.

**Acknowledgements.** This experiment was supported by a grant from the Agence Nationale de la Recherche (Project SCAD # ANR-09-BLAN-0405-01).

P44-Traversée de carrefour à l'intérieur d'un intervalle libre du trafic : quelles caractéristiques perceptives pour contrôler son déplacement ?

Nicolas Louveton<sup>1,2</sup>, Gilles Montagne<sup>1</sup>, Catherine Berthelon<sup>2</sup> & Reinoud J. Bootsma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut des Sciences du Mouvement, Université d'Aix-Marseille 2

<sup>2</sup>Département Mécanismes d'accidents, IFSTTAR

[nicolas.louveton@univmed.fr](mailto:nicolas.louveton@univmed.fr)

Dans cette étude nous avons cherché à étudier les stratégies perceptivo-motrices que les conducteurs mettent en œuvre pour traverser une intersection, face à un trafic dont les caractéristiques ont été manipulées. Les conducteurs devaient franchir l'intersection entre deux véhicules (intervalle inter-véhiculaire) ; l'intervalle était toujours le même au moment du franchissement de l'intersection, à l'inverse sa dynamique était manipulée en cours d'approche. Nous avons fait varier indépendamment les caractéristiques perceptives locales de l'intervalle (accélération spécifique des deux véhicules) et globales qui en résultent (i.e. accélération du centre de gravité de l'intervalle et variation de sa taille). Les résultats montrent que les deux types de supports sont utilisés. Ces résultats soulignent la diversité des paramètres pris en compte par les conducteurs pour réguler leur vitesse à l'approche d'une intersection.

**Keywords** : conduite ; perception-action ; intersection ; fenêtre temporelle ; support perceptif

## INTRODUCTION

Traverser une intersection requiert pour les automobilistes de percevoir et d'utiliser les fenêtres spatio-temporelles (intervalles inter-véhiculaires) disponibles dans le flux de trafic arrivant. Pourtant, peu de résultats sont disponibles concernant l'information utilisée par les conducteurs pour traverser de façon sûre un intervalle inter-véhiculaire. Pour éclairer cette question, nous pourrions concevoir la tâche de traversée d'intersection comme une tâche d'interception d'un intervalle inter-véhiculaires se déplaçant horizontalement. Plus précisément, Bastin, Craig et Montagne (2006), ont démontré que la stratégie comportementale utilisée dans une tâche d'interception classique reposait sur l'annulation des variations de l'angle de relèvement formé par la trajectoire du sujet et la position du mobile à intercepter. Par ailleurs, Chihak et al. (2010) ont suggéré que le comportement d'enfants à bicyclette traversant une intersection à l'intérieur d'un intervalle du trafic suivait une dynamique proche de celle observée dans les tâches d'interception. Cependant, il n'est pas acquis qu'il soit possible d'apparenter un intervalle inter-véhiculaire à un objet à intercepter. Dans cette optique, nous pensons qu'il est d'abord nécessaire d'identifier les éléments de la fenêtre (i.e., véhicule meneur et/ou véhicule suiveur) susceptibles de constituer une source d'information pour le conducteur. Ainsi, nous avons mis en place une tâche de traversée d'intersection, dans laquelle nous manipulons de façon indépendante l'accélération de deux véhicules formant un intervalle à l'intérieur duquel les participants doivent traverser. La combinaison de ces différents paramètres d'accélération produit des variations spécifiques des caractéristiques perceptives locales de l'intervalle (cinématique spécifique des deux véhicules) et globales qui en résultent (i.e. accélération du centre de gravité de l'intervalle et variation de sa taille au cours du temps). Ainsi, nous chercherons à démontrer l'impact de chacune de ces caractéristiques perceptives sur le comportement des conducteurs.

## MÉTHODOLOGIE

Quinze participants ont pris part à cette expérience (âge moyen 25 ans  $\pm$  3). L'expérience s'est déroulée sur un simulateur de conduite de l'IFSTTAR (Figure 1). La tâche des participants était de traverser une



Figure 13: Simulateur utilisé dans l'expérience (à gauche), scène visuelle correspondant à la tâche que les participants doivent accomplir (à droite).

série d'intersections en croix sans changer de direction. A chaque intersection une fenêtre inter-véhiculaire formée par deux véhicules légers arrivaient par la gauche : les participants devaient alors moduler, si nécessaire, leur vitesse de déplacement afin de traverser l'intersection à l'intérieur de cette fenêtre inter-véhiculaire. Le premier véhicule à traverser l'intersection est nommé « meneur » et le second « suiveur ». Trois variables ont été manipulées : la nature des changements de vitesse à produire pour réussir la tâche (LAG) : Accélération, Décélération et Vitesse Constante. L'accélération du véhicule meneur (LV) et du véhicule suiveur (TV) : Accélération, Décélération ou Vitesse Constante. L'accélération des deux véhicules obstacles se produit durant tout le déroulement de la tâche et les conditions initiales (vitesse et distance inter-véhiculaire) sont configurées de façon à ce qu'au moment du franchissement de l'intersection, la taille de la fenêtre et la vitesse des deux véhicules soit identique dans tous les essais. L'expérience a été réalisée selon un plan factoriel complet à mesures répétées. Différentes variables ont été analysées : le lieu de franchissement de l'intervalle inter-véhiculaire, la vitesse du conducteur ainsi que les profils de déviation courante. La déviation courante est une extrapolation à chaque instant du futur point de passage dans la fenêtre, calculé sur la base de la vitesse de déplacement courante.

## RÉSULTATS

Au niveau des caractéristiques perceptives globales, les tests statistiques démontrent d'une part que les changements de taille de l'intervalle ont un impact significatif ( $F(1, 382)=4.22, p < .05$ ) sur le point de franchissement de la fenêtre et ce indépendamment de l'accélération globale de l'intervalle et du véhicule concerné par le changement de vitesse. De même, les analyses révèlent un effet significatif ( $F(1, 382)=8.51, p < .05$ ) de l'accélération globale indépendamment de la taille de l'intervalle et de la voiture concernée par le changement de vitesse. Au niveau des caractéristiques locales, on observe que seules les conditions d'accélération du véhicule meneur affectent significativement la façon dont les participants ajustent leur vitesse tout au long de la tâche que ce soit pour les profils de vitesse (interaction  $LAG_3 \times LV_3 \times Time_5 : F(16, 224)=13, p < .05$ ) ou pour les profils de déviation courante (interaction  $LAG_3 \times LV_3 \times Time_5 : F(16, 224)=5.1, p < .05$ ).

## DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent que les participants utilisent les caractéristiques perceptives globales et locales de l'intervalle inter-véhiculaire pour adapter le contrôle de leur véhicule. Les variations de taille et d'accélération globales de la fenêtre expliquent chacune une part significative de la variance. Cependant, les deux véhicules jouent un rôle asymétrique dans les régulations : les conditions d'accélération du véhicule meneur semblent induire des régulations plus importantes que celles induites par les conditions d'accélération du véhicule suiveur. Ces résultats montrent que différentes caractéristiques de la fenêtre sont prises en compte par le conducteur pour réguler son déplacement. Nos travaux futurs nous permettront de tester directement les informations ou les combinaisons d'information utilisées par le conducteur pour mener à bien une tâche de franchissement d'intersection.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bastin, J., Craig, C., & Montagne, G. (2006). Prospective strategies underlie the control of interceptive actions. *Hum Movement Sci, 25*(6), 718-32.
- Chihak, B. J., Plumert, J. M., Ziemer, C. J., Babu, S., Grechkin, T., Cremer, J. F., & Kearney, J. K. (2010). Synchronizing self and object movement: How child and adult cyclists intercept moving gaps in a virtual environment. *J Exp Psychol Human, 36*(6), 1535-1552.

P45- Indépendance spatiale et temporelle de l'organisation synergique d'un mouvement de tout le corps

*Matthieu Casteran<sup>1</sup>, Elizabeth Thomas<sup>1</sup>, Patrick Manckoundia<sup>1,4</sup> & Thierry Pozzo<sup>1,2,3</sup>*

<sup>1</sup> INSERM U887, Motricité-Plasticité, Université de Bourgogne, Dijon, France, <sup>2</sup> Institut Universitaire de France, Université de Bourgogne, Dijon, France, <sup>3</sup> Italian Institute of Technology, Genova, Italia, <sup>4</sup> Service de Gériatrie, Hôpital de Champmaillot, CHU, Dijon, France.

matthieu.casteran@u-bourgogne.fr

Contraindre le sujet d'un point de vue temporel et/ou spatial lors de la réalisation d'un mouvement implique souvent la mise en œuvre de stratégies différentes. Qu'en est-il pour une tâche qui implique l'ensemble du corps et pour laquelle le Système Nerveux Central (SNC) doit répondre à deux contraintes : a) atteindre la cible et b) conserver l'équilibre. Biess et al. (2007) ont émis l'hypothèse que les aspects géométriques et temporels du mouvement seraient découplés. Nous avons voulu comprendre comment le SNC gère les contraintes d'équilibre et de la cible en testant l'effet de la vitesse sur le maintien ou la réorganisation de synergies motrices. Nous avons étudié différents paramètres du mouvement afin de comprendre si le système est affecté dans son ensemble ou s'il reste des modules robustes au cours des changements de vitesses.

**Mots clés** : contrôle moteur ; redondance ; synergies motrices ; vitesse ; équilibre.

## INTRODUCTION

Contraindre le sujet d'un point de vue temporel et/ou spatial lors de la réalisation d'un mouvement implique souvent la mise en œuvre de stratégies différentes. Qu'en est-il pour une tâche qui implique l'ensemble du corps et pour laquelle le Système Nerveux Central (SNC) doit répondre à deux contraintes : a) atteindre la cible et b) conserver l'équilibre. Pour cela, nous avons étudié des mouvements de pointage à différentes vitesses faisant intervenir l'ensemble du corps (**Whole Body Pointing**). Aller vite pose des problèmes, il faut donc réussir à concilier le but (l'atteinte de la cible) et la réalisation du mouvement (conserver son équilibre) lors d'un mouvement de WBP. Nous savons que pour des mouvements à vitesse rapide et naturelle, la corrélation angulaire ne change pas en fonction de la vitesse (Thomas et al., 2005), mais nous n'avons pas d'information sur un mouvement à vitesse lente. Lorsque la trajectoire du doigt est contrainte durant un mouvement de WBP, le SNC est capable de séparer en deux modules le contrôle, permettant une adaptation rapide à la tâche focale et aux exigences d'équilibre (Berret et al. 2009). Biess et al. (2007) ont montré mathématiquement (modèle de mouvement du bras) une invariance dans les trajectoires et la posture lors de changements de vitesses. Ce qui les a conduits à émettre l'hypothèse que les aspects géométriques et temporels du mouvement seraient découplés. A la vue de ces études, nous avons voulu comprendre comment le SNC gère les contraintes d'équilibre et d'atteinte de la cible en testant l'effet de la vitesse sur le maintien ou la réorganisation de synergies motrices lors d'un mouvement de WBP. Nous avons étudié les paramètres géométriques et temporels du mouvement afin de comprendre si le système est affecté dans son ensemble ou s'il reste des modules d'organisation robustes au cours des changements de vitesses pour un mouvement redondant.

## MATERIELS & METHODES

Nous avons étudié des mouvements WBP en 3 dimensions chez 11 sujets (3 ♂ et 8 ♀), sans maladies neurologiques et avec une vision normale ou corrigée à la normale (Âge : 26 ± 6ans ; Taille : 1,73 ± 0,08m ; Poids : 6 ± 11kg). Onze marqueurs ont servi à l'acquisition cinématique. La cible était située à 15% de la taille de la personne sur l'axe antéropostérieur et sur l'axe vertical. Nous avons étudié 8 angles d'élévation semblables à ceux de Berret et al. (2009) afin de réaliser une Analyse en Composante Principale (ACP). Il a été demandé aux participants d'aller toucher une cible en contrebas à différentes vitesses (vitesse Naturelle **N** ; vitesse Rapide **R** ; vitesse Lente **L**). Ils ont donc réalisé 3 sessions de 10 essais entrecoupées de pauses et d'essais à vitesse Naturelle afin de limiter la contamination inter-vitesse.



## RESULTATS

1- L'ACP n'a pas révélé de changements de corrélation lors des différentes vitesses. La somme de la première (PC1%) et de la seconde composante (PC2%) est égale à 98% dans les trois conditions (Figure 1). En parallèle, la trajectoire du doigt dans les trois conditions de vitesse ne change pas, c'est-à-dire que la courbure du tracé n'est pas différente, malgré une tendance à produire un chemin de plus en plus rectiligne avec l'augmentation de la vitesse (Pozzo et al., 2002). Les paramètres géométriques ne changent pas avec la vitesse.

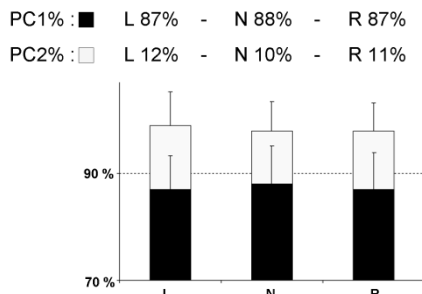


Figure 1 : Résultats de l'Analyse en Composante Principale.

2- Nous avons étudié les profils de vitesse de l'ensemble des marqueurs afin de comprendre l'effet de la vitesse sur les paramètres temporels. Nous avons constaté que les pics de vitesse n'arrivent pas au même moment pour des vitesses différentes, mais qu'ils suivent la même chronologie d'arrivée. Les paramètres temporels changent avec la vitesse.

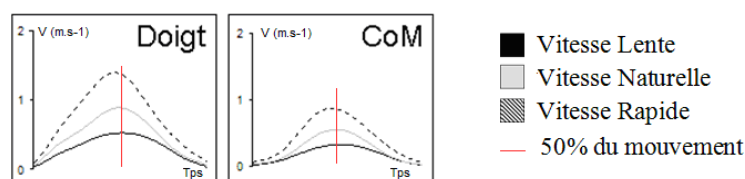


Figure 2 : Profils de vitesse du doigt et du Centre de masse (CoM) aux trois vitesses.

## DISCUSSION

Dans cette étude, nous avons montré que la corrélation angulaire lors d'un mouvement de WBP n'est pas affectée par les changements de vitesse. Nous avons observé que le module postural permettant la conservation de l'équilibre s'adapte aux changements causés par l'augmentation de la vitesse (amplitude articulaire du genou et modification de la trajectoire du CoM). L'espace des angles et des trajectoires restent invariant aux contraintes de la temporalité, ce qui pourrait suggérer un découplage de ces deux composantes de la planification motrice.

## BIBLIOGRAPHIE

- Berret, B., Bonnetblanc, F., Papaxanthis, C., Pozzo, T. (2009). Modular control of pointing beyond arm's length. *The journal of neuroscience*, 29(1), 191-205.
- Biess, A., Liebermann, D.G., Flash, T. (2007). A computational model for redundant human three-dimensional pointing movements: integration of independent spatial and temporal motor plans simplifies movement dynamics. *The journal of neuroscience*, 24(48), 13045-13064.
- Pozzo, T., Stapley, P.J. (2002). Coordination between equilibrium and hand trajectories during whole body pointing movement. *Experimental Brain Research*, 144, 343-350.
- Thomas, J.S., Corcos, D.M., Hasan, Z. (2005). Kinematic and kinetic constraints on arm, trunk, and leg segments in target-reaching movements. *Journal of Neurophysiology*, 93, 352-364.

## ***Physiologie***



P46- Réponses cardiorespiratoires indirectes lors d'exercices en fauteuil roulant chez des enfants hospitalisés en réadaptation pédiatrique ou sains

Demets J<sup>1</sup>, Fritot S<sup>2</sup>, Tasseel-Ponche S<sup>2,3</sup>, Oger D<sup>4</sup>, Weissland T<sup>5</sup>

<sup>1</sup> IUP, Ingénierie de la Santé. Université de Picardie Jules Verne, Amiens.

<sup>2</sup> Centre d'Activité de médecine Physique et de Réadaptation CHU, Amiens.

<sup>3</sup> UFR de Médecine de l'Université de Picardie Jules Verne, Amiens

<sup>4</sup> Comité Départemental Handisport de la Somme, Amiens

<sup>5</sup> Laboratoire APERE – EA 3300. Université de Picardie Jules Verne, Amiens

j.demets18@gmail.com

A partir d'une adaptation du test IFT 30-15 au fauteuil roulant cette étude comparative a dans un premier temps évalué la tolérance à l'effort à travers fréquence cardiaque (FC), la vitesse maximale aérobie intermittente (VMA) et la perception de l'effort (RPE-CERT) d'un groupe d'enfants hospitalisés en réadaptation pédiatrique et d'un groupe contrôle, puis dans un second temps au cours d'un exercice sous maximal à vitesse normalisée (V50%VMA). Les résultats ont montré des valeurs moyennes de FC<sub>repos</sub>, VMA, FC<sub>pic</sub> et de CERT à l'exercice sous maximal supérieures pour le groupe hospitalisé. Malgré deux séances de familiarisation, il semblerait que l'apprentissage du fauteuil impacte fortement nos résultats.

**Mots clés** : ostéochondrite primitive de hanche – VMA – Réadaptation pédiatrique – fauteuil roulant

## INTRODUCTION

Les pathologies du système ostéo-articulaire même d'origine traumatique engendrent une réduction très significative de l'activité physique et donne lieu à des adaptations musculotendineuses, cardiaques, respiratoires et une réduction de la tolérance à l'effort (Olivier et al., 2007). La désadaptation à l'effort a été décrite chez le sportif adulte opéré du genou à partir d'exercices réalisés sur ergocycle à membres supérieurs ou inférieurs ; inappropriés aux gabarits et à la motivation d'enfants pré-adolescents. L'évaluation de la tolérance à l'effort serait envisageable en fauteuil roulant pédiatrique avec un ergomètre pour fauteuil. Néanmoins une adaptation des tests de terrain de valides en intégrant les problèmes d'environnement et de manipulation du fauteuil roulant permet, dans un esprit plus ludique, d'évaluer la condition physique de ces enfants patients contraints à la décharge d'appui.

L'étude a consisté à évaluer la tolérance à l'effort d'enfants hospitalisés dans un service de réadaptation pédiatrique et à la comparer à une population contrôle lors de tests en fauteuil roulant maximaux et sous maximaux. Nous avons fait l'hypothèse que les enfants hospitalisés ont en moyenne des performances inférieures au groupe contrôle.

## METHODOLOGIE

### *Population*

L'étude a porté sur un groupe de 7 patients d'âge moyen de 9,4±3,7ans ayant en plus de la rééducation quotidienne pour ostéochondrite primitive de hanche (GOPH), en moyenne 32 min d'activité de balnéothérapie hebdomadaire et sur un groupe contrôle (GC) de 15 enfants âgés de 9,3±2,4 ans ayant 180 minutes d'activités physiques scolaires et extrascolaires. Les critères de non inclusion ou de l'arrêt de la participation à l'étude sont : contre indication à la station assise et à la pratique du fauteuil roulant, refus de l'enfant ou de l'un des parents de participer à l'étude, complication ou pathologie associée ne permettant pas la réalisation les tests, traitement médical influant sur les paramètres mesurés.

### *Matériel et méthode*

La vitesse maximale aérobie (VMA) a été déterminée avec le 30-15 Intermittent Fitness Test en réduisant la vitesse du premier palier à 5 km/h (augmentation de 0,5km/h toutes les 45 secondes en alternant efforts –récupérations sur une distance de 40m). Une épreuve continue réalisée en « 8 » de 6 minutes a été imposée à la vitesse de 50% de la VMA (V50%VMA). La fréquence cardiaque (FC) a été mesurée en continue et, après s'être assuré de la bonne compréhension, la perception d'effort (CERT de Williams et al., 1994) a été notée

immédiatement après tests. Les enfants du GC ont participé à deux journées préalable ayant pour objectif de se familiariser au fauteuil roulant par le biais de jeux et de parcours moteur. Ils ont aussi réalisé l'IFT30-15 en course à pied. La pression des pneumatiques des fauteuils a été contrôlée, le revêtement de sol apparié ainsi que l'assignation du fauteuil pour les deux tests. Les échantillons de données ont été testés à partir du test Shapiro-Wilk. Les valeurs des deux groupes ont été testées avec le U de Mann et Whitney, le t de Student pour comparer IFTcourse vs. fauteuil du GC. Le seuil de  $P < 0,05$  a été retenu.

## RESULTATS :

Les résultats sont reportés dans le tableau. Pour le GC, les VMA et les FCpic à la course sont significativement supérieures ( $11,6 \pm 1,9$  km/h et  $189 \pm 11$  bpm) à celles obtenues en fauteuil roulant ( $7,4 \pm 1,7$  km/h et  $157,1 \pm 19,2$  bpm). Nous n'avons pas trouvé de différence entre les FCpic entre les deux groupes fauteuil vs. course à pied ( $189 \pm 11$  bpm vs.  $183 \pm 13$  bpm).

tableau : Moyenne  $\pm$  écart type des paramètres obtenus pour les 2 groupes et situations (\*  $P < 0,05$ )

|                  | IFT 30-15            |                    |               |               | V50%VMA            |               |
|------------------|----------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|
|                  | FCrepos<br>batts/min | FCpic<br>batts/min | VMA<br>km/h   | RPE           | FCmoy<br>batts/min | RPE           |
| Patients (n=7)   | 93,6 $\pm$ 8,3*      | 183,3 $\pm$ 13,6*  | 8,4 $\pm$ 1*  | 5 $\pm$ 2,3   | 112,1 $\pm$ 11     | 4 $\pm$ 2*    |
| Contrôles (n=15) | 86,2 $\pm$ 10,4      | 157,1 $\pm$ 19,2   | 7,4 $\pm$ 1,7 | 4,5 $\pm$ 1,5 | 109,7 $\pm$ 10,5   | 2,5 $\pm$ 1,3 |

## DISCUSSION / CONCLUSION

L'objet de l'étude est de comparer lors d'exercices maximaux et sous maximaux les performances d'enfants hospitalisés et en hypo-activité avec un groupe contrôle. Les réponses cardiaques au repos sont supérieures pour GOPH ( $P < 0,05$ ). Ces tachycardies reflètent un dérèglement de la balance sympathovagale de repos (Olivier et al., 2007). A l'exercice maximal, les VMA et de FCpic plus élevées du GOPH indiquent que les patients ont mieux répondu au test IFT fauteuil que GC. Les deux séances d'initiation n'ont certainement pas permis au GC d'atteindre, contrairement à la course à pied l'épuisement cardiorespiratoire, témoignant une limite périphérique. La manipulation du fauteuil roulant impacte fortement la comparaison avec des débutants. Les perceptions d'effort ne sont pas différentes entre les deux groupes. A l'exercice normalisé, malgré le différentiel de VMA, les FCmoy ne sont pas significativement différentes entre les deux groupes, alors que la perception perçue pour le GC est plus facile ( $P < 0,05$ ). La maîtrise du fauteuil roulant du GOPH engendrerait une économie de la dépense cardiaque alors que comparativement au GC, l'intensité de l'effort perçue en rapport avec la performance VMA supérieure.

L'adaptation de l'IFT30-15 au fauteuil roulant peut être une alternative pour évaluer la tolérance à l'effort en réadaptation pédiatrique. Ce test permet aux enfants hospitalisés et contraints au fauteuil d'exploiter au maximum leur potentiel maximal aérobie sous couvert d'une bonne manipulation du fauteuil. L'utilisation d'un ergomètre pédiatrique limitant l'apprentissage est conseillé pour une étude comparative avec une population contrôle.

## BIBLIOGRAPHIE

- Buchheit, M. (2006). Le 30-15 Intermittent Fitness Test. *Revue EPS*, 321, 13-18.
- Olivier, N., Legrand, R., Rogez, J., Bethoin, S., Weissland T. (2007). Effects of knee surgery on cardiac function in soccer players. *Am J Phys Med Rehab*, 86, 45-49
- Olivier, N., Legrand, R., Rogez, J., Gamellin, FX., Berthoin, S., Weissland, T. (2007) *J Sport Rehab* 16, 336-345.
- Williams, JG., Eston, R., Furlong B. (1994). CERT : a perceived exertion scale for young children. *Percept Mot Skills*, 79, 1451-8.

P47- Effet d'une exposition aigue en altitude sur la cinétique de l'hypoxémie induite par l'exercice des athlètes entraînés en endurance

*Durand Fabienne<sup>1</sup> (Pr), Estripeau Pascale<sup>1</sup> (Ph.D)*

<sup>1</sup>, EA Performance Santé Altitude, Université de Perpignan Via Domitia  
[fdurand@univ-perp.fr](mailto:fdurand@univ-perp.fr)

Afin d'étudier l'effet d'une exposition aigue en altitude sur l'hypoxémie induite par l'exercice (HIE), 9 triathlètes présentant une HIE ont réalisé deux épreuves maximales : une en plaine, l'autre en altitude à 1850 m. L'amplitude de la HIE était majorée en altitude ( $6 \pm 0.8\%$  vs  $12 \pm 1\%$ ,  $p < 0.001$ ) et associée à une baisse significative de la VO<sub>2</sub>max (7.3%) et de la VMA (6%). Entre le repos et 50% VO<sub>2</sub>max, aucune différence significative de SpO<sub>2</sub> n'a été rapportée entre les deux conditions. A partir de 70% VO<sub>2</sub> max, la chute de SpO<sub>2</sub> en altitude était significativement plus élevée jusqu'à l'exercice maximal (92.2 vs 84.5 %,  $p < 0.001$ ). Les athlètes entraînés en endurance présentant une HIE et évoluant en altitude se trouvent donc physiologiquement en difficulté du fait de la chute accrue de la SpO<sub>2</sub> à l'exercice et ce d'autant plus que les intensités sont proches du maximal.

**Keywords :** altitude, hypoxémie d'exercice, athlètes, désaturation

## INTRODUCTION

L'hypoxémie Induite par l'Exercice (HIE) touche environ 40% des athlètes entraînés en endurance (Dempsey et al., 1984). Pour des niveaux sous-maximaux d'exercice, une hypoventilation alvéolaire semble être à l'origine de l'hypoxémie, tandis que dès 75% VO<sub>2</sub>max et pour des niveaux proches du maximum, un trouble de la diffusion consécutif à un étirement-rupture des capillaires pulmonaires a été suggéré (Durand et al., 2000). Parmi les athlètes, il y a des adeptes d'épreuves d'endurance en moyenne altitude (trail, raid ...) pour lesquels une acclimatation à l'altitude est matériellement impossible, faute de temps et/ou de moyens. Or, l'exposition aigue à l'altitude a des conséquences physiologiques qui pourraient majorer la HIE présente au niveau de la mer et atteindre la performance des athlètes. En effet, une étude récente de Chapman et al. (2011) indique que la performance en altitude est intimement liée au niveau de la saturation artérielle en O<sub>2</sub> mesurée en normoxie, c'est-à-dire à l'amplitude de la HIE.

Le but de cette étude était donc de vérifier l'impact d'une moyenne altitude sur le développement de la HIE et la performance d'athlètes entraînés en endurance.

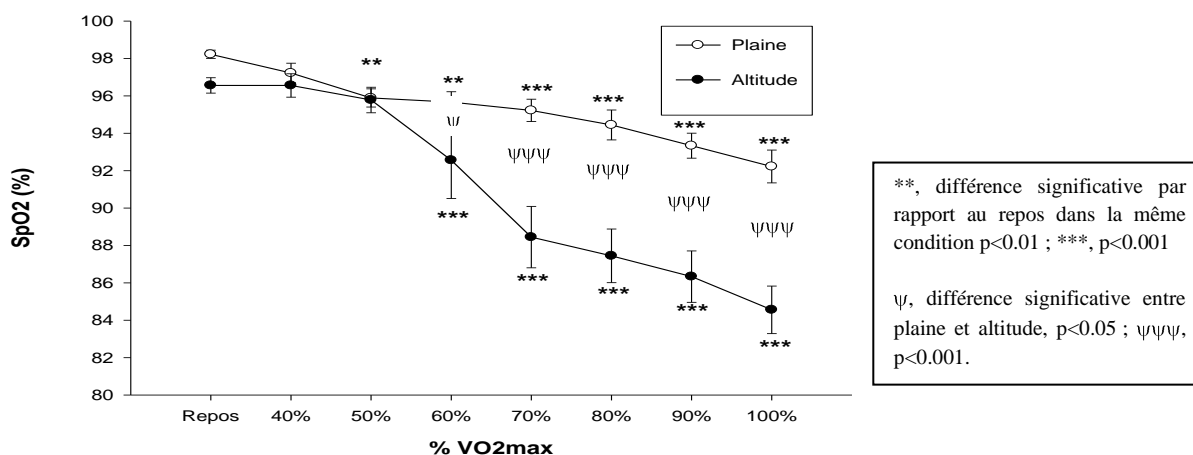
## METHODOLOGIE

9 triathlètes ( $41 \pm 2$  ans) s'entraînant en moyenne  $8.45 \pm 0.6$  heures depuis  $6.7 \pm 1.7$  ans ont participé à l'étude. Tous développaient une HIE en plaine. Les athlètes ont réalisé deux épreuves d'effort maximales de terrain (Léger-Boucher sur piste) avec mesures des échanges gazeux, de la fréquence cardiaque et de la saturation (SpO<sub>2</sub>) : une en plaine et l'autre à 1850 mètres (piste du site de Font-Romeu), de façon randomisée, par blocs de 4 et 5.

## RESULTATS

Aucune différence de SpO<sub>2</sub> n'a été mesurée au repos entre les deux conditions. En revanche, la SpO<sub>2</sub> mesurée à l'exercice maximal était différente entre la plaine et l'altitude (respectivement  $92 \pm 0.9$  vs  $84 \pm 1\%$ ,  $p < 0.001$ ) majorant significativement l'amplitude de la HIE de  $12 \pm 1\%$  ( $p < 0.001$ ). La Figure 1 rapporte une chute accrue de la SpO<sub>2</sub> en altitude à partir de 60% VO<sub>2</sub>max qui perdure jusqu'à VO<sub>2</sub>max. En altitude, la VO<sub>2</sub> max était significativement plus basse qu'en plaine ( $66.3 \pm 2$  vs  $57.2 \pm 2$  ml.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>,  $p < 0.001$ ), ainsi que la VMA ( $16.4 \pm 0.5$  vs  $15.4 \pm 0.6$  km.h<sup>-1</sup>,  $p < 0.01$ ) et la Fc max ( $184 \pm 1$  vs  $180 \pm 2$  bpm,  $p < 0.05$ ). Aucune différence significative n'a été observée sur les valeurs de ventilation maximale.

Figure 1 : Evolution de la SpO2 lors d'un exercice maximal réalisé en plaine et en altitude chez des athlètes entraînés en endurance.



## DISCUSSION

Nos résultats rapportent une majoration de la HIE en altitude réelle et l'aspect le plus intéressant concerne la cinétique de SpO2. Pour des niveaux allant jusqu'à 50% VO2max, l'absence de différence entre les deux conditions pourrait être liée à l'hyperventilation consécutive à l'exposition en hypoxie aigue. Elle pourrait en effet compenser l'hypoventilation alvéolaire relative expliquant la première phase de la HIE. Au-delà et jusque vers 75% VO2max, l'hyperventilation ne suffirait plus à compenser la chute de SpO2. Pour des niveaux supérieurs, le trouble de la diffusion suggéré pourrait être accru. Il a été montré que plus des athlètes non HIE étaient entraînés et plus la diffusion en altitude était limitée. Ce phénomène pourrait être majoré chez les athlètes HIE pour plusieurs raisons liées aux adaptations à l'hypoxie aigue (mais non mesurées ici): hémococoncentration, possible hypertension artérielle pulmonaire, augmentation du débit cardiaque, le tout pouvant majorer le phénomène d'étirement-rupture des capillaires pulmonaires amenant à un œdème interstitiel pulmonaire (West et al., 1991). Aussi, il faut envisager la possibilité d'un shift de la courbe de Barcroft, lié aux lactatémies élevées en hypoxie aigue, qui placerait alors les individus HIE plus proches de la zone de rupture de pente, d'où la plus grande chute de SpO2 en altitude. Il n'a pas été possible d'identifier la part de responsabilité de la HIE seule dans la chute de VO2max et VMA mesurée en altitude.

## CONCLUSION

Cette étude descriptive s'inscrit dans la pratique sportive moderne qui voit se développer des épreuves d'endurance en moyenne montagne. Si elle n'a pu mettre en évidence les mécanismes impliqués dans la majoration de la HIE, elle permet de constater que les athlètes endurants développant une HIE en plaine sont en situation physiologique délicate quand l'intensité d'exercice dépasse les 60%VO2max en altitude.

## BIBLIOGRAPHIE

- Chapman RF, Stager JM, Tanner DA, Stray-Gundersen J, Levine BD.(2011). Impairment of 3,000m Run Time at Altitude Is Influenced By Arterial Oxyhemoglobin Saturation. *Med Sci Sports Exerc* Feb 8.
- Dempsey JA, Hanson PG, Henderson KS.(1984). Exercise-induced arterial hypoxaemia in healthy human subjects at sea level. *J Physiol.* 355:161-75.
- Durand F, Mucci P, Préfaut C.(2000). Evidence for an inadequate hyperventilation inducing arterial hypoxemia at submaximal exercise in all highly trained endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 32 :926-32.
- West JB, Tsukimoto K, Mathieu Costello O, Prediletto R. (1991). Stress failure in pulmonary capillaries. *J Appl Physiol.* 70: 1732-1742.

P48- Contribution relative de la masse maigre et de la masse grasse aux valeurs de densité minérale osseuse chez des hommes Libanais âgés de 65 à 84 ans

*Rawad El Hage<sup>1</sup>, Christophe Jacob<sup>1</sup>, Elie Moussa<sup>1</sup> & Rafic Baddoura<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire de physiologie et de biomécanique de la performance motrice, Université de Balamand, Liban et <sup>2</sup>Rheumatology Department, Hôtel-Dieu Hospital, St Joseph University, Beirut, Lebanon

rawad.hage@balamand.edu.lb

Le but de cette étude était d'explorer l'importance relative de la masse maigre et de la masse grasse sur la densité minérale osseuse chez des hommes Libanais âgés de 65 à 84 ans. 70 hommes libanais âgés de 65 à 84 ans ont participé à cette étude. Le poids et la taille ont été mesurés. La composition corporelle (masse maigre, masse grasse et pourcentage de masse grasse) et les paramètres osseux (DMO du corps entier, du rachis lombaire de la hanche totale et du col fémoral) ont été évalués par absorptiométrie biphotonique à rayons-X (DEXA). Le poids, l'indice de masse corporelle, la masse maigre et la masse grasse étaient positivement corrélés aux valeurs de contenu minéral osseux (CMO) et de DMO. Cependant, la masse grasse était un meilleur déterminant positif de la DMO de la hanche totale et de la DMO du col fémoral que la masse maigre après ajustement pour l'âge.

**Keywords:** Hanche ; Ostéoporose ; Poids corporel ; Rachis lombaire.

## **INTRODUCTION**

L'ostéoporose est une maladie métabolique osseuse fréquente caractérisée par une faible masse osseuse et par des détériorations micro-architecturales du tissu osseux conduisant à une augmentation de la fragilité osseuse et du risque de fracture en particulier au niveau de la hanche (Khosla et coll. 2002 ; Reid, 2010). Bien que l'ostéoporose post-ménopausique se trouve comme étant la forme la plus commune, il est important de noter que cette maladie touche aussi les hommes âgés (Khosla et coll. 2002 ; Reid, 2010). Les valeurs de densité minérale osseuse sont généralement influencées par les caractéristiques morphologiques (telles que le poids, la taille, la masse maigre et la masse grasse) (Khosla et coll. 2002 ; Reid, 2010). Le but de cette étude était d'explorer la contribution relative de la masse maigre et de la masse grasse aux valeurs de DMO chez des hommes Libanais âgés de 65 à 84 ans.

## **MATERIEL ET MEHODES**

70 hommes Libanais âgés de 65 à 84 ans ont participé à cette étude. Ils étaient tous de type caucasien. Ils n'avaient pas d'antécédent de maladie métabolique ou osseuse et n'avaient jamais subi d'immobilisation prolongée. Le poids et la taille ont été mesurés et l'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé. Les paramètres osseux (CMO du corps entier, DMO du corps entier, DMO du rachis lombaire (L1-L4), DMO de la hanche et DMO du col fémoral) ont été mesurés par absorptiométrie-biphotonique à rayons-X (DEXA). Des régressions linéaires à variables multiples ont été utilisées afin d'étudier les corrélations entre les paramètres osseux (CMO et DMO) de plusieurs sites osseux et les caractéristiques cliniques (âge, masse maigre et masse grasse).

## **RESULTATS**

La masse grasse n'était pas corrélée au CMO du corps entier et à la DMO du rachis lombaire après ajustement pour l'âge et pour la masse maigre (en utilisant une régression linéaire à variables multiples, Tableau 1). Néanmoins, la masse grasse était fortement corrélée à la DMO de la hanche et à la DMO du col fémoral après ajustement pour l'âge et pour la masse maigre (en utilisant une régression linéaire à variables multiples, Tableau 1).

Tableau 1. Régressions linéaires à variables multiples

| Variable dépendante: CMO corps entier ( $r^2 = 0,55$ ) |             |       |         |
|--|-------------|-------|---------|
|  | coefficient | ES    | P       |
| Constante  | 874         | 566   | 0,12    |
| Masse grasse (g)                                       | 0,009       | 0,005 | 0,11    |
| Masse maigre (g)                                       | 0,036       | 4,8   | < 0,001 |
| Age (ans)  | -11,3       | 6,4   | 0,08    |
| Dependent variable : DMO L1-L4 ( $r^2 = 0,17$ )        |             |       |         |
| Constante  | 0,560       | 0,314 | 0,07    |
| Masse grasse (g)                                       | 0,000       | 0,000 | 0,42    |
| Masse maigre (g)                                       | 0,000       | 0,000 | 0,006   |
| Age (ans)  | -0,001      | 0,003 | 0,59    |
| Dependent variable : DMO hanche ( $r^2 = 0,43$ )       |             |       |         |
| Constante  | 1,052       | 0,216 | < 0,001 |
| Masse grasse (g)                                       | 0,000       | 0,000 | < 0,001 |
| Masse maigre (g)                                       | 0,000       | 0,000 | 0,01    |
| Age (ans)  | -0,008      | 0,002 | < 0,001 |
| Variable dépendante : DMO col fémoral ( $r^2 = 0,36$ ) |             |       |         |
| Constante  | 0,882       | 0,202 | < 0,001 |
| Masse grasse (g)                                       | 0,000       | 0,000 | 0,005   |
| Masse maigre (g)                                       | 0,000       | 0,000 | 0,02    |
| Age (ans)  | -0,007      | 0,002 | 0,002   |

CMO : Contenu Minéral Osseux ; DMO : Densité Minérale Osseuse ; ES : Erreur Standard.

### CONCLUSION

Cette étude suggère que la masse grasse est un meilleur déterminant positif de la DMO de la hanche et de la DMO du col fémoral que la masse maigre chez les hommes âgés.

P49- Contenu minéral osseux et densité minérale osseuse chez des adolescents obèses, en surpoids et normo-pondérés

*Rawad El Hage<sup>1</sup>, Elie Moussa<sup>1</sup> & Christophe Jacob<sup>1</sup>*

Laboratoire de physiologie et de biomécanique de la performance motrice, Université de Balamand, Liban.

rawad.hage@balamand.edu.lb

Le but de cette étude était de comparer les valeurs de contenu minéral osseux (CMO), de densité minérale osseuse (DMO) et de densité minérale osseuse apparente (DMOA) chez des adolescents obèses (OB), en surpoids (SUR) et normo-pondérés (NOR). Les trois groupes (OB, SUR, NOR) étaient appariés pour l'âge et pour l'indice de maturation (stades de Tanner). Les paramètres osseux ont été évalués par absorptiométrie-biphotonique à rayons-X. Le CMO du corps entier (CE), le rapport CMO CE/taille, la DMO de la hanche, la DMO du col fémoral et la DMO du radius ultra-distal étaient supérieurs chez les groupes OB et SUR par rapport au groupe NOR ( $P < 0,05$ ). Après ajustement pour le poids, le CMO CE, le rapport CMO CE/taille, la DMO CE et la DMO du radius ultra-distal étaient inférieurs chez le groupe OB par rapport aux groupes SUR et NOR ( $P < 0,05$ ).

**Keywords:** Croissance osseuse ; Indice de Masse Corporelle ; Santé osseuse ; Surcharge pondérale.

## **INTRODUCTION**

L'influence de l'obésité et du surpoids sur la résistance biomécanique osseuse chez les adolescents n'est pas totalement élucidée (El Hage et coll. 2010). Le but de cette étude était de comparer les valeurs de CMO et de DMO chez des adolescents obèses, en surpoids et normo-pondérés.

## **MATERIEL ET METHODES**

23 adolescents (♂) obèses (OB), 19 adolescents (♂) en surpoids (SUR) et 25 adolescents (♂) normo-pondérés (NOR) ont participé à cette étude (Cole et coll. 2000). Ils étaient appariés pour l'âge et l'indice de maturation (Tableau 1). Les paramètres osseux ont été mesurés par absorptiométrie-biphotonique à rayons-X (DXA). Les rapports CMO CE/taille, DMO CE/taille et la DMOA CE ont été calculés (Tableau 1).

## **RESULTATS**

Le CMO du corps entier (CE), le rapport CMO CE/taille, la DMO de la hanche, la DMO du col fémoral et la DMO du radius ultra-distal étaient supérieurs chez les groupes OB et SUR par rapport au groupe NOR (Tableau 1). En revanche, Après ajustement pour le poids, le CMO CE, le rapport CMO CE /taille, la DMO CE et la DMO du radius ultra-distal étaient inférieurs chez le groupe OB par rapport aux groupes SUR et NOR ( $P < 0,05$ ).

Tableau 1. Caractéristiques cliniques et paramètres osseux des trois groupes

|  | OB (n = 23)                 | SUR (n = 19)               | NOR (n = 25)                  |
|--|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Age (ans)                                    | 17,1 ± 1,9                  | 16,8 ± 2,2                 | 16,8 ± 2,1                    |
| Poids (kg)                                   | 105,4 ± 13,6 <sup>***</sup> | 75,9 ± 7,1 <sup>@@@</sup>  | 61,6 ± 7,6 <sup>\$\$\$</sup>  |
| Taille (cm)                                  | 176,4 ± 6,7                 | 172,5 ± 5,0                | 173,2 ± 5,6                   |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                     | 33,8 ± 3,3 <sup>***</sup>   | 25,4 ± 1,6 <sup>@@@</sup>  | 20,4 ± 2,1 <sup>\$\$\$</sup>  |
| Masse grasse (%)                             | 31,4 ± 4,0 <sup>***</sup>   | 20,9 ± 5,1 <sup>@@@</sup>  | 14,0 ± 2,4 <sup>\$\$\$</sup>  |
| Activité physique (h/sem)                    | 3,5 ± 2,5                   | 3,9 ± 2,2                  | 4,0 ± 2,4                     |
| CMO CE (g)                                   | 2543 ± 295 <sup>***</sup>   | 2395 ± 291                 | 2088 ± 443 <sup>\$</sup>      |
| CMO CE/taille (g/cm)                         | 14,4 ± 1,4 <sup>***</sup>   | 13,8 ± 1,5                 | 12,0 ± 2,4 <sup>\$\$</sup>    |
| DMO CE (g/cm <sup>2</sup> )                  | 1,09 ± 0,08                 | 1,11 ± 0,10                | 1,03 ± 0,01 <sup>\$</sup>     |
| DMO CE/taille (g/cm <sup>3</sup> )           | 0,006 ± 0,001               | 0,006 ± 0,001              | 0,006 ± 0,001                 |
| DMOA CE (g/cm <sup>3</sup> )                 | 0,084 ± 0,007 <sup>*</sup>  | 0,089 ± 0,008 <sup>@</sup> | 0,089 ± 0,007                 |
| DMO L2-L4 (g/cm <sup>2</sup> )               | 0,982 ± 0,135 <sup>*</sup>  | 0,962 ± 0,119              | 0,888 ± 0,126                 |
| DMO hanche (g/cm <sup>2</sup> )              | 1,03 ± 0,12 <sup>**</sup>   | 1,02 ± 0,13                | 0,916 ± 0,140 <sup>\$\$</sup> |
| DMO col fémoral (g/cm <sup>2</sup> )         | 0,972 ± 0,138 <sup>**</sup> | 0,941 ± 0,125              | 0,843 ± 0,144 <sup>\$</sup>   |
| DMO 1/3 radius (g/cm <sup>2</sup> )          | 0,690 ± 0,067               | 0,695 ± 0,059              | 0,662 ± 0,081                 |
| DMO radius ultra-distal (g/cm <sup>2</sup> ) | 0,443 ± 0,058 <sup>**</sup> | 0,438 ± 0,046              | 0,391 ± 0,065 <sup>\$</sup>   |

OB : Groupe Obèse ; Groupe en Surpoids ; NOR : Groupe Normo-pondéré ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; CMO : Contenu Minéral Osseux ; CE : Corps entier ; DMO : Densité Minérale Osseuse ; DMOA : Densité Minérale Osseuse Apparente ; \*\*\* différences significatives entre le groupe OB et le groupe NOR, P < 0,001 ; \*\* différences significatives entre le groupe OB et le groupe NOR, P < 0,01 ; \* différences significatives entre le groupe OB et le groupe NOR, P < 0,05 ; @@@ différences significatives entre le groupe OB et le groupe SUR, P < 0,001 ; @ différences significatives entre le groupe OB et le groupe SUR, P < 0,05 ; \$\$\$ différences significatives entre le groupe NOR et le groupe SUR, P < 0,001 ; \$\$ différences significatives entre le groupe NOR et le groupe SUR, P < 0,01 ; \$ différences significatives entre le groupe NOR et le groupe SUR, P < 0,05.

## CONCLUSION

Le CMO du corps entier, le rapport CMO corps entier/taille, la DMO du corps entier et la DMO du radius ultra-distal ne sont pas adaptés à l'excès de poids chez les adolescents obèses. Cette étude suggère que chez les adolescents obèses, la minéralisation du squelette est insuffisante pour compenser l'excès de poids.

## BIBLIOGRAPHIE

- Cole, T.J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M., Dietz, W.H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *British Medical Journal*, 320, 1-6.
- El Hage, R., Moussa, E., Jacob, C. (2010). Femoral neck geometry in overweight and normal weight adolescent girls. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 28, 595-600.



Christophe Filliau<sup>1</sup>, Claire Médigue<sup>2</sup>, Morgan Landrain<sup>1</sup> & François Cottin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unité de Biologie Intégrative des Adaptations à l'Exercice (UBIAE), INSERM 902/EA 3872, Université d'Evry val d'Essonne, <sup>2</sup> Institut National pour la Recherche en Informatique et Automatique (INRIA), Rocquencourt

[christophefilliau@free.fr](mailto:christophefilliau@free.fr)

Cette étude a pour objectif majeur l'estimation de l'impact des cours d'EPS sur la capacité aérobie des élèves de 6<sup>ème</sup> à partir de tests de course à pied incrémentés, exhaustifs, réalisés pendant les cours d'EPS. Cette estimation a été réalisée au moyen d'une analyse temps fréquence des périodes cardiaques successives des élèves enregistrées au cours des tests. Les résultats révèlent un allongement de la durée totale du test, une augmentation des fréquences maximales cardiaques et respiratoires atteintes pendant l'effort ainsi qu'une augmentation de la vitesse à laquelle apparaît le premier seuil ventilatoire. Cette progression n'est pas corrélée à la croissance des élèves. Cela semble montrer que l'enseignement multi activité proposé en EPS en France peut permettre une sollicitation physique suffisante entraînant une amélioration de la fonction cardiorespiratoire des élèves de 6<sup>ème</sup>.

**Keywords:** EPS, enfants, variabilité fréquence cardiaque, temps – fréquence, seuil ventilatoire

## INTRODUCTION

Différents travaux (Berthoin 1995, Baquet 2001) ont montré que le développement des ressources aérobies au moyen de la pratique de la course était compatible avec les contraintes scolaires. Cependant, la pratique scolaire ne se limite pas à l'activité « demi – fond ». Nous avons ainsi voulu étudier le développement des ressources aérobies des élèves de 6<sup>ème</sup> suivant un enseignement standard d'EPS. Les cardiofréquencemètres, faciles d'utilisation et peu onéreux rendent possible ce type d'étude in situ. Par ailleurs, il a récemment été montré qu'on peut identifier indirectement les seuils ventilatoires à partir de l'enregistrement continu de la fréquence cardiaque au cours d'un simple test de course incrémenté (Cottin 2007, Buchheit 2007)

L'amélioration de la capacité aérobie d'élèves de 6<sup>ème</sup> suite à la pratique d'activités multiples pendant les cours d'EPS doit se traduire par leur progression à un test d'effort triangulaire et s'accompagner d'une augmentation du temps auquel apparaît le premier seuil ventilatoire.

## METHODES

L'étude porte sur une classe de sixième composée de 22 élèves (10 filles et 12 garçons) âgés en début d'étude de  $11 \pm 0.68$  ans, de taille de  $148 \pm 7$  cm et de poids de  $38 \pm 7$  kg auxquels on fait réaliser un test de course incrémenté exhaustif (vitesse augmentée de  $0.5 \text{ km.h}^{-1}$ /minute) à la fin de chaque trimestre.

Le premier seuil ventilatoire (SV1) est déterminé à partir de l'analyse temps-fréquence (Pseudo Wigner Ville Lissée) du signal composé des périodes RR successives. La méthode de détermination ayant été décrite dans une étude précédente (Cottin 2007).

## RESULTATS

En fonction des absences, dispenses ou mauvais signaux, l'effectif des données exploitables a évolué. Les résultats sont exprimés en moyenne  $\pm$  écart type.

Tableau 1: Evolution du temps d'effort aux différents tests

|                  | PRE /POST1    | POST1/POST2   | PRE / POST2   |
|------------------|---------------|---------------|---------------|
| Nombre de sujets | 10* + 3       | 10* + 4       | 10* + 2       |
| Temps d'effort   | 637 s / 754 s | 754 s / 886 s | 637 s / 886 s |
| Significativité  | p : 0.001     | p : 0.01      | p : 0.002     |

\*Ces 10 sujets sont les sujets pour lesquels on a recueilli les données pour les 3 tests.

Tableau 2: Analyse temps fréquence du signal RR à partir du premier seuil ventilatoire (SV1), correspondant à la reprise de l'activité haute fréquence (HF) de la variabilité cardiaque

| N= 10                  | PRE       | POST1      | POST2      | P global | Pair comparée |
|------------------------|-----------|------------|------------|----------|---------------|
| SV1 (s)                | 193±57    | 243±43     | 318 ±51    | 0.03     | \$            |
| DSV (s)                | 390±106   | 455±65     | 481 ±77    | 0.50     |               |
| FR - SV1(Hz)           | 0.88±0.04 | 0.87 ±0.02 | 0.94 ±0.03 | 0.26     |               |
| FR - <i>fin</i> (Hz)   | 1.03±0.33 | 1.0±0.04   | 1.107±0.03 | 0.008    | \$ #          |
| FR - <i>moyen</i> (Hz) | 0.99±0.01 | 0.99±0.02  | 1.04 ±0.02 | 0.054    |               |
| RR - SV1(ms)           | 361±9     | 358.±4     | 340 ±7     | 0.070    |               |
| RR - <i>fin</i> (ms)   | 307±6     | 301±6.     | 285. ±3.   | 0.012    | \$ #          |
| RR - <i>moyen</i> (ms) | 327±4     | 320±5.     | 304±2.     | 0.005    | \$ #          |

\$ : p<0.05 POST2 vs PRE ; # : p<0.05 POST2 vs POST ; \* : p<0.05 POST vs PRE

DSV = durée entre SV1 et fin de l'exercice, FR = fréquence respiratoire mesurée à travers la composante HF du signal RR. *\_SV1* et *\_fin* correspondent aux valeurs FR et RR moyennées sur 20 s, autour de SV1 et en fin d'effort. *\_moyen* correspond à la moyenne des valeurs de SV1 à la fin de l'effort.

Tableau 3 : Corrélation entre la croissance des élèves et les progrès constatés

| Augmentation | VMA                 | SV1                |                    |
|--------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Taille       | R = -0.1<br>P = 0.8 | R = .03<br>P = 0.3 | Pas de corrélation |
| Poids        | R = 0.5<br>P = 0.2  | R = 0.3<br>P = 0.5 | Pas de corrélation |

## DISCUSSION/ CONCLUSION

L'enseignement d'EPS en 6<sup>ème</sup> a des répercussions sur la fonction cardiorespiratoire des élèves. En effet, au cours de l'année la durée globale de l'effort lors d'un test triangulaire augmente et SV1 est retardé. De plus les fréquences respiratoires et cardiaques maximales augmentent. Enfin, ces transformations ne sont pas corrélées aux modifications anthropométriques que subissent les élèves au cours de l'année.

## BIBLIOGRAPHIE

- Baquet G, Berthoin S, Gerbeaux M, Van Praagh E (2001), High- intensity aerobic training during a 10 week one-hour physical education cycle: effects on physical fitness of adolescents aged 11 to 16, *Int. J Sports Med*; 22, 295-300.
- Berhoïn S, Mantéca F, Gerbeaux M, Lenseï-Corbeil G (1995), Effect of a 12-week training programme on Maximal Aerobic Speed (MAS) and running time to exhaustion at 100% of MAS for students aged 14 to 17 years, *J Sports Med Phys Fitness*, 35, 251-6.
- Buchheit M (2007), Heart rate delexion point and the second heart \_ rate variability threshold during running exercice in trained boys, *Pediatric Exercise Science*, 19, 80-92.
- Cottin F, Médigue C, Lopes P, Leprêtre P M, Heubert R, Billat VL (2007) Ventilatory thresholds assessment from heart rate variability during an incremental running test. *Int J Sports Med*; 28(4):287-94

P51- PASAPAS : une étude contrôlée randomisée en centre de lutte contre le cancer

*Foucaut A-M<sup>1,2</sup>, Berthouze-Aranda SE<sup>1</sup>, Reynes E<sup>1</sup>, Touillaud M<sup>2</sup>, Denizot-Guillemaut S<sup>3</sup>, Kempf A-S<sup>2</sup>, Carretier J<sup>2,4</sup>, Pérol D<sup>3</sup>, Trédan O<sup>5</sup>, Fervers B<sup>2,4</sup>, Bachmann P<sup>6</sup>.*

<sup>1</sup>Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport (CRIS) EA647, UCB Lyon 1, Villeurbanne

<sup>2</sup>Unité Cancer, Environnement et Nutrition, CRLCC Léon Bérard, Lyon

<sup>3</sup>Unité de Biostatistique et d'Evaluation des Thérapeutiques, CRLCC Léon Bérard, Lyon

<sup>4</sup>EA 4129 'Santé, Individu, Société', Université de Lyon 1, CRLCC Léon Bérard, Lyon

<sup>5</sup>Département d'Oncologie Médicale, CRLCC Léon Bérard, Lyon

<sup>6</sup>Département d'Anesthésie-Réanimation, DISSPO-Nutrition, CRLCC Léon Bérard, Lyon

[am.foucaut@gmail.com](mailto:am.foucaut@gmail.com)

Ce projet de recherche clinique initié en juin 2011, a pour objet d'étudier la faisabilité d'un programme alliant une prise en charge diététique et une activité physique adaptée sur une période de 6 mois chez des femmes atteintes d'un cancer du sein non métastatique, opérées et débutant une chimiothérapie adjuvante. Ainsi que d'étudier l'évolution nutritionnelle des patientes au cours du programme. Cette étude pilote, ayant lieu pendant et au décours des traitements de chimiothérapie consiste en une étape préalable à la mise en œuvre d'un essai randomisé multicentrique.

**Mots clés** : cancer du sein, chimiothérapie, activité physique adaptée, diététique, surpoids

## INTRODUCTION

Le cancer du sein représente le cancer le plus fréquent chez la femme, avec une estimation d'environ 52 600 nouveaux cas diagnostiqués en France en 2010 (InVS, 2010). Un manque d'activité physique (AP) est un des facteurs probable de prise de poids des femmes suivant une chimiothérapie (CT) adjuvante pour un cancer du sein localisé (Demark-Wahnefried, 1997 ; Irwin, 2003 ; Harvie, 2004). Dans une étude de cohorte de 272 patientes suivies entre 2004 et 2006 au Centre Léon Bérard, 26 % étaient en surpoids ( $25 < \text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2$ ) et 15 % présentaient une obésité ( $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) au moment de leur prise en charge en CT. De plus, 52 % ont pris du poids à 6 mois et 60 % à 1 an de la CT (Trédan, 2010). D'après les résultats de plusieurs grandes études de cohorte, une AP d'intensité modérée, pratiquée après un diagnostic de cancer du sein, améliore de nombreux facteurs pronostiques, la survie et le risque de récurrence (Duclos, 2009). Face à ce constat, nous proposons de mettre en œuvre un « Programme pour une Alimentation Saine et une Activité Physique Adaptée (APA) pour les patientes atteintes d'un cancer du Sein » (PASAPAS).

Au sein de cette étude de faisabilité, notre objectif secondaire est de décrire les évolutions de différents facteurs de risques de récurrence et de mortalité par cancer du sein : l'AP (dépense énergétique quotidienne moyenne habituelle, niveau et profil d'AP,  $\text{VO}_{2\text{max}}$  estimé ; Berthouze-Aranda, 2001), la composition corporelle et les données anthropométriques, les données nutritionnelles, le métabolisme (profil lipidique) et l'état psychologique (qualité de vie, perception de soi, estime de soi, dépression et anxiété) des femmes atteintes d'un cancer du sein entrant dans un programme d'APA couplé à une prise en charge diététique.

## MATERIEL ET METHODE

Cette étude contrôlée randomisée est menée au sein du Centre de Lutte Contre le Cancer Léon Bérard (Lyon – Rhône-Alpes), en collaboration avec le Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport (CRIS-UCB Lyon1, Rhône). Soixante patientes adultes, atteintes d'un premier cancer du sein non métastatique, ayant été opérées et débutant une CT adjuvante sont randomisées dans deux bras selon un ratio 2:1. Les 20 participantes randomisées dans le bras « contrôle » bénéficient d'une prise en charge diététique (bilan diététique systématique, discussion et transmission d'une brochure d'information relative aux recommandations nutritionnelles, proposition d'un suivi diététique personnalisé) conforme au Programme National Nutrition Santé. Les 40 participantes randomisées dans le bras d'intervention « APA » bénéficient de la prise en charge diététique et d'un programme d'APA, alliant des activités de marche nordique et gymnastique douce. Ce programme de 6 mois propose deux

séances collectives hebdomadaires pendant la CT, puis trois séances après l'arrêt de la CT. Une augmentation progressive, individualisée, contrôlée et périodisée de la charge de travail est effectuée, sous la supervision de spécialistes en APA, avec l'aide du talk test et de cardio fréquencemètres. Les évaluations ont lieu au début des 1<sup>ère</sup> et 4<sup>e</sup> cures de CT et à 6 mois (fin du programme) ainsi que 12 mois post-randomisation.

## RESULTATS

L'étude a été approuvée par les autorités réglementaires compétentes (CPP Sud-Est IV et AFSSAPS). Le début des inclusions est prévu à eu lieu juin 2011.

## CONCLUSION / PERSPECTIVES

Après un diagnostic de cancer du sein, la prévention des risques de co-morbidité ou surmortalité par l'activité physique des patientes paraît indispensable.

L'hypothèse est que l'APA permet de prévenir la prise de poids (qui concerne la moitié des patientes) et de maintenir et/ou augmenter leur niveau d'AP, pendant et après CT. Face au manque, en France, d'études mettant en jeu une AP initiée pendant le traitement, le développement des connaissances et la validation d'hypothèses cliniques sur les liens entre AP et cancer du sein sont prioritaires. Cette étude permettra de conclure sur la faisabilité d'une intervention en APA, ainsi que d'observer l'évolution des données nutritionnelles chez ces patientes. La validation des modalités de déroulement du programme et de la mise en place de cette étude contrôlée randomisée (capacités de recrutement, acceptabilité de l'intervention et de la randomisation, compliance, satisfaction) représente une étape préalable à un essai randomisé multicentrique au niveau national et international, visant à tester l'impact de l'AP sur la survie globale et sans récurrence après un cancer du sein.

## BIBLIOGRAPHIE

Berthouze-Aranda, S.E. & Aranda, P. (2001). Un logiciel pour la mesure de l'activité physique: le PAQAP<sup>®</sup>. *Science et Sports*, 6, 171-172.

Demark-Wahnefried, W., Hars, V., Conaway, M.R. *et al.* (1997). Reduced rates of metabolism and decreased physical activity in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy. *Am J Clin Nutr*, 65(5), 1495-1501.

Duclos, M. (2009). Activité physique et cancer du sein et du colon : l'activité physique basée sur les preuves scientifiques. *Science et Sports*, 24, 273-280.

Harvie, M.N., Campbell, I.T., Baildam, A., Howell, A. (2004). Energy balance in early breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy. *Breast Cancer Res Treat*, 83(3), 201-210.

Institut de Veille Sanitaire, Institut National du Cancer, Hospices Civils de Lyon, Réseau français des registres de cancer, CépiDC INSERM (2010). *Projection de l'incidence et de la mortalité par cancer en France en 2010*. Coordonné par le Comité de Pilotage de la base commune du réseau FRANCIM (InVS/INCa/HCL/Francim), editor.

Irwin, M.L., Crumley, D., McTiernan, A. *et al.* (2003). Physical activity levels before and after a diagnosis of breast carcinoma: the Health, Eating, Activity, and Lifestyle (HEAL) study. *Cancer*, 97(7), 1746-1757.

Trédan, O., Bajard, A., Meunier, A. *et al.* (2010). Body weight change in women receiving adjuvant chemotherapy for breast cancer: a French prospective study. *Clin Nutr*, 29(2), 187-191.

**Soutiens financiers :** INCa, Ligue contre le Cancer Comité du Rhône, Fondation de France, Cancéropôle CLARA, Lions Club Bourg-en-Bresse et Pérouges, Association Lyonnaise de Logistique Posthospitalière, Ministère de la Recherche.

P52- Réponse thermique à l'exercice aérobic prolongé, influence du site de mesure et de l'heure de la journée

*Pierre-Alexandre Chapon<sup>1</sup>, Nicolas Bessot<sup>1</sup>, Bruno Sesboué<sup>1</sup>, Antoine Gauthier<sup>1</sup>, François Kauffman<sup>2</sup>, Sébastien Moussay<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Inserm ERI 27, UFR STAPS, UCBN, <sup>2</sup>LMNO, UMR CNRS 6139, UCBN  
pierrealexandre.chapon@live.fr

Cette étude vise à évaluer la réponse thermique à un exercice prolongé considérant l'incidence du site de mesure et de l'heure de la journée. Ainsi, 6 sujets ont effectué un exercice sur cyclo ergomètre d'1h à 160W à 8h00 et 20h00. Au cours de l'exercice, les données de température rectales et gastro intestinales étaient collectées. Les cinétiques de température en réponse à un exercice aérobic prolongé sur cyclo ergomètre ont ainsi pu être modélisées. Les variations des paramètres de ce modèle indiquent une augmentation de température plus importante et moins rapide pour les données rectales en comparaison aux données gastro intestinales. Ces observations confirment l'effet possible du site de mesure sur l'interprétation des réponses thermiques à l'effort. En ce qui concerne l'effet de l'heure de l'exercice, on observe une augmentation de température plus importante le matin que le soir. Les autres paramètres du modèle ne semblent pas différer en fonction de l'heure de l'exercice. Enfin, une variabilité interindividuelle est observée pour l'ensemble des paramètres testés. Celle-ci peut notamment être due au choix de mettre en place un exercice à puissance fixe.

**Mots clés :** Mesure de température, Thermorégulation, Exercice, Chronobiologie

## **INTRODUCTION**

La théorie du "heat gain/heat loss" indique que l'état d'activation des mécanismes de thermorégulation est dépendant de l'heure de la journée ; les réponses thermiques dépendent donc de l'heure à laquelle l'exercice est programmé. Ces interactions entre le rythme circadien de température et les processus de thermorégulation en réponse à un exercice prolongé ont été étudiées par Aldemir et al. (2000) et Waterhouse et al. (2007). Les 2 études rapportent des températures de repos plus faibles le matin que le soir. Aldemir et al. (2000) observent une augmentation de la température rectale plus importante le matin avec l'obtention d'un plateau commun en fin d'exercice. Les différences matin/soir observées par Waterhouse et al. (2007) persistent quant à elle tout au long de l'épreuve malgré une augmentation des données quelque peu supérieure le matin. Les choix méthodologiques peuvent avoir été déterminants dans les observations reportées (exercice de 30min à 70% de la VO<sub>2</sub>max à 8h00 et 18h00 (Aldemir et al., 2000) et d'1h à 80W à 11h00 et 23h00 (Waterhouse et al., 2007)). Enfin, Sparling et al. (1993) ont déjà rapporté que sur cyclo ergomètre, l'échauffement locorégional dû au travail des extenseurs de la hanche peut perturber les données de température rectale. L'objectif de notre étude est donc d'évaluer la réponse thermique à un exercice prolongé en considérant à la fois les effets du site de mesure et de l'heure de la journée.

## **MATERIELS ET METHODES**

Six sujets ont réalisé 1 exercice d'1h à 160W sur cyclo ergomètre à 8:00h et à 20:00h. Lors de chaque session, les données de température étaient mesurées par voie rectale et gastro-intestinale (GI). Pour cette dernière, les sujets ingéraient un capteur de température télémetrique (Vitalsense<sup>®</sup>) au moins 9h avant la session d'évaluation. La fréquence d'échantillonnage du dispositif rectal est de 5sec et 1 min pour le dispositif Vitalsense<sup>®</sup> ; les données ainsi collectées ont ensuite été moyennées toutes les 2 minutes.

## **RESULTATS**

Les cinétiques des températures rectales et GI en réponse à un exercice peuvent être modélisées par une fonction commune de type logistique dépendante de façon non linéaire mixte de ses paramètres définie par :

où (i) l'asymptote correspond à la valeur maximale du modèle (plateau), (ii) le  $x_{mid}$  correspond à la valeur médiane ou point d'inflexion ( $y(x_{mid})=Asympt/2$ ) et (iii) la CdT indiquant la pente au point médian.

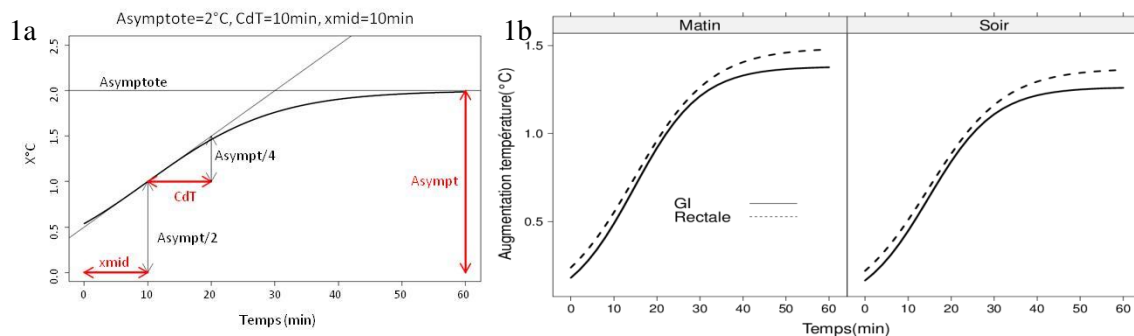


Figure 1 : a : Représentation du modèle applicable aux données de température à l'exercice b : Données de température rectale et gastro intestinale d'un sujet lors de l'exercice

Une ANOVA à mesure répétées à deux facteurs effectuée sur les données brutes relevées à intervalles de 10 min révèle un effet significatif de l'heure de la journée ( $F_{1,10} = 8,8$  ;  $p=0,01$ ) sans interaction avec la durée de l'épreuve ou du site de mesure. L'analyse des valeurs de l'asymptote indique (i) un niveau de température rectale supérieur de  $0,11 \pm 0,02^\circ\text{C}$  ( $p < 0,01$ ) à la température GI et une température plus importante le matin de  $0,12 \pm 0,06^\circ\text{C}$  en comparaison aux données du soir (Figure 1b). CdT augmente de  $1,12 \pm 0,55\text{min}$  ( $p < 0,01$ ) quand on passe d'un capteur GI à un capteur rectal : les données rectales augmentent plus lentement au cours de l'exercice (Figure 1b). Une variabilité interindividuelle est observée pour l'ensemble des paramètres testés.

## CONCLUSION

Cette étude a permis de déterminer un modèle correspondant aux cinétiques de température en réponse à un exercice aérobic prolongé sur cyclo ergomètre.

Les variations des paramètres de ce modèle indiquent une augmentation de température plus importante mais moins rapide pour les données rectales en comparaison aux données GI. Ces observations confirment l'effet possible du site de mesure sur les interprétations effectuées lors des études de thermorégulation à l'effort.

En ce qui concerne l'effet de l'heure de l'exercice, on observe une augmentation de température plus importante le matin que le soir. Les autres paramètres du modèle ne semblent pas différer en fonction de l'heure de l'exercice.

La variabilité interindividuelle observée peut être due au choix de mettre en place un exercice à puissance fixe, représentant un niveau de puissance relative différent pour chaque sujet.

## REFERENCES

- Aldemir, H., Atkinson, G., Cable, T., Edwards, B., Waterhouse, J., & Reilly, T. (2000) A comparison of the immediate effects of moderate exercise in the early morning and late afternoon on core temperature and cutaneous thermoregulatory mechanisms. *Chronobiology International*, 17(2), 197–207.
- Sparling, PB., Snow, TK., & Millard-Stafford ML. (1993) Monitoring core temperature during exercise: ingestible sensor versus rectal thermistor. *Aviat Space Environ Med*, 64, 760-763.
- Waterhouse, J., Aizawa, S., Nevill, A., Edwards, B., Weinert, D., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007) Rectal temperature, distal sweat rate, and forearm blood flow following mild exercise at two phases of the circadian cycle. *Chronobiology International*, 24(1): 63–85.

P53- La technique GPS dans l'évaluation de la capacité de marche de patients atteints de limitations fonctionnelles : données disponibles et perspectives.

Alexis Le Faucheur<sup>1,2</sup>, Pierre Abraham<sup>2,3</sup>, Georges Leftheriotis<sup>2,3</sup>, Bénédicte Noury-Desvaux<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> IFEPSA - Institut de Formation en Éducation Physique et en Sport d'Angers, UCO. France.

<sup>2</sup> BNMI. CNRS UMR6214; Inserm, U771. Faculté de Médecine. Angers. France.

<sup>3</sup> Laboratoire d'Explorations Fonctionnelles Vasculaires et d'Efforts. CHU Angers. France.

[alexislefaucheur@hotmail.com](mailto:alexislefaucheur@hotmail.com)

L'objectif de cette communication est de présenter les données disponibles dans la littérature ainsi que les perspectives de recherche concernant l'utilisation du GPS en vue d'évaluer la capacité de marche de patients atteints de limitations fonctionnelles.

**Keywords :** Géo-Positionnement Satellitaire, activité physique, maladies chroniques, méthodes de mesure ambulatoire, distance de marche.

## INTRODUCTION

Dans un contexte clinique, la mesure de la capacité physique présente un intérêt pour quantifier précisément les limitations fonctionnelles induites par les maladies chroniques. L'activité physique de base qui présente ici un intérêt particulier est la marche, avec l'évaluation de la capacité de marche. Cette évaluation est réalisable par plusieurs tests de laboratoire (test sur tapis), des tests standardisés à la fois valides et reproductibles. Ces tests ne sont cependant pas toujours accessibles et la relation avec la capacité de marche "naturelle" des patients n'est pas très bien connue. Des outils de mesure objective de la capacité de marche en ambulatoire sont donc nécessaires non seulement pour compléter le diagnostic mais aussi pour conduire le réentraînement à l'effort en ambulatoire. Le Géo-Positionnement Satellitaire (GPS) est une technique relativement récente dans le domaine de la mesure de l'activité physique chez l'Homme, mais le nombre de publications sur le sujet est grandissant depuis une dizaine d'années (Maddison & Ni Mhurchu, 2009). Dans un contexte médical, l'utilisation du GPS reste à ce jour "embryonnaire". Cependant, de récentes études de validation mais aussi d'application clinique fournissent des premières données intéressantes. L'objectif de cette communication est de présenter les données disponibles dans la littérature ainsi que les perspectives de recherche concernant l'utilisation du GPS en vue d'évaluer la capacité de marche de patients atteints de limitations fonctionnelles.

## MÉTHODES

Nous avons effectué une recherche bibliographique dans PUBMED à partir des mots clés suivants et de leur association : *Global Positioning system(s)*, *claudication*, *walking capacity*, *objective assessment*, *functional assessment*.

## RÉSULTATS

A ce jour, la technique GPS semble avoir été utilisée dans trois types de maladies chroniques : la sclérose en plaques, la claudication vasculaire intermittente et la lombalgie chronique (Créange et al., 2007; Le Faucheur et al., 2008, 2010; Yair et al., 2010). Méthodologiquement, il est important de différencier les études de validation de la technique GPS des études d'application, lesquelles utilisent la technique GPS dans un contexte médical.

## DISCUSSION

*Considérations méthodologiques.* Les études de validation de la technique GPS nécessitent d'être spécifiquement pensées et conçues en vue des études d'application qui suivront. Plus particulièrement, il faut au préalable identifier la spécificité des répercussions fonctionnelles de la maladie considérée sur la capacité de marche et aussi identifier les paramètres fonctionnels clés qui devront et pourront être évalués (distance, vitesse, temps de marche...). Ainsi, si l'on souhaite utiliser la technique GPS pour évaluer la capacité de marche de patients



limités à la marche, il faut que la technique permette : i) de détecter les périodes de marche et de non marche (repos); ii) d'estimer avec précision la distance de marche sur les périodes de marche préalablement détectées. Ces deux critères devraient être vérifiés avant d'envisager une application médicale de la technique GPS (Le Faucheur et al., 2007).

*Etudes cliniques d'application.* Concernant les applications cliniques de la technique GPS, à ce jour, la technique semble seulement avoir été utilisée dans trois types de maladies chroniques à savoir, la sclérose en plaques, la claudication vasculaire intermittente et tout récemment la lombalgie chronique. Ces études ont montré que la technique GPS : i) était valide lorsque l'on corrélait la mesure GPS avec une mesure de référence d'intérêt clinique; ii) permettait d'accéder à des nouveaux paramètres caractérisant la capacité de marche; iii) présentait intérêt pour juger des améliorations fonctionnelles suite à une chirurgie. L'intérêt du GPS dans un contexte clinique semble se situer à trois niveaux principalement : compléter le diagnostic d'une maladie chronique en évaluant les limitations fonctionnelles associées, orienter et juger des effets d'une thérapeutique, ou encore contrôler la conduite d'un programme de réhabilitation.

*Perspectives.* S'agissant de la validation technique du GPS et de l'étude des facteurs influençant sa précision, plusieurs questions restent ouvertes, à savoir : l'influence de l'environnement et des "contextes" de marche sur la précision de la mesure en dynamique ou encore la précision de nouveaux récepteurs GPS à faible coût et très simple d'utilisation, ce qui d'ailleurs favoriserait la diffusion et la faisabilité de la technique. D'un point de vue des applications cliniques, la reproductibilité de la mesure ainsi que sa sensibilité à une intervention thérapeutique est inconnue à ce jour. Par ailleurs, à ce jour les conditions méthodologiques liées à la mise en oeuvre de la technique sont telles qu'elles confinent son utilisation dans un seul contexte de recherche. Aussi, la faisabilité de la mesure GPS hors du milieu hospitalier et du seul laboratoire devra être précisément déterminée sur un large échantillon de patients et ce pour juger des potentialités d'utilisation du GPS en ambulatoire. Par ailleurs, l'utilisation du GPS dans le cadre du réentraînement à l'effort offrirait de nouvelles perspectives très intéressantes et permettrait peut être une meilleure efficacité des programmes de rééducation à l'effort réalisés à domicile. Enfin, la mesure GPS dans l'évaluation de la capacité de marche pourrait être appliquée à d'autres maladies chroniques parmi lesquelles nous pouvons distinguer la broncho-pneumopathie chronique obstructive ou encore la maladie coronarienne (angine de poitrine).

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Maddison, R., & Ni Mhurchu, C. (2009). Global positioning system: a new opportunity in physical activity measurement. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4, 66-73.
- Créange A, Serre I, Levasseur M, Audry D, Nineb A, Boërio D, et al. (2007). Réseau SINDEFI-SEP. Walking capacities in multiple sclerosis measured by global positioning system odometer. *Multiple Sclerosis*, 13, 220-223.
- Le Faucheur A, Abraham P, Jaquinandi V, Bouyé P, Saumet JL, Noury-Desvaux B. (2007) Study of human outdoor walking with a low-cost GPS and simple spreadsheet analysis. *Med Sci Sports Exerc.*, 39, 1570-1578. Erratum in: *Med Sci Sports Exerc.* 2008, 40, 1191.
- Le Faucheur, A., Abraham, P., Jaquinandi, V., Bouyé, P., Saumet, J.L., Noury-Desvaux, B. (2008). Measurement of walking distance and speed in patients with peripheral arterial disease: a novel method using a global positioning system. *Circulation*, 119, 897-904.
- Le Faucheur, A., Noury-Desvaux, B., Mahé, G., Sauvaget, T., Saumet, J.L., Leftheriotis, G., Abraham, P. (2010). Variability and short-term determinants of walking capacity in patients with intermittent claudication. *Journal of Vascular Surgery*, 51, 886-92.
- Yair, B., Noam, S., Meir, L., Gail, A., Amit, B., Michal, I., Vaccaro, A.R., Leon, K. (2010). Assessing the Outcomes of Spine Surgery Using Global Positioning Systems. *Spine (Phila Pa 1976)*. 15, 263-267.



P54- Étude et mise en œuvre d'outils informatiques ergonomiques dans la quantification et le suivi de la charge d'entraînement en sports collectifs professionnels

*Morin Stéphane, Lepretre Pierre-marie & Ahmaidi Said*

Laboratoire EA-3300 « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort »,  
UFR-STAPS, Université de Picardie Jules Verne, Amiens  
stephane.morin@univ-nantes.fr

Les relations qu'entretiennent la charge d'entraînement et la performance sont complexes et constituent une des problématiques majeures de l'entraînement. Leurs mesures et leurs contrôles constituent une première étape incontournable pour déterminer leurs évolutions optimales aux différentes périodes de l'année et pour réduire la probabilité de blessure. Dans les sports collectifs professionnels, indépendamment des méthodes et des marqueurs utilisés, c'est la commodité des outils technologiques innovants de collecte et de traitement des données qui détermine le calcul réel et systématique de la charge. Dans ce but, notre étude s'intéresse à la conception technologique d'un outil ergonomique et d'une méthode permettant un traitement immédiat des données et à la possibilité de simuler pour mieux appréhender la dynamique de la charge.

**Mots clefs** : outils, technologie, charge, entraînement, performance

## **INTRODUCTION**

L'efficacité d'une programmation de l'entraînement tient aux respects de principes incontournables telles la spécificité, la variabilité, la progressivité, l'alternance charge-décharge. Concept commun à tous, la charge d'entraînement (CE) peut se définir comme le produit du volume et de l'intensité (Werchoshanski, 1992). Les conséquences à court, moyen et long termes des interactions entre charge et fatigue dépendent de la durée et la qualité de la récupération mais surtout de l'outil et de la méthode de quantification. Que le sportif soit en forme au bon moment le plus souvent possible est la préoccupation majeure de l'entraîneur. Les résistances à l'utilisation réelle de la quantification de la CE sont multiples. Elles tiennent à l'obligation de résultat immédiat et à la vision à court terme qu'elle engendre, au manque de temps pour tester régulièrement, aux difficultés matérielles, aux nombreux déplacements. Elles sont aussi subordonnées au choix des marqueurs utilisés qui détermineront la méthode de quantification. Ils peuvent être objectifs comme la fréquence cardiaque (Banister, 1980), le lactate (Mujika, 1996), la puissance mécanique développée (Grappe, 1999) ou subjectifs basés sur les échelles de perception (Foster, 1996; Hooper et McKinnon, 1995).

L'objectif de notre étude est de mettre en œuvre des outils informatiques ergonomiques autorisant une saisie rapide des marqueurs et un traitement immédiat des données, pré-requis incontournable à la mise en place réelle de la quantification de la CE. Nous testons la méthode de Foster (1996) pour vérifier si elles permettent de définir une zone optimale de charge au regard des blessures et douleurs associées.

## **MÉTHODE**

Deux clubs professionnels ont participé à cette étude : 12 volleyeuses de Ligue A et 14 handballeurs de Division 1. A chaque séance, la date, la durée réelle de la séance, la difficulté perçue, le niveau de maîtrise perçue, la qualité du sommeil, l'état d'esprit ont été enregistrés. Dans l'éventualité d'une blessure, sa localisation, son type et le niveau de douleur perçue ont été également précisés. L'évaluation de perception de l'effort a été basée sur l'utilisation de l'échelle CR-10 de Borg (1990). La saisie des données, strictement confidentielle, n'excédant pas 30 secondes, était réalisée dans les trente minutes qui suivent la fin de la séance. Les données étaient saisies soit sur un Pocket PC, soit sur un site Internet protégé par mot de passe via un smartphone ou un ordinateur. Les données étaient enregistrées sous la forme d'un fichier xml et stockées dans une base relationnelle. Un logiciel spécifiquement développé a réalisé l'ensemble des calculs liés à la quantification de la CE selon la méthode de Foster (1996).

## RÉSULTATS

Nos résultats indiquent l'absence de corrélations entre le nombre de blessures de l'équipe et la CE, la contrainte et le « fitness » calculés selon la méthode de Foster (1996). Néanmoins au niveau quotidien, des corrélations significatives sont observées entre le nombre de blessures et le sommeil ( $r_s=-0.78$ ,  $p<0.01$ ), entre le nombre de blessures et la difficulté perçue ( $r_s=0.77$ ,  $p<0.05$ ) et entre le nombre de blessures et la CE ( $r_s=0.75$ ,  $p<0.05$ ).

## DISCUSSION

Face à la spécificité et au faible polymorphisme des outils de mesure actuels de type cardio-respiratoire (cardio-fréquencesmètres, analyseurs des échanges gazeux) ou métabolique (analyseurs de lactate), la quantification réelle de la CE ne peut se faire qu'à l'aide d'outils ergonomiques. L'utilisation de marqueurs physiologiques au quotidien se révèle complexe à mettre réellement en œuvre car les entraîneurs estiment le temps d'appareillage trop long. La méthode de Foster (1996) ne semble pas un outil permettant de définir une zone optimale de charge d'entraînement en comparaison du nombre hebdomadaire de blessures potentiellement généré par la CE et du niveau de douleur associé. Au niveau hebdomadaire la blessure ne semble pas être un marqueur pertinent de la surcharge alors qu'elle l'est au niveau quotidien ce qui tend à remettre en cause la notion théorique de microcycle de sept jours. Les variations quotidiennes de difficulté, de CE et de qualité du sommeil impactent fortement le nombre de blessures et le niveau de douleur associé.

Notre choix de développer des outils adaptés au monde professionnel se révèle intéressant. La rapidité de saisie, l'ergonomie du logiciel traitant l'important volume de données, la capacité à présenter immédiatement les résultats sous forme numérique et graphique procurent une source d'informations individuelles et collectives pour l'entraîneur pendant l'intégralité du championnat sans perturber le déroulement des séances. L'analyse des paramètres de la CE a mis en évidence une stratégie de distribution annuelle de la CE quasi-identique entre les deux clubs, dictée essentiellement par la crainte de blessures et permis d'objectiver leurs adéquations ou non aux principes de l'entraînement. Ces outils obligent l'entraîneur à appréhender l'entraînement comme un processus dynamique contradictoire entre le travail et la récupération sur le long terme mais imposent la recherche de nouveaux algorithmes individuels et collectifs de calcul de la charge et du niveau d'aptitude. L'utilisation des statistiques financières (moyennes mobiles exponentielles, MACD) s'avèrent une piste qu'il convient d'exploiter.

## BIBLIOGRAPHIE

- Banister, E.W., Calvert, T.W., Savage, M.V., Bach, T.M. (1975). A system model of training for athletic performance. *Australian Journal of Sports Medicine*, 57-61.
- Borg, G., (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 16, 55-8.
- Cheung K, Hume P, Maxwell L. (2003). Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. *Sports Medecine*, 33, 145-64.
- Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P., Dodge, C. (2001) A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15, 109-115.
- Hooper, S.L., MacKinnon, L.T., Howard, A., Gordon, R.D. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Medecine & Science in Sports & Exercise*, 27, 106-112

P55- Effects of exhaustive exercise on expression of RCAN1 isoforms in rat muscles: involvement of oxidative stress.

Luz Lefevre<sup>1</sup>, Amelie Rebillard<sup>1</sup>, Brice Martin<sup>1</sup>, Josiane Cillard<sup>1</sup>, Arlette Delamarche<sup>1</sup>, Gennady Ermak<sup>2</sup> and Kelvin Davies<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>EA 1274, "Movement, Sport and Health" laboratory, UFR-APS, University of Rennes 2-ENS Cachan, Rennes; <sup>2</sup>Ethel Percy Andrus Gerontology Center of the Davis School of Gerontology; and Division of Molecular & Computational Biology, Department of Biological Sciences of the Dornsife College of Letters, Arts & Sciences: the University of Southern California, Los Angeles, California 90089-0191, U.S.A.  
lumierorf@yahoo.com

The objective of this study is to determine if exhaustive exercise could regulate the expression of RCAN1 isoforms through oxidative stress-dependent mechanisms. RCAN1 expression is evaluated in rat muscles (gastrocnemus, soleus, EDL). Our results suggest that exhaustive exercise induces a down-regulation of RCAN1-1 which seems dependent of oxidative stress.

**Keywords** : RCAN, oxidative stress, exhaustive exercise, muscles

### **INTRODUCTION:**

The *RCAN1* gene (also called *Adapt78* or *DSCR1*) generates a series of RCAN1 protein isoforms including RCAN1-4, RCAN1-1L, and RCAN1-1S whose expression is regulated by oxidative stress and calcium. RCAN1 proteins are natural cellular regulators of calcineurin, a Ca<sup>2+</sup>dependent protein phosphatase involved in several crucial physiological processes and pathological conditions such as skeletal myocyte differentiation, cardiac hypertrophy, Alzheimer's disease and cancer. Although exhaustive exercise is known to involve oxidative stress, very little is known about its effect(s) on RCAN1 protein expression or distribution patterns in muscle.

### **OBJECTIVES:**

In this study, we analyzed the effects of exhaustive exercise, and the potential involvement of oxidative stress, on RCAN1 proteins in various rat muscles (gastrocnemius, soleus and EDL).

### **METHODS:**

Wistar male rats were divided into two groups: control (C) and exercise (E). Animals were sacrificed at 0h, 1h, 2h, 6h and 24 hours after an exhaustive exercise on a treadmill. RCAN1-4, RCAN1-1S and RCAN1-1L expression were evaluated in muscles by Western blot analysis. F2-isoprostane concentrations were measured by LC-MS. Vitamin E contents were quantified by HPLC, and antioxidant capacities were estimated by spectrofluorimetry.

### **RESULTS:**

We show that RCAN1-1S initially increased, then decreased 6 and 24 hours after exhaustive exercise. This reduction in RCAN1-1S levels might be dependent on oxidative stress given the concomitant changes in Vitamin E content in all muscles. Moreover, antioxidant defences seem to be decreased in EDL.

### **CONCLUSION:**

These results suggest that exhaustive exercise regulates RCAN1-1S, possibly by an oxidative stress-dependent mechanism.

## REFERENCES

- Adeel Safdar<sup>‡§¶1</sup>, Jonathan P. Little<sup>‡2</sup>, Andrew J. Stokl<sup>§</sup>, Bart P. Hettinga<sup>§</sup>, Mahmood Akhtar<sup>§</sup> and Mark A. Tarnopolsky<sup>§</sup> (2011). Exercise Increases Mitochondrial PGC-1 $\alpha$  Content and Promotes Nuclear-Mitochondrial Cross-talk to Coordinate Mitochondrial Biogenesis, 286, 12; 10605-10617.
- Gennady Ermak, Cathryn D. Harris, and Kelvin J. A. Davies<sup>1</sup> (2002) The *DSCR1* (*Adapt78*) isoform 1 protein calcipressin 1 inhibits calcineurin and protects against acute calcium-mediated stress damage, including transient oxidative stress The FASEB Journal, 818, 16; 814-824.
- Porta, S.; Serra, S.; Huch, M.; Valverde, M.A.; Llorens, F.; Estivill, X.; Arbones, M.L. and Marti, E. (2007). RCAN1 (DSCR1) increases neuronal susceptibility to oxidative stress: a potential pathogenic process in neurodegeneration. Human Mol Genetics, 16, N°9; 1039-1050.
- Yun Chau Long<sup>1</sup>, Stephan Glund, Pablo M. Garcia-Roves, and Juleen R. Zierath (2007) Calcineurin Regulates Skeletal Muscle Metabolism via Coordinated Changes in Gene Expression THE JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 282, NO. 3; 1607–1614.

P56- Etude préliminaire sur l'effet de l'hyperoxie sur l'oxygénation cérébrale lors d'un exercice maximal

*Kahina Oussaidene<sup>1,2</sup>, Fabrice Prieur<sup>3,4</sup> & Patrick Mucci<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Univ Lille Nord de France, F-59000 Lille, France, <sup>2</sup>UDSL, EA4488, F-59000 Ronchin, France,  
<sup>3</sup>Laboratoire AMAPP, EA 4284, Université d'Orléans, <sup>4</sup>Laboratoire CIAMS, Equipe RIME,  
EA 4532, Université Paris XI  
[Kahina.oussaidene@etu.univ-lille2.fr](mailto:Kahina.oussaidene@etu.univ-lille2.fr)

L'objectif était d'étudier l'implication de la disponibilité en O<sub>2</sub> au niveau cérébral dans l'atteinte de VO<sub>2max</sub>. 5 sujets sains ont effectué un exercice progressif maximal sur un ergocycle en normoxie et en hyperoxie (FiO<sub>2</sub> = 0,30). L'oxygénation cérébrale évaluée par la spectroscopie du proche infra-rouge (NIRS) et les échanges gazeux pulmonaires ont été mesurés. L'hyperoxie augmentait la VO<sub>2max</sub> comparativement à la normoxie. Dans les deux conditions, l'oxygénation cérébrale augmentait avec l'intensité jusqu'à l'atteinte d'une intensité seuil à partir de laquelle cette oxygénation diminuait. Associé à ceci, la VO<sub>2</sub> correspondant à l'apparition de ce seuil était plus élevée en hyperoxie (P=0,03). En conclusion, ces résultats préliminaires sont en accord avec l'existence d'un lien entre l'évolution de l'oxygénation cérébrale à l'exercice et l'atteinte de VO<sub>2max</sub>.

**Mots clés** hyperoxie, oxygénation cérébrale, VO<sub>2max</sub>, NIRS, exercice maximal.

## INTRODUCTION

Il est classiquement admis que l'altération de la disponibilité en O<sub>2</sub> au niveau musculaire est un facteur de l'atteinte de VO<sub>2max</sub> (Wagner, 1996). Cependant, une nouvelle théorie suggère qu'une réduction du niveau d'oxygénation cérébrale pourrait être à l'origine de cette limitation à l'exercice en induisant une altération de la commande nerveuse centrale de l'activité musculaire (Amann et al., 2006). Ainsi, il a été montré que le niveau d'oxygénation cérébrale diminuait à des intensités d'exercice proche de VO<sub>2max</sub> lors d'un exercice d'intensité croissante (Rupp et Perrey, 2008). Dans ce cadre, nous avons posé l'hypothèse qu'une augmentation de la disponibilité en O<sub>2</sub> induite par l'inspiration d'un mélange gazeux hyperoxique pourrait augmenter VO<sub>2max</sub> en association avec une modification du niveau d'oxygénation cérébrale au cours de l'exercice. Notre objectif était d'étudier l'effet de l'hyperoxie sur l'oxygénation cérébrale au cours d'un exercice progressif maximal

## METHODOLOGIE

Cinq sujets actifs, sains (27,0 ± 5,6 ans ; 79,7 ± 1,8 kg ; 181,6 ± 3,9 cm) ont participé à cette étude. Les sujets ont effectué un test progressif maximal en normoxie et en hyperoxie de façon randomisée. Le sujet pédalait sur un ergocycle (Lode Excalibur Sport, Pays Bas) à une puissance initiale de 60 watts, pendant 3 min en guise d'échauffement, puis cette puissance augmentait selon une rampe de 20 watts par minute jusqu'à l'épuisement.

L'oxygénation cérébrale (HbO<sub>2</sub>) était mesurée de façon continue et non invasive sur le cortex préfrontal gauche par la technique de spectroscopie dans le proche infrarouge (NIRS) (Oxymon MK III, Artinis Medical Systems). Les échanges gazeux pulmonaires étaient mesurés en continu avec un analyseur cycle à cycle (CPX/D, MedGraphics). La saturation en O<sub>2</sub> de l'hémoglobine (SaO<sub>2</sub>) était évaluée avec un oxymètre de pouls posé à l'oreille (Biox 3800, Datex Ohmeda) et la fréquence cardiaque (FC) était enregistrée en continu (Medcard, Medisoft).

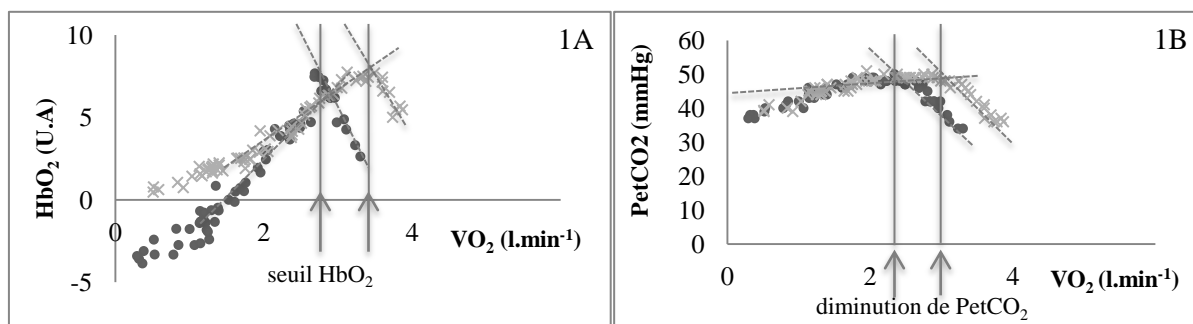
## RESULTATS

L'hyperoxie induisait une augmentation à la limite de la significativité de la VO<sub>2max</sub> (P=0,05) et une augmentation significative de la pression partielle de fin d'expiration (PetCO<sub>2</sub>) (p<0,05) associé à VO<sub>2max</sub> (Tableau 1).

**Tableau 1.** Paramètres cardiorespiratoires mesurés à l'atteinte de  $VO_{2max}$ . Valeurs moyennes  $\pm$  SD. \* Différence significative par rapport à la normoxie à  $P \leq 0,05$

| Paramètres                                   | Normoxie         | Hyperoxie         | P    |
|--|------------------|-------------------|------|
| $VO_{2max}$ ( $l \cdot min^{-1}$ )           | $3,12 \pm 0,59$  | $3,98 \pm 0,30^*$ | 0,05 |
| $P_{max}$ (watts)                            | $271,5 \pm 25,2$ | $289,7 \pm 44,2$  | 0,16 |
| PetCO <sub>2</sub> (mmHg)                    | $46,7 \pm 2,7$   | $50,6 \pm 1,8^*$  | 0,03 |
| FC <sub>max</sub> (batts.min <sup>-1</sup> ) | $196 \pm 7$      | $192 \pm 4$       | 0,27 |
| SaO <sub>2</sub> (%)                         | $96,2 \pm 0,8$   | $97,0 \pm 0,7$    | 0,24 |

HbO<sub>2</sub> augmentait avec l'exercice jusqu'à ce qu'apparaisse un point de rupture (seuil HbO<sub>2</sub>) (Figure 1A). A partir de ce point, HbO<sub>2</sub> diminuait progressivement jusqu'à la fin de l'exercice dans les deux conditions d'ambiance gazeuse. Le seuil HbO<sub>2</sub> apparaissait pour des VO<sub>2</sub> plus élevée ( $P < 0,05$ ) en hyperoxie ( $2,67 \pm 0,40$  vs  $3,26 \pm 0,32$   $l \cdot min^{-1}$ ). Par ailleurs, la diminution de l'oxygénation cérébrale à haute intensité d'exercice était accompagnée d'une diminution de PetCO<sub>2</sub> dans les deux conditions d'ambiance gazeuses (Figure 1B) avec un décalage du début de cette chute vers de plus hautes VO<sub>2</sub> en hyperoxie.



**Figure 1:** évolution de l'oxygénation cérébrale (1A) et PetCO<sub>2</sub> (1B) au cours de l'exercice progressif maximal en normoxie (•) et en hyperoxie (x) chez un sujet caractéristique. (U.A : unité arbitraire).

## DISCUSSION-CONCLUSION

Dans les deux conditions, la diminution de HbO<sub>2</sub> lors des hautes intensités d'exercice était accompagnée d'une réduction de PetCO<sub>2</sub>. Cette dernière reflétait une hypocapnie liée à l'hyperventilation d'exercice pouvant induire une vasoconstriction cérébrale et expliquant ainsi la diminution de HbO<sub>2</sub> (Nielsen et al., 1999). L'hyperoxie induisait un décalage du seuil de HbO<sub>2</sub> vers de plus hautes valeurs de VO<sub>2</sub> ainsi qu'une augmentation de  $VO_{2max}$ . L'influence concomitante de l'hyperoxie sur ces deux paramètres est en accord avec une implication de l'oxygénation cérébrale dans l'atteinte de  $VO_{2max}$ .

## BIBLIOGRAPHIE

- Amann, M., Eldridge, M.W., Lovering, A.T., Stickland, M.K., Pegelow, D.F., Dempsey, J.A. (2006). *J Physiol*, 575 : 937–952.
- Nielsen, H.B., Boushel, R., Madsen, P., & Secher, N.H. (1999). *The American Journal of Physiology*, 277, H1045–H1052.
- Rupp, T., & Perrey, S. (2008). *European Journal of Applied Physiology*, 102, 153–163.
- Wagner, P.D. (1996). *Annu Rev Physiol*, 58(21) : 21-50.

P57- L'activité physique a-t-elle un effet sur la prolifération des cellules cancéreuses prostatiques humaines ?

Amélie Rebillard<sup>1</sup>, Jordan Gueritat<sup>1</sup>, Luz Orfila-Lefevre<sup>1</sup> et Arlette Delamarche<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EA 1274, "Movement, Sport and Health" laboratory, UFR-APS, University of Rennes 2-ENS Cachan, Rennes.

amelie.rebillard@uhb.fr

L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet du golf sur la prolifération de cellules cancéreuses prostatiques et d'identifier les mécanismes moléculaires impliqués. Pour ce faire, la lignée cancéreuse prostatique LNCaP est traitée avec du sérum de sujets sédentaires ou golfeurs. Nous montrons que le sérum de golfeurs inhibe la prolifération de ces cellules *in vitro* sans induire de mort cellulaire.

**Mots clés :** Activité physique, stress oxydant, cancer de la prostate, prévention.

## INTRODUCTION

L'activité physique est aujourd'hui connue pour ralentir voire prévenir certains cancers, principalement celui du sein et du côlon (Kesaniemi *et al.*, 2001; Lam *et al.*, 2004; Leitzmann *et al.*, 2007). Les études concernant ses bienfaits dans la prise en charge du cancer de la prostate, première cause de mortalité par cancer en France, restent encore controversées. La difficulté majeure réside dans l'identification d'une activité physique régulière et modérée, facilement praticable par des séniors. Récemment, Farahmand *et al.* ont suggéré que le golf allongeait l'espérance de vie d'environ 5 années et ce, quelque soit l'âge des sujets, leur sexe et leur statut socio-économique. Cette activité physique qui compte aujourd'hui plus de 410 377 licenciés en France s'apparente principalement à de la marche mais bénéficie d'une meilleure adhésion. Ceci en fait un excellent choix pour des sujets atteints d'un cancer de la prostate à un stade précoce.

L'objectif de cette étude est de déterminer si le golf a un effet sur la prolifération de cellules cancéreuses prostatiques humaines *in vitro* et de déterminer les mécanismes moléculaires impliqués. Parmi ces mécanismes, il est établi que le stress oxydant, qui résulte d'un déséquilibre de la balance pro/anti-oxydant, jouerait un rôle dans la tumorigenèse prostatique (reviewed by Khandrika *et al.*, 2009). L'activité physique régulière connue pour augmenter les défenses anti-oxydantes de l'organisme pourrait via le SO ralentir l'évolution du cancer de la prostate.

Le sérum de sujets sédentaires et golfeurs (3 parcours 18 trous/semaine, 1 an minimum) est prélevé et incubé avec des cellules cancéreuses prostatiques humaines androgéno-dépendantes LNCaP. La prolifération, la mort cellulaire ainsi que différentes voies de signalisation sont étudiées, principalement celles dépendantes du stress oxydant.

## RESULTATS

Nous montrons que le sérum de golfeurs inhibe la prolifération de la lignée LNCaP *in vitro* sans induire de mort cellulaire. Cette inhibition de croissance ne semble pas dépendre du stress oxydant puisqu'il n'existe aucune différence du statut anti-oxydant entre le sérum de sédentaires versus golfeurs. Cette étude préliminaire nécessite d'autres investigations.

Le golf permet d'inhiber la prolifération des cellules cancéreuses prostatiques *in vitro*.

## REFERENCES

- Kesaniemi YK, Danforth E Jr, Jensen MD, Kopelman PG, Lefèbvre P, Reeder BA. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Jun;33(6 Suppl):S351-8.
- Lam TH, Ho SY, Hedley AJ, Mak KH, Leung GM. Leisure time physical activity and mortality in Hong Kong: case-control study of all adult deaths in 1998. *Ann Epidemiol.* 2004 Jul;14(6):391-8.
- Leitzmann MF, Park Y, Blair A, Ballard-Barbash R, Mouw T, Hollenbeck AR, Schatzkin A. Physical activity recommendations and decreased risk of mortality. *Arch Intern Med.* 2007 Dec 10;167(22):2453-60.
- Farahmand B, Broman G, de Faire U, Vågerö D, Ahlbom A. Golf: a game of life and death--reduced mortality in Swedish golf players. *Scand J Med Sci Sports.* 2009 Jun;19(3):419-24.
- Khandrika L, Kumar B, Koul S, Maroni P, Koul HK. Oxidative stress in prostate cancer. *Cancer Lett.* 2009 Sep 18;282(2):125-36. Epub 2009 Jan 30.



P58- Mesure du volume d'éjection systolique chez des patients cardiaques : Comparaison des valeurs obtenues par tonométrie, impédancemétrie thoracique et échocardiographie

Daline Teffaha<sup>1</sup>, Laurent Mourot<sup>2</sup>, Philippe Vernochet<sup>3</sup>, Jacques Regnard<sup>2</sup>, Catherine Monpère<sup>1,3</sup>,  
Benoît Dugué<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Poitiers, Laboratoire des Adaptations Physiologiques aux Activités Physiques  
daline.teffaha@univ-poitiers.fr

L'objectif est de comparer les valeurs de volume d'éjection systolique (VES) obtenues par tonométrie (HDI Pulse Wave<sup>TM</sup>), impédancemétrie thoracique (Physioflow®) et échocardiographie-Doppler (Siemens SEQUOIA C256) chez des patients insuffisants cardiaque (IC ; n = 24) et coronariens (CO, n= 24). Le VES a été évalué, au repos avant et après une période de rééducation. Les résultats montrent que la tonométrie et l'impédancemétrie surestiment les résultats de VES obtenus par l'échocardiographie. La tonométrie et l'échocardiographie sont plus sensibles à la modification de VES obtenue après une période de rééducation que l'impédancemétrie.

**Mots clés** : mesure non-invasive, volume d'éjection systolique, patients cardiaques.

## INTRODUCTION

Pour les patients cardiaques, la détermination du volume d'éjection systolique (VES) est essentielle à l'évaluation de la fonction cardiovasculaire. Les méthodes de référence de détermination du VES sont invasives et non utilisables en routine. En clinique, des méthodes non-invasives sont utilisées, mais peu d'informations sont disponibles sur la comparaison de résultats obtenus avec ces différentes méthodes. L'objectif de notre étude est de comparer les valeurs de VES obtenues par tonométrie, impédancemétrie thoracique et échocardiographie chez des patients cardiaques

## SUJETS ET METHODES

24 insuffisants cardiaques à fonction ventriculaire gauche altérée (IC) et 24 coronariens à fonction ventriculaire gauche préservée (CO), âgés de 30 à 76 ans, ont participé pendant 3 semaines à un programme de rééducation comprenant des exercices d'endurance sur ergocycle (30 min, 5 jours/semaine, 60 à 70 % VO<sub>2</sub> pic) associé à un programme gymnique (1, 2). Les patients ont été évalués au repos avant et après rééducation. Le VES a été estimé à l'aide de tonométrie d'applanation (HDI Pulse Wave<sup>TM</sup> CR-2000 ; HDI Hyperdiagnostics Inc., Eagan, Minnesota, USA), impédancemétrie thoracique (Physioflow® ; Manatec, Paris, France) et échocardiographie Doppler (SEQUOIA C256 Siemens, New-York, USA). Durant un exercice incrémental effectué avant et après la période de réadaptation, le VES a été suivi en continu par impédancemétrie thoracique.

## RESULTATS

Les résultats sont présentés dans les tableaux I et II et montrent que :

➤ La tonométrie et l'impédancemétrie donnent des valeurs de VES supérieures à celles calculées par échocardiographie. De plus, des résultats similaires ont été obtenus par échocardiographie et tonométrie concernant l'augmentation du VES après une période de rééducation chez des patients IC (Tableau I).

Tableau I. Mesure du volume d'éjection systolique (ml) au repos, avant et après rééducation.

|                   | Insuffisants cardiaques          |                                    | Coronariens                      |                                  |
|-------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                   | Avant                            | Après                              | Avant                            | Après                            |
| Echocardiographie | 48.7 ± 13.6<br>(23.9 - 76.7)     | 53.0 ± 12.9 *<br>(36.9 - 75.8)     | 61.5 ± 12.3<br>(34.9 - 83.1)     | 59.9 ± 12.2<br>(33.5 - 81.3)     |
| Tonométrie        | 74.6 ± 11.6 \$<br>(55.0 - 98.0)  | 81.8 ± 13.7 * \$<br>(54.5 - 108.5) | 89.8 ± 12.4 \$<br>(59.5 - 125.0) | 90.2 ± 10.1 \$<br>(70.0 - 106.5) |
| Impédancemétrie   | 83.0 ± 15.9 \$<br>(49.3 - 121.3) | 86.0 ± 16.3 \$<br>(60.2 - 132.2)   | 88.8 ± 17.3 \$<br>(57.6 - 133.1) | 93.7 ± 17.2 \$<br>(65.5 - 129.5) |

\* Significativement différent des valeurs observées avant l'entraînement, p< 0.05.

\$ Significativement différent des valeurs observées à l'échocardiographie, p< 0.05.

➤ Les variations de VES (après –avant rééducation) obtenues par tonométrie et échocardiographie, sont significativement corrélées, quelle que soit la population. Une corrélation significative entre impédancemétrie et échocardiographie a été observée chez les IC, mais pas chez les CO. L'analyse statistique effectuée par Bland&Altman montre que la différence entre tonométrie et échocardiographie est inférieure à la différence observée entre impédancemétrie et échocardiographie (Tableau II).

Tableau II : Comparaison des variations de VES (après –avant rééducation), exprimée en %, obtenues par tonométrie, impédancemétrie thoracique et échocardiographie.

|                            | Tonométrie vs échocardiographie | Impédancemétrie vs échocardiographie | Tonométrie vs Impédancemétrie |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Insuffisants cardiaques    |                                 |                                      |                               |
| Coefficient de corrélation | R=0.4190, p<0.05                | R=0.6016, p<0.05                     | R=0.1774, p>0.05              |
| Biais ± 1, 96 SD (%)       | -1,7 ± 46,55                    | -5,0 ± 41,3                          | -3,6 ± 37,45                  |
| Coronariens                |                                 |                                      |                               |
| Coefficient de corrélation | R=0.4661, p<0.05                | R= -0.3899, p>0.05                   | R= -0.2133, p>0.05            |
| Biais ± 1, 96 SD (%)       | 2,0 ± 34,45                     | 7,1 ± 58,8                           | 6,2 ± 45                      |

➤ Physioflow peut détecter un changement du VES lors d'un exercice physique chez les CO et IC (Fig. 1)

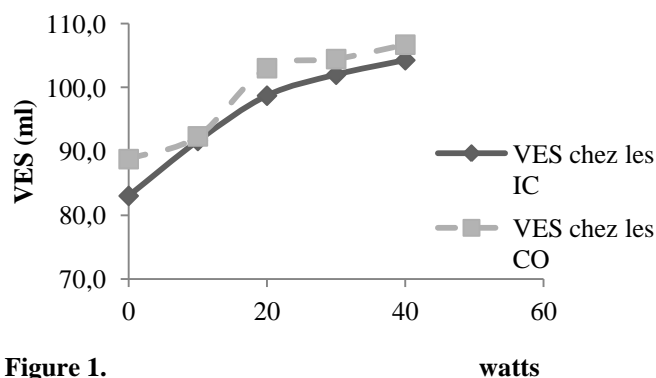


Figure 1.

## CONCLUSION

La tonométrie et l'impédancemétrie thoracique donnent des valeurs de VES significativement supérieures à celles obtenues par l'échocardiographie-Doppler. Toutefois, la tonométrie et l'échocardiographie-Doppler sont suffisamment sensibles pour détecter des modifications de VES après une période de rééducation alors que l'impédancemétrie ne le permet pas. L'intérêt de l'impédancemétrie réside principalement dans sa capacité à suivre les modifications de VES en temps réel au cours d'un exercice physique.

## BIBLIOGRAPHIE

- Teffaha D, Mourot L, Ounissi F, Vernochet P, Regnard J, Monpère C, Dugué B. (2011). J Card Failure (en révision).
- Mourot L, Teffaha D, Bouhaddi M, Ounissi F, Vernochet P, Dugue B, Regnard J, Monpère C. (2010) J Cardiopulm Rehabil Prev; 30:22-7.

P59- Incidence d'un changement de règles sur les blessures et le profil aérobie de Basketteurs professionnels.

Bruno Cormery,<sup>1,2</sup> Mariannick Marcil,<sup>1</sup> Isabelle Serres<sup>2</sup>, Marc Bouvard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CBMS (Centre de Biologie et de Médecine Sportive) Hôpital de Pau, Pau France

<sup>2</sup> Université de Pau et des Pays de l'Adour, LAPPS (Laboratoire d'Analyse de la Performance Physique & Santé), Pau, F-64000, France  
bruno.cormery@gmail.com

Cette étude a été conduite pour évaluer l'impact d'un changement de règlement en 2000 sur les aptitudes aérobies ainsi que la fréquence des blessures d'athlètes professionnels de Basketball évoluant en Pro A en France et accédant aux championnats d'Europe. Les joueurs ont été suivis pendant 14 années. L'évolution de leurs caractéristiques anthropométriques, physiologiques et épidémiologiques ont permis de quantifier l'effet de l'augmentation de l'intensité du jeu induite par la modification des règles de temps. Deux fois par an, les joueurs ont été soumis à des mesures anthropométriques et à un test incrémental sur ergocycle de type Monark. Le suivi des blessures a été réalisé sur les bases de la méthode d'Orchard (Rae, 2007). Le changement de règles introduit en 2000 par la FIBA (Fédération Internationale de Basket Amateur) a contribué à modifier le profil aérobie des joueurs tout en augmentant le taux de blessures principalement au niveau du membre inférieur.

**Mots clés** : Basket, professionnels sportifs, blessures, traumatologie,  $VO_{2max}$

## INTRODUCTION

La nature du "Basket" a largement évolué au cours de ces dernières années passant d'un sport de finesse et d'adresse à un sport de collision pour atteindre aujourd'hui le statut de sport de contact à risque (Starkey, 2000).

Le Basket met désormais l'emphase sur la vitesse, la puissance et le gabarit des joueurs. En 2000, la FIBA (Fédération Internationale du Basketball Amateur) participait à cette évolution en réduisant de 6s le temps alloué à l'équipe possédant la balle au cours d'une compétition pour tenter un panier (30s à 24s) et en découpant en 4 ¼ temps au lieu de 2 ½ temps la durée d'un match. Pour un temps de jeu identique (40 min), ces changements de règlement augmenteraient théoriquement le nombre d'actions de 20% tout en diminuant le temps de récupération entre chacune des actions.

## OBJECTIF

14 années de tests et de suivi médical d'une population de basketteurs professionnels de niveau européen nous permettent :

- a) de quantifier l'évolution des aptitudes physiologiques des joueurs en fonction des nouvelles règles
- b) de vérifier l'impact de l'augmentation de la vitesse du jeu sur la fréquence, le type et la structure anatomique impliquée dans la blessure.

## MÉTHODE ET RÉSULTATS

- *Sujets*: N=154, âgés de 17 à 35 ans, effectifs successifs de l'Elan Béarnais de 1994 à 2010 (Pro A, Euroleague, Eurocup). Les sujets ont été traités en accord avec le code de l'éthique de l'association mondiale médicale (déclaration d'Helsinki) et toutes les procédures ont été approuvées par le comité d'éthique de l'Hôpital de Pau.

- *Mesures anthropométriques* : La taille (cm), poids (kg), la masse grasse (%) méthode de Durnin (1967), matériel pince Harpenden.

- *Mesures physiologiques* : Mesure directe de la  $VO_2$  sur ergocycle de type Monark. Variables sous maximales (Wasserman, 1973), VT (seuil ventilatoire), RCP (point de compensation respiratoire).

- *Mesures épidémiologiques* : D'après la classification d'ORCHARD et réalisées par le médecin de l'équipe.

Seules les caractéristiques maximales et sous-maximales ventilatoires et cardiaques varient sous l'impact du changement de règlement. La consommation d'O<sub>2</sub> augmente de 14.7% à VT (seuil ventilatoire), 7.9% à RCP (point de compensation respiratoire) et de 7.6% à VO<sub>2max</sub>.

La fréquence cardiaque de repos décroît de 11.1% (62±1.1 à 56±2 bpm) et augmente aux intensités maximale et sous-maximale. En effet, la FC augmente de 9.2% à VT (142±0.7 à 154±2 bpm); de 9.6% à RCP (37.9±0.75 à 40.9±1.96 bpm); et de 9.7% à VO<sub>2max</sub> (179.5±0.7 à 183±1.8 bpm).

Enfin, le taux de blessures augmente globalement de 65.2 % (28.2/1000 AE versus 46.4/1000 AE (P<0.05)) (AE, Athlete Exposure). Tronc et membres inférieurs sont les plus touchés respectivement (+13.7/1000 AE), (+5.4/1000 AE). Les contusions et les entorses augmentent de 45 % et 21 %.

## CONCLUSION

Cette étude a permis de vérifier que l'augmentation de la vitesse du jeu induite par un changement de règlement intervenu en 2000 affecte de manière durable le niveau de condition physique de basketteurs professionnels d'une part et d'autre part que l'impact épidémiologique d'un tel changement occasionne une augmentation notable des blessures.

Par le truchement du changement de règlement, le temps des sprints restant constant, les joueurs ont dû s'adapter à une nouvelle quantité et distribution des efforts plus élevées. Cette capacité à répéter des sprints dans le temps est directement liée à la consommation d'O<sub>2</sub> (Edge, 2005).

Que ce soit avant ou après le changement de règles, la principale structure blessée est le membre inférieur (63%) comme dans le championnat NBA environ 65% (Deitch, 2006) (Starkey, 2000).

La vitesse étant un des critères principaux de l'augmentation des blessures, il n'est donc pas surprenant d'en constater l'augmentation (Norton, 2001).

## BIBLIOGRAPHIE

- Edge, J., D. Bishop, et al. (2005). "Effects of High- and Moderate-Intensity Training on Metabolism and Repeated Sprints." *Med Sci Sports Exerc* 37(11): 1975-1982.
- Deitch, J. R., C. Starkey, et al. (2006). "Injury risk in professional basketball players: a comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes." *Am J Sports Med* 34(7): 1077-83.
- Durnin, J. V. and M. M. Rahaman (1967). "The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness." *Br J Nutr* 21(3): 681-9.
- Norton, K., S. Schwerdt, et al. (2001). "Evidence for the aetiology of injuries in Australian football." *Br J Sports Med* 35(6): 418-23.
- Rae, K. and J. Orchard (2007). "The Orchard Sports Injury Classification System (OSICS) version 10." *Clin J Sport Med* 17(3): 201-4.
- Starkey, C. (2000). "Injuries and Illnesses in the National Basketball Association: A 10-Year Perspective." *J Athl Train* 35(2): 161-167.

P60-Plasticité des propriétés de décharge rythmique des motoneurones-alpha spinaux après modulation de l'influence des afférences et voies supra spinales.

*Bruno Cormery<sup>4</sup>, Chris MacDonell<sup>1</sup>, Duane Button<sup>2</sup>, Eric Beaumont<sup>3</sup>, Phillip Gardiner<sup>1,5</sup>*

<sup>1</sup>Spinal Cord Research Centre, Department of Physiology, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada

<sup>2</sup>School of Human Kinetics and Recreation, Memorial University, Newfoundland, Canada

<sup>3</sup>Chercheur adjoint, Département de chirurgie, Université de Montréal, Québec, Canada

<sup>4</sup>Département d'Éducation Physique, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau, France

<sup>5</sup>Health Leisure & Human Performance Research Institute, Faculty of Kinesiology & Recreation Management, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba.

[bruno.cormery@gmail.com](mailto:bruno.cormery@gmail.com)

Cette étude décrit les caractéristiques de décharges répétitives de motoneurones d'animaux soumis à des niveaux variables de feedbacks sensoriels et d'entrées supra spinales. La relation fréquence de décharge/intensité de courant dépolarisant a été utilisée comme mesure de l'excitabilité. Des expériences précédentes montrent que l'excitabilité des motoneurones chez le rat augmente et diminue respectivement avec les modèles de l'exercice et de la " transsection " de la moelle épinière. En comparant des animaux qui ont subi une section de la moelle, sédentaires et entraînés, il apparaît que les motoneurones des animaux entraînés sont plus excitables, démontrent une susceptibilité de la relation fréquence/temps plus faible, et enfin, ont une pente de la relation fréquence/intensité moins élevée. Ces résultats indiquent que les propriétés de décharges des motoneurones-alpha varient en fonction du niveau d'activité.

**Mots clés** : motoneurones-alpha spinaux, fréquence de décharge, plasticité, rat.

## **INTRODUCTION**

Plusieurs investigations illustrent que les propriétés "passives" des motoneurones-alpha sont altérables en diminuant ou en augmentant la quantité d'informations que les motoneurones reçoivent (Cormery et al., 2000) (Cormery et al., 2005) (Button et al., 2008) (Beaumont & Gardiner, 2002) (Beaumont & Gardiner, 2003). Cette plasticité des propriétés des motoneurones (AHP ; résistance d'entrée ; rhéobase) représente une adaptation cellulaire en réponse aux modèles expérimentaux utilisés. Les propriétés "actives" des motoneurones (relation "fréquence de décharge/intensité" et relation "fréquence/temps") s'adaptent également à une variation de la quantité d'information que les motoneurones reçoivent quotidiennement. Par exemple, lorsque l'entrée supra spinale est compromise le "gain" (taux de variation de fréquence de décharge en fonction de l'intensité) diminue en comparaison d'un groupe sédentaire (Beaumont et al., 2008) (Button et al., 2008).

## **OBJECTIF**

L'objet de cette étude est d'identifier des changements de décharge rythmique des motoneurones des pattes postérieures de rats entraînés en les comparant à des rats inactifs (section de la moelle) et sédentaires.

## **MÉTHODE ET RÉSULTATS**

Les animaux ont été traités en conformité avec le guide du Conseil Canadien de Protection des Animaux. Des rats femelles de souche Sprague-Dawley pesant initialement 225 à 250 g ont été assignées au hasard dans un groupe : Entraînés (E) pendant 16 semaines (n=36), Sédentaire (S) (n=32) et section de la moelle (T) pendant 4 semaines (n=29). Les animaux, libres de leurs mouvements, avaient un accès permanent à l'eau et à la nourriture.

L'excitabilité des motoneurones (n=110) des pattes postérieures a été comparée entre les groupes (S), (T) et (E) en utilisant une méthode standard d'enregistrement des propriétés électrophysiologiques de rats sous anesthésie à la kétamine-xylazine.

L'analyse de la fréquence de décharge à partir d'une succession d'ondes carrées dépolarisantes croissantes de 500 ms permet de décrire les propriétés rythmiques des motoneurones en fonction de trois périodes : « Initial » (premier ISI (inter-spike interval)),

« Early » (moyenne des trois premiers ISI) et au « Steady-State » (moyenne des trois derniers ISI). Les relations (F/I) obtenues montrent que le “gain” le plus élevé ( $55.3 \pm 22.2 \text{ Hz.nA}^{-1}$ ) apparaît dans le groupe (S) suivi par le groupe (T) ( $35.5 \pm 15.3 \text{ Hz.nA}^{-1}$ ), le groupe (E) ayant le “gain” le plus faible ( $25.4 \pm 10.9 \text{ Hz.nA}^{-1}$ ). Le groupe (S) présente également un “gain” élevé au « Steady-State » alors qu’il est similaire pour les groupes (E) et (T).

Un index de l’adaptation en fréquence de décharge (SFA, spike frequency adaptation) révèle que le décours de la fréquence est de (60 %) pour le groupe (E) et 78 % pour le groupe (S). Finalement, la proportion dans la relation F/I d’une double pente est plus courante pour le groupe T (41 %) en comparaison des groupes S (12 %) et E (28 %).

## CONCLUSION

La diminution du “gain” et de l’index SFA des motoneurones des animaux entraînés s’explique, via les modèles théoriques, par l’augmentation de la conductance au  $\text{Na}^+$  du segment initial des motoneurones-alpha spinaux. Ces résultats montrent que la plasticité du rythme de décharge des motoneurones dépend du volume de l’activité journalière autant que de l’intégrité des voies descendantes supra spinales. 16 semaines d’entraînement sur tapis roulant conduisent classiquement à un changement d’expression des MHC de rapides à lentes. Un effet de “matching” des unités musculaires avec les propriétés actives motoneuronales est également un mécanisme permettant d’expliquer les adaptations du groupe (E) de cette étude (Gardiner, 1993).

## BIBLIOGRAPHIE

- Beaumont, E., & Gardiner, P. (2002). Effects of daily spontaneous running on the electrophysiological properties of hindlimb motoneurons in rats. *J Physiol (Lond)*, 540(1), 129-138.
- Beaumont, E., & Gardiner, P. F. (2003). Endurance training alters the biophysical properties of hindlimb motoneurons in rats. *Muscle Nerve*, 27(2), 228-236.
- Beaumont, E., Kaloustian, S., Rousseau, G., & Cormery, B. (2008). Training improves the electrophysiological properties of lumbar neurons and locomotion after thoracic spinal cord injury in rats. *Neurosci Res*, 62(3), 147-154.
- Button, D. C., Kalmar, J. M., Gardiner, K., Marqueste, T., Zhong, H., Roy, R. R., et al. (2008). Does elimination of afferent input modify the changes in rat motoneurone properties that occur following chronic spinal cord transection? *J Physiol*, 586(2), 529-544.
- Cormery, B., Francois Marini, J., & Gardiner, P. F. (2000). Changes in electrophysiological properties of tibial motoneurons in the rat following 4 weeks of tetrodotoxin-induced paralysis. *Neurosci Lett*, 287(1), 21-24.
- Cormery, B., Beaumont, E., Csukly, K., & Gardiner, P. (2005). Hindlimb unweighting for two weeks alters physiological properties of rat hindlimb motoneurons. *J Physiol (Lond)*, jphysiol.2005.091835.
- Gardiner, P. F. (1993). Physiological properties of motoneurons innervating different muscle unit types in rat gastrocnemius. *Journal of Neurophysiology*, 69(4), 1160-1170.

## P61- Relation lactatémie- fréquence cardiaque sur ergocycle : Comparaison du protocole continu au protocole sinusoïdal

Sana Zbidi<sup>1</sup>, Tarak Driss<sup>1</sup>, Badrane Zinoubi<sup>1</sup> & Henry Vandewalle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CeRSM (E.A. 2931), UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre – La Défense

<sup>2</sup>Service d'Explorations Fonctionnelles et Médecine du Sport, Hôpital Avicenne, Bobigny  
zbidi\_sana@hotmail.fr

Cette étude a été réalisée dans le but de vérifier l'efficacité de deux modalités d'exercices d'entraînement : Continu (C) et sinusoïdal (S) avec des intervalles de travail variables 10 et 20 secondes à 160 et 240 W sur la fréquence cardiaque (FC), la lactatémie [La] et la perception de l'effort (RPE) lors d'un exercice de pédalage sur ergocycle. Notre hypothèse est que la FC, la [La], le RPE et la puissance correspondante au seuil 4 mmol (P4mmol) évoluent différemment selon le protocole. 11 sujets ont participé à la présente étude. Nos résultats ont montré un effet protocole sur les différents indices (FC, [La] et RPE) à 160 et 240 W. Les indices étaient moins élevés dans le protocole C comparés au protocole S, suggérant que ce dernier ne permettrait pas de réaliser d'importante quantité de travail avec un équilibre métabolique.

**Mots clés :** Exercice continu ou sinusoïdal, Fréquence cardiaque, Lactatémie, ergocycle

### INTRODUCTION

La spécificité de certaines disciplines physiques et sportives exige la pratique des différentes modalités d'exercices, dont le profil de la charge demeure constant (exercice continu) ou alterné (sinusoïdal) afin de maintenir un niveau d'effort compatible avec les différentes activités. A notre connaissance, excepté l'étude de Idir et al (1999) et Gharbi et al (2010) en course à pied sur les réponses métaboliques et cardiorespiratoires entre deux types d'exercices d'intensités différentes, il existe encore peu d'études sur ce sujet à l'heure actuelle. L'objet de la présente communication est d'étudier la FC, la [La] et le RPE entre deux épreuves de pédalage à 160 et 240W où les sujets effectuent les mêmes exercices à la même puissance moyenne mais soit à puissance constante (C) soit à puissance sinusoïdale (S) (temps de travail à puissance élevée/temps de puissance peu élevée) en vue de déterminer la modalité la plus efficace et la moins contraignante sur le plan métabolique et cardiorespiratoire.

### METHODE

11 sujets masculins ( $179,73 \pm 5,92$ cm ;  $75,96 \pm 8,34$  kg ; PMA :  $312,73 \pm 11,4$  watts) ont participé à cette étude. Dans un premier temps, ils ont réalisé un test de PMA. Une semaine après, ils ont passé 2 protocoles de pédalage sur ergocycle S ou C pendant 10 min dans un ordre randomisé. Dans le protocole C, les sujets ont pédalé à une puissance constante de 160 W et, une heure après à 240 W. Entre 48 heures et une semaine après, lors du protocole S, la puissance variait sur un intervalle de 10 s (S10) ou de 20 s (S20) de  $\pm 40$  W à une intensité moyenne de 160 et 240 W (Figure1). L'ordre de passage des trois protocoles (C, S10 et S20) a été randomisé. L'exercice a été accompagné d'un enregistrement continu de la FC. La [La] et le RPE ont été mesurés après 5 min d'exercice et à la fin de l'exercice de 10 min. Afin de comparer ces différents indices selon les protocoles, nous avons utilisé les tests statistiques suivants : Une ANOVA à un facteur pour des mesures répétées pour tester l'effet « protocole ». En cas d'effet, un test post hoc de Bonferroni a été réalisé. De plus, n'ayant que deux points expérimentaux par protocole, une interpolation linéaire a été réalisée pour le calcul de la puissance (P4mmol) et de FC (FC4mmol) correspondantes au seuil 4 mmol.



Figure 1. Présentation schématique de deux protocoles (continu et sinusoïdal)

## RESULTATS

La comparaison des valeurs de FC, [La] et RPE entre les trois protocoles (C, S10, S20) a révélé un effet protocole. FC, [La] et RPE étaient plus élevés dans le protocole S comparés à ceux du protocole C. De plus, Ces indices ont été statistiquement supérieurs lors protocole S20 en comparaison au protocole S10, et ce quelle que soit la puissance de l'exercice (160 vs 240W). P4mmol lors du protocole C est statistiquement plus élevée qu'en S20 ( $P < 0,01$ ) (Figure 2) alors que la différence n'est pas significative pour FC4 mmol. (Figure 3).

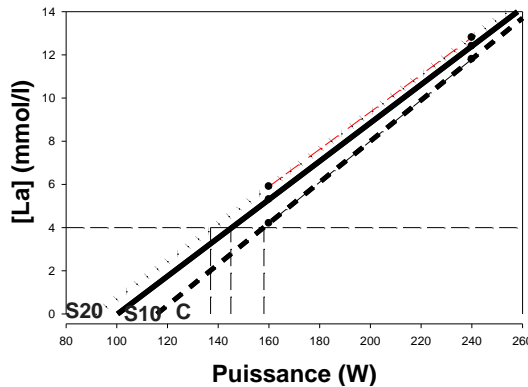


Figure 2. Interpolation linéaire pour le calcul des puissances au seuil 4 mmol respectivement pour les protocoles (C, S10 et S20).

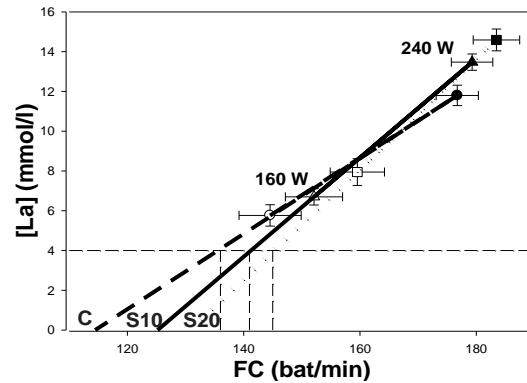


Figure 3. Interpolation linéaire pour le calcul des valeurs de la FC correspondantes au seuil 4mmol pour les trois protocoles (C, S10 et S20) à 160 et 240 W.

## DISCUSSION

La comparaison des indices physiologiques étudiés selon les trois modalités (C, S10 et S20) a montré des valeurs statistiquement supérieures lors du protocole S20 en comparaison et S10 et surtout à C, mettant en évidence un caractère plus contraignant d'un point de vue cardiaque et métabolique lors du S20 et ce quelle que soit l'intensité de l'exercice (160 et 240 W). Cette différence d'adaptation de FC et de [La] selon les protocoles seraient expliquée en partie par la difficulté et l'intensité élevée du protocole S (de l'ordre de 90% PMA, lors du maintien d'une intensité moyenne de 240 W, équivalente à 77% PMA) avec une récupération incomplète, sollicitant un volume musculaire important lors de ce type d'exercice. De plus, l'atteinte du seuil lactique 4 mmol lors de S20 se manifeste à des puissances moindres, mais à des FC plus élevées. Ce dernier résultat suggère que les adaptations cardiaques et lactiques imposées par l'exercice continu semblent être plus efficaces (Billat et al.2001).

## CONCLUSION

Les conditions d'ajustement cardio-circulatoire et d'adaptation métabolique différentes d'une modalité à l'autre doivent être prises en compte et peuvent orienter le choix de la modalité de l'exercice à proposer au sujet. Par ailleurs, la relation FC/[La] déterminée dans la présente étude montre que le protocole S20 ne serait pas le mieux indiqué et il ne permettrait pas de réaliser des quantités de travail importantes avec un équilibre métabolique stable.



P62- Comparaison des indices physiologiques lors d'un exercice continu à une intensité constante et d'un exercice à une intensité variable en course à pied

Badrane Zinoubi<sup>1</sup>, Tarak Driss<sup>1</sup>, Sana Zbidi<sup>1</sup>, & Henry Vandewalle<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CeRSM (E.A. 2931), UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre – La Défense

<sup>2</sup> Service d'Explorations Fonctionnelles et Médecine du Sport, Hôpital Avicenne, Bobigny

[badrane.zinoubi@u-paris10.fr](mailto:badrane.zinoubi@u-paris10.fr)

L'objectif de la présente étude était de comparer la fréquence cardiaque à la fin de l'exercice (FC), la lactatémie à la fin de l'exercice [La], la vitesse critique (VC), le temps limite (TL) et la perception de l'effort (RPE) au cours de deux épreuves de course à pied soit à une vitesse constante (Vcte) (90%, 100% et 110% VMA) soit une vitesse sinusoïdale (Vsin), c.à.d. à vitesse moyenne similaire à Vcte mais avec un changement de vitesse de  $\pm 3$  km/h. 11 sujets ont participé à l'étude. [La] et le RPE ont été mesurés à la fin de l'exercice. La fréquence cardiaque a été enregistrée tout au long de l'exercice. Nos résultats ont montré que FC et TL étaient plus élevés dans le protocole Vcte comparés à ceux du protocole Vsin. Cependant, le RPE et [La] étaient supérieurs lors du protocole Vsin mettant en évidence la pénibilité du changement de l'intensité.

**Mots Clés:** Exercice continu/exercice sinusoïdal, Temps limite, Fréquence cardiaque, Lactatémie.

## INTRODUCTION

Des paramètres tels que la vitesse maximale aérobie (VMA), la vitesse critique (VC), la fréquence cardiaque à la fin de l'exercice (FC) et la lactatémie à la fin de l'exercice [La] constituent des indicateurs physiologiques discriminants de la performance aérobie dans des nombreuses activités physiques et sportives (Chassin et al.1986). De plus, de nombreux travaux se sont intéressés à l'étude de ces paramètres physiologiques et au concept du temps limite (TL). Il est bien établi qu'il y a une variabilité importante de TL quelque soit l'intensité de l'exercice (Billat et al.1999 ; Blondel et al. 2001; Hill et al. 1997). Cependant, on a peu d'informations concernant cette variabilité entre deux modalités d'exercices en course à pieds à Vitesse constante (Vcte) et à vitesse sinusoïdale (Vsin). Ceci étant, l'objectif de la présente étude était de vérifier l'effet de deux types d'exercices (cte vs sin) sur l'adaptation des différents paramètres physiologiques.

## METHODES

Cette étude porte sur 11 sujets masculins ( $178 \pm 4,5$ cm;  $74,5 \pm 6,4$  kg; VMA: $15,5 \pm 1,2$  km/h). Ils ont réalisé un test progressif de l'université de Montréal (Léger-Boucher) dont le but est de déterminer la VMA. Dans un 2<sup>ème</sup> temps, les sujets ont effectué dans un ordre randomisé six tests (un test par jour) de TL à des intensités de (90 %, 100 %, 110 %) de la VMA avec des moyennes similaires soit à Vcte avec une amplitude de 12.5 m soit à Vsin de  $\pm 3$  km/h ( ceci avec la même période que Vcte mais avec alternance de la distance de 9.85 m et 15.15 m) jusqu'à épuisement (Figure 1). Les séances sont espacées d'au moins 48 heures. Ces exercices sont précédés d'un échauffement de 65% et 70 % de la VMA pendant 5 min.

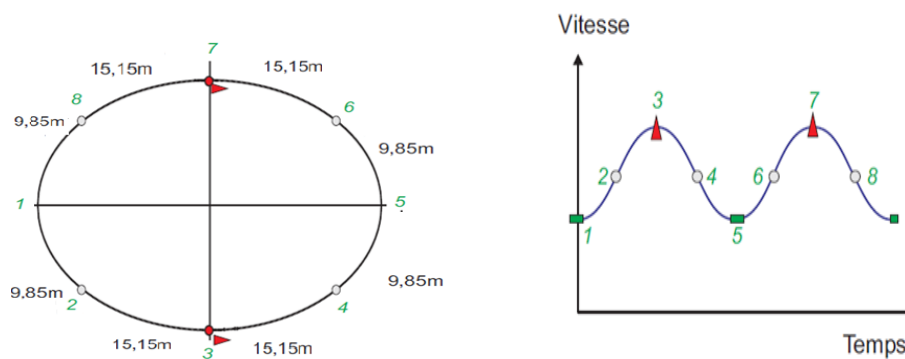


Figure 1 : Présentation schématique du protocole sinusoïdal

## RESULTATS

Les résultats du t de Student pour des mesures appariées montrent que FC à la fin de l'exercice et TL sont plus élevés lors d'un exercice à Vcte pour une vitesse de 100% VMA (Figure 2). Ce même résultat a été observé pour 90 et 110% VMA. En revanche, les valeurs de [La] à la fin de l'exercice et du RPE ont été plus élevées lors de l'exercice à Vsin comparé à l'exercice à Vcte à 90, 100, et 110% VMA (Figure 2). Cependant, il n'y a pas de différence significative de la VC selon les protocoles ( $P > 0,05$ ).

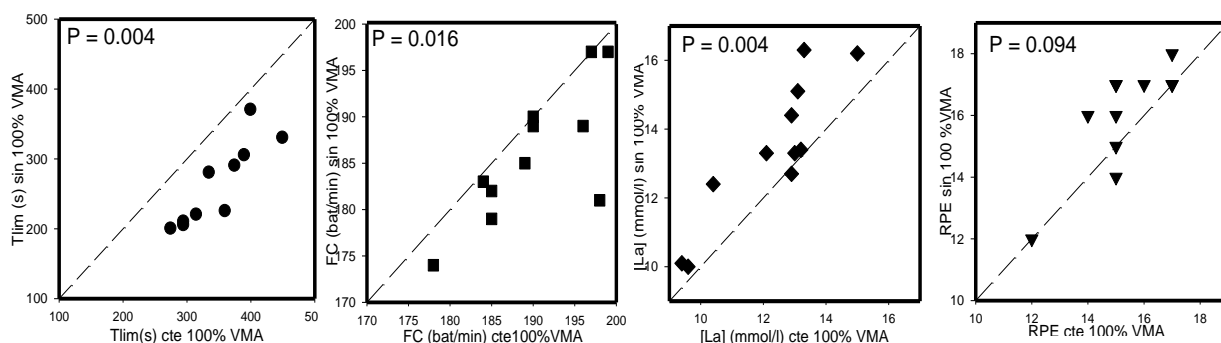


Figure 2: Comparaison de TL, FC, [La] et RPE selon les protocoles Vcte vs Vsin pour 100% VMA. La ligne discontinue représente la droite d'identité.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Nos résultats révèlent une différence d'adaptation des indices physiologiques selon le protocole imposé. Ils ont montré que TL, FC à la fin de l'exercice lors d'un exercice à Vcte sont statistiquement supérieurs à ceux d'un exercice à Vsin pour les trois intensités 90%, 100% et 110%. En revanche, [La] à la fin de l'exercice présente des valeurs supérieures lors d'un exercice sinusoïdal. Ainsi lors d'un exercice à Vcte le sujet est plus apte à maintenir l'effort demandé malgré l'augmentation continue de la FC (Billat et al, 1999 ; Blondel et al, 2001), d'où un TL plus élevé lors d'un exercice à Vcte comparé à un exercice sinusoïdal qui est lui-même contrarié par l'augmentation importante de la [La] à la fin de l'exercice. L'augmentation de cette dernière serait due selon le principe de Chassain (1986) à l'absence de récupération complète lors du protocole sinusoïdal qui ne favorise pas une récupération optimale suite au manque de restauration de l'ATP/CP. Ceci étant, nos résultats suggèrent des mécanismes d'adaptation différents de l'organisme en fonction du protocole. En conclusion, les résultats de la présente étude posent le problème de l'efficacité des méthodes d'entraînement, voire la validité de quelques protocoles d'évaluation. Ils suggèrent que les protocoles sinusoïdaux ne permettraient pas de réaliser des quantités de travail importantes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Billat V, Koralsztein JP, Morton RH (1999). Time in human endurance models. From empirical models to physiological models. *Sports Medicine*, 27, 359-79.
- Blondel N, Berthoin S, Billat V, Linsel G (2001). Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of  $vVO_2max$  and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 27-33.
- Chassain, A.P. (1986). Méthode d'appréciation objective de la tolérance de l'organisme à l'effort : application à la mesure des puissances critiques de la fréquence cardiaque et de la lactatémie. *Science et sport*, 1,41-48.
- Hill DW, Williams CS, Burt SE (1997). Responses to exercise at 92% and 100% of the velocity associated with  $VO_2max$ . *International Journal of Sports Medicine*, 18, 325-329.

L'entraînement intermittent est connu pour son efficacité. A ce jour, il n'a pas été réalisé de comparatif entre entraînement intermittent (EI) et entraînement continu (EC) sur les paramètres de densité minérale osseuse, alors que l'exercice est recommandé dans le traitement de l'ostéoporose. L'objectif de notre étude était de vérifier si les effets de l'EC pouvaient être retrouvés pour une durée moindre grâce à l'EI. 44 rats mâle Wistar ont été divisés en 4 groupes : contrôle suivi 10 semaines, contrôle suivi 14 semaines, EC 14 semaines et EI 10 semaines. Les mesures de densité minérale osseuse ont montré un gain par semaine supérieur pour EI10 comparé à EC14. Ainsi, un EI de 10 semaines a permis d'obtenir un gain de minéralisation osseuse satisfaisant.

**Keywords :** Entraînement, VMA, densité minérale osseuse, masse grasse, exercice

## INTRODUCTION

La supériorité de l'entraînement intermittent (EI) par rapport à l'entraînement continu (EC) commence à être démontrée dans plusieurs domaines, cependant les effets sur la densité minérale osseuse (DMO) n'ont pas été étudiés. Il a été montré qu'un EC suivi pendant 14 semaines chez le rat permettait d'obtenir un gain de DMO (Pajamaki et al., 2003). Du fait de la présence de phases intenses, nous supposons que l'EI était plus efficace que l'EC et qu'ainsi il permettrait d'obtenir un gain de DMO plus rapidement. Par conséquent, l'objectif de notre étude était de vérifier si les effets de l'EC pouvaient être retrouvés pour une durée d'entraînement moindre grâce à l'EI.

## MATERIEL ET METHODES

44 rats mâles Wistar, âgés de 10 semaines, ont été divisés aléatoirement en 4 groupes : contrôle suivi 10 semaines (C10), contrôle suivi 14 semaines (C14), entraînement continu de 14 semaines (EC14) et entraînement intermittent de 10 semaines (EI10). L'EC14 consistait en une course sur tapis roulant à une vitesse proche de 60% de la Vitesse Maximale Aérobie (VMA) soit environ 20 m/min lors de la dernière semaine, durant 1h/jour, 5j/semaine et pendant 14 semaines. L'EI10 consistait en une course sur tapis roulant, composée de 7 cycles de 8min et se terminait par 4 min de récupération active (50% VMA) : 5 min à vitesse modérée (50% de VMA), 2 min intense (80% de VMA) et 1 min de récupération passive, durant 1h/jour, 5j/semaine et pendant 10 semaines. A la fin de chaque protocole, la DMO et la composition corporelle ont été évaluées par absorptiométrie (Discovery, Hologic) et un test de VMA a été réalisé selon le protocole de Boissière et al. (Boissière et al., 2008). Les résultats ont été analysés par des tests non paramétriques de Mann-Whitney.

## RESULTATS

### *Composition corporelle*

Au terme des 10 semaines, le poids ( $615,19 \pm 45,05$  vs  $556,59 \pm 32,82$  g ;  $p < 0,01$ ), la masse grasse ( $111,41 \pm 32,02$  vs  $66,07 \pm 19,19$  g ;  $p < 0,01$ ) et le pourcentage de masse grasse ( $17,96 \pm 4,36\%$  vs  $11,84 \pm 3,31\%$  ;  $p < 0,01$ ) étaient significativement supérieurs dans le groupe C10 par rapport au groupe EI10. En revanche, la masse maigre n'était pas différente entre ces 2 groupes.

Au terme des 14 semaines, nous avons remarqué que le poids ( $641,61 \pm 56,34$  vs  $560,54 \pm 38,63$  g ;  $p < 0,01$ ) et la masse maigre ( $514,98 \pm 30,83$  vs  $450,18 \pm 28,44$  g ;  $p < 0,01$ ) étaient supérieurs dans le groupe C14 par rapport au groupe EC14. Cependant, aucune différence n'était constatée pour la masse grasse et le pourcentage de masse grasse entre ces 2 groupes.

La comparaison des entraînements nous a permis de mesurer que le gain de masse grasse n'était pas différent entre les groupes. En revanche, le gain de poids ( $17,2 \pm 3,1$  vs  $10,3 \pm 1,8$

g/semaine ;  $p < 0,01$ ) et de masse maigre ( $13,5 \pm 3,1$  vs  $7,4 \pm 1,1$  g/semaine ;  $p < 0,01$ ) étaient significativement supérieurs dans le groupe EI10 par rapport au groupe EC14.

#### Densité minérale osseuse (DMO)

Au terme des 10 semaines, les DMO au corps entier et au fémur n'étaient pas statistiquement différentes entre les groupes C10 et EI10. En revanche, une fois normalisées au poids de corps, les DMO au corps entier et au fémur sont significativement supérieures chez les EI10 par rapport aux C10 ( $p < 0,01$ ).

Au terme des 14 semaines, nous avons constaté que les DMO au corps entier ( $0,205 \pm 0,006$  vs  $0,194 \pm 0,006$  g/cm<sup>2</sup> ;  $p < 0,01$ ) et au fémur ( $0,389 \pm 0,020$  vs  $0,364 \pm 0,013$  g/cm<sup>2</sup> ;  $p < 0,01$ ) étaient significativement supérieures chez les C14 comparativement aux EC14. Par ailleurs, la DMO du fémur normalisée au poids de corps n'était plus différente entre ces 2 groupes.

En comparant les groupes EI10 et EC14 nous avons constaté un gain de DMO significativement supérieur dans le groupe EI10 par rapport au groupe EC14 au corps entier ( $0,005 \pm 0,000$  vs  $0,003 \pm 0,000$  g/cm<sup>2</sup>/semaine ;  $p < 0,01$ ) et au fémur ( $0,010 \pm 0,001$  vs  $0,006 \pm 0,001$  g/cm<sup>2</sup>/semaine ;  $p < 0,01$ ) (Figure 14).

#### Test de Vitesse Maximale Aérobie (VMA)

En comparant les 2 groupes entraînés, une VMA significativement plus importante a été obtenue dans le groupe EI10 (EI10 :  $33,9 \pm 3,5$  ; EC14 :  $29,2 \pm 4,5$  m/min ;  $p = 0,01$ ).

## CONCLUSION

A notre connaissance, cette étude est la première à comparer les effets osseux de l'entraînement continu et de l'entraînement intermittent. Un protocole d'entraînement intermittent permet d'obtenir des gains de densité minérale osseuse par semaine supérieurs malgré 4 semaines d'entraînement de moins qu'un entraînement continu. De plus, et en dépit d'un entraînement moins long, il permet d'augmenter la vitesse maximale aérobie. Ce mode d'entraînement devrait être privilégié dans la prévention des fractures, notamment dans l'ostéoporose.

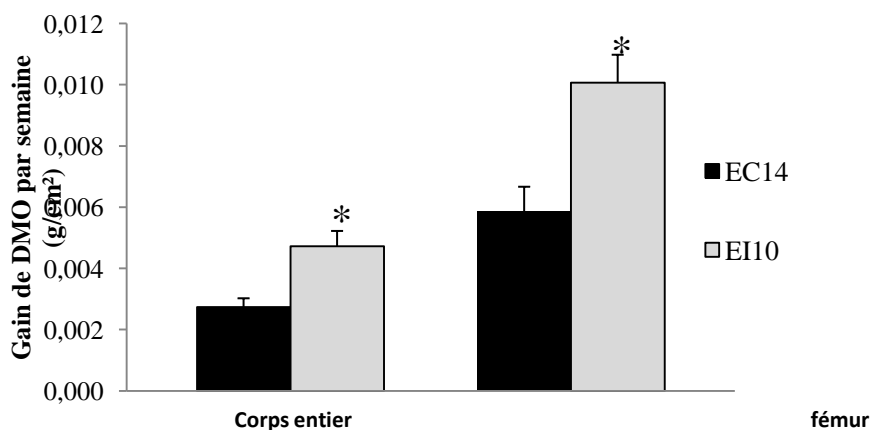


Figure 14 Comparaison Entraînement Continu 14 semaines (EC14) / Entraînement Intermittent 10 semaines (EI10) sur le gain de densité minérale osseuse (DMO) par semaine au corps entier et au fémur. \* $< 0,05$

## BIBLIOGRAPHIE

Boissiere, J., Eder, V., Machet, M. C., Courteix, D., & Bonnet, P. (2008). Moderate exercise training does not worsen left ventricle remodeling and function in untreated severe hypertensive rats. *J Appl Physiol*, 104(2), 321-327.

Pajamaki, I., Kannus, P., Vuohelainen, T., Sievanen, H., Tuukkanen, J., Jarvinen, M., & Jarvinen, T. L. (2003). The bone gain induced by exercise in puberty is not preserved through a virtually life-long deconditioning: a randomized controlled experimental study in male rats. *J Bone Miner Res*, 18(3), 544-552.

P64- Rupture des ligaments croisés chez le sportif, répercussion sur la densité minérale osseuse du genou

Arnaud Boudenot<sup>1</sup>, Stéphane Pallu<sup>1</sup>, Claude Laurent Benhamou<sup>1</sup>, Christelle Jaffré<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UMR-S658 Caractérisation du Tissu Osseux par Imagerie : Techniques et applications (CTI), Orléans

<sup>2</sup> EA1274, Laboratoire Mouvement, Sports, Santé (M2S), Rennes 2  
arnaud.boudenot@inserm.fr

Les traumatismes du genou consécutifs à une pratique sportive favorisent la survenue d'une gonarthrose. La mesure de la densité minérale osseuse épiphysaire fémoro-tibiale dans la gonarthrose a été pratiquée et pourrait constituer un paramètre pronostic. L'objectif de cette étude était d'évaluer la DMO chez des sportifs ayant subi une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur (LCA).

La baisse de DMO du côté lésé pourrait être le reflet d'une ostéoporose locale de sous-utilisation. Cependant la DMO similaire aux deux membres inférieurs entiers n'est pas en faveur de ce mécanisme. Il pourrait donc s'agir d'un signe précoce de détérioration ostéo-articulaire du genou préjudicant à la gonarthrose.

**Keywords :** traumatisme, activité physique, gonarthrose, masse osseuse

## INTRODUCTION

L'activité physique peut s'accompagner de lésions du genou. Or il est maintenant bien admis que les traumatismes du genou favorisent la survenue d'une gonarthrose (Buckland-Wright, Lynch, & Dave, 2000; Ruiz, Kelly, & Nutton, 2002). Cette pathologie a été analysée par différentes techniques d'imagerie, dont l'analyse de la densité minérale osseuse épiphysaire fémoro-tibiale. Par contre, peu d'études, à notre connaissance, se sont intéressées à l'évolution d'un traumatisme du genou pouvant conduire à une gonarthrose.

## OBJECTIF

L'objectif de cette étude a été d'analyser les paramètres osseux du genou de sportifs ayant subi une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur (LCA).

## MATERIEL ET METHODES

Huit sujets sportifs de niveaux régional à international, 4 hommes ( $29,3 \pm 6,4$  ans) et 4 femmes ( $21,8 \pm 3,3$  ans) ont été recrutés en moyenne 26,9 mois après une ligamentoplastie pour rupture unilatérale du LCA (dont 4 sur leur jambe d'appel). Le genou non lésé a servi de contrôle. Tous ont repris la compétition au niveau régional minimum. La composition corporelle (masse grasse et masse maigre) et la DMO ont été mesurées par absorptiométrie DXA (Delphi, Hologic, USA) au corps entier, aux membres inférieurs ainsi qu'au tibia proximal (TP) et au fémur distal (FD). L'épaisseur de l'interligne fémoro-tibiale a été mesurée par radiologie haute résolution (D3A Medical Systems, BMA, France).

## RESULTATS

Une masse grasse significativement supérieure a été observée au niveau du membre lésé par rapport au membre sain ( $3,59 \pm 1,21$  ;  $3,47 \pm 1,21$  kg ;  $p < 0,05$ ). Inversement, le membre lésé avait tendance à avoir une masse maigre inférieure au membre sain ( $9,03 \pm 3,24$  ;  $9,18 \pm 3,21$  kg ;  $p = 0,07$ ). Nous avons observé une DMO au FD et au TP significativement inférieure pour le côté lésé (**Figure 15**). Aucune différence significative n'était retrouvée pour la DMO à la patella, ni à l'ensemble du membre inférieur (lésé  $1,377 \pm 0,200$  ; non lésé  $1,413 \pm 0,190$  ;  $p = 0,12$ ) (**Figure 16**), ni pour la mesure de l'interligne.

## CONCLUSION

Une diminution de la DMO au fémur distal et au tibia proximal du membre lésé pourrait être la conséquence de la diminution des contraintes mécaniques suite à la blessure. Cependant la DMO similaire aux deux membres inférieurs entiers n'est pas en faveur de ce mécanisme. Il pourrait donc s'agir d'un signe précoce de détérioration ostéo-articulaire du genou préjudicant à

la gonarthrose. Des effectifs plus vaste et suivis en prospectif permettraient de préciser la cinétique de cette perte osseuse locale, et ses relations avec la masse maigre et la masse grasse du membre inférieur.

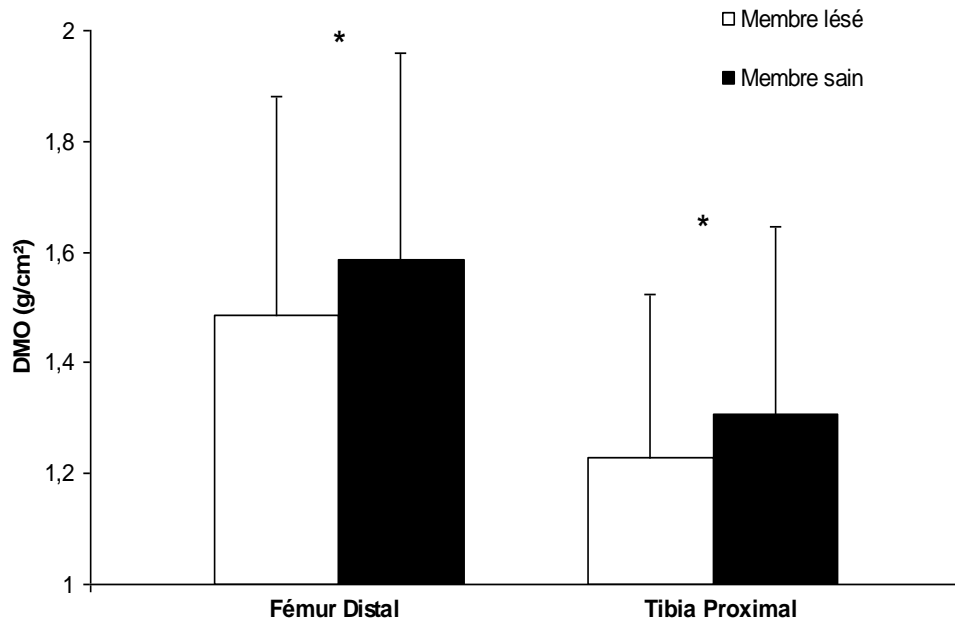


Figure 15 Densité minérale osseuse des épiphyses fémoro-tibiales. \* p < 0,05.

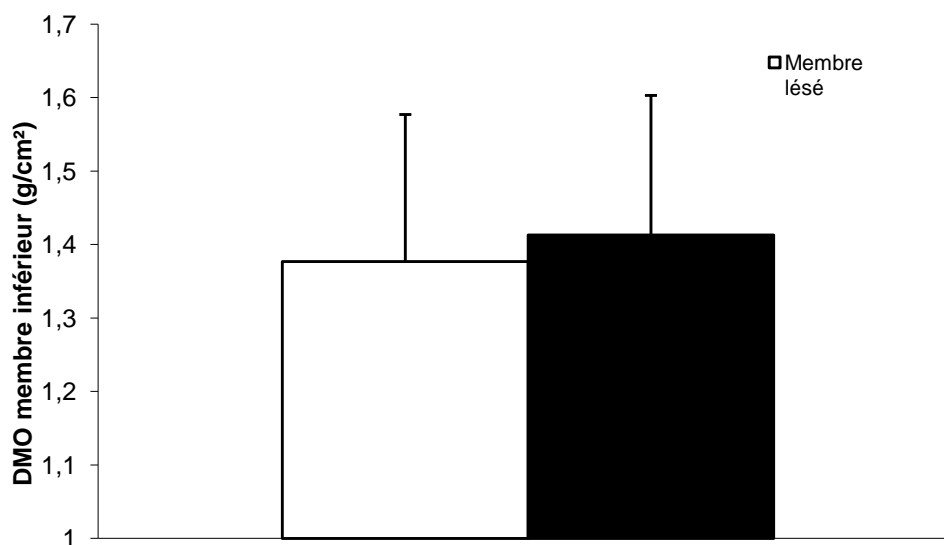


Figure 16 Densité Minérale Osseuse (DMO) aux membres inférieurs. \*p<0,05

## BIBLIOGRAPHIE

- Buckland-Wright, J. C., Lynch, J. A., & Dave, B. (2000). Early radiographic features in patients with anterior cruciate ligament rupture. *Ann Rheum Dis*, 59(8), 641-646.
- Ruiz, A. L., Kelly, M., & Nutton, R. W. (2002). Arthroscopic ACL reconstruction: a 5-9 year follow-up. *Knee*, 9(3), 197-200.

P65- Réponses hormonales suite à un exercice de force-vitesse chez des enfants footballeurs pré-pubères appartenant à deux races différentes

Ben Ayed karim <sup>a,b</sup>; Latiri Imed <sup>a</sup>; Zaouali Ajina M <sup>a</sup>; Chaïeb F <sup>a</sup>; Tabka Z <sup>a</sup>; Zbidi A <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire des adaptations cardio-circulatoires, respiratoires, métaboliques et hormonales à l'exercice musculaire, faculté de médecine, 4002 Sousse, Tunisie

<sup>b</sup> Institut supérieur des sports et de l'éducation physique, Ksar-Saïd, Tunisie  
ben.ayedkl@yahoo.fr

**Mots clés:** Entraînement; Race, Enfants pré-pubères; Hormone de croissance.

## OBJECTIFS

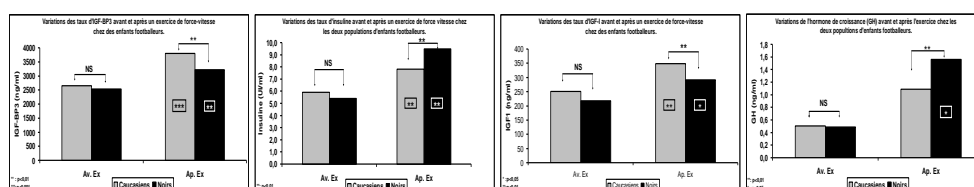
Le but de cette étude était de démontrer les réponses hormonales suite à un exercice de force vitesse chez deux groupes de jeunes pré-pubères footballeurs tunisiens de races différentes (caucasienne et noire).

## MATERIEL ET METHODES

Trente et un footballeurs pré-pubères ont été inclus dans l'étude. Onze Noirs [groupe noir (GN) : âge : 12,1 ± 1,1ans, taille 154 ± 7,8cm, masse corporelle 40,5 ± 8,5kg, BMI:16,8 ± 1,8 kg/m<sup>2</sup> et volume musculaire des membres inférieurs (VMI) : 3,8 ± 0,9l] et 20 Caucasiens [groupe caucasien (GC): âge: 11,8 ± 0,4ans, taille 151 ± 0,1cm, masse corporelle 40,5 ± 4,9kg, BMI:16,8 ± 1,8 kg/m<sup>2</sup> et VMI: 4,1 ± 1,1l]. Les sujets ont réalisé un test de force vitesse (FVt) progressif ([0,25; 0,50; 0,75 N.kg<sup>-1</sup>] Arsac et al. 1996) sur ergomètre à charge vitesse (Monark 894 E). Afin de déterminer les concentrations plasmatiques du GH, de l'IGF I, de l'IGFBP-3 et de l'Insuline, 10ml de sang ont été prélevé au repos avant (T<sub>0</sub>) et après (T<sub>f</sub>) le FVt. Deux tests non paramétriques (Wilcoxon et Man Withney) ont été appliqués à notre échantillon. Une analyse de corrélation a été réalisée par le test de Spearman.

## RESULTATS

Avant le FVt, aucune différence significative n'a été observée entre le GN et GC pour aucune des variables anthropométriques, physiques et hormonales mesurées. À la fin de l'exercice de FVt.



## DISCUSSION

La composante génétique semble participer à la différence entre Noirs et Caucasiens. Les taux de GH moins élevés chez les noirs peuvent être dus à un rétrocontrôle négatif plus important par des concentrations sériques plus élevées d'IGF1. D'autres facteurs comme le statut nutritionnel et le niveau d'entraînement participent aux différences observées au niveau de l'IGF-I et de l'IGF-BP3.

## CONCLUSION

Le FVt influence les réponses hormonales chez un groupe footballeurs pré-pubères de race différente. Plusieurs facteurs influencent ces différences : génétique, statut d'entraînement, et alimentation.

***Histoire/Sociologie***



## P66- Cross-cultural physical activity levels of adolescents : France vs Spain

Alberto Aibar<sup>1,2</sup>, Julien Bois<sup>2</sup>, Eduardo Generele<sup>1</sup>, Javier Zaragoza<sup>1</sup>, Thierry Paillard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Groupe EFYPAF. University of Zaragoza <sup>2</sup>Laboratoire LAPPS, STAPS, University of Pau and Countries of Adour

[aibar@unizar.es](mailto:aibar@unizar.es)

The goals of this study were twofold: a) to describe and compare levels of physical activity (PA) of adolescents in France and in Spain, specifically comparing genders and weekdays-weekend classified according to intensities measured by accelerometry; b) to verify meeting of international PA guidelines by country and gender. Physical activity of 401 adolescents from France and Spain aged  $14.45 \pm 0.67$  years was assessed with GT3X accelerometers over 7 consecutive days to evaluate their habitual levels of moderate to vigorous physical activity (MVPA). There were significant differences in MVPA by country, gender and period of the week: Spanish adolescents were more active than French teenagers, boys were more active than girls and MVPA was higher during weekdays compare to weekends. Only a 35.9% of adolescents met physical activities guidelines in both countries.

**Keywords:** Physical Activity, Cross-cultural, Guidelines, Accelerometry.

### INTRODUCTION

Due to the increasing of physical inactivity levels in many developed countries, promoting physical activity and healthy behaviors for youths has become a European public health guideline (European Heart Health Initiative, 2001). However patterns of involvement in physical activity may be variables between countries (Van Sluijs et al., 2010). In the spite of the existence of cross-cultural surveys, to the best of our knowledge, no studies have attempted to compare levels of physical activity in adolescents between countries using accelerometry. Despite this, it has been consistently found that boys are more active than girls (Chillon et al., 2010) and that a higher level of practice of moderate-vigorous physical activity is reported in weekdays compared to weekend days (Treuth et al., 2007). Therefore, there were two main aims in this study: first, to describe and compare levels of physical activity in adolescents in France and in Spain, specifically comparing genders and weekdays-weekend classified by intensities measured by accelerometry; and second, to verify meeting of international physical activity guidelines by country and gender.

### METHODS

A sample of 401 French and Spanish adolescents (6 public and state schools) volunteered to participate in this study. After eliminating cases with incomplete and missing data (inclusion criteria was to have physical activity registered for at least 3 week days and 1 weekend day) the final sample consisted of 301 adolescents, 162 French and 139 Spanish subjects (128 men and 173 women) with a mean age of  $14.45 \pm 0.67$  years.

The Four-Day Average method of calculating prevalence of physical activity was used. Adolescents were considered compliant to the moderate-vigorous physical activity guidelines if their MVPA, averaged over four days, was  $\geq 60$  minutes a day (Cavill & Sallis, 2001).

The GT3X accelerometer was used to assess physical activity continuously during waking hours of a 7 day period. The GT3X is portable lightweight device (27g; 3.8cm x 3.7cm x 1.8 cm) and record acceleration ranging between 0.05 and 0.25 Gs. The analog signal is digitized by a 12-bit analog-to-digital converter and filtered using a band-pass filter with a frequency range of 0.25 – 2.5 Hz. In this study, an epoch time of 15 sec was used.

Data were collected from September to December 2010 and were analyzed using SPSS (version 15.0). A 2X2X2 (country by gender by period of the week) analysis of variance (ANOVA) with repeated measure on the last factor, was conducted with moderate-vigorous physical activity as dependant variable. Socio-economic status, mean day temperature and mean day precipitation were used as covariate as these variables are possible correlates of physical activity. The criterion for significance was set to  $p < 0.05$ .

## RESULTS

The ANOVA revealed significant main effect of country ( $F = 73.29$ ,  $p = .000$ ;  $\eta^2 = .258$ ), gender ( $F = 19.26$ ,  $p = .000$ ;  $\eta^2 = .111$ ) and period of the week ( $F = 23.7$ ;  $p = .000$ ;  $\eta^2 = .071$ ). However, no interaction effect was found. Results indicate that Spanish adolescent spend more time in physical activity compared to their French counterparts (see table 1). Boys also reported significantly more physical activity than girls and physical activity during weekdays was higher than physical activity during weekends. These differences were independent of socio-economic status, mean day precipitation and temperature.

Table1: Mean scores and Standard Deviations (SD) / [% of compliance with guidelines]

|        |       | Weekdays     | Weekend      | % of compliance with guidelines |
|--------|-------|--------------|--------------|---------------------------------|
| France | Boys  | 53,34(19,29) | 31,75(25,48) | 26%                             |
|        | Girls | 42,97(19,71) | 25,59(24,23) | 11%                             |
| Spain  | Boys  | 82,34(30,71) | 60,34(43,33) | 74%                             |
|        | Girls | 60,24(24,74) | 48,58(43,87) | 47%                             |

Approximately 35,9% of the participants met physical activity guidelines, however if we just take into account French data, only a 16,7% of adolescents met physical activity recommendation comparing with 58,3 of Spanish adolescents. According to gender, 50% of men met physical activity recommendation against 25,4% of women.

## DISCUSSION

Following other European investigation pattern (Biddle et al., 2009), our research has shown greater levels of physical activity in males than in females as well as differences between the studied countries, in this case France and Spain. Similarly, a lower level of activity was found in weekend than in weekdays (Cano Garcinuño, Pérez García, Casares Alonso, & Alberola López, 2011). Finally, the low percentage of adolescents who met the physical activity recommendations suggests the need to increase promotion policies of physical activity.

## REFERENCES

- Biddle, S. J. H., Soos, I., Hamar, P., Sandor, I., Simonek, J., & Karsai, I. (2009). Physical activity and sedentary behaviours in youth: Data from three central-eastern european countries. *European Journal of Sport Science*, 9(5), 295-301.
- Cano Garcinuño, A., Pérez García, I., Casares Alonso, I., & Alberola López, S. (2011). Determinantes del nivel de actividad física en escolares y adolescentes: Estudio OPACA. *Anales De Pediatría*, 74(1), 15-24.
- Cavill, N. B., Sallis, S. (2001). Health enhancing physical activity for young people: Statement of the united kingdom expert consensus conference. *Pediatric Exercise Science*, 13(1)
- Chillon, P., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Veidebaum, T., Oja, L., Maestu, J., et al., 2010. Active commuting to school in children and adolescents: An opportunity to increase physical activity and fitness. *Scandinavian Journal of Public Health*, 38(8), 873-879.
- European Heart Health Initiative, 2001. Children and Young People - The importance of Physical Activity. Brussels: European Heart Network.
- Treuth, M. S., Catellier, D. J., Schmitz, K. H., Pate, R. R., Elder, J. P., McMurray, R. G., et al., 2007. Weekend and weekday patterns of physical activity in overweight and normal-weight adolescent girls. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 15(7), 1782-1788.
- Van Sluijs, E. M., Page, A., Ommundsen, Y., & Griffin, S. J., 2010. Behavioural and social correlates of sedentary time in young people. *British Journal of Sports Medicine*, 44(10), 747-755.

Les étudiants sont les oubliés de la santé publique. Des enquêtes montrent que les étudiants éprouvent des difficultés certaines: mauvais équilibre alimentaire, insomnie, mal-être... Les étudiants en Staps, du fait de leur cursus, sont-ils privilégiés? Une enquête exploratoire par questionnaire et entretien à Lille et à Bordeaux permet de dresser un premier bilan de leur état sanitaire et infirme le sens commun: s'ils déclarent être généralement en bonne santé, ils manifestent cependant des troubles alimentaires, un manque de sommeil et des conduites à risques. Ils sont stressés et déclarent être souvent blessés. Les UFR-STAPS devraient adopter une démarche active d'éducation à la santé pour prévenir ces difficultés.

**Keywords:** santé, étudiants, STAPS, enquête exploratoire

## **INTRODUCTION**

Relevant à la fois du ministère de la santé et de celui de l'éducation, la question des soins dans l'enseignement supérieur a longtemps été négligée. Jamais appréhendée en tant que telle, la santé des étudiants a toujours été traitée de façon segmentée, contrairement à la santé scolaire. Le rapport Wauquiez, en 2006, a permis une prise de conscience politique du problème. Les mutuelles des étudiants (LMDE en 2005 et 2008, USEM en 2007, UNMER en 2009) ont réalisé des grandes enquêtes nationales sur ce thème. Elles brisent le mythe des étudiants privilégiés, favorisés socialement et déconnectés de la réalité, et met en évidence une population soumise à la pression, qui, si elle est exempte du fait de sa jeunesse de maladies chroniques, ressent des fatigues régulières, des problèmes de concentration, des idées noires, consomme des substances psychoactives conséquentes, manque de sommeil, etc. Les étudiants en Staps, seraient-ils différents des autres étudiants?

## **CADRE THEORIQUE**

Beaucoup d'UFR-STAPS utilisent le terme de santé dans l'intitulé de leurs diplômes, notamment en Master et intègre cette problématique dans leur axe de recherche, renouant ainsi avec leurs racines hygiénistes et médicales. Les étudiants en STAPS, sensibilisés au sujet par leurs cours théoriques (nutrition, risques du dopage, gestion du stress et de la vie physique...) et leur pratique sportive régulière devraient, de prime abord, présenter un bilan de santé plus favorable. Les pratiques sportives sont porteuses idéologiquement des valeurs de la santé qu'elles contribuent à plébisciter comme naturelles et les slogans martelés: "bouger c'est la santé", "sportez vous bien" etc. laissent à penser que les étudiants en STAPS devraient être un modèle de santé, conformément aux idées reçues "bien dans leurs baskets et dans leur peau". Nous prenons ici le concept de santé au sens classique de l'OMS: "état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité" (1946). Mais c'est oublier que la population étudiante a changé, que la démocratisation de l'enseignement supérieur et l'abandon du concours d'entrée au milieu des années 90 a des incidences sur la population en STAPS: fort taux d'échec en 1<sup>è</sup> année, niveau de pratique physique hétérogène, investissement sportif moindre, inquiétude face aux débouchés...et donc sur son état de santé.

## **METHODOLOGIE**

Nous avons procédé par une enquête par questionnaire (n=356), pré testé, qui correspond à un recueil de données quantitatives. Les 35 questions portent sur des thématiques telles que l'alimentation, l'organisation temporelle, la santé morale, les conduites addictives, les comportements à risque et les blessures, le sommeil...La passation, d'une durée moyenne de 30', a eu lieu à la fin du second semestre sur la base du volontariat en conditions standardisées. Les réponses ont été traitées par le logiciel Modalisa 4.3. Nous avons choisi

d'interroger des étudiants de première année car cette année est pour les néo étudiants une année de ruptures conjuguées (cf. Dorvillé, 2005) avec les années lycées, et des étudiants de master qui ont eu le temps d'intégrer l'habitus étudiant. Pour mieux approfondir certaines données, nous avons procédé à des entretiens semi directifs avec 14 étudiant(e)s issus de cet échantillon. A titre d'exemple, face à une consommation d'alcool conséquente, nous avons voulu savoir quelles significations prenaient le fait de déclarer avoir été ivre au cours des six derniers mois: consommation festive, récréative qui peut avoir valeur de lien social, recherche de sensations fortes et de test de ses limites, quête de virilité (être capable de tenir l'alcool), défonce (binge drinking) qui exprime un malaise, une forte tension personnelle...?

## **RESULTATS**

Si les étudiants s'estiment en bonne santé à 91% (taux national 95%), nous pouvons noter qu'ils s'alimentent mal. Plus d'un quart sautent le petit déjeuner, 75% ne suivent pas la recommandation des 5 fruits et légumes, 15% seulement prennent leur repas au RU et la majorité mange un simple sandwich à midi... Les raisons invoquées sont le manque de temps, l'éloignement, les difficultés financières. Si les étudiants en STAPS fument moins que les autres étudiants (16,6/24,5%) et consomment légèrement moins d'alcool (59/62% d'alcool fort) ces comportements se banalisent (en master plus qu'en 1<sup>ère</sup> année) et il y a un clivage sexuel avec les garçons surreprésentés; par contre ils fument plus de cannabis (23/20%). Si 39,3% déclarent mal dormir, leur sommeil est moindre puisque 67,5% dorment entre 6 et 8 h (77,6% au niveau national) alors qu'ils auraient besoin d'un temps de récupération supérieur d'où le taux élevé (60% ) d'étudiants se déclarant fatigués régulièrement. Le taux de blessure et incidents musculaires ou articulaires est nettement plus important (47/30% ) et 80,5% affirment avoir consulté un médecin généraliste et 31% un spécialiste. Plus de 40% d'étudiants ressentent du stress et les étudiantes davantage que les garçons (43/37%). Cette souffrance amène 6% à des pensées suicidaires, 13% à se sentir déprimé (14% au niveau national). Les causes de ce mal-être sont multiples : difficultés scolaires, isolement, problèmes financiers, manque de confiance dans l'avenir. Ils méconnaissent les structures d'aide (BAPU, SUMPPS...).

## **DISCUSSION**

Outre une réflexion plus approfondie sur le concept de la santé, (existe-t-il une bonne et une mauvaise santé?) et des indicateurs trop inspirés d'un modèle médical, cette enquête exploratoire aurait pu affiner le croisement de certaines variables: le type de filière, l'origine sociale, le niveau sportif. Une enquête longitudinale en cours permettra de mieux cerner les transformations de l'investissement des étudiants dans leur capital santé. Cette enquête doit interpellier les UFR-STAPS car l'éducation à la santé doit dépasser la transmission de savoir et savoir-faire par la mise en place d'une pédagogie d'un projet de santé préventive (notamment vis à vis de l'alimentation, des risques corporels et des souffrances psychiques). Et si la santé des étudiants n'était plus considérée comme un élément indépendant mais comme le témoin de la santé de l'Université qui devrait alors améliorer les conditions de vie des usagers...

## **BIBLIOGRAPHIE**

Belghith, F., Verley, E., Vourc'h, R., Zilloniz, S. (2011). *La vie étudiante, Repères*, Paris : Editions de l'Observatoire de la Vie Etudiante. // Dorvillé, C., (2005). Les étudiants de STAPS, étudiants à part entière ou étudiants entièrement à part? *Actes du 3<sup>è</sup> colloque de l'Ecole Centrale*. Lille: 1-3 juin. // Freyssinet-Dominjon, J., & Wagner, A.C. (2004). *L'alcool en fête. Manières de boire de la nouvelle jeunesse étudiante*. Paris: L'Harmattan. // Wallian. N., Poggi M.P., Musard M., (2007). Le rapport à la santé des étudiants: le cas des STAPS de Besançon. *Congrès international AREF*, Strasbourg: 28-31 août.

Le monde de la pêche est en profonde mutation depuis les années 70. Le passage d'une pêche traditionnelle, statique, utilitariste à un mode de pêche ludo-sportive, moderne, dynamique, compétitive (mouche, street fishing,) où le poisson est devenu un partenaire de jeu, s'accompagne d'une transformation de la tenue vestimentaire qui illustre le changement de mentalité et permet d'afficher son appartenance et de se distinguer.

**Keywords:** pêche, tradition, modernité, code vestimentaire

## **INTRODUCTION**

La pêche est, à l'instar d'autres activités (bricolage, jardinage...) une "passion ordinaire" ( C. Bromberger, 1998) qui comptabilise plus de 3 millions de pratiquants. Comme d'autres loisirs récréatifs, elle a subi des mutations qui se traduisent par une segmentation des modes de pêche, une distinction des tenues vestimentaires et une évolution des conceptions du poisson.

## **CADRE THÉORIQUE**

La pêche récréative, est un loisir populaire qui est passé en 40 ans d'une pêche traditionnelle, de cueillette, activité de terroir s'adaptant aux conditions et aux espèces locales, à une pêche sportive, spécialisée: technique, matériel, modes d'apprentissage, tenues qui symbolisent ses aficionados... La mode est un phénomène d'engouement qui règne sur le vêtement mais également sur tout ce qui touche "aux apparences" (la parure, la décoration...) en tant qu'elles sont dotées d'un pouvoir d'expression. Elle peut être considérée comme définissant un certain système social car elle se situe dans l'interaction d'un certain nombre d'acteurs sociaux : principe d'affirmation, à travers lequel les groupes sociaux s'imitent et se distinguent en utilisant des signaux vestimentaires ou associés. Ainsi, nous verrons qu'il existe des codes, des normes chez les disciples de Saint Pierre pour leur permettre de s'identifier et se différencier en rupture avec les autres pêcheurs spécialisés.

## **METHODOLOGIE**

Nous nous sommes appuyé sur l'analyse de contenu des magazines de pêche généralistes (La pêche et les poissons, Le pêcheur de France), des catalogues spécialisés. Une observation participante nous a permis d'éviter les distorsions éventuelles entre la réalité médiatique et celle plus qualitative et subjective du terrain. Nous pouvons alors retracer les grandes lignes de ces changements de mentalités à l'oeuvre dans le monde halieutique et l'illustrer par les modifications dans la tenue.

## **RÉSULTATS**

La pêche traditionnelle, pêche à proximité de son lieu de résidence, est celle du pêcheur "au coup", celui qui attend la touche d'un poisson après avoir amorcé pour faire venir les poissons sur un lieu déterminé. Cette forme de pêche, statique, dominante jusque dans les années 70 est celle des clichés dans la conscience populaire: "la pêche c'est inactif, sale et ennuyeux" (image d'Epinal du papy, ventripotent assis sur son pliant et attendant la touche d'un poisson sentant la vase). C'est une activité de prélèvement, le poisson capturé est consommé en famille. Rapporté du service militaire ou plus simplement tout droit sortis des "stocks américains", le treillis a longtemps été le vêtement de base du pêcheur. Dans ces années-là, on est kaki uni ou on n'est pas pêcheur.

Dans les années 80, la pêche se sportivise avec le développement de la pêche à la mouche. Nous trouvons en effet les caractères pertinents qui caractérisent une activité sportive selon Parlebas: situation motrice spécifique (déplacement ardu dans ou le long du cours d'eau, lancer de précision, concentration et observation...), compétition avec l'apparition d'épreuves

et de tournois (championnat de France avec 2 divisions, challenges inter-départementaux...) et institutionnalisation (création de la fédération française des pêcheurs sportifs mouche reconnue par le Ministère des Sports). Ces pratiquants sont les vecteurs d'une éthique sportive auto-contrainante qui a tous les traits de la *sportization* mis en lumière par N. Elias. le poisson n'est plus considéré comme une simple proie mais comme un partenaire de jeu d'où la graciation systématique (relâche du poisson) qui est une mise à distance de la pêche traditionnelle stigmatisée par son aspect alimentaire (figure honnie du "viandard"). Ici, la pêche est juste pour le fun, sans mise à mort, donc devient sa propre fin. La tenue des moucheurs se démilitarise et les gilets de pêche dans leur volonté d'affirmer leur appartenance à une tribu adoptent la couleur (vert clair, bordeaux voire rouge) et la mode du foulard et du "chapeau à plume".

Les années 2000 marquent un changement aussi radical que profond de la mode halieutique: un nouveau courant s'affirme en parallèle des moucheurs, celui des pêcheurs de carnassiers. Ainsi on voit apparaître l'urban fishing chez les citadins les plus jeunes. Ce street fishing consiste à pêcher avec des "leures" (imitation de poissons en plastique) des poissons carnassiers dans les eaux délaissées des grandes métropoles. L'équipement est minimal: une canne compacte pour le transport, un moulinet, une boîte de leures et un appareil photo pour immortaliser ses prises et communiquer ensuite sur les blogs et forums spécialisés. Deux qualités sont requises, rapidité d'exécution (déplacement à pied, en roller, en VTT) et dynamisme (lancer très précis). Cette pratique donne lieu à des compétitions nombreuses et spectaculaires en plein centre ville (battles). Le désir de rompre avec l'image traditionnelle du pêcheur est fort, comme la volonté de coller aux modèles américain et japonais (terminologie anglo-saxonne, bagagerie "hyper" matériel high tech..). Les couleurs vives, la casquette "logotée" par une marque célèbre, tennis, baggy et lunettes de soleil donnent une image plus branchée et décontractée de la discipline qui se veut moderne et avant tout citadine. Cette tenue accompagne un fort sentiment d'appartenance à un groupe de passionnés, à une communauté, voire à une tribu qui concilient nature et culture urbaine.

## **REFLEXIONS CONCLUSIVES**

L'opposition entre la conception populaire et traditionnelle (prédatrice, statique) et son entrée dans la postmodernité ludo-sportive se répercute aujourd'hui au sein des institutions fédérales qui se convertissent progressivement vers une éthique de la responsabilité et de la qualité, mouvement à rapprocher de celui à l'oeuvre chez les agriculteurs et les chasseurs...

Laissons le mot de la fin à Tony Burnand, auteur halieutique français, amateur de pêche à la mouche et précurseur de cette conception sportive et moralisatrice : "*La sportivité des gestes entraînera presque toujours celle de l'esprit. C'est considérer les truites comme des choses admirables, infiniment sympathiques, la rivière comme un domaine sacré et de se considérer soi-même comme admis à goûter en connaisseur, en artiste, les joies que l'onde et ses habitants réservent à qui est digne de se mesurer avec eux*" (1939, p. 53).

## **BIBLIOGRAPHIE**

Bromberger C., (1998), dir., *Passions ordinaires: du match de football au concours de dictée*, Paris, Fayard.

Burnand T., (1939). *A la mouche*, Bordeaux, éd. de l'Orée.

Dorvillé C., ((2004). *Tourisme halieutique en eau douce, Le tourisme sportif*, dir. C. Sobry. Lille, Presses Universitaires du Septentrion.

Godart F., (2010). *Sociologie de la mode*, Paris, éd. La Découverte.

Sansot P., (1992), *Les gens de peu*, Paris, PUF.

Le football amateur, phénomène significatif de la culture de masse, une de ces « passions ordinaires » qui touche un grand nombre d'individus, est-il atteint de ce mal profond qu'est la violence ? L'analyse des données de l'Observatoire Aquitain des Comportements du football complétée par une enquête exploratoire par questionnaire auprès de 756 footballeurs amateurs issus de 16 clubs de cette ligue, permettra de dresser un premier bilan de l'importance et des formes de violences et d'incivilités rencontrées au cours des matchs officiels au sein de ce territoire et de confirmer que les compétitions des footballeurs du dimanche ne se transforment pas systématiquement en batailles rangées. S'il existe parfois des incidents et si des contextes s'y prêtent, la plupart des pratiquants questionnés déclarent entretenir de bonnes relations avec l'ensemble des acteurs du football (joueurs, entraîneurs, dirigeants, arbitres, supporters) et évoluer dans un climat de sécurité.

**Keywords:** violences, incivilités, football amateur, enquête exploratoire, ligue d'Aquitaine.

## **INTRODUCTION**

Lorsque la violence est abordée dans le domaine du football, il vient tout de suite à l'esprit les bagarres vues à la télévision entre supporters dans et hors des stades, plus connus sous le nom de hooligans (Bodin, 2003). Cependant, à côté de ce phénomène spécifique aux enjeux du football professionnel, près de deux millions d'amateurs pratiquent le football chaque dimanche en France. Sont-ils victimes à des degrés divers d'agressions physiques ou verbales ? Si les médias les relatent dans la rubrique « faits divers » et ont tendance à noircir le tableau, qu'en est-il réellement de ces agressions, de ces incivilités ? Le football amateur est-il vraiment perturbé par la violence ? Les rencontres sportives entre les clubs sont-elles souvent entachées de brutalités ?

Au-delà de notre société toujours plus sensible à la violence cherchant par tous les moyens à l'éradiquer, il y a le contexte sportif où la confrontation directe entre les joueurs et la recherche du gain du match admettent une certaine violence. Le pratiquant risque toujours la blessure. Comme le soulignent Elias et Dunning, le sport est « un des derniers espaces tolérés de débridement des émotions » dans nos sociétés où « la violence est maîtrisée ». Le football, sport universel et accessible à tous, compte de nombreux adeptes qui s'adonnent à leurs passions avec comme objectif premier, le plaisir de jouer et non celui d'être agressé ou agresseur. Certains chercheurs (Bodin, 1999 ; Nuytens, 2003) avancent comme principale cause du phénomène de violence, le contexte du club : son environnement, sa composition, son état d'esprit, les relations entretenues entre les différents acteurs (joueurs, entraîneurs, dirigeants, arbitres, supporters). D'autres (Yonnet, 1998), parlent de phénomène d'identification dans le cadre du spectacle sportif dont les principaux acteurs sont les footballeurs professionnels. Cette recherche de mimétisme est souvent reprise par les médias.

## **METHODOLOGIE**

Deux études par questionnaire ont permis de recueillir des données quantitatives. Une étude a été menée par la Ligue d'Aquitaine de football dans le cadre de l'Observatoire National des Comportements lors des saisons 2008-2009 et 2009-2010 et a listé les différentes formes de violence, leur fréquentation, etc. Par ailleurs, une enquête auprès de 756 footballeurs âgés de 8 ans à 47 ans (79 % ont entre 12 et 20 ans), issus de 16 clubs de cette même ligue a été entreprise durant la saison 2006-2007. Les 30 questions portent sur des thématiques telles que les relations entre les joueurs, entre joueurs et entraîneurs, entre joueurs et dirigeants, les formes de violence dans le club, la victimation, les caractéristiques de l'agresseur, l'avis sur les sanctions, le climat de sécurité, l'éthique, le niveau de satisfaction des pratiquants....La passation, d'une durée moyenne de 20', a eu lieu sur la base du volontariat. Les réponses ont été traitées à l'aide du logiciel Sphinx. Interroger des footballeurs de catégories d'âge, de niveaux de pratique et de contextes différents, dépeint mieux la disparité du football amateur.

Des entretiens semi directifs auprès des dirigeants responsables de l'observatoire des 8 districts composant cette ligue, livrent une dimension subjective de certaines données liées aux représentations de chacun et à certains non-dits.

### **QUELQUES RESULTATS**

Au regard des résultats de l'observatoire Aquitain des comportements mis en place pour la première fois en 2008-2009, la ligue est considérée comme un élève très moyen : 2,83 % des matchs sont concernés par les incidents, soit 983 matchs sur 34166, alors qu'au niveau national, la moyenne à cette même période est à 1,63 %. C'est la catégorie des 16-17-18 ans (sur 2758 matchs joués, 150 sont sujets à incident, soit 5,438 %) qui est la plus exposée à ce problème, devant celle représentant les seniors (sur 14367 matchs joués, 729 ont connu des accrocs, soit 5,074 %) et celle des 14-15 ans (sur 3165 matchs joués, 79 sont émaillés d'incident, soit 2,49 %). Le nombre d'incivilités augmente proportionnellement au niveau de compétition. Violentes verbales (47,41 %) et violences physiques (48,52 %) sont les principaux maux rencontrés. Par ailleurs, il existe une assez grande disparité entre les 8 districts (District Pyrénées Atlantiques : 0,81 %, District Lot et Garonne : 6,14 %).

L'enquête exploratoire auprès des clubs montre que les relations entre les joueurs (87,4%), entre les joueurs et les entraîneurs (88,5 %) et entre les joueurs et les dirigeants (76,8 %) sont bonnes. 59% des personnes interrogées déclarent n'avoir jamais été victimes d'une agression, 61,5 % n'avoir commis aucune agression et 66,3% vivre leur pratique dans un climat de sécurité. Le respect entre joueurs (90 %), entre joueurs et entraîneurs (67,3%) et entre joueurs et dirigeants (91,3 %) est important. C'est également vrai pour le respect des règles du jeu (88%). Cependant, 51,8 % des enquêtés disent connaître la violence dans leur club, certes peu (40,2 %), mais elle existe. Les entretiens permettent de déceler une réalité quelque peu différente. En effet, caractériser le degré de violence est très souvent sujet à discussion.

### **DISCUSSION CONCLUSIVE**

Outre une réflexion plus approfondie sur les concepts de violence et d'incivilités et sur les formes qu'ils peuvent prendre, ces enquêtes vont permettre de mesurer le degré d'importance de ce phénomène et d'envisager éventuellement des pistes pour y remédier. Le football amateur est-il vraiment atteint de ce mal, comme beaucoup de medias, de journalistes, voire d'institutionnels le laissent entendre ? Quelles en sont les raisons sous-jacentes ? N'est-il pas simplement le reflet de l'évolution de notre société ? Une concertation entre les différents acteurs de la « grande famille » du football (joueurs, entraîneurs, arbitres, dirigeants de clubs et des instances fédérales) n'est-elle pas une solution à court terme pour pallier cette difficulté ? Qui plus est, le football amateur drainant de nombreux adeptes pourrait devenir à terme une des pratiques efficaces dans la diminution de la violence sociale.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Bodin, D., (1999), *Hooliganisme, vérités et mensonges*, Paris : Editions ESF.
- Bodin, D., (2004), *Sports et violences : de leurs manifestations à leurs préventions*, Rennes : Habilitation à Diriger des Recherches.
- Debarbieux, E., (2006), *Violence à l'école : un défi mondial ?*, Paris : Editions Armand Colin.
- Debarbieux, E. (2007), Sports, violences et prévention : le pari des lumières, in Robène ,L., Bodin, D., Héas, S., Roussel, P., *Sports, Violences et Racisme en Europe*, Actes de la Conférence Internationale Rennes : 2 au 5 avril, Strasbourg : Editions du Conseil de l'Europe.
- Elias, N., Dunning, E., (1994), *Sport et civilisation. La violence maîtrisée*, Paris : Editions Fayard.
- Nuytens, W., Chovaux, O., (2002), *Etiologie des violences dans la pratique du football amateur. Enquêtes sociologiques dans dix clubs du département du Nord*, Lille : Rapport DRDJS/Préfecture du Nord/ SHERPAS
- Wiewiorka, M., (1999), *Violence en France*, Paris : Editions du Seuil.



Cette étude socio anthropologique marque l'intérêt pour le loisir et le bien-être, et plus particulièrement celui des femmes. La pratique du fitness par celles-ci est notre objet central. Les femmes y accèdent en fonction de facteurs différents plus ou moins visibles et identifiables. Les différents mouvements féministes prônent une libération et autonomisation de la femme. Malgré cette soit disant libération, la femme reste semble-t-il sous l'emprise de la domination masculine. Au nom de l'esthétique et de la séduction elle se projette à travers le regard des hommes. Les « canons » de la beauté fortement dictés par les attentes masculines, mais aussi par les médias qui les obligent à rentrer dans un processus de construction identitaire complexe et influencent ainsi leurs pratiques. Même si l'on sait que les normes corporelles d'aujourd'hui sont caricaturales, le mécanisme d'identification aux critères de la beauté est prédominant dans la construction identitaire des femmes.

**Mots clés:** Femmes, Fitness, Domination masculine, Corps, Construction identitaire

## **INTRODUCTION**

Cette étude socio anthropologique tente de montrer que la pratique du fitness par les femmes est largement influencée par les valeurs liées à la « domination masculine » toujours à l'œuvre dans notre société occidentale. Domination masculine, qui influence les femmes à répondre à des critères d'esthétiques, directement liés aux rapports hommes, femmes de notre société. Cette pratique est donc liée à une recherche d'esthétisme qui doit répondre à des normes corporelles largement influencées par le regard que les hommes portent sur les femmes.

## **LE FITNESS, UNE PRATIQUE RESULTANT DE LA RECHERCHE D'UN ESTHETISME.**

Les pratiquantes déclarent toutes pratiquer le fitness pour se sentir bien ce qui nous amène à parler de « loisir hygiénique » (Jamet, 1984) c'est-à-dire une activité ludique dans la mesure où l'objectif explicite est « je me sens bien dans ma peau ». Cependant, lorsque l'on analyse les pratiques sportives féminines, et notamment celle du fitness, nous observons que celle-ci est largement influencée par une recherche d'esthétisme répondant aux normes corporelles sociétales, et attendues par les hommes. La pratique du fitness est un acte réfléchi, pensé et « choisi » mais aussi induit. Les femmes pratiquent dans un souci de bien-être physique et psychologique, mais aussi avec le souhait de répondre à des critères d'esthétismes donnés. Elles insistent sur le fait de « garder la ligne », et de conserver une « tonicité de leur corps ». Ces propos sont directement associés par les femmes aux normes sociétales (comme la taille des vêtements), ou encore le regard que porte leur compagnon de vie sur elles, et à une plus grande échelle l'apparence qu'elles souhaitent mettre en avant au quotidien et aussi celle qu'elle ne veulent pas avoir et ou montrer.

## **LA DOMINATION MASCULINE TOUJOURS PRESENTE.**

Bourdieu (1998, p. 19) explique que : « *Lorsque les dominés appliquent à ceux qui les dominent des schèmes qui sont le produit de la domination, ou, en d'autres termes, lorsque leurs pensées et leurs perceptions sont structurées conformément aux structures mêmes de la relation de domination qui leur est imposée, leurs actes de connaissance sont, inévitablement, des actes de reconnaissance, de soumission.* »

Les pratiquantes, durant les entretiens s'accordent sur la libération des femmes et de ses pratiques (ludiques, éducatives, professionnelles, familiales). Elles se sentent libres de travailler et de s'accorder du temps libre, en dehors du foyer familial avec les amis.

Elles soulignent tout de même le fait que la parité et l'équité ne sont pas encore « parfaites » avec les hommes. Elles insistent sur l'importance des rôles qui leur sont imputés, devant ainsi être mères, femmes au foyer et femmes actives. Ces statuts s'imposent à elles et font partie de leur identité de femme. Badinter (2010) explique qu'au nom de la tradition la femme devient

soumise à la vie familiale et à son enfant. Elle doit répondre aux « diktats » de notre société en s'occupant de son enfant (allaitement par exemple) sous prétexte de l'instinct maternel. Cela montre bien certaines limites à la libération et à l'émancipation des femmes. En effet elles semblent plus libre mais au vu des représentations sociales que nous impose la société cela n'est pas si évident. La comparaison par paires de Condorcet (1785) avec six items qui sont: « bien dans ses baskets », « les canons de beauté », « la convivialité », « le corps que vous voulez », « les qualités physiques » et « la santé », nous permet de mettre au jour des paradoxes dans les réponses. Il s'agit ici de mettre en évidence des effets Condorcet qui montrent une ou des incohérences de discours. Par exemple, une liberté de choix du fitness, quand celui-ci est dicté par des valeurs masculines. Ces paradoxes nous permettent de voir que les femmes sont à la recherche d'une reconnaissance des autres et plus particulièrement des hommes par l'entretien de leur physique. Elles se soumettent à des pratiques comme le fitness qui leur permet de mettre en forme leur corps dans le souci de plaire, et satisfaire aux attentes des autres et particulièrement des hommes.

## **CONCLUSION**

Ces constats semblent traduire une remise en cause de la libération des femmes au sein de notre histoire.

Le rapport au corps et à l'esthétique se montre complexe et varié, tout comme les rapports de domination dans notre société. Il est difficile de nier que la séduction n'est pas un moteur de notre société, et aussi un vecteur de notre identité, qui peut encore influencer les pratiques.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Badinter, E (2010). *Le conflit: la femme et le mère*. Edition Flammarion

Bourdieu, P (1998). *La domination masculine*. Edition du Seuil

Collard, L. (1998). Sports, enjeux et accidents. Edition PUF. Collection, Pratiques corporelles.

Goffman, E (2002). *L'arrangement des sexes*. Paris: La Dispute/Snédit et Cahier du Cedref/ADREF

Louveau, C. (2007). Le corps sportif : un capital rentable pour tous ?. *Actuel Marx*, n° 41, p. 55-70.

Mauss, M. (1950). Les techniques du corps. In *Sociologie et anthropologie* Mauss. M, (pp.362-386). Edition Presses Universitaires de France « Quadrige » 11e édition.

Cette communication aborde les discours des habitants de deux vallées du Parc National du Mercantour, au sujet du développement touristique des territoires environnants. L'analyse de contenu des discours révèle des tensions à ce sujet, dont la perception des rapports de pouvoir en faveur des acteurs « exogènes » au territoire. Ces désaccords confortent un sentiment de dépossession des habitants de « leur » territoire. Paradoxalement, ce même sentiment « d'aliénation » participerait à leur désengagement vis-à-vis du développement touristique, sportif et économique local. Cette communication portera sur ces tensions sociales ; sur le sentiment d'aliénation qu'elles confortent ; et sur leur impacte sur les rapports sociaux entre acteurs du développement territorial et ainsi sur le développement du tourisme sportif dans ces territoires.

**Mots-clés** : sports de nature, développement territorial, aliénation, rapports de pouvoir

## **INTRODUCTION**

Cette recherche s'inscrit dans le Projet Intégré Transfrontalier (PIT), élaboré entre le Parc National du Mercantour, le Parco Naturale Alpi Marittime et l'Université de Nice-Sophia Antipolis. Le volet présenté ici explore les discours des habitants dans deux vallées du Parc National du Mercantour des Alpes-Maritimes, au sujet du développement touristique des territoires qui environnent leurs communes. En s'appuyant méthodologiquement sur la « théorisation ancrée » (Glaser & Strauss, 1967) issue d'une trentaine d'entretiens semi-directifs dans six communes du Mercantour, l'approche théorique est axée sur les « frontières » sociales (Barth, 1967), et sur les créations et usages de catégories sociales (« eux » / « nous ») qui sont à la fois constitutives et issues des rapports sociaux de pouvoir entre groupes sociaux (Bourdieu, 1980 ; Delphy, 2008 ; Guillaumin, 1992).

Après une présentation du cadre théorique, nous présenterons les premiers résultats de cette enquête. Les résultats dévoilent dans un premier temps que des tensions, qui sont relatives à la gestion et au développement du tourisme sportif, se cristallisent autour de la provenance imaginaire des acteurs sociaux perçus comme « exogènes » ou « endogènes » aux territoires. Dans un deuxième temps, ces représentations oppositionnelles, et les rapports de pouvoir dans lesquels elles s'inscrivent, sont le soubassement d'un sentiment « d'aliénation » ou de dépossession. Enfin, ces processus sociaux – des tensions au sentiment d'aliénation – semblent avoir des effets concrets sur le développement des activités économiques des sports de nature dans ces territoires.

## **CATEGORISER – UN ACTE DE POUVOIR**

Le cadre théorique de ce travail puise dans la sociologie des rapports sociaux de pouvoir. Depuis F. Barth (1967), il est démontré que les appartenances sociales, ethniques par exemple, ont des « frontières » qui se déplacent et se construisent dans les contextes multiples de l'interaction sociale, qui s'inscrivent dans des cadres sociohistoriques, d'échelles variables, des rapports sociaux de pouvoir. Toute catégorie d'altérité (« eux » / « nous ») se crée, se produit et se reproduit au sein des rapports sociaux de pouvoir. Pouvoir et classer vont de pair, et l'acte de catégoriser ou de nommer relève d'un pouvoir social et politique d'un groupe sur un autre (Delphy, 2008 ; Guillaumin, 1992). P. Bourdieu (1980: 65-6) éclaire ce principe de catégorisation par une comparaison métaphorique avec la délimitation de régions. La catégorisation – du territoire ou de l'imaginaire – est ainsi la démonstration du pouvoir qui est reconnu comme légitime, de nommer, de délimiter, d'inclure ou d'exclure. Cette métaphore se montre particulièrement intéressante pour le cadre de cette recherche, qui s'attache justement aux rapports de pouvoir dans les délimitations et développement territoriaux.

## **LA CATEGORISATION : INSCRITE DANS LES TENSIONS DE POUVOIR**

Dans les discours des habitants, les catégorisations des « Autres » sont associées aux acteurs « exogènes » au territoire, en particulier les acteurs du développement de « leur » territoire. La majorité s'oppose aux formes de développement « à dominance constitutionnelle et civique » promues par l'Etat et ses institutions (Corneloup et al., 2001), ou aux formes « productivistes » du développement territorial (Cunha, 1988), majoritairement perçues comme des acteurs ou des institutions « exogènes à l'espace local » (Corneloup et al., 2001 : 37). Non seulement seraient-ils perçus comme « hors sol » ou en provenance de « la ville », mais ils détiendraient davantage de pouvoir décisionnel – facteur qui sous-tend l'altérisation. « Ils sont arrivés en pays conquis » affirme par exemple une femme, en faisant référence à l'aménagement territorial entrepris par le Parc National du Mercantour.

## **L'ALIENATION : IMPACTE SUR LE DEVELOPPEMENT DES SPORTS DE NATURE**

La croissance de la présence d'acteurs du développement « exogène » conforte un sentiment de dépossession des habitants de « leur » territoire. La notion d'aliénation sera entendue ici comme : la négation de l'appropriation des fruits de ses ressources – dont son travail ou son environnement naturel (cf. Quiniou, 2006). Paradoxalement, ce même sentiment de dépossession formulé par des habitants participe à leur désengagement du développement touristique, sportif et économique local. Cela peut passer, par exemple, par la volonté de freiner le développement de l'accessibilité du territoire, par crainte de voire la disparition de sa communauté ou la dégradation de son mode de vie, ou par la stigmatisation de l'autre en provenance de la « ville », qu'il s'agit des démunis (« racaille ») ou des privilégiés (comportement « hégémonique », « ignorance » de la montagne).

## **CONCLUSION**

Ces processus identitaires sont moins propres aux paysages et à leurs images (Di Meo et al. 2004) qu'aux rapports sociaux de pouvoir, réels ou imaginaires. On peut ainsi s'interroger sur le rôle du pouvoir dans l'appropriation identitaire et territoriale et dans le développement touristique et sportif d'un territoire. Cette communication se penchera sur tous ces processus sociaux, du désaccord à l'aliénation, et leur impacte sur le développement des sports de nature. Si ces processus relèvent des rapports sociaux de pouvoir, les résultats de ce travail peuvent alimenter les recherches en sociologie des organisations, en interrogeant les processus sociaux derrière le développement d'un territoire et des sports de nature en son sein.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Barth, F. (1969). *Les groupes ethniques et leurs frontières*. Traduit in Poutignat, P. & Streiff-Fenart, J. (1996). *Théories de l'ethnicité. Suivi de Les groupes ethniques et leurs frontières de Frederik Barth*, Paris : PUF.
- Bourdeau P. (1995). Le tourisme sportif de nature. *Les Cahiers du CERAMAC-Comité national de Géographie, commission de géographie du tourisme et des loisirs* (pp. 73-88). Clermont-Ferrand : Université Blaise Pascal.
- Bourdieu, P. (1980). L'identité et la représentation : éléments pour une réflexion critique sur l'idée de région, *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 35 (L'identité), 63-72.
- Corneloup, J., Bouhaouala, M., Vachée, C., Soulé, B. (2001). Formes de développement et positionnement touristique des espaces sportifs de nature. *Loisir et Société*, 24(1), 21-46.
- Cunha, A. (1988). Systèmes et territoire : valeurs, concepts et indicateurs pour un autre développement. *L'espace géographique*, 3, 181-198.
- Delphy, C. (2008). *Classer, dominer. Qui sont les « autres » ?* Paris : La fabrique éditions.
- Di Meo, G., Sauvaitre, C., Soufflet, F. (2004). Les paysages de l'identité (le cas du Piémont béarnais, à l'est de Pau), *Géocarrefour*, 79(2), 131-141.
- Glaser, B.G. & Strauss, A.L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- Guillaumin C. (1992). *Sexe, race et pratique du pouvoir : l'idée de nature*, Paris : Côté-femmes éditions.
- Quiniou, Yvon (2006). Pour une actualisation du concept d'aliénation, *Actuel Marx*, 1(39 : Nouvelles aliénations), 71-88.

## ***Psychologie***

## P72- Rôle de la personnalité et de l'alexithymie dans l'apparition de Troubles du Comportement Alimentaire chez de jeunes athlètes de haut niveau

Fanny Andrès, Christine Le Scanff et Carole Castanier  
Laboratoire CIAMS - UFR Staps Paris-Sud 11, France  
fanny.andres@gmail.com

La prédominance de certains traits de personnalité chez de jeunes athlètes de haut niveau présentant un TCA est abordée avant la mise en évidence de liens entre la personnalité, l'alexithymie et les TCA. 283 jeunes athlètes de haut niveau ont rempli un livret de questionnaires composé de l'EAT-26, la TAS-20 et le Neo Pi-R. Les résultats révèlent que 12% des sportifs présentent un TCA (score à l'EAT-26 > 20). Comme dans le cas de TCA cliniques, ces TCA du sportif sont fortement liés au névrosisme, à l'anxiété, la dépression, mais ils le sont également avec l'ouverture et ses facettes. Enfin, l'alexithymie semble liée aux TCA du sportif et apparaît comme un médiateur dans la relation entre les facettes du névrosisme et la boulimie.

**Mots-clefs** : TCA, personnalité, alexithymie, athlètes, haut niveau

### INTRODUCTION

Les sportifs peuvent présenter des Troubles du Comportement Alimentaire qui leur apparaissent comme spécifiques et que l'on distingue des TCA cliniques selon trois critères principaux : ils sont liés à une recherche de corpulence compatible avec la performance ; ils sont réversibles avec l'arrêt de la pratique ; la perte de poids est liée à la diminution des apports ainsi qu'au volume et à l'intensité de l'entraînement (Afflelou, 2009). Ces TCA spécifiques aux sportifs seraient influencés par l'estime de soi, l'anxiété physique sociale et le perfectionnisme (Filaire et al., 2008). Par ailleurs, les TCA cliniques ont été davantage mis en relation avec le modèle du *Big Five* : le névrosisme (i.e., la tendance à percevoir les événements comme menaçants et à ressentir des émotions négatives, Rolland, 2004) est le trait de personnalité qui leur est le plus souvent associé (Ghaderi & Scott, 2000). Ainsi, les sujets présentant un TCA auraient des scores significativement plus élevés que les autres sur toutes les facettes du névrosisme, excepté l'impulsivité (MacLaren & Best, 2009), mais aussi un caractère consciencieux faible associé à un trait d'ouverture élevé (Ghaderi & Scott, 2000). Par ailleurs, l'alexithymie (i.e., l'incapacité à identifier et exprimer ses émotions, Sifnéos, 1972) semble également être un facteur à l'origine de TCA cliniques. Cette variable est liée à l'anxiété et la dépression en cas de TCA dans la mesure où l'alexithymie serait un état conséquent à un trait anxieux ou dépressif (Corcos, 2000). Ces liens entre la personnalité, l'alexithymie et les TCA n'ont pas encore été abordés dans le cadre des TCA chez le sportif. Au sein de cette étude, nous cherchons donc à mettre en évidence d'une part, la prédominance de certains traits de personnalité chez de jeunes athlètes de haut niveau présentant un TCA ; d'autre part, le rôle de l'alexithymie et de la personnalité dans l'apparition de ces TCA.

### METHODE

283 athlètes (100 hommes / 183 femmes) appartenant à un pôle France ou Espoir (judo, gymnastique rythmique, natation synchronisée, cyclisme, tir à la carabine, volley-ball, handball, basket-ball) ont participé à cette étude ( $M_{\text{âge}} = 15.6$  ans ;  $ET = 1.89$ ). Chaque athlète a rempli un livret de questionnaires composé des versions traduites et validées en français de l'EAT 26 (Leichner et al., 1994) pour mesurer les TCA (restriction, boulimie, contrôle oral), la TAS-20 (Bagby et al., 1994) pour l'alexithymie (difficultés à identifier ses sentiments, à les décrire, pensées orientées vers l'extérieur) et le Néo Pi-R (Costa et Mc Crae, 1992) pour la personnalité (névrosisme, extraversion, ouverture, agréabilité, caractère consciencieux).

### RESULTATS

#### **Personnalité de jeunes athlètes présentant un TCA**

Les résultats révèlent que 12.0% ( $n = 34$ ) des sportifs de notre étude présentent un TCA (score à l'EAT-26 > 20). Les 283 participants sont alors répartis en deux groupes : « athlètes avec TCA » ( $n = 34$  ; score EAT-26  $\geq 20$ ) et les « athlètes sans TCA » ( $n = 249$  ;

score EAT-26 < 20). On observe des différences significatives entre les deux groupes : les « athlètes avec TCA » présentent des scores de névrosisme ( $t = -3.66, p < .01$ ) et d'ouverture ( $t = -2.01, p < .05$ ) supérieurs aux autres. Ils présentent aussi des scores plus élevés sur quatre facettes du névrosisme (anxiété,  $t = -2.53, p < .05$  ; dépression,  $t = -3.55, p < .01$  ; timidité sociale,  $t = -2.71, p < .01$  ; impulsivité,  $t = -4.18, p < .01$ ) et trois facettes de l'ouverture (rêverie,  $t = -2.11, p < .05$  ; esthétique,  $t = -2.05, p < .05$  ; sentiments  $t = -1.99, p < .05$ ).

### **Lien entre personnalité, alexithymie et TCA**

Au sein de l'ensemble de notre population ( $N = 283$ ), on observe un lien positif entre l'intensité des TCA et le névrosisme (restriction,  $r = .23, p < .01$  ; boulimie,  $r = .24, p < .01$ ) mais aussi avec quatre de ses six facettes, à savoir, l'anxiété, la dépression, la timidité sociale et l'impulsivité. On observe également un lien positif entre une cinquième facette du névrosisme, la vulnérabilité, et la boulimie ( $r = .12, p < .05$ ). De plus, la boulimie entretient une relation positive avec l'ouverture ( $r = .15, p < .05$ ), mais aussi avec deux facettes, la rêverie ( $r = .13, p < .05$ ) et l'esthétique ( $r = .17, p < .01$ ). Enfin, on observe un lien positif entre la boulimie et l'alexithymie (Difficulté à Identifier ses Sentiments,  $r = .20, p < .01$  ; Difficulté à Décrire ses Sentiments,  $r = .21, p < .01$ ). Pour finir, la restriction ( $r = .17, p < .01$ ) présente également un lien positif avec la DIS.

### **Médiation de l'alexithymie dans la relation entre personnalité et TCA**

D'après la procédure de médiation de Baron et Kenny (1986), la DIS et la DDS jouent un rôle de médiateur total dans la relation entre l'anxiété et la boulimie (Tests de Sobel : DIS,  $z = 2.50, p < .05$  ; DDS,  $z = 2.60, p < .05$ ), ainsi que dans la relation entre la vulnérabilité et la boulimie (DIS,  $z = 2.69, p < .05$  ; DDS,  $z = 2.81, p < .05$ ). La DIS et la DDS jouent un rôle de médiateur partiel dans la relation entre la dépression et la boulimie (DIS,  $z = 2.16, p < .05$  ; DDS,  $z = 2.35, p < .05$ ), mais aussi entre la timidité et la boulimie (DIS,  $z = 2.31, p < .05$  ; DDS,  $z = 2.33, p < .05$ ) et enfin entre l'impulsivité et la boulimie (DIS,  $z = 2.16, p < .05$ ).

## **DISCUSSION - CONCLUSION**

En accord avec la littérature, cette étude confirme l'existence de TCA chez un nombre non négligeable de sportifs (Sundgot-Borgen & Torstveit, 2004). De plus, ces troubles sub-cliniques semblent présenter des caractéristiques similaires aux TCA cliniques. Ainsi, ils sont corrélés au névrosisme et à ses facettes, notamment l'anxiété et la dépression mais ils sont également liés à l'ouverture et ses facettes (Ghaderi et Scott, 2000). Par ailleurs, ces TCA du sportif apparaissent aussi en lien avec l'alexithymie. Il semblerait même que l'alexithymie, et plus précisément la DIS et la DDS jouent un rôle de médiateur dans la relation entre les différentes facettes du névrosisme et la boulimie.

En définitive, les TCA des sportifs semblent correspondre aux difficultés émotionnelles qu'ils peuvent éprouver (anxiété, dépression, alexithymie). La prévention de ces conduites à risques dans le domaine sportif devrait donc s'axer sur un apprentissage d'une meilleure connaissance de ses émotions et de la façon de les appréhender.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Corcos, M., Guilbaud, O., Sperenza, M., Paterniti, S., Loas, G., Stephan, P. (2000) Alexithymia and depression in eating disorders. *Psychiatry research*, 93, 263-266.
- Ghaderi, A. & Scott, B. (2000) The big five and eating disorders : a prospective study in the general population. *European Journal of Personality*, 14, 311-323.
- MacLaren, V., Best, L. A., (2009) Female students' disordered eating and the big five personality facets. *Eating behaviors*, 10, 192-195.
- Sundgot-Borgen, J., & Torstveit, M. K. (2004). Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14, 25-32.

## P73- Vidéo motivationnelle et promotion de l'activité physique

S. Billi<sup>1</sup>, G. Le Bihan<sup>2</sup>, R. Jarry<sup>1</sup>, & N. Hauw<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>IFEPSA UCO Angers ; <sup>2</sup> Université de Paris-Sud 11, <sup>3</sup>EA4334, Université de Nantes.

[silvere.billi@ac-poitiers.fr](mailto:silvere.billi@ac-poitiers.fr)

Cette étude expérimentale a pour objectif d'évaluer l'impact de vidéos promotionnelles de l'activité physique sur la motivation situationnelle autodéterminée durant une activité physique. Pour ce faire, 120 participants sédentaires ou peu actifs participent à un circuit training de 30' basé sur 3 conditions. Pour 2 conditions, les participants visionnent une vidéo visant à générer des motifs d'engagement plus ou moins autodéterminés durant un circuit training immédiatement proposé après le visionnage. La 3<sup>ème</sup> condition relève du groupe témoin (i.e. sans vidéo). Conformément à la théorie de l'autodétermination, nous nous attendons à ce que les motivations situationnelles autodéterminées, l'activation, le plaisir et la persévérance des sujets durant le circuit soient proportionnels au degré d'autodétermination suscité à travers la vidéo.

**Mots clés** : Autodétermination, motivation situationnelle, vidéo motivationnelle, promotion de l'activité physique.

### INTRODUCTION

Alors que la France engage en 2011 le 3<sup>ème</sup> volet du Plan National Nutrition Santé, les campagnes de promotion de l'activité physique peinent à modifier les comportements à risques comme la sédentarité, et se heurtent dans le même temps aux questions relatives à l'évaluation de leur efficacité (Ouillier & Sauneron, 2010). Afin de garantir des effets positifs, les spécialistes de la santé recommandent d'effectuer environ 30 minutes d'activité physique modérée par jour (INSERM, 2008). Pour autant, Backhouse et ses collègues (2007) montrent chez des personnes sédentaires une évolution négative des réponses affectives au cours d'un exercice physique. Cela souligne que l'activité physique dans sa perspective sanitaire ne serait pas en soi une activité autotélique et nécessiterait une approche spécifique afin de renforcer le caractère autodéterminé de l'engagement des participants. Dans cette optique, certains auteurs supportent notamment que les images et les représentations peuvent impacter activement les motivations vis-à-vis des comportements d'initiation ou de maintien d'une activité physique. Par exemple, Hall, Rodgers, Wilson et Norman (2010) démontrent que les images d'apparence génèrent davantage d'instrumentalisation des motifs vis-à-vis de l'exercice physique que les images d'énergie et de technique sources de motivations autodéterminées.

Nous proposons à travers cette étude de mesurer l'impact de trois vidéos promotionnelles de l'activité physique différenciées à travers le type de motivation situationnelle qu'elles sont susceptibles de renforcer. Dans la perspective du Modèle Hiérarchique de la Motivation Intrinsèque et Extrinsèque (Vallerand, 1997), nous nous attendons à ce que plus la vidéo s'appuie sur le caractère autotélique de l'exercice physique, plus elle renforcera la motivation autodéterminée situationnelle (i.e. la motivation au moment même de la séance) du sujet et plus les conséquences affectives (e.g. plaisir), cognitives (e.g. persévérance) et comportementales (e.g. activation) seront favorables. En revanche plus la vidéo renforce le caractère instrumental de la pratique, moins la motivation situationnelle sera autodéterminée et plus les conséquences motivationnelles seront négatives.

### METHODE

Dans un premier temps, nous avons recruté 90 volontaires ( $M_{\text{âge}}=38$  ans,  $ET=13.60$ ). Ces sujets sont extraits d'un panel de 504 personnes sondées sur leurs motivations contextuelles dans les sports (Echelle de Motivation dans les Sports ; Brière, Vallerand, Blais, & Pelletier, 1995) et sur leur niveau d'activité physique selon la classification de Saltin et Grimby (1968). Les 90 personnes volontaires présentent au regard de l'ensemble de la population initiale un profil peu autodéterminé dans les sports et sont caractérisées comme inactives ou peu actives. Ensuite, trois groupes de 30 sujets ont été composés au regard des résidences géographiques des participants. Les deux premiers groupes ont été associés à un type de vidéo motivationnelle, le dernier étant le groupe témoin (i.e. sans vidéo). La première vidéo met en



avant le poids des sensations, de l'accomplissement, de la découverte de la pratique physique et suggère des motivations intrinsèques. La deuxième se focalise sur la motivation extrinsèque à régulation externe en rappelant les bienfaits sanitaires d'une pratique régulière et les risques encourus en cas d'inactivité physique.

Une fois le film de promotion visionné (3'), les volontaires, par groupe de 6, sont invités à réaliser une séance d'activité physique dans une salle spécialisée. Cette séance est composée en deux parties : un circuit de renforcement musculaire imposé d'une durée de 24' et une tâche libre de 6'. A chaque atelier (i.e. six au total), les participants réalisent trois séries de 30'' d'exercice entrecoupés de 30'' de récupération, deux niveaux de réalisation de difficulté croissante sont proposés. La présentation et la gestion des différents temps d'activité, de récupération et de rotation sont assurées par une bande musicale. A la fin des ateliers, la possibilité de poursuivre la séance (i.e. tâche libre) est offerte avec pour seule consigne de respecter le rythme d'exercice (i.e. 30''/30'').

Durant l'activité, les participants s'auto-évaluent à six reprises par le biais de carnets individuels. Les mesures de la motivation situationnelle évaluent plus spécifiquement les motivations intrinsèque, extrinsèques à régulation externe et identifiée, ainsi que l'amotivation. Elles s'effectuent à l'aide de la version française réduite à quatre items du Situational Motivation Scale (Guay, Vallerand & Blanchard, 2000). La mesure du niveau de plaisir ressenti s'appuie sur celle utilisée par Backhouse et ses collègues (2007). Enfin le temps passé dans la tâche libre est chronométré.

## RESULTATS

Les résultats sont en cours de traitement et seront présentés lors du congrès, ils s'appuieront sur des tests ANOVA mixtes à deux facteurs.

## BIBLIOGRAPHIE

Backhouse, S.H., Ekkekakis, P., Biddle, S.J., Foskett, A. & Williams, C. (2007). Exercise Makes People Feel Better But People Are Inactive: Paradox or Artifact? *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 498-517.

Brière, N.M., Vallerand, R.J., Blais, M.R., & Pelletier, L.G. (1995). Développement et validation d'une mesure de motivation intrinsèque, extrinsèque et d'amotivation en contexte sportif : L'Échelle de Motivation dans les Sports (EMS). *International Journal of Sport Psychology*, 26, 465-489

Guay, F., Vallerand, R. J., & Blanchard, C. M. (2000). On the assessment of state intrinsic and extrinsic motivation: The situational motivation scale (SIMS). *Motivation and Emotion*, 24, 175-213.

Hall, C.R., Rodgers, W.M., Wilson, P.M., Norman, P. (2010). Imagery Use and Self-Determined Motivations in a Community Sample of Exercisers and Non -Exercisers. *Journal of applied Social Psychology*, 40 (1), p.135-152.

Inserm (2008). *Activité physique. Contextes et effets sur la santé (expertise collective)*. Paris, Inserm.

Ouillier & Sauneron, 2010. Nouvelles approches de la prévention en santé publique. L'apport des sciences comportementales, cognitives et des neurosciences. *La documentation française*, 25.

Saltin, B., Grimby, G., 1968. Physiological analysis of middle-aged and old former athletes: comparison with still active athletes of the same ages. *Circulation*, 38, 1104-1115.

Vallerand, R. J. (1997). Toward a hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation, in M.P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, 29, 271-360. New York: Academic Press.

P74- « L'activité d'observation des élèves en éducation physique et sportive : étude comparative entre la grande section maternelle et le cours moyen 2ème année »

*Serge Le Bihan*

Laboratoire LACES, département de Sciences de l'éducation, Université, Bordeaux Segalen  
[Serge.le.bihan@gmail.com](mailto:Serge.le.bihan@gmail.com)

Une des spécificités des apprentissages dans le domaine des pratiques corporelles est leur visibilité. L'objet de notre travail de recherche est d'étudier l'activité d'observation des élèves entre eux non organisée par l'enseignant pendant les séances d'éducation physique et sportive. Nous supposons que cette expérience vicariante (Bandura, 1980) intervient dans le processus de co-régulation des apprentissages (Allal, 2007) des élèves. Nous avons comparé une classe de grande section de maternelle et une classe de CM2 pour deux types d'activités physiques différentes.

Les recueils ethnographiques sous la forme de vidéos et d'entretiens d'auto-confrontation mettent en évidence des fonctions d'acquisition/instrumentale, des fonctions relationnelles/de communication et des fonctions motivationnelles de cette expérience vicariante.

**Mots clés :** éducation physique, observation, interaction, représentation.

## **INTRODUCTION**

La visibilité (Vors, Gal-Petitfaux, 2009) des apprentissages dans le domaine de l'éducation physique entraîne une double activité des élèves pendant les séances, celle d'observation des autres et celle de réalisation des tâches demandées par l'enseignant. L'apprentissage sociocognitif par observation de Bandura (1980) suppose plusieurs processus dont celui de rétention qui implique la construction de représentation. Si Bandura (1980) envisage la fabrication de représentation imagée ou verbale, nous préférons le modèle plus évolutif de représentation du savoir de Bruner (Barth, 1985), « énonciatif » ou sensori-moteur, « iconique » et symbolique.

Dans une perspective écologique et pour tenter de comprendre la complexité d'une séance d'éducation physique, nous avons aussi utilisé le modèle dit « triadique » de Bandura (Carré, 2004).

## **HYPOTHESE**

Nous supposons que l'expérience vicariante des élèves non organisée par l'enseignant intervient dans le processus de co-régulation des apprentissages (Allal, 2007).

Les organisations matérielles et sociales et les activités physiques enseignées constituent le « donné » de l'enseignant (Béguin et Clot, 2004), l'environnement « imposé » (Carré, 2004) à travers les situations d'apprentissage. Il place les élèves dans une certaine objectivité de l'environnement se traduisant par une prégnance exercée sur les apprenants. Pendant le déroulement de la séance, chaque élève, par sa production en situation d'apprentissage, modifie cet environnement par un « créé » particulier.

Nous faisons l'hypothèse que cette expérience vicariante a des fonctions d'acquisition/instrumentale, des fonctions relationnelles/de communication et des fonctions motivationnelles qui interfèrent avec l'activité de réalisation des élèves.

Dans cette présentation, nous limitons notre propos à la fonction d'acquisition/instrumentale.

## **METHODE**

1. Recueils ethnographiques réalisés sous la forme de vidéos pendant des séances d'éducation physique et sportive associés à des prises de note.

Caméra 1 : prise de vue du groupe classe, caméra 2 : prise de vue sur un espace limité, caméra 3 : prise de vue de deux ou trois élèves réalisant les situations d'apprentissage ou observant leurs camarades.

2. Méthode d'auto-confrontation développée par Theureau (1992), Clot et Al (2000) et méthode clinique de questionnement de Piaget (1926/1972).

Les séquences sont montrées aux élèves et les entretiens sont enregistrés. Ils durent entre 10 et 15 mn. Les questions posées sont : « Qu'est-ce que tu fais à ce moment-là de la séance ? » « Qu'est-ce que tu regardes ? » « Comment tu regardes ? » « Pourquoi tu regardes ? » Les films des séances sont visionnés, puis les séquences pour chaque élève en utilisant les entretiens retranscrits.

Tableau n°1 : présentation du recueil de l'expérimentation

| Classe de grande section<br>Moyenne d'âge : 5.5 ans          |  | Classe de CM2<br>Moyenne d'âge : 10.7 ans         |  |
|--|--|---|--|
| Le jeu des sorciers<br>4 séances / 8 élèves<br>10 entretiens | Des activités de sauts<br>3 séances / 7 élèves<br>7 entretiens | Hand-ball<br>3 séances / 6 élèves<br>6 entretiens | Saut en longueur<br>3 séances / 6 élèves<br>6 entretiens |

## RESULTAT et DISCUSSION

Pour le saut en longueur, les élèves des deux classes n'analysent quasiment pas l'activité motrice. Nous pensons que ce type d'habiletés fermées renvoie à des codages énonciatifs (Sallaberry, 2005) de sources proprioceptives et qu'il leur est difficile de les mettre en mots. Le niveau d'apprentissage des élèves ne leur permet pas d'analyser cette action motrice.

Dans le jeu collectif des sorciers, lors des questionnements, les analyses des élèves montrent des représentations qui émergent des configurations des joueurs sur le terrain qui sont, nous semble-t-il, de forme iconique et qui deviennent avec l'apprentissage davantage un scénario qu'une représentation statique. Les élèves sont capables de décrire des stratégies récurrentes dans le jeu. Mais si certains d'entre eux sont à même de les utiliser en situation, d'autres ne sont pas capables de mettre en œuvre les stratégies identifiées et d'analyser leur prestation.

Pour le hand-ball, en CM2, les entretiens montrent des capacités d'analyse des configurations de jeu qui vont de la description et de l'explication des conduites jusqu'à l'énonciation de règles d'action ayant une fonction de guidage de la conduite motrice du joueur. Ces règles d'actions sont décrites comme des généralités incluant des configurations de jeu et les activités décisionnelles associées. Les observations et les analyses des élèves sur leur conduite motrice ou celles de leurs camarades ne montrent aucune différence. Une élève, en activité d'observation d'une séquence de jeu, réalise deux fois la simulation d'un tir à bras cassé simultanément à l'action d'un joueur sur le terrain. Il nous semble que les règles d'action, représentations symboliques, fonctionnent comme des cadres d'analyse utilisés dans l'activité motrice et dans l'activité d'observation des autres élèves.

## CONCLUSION

Les différences entre les deux classes peuvent être attribuées au développement cognitif des élèves et à leurs niveaux d'apprentissage. L'activité d'observation des autres révèle des types de représentations dominantes en fonction des pratiques corporelles enseignées.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Allal L. (2007). Régulations des apprentissages : orientations conceptuelles pour la recherche et la pratique en éducation. In Allal L. & Mottier-Lopez L., *Régulations des apprentissages en situation scolaire et en formation*. Bruxelles : éditions De Boeck, p 7-23.
- Bandura A. (1980). *L'apprentissage social*. Bruxelles : éditions Pierre Mardaga.
- Béguin P. & Clot Y. (2004) .L'action située dans le développement de l'activité. *@ctivités, 1(2)*, p 27-49. <http://www.activites.org/vn2/beguिन.fr.pdf> //
- Sallaberry J.C. (2005). La représentation et le geste. *Revue Spirales, revue de recherche en éducation, Hors-Série 4*, p 5-33.
- Vors, O. & Gal-Petitfaux, N. (2009). Construire une activité collective de travail dans une classe d'EPS en « réseau ambition réussite » : entre masquage et ostentation. *eJRIEPS, 18*, p 156-177.

P75- Analyse du contenu des discours des équipes techniques nationales de la Fédération Française d'Athlétisme sur l'entraînement des lancers en France.

*Maël Le Paven, Yvon Léziart*

CREAD, IUFM de Bretagne, Université de Bretagne Occidentale 153 route de Saint-Malo,  
CS 54310, 35043 Rennes Cedex  
[mael.lepaven@voila.fr](mailto:mael.lepaven@voila.fr)

Dans la continuité d'un article récemment paru dans la revue *Science & Motricité* (Le Paven, 2010), cette présentation vise à montrer l'évolution des discours des entraîneurs nationaux de la Fédération Française d'Athlétisme (FFA) sur l'entraînement dans les lancers, au sein d'une revue professionnelle (revue de l'Amicale des Entraîneurs Français d'Athlétisme – AEFA). L'analyse du contenu des discours d'entraînement révèle une diversification croissante des savoirs investis dans l'étude du geste et de son apprentissage malgré l'omniprésence d'une tendance traditionnelle mécanique, analytique et normative. Cette étude montre comment cette double tendance (diversification des savoirs et « mécanisation » du geste) détermine l'évolution de l'approche du geste et de son enseignement.

**Mots-clefs** : lancers, athlétisme, discours professionnels, entraînement, technique

## **INTRODUCTION**

Les équipes techniques nationales (ETN) de la Fédération Française d'Athlétisme (FFA) ont proposé des synthèses de référence sur l'entraînement des lancers au sein de la revue de l'Amicale des Entraîneurs Français d'Athlétisme (AEFA). L'analyse du contenu des discours tenus au sein des trois numéros dédiés correspondants (1969, 1981 et 1994) présente un intérêt à la fois historique (disparition de ces écrits au profit de supports audiovisuels interactifs) et didactique, visant à saisir la nature de ce qui est retenu à chaque époque (normes d'entraînement, compétences motrices à acquérir,...) ainsi que des savoirs de références sur lesquelles les entraîneurs s'appuient pour élaborer leurs stratégies de diffusion.

## **OBJET ET HYPOTHESES**

Nous nous interrogeons sur la nature spécifique des compétences motrices à acquérir et des contenus proposés selon les niveaux de pratique (ou étapes d'apprentissage) identifiés, les dates de parution des trois synthèses fédérales officielles et le lancer considéré. L'hypothèse de contrastes selon ces trois variables concerne également les justifications apportées et les références sollicitées. Cette hypothèse se complète par celle d'une diversification des savoirs contenus dans ces justifications et références. Cette diversification résulterait d'explorations analytiques plus poussées de la technique et traverserait donc prioritairement la (bio)mécanique du geste, avant de gagner les connaissances relatives à l'apprentissage.

## **METHODOLOGIE**

L'étude s'appuie sur une grille d'analyse de contenu (Bardin, 1996), résultant d'une première lecture « flottante » (ibid.) et s'organisant autour de catégories d'analyse proches de celles utilisées par les auteurs qui, dans un souci de concision, tendent à structurer leurs discours autour de situations illustrées par des schémas et précisées par un but, une description de la tâche (ou apparaissent la plupart des descriptions techniques) et des enjeux d'acquisition (contenus généraux ou spécifiques, compétences motrices), des consignes, les fautes à éviter voire le nombre de répétitions. Afin d'objectiver les comparaisons (synthèses, lancers, niveaux abordés...), nous avons isolé des unités de sens à l'échelle de la phrase (ou du groupe de mots en l'absence de phrase construite), puis dénombré les mots correspondants en les inscrivant dans chaque catégorie. L'ensemble des éléments ayant ainsi été répertorié de manière exhaustive et exclusive, nous avons isolé les tableaux dressés et les rubriques qui les composent (lignes de catégories) à différentes échelles (lancer, époque, étape, niveau de pratique considéré) en vue de répondre aux questions posées et aux hypothèses formulées. Le complément qualitatif de ce processus réside dans l'étude de la dynamique d'enchaînement des unités de sens répertoriées, afin d'identifier les stratégies de diffusion des entraîneurs via

leurs propositions et argumentations.

### **PRINCIPAUX RESULTATS**

Chaque synthèse distingue trois stades ou étapes d'apprentissage (« initiation », « perfectionnement » et « entraînement »), relatifs à trois niveaux de pratique (« débutant », « débrouillé », « expert »). En 1969, les sportifs apprennent tout d'abord pour chaque lancer un « geste global simplifié » en commençant par la fin du geste et en terminant par la mise en action puis approfondissent l'apprentissage spécifique du geste alors qu'en 1981, un apprentissage plus transversal « des lancers » est préconisé. En 1994, une approche par lancers rend en partie caduques les étapes d'apprentissage antérieurement valorisées sauf pour le lancer du disque. La technique prend une place importante dans les trois numéros (volume moyen : 62,10% du volume total contre 36,88% pour la pédagogie). De plus en plus référée à des éléments (bio)mécaniques et anatomiques (entre 1969 et 1994), elle est présentée à chaque période comme découlant de trois « paramètres » essentiels (hauteur du « lâcher » de l'engin, vitesse et angle d'envol), dont elle permet de satisfaire les exigences mécaniques. Le geste, illustré par de nombreux schémas et kinogrammes, est découpé minutieusement en phases et points techniques concernant des entités corporelles usuelles (bras, jambes...) et des zones facilitant l'évocation fonctionnelle des actions, exprimées par des expressions, concepts et verbes d'action spécifiques (« prise d'avance des appuis », « soulever », « charger »...). L'on relève une « pédagogisation » des écrits en 1981, qui se manifeste par un gain en volume relatif des écrits et par des modalités différentes de mise en relation entre les « paramètres » évoqués ci-dessus et les situations proposées (recours accru aux dimensions internes de la motricité et schématisations de celles-ci). L'on relève par ailleurs d'autres contrastes selon les lancers : les données techniques dominant davantage l'approche du poids et du javelot (rapports respectifs de volume technique/pédagogie : 1,85 et 2,07) que celle du disque et du marteau (rapports à 1,37 et 1,35), qui propose un balisage de l'apprentissage plus marqué, en fonction des compétences à acquérir. L'on note enfin une « mécanisation » des écrits lorsque croît le niveau de pratique des athlètes et lors de l'apparition de « nouveautés techniques » (ex. approche du poids en rotation en 1981).

### **ELEMENTS DE DISCUSSION / CONCLUSION**

Malgré une constante forte en matière d'apprentissage (l'athlète passe d'une phase de découverte à une phase d'apprentissage, puis à une phase de reproduction rigoureuse d'une norme) et l'omniprésence d'une tendance traditionnelle mécanique, analytique et normative alimentée par de nombreuses références scientifiques, l'on constate une diversification croissante des savoirs investis dans l'étude du geste et de son apprentissage, accélérée en 1981 par l'arrivée de professeurs d'éducation physique et sportive au sein de l'ETN.

### **PRINCIPALES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

Bardin, L. (1996). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF.

Le Paven, M., Léziart, Y. (2010). L'entraînement des lancers en France selon les équipes techniques nationales de la Fédération Française d'Athlétisme : le cas des trois « numéros spéciaux » publiés par la revue de l'Amicale des Entraîneurs Français d'Athlétisme ». *Science et Motricité*, 71, 21-27.

Léziart, Y. (2003). Transposition didactique et savoirs de référence : illustration dans l'enseignement d'une pratique particulière de saut, le fosbury-flop. *Science et motricité*, 50-2003/3, 81-101.

Terret, T., Fargier, P., Rias, B., Roger, A. (2002). *L'athlétisme et l'école. Histoire et épistémologie d'un sport éducatif*. Paris : L'Harmattan.

P76- Ça me fait suer... mais je continue ! Lorsque l'alexithymie donne du sens à une servitude volontaire.

Gilles Lecocq et Pascal Bourgeois  
 ILEPS, Cergy.  
[g.lecocq@ileps.org](mailto:g.lecocq@ileps.org)

Quelles sont les déterminants psychologiques et sociologiques qui expliquent l'engagement d'une personne dans une activité sportive ? C'est à partir de cette question que nous allons nous intéresser aux caractéristiques psychologiques de 97 sujets qui ont écrit un chapitre de leur vie au sein des cultures sportives. L'analyse des corrélations entre l'alexithymie, l'addiction, l'amotivation et l'estime de soi nous permettra d'identifier dans un premier temps un processus psychologique, la servitude volontaire, qui permet à une personne de gérer de façon harmonieuse des besoins personnels et des injonctions culturelles contradictoires. Dans un deuxième temps, nous repérerons en quoi ce processus de servitude volontaire résulte du croisement d'un effet de genre avec un effet culturel.

**Mots-Clefs:** Estime de Soi, Genre, Amotivation, Addiction, Servitude volontaire, Alexithymie

## INTRODUCTION

Quelles sont les déterminants psychologiques et culturels qui expliquent l'engagement d'une personne dans une activité sportive (Leedy, 2009) ? C'est à partir de cette question que nous allons nous intéresser aux caractéristiques psychologiques de 97 sujets qui ont écrit un chapitre de leur vie au sein des cultures sportives. L'analyse des corrélations entre l'alexithymie, l'addiction, l'amotivation et l'estime de soi nous permettra d'identifier dans un premier temps un processus psychologique, la servitude volontaire, qui permet à une personne de gérer de façon harmonieuse des besoins personnels et des injonctions culturelles contradictoires. Dans un deuxième temps, nous repérerons en quoi ce processus de servitude volontaire permet à une activité physique de jouer le rôle d'espace transitionnel qui garantit à une personne la capacité de gérer deux forces contradictoires : le besoin de s'affilier et la peur qu'une affiliation mette en péril l'intimité de cette personne.

## MATERIEL ET METHODE

97 sujets issus de différentes pratiques sportives (Handball, Natation, Acrosport, Parachutisme, Tennis et Danse) de 15,2 ans  $\pm$  13.5 (54 garçons et 43 filles) ont répondu à un ensemble de questionnaires permettant d'évaluer leurs niveaux d'amotivation (Vallerand & al., 2009), d'estime de soi (Chambon & al., 1992), d'addiction (Kern, 2007) et d'alexithymie (Corcos, 2003).

## RESULTATS

### En fonction du sexe

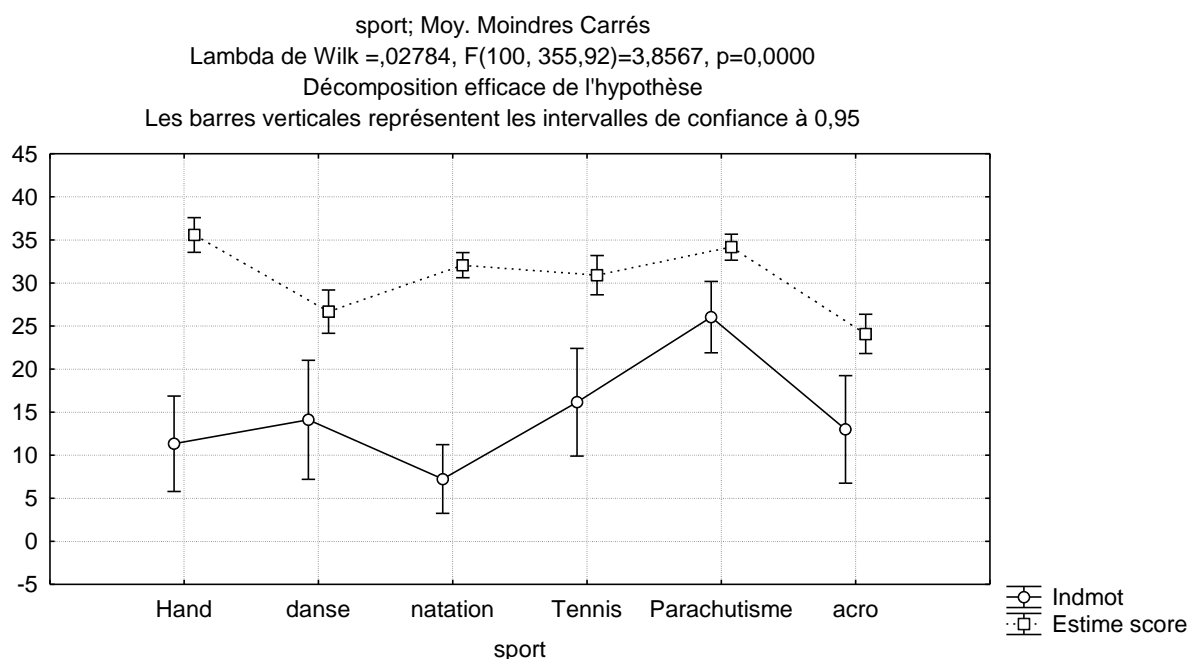
A partir d'une Anova (1 facteur) nous observons une différence significative entre les résultats des femmes et des hommes pour l'amotivation à pratiquer des sports, et l'estime de soi. Par contre il n'apparaît pas de différences significatives au niveau de l'alexithymie. Les femmes sont plus amotivées, moins dépendantes à l'activité sportive pratiquée et développent une estime d'elles-mêmes moindre que celles des hommes.

Fig.1

|                      | Total (90)  |      | Garçons (55) |      | Filles (43) |      | Dif. Sign (p=)<br>Inter-sexe |
|----------------------|-------------|------|--------------|------|-------------|------|------------------------------|
|                      | Moy         | sd   | moy          | sd   | moy         | sd   |                              |
| <b>Amot</b>          | <b>5,4</b>  | 2,4  | <b>5,0</b>   | 1,5  | <b>5,9</b>  | 3,1  | <b>0,05</b>                  |
| <b>Addiction</b>     | <b>65,0</b> | 18,5 | <b>70,6</b>  | 18,9 | <b>57,7</b> | 15,2 | <b>0,001</b>                 |
| <b>Alexithymie</b>   | <b>53,6</b> | 8,5  | <b>53,5</b>  | 8,7  | <b>53,8</b> | 8,3  |                              |
| <b>Estime de soi</b> | <b>32,2</b> | 4,8  | <b>33,9</b>  | 3,8  | <b>29,9</b> | 4,9  | <b>0,00004</b>               |

### En fonction des différents sports

La majorité des paramètres étudiés diffèrent significativement mais particulièrement, l'estime de soi ( $p= 0.007^{10-9}$ ) et l'indice d'amotivation ( $p= 0.0000005$ ). En revanche l'alexithymie et l'addiction ne diffèrent pas significativement en fonction des sports pratiqués dans notre étude.



Nous présenterons également les différences entre les paramètres en fonction de l'âge des pratiquants et leurs niveaux de pratique.

### CONCLUSION

Nous concluons nos propos en précisant de quelles façons la compréhension de l'engagement des sujets humains dans une pratique sportive peut permettre à ceux-ci de donner un sens à leurs projets de vie extra-sportifs, surtout lorsque ceux-ci se trouvent confrontés à un dilemme subjectif : continuer une pratique sportive ou la stopper (Bonnet & Pedinielli, 2010). La mise en mots de ces dilemmes nous permettra d'identifier les limites de la pratique sportive lorsque celle-ci transforme un corps sain en un corps devenu inutile au sein des cultures sportives (Cox & Orford, 2004). En intégrant dans la compréhension de l'engagement sportif des processus qui conduisent des personnes intelligentes à devenir ab-normales au sein des cultures sportives, nous préciserons les fonctions d'une servitude volontaire et les conditions qu'il convient de respecter pour que celle-ci devienne inutile.

### BIBLIOGRAPHIE

- Bonnet, A., & Pedinielli, J.-L. (2010). Process and Subjectivity in addiction, *Psychologie Française*, 55, 325-339.
- Chambon, O., Cornillon-Jacouton, D., Germain, M.H., Assouline B., Landazuri, F., & Marie-Cardine, M. (1992). Bien-être subjectif et qualité de vie. Définitions, mesures et facteurs déterminants. Implications thérapeutiques. *L'Information Psychiatrique, Supplément au no.5, LVII-LXII*.
- Corcos, M. (2003). Le corps de l'écrit et la chair du verbe. In M. Corcos & M. Speranza (Eds), *Psychopathologie de l'alexithymie* (pp. 169-180). Paris: Dunod.
- Cox, R., & Orford, J. (2004). A qualitative study of the meaning of exercise for people who could be labelled as "addicted" to exercise – Can "addiction" be applied to high frequency exercising? *Addiction Research and Theory*, 12, 167-188.
- Kern, L. (2007). Dépendance et exercice physique : une échelle de dépendance à l'exercice physique. *Psychologie Française*, 52-4, 403-416.
- Leedy, G. (2009). "I Can't Cry and Run at the Same Time". Women's Use of Distance Running, *Affilia*, 24, 80-93. *Traité de la psychologie de la motivation*.



P77- Influence des dispositifs d'apprentissage de l'escalade au lycée sur la dynamique des relations interpersonnelles d'une cordée en dyade

Olivier Lemonon<sup>1</sup>, Jérôme Guérin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire CREAD, IUFM, Université de Bretagne Occidentale

[Olivier.lemonon@orange.fr](mailto:Olivier.lemonon@orange.fr)

L'étude réalisée, révèle des liens entre formes de dispositifs d'apprentissage de l'escalade et les interrelations de deux lycéennes débutantes. Elle s'inscrit dans le cadre de l'ergonomie cognitive et l'objet théorique du cours d'action (Theureau, 2006). L'analyse sémiologique des données de comportements et de communications en situation des élèves et de l'enseignant, montre que les dispositifs suscitent des coordinations grimpeur-assureur dédiées: a) à la réussite de la voie; b) à l'esquive des tâches prescrites et l'ajustement du projet; c) à la réussite d'actions spécifiques.

**Mots clés :** ergonomie cognitive, coordination collective, dispositif de formation, EPS, escalade.

## INTRODUCTION

Les dispositifs coopératifs dans lesquels les élèves sont organisés en dyade, suscitent des interactions de tutelle bénéfiques aux deux (Ensergueix & al, 2006). Des travaux en ergonomie cognitive ont montré comment les élèves s'adaptent clandestinement aux tâches prescrites (Guérin & al 2005), pour les rendre plus motivantes ou pour concilier la réussite du partenaire et l'obtention d'une bonne note (Saury & Rossard, sous presse). En escalade, la dynamique interactive d'une dyade évolue, depuis des préoccupations liées à la sécurité et au confort, vers celles liées à la réussite et au plaisir (Lemonon & al, 2010). L'étude présentée visait à caractériser les liens entre les coordinations d'élèves et les formes de dispositifs d'apprentissage mis en place durant cinq séances d'un cycle 2 d'escalade au lycée.

## CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE

L'activité collective des grimpeurs et de l'enseignant est ici appréhendée en référence au cadre théorique et méthodologique du cours d'action (Theureau, 2006). L'objet théorique du « cours d'expérience » permet, à partir du niveau « préreflexif » de décrire et comprendre les situations significatives pour les élèves et notamment comment l'autre est un élément signifiant pour organiser sa propre activité. L'activité collective est étudiée à partir de l'analyse des activités individuelles et de leur articulation.

Nous avons catégorisé les dispositifs en fonction de leur objet, selon deux formes typiques : a) ceux consistant à parvenir en haut d'une voie (G), soit en moulinette soit en tête ; b) ceux consistant à réaliser une tâche lors d'un parcours, définis par l'enseignant (E). Des données d'observation ethnographiques, audiovisuelles et de verbalisation lors d'entretiens d'auto-confrontation ont fait l'objet d'une analyse sémiologique, afin de caractériser les cours d'expérience de chacun. Ceux-ci nous renseignent sur les fondements de chaque action et ce qui est appris. L'articulation des cours d'expérience met en évidence les coordinations d'élèves pour chaque dispositif, et leur congruence ou non avec les attentes de l'enseignant.

## RESULTATS DE L'ETUDE

Trois formes de coordinations collectives des élèves se distinguent durant les cinq séances.

1. Des coordinations pour identifier les supports de réussite de la voie, congruentes avec les attentes de l'enseignant, dominant lors de dispositifs de type G, en tête. En grim pant, les préoccupations concernent la recherche d'éléments du milieu (formes et situations des prises, matériel) et leur utilisation. En assurant, les préoccupations s'orientent vers l'analyse et l'interprétation des expériences de la partenaire pour l'aider et pour identifier les causes de ses réussites ou échecs. Les connaissances mobilisées et construites sont nombreuses et centrées sur les éléments de l'environnement qui contribuent à la réussite la voie.

2. Des coordinations d'élèves pour esquiver les tâches prescrites par l'enseignant émergent lors des dispositifs de type G, en situations de blocage, d'inconfort, ou de situation perçue



comme réussite et lors des dispositifs de type E. L'engagement des élèves consiste alors à négocier l'arrêt du dispositif ou faire semblant. On note un fort engagement vers les relations sociales. Des préoccupations partagées sur l'identification de voies faciles et la façon de les réussir s'actualisent. Les connaissances mobilisées et construites portent sur les contextes, les dispositifs, le professeur et sur les façons de négocier l'accomplissement de ses consignes. D'autres, portant sur les sources de réussite d'une voie sont remises en cause.

3. Une troisième coordination, interagir pour réussir des actions nouvelles, émerge lorsque les élèves sont impliquées dans les dispositifs de type E dont la tâche est une forme d'action, et ceux de type G en moulinette avec la perspective de reproduire leur expérience en tête. Les préoccupations concernent plus les passages jugés difficiles. La recherche de solutions pour les franchir occasionne négociations et co-constructions de connaissances plus complexes sur l'utilisation des éléments du mur et leur lien avec des techniques gestuelles. Des types sur la connaissance de soi et la gestion de son corps émergent également plus souvent.

## **DISCUSSION**

Les résultats font apparaître que :

1 l'instrumentalisation des contraintes propres à l'escalade sert de pilotage des coordinations collectives. Les difficultés spécifiques sélectionnées par l'enseignant pour ses dispositifs (adhérence, choix de prises, installer une dégaîne) orientent l'engagement des élèves vers l'instauration d'une communication, d'une confiance mutuelle et vers une tutelle symétrique bénéfique au deux.

2 les coordinations divergentes lors des dispositifs (E) approfondissent la cohésion de la dyade et préparent de nouveaux apprentissages. L'engagement pour esquiver, suscite la construction de connaissances nouvelles sur la partenaire et constitue un moment d'ajustement de leur projet de réussite. Des préoccupations passent du second au premier niveau, ce qui, dans les autres dispositifs fait émerger des connaissances plus fines.

3 la congruence de la dynamique d'apprentissage dépend de l'agencement des dispositifs. Leur alternance et l'ordre choisi par l'enseignant suscitent une suite d'alternances de constructions de connaissances et de leur remise en cause, qui aboutit à la construction de connaissances spécifiques attendues par l'enseignant (oppositions, pme).

## **CONCLUSION**

L'étude montre que l'ordonnement choisi des différents types de dispositifs/contraintes permet aux formes successives de coordinations suscitées de faire émerger une dynamique d'apprentissage congruente avec les attentes de l'enseignant. Cependant, la question de l'efficacité d'un autre choix dans l'enchaînement des types de dispositifs se pose. L'étude souligne également que les élèves trouvent des temps propices à la construction de projets significatifs. Inclus dans les dispositifs, ne contribueraient-ils à l'efficacité des apprentissages ?

## **BIBLIOGRAPHIE**

Ensergueix, P., Lafont, L., & Cicero, C. (2006). Pourquoi et comment former des élèves tuteurs pour faciliter les apprentissages moteurs, *7<sup>ème</sup> Colloque européen sur l'Autoformation « faciliter les apprentissages autonomes »*. Enfa, Auzeville, 18-20 mai.

Lemonon, O., Guérin, J. Péoc'h, J. (2010). Analyse de la dynamique de l'activité collective lors de situations d'apprentissage de l'escalade en tête. *STAPS* 88, 79-98.

Guérin, J, Testevuide, S., & Roncin, C. (2005). Les effets des aménagements des « situations-jeu » en Tennis de table sur l'activité d'un élève en cours d'éducation physique, *STAPS*, 69, 105-118.

Saury, J., Rossard, C. (in presse). Les préoccupations des élèves durant des tâches d'apprentissage coopératives et compétitives en badminton : une étude de cas. *Revue des sciences de l'éducation*.

Theureau, J. (2006). *Le cours d'action : méthode développée* (2). Toulouse : Octarès.

P78- Etude de l'impact de l'activité motrice régulière sur les fonctions cognitives, la qualité de vie et l'autonomie chez la personne âgée

*B.Morat<sup>1</sup>, Y.Delevoye-Turrell<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire URECA, Université Lille Nord de France  
yvonne.delevoye@univ-lille3.fr

L'objectif de la présente étude était de mettre en évidence l'impact positif de la pratique régulière d'une activité physique sur les fonctions cognitives dans le vieillissement normal. L'étude a impliqué trente sujets âgés de 55 à 75 ans dont la moitié pratique un sport de manière régulière. Plusieurs tests neuropsychologiques mesurant les aptitudes des fonctions cognitives ont été proposés, ainsi qu'une nouvelle tâche permettant la mesure des ressources attentionnelles nécessaires pour la planification motrice. Les résultats ont mis en évidence l'existence d'un déclin plus important des fonctions exécutives et d'une nécessité accrue d'attention motrice chez les personnes non sportives. La pratique régulière d'une activité physique permettrait de stabiliser ce déclin et de maintenir un certain degré de qualité de vie.

**Keywords:** activités physiques, planification motrice, vieillissement normal, cognition, autonomie, qualité de vie

## **INTRODUCTION**

L'autonomie et la qualité de vie ont été définies comme faisant partie intégrante dans le vieillissement dit « réussi ». Ainsi, les considérations sociétales dans le cadre du vieillissement normal de la population posent la question des bienfaits des activités physiques adaptés pour le maintien des aptitudes cognitives et comportementales.

L'un des points les plus importants pour la conservation de l'autonomie est le maintien des fonctions cognitives et notamment, les fonctions exécutives (Johnson, Lui & Yaffe, 2007). Plus spécifiquement, l'autonomie de la personne semble être reliée à un bon niveau de ressources attentionnelles, de la flexibilité cognitive et de prise de conscience corporelle. A noter que ces fonctions sont impliquées dans de nombreuses tâches motrices de la vie quotidienne. Par exemple, lorsque l'on conduit une voiture, il est nécessaire de bien planifier ses actions (mettre son clignotant avant de tourner), d'inhiber les informations non pertinentes (le trajet d'un avion dans le ciel), de catégoriser (reconnaissance sémantique des panneaux) et de présenter des aptitudes de flexibilité selon l'environnement (s'arrêter ou accélérer au feu orange). Ainsi, il devient clair que l'autonomie implique surtout le maintien des capacités cognitives qui permettent la planification motrice (Lorist et al, 2002). De nombreuses études se sont intéressées à l'effet bénéfique de la pratique d'une activité physique régulière chez la personne âgée. L'activité physique pourrait exercer un effet bénéfique sur la cognition en améliorant, notamment, l'utilisation de l'oxygène et/ou le débit sanguin cérébral (Fabre & Préfaut, 1998). Quelques études ont déjà souligné l'importance de l'association d'une pratique d'activité physique régulière chez la personne âgée pour les fonctions cognitives (Paterson, Jones, Rice, 2007). Cependant un lien direct entre ce maintien des fonctions cognitives et le degré d'autonomie n'a pas encore été démontré.

Le but principal de notre étude a été de tester l'existence d'un lien entre la pratique régulière d'une activité sportive, le degré de bon fonctionnement des fonctions cognitives pour le contrôle moteur et le niveau d'autonomie et de qualité de vie de la personne dans le cadre du vieillissement normal.

## **METHODE**

Deux groupes de 15 personnes ont participé au protocole qui se déroulait sur une session unique de 2h00. Les sujets étaient à la retraite et avaient entre 55 et 75 ans ; un groupe pratiquait un sport régulièrement (au moins deux heures par semaine de gymnastique, marche à pied ou piscine) alors que l'autre n'en pratiquait pas. Pour la tâche expérimentale, un groupe de 10 sujets jeunes de 20-30 ans ont également été recrutés.

Des tests neuropsychologiques ont été utilisés afin d'évaluer différents aspects des fonctions exécutives : le test de stroop (inhibition), le wisconsin card sorting test (flexibilité et catégorisation), et le Trail making test (flexibilité). Le test d'évaluation de l'attention (TEA) a été utilisé pour mesurer les capacités d'attention divisée. Ensuite, les sujets ont été évalués sur leur autonomie par le test IADL E (l'échelle d'activités instrumentales de la vie courante) et leur qualité de vie par le test MOS SF-36 schuft@unice.fr

Dans une deuxième partie, une nouvelle tâche expérimentale a été utilisée pour mesurer les ressources attentionnelles nécessaires pour la planification d'une action motrice en simple et double tâche. La tâche motrice consistait à soulever un objet qui était lestée d'un poids léger (396g) ou d'un poids plus

lourd (895g). En double tâche, les sujets devaient soulever l'objet, le maintenir en l'air pendant 3s, tout en réalisant une tâche de décomptage de 3 en 3.

## RESULTATS

Aucune différence n'a pu être mise en évidence sur les résultats aux échelles d'autonomie. Cependant, les personnes sportives ont des scores plus élevés à l'échelle de la qualité de vie que les non sportifs. Pour l'ensemble des tests neuropsychologiques, les résultats montrent que les sujets les plus jeunes obtiennent de meilleurs scores que les sujets plus âgés. Les sujets sportifs sont globalement plus performants aux tests neuropsychologiques que les sujets non sportifs.

Pour ce qui concerne la manipulation d'objet, les sujets jeunes appliquaient moins de force de préhension pour soulever un objet (Figure 1-gauche) et ils utilisent un niveau similaire de force en simple et double tâche. Les personnes plus âgées sportives utilisent une force de préhension significativement moins élevée que les personnes non sportives, de même âge. Une interaction groupe et condition, suggère que les personnes sportives et non sportives sont affectées différemment par la double tâche. En effet, en double tâche, les personnes sportives utilisent plus de force qu'en simple tâche ; les personnes non sportives utilisent le même niveau de force en simple et double tâche. Cependant, les non sportifs réalisent significativement plus d'erreur sur la tâche de décomptage que les sportifs (Figure 1-droite).

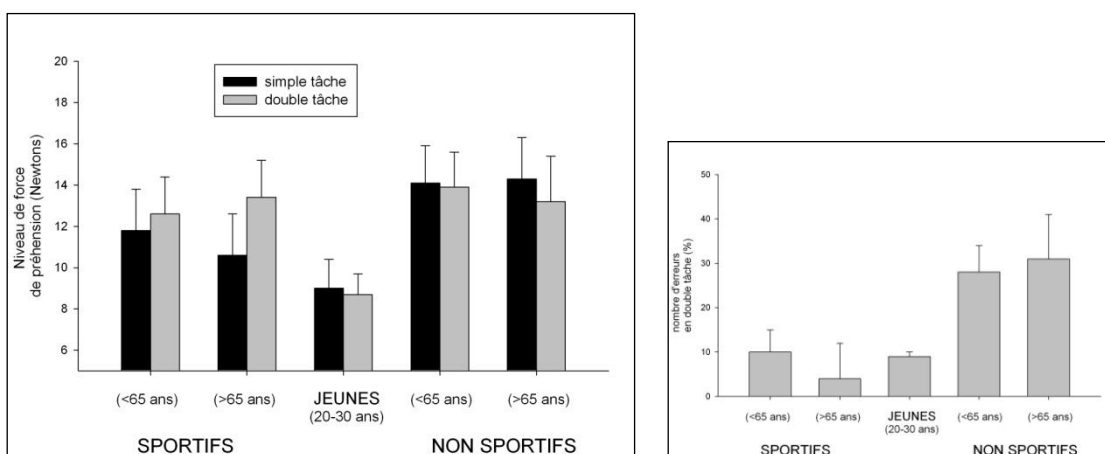


Figure 1: Illustration des résultats pour les 5 groupes expérimentaux pour (gauche) la force de préhension utilisée pour la tâche de soulever d'objet et pour (droite) le nombre d'erreurs réalisé au décomptage

## DISCUSSION

Par cette étude, nous avons pu montrer que les personnes pratiquant une activité physique régulière présentaient par rapport à des non sportif une meilleure qualité de vie, de meilleures compétences cognitives et une certaine efficacité motrice (utilisation de moins de force dans une simple tâche de manipulation d'objet). Pour la question d'autonomie, l'échelle utilisée n'était pas assez sensible pour révéler des différences. Pour la question des fonctions exécutives, nos résultats ont confirmé qu'il existe effectivement un déclin des capacités cognitives et notamment pour les aptitudes à planifier, à résister à la distractibilité, et ceci dès l'âge de 55 ans. D'autres études sont maintenant nécessaires pour discuter d'un lien possible entre la pratique d'une activité physique, la qualité de vie, et le degré d'autonomie dans la vie quotidienne chez la personne vieillissante.

## BIBLIOGRAPHIE

- Fabre C, Préfaut C. (1998) *Evaluation des activités physiques en gérontologie*. Périé H., Jeandel C., Eds. Editions Frison -Roche, Paris, 10 3 - 11. // Johnson JK, Lui L-Y, Yaffe K. (2007). *The Journals of Gerontology Series A*, 62:1134-1141.
- Lorist, M.M., Kernell, D. Meijman, T.F., et Zijdwind, I. (2002). *Journal of physiology*, 545(&), 313-319. // Paterson D.H., Jones G.R., Rice C.L. (2007) *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 32(S2F): S75-S121. // Voss, M.W., Prakash, R., Erickson, K.I., et al. (2010). *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2, 1-17. // Zijdwind, I., Van Duinen, H., Zielman, R., et Lorist, M.M (2006). *Clinical neurophysiology*, 117, 660-667.

## P79- Effets du sexe et de l'Indice de Masse Corporelle sur l'Image du Corps.

Anne-Laure Moscone, Pascale Leconte, Christine Le Scanff  
UFR STAPS Paris-Sud 11, France  
anne-laure.moscone@u-psud.fr

L'objectif de cette étude est d'analyser les différences concernant la perception de l'Image du Corps et l'Insatisfaction Corporelle (IC) liées au sexe et à l'Indice de Masse Corporelle (IMC). Les résultats montrent une augmentation significative de l'IC avec l'IMC. De plus, on constate que les femmes sont moins satisfaites de leur silhouette actuelle que les hommes, quel que soit leur IMC. Cette IC chez les femmes est généralement due à un excès de poids, hormis pour les femmes présentant une insuffisance pondérale ( $IMC < 18,5$ ).

**Keywords :** Indice de Masse Corporelle, Image du Corps, Insatisfaction Corporelle, Sexe.

### INTRODUCTION

Quelle image avons-nous de nous-mêmes ? La Perception de Soi n'est rendue possible que par la comparaison à des référents multiples mêlant à la fois des réalités objectives, sociales et subjectives. Le corps médical se base sur un indicateur objectif et accessible qui est l'Indice de Masse Corporelle (IMC), pour définir si notre poids correspond à un poids « normal » par rapport à notre taille. Selon l'OMS<sup>1</sup>, on peut distinguer 4 grandes catégories d'IMC : l'insuffisance pondérale, la « normalité », le surpoids et l'obésité (Tableau 1). De façon complémentaire, nous avons recours à une évaluation plus subjective de notre corps, qui est l'image du corps. Selon la « théorie de l'écart » (self-discrepancy theory, Higgins, 1987) et les travaux de Woodman et Steers (2011), chaque individu possède trois représentations de son image de soi : l'image réelle, l'image idéale et l'image non désirée, la distance entre l'image réelle et l'image idéale correspondant à l'insatisfaction corporelle (IC). Cette étude a pour but d'analyser les différences concernant l'image du corps et l'IC, en fonction du sexe et de l'IMC chez un large échantillon d'étude.

### METHODE

*Participants :* 2559 participants recrutés sur la base du volontariat ont répondu à cette étude en ligne : 1487 femmes ( $M_{age}=29.75\pm 12.46$ ) et 1072 hommes ( $M_{age}=28.85\pm 12.22$ ).

*Questionnaire :* le poids et la taille ont tout d'abord été reportés, permettant le calcul de l'IMC selon la formule :  $IMC = \text{poids (kg)}/\text{taille}^2 \text{ (m)}$ , et par la suite, la répartition des participants en 4 catégories (Tableau 1). Les participants devaient ensuite sélectionner sur une échelle papier-crayon composée de 9 silhouettes allant de très maigre à très grosse (Thompson et Gray, 1995) : (i) la silhouette qui leur ressemble le plus actuellement (SA), (ii) la silhouette à laquelle ils souhaiteraient ressembler (SI) et (iii) la silhouette à laquelle ils ne souhaiteraient surtout pas ressembler (SND). Un score d'Insatisfaction Corporelle (IC) a été calculé selon la formule:  $IC = SA - SI$ , un score négatif traduisant une insatisfaction liée à un manque de poids, et un score positif une insatisfaction liée à un excès de poids.

### RESULTATS

Des ANOVAs ont été réalisées sur chaque variable dépendante (SA, SI, SND et IC) afin d'évaluer les différences liées au sexe et à l'IMC.

*Prévalence d'IMC :* Nos résultats révèlent que 73% des hommes et 75% des femmes ont un IMC « normal », et que les personnes en surpoids et obèses prévalent par rapport aux personnes en insuffisance pondérale (Tableau 1). On observe un IMC moyen significativement plus important chez les hommes que chez les femmes (respectivement  $M_{IMC}=23.18\pm 3.36$  et  $M_{IMC}=22.04\pm 3.39$  ;  $p < .001$ ).

---

<sup>1</sup> Organisation Mondiale de la Santé

*Image du Corps* : Nos résultats montrent un effet significatif de l'IMC ( $p<.001$ ), des analyses post-hoc révélant que la SA et la SI augmentent significativement de la catégorie 1 à la catégorie 4 d'IMC, et que la SND de la catégorie 4 est significativement plus mince que la SND des trois autres catégories d'IMC. On observe également un effet significatif lié au sexe pour les trois silhouettes, les femmes ayant une SA et une SI significativement plus minces ( $p<.001$ ), et une SND significativement plus grosse ( $p<.05$ ) que les hommes. (Tableau 1). Une interaction Sexe x IMC ( $p<.01$ ) révèle que ces différences entre hommes et femmes sont significatives pour la SI, quelle que soit la catégorie d'IMC, alors que pour la SA, elles sont significatives que pour la catégorie 2 d'IMC.

*L'Insatisfaction Corporelle (IC)* : On observe une variabilité liée à l'IMC, le score d'IC augmentant significativement de la catégorie 1 à la catégorie 4 d'IMC ( $p<.001$ ). Les résultats montrent également que les femmes sont plus insatisfaites que les hommes ( $p<.001$ ) et ce quelle que soit la catégorie d'IMC (Tableau 1)

| IMC   | Hommes<br>(n=1072) | Femmes<br>(n=1487) | SA<br>(m± ET)                      | SI<br>(m± ET)                      | SND<br>(m± ET)                     | IC<br>(m± ET)                         |
|---|--------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Catégorie 1: IMC<18,5<br>(Insuffisance pondérale) | 38<br>(3,5%)       | 136<br>(9,2%)      | <b>2,68±1,08</b><br>H=3,21; F=2,54 | <b>3,14±1,26</b><br>H=4,36; F=2,79 | <b>6,15±3,56</b><br>H=4,86; F=6,51 | <b>-0,44±0,97</b><br>H=-1,16; F=-0,25 |
| Catégorie 2: 18,5≤IMC<25<br>(Normal)              | 787<br>(73,5%)     | 1125<br>(75,6%)    | <b>4,42±1,23</b><br>H=4,74; F=4,19 | <b>3,88±1,18</b><br>H=4,81; F=3,23 | <b>6,23±3,56</b><br>H=5,89; F=6,47 | <b>0,54±1,18</b><br>H=-0,07; F=0,97   |
| Catégorie 3: 25≤IMC<30<br>(Surpoids)              | 202<br>(19%)       | 178<br>(12%)       | <b>6,22±1,08</b><br>H=6,3; F=6,14  | <b>4,64±1,09</b><br>H=5,17; F=4,04 | <b>5,78±3,69</b><br>H=5,69; F=5,88 | <b>1,57±1,15</b><br>H=1,12; F=2,09    |
| Catégorie 4: IMC≥30<br>(Obésité)                  | 45<br>(4%)         | 48<br>(3,2%)       | <b>7,51±1,1</b><br>H=7,46; F=7,56  | <b>5,24±1,11</b><br>H=5,73; F=4,77 | <b>4,59±3,88</b><br>H=4,68; F=4,5  | <b>2,27±1,39</b><br>H=1,73; F=2,79    |
| Total   | 1072               | 1487               | <b>4,69±1,5</b><br>H=5,10 F=4,39   | <b>3,99±1,1</b><br>H=4,9; F=3,34   | <b>6,10±3,6</b><br>H=5,77; F=6,34  | <b>0,69±1,29</b><br>H=0,19; F=1,04    |

Tableau 1 : Moyenne (m) et Ecart-Type (ET) pour les différentes variables en fonction du sexe et de l'IMC.

## DISCUSSION

De façon générale, les femmes aspirent à une silhouette plus mince que les hommes quelle que soit la catégorie d'IMC et se montrent plus insatisfaites que ces derniers. Plus précisément, les participants de catégorie 1 manifestent une IC liée au manque de poids, alors que ceux des catégories 2, 3 et 4 manifestent une IC liée à l'excès de poids. Ces résultats corroborent ceux de Feingold et Mazzella (1998) qui mettent en évidence que les hommes sont plus satisfaits de leur corps et se trouvent plus attrayants que les femmes. Contrairement à la SA et la SI, la SND est plus grosse chez les femmes que chez les hommes. De plus, les résultats montrent une variabilité de la SND liée à l'IMC qui rend leur interprétation difficile. L'ensemble de ces résultats laisse penser que les femmes sont plus exposées au culte de la minceur véhiculé par les médias et plus sujettes à manifester une insatisfaction corporelle (Anschutz et al., 2008). Des différences liées au sexe et à l'IMC seront plus finement discutées lors de la communication.

## REFERENCE

- Anschutz, D.J., Engels, R.C.M.E., Van Strien, T. (2008). Susceptibility for thin ideal media and eating styles. *Body Image*, 5, 70-79
- Feingold, A., & Mazzella R. (1998). Gender differences in Body Image are increasing. *American Psychological Society*, 9 (3), 190-195
- Higgins, E.T. (1987). Self-Discrepancy: A theory Relating Self and Affect. *Psychological Review*, 94 (3), 319-340
- Thompson, M.A., & Gray, J.J. (1995). Development and validation of a New Body-Image Assessment Scale. *Journal of Personality Assessment*, 64 (2 Suppl.), 258-269
- Woodman, T., & Steer, R. (2011). Body self-discrepancies and women's social physique anxiety: The moderating role of the feared body. *British Journal of Psychology*, 102, 147-160.

P80-Promoting physically active lifestyle toward sedentary adolescent at school: A short term intervention

Virginie Nicaise<sup>1&2</sup> Damien Tessier<sup>1</sup> & Philippe Sarrazin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SENS Laboratory, UFRAPS, Grenoble 1, France.

<sup>2</sup> School of Exercise & Nutritional Sciences, San Diego State University, San Diego, CA.

[virginienicaise@yahoo.fr](mailto:virginienicaise@yahoo.fr)

Adolescents should obtain the recommended 60 min. a day of moderate to vigorous physical activity (PA). Half of them do not practice any PA or exercise. Schools are an important environment to learn and practice health behaviors as PA. The purpose is (1) to test a short term educational and motivational intervention and (2) to evaluate the effects of emphasizing physical appearance, social recognition, or health and competence goals on sedentary adolescent's PA intentions and behaviors. In winter 2010-2011, 124 sedentary adolescents participated in this study. The preliminary results showed a general main effect of the intervention on all variables and interaction effects showing that the extrinsic message group improved more their perceived control behavior, self-efficacy and extrinsic goals compared to the intrinsic group.

**Keywords:** physically active lifestyle, adolescent, sedentary, school, intervention

## INTRODUCTION

Physical activity (PA) is an important component of a healthful lifestyle, with numerous physical and psychological benefits for youth. Adolescents should obtain the recommended 60 min a day of moderate to vigorous physical activity (MVPA). Near to 41.7 % of French adolescents did not exercise or practice PA. Previous PA interventions were little effective and long term effect was weak (Biddle et al., 2004). Partly because most school assessments generalize across a wide range of students, whatever their amount of their PA level (Marcus et al. 1992). Moreover, many programs failed in using evidence-based theory to identify key determinants of behavior change, as target for interventions. Most social-cognitive theories assume that an individual's intention to change is the best direct predictor of actual change. The theory of planned behavior is a socio-cognitive model that aims to describe the processes that underpin intentional action. Central to the theory is *intentions*, which are a motivational construct and the most proximal predictor of volitional behavior. Based on the theoretically grounded approach to understanding effective health communication and rational health decision making, the use of gain-framed messages to develop initiatives promoting preventive behaviors (e.g., PA) is recommended (Rothman et al., 2006). The Self-Determination Theory proposed that goal-content that individuals pursue when exercising, could be differently formulated: intrinsic-versus-extrinsic dichotomy (e.g., physical health versus appearance) to differentiate aspirational contents. Finally, the implementation intentions (II) specify the *where*, *when* and *how* of responses leading to goal attainment (Golwitzer, 1999). This study tested the effects of two interventions with different message contents (e.g., intrinsic versus extrinsic) combined with intention implementations on sedentary adolescents' motivation, intentions and PA behaviors.

## METHOD

### *Participants, Materials and Procedures*

One hundred twenty four sedentary students ( $N_{\text{girls}}=90$ ;  $M_{\text{age}}=15.44$  yrs,  $M_{\text{height}}=164$  cm,  $M_{\text{weight}}=58$  kg) from six 10<sup>th</sup>, two 9<sup>th</sup> and one 8<sup>th</sup> grade classes participated in this study conducted during usual physical education lessons. The protocol was composed by three parts:

(1) One week before the experimental intervention, all the students answered to a questionnaire assessing their initial levels of self-determined motivation toward PA (BREQ2; Markland & Tobin, 2004), their goal content for exercise (Sebire, Standage, & Vansteenkiste, 2008), and the pre-intentional variables (i.e., attitude, social norms, Perceived Control Behavioral (PCB), self-efficacy (SE), and intention (Chatzisarantis et al., 2008). To identify the sedentary students, the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ; Craig et al.,

2003) and the PA Stages of Change Questionnaire (Marcus et al., 1992) were used. (2) The intervention is delivered using a PowerPoint presentation. Each class was randomly assigned to the intrinsic (N = 68) or extrinsic (N = 56) intervention content. The message was composed by three parts : (a) First, a general information presenting the health recommendations related to PA (i.e., 5 hrs/week of MVPA), (b) second, the arguments promoting PA for intrinsic reasons (e.g. psychological and physical well-being); or extrinsic reasons (e.g., physical appearance, social recognition), and finally (c), several advices was provided to the students to help them to initiate regular PA behaviors (i.e., choose a pleasant PA, set realistic goals, any opportunity is useful to be physically active). The questionnaire assessing student's goal content for exercise levels, and pre-intentional variables was provided again at post intervention. Then, the students have to implement their intentions indicating *when* and *where* they will add new PA sessions for the next week. Finally, adolescents have to wear the GT3X accelerometer during one complete week to measure objectively their PA level. The Freedson et al. (2005) age specific cut-points were used to extract the time spent at MVPA. (3) One week later while the accelerometer were picked-up, students reported their PA, their intentions to be regularly active and their level of self-determined motivation toward PA. All scales have satisfactory Cronbach indices ( $\alpha > .70$ )

## RESULTS

Repeated measures of ANOVA were conducted on the psychological variables and ANCOVA with baseline self-reported PA as covariate was computed on objective MVPA.

Table 1. Main and interaction effects on psychological and PA variables

|                           |  |                                       |  |  |                                     |
|---------------------------|--|---------------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| <b>Main effect</b>        | <b>Intentions</b>  | <b>Attitudes</b>                      | <b>Subjective norms</b>                          | <b>PCB</b>                             | <b>Self-efficacy</b>                |
|                           | $t_2: F = 112.72^{***}$<br>$t_3: F = 41.93^{**}$<br>Post > pre- int. | $F = 21.50^{***}$<br>Post > pre- int. | $F = 6.98^{**}$<br>Post > pre- int.              | $F = 10.98^{***}$<br>Post > pre- int.  | $F = 7.10^{**}$<br>Post > pre- int. |
| <b>Interaction effect</b> | ns   | ns                                    | ns   | $F = 4.59^*$ Ext. > Int.               | $F = 10.21^{***}$<br>Ext. > Int.    |
| <b>Main effect</b>        | <b>Health goals</b>  | <b>Competence</b>                     | <b>Physical appearance</b>                       | <b>Social Recognition</b>              |                                     |
|                           | $F = 5.25^*$<br>Post > pre- int.                                     | $F = 20.80^{***}$<br>Post > pre- int. | $F = 10.79^{**}$<br>Post > pre- int.             | $F = 34.32^{***}$<br>Post > pre- int.  |                                     |
| <b>Interaction effect</b> | ns   | ns                                    | $F = 5.75^*$ Ext. > Int.                         | $F = 13.81^{***}$ Ext. > Int.          |                                     |
| <b>Main effect</b>        | <b>External Motivation</b>   | <b>Integrated Motivation</b>          | <b>A-, Intrinsic, introj., ident. Motivation</b> | <b>Physical Activity self-reported</b> | <b>Physical Activity objective</b>  |
|                           | $F = 7.18^{**}$<br>Post > pre- int.                                  | ns                                    | ns   | $F = 10.25^{**}$<br>Post < pre- int.   | ns                                  |
| <b>Interaction effect</b> | $F = 5.19^*$<br>Ext. > Int.  | $F = 7.13^{**}$<br>Ext. > Int.        | ns   | ns                                     | ns                                  |

## CONCLUSION

Based on a two intervention weeks, both intervention contents positively affect sedentary student's intentions and exercise goals, negatively self-reported PA. The extrinsic message seems to be more effective to increase the PCB, SE, external and integrated motivation.

## REFERENCES

- Biddle, S.J., Gorely, T., & Stensel, D.J. (2004). Health-enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents. *Journal of Sports Science*, 22, 679–701.
- Golwitzer, P.M. (1999). Implementation intentions: Strong effects of simple plans. *American Psychologist*, 54, 493-503.
- Marcus et al. (1992). Using the stages of change model to increase the adoption of physical activity among community participants. *American J<sup>al</sup> of Health Promotion*, 6(6), 424-429.
- Rothman, A.J., Bartels, R.D., Wlaschin, J., & Sallovey, P. (2006). The strategic use of gain- and loss- framed messages to promote healthy behavior: How theory can inform practice. *J<sup>al</sup> of communication*, 56, 202-220.

P81-Estimation visuelle de l'intensité de l'effort physique perçu chez une personne paraplégique réalisant un transfert de fauteuil

Elise Prigent<sup>1</sup>, Michel-Ange Amorim<sup>1,2</sup>, Pascale Leconte<sup>1</sup>, & Didier Pradon<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UPRES EA 4532 CIAMS, UFR STAPS, Univ Paris-Sud ; <sup>2</sup>Institut Universitaire de France, Paris; <sup>3</sup>CHU Raymond Poincaré, APHP, Garches  
elise.prigent@u-psud.fr

Les mouvements de protection et les expressions faciales sont des signaux comportementaux associés à la douleur qui permettent d'estimer le niveau d'effort physique développé par autrui. Cette estimation est une première étape dans la décision de la mise en place d'un comportement d'aide envers autrui. Sur la base de la Théorie de l'Intégration de l'Information (Anderson 1996), nous avons examiné l'effet conjoint de l'intensité de l'expression faciale de douleur et de la vitesse d'exécution du mouvement (correspondant à un comportement de protection) sur l'estimation de l'effort physique d'autrui. Dans le cadre de notre expérience, les participants valides ont estimé l'effort physique développé par une personne paraplégique qui réalise un transfert de fauteuil. Les résultats suggèrent que les deux informations visuelles de douleur ont été intégrées cognitivement de manière additive.

**Mots clefs.** Effort physique perçu, informations de douleur, Théorie de l'intégration de l'information, paraplégie.

## INTRODUCTION

Une personne réalisant un effort physique peut ressentir de la douleur. Les mouvements de protection ("guarding behavior") et les expressions faciales sont des signaux comportementaux associés à la douleur (Prkachin et al., 2002) qui peuvent permettre d'estimer le niveau d'effort physique développé par autrui. Cette capacité d'estimation est essentielle pour la mise en place de comportement d'aide envers autrui. Dans la présente étude, des individus valides ont estimé l'effort physique développé par une personne paraplégique qui réalise un transfert de fauteuil en adoptant des comportements de douleur. Notre objectif était d'étudier, sur la base de la Théorie de l'Intégration de l'Information (Anderson, 1996), comment ces deux signaux de douleur étaient intégrés pour estimer l'effort physique d'autrui.

## MATERIELS ET METHODES

*Participants.* 9 femmes ( $M_{\text{âge}} = 21,6 \pm 6,2$ ) et 11 hommes ( $M_{\text{âge}} = 21,5 \pm 5,3$ ) non familiers avec la paraplégie ont participé à cette étude.

*Stimuli.* Des vidéos présentaient un personnage paraplégique réalisant un transfert de fauteuil latéral. L'animation est issue d'une capture de mouvement (Motion Analysis 100 Hz) réalisée auprès d'un patient paraplégique à l'Hôpital de Garches (92). Les vidéos ont été réalisées grâce au logiciel 3ds Max® version 2010, permettant de manipuler l'expression faciale de douleur du personnage, ainsi que la vitesse d'exécution du mouvement. Ainsi, trois facteurs expérimentaux intra-sujets ont été considérés : 2 Moments d'arrêt de la vidéo (50% et 75% du mouvement de transfert)  $\times$  2 Vitesses d'exécution du mouvement (vitesse normale et vitesse deux fois plus lente)  $\times$  3 Intensités d'expression faciale de douleur atteintes à la fin de la vidéo (0%, 50% et 100%). L'expression faciale de douleur a été obtenue en animant les Unités d'Action (UAs) du visage suivantes (Ekman et Friesen, 1978) : UA 4 (abaissement du front), UAs 6&7 (plissement des coins extérieurs des yeux) et UAs 9&10 (élévation du coin des lèvres et des narines). Un pré-test a montré que cette expression faciale était associée à un effort physique élevé. L'effort développé au niveau de l'épaule avant (dirigée vers la surface cible) a été montré comme étant plus élevé à 75% qu'à 50% du mouvement de transfert (Gagnon et al., 2008).

*Procédure.* Après un bloc de 12 essais de familiarisation, 3 blocs de 12 vidéos ont été présentés. La consigne donnée aux participants était la suivante : "Vous allez voir une personne atteinte de paraplégie réaliser un transfert de fauteuil. Quelle intensité d'effort au niveau de l'épaule-avant atteint le personnage à la fin de la vidéo ?". Les sujets fournissaient leur estimation sur une échelle de 0 à 20, à la fin de chaque vidéo.



## RESULTATS

Des ANOVAs ont été menées sur les estimations d'intensité d'effort physique perçue par les participants, avec un seuil de significativité fixé à  $p < .05$ .

Ces analyses ont révélé un effet principal de l'intensité de l'expression faciale de douleur ( $F(2,28) = 9,15$ ) et de la vitesse d'exécution du mouvement ( $F(1,19) = 7,27$ ) sur l'intensité d'effort physique perçue. Aucun effet principal du Moment d'arrêt de la vidéo sur les réponses des participants n'a été mis en évidence. L'intensité de l'expression faciale de douleur n'a pas interagit avec la vitesse d'exécution du mouvement ( $F(2,38) = 0,53$ ), comme l'illustre le parallélisme des deux droites de la figure 1. L'intensité d'effort physique perçue augmente de 10,8% entre une expression neutre et une expression de douleur de 100%. Il augmente de 14,1% entre le mouvement réalisé à vitesse normale et celui deux fois plus lent.

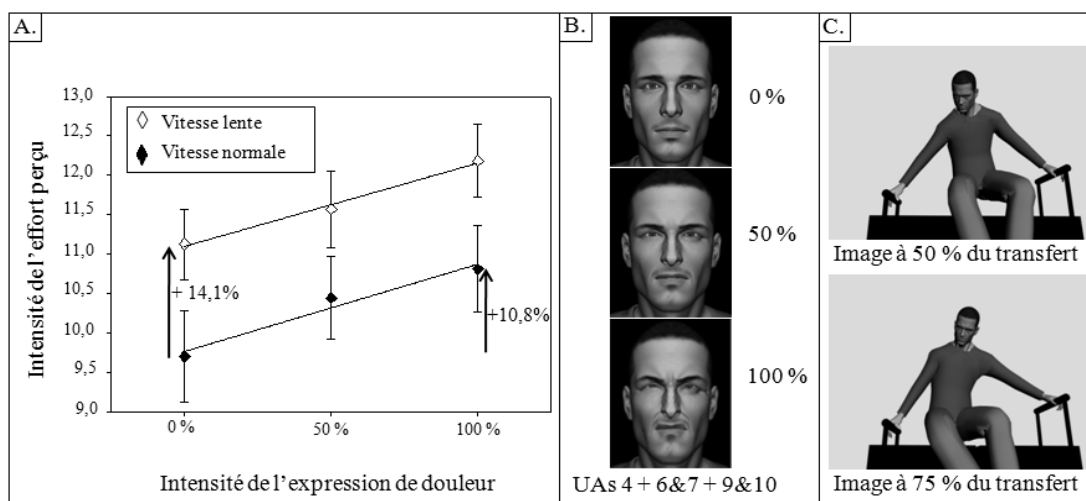


Fig. 1. (A) Intensité de l'effort physique perçue lors de l'observation d'une personne (virtuelle) paraplégique réalisant un transfert de fauteuil, en fonction de la vitesse d'exécution et de (B) l'intensité de l'expression faciale de douleur. (C) Les deux postures finales du transfert sur lesquelles portait le jugement.

## DISCUSSION

Interprétés dans le cadre de la Théorie de l'Intégration de l'Information développée par Anderson (1996), les résultats suggèrent que l'intensité de l'expression faciale et la vitesse du mouvement de transfert sont des signaux intégrés de façon additive dans les jugements d'effort physique d'autrui. Ces résultats ont été obtenus chez des observateurs non familiers avec la paraplégie, mais un recueil des données est en cours auprès professionnels en contact quotidien avec des patients paraplégiques, tels que les kinésithérapeutes et ergothérapeutes, afin de vérifier si la règle additive est conservée avec la familiarité de la pathologie, et de la tâche de transfert.

## BIBLIOGRAPHIE

- Anderson, N.H. (1996). *A functional theory of cognition*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Ekman, P., & Friesen, W.V. (1978). *Manual for the Facial Action Coding System*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- Gagnon, D.D., Nadeau, S., Desjardins, P., Noreau, L. (2008). Biomechanical assessment of sitting pivot transfer tasks using a newly developed instrumented transfer system among long-term wheelchair users. *Journal of Biomechanics*, 41, 1104-1110.
- Prkachin, K.M., Hughes, E., Schults, I., Joy, P., Hunt, D. (2002). Real-time assessment of pain behaviour during clinical assessment of low back patients. *Pain*, 95, 23-30.

P82- Mise en place d'un programme d'Activité Physique Adaptée chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle : quels effets sur la perception de soi ?

Laureline Salaun, Eric Reynes, Sophie Berthouze-Aranda  
CRIS, Université Lyon 1.  
salaun.laureline@hotmail.fr

L'objet de cette étude était, de mesurer le lien entre la perception de soi et des indicateurs de corpulence et de composition corporelle, ainsi que l'évolution de ce lien et de la perception de soi à l'issue d'un programme de prise en charge du surpoids-obésité chez des adolescents présentant une déficience intellectuelle. Vingt-trois adolescents présentant une déficience intellectuelle légère ont été pris en compte pour cette étude. Les résultats mettent en évidence (i) une amélioration des indicateurs de corpulence et de composition corporelle parallèlement au maintien d'une perception de soi valorisée et à la diminution de l'insatisfaction corporelle, et (ii) une évolution du lien entre les indicateurs de perception de soi et les indicateurs corporels. La pertinence de la prise en compte des indicateurs morphologiques dans l'étude de la perception de soi est discutée.

**Mots clefs:** Déficience Intellectuelle, Perception de soi, Insatisfaction Corporelle, Corpulence.

## INTRODUCTION

Les adolescents présentant une déficience intellectuelle (DI) sont décrits comme enclins à la surestimation de leur capacité (Ninot et al. 2000). Si cette caractéristique peut sembler protectrice du point de vue de la perception de soi elle peut être préjudiciable dans le cas de la mise en place de programmes visant à prendre en charge tel ou tel problème. Elle peut gêner la prise de conscience objective de ce problème, ou se heurter à la prise de conscience de leurs capacités réelles, sous l'effet du programme, et constituer une menace pour leur perception de soi. Les adolescents DI sont particulièrement touchés par le phénomène de surpoids-obésité (Salaun & Berthouze-Aranda. 2011). Lutter contre cette obésité passe par la mise en place d'un programme d'Activité Physique Adaptée (APA), avec le risque d'altérer la perception qu'ils ont d'eux-mêmes et de leur compétence physique. L'objet de cette étude était (i) d'évaluer dans quelle mesure le concept de soi (CS) et l'insatisfaction corporelle (IC) étaient liées à des composantes morphologiques et (ii) de mesurer l'effet d'un programme d'APA sur le CS et l'IC, ainsi que sur l'évolution du lien que ces variables entretiennent avec les composantes morphologiques.

## METHODE

**Participants.** Un programme individualisé d'APA a été mis en place dans des établissements spécialisés (Instituts Médico-Educatifs) de la Région Rhône-Alpes, et proposé à 59 adolescents repérés en suradiposité et présentant un faible niveau d'AP. Trente six d'entre eux se sont portés volontaires et ont suivi le programme, mais seuls 23 ont satisfait les critères d'inclusion ( $50 < \text{QI} < 70$  et absence de prédisposition médicale ou de traitement directement liée avec l'obésité) et ont renseigné l'ensemble des questionnaires de manière exploitable.

**Matériel.** Le CS a été évalué à l'aide de la version très courte adaptée pour adolescents DI de l'Inventaire du Soi Physique (Maiano *et al.* 2009). Les coefficients Alpha de Crombach pour les 2 temps de mesures (T1, T2) étaient respectivement : *Concept de Soi Global* (.36, .67), *Valeur Physique Perçue* (.29, .60), *Apparence Physique* (.74, .57), *Condition Physique* (.72, .72), *Compétence Sportive* (.14, .61) et la *Force* (-.29, .30). Compte tenu de la faiblesse de certains coefficients à T1, seuls les résultats obtenus sur les échelles *Apparence Physique* (AP) et *Condition Physique* (CP) ont été examinés. L'item "je m'aime bien" (*Concept de Soi Global*) a également été conservé afin de fournir un indice d'estime global de soi (ESG). L'IC a été mesurée à l'aide d'une échelle graphique présentant 9 silhouettes classées dans un ordre de corpulence croissante. Les participants devaient indiquer la silhouette qui leur ressemblait le plus ainsi que celle à laquelle ils souhaiteraient ressembler. La valeur d'IC correspond à la valeur absolue de la différence entre ces deux cotations. Les variables morphologiques retenues pour les analyses étaient : le poids, l'indice de corpulence (BMI: poids/taille<sup>2</sup>), le tour de taille, le ratio tour de taille sur taille (WHtR) et le pourcentage de masse grasse (%mg) mesurée à l'aide de l'impédancemètre Bodystat® 1500 MDD.

L'analyse des données a été effectuée par le biais du calcul des coefficients de corrélation de Pearson et la réalisation d'analyses de variance multivariée (MANOVA) à mesures répétées.

## RESULTATS

Liens entre perception de soi et indicateurs morphologiques à T1. L'analyse des corrélations montre une relation négative entre les scores AP et CP avec le BMI ( $r = -.55, p = .007$  ;  $r = -.54, p = .008$ ), le tour de taille ( $r = -.43, p = .04$  ;  $r = -.55, p = .007$ ) et le WHtR ( $r = -.42, p = .04$  ;  $r = -.48, p = .02$ ). Le score de CP est également lié aux poids ( $r = -.41, p = .05$ ). L'IC n'est pas corrélée aux indicateurs morphologiques.

Variation morphologique T1-T2. Le résultat de la MANOVA à mesures répétées montrent un effet *Temps*, Wilks' lambda = .31,  $F(5,18)=7.88, p = .0004$ . Les résultats univariés montrent une diminution du tour de taille,  $F(1,21)=5.99, p = .02$ , du WHtR,  $F(1,21)=12.10, p = .002$ , et du %mg,  $F(1,21)=4.56, p = .04$ . Les résultats de la MANOVA réalisée sur ces trois variations montre une absence d'effet principal du *Sexe* Wilks' lambda = .86,  $F(3,19)=1.07, p = .38$ .

Variation perception de soi T1-T2. Le résultat de la MANOVA à mesures répétées fait apparaître un effet *Temps*, Wilks' lambda = .44,  $F(4,19)=6.04, p = .003$  : l'IC diminue significativement entre T1 et T2,  $F(1,22)=23.71, p < .0001$ . Cette variation n'est liée à aucun d'effet principal du *Sexe*  $F(1,21)=.04, p = .85$ . L'analyse des coefficients de corrélation montre que cette variation de l'IC tend à n'être liée significativement à aucun indicateur T1 ni à aucune des variations morphologiques.

Liens entre perception de soi et indicateurs morphologiques à T2. Comparer aux liens mis en évidence à T1 l'analyse de ces liens à T2 montre une disparition des liens significatifs entre les scores AP et CP avec les indicateurs morphologiques. A l'inverse l'ESG qui à T1 n'était liée à aucun indicateur morphologique corrèle à T2 avec le poids, et le tour de taille ( $r = -.41, p = .05, r = -.47, p = .03$ ). Nous noterons également que l'IC tend à corrélérer avec le tour de taille ( $r = .37, p = .08$ ).

## DISCUSSION

Le programme a permis d'améliorer les indicateurs morphologiques : diminution du tour de taille, du WHtR, ainsi que du %mg, et ce en maintenant leur concept de soi et en diminuant l'IC. Ce résultat est positif et encourageant en soi, car tous les programmes mettant en activité des adolescents DI ne parviennent pas à maintenir une bonne perception de soi (Ninot *et al.* 1999). Par ailleurs, entre T1 et T2 nous observons une modification des relations qu'entretiennent les variables de perception de soi et les variables morphologiques. A l'issue du programme la perception que les adolescents avaient de leur apparence physique et de leur condition physique n'est plus liée à des critères morphologiques. Nous faisons l'hypothèse d'un glissement d'un concept de soi marqué par des critères morphologiques à un concept de soi marqué par des critères de compétence et se nourrissant davantage du regard de l'autre sur soi (Huck *et al.* 2010). Dans un même temps, l'ESG et l'IC deviennent liées au poids, et surtout au tour de taille ; donc à des critères à la fois objectivables (contrairement au %mg, BMI ou au WHtR) pour l'individu, et pertinent du point de vue de la prévention.

## REFERENCES

- Huck S., Kemp C. & Carter M. (2010). Self-concept of children with intellectual disability in mainstream settings. *J Intellect Dev Disabil.*, **35**, 141-154
- Maiano C., Begarie J., Morin A. J. & Ninot G. (2009) Assessment of physical self-concept in adolescents with intellectual disability: content and factor validity of the very Short Form of the Physical Self-Inventory. *J Autism Dev Disord.*, **39**, 775-787
- Ninot G., Bilard J., Delignières D. & Sokolowski M. (1999) le sport chez les adolescents en échec scolaire: Facteur de valorisation ? *Annales Médico-Psychologiques* **157**, 245-252.
- Ninot G., Bilard J., Delignières D. & Sokolowski M. (2000) La survalorisation du sentiment de compétence de l'adolescent déficient intellectuel en milieu spécialisé. *European review of applied psychology* **50**, 165-174.
- Salaun. L. & Berthouze-Aranda. S. E. (2011) Obesity in school children with intellectual disabilities in France. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities* **24**, 333-340.

**PROGRAMME SCIENTIFIQUE MERCREDI 26 OCTOBRE 2011**

## **CONFERENCES PLENIERES**

***Sociologie : Pr. Steve Jackson (Nouvelle-Zelande)***

## The 2011 Rugby World Cup: Sport Megaevents as Contested Terrains of Commerce, Culture and Identity

Steve J. Jackson, PhD  
University of Otago, New Zealand  
[steve.jackson@otago.ac.nz](mailto:steve.jackson@otago.ac.nz)

According to Maurice Roche Mega-events can be conceptualised as “large-scale cultural (including commercial and sporting) events, which have a dramatic character, mass popular appeal and international significance” (Roche, 2000: 1). Based on this definition a wide range of sport events including the Olympics, FIFA World Cup, Commonwealth Games and the Rugby World Cup (amongst others) would all qualify. Moreover, within the context of media driven promotional culture there are no shortages of declarations of sport-related occasions being ‘mega-events’. This is probably because of the uniqueness of sport with respect to its strategic location at the nexus of various political, economic and social interests. Consequently, although sport is rarely, if ever, explicitly recognized as a government’s highest priority, its’ strategic links with so many other areas of culture and social policy including: National Identity, Health, Education, Social Welfare and Tourism, demands that it be taken seriously (Jackson, 2010).

This paper briefly explores the 2011 Rugby World Cup as a “contested terrain” of commerce, culture and identity. While we might list these three components separately, increasingly it is evident that commerce, culture and identity are intimately interrelated. To begin and to put things in context I outline the uniqueness of ‘sport’ as a cultural form and practice and how and why it often serves as a “contested terrain”. In turn, I highlight the social and cultural significance of sport megaevents as strategic sites of cultural analysis. At this point the paper focuses on key issues in order to illustrate how the 2011 Rugby World Cup serves as a contested terrain.

First, I examine the politics of the Rugby World Cup bid process to highlight the links between commerce and national identity. The process of bidding for sport megaevents often reveals the complexities and contradictions associated with making promises to global sport organizations such as the International Rugby Board (IRB) and then finding the money to keep those promises. The result is often an enormous public expenditure and subsidization of sport megaevents by citizens many of whom have more urgent needs. To this extent the paper explores the public investment in the 2011 Rugby World Cup including new stadia, new infrastructure and media broadcasting. These issues are in turn discussed in relation to the discourse of “nationhood”. As a further example of the contested terrain of commerce linked to the Rugby World Cup I examine what I refer to as “Adidas-gate”. In the lead up to the tournament it was discovered that the price of the new All Blacks jersey in New Zealand was twice the price being charged overseas. Here, I briefly explore how something as simple as a rugby jersey helps raise awareness about the nature of globalization and New Zealand’s position within the global economy. Second, I examine the enduring debates associated with the New Zealand All Black ‘haka’. Often described as a ‘war dance’, the haka is a complex and controversial sporting ritual or performance. In this presentation I briefly outline the meaning and significance of the haka and how it serves as a contested terrain of commerce, culture and identity both within and outside New Zealand. In particular I highlight the challenge of sustaining, protecting and representing Maori indigenous culture within a neoliberal postcolonial context. The paper concludes by contrasting the *legacy of hope* for sport megaevents, such as the Rugby World Cup, as national projects that deliver economic and success with the *reality of experience* citizens and their futures.

***Sciences biologiques : Pr François Perronet (Canada)***



## 1. INTRODUCTION

The significance of plasma lactate (LA) concentration ([LA]) is different in response to short duration high intensity exercise (SDHIE) and to prolonged endurance exercise.

## 2. HIGH INTENSITY SHORT DURATION EXERCISE

### 2.1. Anaerobic energy production

In response to SDHIE, LA production and accumulation is due to the fact that anaerobic glycolysis provides a substantial portion of the energy needed (Gastin 2001). The LA-space varies, and it is difficult to precisely estimate the amount of LA accumulated from plasma [LA]. Direct measures in animals (Bennett and Licht 1974) and indirect estimates in man (di Prampero 1981) suggest that the amount of LA which can be accumulated is ~1-1.25 g/kg (~0.8 to 1 mole in a 70-kg subject: LA = 89 g/mole) in a minimum period of ~30 s. Since 47 kcal are released for 2 moles of LA accumulated (0.26 kcal/g of LA) this amount of LA corresponds to ~18.5-23 kcal and ~2600-3200 W. Consistent data indicate that plasma [LA] at the end of foot races ranging from 200 to 1500 m is slightly above 20 mmol/L (Kinderman and Keul 1977; Lacour et al. 1990) corresponding to a LA-space ranging between 50 and 60 % body mass.

### 2.2. LA production and efficiency of ATP synthesis

The maximal rate of plasma glucose entry into peripheral tissues is ~2 g/min (Hawley et al. 1994). Thus, the flux through glycolysis (at least ~70 g/30 s or 2 g/s) can only be sustained from muscle glycogen. In response to SDHIE a sharp decline in glycogen concentration in working muscles is indeed observed (Medbo et al. 2006). There are two advantages of using muscle glycogen to fuel glycolysis during SDHIE: 1) the small amount of plasma glucose is conserve to other organs; and 2) when compared to glycolysis from glucose, glycolysis from glycogen provides more ATP (3 vs 2 moles of ATP/mole of glucose) (Mayes 1988) (p. 160). With 47 kcal released/mole of glycosyl unit, the efficiency of ATP resynthesis (~12 kcal/mole) by glycolysis is much higher ( $36/47 = 0.77$ ) than aerobic metabolism (~0.64 for an average P/O of 3).

### 2.3. LA distribution and clearance

The amount of LA accumulated during SDHIE is equal to the amount produced: there is essentially no LA clearance. The two major pathways of LA clearance during exercise are oxidation and gluconeogenesis (GNG) in the liver which both require oxygen: 0.750 L/g of LA oxidized; ~125-145 mL/g of LA in GNG. During SDHIE, the amount of oxygen consumed is low. Even under the assumption that all the oxygen available is used to oxidize LA, there is only enough oxygen to oxidize a few grams of LA (vs at least ~70 g produced). As for liver GNG, with a low oxygen consumption in the liver (~70 mL/min) (Nielsen et al. 2007), which cannot possibly be entirely devoted to fuel GNG, the amount of LA which can be converted into glucose in the liver during SDHIE is negligible.

### 2.4. LA production/accumulation during SDHIE

Since anaerobic glycolysis with LA accumulation provides a substantial portion of the energy needed during SDHIE, the highest the amount of LA accumulated the better the performance. This has been shown, for example, in a study by Lacour et al. (1990) conducted

in 400- and 800-m runners: a high positive relationship was found between the average speed sustained and plasma [LA] at the end of the race.

### **3. PROLONGED ENDURANCE EXERCISE**

#### ***3.1. Energy metabolism is entirely aerobic***

In response to prolonged endurance exercise, plasma [LA] is much lower than in response to SDHIE : depending on the fractional utilization of VO<sub>2</sub>max sustained, training and nutritional states, and environmental conditions, the values range between 1.5 to 2 mmol/L (O'Brien et al. 1993) (i.e., only slightly above resting values) and ~10 mmol/L (Kenefick et al. 2002). In addition, plasma [LA] is stable or slowly drifts upwards or downwards. The slow changes in plasma [LA] over time, if any, suggests that the amount of LA present in the body remains fairly constant: the rate of plasma LA disappearance closely matching its rate of appearance. Energy and ATP provided by glycolysis are only anaerobic when electrons are accepted by pyruvate which is reduced in LA such as during SDHIE. When electrons which have been transiently accepted to pyruvate are removed from LA to be finally accepted by oxygen to produce water, the energy and ATP provided by glycolysis are aerobic. The stability or near stability of plasma [LA] during prolonged endurance exercise (whatever the total amount of LA present and the level of plasma [LA]) indicates that the energy needed for this type of exercise is entirely provided by aerobic metabolism.

#### ***3.2. Plasma [LA] and endurance performance***

As shown for example by Coyle et al. (1988), for a given fractional utilization of VO<sub>2</sub>max, exercise time to exhaustion is longer (i.e., endurance capability is higher) in subjects with the lower plasma [LA]: the subjects with the lower plasma [LA] during a simulated bike race at 88% VO<sub>2</sub>max were able to sustained this workload almost twice longer than those with the highest plasma [LA]. When compared to the subjects with the lowest endurance capability, the LA curve (i.e., plasma [LA] plotted against %VO<sub>2</sub>max) during incremental exercise to VO<sub>2</sub>max, was shifted to the right in subjects with the highest endurance capability. The « LA threshold » (LT) defined in this particular study as the %VO<sub>2</sub>max when plasma [LA] was 1 mmol/L above the basal value, was observed at 65.8% VO<sub>2</sub>max in subjects with the lowest endurance capability vs 81.5% VO<sub>2</sub>max in subjects with the highest endurance capability.

#### ***3.3. LT and endurance performance***

Based on this observation, which has been repeatedly confirmed, it is generally accepted that the LT identified during incremental exercise or during prolonged exercise at constant workload (maximal lactate steady state or MLSS), is a valid index of endurance capability (Faude et al. 2009). Although this observation can have practical applications, it should be recognized that the term LT is a misnomer since there is obviously no threshold in the LA curve. This is the reason why more than twenty different LTs have been suggested all of them based on purely geometric analysis of the LA curve without any physiological justification. In addition, in almost all the studies showing a correlation between performance and a particular LT, the LT was expressed in running speed, VO<sub>2</sub> or power output (i.e., absolute LT). However, the absolute LT depends in a large extent on VO<sub>2</sub>max, which is itself a major determinant of performance for events lasting longer than about 60 seconds (Levine 2008) and is, thus, a confounding factor. This is probably why the absolute LTs are not selective determinants of performance in endurance events but also of performance for shorter distances such as the 800-m running and the 4-km cycling (Faude et al. 2009).

### **3.4. The LA shuttle**

During prolonged endurance exercise, LA is continuously produced in some tissues and utilized in others, but the rate of plasma LA appearance and uptake are similar or very close. This phenomenon has been described as the cell-to-cell LA shuttle (Brooks 1986a, b; Gladden 2004, 2007). The sources of plasma LA are the working muscles but also the non-working muscles, and these tissues along with the heart, the brain and the liver are also the sites of plasma LA removal. In the liver, LA can be converted into glucose which can be released into the blood. In the heart and brain, the LA removed from the blood is oxidized and the LA shuttle, thus, could be seen as the way to fuel aerobic metabolism in these organs at the expense of the large stores of muscle glycogen in non-working muscles. The LA shuttle also sustain aerobic metabolism in working muscles at the expense of glycogen stores in non-working muscles in which glycogenolysis is stimulated by epinephrine (Gladden 2004).

### **3.5. Significance of plasma [LA] during prolonged exercise**

During prolonged exercise the energy is entirely produced through aerobic metabolism but, plasma [LA], which is stable is higher than at rest. Also, for a given workload, plasma [LA] is stable but at a higher value in all situation where the availability of oxygen, oxygen transport, and oxygen utilization are impaired, and conversely (Wasserman and Koike 1992). Under the well entrenched theory of the anaerobic threshold, these observations indicate that above a certain workload, anaerobic metabolism has to be involved in ATP generation because aerobic energy supply becomes insufficient. This theory and explanation, however, cannot account for the facts 1) that there is actually no anaerobic energy provided when plasma [LA] is stable, whatever plasma [LA]; and 2) that a decrease in oxygen availability, or impairment in oxygen transport and utilization do not modify VO<sub>2</sub> for a given submaximal workload.

The best (and simpler) explanation for these observations is that during prolonged exercise plasma [LA] is a marker of the error signals needed to stimulate mitochondrial respiration (Connett et al. 1990; Gladden 2004). The two factors which stimulate mitochondrial respiration are an increase in redox potential and a decrease in phosphate potential. In situations where aerobic ATP production is compromised (decrease in oxygen availability, or impairment in oxygen transport and utilization) but where there is room for compensation, mitochondrial VO<sub>2</sub> and aerobic ATP production are maintained at the cost of a lower phosphate potential. In the cytosol, the lower phosphate potential stimulates glycolysis, increasing redox potential (NDH<sub>2</sub>/NAD) and, as consequence, the LA/pyruvate ratio, and muscle and, thus, plasma [LA].

## **REFERENCES**

- Baldwin KM, Campbell PJ, Cooke DA (1977) Glycogen, lactate, and alanine changes in muscle fiber types during graded exercise. *J Appl Physiol* 43: 288-291
- Bennett AF, Licht P (1974) Anaerobic metabolism during activity in amphibians. *Comparative Biochemistry and Physiology* 48A: 8
- Brooks GA (1986a) Lactate production under fully aerobic conditions: the lactate shuttle during rest and exercise. *Fed Proc* 45: 2924-2929
- Brooks GA (1986b) The lactate shuttle during exercise and recovery. *Med Sci Sports Exerc* 18: 360-368
- Brooks GA (2000) Intra- and extra-cellular lactate shuttles. *Med Sci Sports Exerc* 32: 790-799
- Connett RJ, Honig CR, Gayeski TE, Brooks GA (1990) Defining hypoxia: a systems view of VO<sub>2</sub>, glycolysis, energetics, and intracellular PO<sub>2</sub>. *J Appl Physiol* 68: 833-842
- Coyle EF, Coggan AR, Hopper MK, Walters TJ (1988) Determinants of endurance in well-trained cyclists. *J Appl Physiol* 64: 2622-2630

- di Pamprero PE (1981) Energetics of muscular exercise. *Rev Physiol Biochem Pharmacol* 89: 144-222
- Faude O, Kindermann W, Meyer T (2009) Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Med* 39: 469-490
- Gastin PB (2001) Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med* 31: 725-741
- Gladden LB (2004) Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *J Physiol* 558: 5-30
- Gladden LB (2007) Is there an intracellular lactate shuttle in skeletal muscle? *J Physiol* 582: 899
- Hawley JA, Bosch AN, Weltan SM, Dennis SC, Noakes TD (1994) Glucose kinetics during prolonged exercise in euglycaemic and hyperglycaemic subjects. *Pflugers Arch* 426: 378-386
- Kenefick RW, Mattern CO, Mahood NV, Quinn TJ (2002) Physiological variables at lactate threshold under-represent cycling time-trial intensity. *J Sports Med Phys Fitness* 42: 396-402
- Kinderman, Keul (1977) Lactate acidosis with different forms of sports activity. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences* 2: 177
- Lacour JR, Bouvat E, Barthelemy JC (1990) Post-competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400-m and 800-m races. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 61: 172-176
- Levine BD (2008) VO<sub>2</sub>max: what do we know, and what do we still need to know? *J Physiol* 586: 25-34
- Mayes PA (1988) Glycolysis and the oxidation of pyruvate. In: Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW (eds) *Harper's biochemistry*. Lange, Norwalk, Connecticut, pp. 158-164
- Medbo JI, Jebens E, Noddeland H, Hanem S, Toska K (2006) Lactate elimination and glycogen resynthesis after intense bicycling. *Scand J Clin Lab Invest* 66: 211-226
- Nielsen HB, Febbraio MA, Ott P, Krstrup P, Secher NH (2007) Hepatic lactate uptake versus leg lactate output during exercise in humans. *J Appl Physiol* 103: 1227-1233
- O'Brien MJ, Viguie CA, Mazzeo RS, Brooks GA (1993) Carbohydrate dependence during marathon running. *Med Sci Sports Exerc* 25: 1009-1017
- Stanley WC, Gertz EW, Wisneski JA, Neese RA, Morris DL, Brooks GA (1986) Lactate extraction during net lactate release in legs of humans during exercise. *J Appl Physiol* 60: 1116-1120
- Wasserman K, Koike A (1992) Is the anaerobic threshold truly anaerobic? *Chest* 101: 211S-218S

## **SYMPOSIUMS**

*S11-Histoire partie 1 : Contribution à l'épistémologie des APS à la définition de savoirs corporels en EPS : XIXe – XXe siècles*

Michaël Attali et Jean Saint-Martin

Univ Grenoble 1, F- 38400 Saint-Martin d'Hères, France

SENS, EA-3742, F- 38400 Saint-Martin d'Hères, France

[michael.attali@ujf-grenoble.fr](mailto:michael.attali@ujf-grenoble.fr) [jean.saint-martin@ujf-grenoble.fr](mailto:jean.saint-martin@ujf-grenoble.fr)

Ce symposium envisage de proposer des modèles d'analyse relatifs à la diffusion en France des pratiques sportives par l'intermédiaire de l'enseignement scolaire de l'Éducation Physique du XIXe siècle à nos jours. Il s'agit d'appréhender la diversité des formes de pratiques retenues et d'en situer non seulement le sens au regard des contextes scolaires et sociaux dans lesquels ils s'inscrivent mais aussi d'en comprendre les multiples enjeux. En axant leurs analyses sur la place de l'élève, la nature des apprentissages, le lien avec les pratiques sociales, les modalités d'intervention pédagogique (forme de groupement, dispositifs pédagogiques, etc.), les distinctions de genre ou les liens avec les finalités, les communications identifieront les inflexions successives et devront se situer dans une perspective comparative au plan diachronique. Dépassant les justifications discursives, elles mettront en valeur les mises en œuvre pratiques. Les corpus croiseront donc les textes officiels avec les manuels, les revues, documents audiovisuels ou les témoignages d'acteurs. Les conclusions permettront de mettre en évidence des similitudes ou des divergences dans les processus caractéristiques de chacune des activités physiques et sportives retenues (activités de pleine nature, athlétisme, danse, football, gymnastique, hand-ball, natation, rugby, activités de combat, volley-ball).

## **BIBLIOGRAPHIE**

Arnaud, P. (s. la dir.) (1985). *La psychopédagogie des APS*. Toulouse : Privat.

Clément, J-P., Defrance, J., Pociello, C. (1996). *Sport et pouvoirs au XX<sup>e</sup> siècle, enjeux culturels, sociaux et politiques des éducations physiques, des sports et des loisirs dans les sociétés industrielles*. Grenoble : PUG.

Goirand, P. Metzler, J. (1996). *Techniques sportives et cultures scolaires*. Paris : revue *E.P. S.*

Héry, E. (2005). Les pratiques pédagogiques, objets d'histoire, Carrefours de l'éducation, 19.

Midol, N., Lorant, J., Rogero, C. (1994). *Sciences des activités physiques et sportives. Aspects épistémologiques, méthodologiques et impacts sociaux*. Paris-Nice : co-éd. AFRAPS-LARESHAPS.

Pociello, C. (1995). *Les cultures sportives*. Paris : PUF.

Robène, L. & Léziart, Y. (2006). *L'homme en mouvement, histoire et anthropologie des techniques sportives* (vol.1 et vol.2). Paris : Chiron.

Terret, T., Fargier, P., Rias, B., Roger, A. (2002). *L'athlétisme et l'école. Histoire et épistémologie d'un sport éducatif*. Paris : L'Harmattan.

Vigarelo, G. (1988) : *Une histoire culturelle du sport : techniques d'hier... et d'aujourd'hui*. Paris : co-édition R. Laffont et revue EP.S.

L'évolution des pratiques pédagogiques liées à l'enseignement de la natation scolaire (2<sup>nd</sup> degré) et des savoirs aquatiques acquis chez des enseignants d'EPS entre 1945 et 1995

*Emmanuel Auvray*

CRIS, EA 647, Université Lyon 1. Symposium. Sciences humaines  
[emmanuel.auvray@unicaen.fr](mailto:emmanuel.auvray@unicaen.fr)

Cette étude vise à rendre compte de l'évolution (1945-1995) chez une population d'enseignants d'EPS (n=143) de leurs pratiques pédagogiques à l'endroit de l'enseignement de la natation (2<sup>nd</sup> degré) dans diverses académies (n=25) et de leurs savoirs sur l'activité natation en fonction de leurs cheminements biographiques. À partir d'une enquête par questionnaire, complétée par des témoignages écrits, des sources privées et semi-officielles, il en ressort la périodisation suivante : une natation de la débrouillardise (1945-1960), une natation à l'ombre du sport (1960-1986), une natation « épsienne » (1986-1995). S'agissant de la nature des savoirs aquatiques appris, nous constatons des permanences et des disparités qui semblent s'être atténuées au fil du temps.

**Mots clés** : histoire, EPS, curriculum, natation, savoirs.

### **SAVOIRS AQUATIQUES ET CURRICULA RÉELS, OBJETS D'HISTOIRE**

Si l'historiographie de l'EPS au cours du XX<sup>e</sup> siècle est manifestement riche de travaux sur les textes officiels et sur les conceptions, en revanche, il existe moins de recherches à l'échelon des acteurs de terrain concernant la nature de leurs savoirs sur les activités physiques et sportives (APS) et sur la réalité de leurs pratiques pédagogiques passées. Rappelons que de manière générale, la formation initiale des enseignant(e)s d'EPS a toujours reposé (1945-1995) sur, entre autres, l'acquisition de savoirs pratiques (les techniques), théoriques (histoire, anthropologie, bio-mécanique) et d'action (pédagogie) sur les APS et leur enseignement. Ce manque de données historiques sur ce qu'ils ont concrètement appris comme savoirs (pratiques, théoriques, d'action) en fonction de leurs cheminements biographiques et sur ce qu'ils ont réellement enseigné à leurs élèves en EPS tient à l'opacité et au caractère privé de leurs actes pédagogiques passés (Héry, 2005) et de leurs histoires de vie. Nous avons alors notamment cherché à identifier si d'une part, les savoirs aquatiques pratiques réellement transmis aux élèves au cours de séances de natation s'étaient inscrits dans ceux alors prescrits par les textes officiels entre 1945 et 1995 : une natation utilitaire 1945-1959, une natation sportive 1960-1985, une natation loisir 1986-1995. Et, d'autre part, comment les savoirs acquis sur la natation et son enseignement avaient impacté leurs pratiques pédagogiques.

### **MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS**

Afin de formaliser (1945-1995) la nature des savoirs acquis sur la natation et réellement enseignés à des élèves au cours de leçons de natation en EPS dans diverses académies et contextes scolaires (collèges, lycées, ville, campagne, mer), nous avons investi la parole d'acteurs ordinaires de l'EPS (n=143) par le biais de la méthodologie du questionnaire complétée par des témoignages écrits, des sources privées et des rapports d'inspection. Que pouvons-nous alors en dire ? En ce qui concerne l'évolution des savoirs aquatiques acquis durant les études en EPS (1945-1995), si nous constatons des permanences au niveau des savoirs pratiques (techniques de nage) et théoriques (histoire des nages, analyses techniques, règlements sportifs), en revanche, s'agissant des savoirs d'action en natation nous observons d'importantes disparités. En l'espèce, si certains d'entre eux ont pu bénéficier en fonction des ressources propres à chaque centre de formation d'une pédagogie appliquée avec de vrais élèves (ENSEP) et/ou des camarades de promotion (CREPS de Bordeaux) d'autres n'ont rien reçu ou quelques rudiments pédagogiques et didactiques alors donnés en salle de cours pour apprendre à enseigner la natation malgré pourtant des concours de recrutement d'enseignants d'EPS toujours défini à l'échelon national et comportant parfois des épreuves de pédagogie pratique (années 50 et 60). Pour ce qui relève des savoirs aquatiques acquis et diffusé par leur univers professionnel en EPS (revues, vidéos, ouvrages, formations), nous pouvons dire qu'ils

ont été très largement imprégnés (1950-1995) par la conception dite moderne et synthétique de l'enseignement de la natation de Raymond Catteau et ces consorts (Menaud, Guilbert, Vivensang) dans le prolongement de l'approche naturelle développée dès l'entre-deux-guerres par de Villepion, Siener, Schœbel. Méthode dite naturelle qui s'inscrivait alors en relative opposition avec celle de Paul Beulque de nature instrumentée (1922). À côté de l'hégémonique conception « catteaussienne » finalisée par l'apprentissage des nages sportives et de l'entraînement, les hommes de terrain de l'EPS ont toujours pu trouver dans leur univers professionnel des conceptions behavioristes (Dubois, Robin, Bordat) pour transmettre des nages utilitaires (brasse) ou sportives et des conceptions constructivistes dans lesquelles d'ailleurs l'aspect culturel des apprentissages natatoires fut relayé à un second plan craignant alors à l'époque (années 70 et 80) l'invasion de la technique en EPS (Vadepied, Azémar, Arnaud) malgré une natation prescrite de nature sportive (1960-1985). Notons que cet espace leur a toujours communiqué des savoirs sur les techniques de nage sportive sous la forme d'analyses descriptives (kinogrammes) de la gestualité des nageurs experts comme étant alors la référence (savoirs pratiques) à enseigner aux élèves. Enfin, précisons que certains témoins de la population étudiée ont pu s'approprier des savoirs aquatiques (pratiques, théoriques, d'action) par le biais de formations diplômantes comme le Brevet d'État (BE) d'entraîneur de natation (1954), puis le BE option natation à trois degrés (1963-1979), et enfin le BE d'éducateur des activités de la natation en 1985. À côté de la formalisation des savoirs aquatiques acquis dans et hors de leur univers professionnel, nous avons pu également mettre en lumière une histoire de leurs pratiques pédagogiques passées à propos de l'enseignement de la natation en EPS. De l'ensemble des données que nous avons pu collationner, il en ressort la périodisation suivante : une natation de la débrouillardise 1945-1960, une natation à l'ombre du sport 1960-1986, une natation autotélique ou « épsienne » 1986-1995, qui, pour de multiples raisons, reste à une certaine distance de la temporalité et du contenu de la natation prescrite par les textes officiels.

## **CURRICULA RÉELS ET RÉFORMES SCOLAIRES : QUELLES TEMPORALITÉS ?**

Au final, en ce qui concerne l'enseignement réel de la natation, nous constatons que la temporalité des réformes scolaires ne se superpose pas totalement et mécaniquement à celle des changements observés au niveau du terrain (1945-1995), n'ont pas tant que chaque acteur soit systématiquement opposé à toute réforme scolaire ou au contraire en accord avec elle, mais qu'en fonction de son parcours biographique et des savoirs aquatiques acquis (niveau micro), de la contingence des contextes scolaires et des publics cibles enseignés, (niveau méso), des conceptions de l'EPS et de l'enseignement de la natation (niveau macro) portées, l'acteur est et demeure, comme l'a par ailleurs souligné Antoine Prost (1996), « *un facteur décisif* » dans la mise en place ou non des réformes scolaires au cours de sa carrière.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Arnaud, P. (1988). Métier : prof de gym. Enfance et jeunesse d'une profession au travers d'un récit autobiographique (1906-1958). Entretiens avec Jean-Louis Charrière. *Le Binet Simon*, 614, 3-31.
- Caritey, B. (2008). Parcours de vie des enseignants d'EPS et diversité des pratiques professionnelles. Dossier EPS, 77. Paris, Revue EPS, 47-58.
- Collinet, C. & Taled, A. (2003). Histoire et historiens en STAPS de 1975 à nos jours. In C. Collinet, (dir.), *La recherche en STAPS* (pp.131-152). Paris : PUF.
- Héry, É. (2005). Les pratiques pédagogiques, objets d'histoire. *Carrefours de l'éducation*, 19, 93-105.
- Prost, A. (1996). Comment faire l'histoire des réformes ? In B. Belhoste, H. Gispert, N. Hulin, *Les sciences au lycée. Un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger* (pp.15-25). Paris : INREP & Vuibert.



Le Hand-ball à l'école du début des années 1940 au milieu des années 1970 : entre activité athlétique et sport collectif

Michaël Attali et Jean Saint-Martin

UJF-Grenoble 1, UFRAPS, Laboratoire SENS (EA 3742)

[michael.attali@ujf-grenoble.fr](mailto:michael.attali@ujf-grenoble.fr) [jean.saint-martin@ujf-grenoble.fr](mailto:jean.saint-martin@ujf-grenoble.fr)

Le hand-ball devient un contenu de formation en EPS à partir des années 1940. En quelques années, il devient une activité de référence. En permettant de faire la synthèse entre la tradition fondée sur le développement physique et la modernité portée par l'importance de la socialisation, il constitue une synthèse éducative dont les formes de développement ouvrent de nombreuses perspectives en EPS. Il s'agira alors d'en préciser les fondements et les caractéristiques pour situer la contribution culturelle de cette discipline.

**Mots-clés** : hand-ball, épistémologie, éducation, innovation, sportivisation

## METHODE

Considéré comme le sport scolaire de référence, le hand-ball connaît aujourd'hui un succès considérable. Soutenu par une visibilité médiatique importante au travers des succès de l'équipe de France, la presse présente le hand-ball comme étant le sport des professeurs d'EPS. Il faut pourtant constater que sa présence dans cet enseignement est récente et s'inscrit dans une dynamique de réforme éducative dont il est nécessaire d'envisager les caractéristiques et de situer son rôle dans l'implantation sociale d'une activité longtemps absente de l'école. Lorsque le docteur Marc Bellin du Coteau développe les préceptes d'une méthode sportive dans le volumineux *Traité d'Education Physique* en 1930, il envisage de s'appuyer sur l'athlétisme, la natation, le basket-ball, le football ou le rugby mais à aucun moment ne fait référence à cette activité qui présente pourtant de nombreux avantages. Au niveau social, cette activité est peu développée en France puisque en 1939, il existe 10 équipes, 20 en 1941, ce qui représente environ 250 licenciés (Encyclopédie générale des sports, 1946). Il est néanmoins remarquable de constater que 4 ans plus tard, 6809 licenciés sont recensés soulignant l'esquisse d'un intérêt accru.

## RESULTATS

Il faut donc attendre le début des années 1940 pour envisager que le hand-ball puisse être considéré comme une activité éducative. *Les notes techniques de l'ENSEP* d'abord, puis *La revue de l'INS*, la revue *Héraclès* et bien sûr la revue *EP.S* à partir de 1950 tentent d'en prendre la mesure. L'ensemble des manuels des années 1950 en étudient les caractéristiques et proposent des dispositifs adaptés au milieu scolaire. Dans la lignée des expériences menées dès la Libération en Alsace (André & Braesch, 1981), cette activité recueille alors assez vite l'intérêt car elle est une synthèse de l'éducation physique de base en raison des qualités athlétiques qu'elle permet de développer et de la socialisation qui s'avère être l'un des principes essentiels de cette période. L'idée de la complémentarité entre les méthodes traditionnelles et le hand-ball semble retenue. P. Imberty (1959) en souligne d'ailleurs l'intérêt : « *le hand-ball est le seul sport collectif où intervienne le lancer athlétique, le seul sport collectif où les athlètes de type coureur-lanceur trouvent à employer pleinement leurs moyens* ». Sa simplicité est ainsi vantée tout autant que la diversité des situations offertes à l'éducateur. Son apparence ludique présente également l'avantage d'être attrayant pour des élèves désireux de se démarquer des méthodes traditionnelles. Mais l'enseignement du hand-ball est-il aussi moderne qu'il n'y paraît ? Son enseignement par l'intermédiaire de situations décontextualisées du match comme son évaluation ne correspondent-ils pas à la conception traditionnelle de l'EPS ? En quoi la prédilection technique peut-elle être un indicateur des modèles dominants en EPS ? L'attention portée à l'activité du porteur de balle n'est-elle pas le signe de la mise en retrait de toute forme d'interactions ? La première phase de son implantation scolaire semble donc dominée par une composante athlétique qui réduit sa

dimension collective qui est mise en avant à partir de la fin des années 1950. L'on ne peut néanmoins pas négliger la place qu'il prend au sein de l'association sportive d'établissement et dont il est nécessaire de préciser la fonction.

### **BIBLIOGRAPHIE**

André, J. et Braesch, F. (1981). *Une petite balle dans la peau*. Ed. du Comité du Bas-Rhin.

Arnaud, P. et Broyer, G. (1985). *La psychopédagogie des activités physiques et sportives*. Privat.

Bayer, C. (1999). *Approches actuelles d'une épistémologie des activités physiques et sportives*. L'Harmattan.

Gratereau, R. (1957). *Initiation aux sports collectifs*. Bourrelier.

Imberty, P. (1959). *Orientation sportive*, Paris, Bourrelier.

Lacoux, J-P. (1998). *Histoire et histoires du handball français*. FFHB.

Mahlo, F. (1969). *L'acte tactique en jeu*. Vigot.

Le rugby avec et contre l'école ? L'histoire d'une lente et complexe mutation d'un rugby pensé pour une élite physique et sociale à un rugby conçu pour l'éducation du plus grand nombre

*Joris Vincent*

Laboratoire ER3S, EA 4110, FSSEP, Université Lille Nord de France

[joris.vincent@univ-lille2.fr](mailto:joris.vincent@univ-lille2.fr)

L'objet de la communication vise à montrer comment les penseurs du rugby vont conceptualiser les techniques et les tactiques du jeu pour proposer des contenus éducatifs accessibles à l'ensemble des élèves du système scolaire français ? En analysant les manuels rugbystiques et les revues sportives et scolaires, il s'agira d'analyser la nature des enseignements proposés, plus particulièrement à partir de la formalisation des valeurs et des savoirs dans les différentes conceptions éducatives du rugby. Nous montrerons alors que si deux courants de pensée se développent pour proposer un enseignement du rugby adapté au plus grand nombre, un décalage s'observe progressivement entre une culture scolaire du rugby et une culture fédérale.

**Mots-clés :** rugby, histoire, enseignement, culture, savoirs

## INTRODUCTION

Lorsque Thomas Arnold propose le football rugby pour éduquer par l'excellence athlétique la jeune aristocratie anglaise dans le collège de rugby, la dimension éducative de ce sport se légitime essentiellement sur les valeurs morales inhérentes aux spécificités du jeu. L'affrontement physique proposé par le rugby apparaît une activité d'excellence pour former la future élite au sens religieux et moral, mais aussi en leur permettant d'exercer leur habileté intellectuelle pour qu'ils deviennent libres et autonomes (Dine, 2007). Le jeu semble alors posséder en lui-même toutes les vertus éducatives. La confrontation aux règles du jeu et le respect des valeurs de fair-play et d'altruisme suffisent à prouver son caractère éducatif. Le football rugby n'a pas besoin d'un traitement didactique et pédagogique, il est tout simplement et naturellement éducatif.

Pourtant, la diffusion du rugby en France soulève une toute autre problématique. Il semble nécessaire de mettre ce jeu aux normes éducatives pour en assurer un enseignement moral et efficace. Particulièrement confrontés aux contraintes identitaires nationales, significatives de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, les « passeurs culturels » du rugby (Defrance, 2007) doivent penser des contenus adaptés aux populations scolaires et aux néophytes. Si le rugby est une école de la vie, son enseignement doit être construit, réfléchi, contrôlé et maîtrisé. Ainsi, l'histoire du rugby en France est-elle à penser dans son rapport à la construction de ses savoirs et à son enseignement. Ce questionnement suppose d'étudier comment les penseurs du jeu vont conceptualiser les savoirs du rugby pour répondre aux enjeux des institutions éducatives françaises (Œuvres laïques, Patronages, ... ) et plus particulièrement du système scolaire républicain ?

## MÉTHODE

L'analyse du système des valeurs (Attali, 2004) qui structurent les contenus rugbystiques semble une première étape de recherche déterminante pour comprendre la mise en place d'un rugby éducatif (c'est-à-dire un jeu dont l'enseignement est pensé différemment du modèle du rugby des adultes et dont les enfants devront reconstruire l'histoire pour rendre signifiant l'ensemble des moyens techniques et réglementaires). Il s'agit alors de comprendre de quelles manières les contenus sont construits dans le respect de l'esprit du jeu ? C'est-à-dire comment le rugby est enseigné pour former les jeunes hommes à la rudesse de l'affrontement physique tout en respectant l'intégrité de son adversaire ? Mais aussi comment l'enseignement du jeu doit permettre la recherche de la domination physique et morale sur l'adversaire tout en acceptant le don de soi comme le caractérise l'esprit de sacrifice pour ses partenaires ? Ces questions sont d'autant plus essentielles qu'elles posent rapidement le problème de la compatibilité de cet esprit avec les valeurs de l'école républicaine. À l'image de cette idéalisation du combat, il s'agit d'analyser la manière dont ces valeurs rugbystiques (la coopération, le respect d'autrui, le courage, la solidarité, la prise d'initiative, le goût de l'effort et la convivialité) s'inscrivent d'une manière compatible et durable avec celles du système scolaire français. Une première analyse laisserait à penser que la violence (bien que contrôlée) et la proximité corporelle imposée par le rugby ne serait pas forcément compatibles avec la culture de l'école républicaine du début du 20<sup>ème</sup> siècle. Par contre, au cours des années soixante, le rugby semble plus compatible avec les idéaux qui organisent la démocratisation du système scolaire. Le rugby n'est-il

pas présenté alors comme un jeu où s'oppose et coopère des individus quelles que soient leurs différences physiques et sociales ?

L'étude des règles du jeu (revendiquées comme la garantie permanente de l'esprit du jeu dans ses différentes formes de diffusion) et de leur transposition à la culture scolaire constitue alors une étape supplémentaire pour comprendre comment les savoirs rugbystiques sont formalisés à des fins d'éducation sociale et scolaire ? Les références aux qualités de maîtrise, de caractère, d'esprit de solidarité (qui vont s'exprimer à travers l'enseignement de comportements éthiques et moraux) deviennent les bases culturelles des contenus d'enseignement du rugby qui ne doivent plus seulement s'adresser à une élite sociale et physique, mais participer à l'éducation physique, sociale et morale du plus grand nombre.

## **RÉSULTATS**

Ainsi, pour assurer, la démocratisation du jeu et son utilisation dans les programmes d'éducation physique et sportive, les penseurs du jeu doivent-ils transposer les savoirs culturels du rugby en objet d'enseignement (Arnaud, 1989). Ils vont donc s'attacher à ne pas dénaturer l'essence même du jeu pour en respecter la logique interne (Deleplace, 1966). Cette réflexion nous permettra d'identifier et d'analyser les courants de pensée qui structurent le rugby éducatif au cours des années 1960 et 1980. Dans la continuité de la pensée de J. Saby (1950), il sera intéressant d'analyser le statut et le rôle des deux conceptions dominantes du rugby éducatif français : la conception d'une systématique pensée par R. Deleplace (1966, 1979) et la conception historique pensée par P. Conquet et J. Devaluez (1976). Cette analyse permettra d'interroger alors les modèles scientifiques qui légitiment ces conceptions de l'apprentissage et plus particulièrement le passage progressif d'une conception très analytique à une approche plus constructiviste (dans la continuité des réflexions du Colloque de Vichy sur les sports collectifs en 1965). Le jeune joueur ne devra plus seulement reproduire des techniques et appliquer des tactiques, il va devoir comprendre, donc réinventer les techniques pour répondre aux problèmes fondamentaux du rugby.

Cette réflexion modifie alors les questions de l'enseignement et de l'apprentissage. La correction du geste pour répondre tout à la fois aux exigences morales (respect et sécurité) et sportives (réussite et maîtrise) ne constitue plus l'enjeu dominant qui organise l'acte éducatif. Le geste doit-être utile (sens dans le jeu et pour le joueur) et efficace (adapté à la réussite de l'action dans le rapport de forces). Par une pédagogie vivante, le jeune joueur va devoir apprendre les fondamentaux du jeu en sollicitant ses capacités affectives, motrices et mentales.

Cette mutation va soulever également la question des écarts entre la culture scolaire rugbystique et la culture fédérale. Les savoirs se construisent-ils dans un rapport d'opposition et/ou de complémentarité entre l'institution scolaire et l'institution fédérale ? La question est légitime dans la mesure où la Fédération Française de Rugby (1923) se préoccupe tardivement de construire des contenus adaptés aux populations scolaires et aux jeunes joueurs. Cette mission laissée à des institutions éducatives comme les œuvres laïques (par le biais de l'UFOLEP) et le sport scolaire (OSSU puis ASSU), ne deviendra un enjeu fédéral qu'à partir des années 1950.

Cette réflexion nous permettra donc de montrer que les savoirs du rugby éducatif se construisent dans une logique de résistance, significative de la pensée fédérale vis-à-vis de la théorisation rugbystique (Coq, 1978). La famille rugbystique (dominée par la pensée fédérale) semble, en effet, résister à la formalisation des discours et des expériences. Par ailleurs, elle tend à marginaliser, voire à exclure toute réflexion théorique, conduisant certains groupes à faire ce travail de formalisation en dehors de l'institution fédérale.

Les pratiques physiques de combat modernes en France : une difficile intégration en EPS (XIXe-XXIe siècles)

Jean-François Loudcher

Université de Besançon, UPFR Sport, 31 rue de l'épitaïphe, 25000 Besançon

[Jean-Francois.loudcher@univ-fcomte.fr](mailto:Jean-Francois.loudcher@univ-fcomte.fr)

La diffusion des activités physiques de combat et leur médiatisation dans nos sociétés est un phénomène récent à l'échelle de l'histoire. En France, judo, karaté, aikido, kendo se développent surtout dans l'après Seconde Guerre mondiale même si quelques pratiques comme la boxe française-savate et la boxe anglaise sont plus anciennes ou que l'escrime et la lutte sont largement répandues depuis le Moyen Âge. Toutefois, c'est surtout avec la vague Bruce Lee (1972) et le phénomène de sportivisation des années 70 qu'elles connaissent une grande notoriété qui n'a d'égal, d'ailleurs, que leur diversité. Arts Martiaux, Boxe thaï, boxe américaine, boxe chinoises, vietnamiennes, etc. envahissent les villes et les écrans. L'école intègre-t-elle ces pratiques de combat et de quelle manière ? Il est difficile de répondre de manière tranchée à ces questions. En effet, s'il est vrai que l'intégration de ces pratiques suit à peu près l'histoire de l'EP française leur appropriation n'est pas si automatique.

**Mots-clefs :** Pratiques de combat, intégration, histoire, anthropologie, EPS

Avant l'obligation scolaire (1880), les activités de combat existent, sous une forme sporadique ou de manière militaire (Manuel du Capitaine Vergnes, 1869). Cependant, leur expansion est surtout le fait de la III<sup>e</sup> République. Du modèle de Joinville sur les quatre faces (Loudcher, 2000) à l'escrime, en passant par les exercices de tir, ces pratiques semblent avoir pris pied dans l'institution scolaire. Pourtant, dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, la boxe sportive et le *jiu-jitsu* ne sont pas enseignés. Quant au modèle de Joinville, il tombe rapidement en désuétude. Seules sont diffusées, surtout à l'école primaire et dans les écoles de formation, des formes décontextualisées de la boxe française, de la canne ou de l'escrime (Loudcher, 2000) sur le modèle d'une gymnastique suédoise. Même le modèle académique de boxe française des Charlemont est peu répandu (Loudcher, 2000). Quant au judo de Jigoro Kano, bien que ce dernier soit connu depuis 1911 en France (Brousse, 2006), il faut attendre la fin des années 30 pour qu'il commence à se répandre, et la Libération pour que son enseignement soit envisagé à l'école (Personne, 1949).

## METHODE

C'est donc surtout durant la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle que leur pratique se répand de manière plus assidue à l'école en même temps que l'EPS se développe (Attali, Saint-Martin, 2007). La lutte, la boxe et le judo, si l'on en juge leur nombre de publications importantes dans les *Notes techniques* ainsi que dans la *Revue EP.S*, semblent attester de l'intérêt porté par le domaine scolaire. D'ailleurs, les IO de 1967 le confirment. Toutefois, ces textes ne concernent que les garçons. Il faut attendre ceux de 1985 et 1986 pour que leur enseignement soit pleinement reconnu. Du moins en théorie ! En effet, on ne peut pas vraiment parler d'une pratique de masse dans le domaine scolaire avec moins de 5% de pratique au lycée et au collège (Combaz, Hoibian, 2009). Est-ce parce qu'elles sont trop « techniques » et qu'elles concernent des spécialistes ? Ainsi, durant les années 1980, ce sont surtout des activités duelles d'opposition qui sont principalement notifiées dans les textes officiels. Il y a une difficulté à reconnaître leur spécificité « culturelle ». Pourtant, à partir des années 1990, une autre démarche semble se discerner. Ainsi, dans les textes du 30 janvier 1997 pour le collège, les « *activités physiques de combat* » représentent un groupe de pratiques parmi les 8 destinées à développer des compétences propres. En même temps, les productions didactiques deviennent plus conséquentes comme en attestent les revues professionnelles (*Revue EP.S*, *Hyper*, etc.). Malgré tout, on peut se demander dans quelle mesure leur pratique est prise réellement en compte dans l'institution scolaire.

En effet, les textes de 2001 pour les lycées ne présentent pas d'obligation de programmer les activités physiques de combat. Plus encore, ceux de 2008 pour les collèges et ceux de 2010

pour les lycées offrent la possibilité de faire d'autres activités que le combat puisque ces disciplines relèvent de la Compétence numéro 4 qui consiste à « *Conduire et maîtriser un affrontement individuel ou collectif* ». Les contenus organisés au plus près de disciplines compétitives fédérales conduisent à réduire le nombre des disciplines de combat à trois (judo-lutte-boxe française) ainsi qu'à les noyer dans un groupement tellement large qu'elles peuvent être aisément négligées. Or, les pratiques de combat ont fortement évolué ces dernières années. Elles ne sont plus seulement sportives et offrent d'autres représentations. Au désir de compétition s'ajoutent celui de santé (taï-chi-chuan, chi-kong...) et de loisir et contribuent à leur expansion tout au long des années 1980-2000. Plus ou moins parallèlement, on assiste à une croissance des pratiques « traditionnelles » revivalisées. La capoeira, le Koulach (Ouzbékistan), le penchak silat (De Grave, 2001) (Art de combat indonésien), le gouren (lutte bretonne) (Epron, 2008) ou le moraingy réunionnais valorisent bien souvent, dans leur discours et leur pratique, un pseudo retour à la « tradition ». Toutefois, le phénomène le plus remarquable est la diversification des modalités de pratique. Pas une fédération de combat ne développe, sous des formes finalement assez proches, le domaine du fitness, du loisir ou de la self-défense. Certes, cette diversité culturelle est perçue dans les revues professionnelles (article sur la capoeira en 2004 dans la *Revue EP.S* et en 2010 sur le karaté par exemple), mais elle n'est absolument pas prise en compte dans les textes officiels. Preuve de la résistance « culturelle » de l'institution scolaire à en introduire de nouvelles ?

## RESULTATS

En définitive, les pratiques de combat semblent avoir quelques difficultés à intégrer de manière pérenne l'école. Est-ce parce qu'elles constituent un champ qui n'est pas si uniforme et que leur diversité répond mal à une institution scolaire qui évolue elle aussi ? Il convient donc de distinguer les obstacles à l'intégration scolaire selon une logique qui soit de l'ordre de la transposition didactique (Terrisse, 1996), c'est-à-dire d'une adéquation ou non de ces pratiques avec les contenus scolaires, mais aussi selon un axe qui interroge l'adéquation des valeurs en jeu (patriotique, compétition, santé...). Mais est-ce suffisant pour comprendre cette difficulté à intégrer ces activités de combat ? Comment expliquer que des disciplines apparemment identiques (judo et lutte : boxe et boxe-française : escrime et canne) soient « acceptées » différemment par l'institution scolaire au cours de l'histoire ? Il est probable que, selon les activités de combat, leurs configurations favorisent une intégration plus ou moins rapide en termes non seulement de didactique et de valeurs, mais aussi de possibilité d'appropriation culturelle. Dès lors, il convient de s'intéresser à leur « logique » interne pour réfléchir à l'existence d'un hypothétique « champ » des pratiques de combat selon des perspectives qui ne soient pas seulement sociales ou didactiques, mais aussi historico-anthropologiques.

Ainsi, par la difficulté à intégrer ces activités de combat, l'école révèle les problèmes qui se posent à elle en termes de diversification des cultures corporelles (Loudcher, 2011). Comprendre les résistances à cette intégration suppose donc d'y réfléchir et de définir ce que l'on entend par Arts Martiaux, Arts de combat et sports de combat tant du point de vue de la modernité que du point de vue traditionnel. C'est la condition pour interroger leur relation entre culture scolaire et culture sociale afin d'interpréter les difficultés d'intégration de ces disciplines.

Le volley-ball en éducation physique : entre pertinence scolaire et difficultés pratiques (1942-années 1990)

Natalia Bazoge

UJF-Grenoble 1, UFR APS, Laboratoire SENS (EA 3742)

[natalia.bazoge@laposte.net](mailto:natalia.bazoge@laposte.net)

Cette communication vise à mettre à jour le processus d'intégration du volley-ball au sein des contenus de l'éducation physique scolaire en analysant simultanément les finalités attribuées à cette pratique et la construction de savoirs scolaires et de démarches d'apprentissage, tant au niveau institutionnel que du point de vue des enseignants. Le rôle joué par la Fédération Française de Volley-ball dans ce processus est également questionné. Les résistances liées à la mise en œuvre de cette activité en éducation physique relèvent des conditions d'enseignement, mais aussi de l'équité entre les élèves à travers l'évaluation.

**Mots-clés :** Volley-ball, Citoyenneté, Mixité, Jeu, Didactique

## INTRODUCTION

Dans les années 1990, le volley-ball est le sport collectif le plus programmé par les enseignants d'EPS. De même, dans les années 2000, cette activité fait partie du noyau dur de l'offre culturelle de l'EPS au collège (Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, 2007). Pourtant, l'introduction de cette pratique en éducation physique est relativement récente au regard d'autres activités telles que l'athlétisme, dont l'utilisation au sein de la méthode naturelle dans une perspective utilitaire permet rapidement la transformation en « sport de base » (Terret, 1999). Le volley-ball semble faire son apparition dans les propositions en EP pour la première fois en 1942, sous la plume de Maurice Baquet, dont le discours est relayé dans les Notes Techniques de l'ENSEP. Fondé sur les valeurs de coopération, de solidarité, ce sport est ensuite présent, à la Libération, dans la série de fascicules pédagogiques publiés pour contribuer à la réflexion pédagogique des enseignants.

## METHODOLOGIE

L'analyse épistémologique doit permettre de mettre à jour les enjeux qui président à l'intégration du volley-ball de façon massive dans les programmations d'éducation physique au sein des établissements scolaires. L'épistémologie, qui « *envisage l'étude de la formation et des transformations des concepts et du champ spécifique d'une discipline, et recherche les règles qui président à leurs remaniements logiques et successifs* » (Bayer, 2003) a pour vocation, lorsqu'elle s'intéresse à une discipline scolaire, de mettre en lumière et d'analyser le processus de sélection et de transformation des savoirs savants en savoirs scolaires. Ce processus se réalise selon un « *double travail de didactisation et d'axiologisation* » (Develay, 1992). Cette contribution a pour objectif de mettre à jour ce processus, ainsi que les résistances qui s'y opposent, en s'appuyant sur un corpus diversifié, composé tout à la fois des textes officiels de l'éducation physique, de différents manuels traitant de l'apprentissage du volley-ball, des revues professionnelles, mais aussi d'entretiens avec des enseignants, des formateurs, acteurs de l'intégration de cette pratique dans le cadre scolaire.

## RESULTATS

Identifier un travail axiologique dans la définition d'une culture scolaire part du postulat selon lequel les savoirs scolaires révèlent les choix éthiques d'une société. L'identification des valeurs qui président aux choix permet de mettre à jour la philosophie de l'éducation sous-jacente. Il s'agit en définitive, en précisant ces valeurs, de répondre à la question « *quel est le monde que nous allons irréversiblement construire en enseignant ce que nous enseignons ?* » (Develay, 1992, op.cit.). Ainsi, l'intégration du volley-ball en éducation physique renvoie à des finalités orientées vers la citoyenneté. S'intégrer dans un groupe, coopérer, respecter des règles de fonctionnement collectif, exercer ses responsabilités, etc... se révèlent être les



enjeux officiels essentiels justifiant la programmation de cette activité. En outre, le volley-ball répond à une préoccupation de plus en plus sensible des enseignants d'éducation physique, comme de l'ensemble des acteurs du système scolaire : il apparaît comme une solution pour éduquer ensemble filles et garçons en éducation physique, dans une perspective égalitaire. Il est également porteur d'un aspect ludique qui, s'il ne s'accorde pas toujours avec la doxa scolaire, est en phase avec la volonté de rénover la pédagogie, notamment au cours des années 1970. L'analyse du travail de didactisation, porté par la définition d'une culture scolaire à la fois représentative du champ culturel et respectueuse de la doxa scolaire (Forquin, 1989), s'appuie quant à elle sur l'articulation entre la nature des savoirs définis comme légitimes et la façon dont on conçoit leur apprentissage par les élèves. En relation avec l'évolution sociale de la pratique du volley-ball, il s'agit en définitive de décrire, à l'aune de la nature des apprentissages, de la place accordée à l'élève ou encore des modalités d'intervention pédagogiques, le processus d'intégration et d'assimilation scolaire de cette pratique (Arnaud, 1989). A l'instar de nombreuses autres activités, l'enseignement du volley-ball apparaît d'abord marqué par un apprentissage analytique de techniques ayant pour référence le geste technique de haut-niveau. Les réflexions menées par la profession, essentiellement dans les années 1970, au sein des différentes structures de formation, tendent à rénover l'enseignement dans une perspective qui se révèle davantage constructiviste (i.e. Marsenach, Druenne, 1974). La Fédération Française de Volley-Ball (FFVB) encourage cette démarche dans les écoles afin de rendre plus attrayante, plus accessible, la pratique pour les plus jeunes (FFVB, non daté). Le travail de didactisation laisse donc entrevoir une volonté d'adaptation des techniques sportives aux ressources des élèves et des équipes, avec une valorisation croissante des aspects tactiques. Une contradiction apparaît néanmoins lorsque l'on constate l'échec relatif des filles dans cette activité. En outre, si cette richesse des savoirs enseignés répond aux enjeux scolaires, elle se heurte également aux contraintes liées aux conditions d'enseignement de l'éducation physique. Le volley-ball étant souvent plébiscité grâce la possibilité matérielle de faire jouer un grand nombre d'élèves dans un espace restreint, il s'agit de s'interroger sur un éventuel appauvrissement des savoirs enseignés dans les pratiques.

## BIBLIOGRAPHIE

- Arnaud, P. (1989). Contribution à l'histoire des disciplines d'enseignement : La mise en forme scolaire de l'éducation physique. *Revue Française de Pédagogie*, 89, 29-34.
- Baquet, M. (1942). *Education sportive, initiation et entraînement*. Paris : Godin.
- Bayer, C. (1999). *Approches actuelles d'une épistémologie des activités physiques et sportives*. Paris : L'Harmattan.
- Develay, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement : pour une épistémologie scolaire*. Paris : ESF.
- Fédération Française de volley-ball (non daté [197-?]). *Le volley-ball et l'enfant*. Paris : CFT.
- Fédération Française de volley-ball (non daté [197-?]). *A la découverte du volley-ball*. Paris : CFT.
- Forquin, J-C. (1989). *Ecole et culture*. Paris : Editions universitaires.
- Marsenach, J., & Druenne, F. (1974). *Volley-ball. Mémento CPS FSGT*. Paris : Armand Colin.
- Metzler, J. (1996). Cent ans d'histoire des pratiques du volley-ball. Réflexions à l'intention des enseignants d'EPS. In P. Goirand & J. Metzler (Eds.), *Techniques sportives et cultures scolaires* (pp. 145-193). Paris : Editions revue *E.P. S.*
- Ministère de l'Education nationale, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, *Images du sport scolaire et pratiques d'enseignement au collège et au lycée 2005-2006*, Dossier n°190, octobre 2007.
- Terret, T. (1999). Education physique et sport de base. In J. Gleyse (Ed.), *L'éducation physique au XX<sup>ème</sup> siècle : approches historique et culturelle* (pp. 127-138). Paris : Vigot.



*S16- Histoire partie 2: Contribution à l'épistémologie des APS à la définition de savoirs corporels en EPS : XIXe – XXe siècles*

Michaël Attali et Jean Saint-Martin

Univ Grenoble 1, F- 38400 Saint-Martin d'Hères, France

SENS, EA-3742, F- 38400 Saint-Martin d'Hères, France

[michael.attali@ujf-grenoble.fr](mailto:michael.attali@ujf-grenoble.fr) [jean.saint-martin@ujf-grenoble.fr](mailto:jean.saint-martin@ujf-grenoble.fr)

Ce symposium envisage de proposer des modèles d'analyse relatifs à la diffusion en France des pratiques sportives par l'intermédiaire de l'enseignement scolaire de l'Éducation Physique du XIXe siècle à nos jours. Il s'agit d'appréhender la diversité des formes de pratiques retenues et d'en situer non seulement le sens au regard des contextes scolaires et sociaux dans lesquels ils s'inscrivent mais aussi d'en comprendre les multiples enjeux. En axant leurs analyses sur la place de l'élève, la nature des apprentissages, le lien avec les pratiques sociales, les modalités d'intervention pédagogique (forme de groupement, dispositifs pédagogiques, etc.), les distinctions de genre ou les liens avec les finalités, les communications identifieront les inflexions successives et devront se situer dans une perspective comparative au plan diachronique. Dépassant les justifications discursives, elles mettront en valeur les mises en œuvre pratiques. Les corpus croiseront donc les textes officiels avec les manuels, les revues, documents audiovisuels ou les témoignages d'acteurs. Les conclusions permettront de mettre en évidence des similitudes ou des divergences dans les processus caractéristiques de chacune des activités physiques et sportives retenues (activités de pleine nature, athlétisme, danse, football, gymnastique, hand-ball, natation, rugby, activités de combat, volley-ball).

## **BIBLIOGRAPHIE**

Arnaud, P. (s. la dir.) (1985). *La psychopédagogie des APS*. Toulouse : Privat.

Clément, J-P., Defrance, J., Pociello, C. (1996). *Sport et pouvoirs au XX<sup>e</sup> siècle, enjeux culturels, sociaux et politiques des éducations physiques, des sports et des loisirs dans les sociétés industrielles*. Grenoble : PUG.

Goirand, P. Metzler, J. (1996). *Techniques sportives et cultures scolaires*. Paris : revue *E.P. S*.

Héry, E. (2005). Les pratiques pédagogiques, objets d'histoire, Carrefours de l'éducation, 19.

Midol, N., Lorant, J., Rogero, C. (1994). *Sciences des activités physiques et sportives. Aspects épistémologiques, méthodologiques et impacts sociaux*. Paris-Nice : co-éd. AFRAPS-LARESHAPS.

Pociello, C. (1995). *Les cultures sportives*. Paris : PUF.

Robène, L. & Léziart, Y. (2006). *L'homme en mouvement, histoire et anthropologie des techniques sportives* (vol.1 et vol.2). Paris : Chiron.

Terret, T., Fargier, P., Rias, B., Roger, A. (2002). *L'athlétisme et l'école. Histoire et épistémologie d'un sport éducatif*. Paris : L'Harmattan.

Vigarelo, G. (1988) : *Une histoire culturelle du sport : techniques d'hier... et d'aujourd'hui*. Paris : co-édition R. Laffont et revue EP.S.

L'athlétisme scolaire et son enseignement en France des années 1930 aux années 1960 : histoire d'une mise en conformité.

*Yohann Fortune*

Laboratoire SENS EA 3742, UFRAPS, Université Joseph Fourier Grenoble I  
[yohann.fortune@unicaen.fr](mailto:yohann.fortune@unicaen.fr)

Cette communication a pour but de faire le point sur les processus sous-jacents et les enjeux relatifs à l'implantation de l'athlétisme dans l'école. Nous chercherons à comprendre les mécanismes qui ont permis de rendre cette activité incontournable dans les programmations d'Education Physique et Sportive, en « zoomant » plus particulièrement sur la période allant du Front Populaire à la fin des années 1960, temporalité significative d'une scolarisation de l'activité, et s'accélération à partir du début des années 1950. L'objectif essentiel est donc de déterminer comment les acteurs de l'époque (institutionnels, enseignants, formateurs...) fondent la légitimité de l'athlétisme en tant que savoir scolaire digne d'être dispensé et en organisent l'enseignement.

**Mots clés :** Athlétisme, Sport scolaire, Cross, Epreuves de masse, Examens.

## **INTRODUCTION**

L'athlétisme regroupe un ensemble d'épreuves réglementées de marche, courses, sauts et/ou lancers, organisées en vue de réaliser des performances maximales s'exprimant dans un contexte compétitif, et se mesurant selon une échelle de temps ou d'espace. Mais qu'en est-il lorsqu'il est enseigné dans une institution comme l'école, qui le transforme pour le soumettre à ses propres lois ? En quoi et comment l'athlétisme de l'école s'assimile-t-il ou se différencie-t-il de la pratique sportive sociale de référence ? Comme le montrent les travaux fondateurs de T. Terret & coll. (2002), les liens entre école et athlétisme se tissent progressivement à partir des années 1930, période durant laquelle les acteurs du sport et de l'EP convergent pour défendre l'idée d'un athlétisme « sport de base » (Terret, 2006), matrice des autres disciplines sportives. Ainsi, de l'entre-deux guerres à la fin des années 1960, les discours pédagogiques sur l'athlétisme scolaire contribuent-ils à faire de l'activité un support éducatif très largement conforme aux valeurs de l'école, l'installant pour longtemps à une place de choix dans les programmations des établissements. Mais comment l'EPS parvient-elle à concilier cultures sportives et culture scolaire ? Quels choix l'institution opère-t-elle lorsqu'il s'agit de déterminer la nature des savoirs athlétiques à transmettre aux élèves ? Par quels processus la légitimité scolaire de l'athlétisme se construit-elle ? Au travers des contenus athlétiques dispensés dans l'école, c'est à une meilleure compréhension de la diffusion de la culture sportive par l'EPS à laquelle ce travail invite.

## **METHODE**

A partir d'une analyse des manuels scolaires et fédéraux, des revues professionnelles et pédagogiques (Bulletins de l'INS, Notes techniques de l'ENSEP, UFOLEP Informations, L'entraîneur d'athlétisme, Journal de l'OSSU, Revue EPS, L'athlétisme, bulletins syndicaux...), des textes officiels (programmes, IO, décrets et circulaires organisant l'athlétisme dans les examens scolaires...), ainsi que sur la base de témoignages d'acteurs et de quelques documents d'archives ministérielles, nous chercherons à identifier sous quelles formes l'athlétisme a pu se décliner à l'école. Cette investigation sera notamment l'occasion de pousser l'analyse au-delà du cadre de la leçon d'EPS, pour empiéter sur des champs encore peu investigués par l'historiographie portant sur l'athlétisme en EPS : le sport scolaire et ses manifestations athlétiques (coupes de la jeunesse, triatlons scolaires, challenges du nombre de cross country, Brevet Sportif populaire...), ainsi que le domaine des examens (baccalauréat, certificat d'études primaires, Brevet Sportif Scolaire...). En étudiant les quatre dimensions constitutives d'une discipline scolaire telles qu'A. Chervel (1988) les définit (contenus exposés par le maître ou le manuel, exercices, pratiques de motivation proposées aux élèves, fonction remplie par les épreuves de nature docimologique), cette étude se propose donc non seulement d'identifier les atouts de l'athlétisme vis-à-vis de l'école, mais de

cerner également quelles ont pu être les éventuelles résistances à l'intégration de certains savoirs athlétiques ou autres pratiques, notamment compétitives. C'est à cette condition seulement qu'il devient dès lors possible de saisir la singularité de la culture athlétique scolaire imposée aux élèves.

## **RESULTATS**

Dans un second degré qui se transforme sous l'effet de nombreuses réformes structurelles et curriculaires (Robert, 2010), la rupture est sensible entre l'école du début du siècle, qui vise à reconduire chacun au rang qui est le sien dans la société, et celle des années 1950/60 qui, se voulant plus juste, place l'aptitude comme facteur discriminant les élèves en lieu et place de leur origine sociale. La période étudiée se caractérise ainsi par la mise en route de trois grands processus permettant d'expliquer le rôle joué par l'athlétisme dans la scolarisation et la sportivisation de l'EPS. Le premier d'entre eux est celui d'une mise en conformité des valeurs supposées de l'athlétisme avec celles que l'école valorise. L'analyse et l'interprétation de ce phénomène de normalisation idéologique montre que l'activité est d'abord utilisée pour répondre aux exigences d'effort et de rigueur en vigueur dans l'institution, mais qu'elle permet également de moderniser les contenus de la discipline sans en détruire les fondations. Au-delà des aspects matériels et idéologiques déjà étudiés (Terret & coll., 2002), nous établirons un état des lieux des différentes propositions pédagogiques en la matière, pour montrer que s'imposent d'abord celles dont les caractéristiques répondent le mieux aux exigences de l'école, en valorisant la maîtrise technique, la performance, l'émulation et la sélection, au détriment du jeu, du plaisir et de la liberté de mouvement. Dans un second temps, parce qu'elle autorise la mesure et la hiérarchisation des performances, parce qu'elle discrimine tout en permettant l'expression d'aptitudes physiques individuelles variées, l'athlétisme se prête idéalement à ce jeu de la sélection et de l'orientation qu'affectionne l'école, renforçant du même coup la légitimité de l'EP en tant que discipline scolaire. S'en suit alors un deuxième processus : celui d'une rationalisation des pratiques pédagogiques dont la fonction reste intimement liée à l'élaboration d'un instrument de mesure des performances athlétiques : la table de cotation des performances sportives Jean Letessier. Le troisième et dernier processus mis en évidence est celui de la propagande, dans lequel le sport scolaire tient une place non négligeable. Cet espace de propagation de l'athlétisme auprès des jeunes est incontournable dès lors que l'on sait qu'en France, le sport à l'école revêt certes une dimension pédagogique, mais possède également une forme associative, prolongement et couronnement de la première. Par le biais du sport scolaire, mais aussi par celui de la médiatisation et des politiques fédérales, l'athlétisme contribue largement à l'enculturation sportive des jeunes scolaires. Mais de quelle enculturation s'agit-il ? Quel modèle de l'athlétisme est ici renvoyé aux jeunes par le biais du sport scolaire et de ses épreuves de masse ?

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Chervel, A. (1988). L'histoire des disciplines scolaires. Réflexions sur un domaine de recherche. *Histoire de l'éducation*, 38, 59-119.
- Robert, A. (2010). *L'école en France de 1945 à nos jours*. Grenoble : PUG.
- Terret, T., Fargier, P., Rias, B. & Roger, A. (2002). *L'athlétisme et l'école. Histoire et épistémologie d'un sport éducatif*. Paris : L'Harmattan.
- Terret, T. (2006). Naissance d'une idéologie : l'athlétisme, sport de base ?. In L. Robène & Y. Léziart, *L'homme en mouvement. Histoire et anthropologie des techniques sportives* (vol.1, pp.185-194). Paris : Chiron.

La danse à l'école : du corps harmonieusement mis en forme au corps expression artistique.

Jean-Marc Lemonnier

Docteur en Sciences de l'Education, SENS EA-3742, Université Joseph Fourier Grenoble  
[jean-marc.lemonnier@unicaen.fr](mailto:jean-marc.lemonnier@unicaen.fr)

L'objet de la communication vise à montrer comment les acteurs de la danse vont conceptualiser les techniques et les tactiques du jeu pour proposer des contenus éducatifs accessibles à l'ensemble des élèves du système scolaire français. En analysant les principaux discours, il s'agira de mettre en évidence les enjeux des enseignements proposés, plus particulièrement à partir de la formalisation des valeurs et des savoirs dans les différentes conceptions éducatives de la danse. Nous montrerons alors que si deux courants de pensée se développent pour proposer un enseignement du rugby adapté au plus grand nombre, un décalage s'observe progressivement entre une culture scolaire du rugby et une culture fédérale.

**Mots-clefs :** Danse (s), Genre, Technique(s), Corps, Evaluation.

## **METHODE**

Danse folklorique, danse classique, danse de rue, danse contemporaine, les références culturelles sont plurielles lorsque l'on s'attache à circonscrire l'univers de la danse. Il est également vrai qu'à l'intérieur de chaque courant, la diversité persiste, démultipliant le champ des possibles (Le Moal, 1999). Dès lors, que retiennent les programmes scolaires, soumis à la nécessaire appropriation-transformation de l'objet culturel en objet scolaire, dans cette pléthore de choix ? De plus, porté par les chorégraphes et les danseurs, l'espace culturel s'inscrit dans une dynamique d'évolution tout au long du XX<sup>e</sup>. Nous pouvons citer, à titre d'exemples, l'émancipation de la danse moderne vis-à-vis de la danse classique, dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle et conjointement, selon une rupture plus douce avec la tradition, l'apparition d'un courant néo-classique ou plus récemment le hip-hop qui, quittant le lieu de son émergence, s'approprie la scène comme nouveau lieu d'expression. L'école est-elle sensible à ces changements ou garde-t-elle un cap qui lui est propre, indépendamment des évolutions culturelles de la danse ? (Faure, Garcia, 2003). Au contraire, cherche-t-elle un amer culturel pour que les apprentissages fassent sens pour les élèves ? A moins que les enjeux soient ailleurs ; ceux de l'éducation du corps à l'aune des conceptions, forcément situées, des acteurs professionnels et institutionnels du moment. En effet, selon les contenus enseignés, la façon dont on les expose, le corps n'est pas sollicité de la même manière ou, pour le dire autrement s'adresse-t-on toujours « au même corps » (Pujade-Renaud, 1974) ? Du corps en rythme au corps expression, des formes de corps à reproduire à l'invention de sa propre danse, les revues et ouvrages professionnels, mais aussi les textes officiels montrent que, selon les époques, les filles puis l'ensemble des élèves ne construisent pas de la même manière leur éducation physique à travers la danse. Nous pouvons retenir provisoirement deux axes d'analyse pour répondre à l'ensemble de ces questions.

## **RESULTATS**

Le premier s'attache à montrer que l'enseignement de la danse, presque exclusivement réservé aux filles et jeunes filles, jusqu'aux années soixante, va s'ouvrir vers la mixité et rompre progressivement avec les représentations associées à l'activité. A titre d'exemples, la scottish est un élément constitutif de la leçon pour les filles de 11 à 13 ans, dans le *Manuel d'exercices physiques et jeux scolaires* de 1909, mais ne l'est pas pour les garçons. Lorsque la mixité est de mise, la danse s'inscrit dans la programmation de 1967 à concurrence de 10% pour les jeunes filles de quatrième, mais n'est pas retenue pour les jeunes gens. La fin de siècle ne verra pas reconduite cette dimension « genrée » au profit d'une éducation à et par la danse pour tous. Toutefois, on peut relever que cette activité scolaire, reste souvent portée par des acteurs féminins, renforçant l'idée que les enseignants hommes y trouvent difficilement leur place.

Le deuxième axe d'analyse vise à saisir, dans les propositions institutionnelles ou professionnelles, le rapport au modèle et à la technique dans une activité où les connotations sont souvent associées à un long apprentissage de postures, de gammes et de positions. On relèvera alors une transition entre un enfant engagé vers une reproduction de « formes », à visées « esthétique » ou rythmique, pour une danse plus expressive voire créative (Mons, 1992). S'il faut être vigilant quant à l'utilisation de ces termes, il demeure vrai, lorsque l'on se plonge dans l'histoire de la danse à l'école, qu'une évolution est sensible entre la première moitié du XX<sup>e</sup> et la suivante. Les termes d'activités physiques d'expression, puis d'activités physiques artistiques dans les dernières décennies en sont des illustrations (Ferez, 2004). Il s'agira de montrer que les choix scolaires s'orientent lentement vers une dimension artistique de la pratique de la danse, inscrivant l'EPS dans une dimension originale peu perceptible dans les autres activités physiques et sportives. Cette évolution n'est pas sans soulever certaines résistances à l'intérieur de l'institution scolaire, à l'image, du sport scolaire qui peine à intégrer la danse dans ses propositions, alors que des initiatives enseignantes existent. De même, engager l'élève dans une forme « d'expression de soi », voire de libération de soi, quittant les pratiques hygiénistes ou sportives pour un ailleurs artistique, questionne les valeurs de l'école républicaine dans leur rapport à l'art, à la forme maîtrisée, performative ou expressive... Enfin, cet engagement, mis en avant par des enseignants danseurs et/ou chorégraphes, oriente les contenus vers une démarche difficile à appréhender pour l'enseignant novice en ce domaine (Guisguant, Tribalat, 2001). L'enseignant d'EPS, spécialiste du corps, l'est-il encore lorsque ce dernier sert l'artistique ? Sa faible représentation dans les programmations montre une distance avec la danse, au profit d'autres activités plus immédiatement abordables (Terret, Cogérino et Rogowski, 2006). Finalement, de la gymnastique harmonique d'Irène Popard, influencée par les mouvements complets, arrondis et continus de G. Demeny, valorisée entre les deux guerres, à l'élève danseur-spectateur-chorégraphe de la fin du XX<sup>e</sup>, il faut identifier les facteurs expliquant, sur la durée, l'implantation modeste de la danse à l'école.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Comandé, E. (2008). Contribution à la réflexion sur l'évaluation des productions d'élèves en danse », *Passeurs de Danse*, [www.passeursdedanse.fr](http://www.passeursdedanse.fr)
- Faure, S., Garcia, M.-C. (2003). Le corps dans l'enseignement scolaire : regard sociologique. *Revue Française de Pédagogie*, 144, 85-94.
- Ferez, S. (2004). De l'expression corporelle aux Activités Physiques Artistiques : Subversion sexuée et différenciation sexuée en E.P.S., *STAPS*, 66, 113-128
- Guisguant, Ph., Tribalat Th. (2001). *Danser au Lycée*, Paris : L'Harmattan.
- Le Moal, P. (1999), *Dictionnaire de la danse*, Paris : Larousse.
- Louppe, L. (1997). *Poétique de la danse contemporaine*. Bruxelles : Contredanse.
- Mons, G. (1992). Les représentations du corps expressif en EPS. *Revue française de pédagogie*. 98, 21-27.
- Pujade-Renaud, Cl. (1974). *Expression corporelle. Langage du silence*, Paris : ESF.
- Terret, T., Cogérino, G., Rogowski, I. (2006). *Pratiques et représentations de la mixité en EPS*. Paris : Revue EPS.

La diffusion ambivalente des activités de pleine nature dans l'enseignement de l'EPS du 2<sup>nd</sup> degré durant le Premier Vingtième siècle

*Michaël Attali et Jean Saint-Martin*

UJF-Grenoble 1, UFRAPS, Laboratoire SENS (EA 3742)

[michael.attali@ujf-grenoble.fr](mailto:michael.attali@ujf-grenoble.fr) [jean.saint-martin@ujf-grenoble.fr](mailto:jean.saint-martin@ujf-grenoble.fr)

Avant la Seconde Guerre mondiale, la présence des activités de plein air, justifiées principalement pour des raisons sanitaires et eugéniques, contribue à l'élaboration d'une culture scolaire au sein de certaines institutions. Leur présence est d'autant plus renforcée par les arguments développés par G. Démeny, P. Tissié et surtout G. Hébert qui vont ainsi promouvoir l'intérêt éducatif de ces pratiques qui se déroulent avant tout en plein air.

**Mots clés** : Activités de pleine nature, culture scolaire, savoirs, plein air, valeurs.

## **METHODE**

Alors que le tourisme de plein air connaît une nouvelle étape dans son développement en France (Cousin & Réau, 2009) au mitan des années 1950, les acteurs de l'institution scolaire et des fédérations affinitaires s'interrogent sur la nécessité de réfléchir à la place à accorder aux activités de pleine nature dans les savoirs scolaires et plus généralement au sein de l'enseignement de l'Education Physique et Sportive du 2<sup>nd</sup> degré.

La question n'est pourtant pas nouvelle car depuis la fin du XIXe siècle, les activités de plein air sont présentes dans les discours et les pratiques d'éducation physique (Rauch, 1987). Suite à la campagne des hygiénistes de 1887, l'institution scolaire française reconnaît officiellement les vertus éducatives de ces activités qui connaissent par ailleurs un engouement social au-delà des frontières (Villaret, 2005). A cette exemplarité étrangère des théories naturistes, l'institutionnalisation progressive du scoutisme en France participe à renforcer la diffusion des activités de pleine nature (Pociello et Denis, 2000). Avant la Première Guerre mondiale, la présence des activités de plein air, justifiées principalement pour des raisons sanitaires et eugéniques, ne semble donc pas discutée (Defrance, 2004). Leur contribution à l'élaboration d'une culture scolaire (Chervel, 1998) semble faire consensus si l'on en juge les expériences menées au sein des écoles de plein air (Saint-Martin et Villaret, 2004) ou les arguments défendus par G. Démeny, P. Tissié (Saint-Martin et al. 2011) pour promouvoir l'intérêt éducatif de ces pratiques qui se déroulent avant tout en plein air.

## **RESULTATS**

Pourtant, parmi, les acteurs de l'éducation physique française, c'est G. Hébert qui va leur accorder à l'école une place centrale. Grâce à la méthode naturelle (Delaplace, 2005) et à la philosophie hébertiste qui leur donne sens, les valeurs éducatives des activités de pleine nature ne semblent plus discutées à partir de l'entre deux guerres. Dans les pratiques professionnelles, les ambitions dépassent celles du docteur A. Debeyre (1923) qui considère que « la vie de plein air (...) apparaît comme un remarquable instrument de moralisation entre les mains des bons ouvriers de la pensée ». Grâce au modèle du Débrouillard prôné par le docteur P. Carton et G. Hébert, les activités en plein air se transforment en activités de pleine nature, permettant à ces dernières d'être légitimes dans la culture scolaire.

Dès lors, une première définition apparaît selon laquelle les activités de pleine nature regroupent toutes les activités physiques de déplacement finalisé, avec ou sans engin, seul ou à plusieurs, dans un milieu naturel qui est lui même complexe, varié et variable.

Pour autant, cette transformation des activités en plein air en activités de pleine nature répond-t-elle aux exigences de l'institution scolaire durant le 2<sup>nd</sup> Vingtième siècle ? Dans quelle mesure les savoirs acquis lors de cet enseignement s'inscrivent-ils dans la culture qu'il n'est pas permis d'ignorer ? Au-delà des obstacles inhérents à leurs mises en œuvre (installations spécifiques et sécurisées, manque d'enseignants et de compétences, etc.), comment expliquer les résistances qui s'exercent lors des leçons d'éducation physique et à

partir de 1925 lors de la demi-journée de plein air pour le 2<sup>nd</sup> cycle du 2<sup>nd</sup> degré puis lors de sa généralisation à l'ensemble du système éducatif français en 1937 ?

En quoi, la référence aux méthodes actives bouleverse les habitudes et certitudes professionnelles de cette époque ? Tandis que l'institution scolaire instruit tout autant qu'elle éduque, la capacité des pratiques de pleine nature à enrichir les fondements culturels de l'éducation physique peut être perçue d'une manière ambivalente.

Alors qu'elles mobilisent plusieurs dimensions de la santé, les finalités sanitaires ne semblent pourtant pas suffisantes pour garantir la pérennité éducative de ces pratiques dans l'école publique française. D'autres finalités sont en effet formalisées et guident l'élaboration de nouveaux contenus d'enseignement. De ce point de vue, les propositions concrètes produites durant la période de Vichy (1940-1944) ne laissent personne indifférent. S'il s'agit de relancer la question de la contribution des activités de pleine nature à la régénération de la jeunesse de France, force est de constater que la place qui leur est accordée marque une étape essentielle dans leur reconnaissance au cours des années 1950. Au cours de la IV<sup>e</sup> et de V<sup>e</sup> républiques (Moundalek, 1988, Rivière, 1988, Surrel, 1947), les rapports entretenus entre les activités de pleine nature et l'enseignement des techniques corporelles sont réinterrogés. Alors que les concepts d'aération et de développement ne suffisent plus, leur programmation scolaire répond-t-elle à une logique d'affichage ou participe-t-elle à modifier le cadre de référence d'une culture de masse, en envisageant d'autres finalités, telles que par exemple celle de la sécurité ? L'avènement d'une société des loisirs constitue-t-il finalement une chance ou une contrainte pour des enseignants soucieux de maintenir leur enseignement à l'école ?

Dans l'imaginaire collectif, en associant à ces pratiques alternatives d'une manière explicite les notions de délasserment, de divertissement et de développement (Dumazedier, 1962), les enseignants d'EPS parviennent-ils à transmettre la véritable essence de ces APN ? Leurs propositions didactiques ne traduisent-elles pas parfois de possibles contre sens culturels surtout lorsqu'il s'agit de les sportiviser ? Peut-on évoquer à ce sujet un possible un rendez-vous manqué ? Plus généralement, ces questions renvoient à la capacité des acteurs du système éducatif à justifier de leur statut de passeurs culturels en vue de transmettre des valeurs et des savoirs immédiatement réinvestissables dans la vie quotidienne.

Pour répondre à ces nombreuses questions et aux enjeux de l'acculturation de la population scolaire, le corpus sera principalement constitué de revues professionnelles et en particulier des différentes revues intitulées *Education Physique*, de la *revue des jeux scolaires*, des *Notes techniques de l'ENSEPS*, de la revue *EPS*, de *L'Homme Sain*, et de la revue *Hyper*.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Chervel A. (1998). *La culture scolaire. Une approche historique*. Paris : Belin.

Corbin, A. (1995). *L'avènement des loisirs, 1850-1960*. Paris : Aubier.

Cousin, S. & Réau, B. (2009). *Sociologie du tourisme*. Paris : La Découverte.

Debeyre, A. (1923). *L'éducation physique à l'école*. Lille.

Defrance, J. (2004). L'eugénisme et la culture scientifique dans le champ des activités physiques et des sports (1910-1950) », in Pociello, C. (dir.), *Entre le Social et le Vital*. Grenoble : PUG, 127-160.

Delaplace, J-M. (2005). *Georges Hébert, sculpteur des corps*. Paris : Vuibert.

Dumazedier, J. (1962). *Vers une civilisation du loisir ?* Paris : Seuil.

Pociello, C. et Denis, D. (Dir) 2000. *A l'école de l'aventure*. Voiron : Presses Universitaires du Sport.

Rauch, A. (1987). Grand air, plein air, pleine nature, in Dossier Ecrit 1, AFRAPS, 229-243.

Saint-Martin, J. et Villaret, S. (2004). Ecoles de plein air et naturisme : une innovation en milieu scolaire (1887-1935), in *Science et Motricité*, 51, 11-28.

Saint-Martin, J., Travaillet, Y., Lebecq, P-A., Morales, Y. (2011). *L'œuvre du Dr. Philippe Tissié : une croisade sociale en faveur de l'éducation physique (1888-1914)*. Bordeaux : PUB.

Villaret, S. (2005). *Naturisme et éducation corporelle*. Paris : L'Harmattan.



Méthodes gymnastiques, activités gymniques, gymnastique artistique : les méandres épistémologiques d'une discipline éducative (1869- 2010)

*Tony Froissart*

LERP-CEREP Université de Reims-Champagne-Ardenne

[Tony.froissart@univ-reims.fr](mailto:Tony.froissart@univ-reims.fr)

Dès les origines de son institutionnalisation scolaire la gymnastique est partagée entre les valeurs humanistes d'émancipation des individus et le projet d'une formation morale utilitaire. Une telle contradiction où s'entremêlent cultures scolaire et fédérale conditionne la construction épistémologique de la discipline. Cette étude compare des manuels de gymnastique et des articles professionnels, elle analyse l'iconographie et les discours selon les méthodes de l'histoire sociale des représentations. Trois périodes de structuration épistémologique se dégagent. Jusqu'à la libération règnent les approches méthodiques, puis, jusqu'aux années 1980, les approches analytiques sont supplantées par les conceptions fondées par la psychologie génétique et enfin, jusqu'à nos jours les notions de présentation et de coopération structurent les apprentissages.

**Mots clés** : Gymnastique, technique, constructivisme, enseignement programmé

## **INTRODUCTION**

Dès les origines de son institutionnalisation scolaire la gymnastique est porteuse d'une ambivalence qui dans sa conception épistémologique l'amène à se partager entre les valeurs humanistes d'émancipation des individus et le projet d'une formation morale utilitaire. Cette contradiction consubstantielle puise ses racines au sein même des pratiques sociales de référence : la gymnastique éducative revendique son altérité face au sport. Ainsi, discipline scolaire conçue en dehors des structures de formation et de réflexion propres au système éducatif, la gymnastique est cependant porteuse d'un message éducatif, sinon didactique. En quoi le système de contradictions contributives de l'activité est-il déterminant dans la diffusion des pratiques gymniques scolaires ? Les interactions, et interférences, entre les propositions éducatives issues de concepteurs proches des mondes fédéraux et les conceptions proprement scolaires sont-elles de nature inductive, déductive ou coopérative ?

## **METHODE**

Cette étude s'appuie sur l'analyse comparative d'un important corpus de manuels de gymnastique, l'analyse de l'iconographie spécifique, et la lecture d'articles professionnels. Les principes de l'histoire sociale des représentations sont utilisés pour questionner les processus de diffusion, de réception des objets épistémologiques. Ils sont ensuite croisés avec les éléments d'une histoire des techniques. Cette double approche permet de comprendre les processus de construction mais surtout d'expliquer les modes de circulation des savoirs gymniques. Dans un premier temps l'étude décrypte les fondements scientifiques implicitement ou explicitement formulés, et les schématisations (tableaux ou représentations iconiques). Pour ensuite caractériser l'évolution des concepts clés, « temps gymnique » de « posture », de « composition » « d'enchaînement ». L'échelle d'analyse se recentre alors sur l'étude de la représentation de l'élément analysé (iconographie et légendes), sa description (analyse des discours), l'analyse proposée (généralement biomécanique) la présentation des fautes, les procédures de guidage et d'aide proposées et la caractérisation de la fabrique de dispositifs éducatifs.

## **RESULTATS**

Les débats, les contenus proposés, les formes d'enseignements retenues, les modalités de coopérations entre pairs et les critères supports de l'évaluation traduisent les questions épistémologiques posées à la gymnastique scolaire dont on peut caractériser la construction en trois phases. La première période, s'étendant jusqu'à la libération, est celle des méthodes gymnastiques, il s'agit d'affirmer la dimension raisonnée des procédés et procédures retenus pour en garantir la portée éducative. Puis, jusqu'aux années 1970, la seconde période peut être



assimilée à une valorisation de diverses pédagogies des cultures gymniques. La gymnastique scolaire est alors polymorphe et analytique. Gymnastique de « maintien », de « Pause », « corrective », son enseignement est essentiellement périscolaire. Cependant l'introduction de la gymnastique néosuédoise, ouvre l'opportunité de réhabiliter la pratique des agrès dans le milieu scolaire. Cette innovation ouvre la porte pour une nouvelle priorité conceptuelle : l'approche constructiviste fondée par les références à la psychologie génétique. Servie par de puissants réseaux de professionnalisation (FPC, FSGT) cette voie illustre un nouveau type d'interaction entre le monde fédéral et l'univers professionnel des enseignants, elle phagocyte, pendant plus d'une décennie, l'approche par l'enseignement programmé (P. Blois ; C. Piard), expérience originale et pionnière de construction épistémologique des savoirs gymniques scolaires produite par les enseignants d'EPS eux-mêmes. Enfin à partir des années 1980 c'est le corps de l'élève gymnaste qui devient l'instrument d'une communication. Se donner à voir, se donner à apprécier, produire collectivement constituent les nouveaux contenus d'une gymnastique qui se décline d'abord en gymnastique acrobatique, puis en gymnastique artistique à travers les contenus rénovés de l'acrobatie collective.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Arnaud, P. (1983). *Les savoirs du corps*. Lyon : PUL.
- Carrasco, R. (1972). *Essai de systématique d'enseignement de la gymnastique aux agrès*,. Paris : Vigot.
- Froissart, T et Lorrain, (2007) A. Enseigner les activités acrobatiques collectives, Eds Actio.
- Goirand, P. (1990). Didactique de la gymnastique et EPS. In *E.P. et didactique des APS*. (PP.74-89)Paris : Ed de l'AEEPS.
- Leguet, J. (1985). *Action motrices en gymnastique sportive*. Paris : Vigot.
- Massimo, P. et Chautemps, G., (1955). *Les barres parallèles*. Paris : Vigot.
- Maucurier, G. (SD). *Bases fondamentales de la gymnastique*. A compte d'auteur
- Noel, H.. (1971). *La préparation gymnique*. Paris : Ed. EPS.
- Papin, B. (2007). *Conversion et reconversion des élites sportives: approche socio-historique de la gymnastique artistique et sportive*. Paris : l'Harmattan.
- Piard, C. (1990). *Gymnastique et enseignement programmé*. Paris : Vigot.
- Reignier, R. (1956). *Acrobatie élémentaire et supérieure*. Paris : Vigot.
- Salmela, J. (1976). *The advanced study of gymnastics*. Springfield: Charles Thomas.
- Robin, J.F. (1997). *Actualité de la recherche en activités gymniques et acrobatiques*. Paris : Ed. EPS.

La « mise en forme sportive » de l'EPS par la pratique du football-association à l'école : vers la transmission d'une culture scolaire singulière ? (années vingt-années soixante)

Olivier Chovaux

Université Lille Nord de France, UA, Atelier SHERPAS, F-62000 Arras.

[olivier.chovaux5@orange.fr](mailto:olivier.chovaux5@orange.fr)

L'objet de la communication est d'analyser le processus d'appropriation des formes de pratiques fédérales du football-association, en éducation physique et sportive scolaire, des années vingt aux années soixante. La périodisation retenue étant celle de la « mise en forme sportive » de l'EPS, de la démocratisation et professionnalisation du football. L'étude des textes officiels, mais également des manuels, mémentos et témoignages d'acteurs, pour le monde scolaire et le monde fédéral, permettra de mesurer en quoi ces emprunts aboutissent à la fabrication d'une culture scolaire singulière.

**Mots-clés** : Education physique et sportive scolaire, football, enseignement

## METHODE

S'intéresser au processus de sportivisation de l'éducation physique et sportive, de la fin des années vingt aux années soixante revient à envisager la manière dont les formes de cultures corporelles et sportives enseignées s'inscrivent ou non dans la culture scolaire. Si l'on définit cette dernière comme « *l'ensemble des contenus et connaissances, mais aussi attitudes et aptitudes (...) contribuant à former la personnalité de l'élève au plan intellectuel et moral* » (Jacquet-Francillon, 2010), force est de constater que l'EPS, en dépit de sa position marginale, souscrit à cette définition, au-delà des aléas que connaît la culture scolaire depuis la fin du XIXe siècle (abandon d'un modèle « classique » au profit de la transmission de savoirs usuels garantissant la distribution sélective des diplômes) (Chervel, 1998). Visant autant la transmission de techniques que l'acquisition de valeurs et normes de comportement, l'EPS semble occuper à ce titre une position d'interface, que sa « mise en forme sportive », dès les années cinquante, ne fait que confirmer (Attali et Saint-Martin, 2009).

## RESULTATS

Il s'agit ici, à partir de l'exemple du football-association, d'observer la manière dont les savoirs et valeurs propres à une pratique fédérale pénètrent l'institution scolaire, au début des années vingt. Foncièrement élitaire lors sa greffe à la fin du XIXe, le football bénéficie de deux vagues de démocratisation, dans les années trente et les années soixante, et compte au sein du système des sports le plus grand nombre de licenciés. Fortement hiérarchisés, largement diffusés par les médias, les championnats professionnels et amateurs renvoient l'image d'un sport alliant dispositions athlétiques, maîtrise technique et sens tactique, par-delà les qualités morales indispensables, tant au niveau individuel que de l'équipe. Longtemps ignorées, les séances d'entraînement deviennent plus structurées à la naissance du professionnalisme (Wahl et Lanfranchi, 1995) : associant préparation physique, travail personnel et collectif, mise en place de schémas tactiques (WM, 4/2/4, verrou suisse, etc.) (Chovaux, 2007), ces séances sont désormais théorisées sous la forme de manuels ou d'articles diffusés par la presse spécialisée : « *vitesse de course, vitesse d'exécution, vitesse de jeu sont donc la base de ma conception en soignant, autant que possible, la précision, mais sans que celle-ci entrave la vitesse de jeu (...) Souci constant du marquage et du dédoublement* » (Helenio Herrera, Almanach du football, *Soir-Sprint*, 1946).

Conjuguant développement des qualités physiques et acquisition de qualités morales, la pratique du football trouve ainsi sa place dans la leçon d'éducation physique bien avant que les réflexions menées au sein de l'Institut National des Sports (notamment par Henri Guérin et Jean Prouff à partir de 1951) puis des stages organisés par l'Amicale des Anciens Elèves de l'ENSEP (« *mise au point de l'enseignement des sports collectifs et sports de combat* », Vichy, 1965) n'en conceptualisent les formes pédagogiques, anticipant en quelque sorte les

Instructions officielles de 1967. Ainsi, dès 1922, dans le prolongement de la méthode naturelle, le Dr Boigey considère-t-il que le « *footballeur doit savoir courir, sauter, s'arrêter et, grimper, porter, avoir le souffle inépuisable d'un coureur de fond et la vitesse d'un sprinter. Il jouera avec intelligence, réflexion, calme et sang-froid* » (Boigey, 1923). Destinée aux jeunes gens de plus de 15 ans, des exercices de jonglage et de dribble sont proposés dans la leçon d'éducation physique de Pierre Seurin en 1949, pour peu qu'ils conservent un caractère fonctionnel. Il faudra attendre la parution de l'ouvrage de Justin Teissié en 1962 pour que les aspects « *sociaux, humains, techniques et sportifs* » du football, inspirés des conceptions fédérales, puissent être déclinés par les enseignants d'EPS.

Au-delà de la mobilisation classique des Instructions officielles, c'est par l'étude des manuels, méthodes, mémentos et autres témoignages d'acteurs que sera analysé ce processus d'*institution sportive* de l'EPS, à partir de l'exemple du football : emprunt aux registres du monde fédéral, traitement scolaire du principe de compétition, transposition des qualités du footballeur au monde de l'École... Ceci pour confirmer l'hypothèse d'une contribution de l'EPS à l'acquisition d'une culture scolaire singulière, qui associe ses formes historiques (fonction civique et morale privilégiée) à des considérations plus utilitaristes.

#### **BIBLIOGRAPHIE :**

- Attali, M. et Saint-Martin, J. (2009). *L'éducation physique de 1945 à nos jours. Les étapes d'une démocratisation*. Paris : Armand Colin.
- Baquet, M. (1999). *L'éducation sportive. Initiation et entraînement*. Paris : L'Harmattan.
- Caritey, B. (2008). Parcours de vie des enseignants d'EPS et diversité des pratiques professionnelles. In Bréhon, J. et Niedzwialowska, N. (dir.). *Enseigner l'EPS : entre le dire et le faire*, Paris : Ed. de la revue EPS, n°77, 47-59.
- Chervel, A. (1998). *La culture scolaire Une approche historique*. Paris : Belin.
- Chovaux, O. (2007). L'équipe de France de football au miroir des styles nationaux : « la longue nuit du football français » (193-1950). In Wahl, A. Dir. *Aspects de l'histoire de la Coupe du monde de Football*. Metz : Presses universitaires de Metz, 107-123.
- Couturier, G. (1999). *l'EPS face au sport : quinze acteurs témoignent (1945-1995)*. Paris : Centre EPS et société.
- Dietschy, P. (2010). *Histoire du football*. Paris : Perrin.
- Goirand, P. et al. (2004). *Les stages Maurice Baquet (1965-1975). Genèse du sport de l'enfant*. Paris : L'Harmattan.
- Jacquet-Francillon, F. (2010). *Une histoire de l'École. Anthologie de l'éducation et de l'enseignement en France (XVIIIe-XXe)*. Paris : Retz.
- Teissié, J. (1962). *Le football. Historique, technique, tactique, entraînement*. Paris : Ed. EPS.
- Wahl, A. (1989). *Les archives du football : sport et société en France (1880-1980)*. Paris : Gallimard.
- Wahl, A. et Lanfranchi, P. (1995). *Les footballeurs professionnels des années trente à nos jours*. Paris : Hachette.

*S12-Neurosciences : intégration des contraintes gravitationnelles dans le contrôle du mouvement*

*Organisatrice : Laurence Mouchnino*

Nous interagissons avec l'environnement par l'intermédiaire de mouvements volontaires. La réussite de nos relations avec cet environnement dépend de la coopération entre de nombreux processus cognitifs et sensorimoteurs. Parmi les processus essentiels nous retrouvons ceux impliqués dans la construction de représentations internes des propriétés physiques de l'environnement (e.g. amplitude et direction du champ gravito-inertiel) et de la position de notre corps dans cet environnement. Les propriétés physiques de l'environnement (e.g. microgravité) pouvant être source d'anxiété sont susceptibles en retour de modifier les processus cognitifs et sensorimoteurs. Nous aborderons ces différents aspects lors du symposium.

**Jean Blouin**, *UMR Neurobiologie de la cognition, CNRS-univ de Provence, Marseille, France*

Titre : Prediction of the body rotation-induced torques on the arm during reaching movements: Evidence from a proprioceptively deafferented subject

[jean.blouin@univ-provence.fr](mailto:jean.blouin@univ-provence.fr)

**Benoît Bolmont**, *Laboratoire d'Automatique humaine et de Sciences Comportementales, Université de Metz*

Titre : Influence de l'anxiété sur la réalisation de performances de complexité variable réalisées dans différentes modalités sensorielles en situation de microgravité de courte durée :

Résultats préliminaires

[bolmont@univ-metz.fr](mailto:bolmont@univ-metz.fr)

**Laurence Mouchnino**, *Laboratoire Neurobiologie de la cognition,, Aix-Marseille Université - CNRS, Marseille, France*

Titre : Modulation des potentiels évoqués somatosensoriels pendant la préparation motrice d'une action à forte contrainte gravitaire

[laurence.mouchnino@univmed.fr](mailto:laurence.mouchnino@univmed.fr)

**Charalambos Papaxanthis**, (**Jérémy Gaveau** : presenting author) *Laboratoire INSERM/ERIT-M 0207 Motricité-Plasticité : Performance, Dysfonctionnement, Vieillesse et Technologies d'optimisation. Université de Bourgogne, Fac. des Sciences du Sport*

Titre: Sensorimotor adaptation of point-to-point arm movements after space-flight: the role of the internal representation of gravity force in trajectory planning.

[Charalambos.Papaxanthis@u-bourgogne.fr](mailto:Charalambos.Papaxanthis@u-bourgogne.fr)

Prediction of the body rotation-induced torques on the arm during reaching movements: Evidence from a proprioceptively deafferented subject

Jean Blouin<sup>1</sup>, Martin Simoneau<sup>2,3</sup> & Etienne Guillaud<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Neurobiologie de la Cognition, CNRS et Aix-Marseille Université, Marseille

<sup>2</sup>Faculté de Médecine, Division of Kinesiologie, Université Laval, Québec

<sup>3</sup>Vieillessement, Centre de recherche FRSQ du Centre hospitalier de Québec

<sup>4</sup>Université de Bordeaux, INCIA, CNRS UMR 5287, Bordeaux, France

[jean.blouin@univ-provence.fr](mailto:jean.blouin@univ-provence.fr)

Reaching for a target while rotating the trunk generates Coriolis and centrifugal torques that push the arm in the opposite direction of the rotations. Here we tested whether the signals generated during body motion (e.g., vestibular) can be used to predict the torques induced by the body rotation and to modify the motor commands accordingly. We asked a deafferented subject to reach for a flashed target in darkness. At the onset of the reaching, the patient was rotated either 25° or 40°. During the rotation, the patient's head remained either fixed in space or fixed on the trunk. The hand deviations due to the external forces were compensated for in the Head Rotation condition only. These results show that body rotation-related information can be processed for predicting the consequence of the rotation dynamics on the reaching arm movements.

**Keywords** : Reaching; Body rotation; Vestibular; Prediction; Deafferentation

## INTRODUCTION

Rotating the trunk while reaching for an object deviates the arm in the opposite direction to the rotations if the arm motor commands are not adequately adapted. This is because the arm's inertia tends to keep the arm still in space while forces produced by the rotations (e.g., centrifugal, Coriolis) push the hand away from its trajectory. These additional torques rarely perturb movement accuracy, suggesting that they are taken into account during movement planning or execution.

The amplitude and direction of these torques depend on the direction and velocity of the trunk rotation. Given the high computational capabilities of the brain, rotation-induced signals (e.g., vestibular) could provide valuable information for predicting and compensating the effect of the torques applied on the arm, even during passive body rotations. Here, we report findings obtained from a patient deprived of somatosensory information, but with vestibular functions intact, that support this hypothesis.

## CASE REPORT AND METHODS

The deafferented subject (right-handed female, 55 years) had an acute loss of all somatosensory modalities from her nose to her feet, thus including the cervical region (Forget and Lamarre 1995; Blouin et al. 2007). No vestibular dysfunction has been found (Blouin et al. 1995).

The DS was securely seated in the dark on a chair positioned above the axis of a motorized revolving platform. An LED fixed on the right index finger could provide visual feedback of the finger. The DS's finger and head positions were measured by electromagnetic sensors. A micro-switch, fixed on the DS's chin, was used as the starting finger position. The target (LED) was located in the DS's midsagittal plane, at chin level and its distance was adjusted in order to be slightly out of reach.

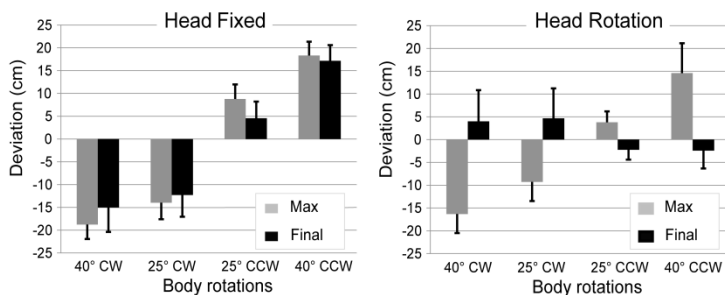
At the start of each trial, the finger LED was switched on, prompting the DS to bring her finger onto her chin. Pressing on the switch turned on the target. Then, the DS extended the arm to reach the target at her preferred speed (mean movement duration ~1.5 s). The release of the switch extinguished both the finger LED and the target, the chair rotation occurred 300 ms later. The pseudo-randomly selected magnitudes of the rotation were 25° or 40° in the clockwise (CW) or the counterclockwise (CCW) direction. All rotations lasted 1 s and had bell shaped velocity profiles peaking at 58°/s and 93°/s for the 25° and 40° rotations, respectively. In the Head rotation condition (HRc), a headrest stabilized the DS's head on her trunk during the rotations. In the Head-fixed condition (HFc), the DS's head was held

stationary in space by an experimenter positioned behind her. No instructions were given regarding eye movements. Six trials were performed per direction and per amplitude of rotation and 6 trials were performed without body rotation.

## RESULTS

The hand largely deviated in the opposite direction of the rotations in both the HFc and HRc. The maximal deviations did not significantly differ between HFc and HRc for the 25° CW, 40° CW and the 40° CCW rotations (all  $p > 0.05$ ). Only for 25° CCW rotations, the maximal deviations were significantly larger in HFc than in HRc ( $p < 0.05$ ). Compared to the HRc, in the HFc, the patient's hand remained largely deviated from the mid-sagittal plane at the end of the reaching. This was confirmed by the t-tests revealing that the maximal and final hand deviations were not significantly different in all rotation conditions (all  $p > 0.05$ ). Deprived of sensory information at the cervical region, the patient could only report vague sensation of self-motion but she was unable to determine whether it was her head or her trunk that had slightly rotated. This sensation might have arisen from the pressure applied by the experimenter's hands on her head, where somatosensory information is preserved.

Remarkably, in the HRc, the DS largely compensated for the large shift in hand trajectory. In this condition, the patient even over-compensated the perturbing torques as her mean final hand positions were in the opposite direction of the maximal deviation. Irrespective of the amplitude and direction of the rotations, the t-tests revealed that the hand deviations at movement offset were significantly smaller than the maximal hand deviations (all  $p < 0.05$ ).



## DISCUSSION

In the absence of arm position sense and visual feedback, the DS was able to dynamically use rotation-induced sensory information to perform the complex computations required for predicting the consequence of the body rotations on her reaching movements. This information presumably arose from the vestibular (and possibly the oculomotor) system. As the torques induced by trunk rotations are not only a function of their angular velocity but are also proportional to both the mass of the arm and the velocity of the reaching movement, such computations presumably involve internal models capable of predicting the consequence of the motor commands on the arm. Our findings therefore provide compelling evidence that such internal models were largely preserved in the DS in the absence of somatosensory information and highlight the remarkable computational capabilities of the brain.

## BIBLIOGRAPHY

- Blouin, J., Teasdale, N., & Mouchnino, L. (2007). Vestibular signal processing in a subject with somatosensory deafferentation: the case of sitting posture. *BMC Neurology*, 7, 25.
- Blouin, J., Vercher, J. L., Gauthier, G. M., Paillard, J., Bard, C., & Lamarre, Y. (1995). Perception of passive whole-body rotations in the absence of neck and body proprioception. *Journal of Neurophysiology*, 74, 2216-2219.
- Forget, R., & Lamarre, Y. (1995). Postural adjustments associated with different unloadings of the forearm: effects of proprioceptive and cutaneous afferent deprivation. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 73, 285-294.

Influence de l'anxiété sur des performances de complexité variable réalisées dans différentes modalités sensorielles en situation de microgravité de courte durée : Résultats préliminaires

*Bolmont B., Collado A., Hainaut J.-P., Langlet C., Monfort V.*

Laboratoire d'Automatique humaine et de Sciences Comportementales (EA 3467), Université Paul Verlaine – Metz, France.

[bolmont@univ-metz.fr](mailto:bolmont@univ-metz.fr)

Dans le contexte des vols paraboliques qui offrent des situations de microgravité de courte durée, nous avons étudié l'influence de l'anxiété sur des performances de temps de réaction simple, de choix et des performances de double tâche, réalisées dans les modalités visuelle, tactile et auditive. Nos résultats préliminaires indiquent que l'anxiété en situation de microgravité pourrait avoir un effet différent selon la modalité sensorielle et la complexité de la performance. L'anxiété en vols paraboliques pourrait perturber de façon sélective les mécanismes de traitements de l'information pour certaines modalités sensorielles. Dans un environnement spatial en situation anxiogène, la prise en compte de ces modalités semble nécessaire pour améliorer la transmission de l'information.

**Mots clés :** Anxiété, Temps de réaction, double tâche, modalités sensorielles, microgravité.

## INTRODUCTION

Dans le contexte des vols spatiaux, l'individu est soumis à des conditions inhabituelles caractérisées par de la microgravité et des situations multi-stressantes (environnement, confinement...). Il a été montré que la microgravité (Manzey et al., 1995; Schneider et al., 2007) et l'anxiété (données de laboratoire) affecte le traitement de l'information (Eysenck et al., 2007). Notre hypothèse est que l'influence combinée de la microgravité et de l'anxiété pourrait modifier de manière plus accrue le traitement de l'information. Notre objectif est donc d'examiner en situation de microgravité (obtenue au moyen de vols paraboliques), l'influence de l'état d'anxiété sur des performances de complexité variable (temps de réaction simples, de choix et double tâche) réalisées dans différentes modalités sensorielles. Nous présentons les résultats préliminaires du projet ETAP-0g (Emotion Traitement de l'information Anxiété Personnalité - 0g) décrivant l'impact d'une élévation du niveau d'anxiété au cours de vols paraboliques sur les différentes performances réalisées dans les modalités visuelle, auditive et tactile.

## METHODE

Les sujets ont réalisé des tâches de temps de réaction (TR) simple, de choix, et une double tâche (tâches de temps de réaction simple associées à une tâche de décompte) dans les modalités auditive, tactile et visuelle. Les performances de TR simple et de choix pour chaque modalité ont été évaluées par le temps moyen réalisé par les sujets. Le coût induit par la double tâche était évalué par la différence obtenue entre les temps de réaction de la double tâche et de la tâche simple. Les performances ont été réalisées en laboratoire (condition contrôle) et au cours d'un vol parabolique (en 1g et 0g). Les performances des sujets plus anxieux au cours du vol (évalués par le questionnaire YA du State-Trait Anxiety Inventory, Spielberger, 1983) ont été comparées (i) entre les conditions de laboratoire (situation non anxiogène) et de vol à 1g, pour évaluer l'effet de l'anxiété et les perturbations liées au vol, et (ii) entre les conditions de vol à 1g et à 0g, pour déterminer l'effet combiné de la microgravité et de l'anxiété.

## RESULTATS

Les résultats des tâches de TR simples n'ont pas montré de différence significative de performances entre les conditions de laboratoire, de vol à 1g et de vol à 0g. En revanche, les résultats des tâches de TR de choix ont montré une baisse de performance en vol à 1g par rapport à la condition de laboratoire quelle que soit la modalité sensorielle. Cependant, les performances lors de la phase de 0g comparée à la phase de 1g ont été significativement améliorées pour les modalités auditive et visuelle. Les comparaisons des performances en

double tâche indiquent que le coût (charge mentale) est augmenté au cours des conditions 0g et 1g pour la modalité auditive et en condition 1g uniquement pour la modalité tactile. Aucune différence entre les conditions de vol parabolique et de laboratoire n'est observée dans la modalité visuelle. En outre, les comparaisons du nombre de chiffres produit lors de la tâche double montrent une chute des performances entre les conditions de vol parabolique et de laboratoire qui concerne uniquement la modalité auditive.

## **DISCUSSION**

Ces résultats suggèrent que l'anxiété et les perturbations liées à la condition de vol pourraient perturber le processus de prise de décision dans les tâches de TR de choix. Ces modifications se produisent dans toutes les modalités sensorielles. En outre, la microgravité semble contrecarrer les effets négatifs de l'anxiété sur le TR de choix visuel et auditif. La microgravité et/ou l'anxiété induite en situation de microgravité, pourraient donc avoir un effet différent selon la modalité sensorielle. Les résultats obtenus en double tâche montrent également un effet modalitaire se traduisant par une perturbation des mécanismes de contrôle attentionnel. Nous pouvons supposer que l'effet négatif de l'anxiété sur le contrôle attentionnel est plus important lorsque l'interférence est accrue du fait de la mise en œuvre de traitements concurrents qui impliquent la même modalité (i.e., auditive).

## **CONCLUSION**

Les résultats préliminaires de cette étude montrent que l'anxiété en vols paraboliques peut perturber de façon sélective les mécanismes de traitements de l'information pour certaines modalités. Ceci suggère que la prise en compte des modalités sensorielles dans un environnement spatial anxiogène est nécessaire pour améliorer la transmission d'informations.

## **REFERENCES**

- Schneider, S., Brummer, V., Gobel, S., Carnahan, H., Dubrowski, A. Struder, H.K. (2007). Parabolic flight experience is related to increased release of stress hormones. *Eur J Appl Physiol* 100: 301-308.
- Spielberger, C.D., Gorsuch, R.L., Lushene, R., Vagg P.R., Jacobs, G.A. (1983). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Form Y) (Self-Evaluation Questionnaire), Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Eysenck, M.W., Derakshan, N., Santos, R., Calvo, M.G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory, *Emotion* 7: 336-353.
- Manzey, D., Lorenz, B., Schiewe, A., Finell, G., Thiele, G. (1995). Dual-task performance in space: results from a single-case study during a short-term space mission. *Hum Factors* 37(4):667-81.

Nous remercions le Centre National d'Etudes Spatiales pour son soutien financier



Modulation des potentiels évoqués somatosensoriels pendant la préparation motrice d'une action à forte contrainte gravitaire

*Laurence Mouchnino<sup>1</sup>, Anahid Saradjian<sup>1</sup>, Christophe Tandonner<sup>2</sup>,  
Luc Tremblay<sup>3</sup>, Jean blouin<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Neurobiologie de la Cognition, Aix-Marseille Université - CNRS, France

<sup>2</sup> Laboratoire de Psychologie Cognitive, CNRS - Aix-Marseille Université, France

<sup>3</sup> Faculty of Physical Education and Health, University of Toronto, Canada

[laurence.mouchnino@univmed.fr](mailto:laurence.mouchnino@univmed.fr)

Relevance of sensory information is weighting the cortical transmission of afferent inputs to the brain. Here we tested whether this weighting can be modulated when the relevance of proprioceptive afferents varies with equilibrium constraints. To this end, we measured the somatosensory evoked potentials elicited by proprioceptive stimulation (i.e. leg muscles vibration) during a voluntary stepping movement performed in normal gravity force field and in microgravity. We found a facilitation of sensory information on earth and not in microgravity suggesting a fluctuating relevance depending on gravity constraints.

**Mots clefs:** Proprioception, EEG, planification du mouvement, microgravité

## INTRODUCTION

Lors d'un mouvement, de multiples afférences sensorielles arrivent au système nerveux central (SNC). Certaines des informations somatosensorielles peuvent être atténuées afin de ne pas parasiter l'exécution du mouvement, et cela dès la période de préparation motrice (Voss et al., 2006). Cependant, il est contre-intuitif d'atténuer certaines de ces informations lorsqu'elles sont primordiales pour la réalisation d'une tâche motrice. En effet, les informations somatosensorielles sont cruciales pour calibrer les ajustements posturaux anticipés précédant l'initiation d'un pas (Timmann and Horak 2001). Notre hypothèse est que le SNC n'atténue pas les informations proprioceptives afférentes dans une tâche comportant de fortes contraintes d'équilibre comme c'est le cas lors de l'initiation d'un pas. Le but de notre étude est donc de déterminer si au contraire, une facilitation proprioceptive peut être observée dans une condition où les contraintes d'équilibre sont présentes et supprimée en absence de contraintes d'équilibre, comme lors de vols paraboliques.

## METHODE

Nous avons utilisé des vibrations musculo-tendineuses appliquées latéralement aux chevilles des sujets pour stimuler la proprioception. Une vibration d'une durée de 1 seconde était appliquée simultanément par les 2 vibreurs, de faible amplitude (1.2 mm) et de haute fréquence (80Hz). Cette vibration est connue pour provoquer des micro-étirements du fuseau neuromusculaire, qui sont interprétés par le système nerveux central comme résultant d'un étirement du muscle. Il a été demandé aux sujets de fermer les yeux et de faire un pas (condition « stepping ») dès la fin de la vibration ou de rester immobile (condition statique). Afin d'analyser l'activité cérébrale au niveau du cortex sensorimoteur, nous avons utilisé un casque électroencéphalographique (BIOSEMI Active-Two) comportant 64 électrodes d'Ag/Cl, en accord avec le système 10-20. La modulation de l'information afférente a par la suite été évaluée par la latence, l'amplitude ainsi que l'intégrale des potentiels évoqués somatosensoriels (EEG). L'ensemble de ces conditions a été également réalisé pendant les phases de micropesanteur c'est à dire en l'absence de contraintes d'équilibre lors de vols paraboliques.

## RESULTATS

Les résultats montrent qu'au sol comme en vol (figure 1), la latence et l'amplitude du pic de négativité du potentiel évoqué primaire, ne présentent pas de différence significative entre les deux conditions (statique vs stepping). Cette première composante du potentiel évoqué correspondrait à une pure volée afférente sensorielle indépendante des conditions gravitaires.

En revanche pour la composante tardive, on constate au sol, une différence entre les deux conditions; le potentiel évoqué tardif (intégrale, figure 1) étant plus important pour la condition « stepping » par rapport à statique. Il est intéressant de noter que les résultats obtenus en microgravité montrent que la facilitation du potentiel évoqué tardif disparaît ; il n'y a pas d'effet de la condition sur l'intégrale du potentiel évoqué.

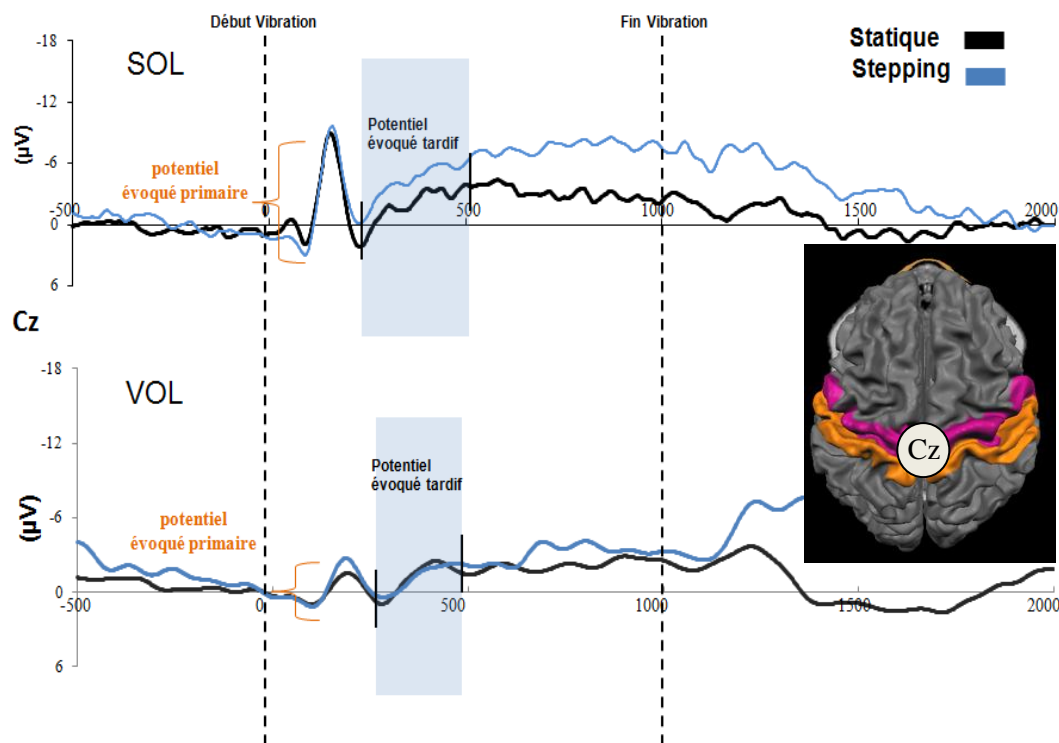


Figure 1. Grand moyennage des potentiels évoqués somatosensoriels proprioceptifs pour l'électrode Cz (cortex sensorimoteur) pour les deux conditions stepping et statique.

## CONCLUSION

La facilitation sensorielle obtenue dans le cortex sensorimoteur au sol et supprimée en microgravité, serait en relation avec une adaptation aux contraintes d'équilibre qui sont absentes en microgravité.

Cela suggère que lors de la planification du mouvement, le potentiel évoqué tardif correspondrait à des transformations sensorimotrices liées aux contraintes d'équilibre. Le SNC faciliterait les informations proprioceptives, lors d'une tâche dont le contrôle s'appuierait particulièrement sur les informations proprioceptives, et nécessitant donc, ce que nous appellerons une « vigilance proprioceptive ».

## BIBLIOGRAPHIE

- Voss M, Ingram JN, Haggard P, Wolpert DM., 2006. Sensorimotor attenuation by central motor command signals in the absence of movement. *Nat Neurosci.* 9:26-27.
- Timmann D, Horak FB., 2001. Perturbed step initiation in cerebellar subjects: 2. Modification of anticipatory postural adjustments. *Exp Brain Res.* 141: 110-120.

Sensorimotor adaptation of point-to-point arm movements after space-flight: the role of the internal representation of gravity force in trajectory planning.

Jérémy Gaveau<sup>1,2</sup>, Christos Paizis<sup>1,3</sup>, Bastien Berret<sup>4</sup>, Thierry Pozzo<sup>1,2,4,5</sup>, Charalambos Papaxanthis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Université de Bourgogne, UFR STAPS, Dijon, France.

<sup>2</sup>Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM), Unité 887, Motricité et Plasticité, Dijon, France.

<sup>3</sup>Centre d'Expertise de la Performance (C.E.P), Dijon, France.

<sup>4</sup>Italian Institute of Technology, Genoa, Italy.

<sup>5</sup> Institut Universitaire de France, Université de Bourgogne, INSERM, U887, Dijon, France.

[jeremie.gaveau@u-bourgogne.fr](mailto:jeremie.gaveau@u-bourgogne.fr)

After exposure to weightlessness the motor system operates under new dynamic and sensory contexts. To find optimal solutions for rapid adaptation following a space-flight, cosmonauts have to decide whether parameters from the world or their body have changed. Here, we investigated sensorimotor adaptation after a space-flight of ten days. Five cosmonauts performed forward point-to-point arm movements in the sagittal plane 40 days before (BF), 24h (R1) and 72h (R3) after the space-flight. By comparing results observed on R1 with those of a control experiment on loading effect and also with results of optimal control simulations, we found that arm kinematics following exposure to microgravity corresponded to a planning process that overestimates gravity level and optimizes movements in a hyper-gravity environment.

**Key words:** motor control, hand paths, hand velocity profiles, inertia, humans

## INTRODUCTION

Gravity is one of the main external forces that permanently acts on objects and influences their motion. Previous investigations have suggested that the brain uses an internal model of gravity to optimally control arm movements (Berret et al., 2008; Crevecoeur et al., 2009). After sufficient exposure to micro or hyper gravity environments, subjects develop new stable motor strategies to appropriately control their arm; in consequence, re-adaptation to normal-gravity conditions is necessary afterwards. Recently, Berniker and Kording (2008) showed that adaptation to novel perceptual or dynamical contexts requires an accurate estimation of the sources that cause sensorimotor perturbations and errors. Therefore, to find optimal solutions for rapid adaptation after space-flight, cosmonauts have to decide whether parameters from the world or their body have changed. In the present study, we examined whether the CNS attributes performance decrements after a space-flight to changes in the external environment (gravity force level) or to changes in the inertial properties of the arm.

## METHODS

Five male cosmonauts were tested three times: 40 days before the space-flight (BF),  $24 \pm 1$ h (R1), and  $72 \pm 3$ h (R3) after their return on Earth. They were comfortably sat on a chair with their trunk aligned in the vertical position and supported by the back of the chair. The task consisted in pointing forwards with the dominant-right arm towards a target attached to a wooden dowel. The accomplishment of arm movements required a shoulder flexion of approximately  $60^\circ$  and an elbow extension of approximately  $95^\circ$ , i.e. movements were contained in a parasagittal plane. Arm movements were performed in normal visual conditions (i.e., cosmonauts were able to see their arm and the target) at two different speeds: natural and fast. An optoelectronic motion analysis system was used to record kinematics of reflective markers placed on the arm. The main analysis focused on the kinematics of the right index fingertip (end point movement). In order to examine geometrical and temporal aspect of movements we calculated the symmetry of velocity profile (the ratio of acceleration duration to total movement duration) and the hand path linearity (the ratio of maximum perpendicular path deviation from a straight line connecting the initial and the final points).

We used our previously published model (Berret et al., 2008) to predict and compare optimal trajectories, for various gravitational levels and inertial loads, with cosmonauts' trajectories

recorded in the three test sessions. This model is based on a minimisation of the absolute work of forces and therefore reflects an energetic cost optimization.

We also performed a control experiment. Apparatus, motor task, data acquisition and data analysis were exactly the same with those of the space-flight experiment. Height right-handed adults (six males and two females) were required to perform natural and fast arm pointing movements under five load conditions: without additional load (NL), and with additional loads of 0.25-0.35Kg (L1), 0.5-0.6Kg (L2), 0.85-0.95Kg (L3), and 1.25-1.35Kg (L4).

## RESULTS

Movements' amplitude and durations were comparable for BF, R1, R3 and NL. Cosmonauts (BF) and participants from the control group (NL) performed arm movements with similar kinematic features. Paths were slightly curved (curvature oriented upwards) and did not differ according to movement speed, while velocity profiles (single peaked and bell-shaped) varied with movement speed (fast movement being more symmetrical than natural). Arm kinematics observed in our experiments could be the outcome of a control strategy that optimizes gravity force since the minimum absolute work model predicted similar hand paths and velocity profiles with those recorded experimentally. One day after the space-flight (R1), hand path curvatures were significantly greater from those recorded in BF and returned to the BF values three days after landing (R3). However, the symmetry of velocity profiles did not change between BF, R1 and R3. Natural and fast movements were similarly affected by microgravity exposure. Predicting optimal trajectories in a hyper gravitational environment allowed us to reproduce cosmonauts' results obtained in R1: an increased path curvature with an unchanged velocity profile. Conversely, results of the control experiment were not compatible with R1 results: significant effect of load on the symmetry of velocity profiles (the ratio decreased when load increased) but not on hand path curvature.

## CONCLUSION

Our results suggest that after a space flight, cosmonauts attribute performance decrements to changes in the external environment and not to changes in the internal properties of the arm. Because cosmonauts overestimated Earth's gravity level after microgravity exposure (Lackner and Dizio, 2000), they re-optimize their movements as they would do in a hyper gravity environment. Our whole results are in agreement with previous findings (Crevecoeur et al., 2009; Izawa et al., 2008) which reported that, during motor adaptation, the CNS constructs an internal model of the environment and produces a new motor plan that minimizes an implicit cost. This study also supports the hypothesis according to which the brain estimates the source of motor errors for adaptation and generalization to new environments.

## REFERENCES

- Berniker, M., and Kording, K. (2008). Estimating the sources of motor errors for adaptation and generalization. *Nat Neurosci* 11: 1454-1461.
- Berret, B., Darlot, C., Jean, F., Pozzo, T., Papaxanthis, C., Gauthier, JP. (2008). The inactivation principle: mathematical solutions minimizing the absolute work and biological implications for the planning of arm movements. *PLoS Comput Biol* 4: e1000194.
- Crevecoeur, F., Thonnard, JL., Lefevre, P. (2009). Optimal integration of gravity in trajectory planning of vertical pointing movements. *J Neurophysiol* 102: 786-796.
- Izawa, J., Rane, T., Donchin, O., Shadmehr, R. (2008). Motor adaptation as a process of reoptimization. *J Neurosci* 28: 2883-2891.
- Lackner, JR. and DiZio, P. (2000). Human orientation and movement control in weightless and artificial gravity environments. *Exp Brain Res* 130: 2-26.

*S13-Neurosciences et physiologie : Corrélats neurophysiologiques de l'imagerie motrice et de l'observation*

Organisateur : Aymeric Guillot

Université Claude Bernard Lyon 1, Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport

[aymeric.guillot@univ-lyon1.fr](mailto:aymeric.guillot@univ-lyon1.fr)

L'objectif de ce symposium thématique est de présenter certains des corrélats neurophysiologiques de l'imagerie motrice et de l'observation. Si l'éventail des techniques d'investigation est large, les avancées méthodologiques ont permis d'offrir des moyens objectifs pour déterminer la qualité du travail mental et de l'observation. Le recours aux enregistrements physiologiques est désormais fréquent et vivement conseillé, que ce soit pour évaluer les capacités individuelles ou la qualité du travail effectué. Des variables centrales et périphériques sont décrites dans les 5 communications, apportent des réponses expérimentales et permettent des synthèses.

La première contribution (S. Maltese, M.O. Frenkel et A. Shankin) propose une synthèse des études sur l'imagerie motrice, utilisant l'électroencéphalographie (EEG), et de ses applications dans le domaine du sport et de la réhabilitation motrice. Les résultats montrent l'intérêt de cette méthode et ses modalités d'utilisation pour les recherches appliquées en situation réelle. La question de l'activation du cortex moteur primaire est notamment abordée.

N. Gueugeau, M. Bove, T. Pozzo et C. Papaxanthis abordent la question de l'inhibition inter-hémisphérique lors de l'exécution réelle et de la simulation mentale de séquences motrices manuelles. Ils démontrent l'intérêt de la stimulation magnétique transcrânienne (TMS) dans l'étude de l'imagerie motrice et mettent en évidence que les actions simulées modulent les interactions inter-hémisphériques en fonction de la spécificité du mouvement imaginé.

F. Di Rienzo, A. Guillot, S. Matéo, C. Delpuech, S. Daligault, G. Rode et C. Collet décrivent l'intérêt de la magnétoencéphalographie (MEG) dans l'étude de l'activité cérébrale de patients tétraplégiques effectuant l'imagerie motrice d'une préhension, comparativement à celle de sujets sains appariés. Les données montrent comment la MEG permet d'identifier la réorganisation cérébrale induite par la répétition mentale.

C. Collet, A. Guillot, F. Lebon, T. MacIntyre et A. Moran présentent un indice d'évaluation de la qualité de l'imagerie motrice. Il est construit et quantifié grâce à six indicateurs complémentaires. Il est évolutif compte tenu des caractéristiques de la tâche à imaginer. Il constitue un outil pragmatique et fiable pour déterminer la capacité individuelle d'imagerie et sélectionner les populations d'études dans les protocoles de recherche.

Pour conclure, C. Calmels aborde la question des bases neuronales de l'observation, que celle-ci ait pour but de reconnaître, reproduire, évaluer ou construire la représentation mentale du mouvement à venir. Elle propose une synthèse des résultats obtenus par imagerie par résonance magnétique (IRMf) et d'EEG, afin d'expliquer la spécificité des mécanismes neuronaux mis en jeu lors de l'observation.

## Results of EEG-Analyses of Mental Practice

Maltese Simona<sup>1</sup>, Frenkel Marie Ottilie<sup>1</sup>, & Schankin Andrea<sup>2</sup>

University of Heidelberg, Department of Sport and Sport Science<sup>1</sup> and Department of Psychology<sup>2</sup>

[simona.maltese@issw.uni-heidelberg.de](mailto:simona.maltese@issw.uni-heidelberg.de)

Mental Practice – the repeated imagination of a course of movement – is a central research topic in Sports Psychology. Training effects can be explained by simulation theory, which posits motor imagery and movement execution to activate similar neuronal structures (functional equivalence). This assumption was tested with different neurophysiological methods, but the results are inconclusive. Analyses with electroencephalography (EEG) are a promising approach for the investigation of underlying mechanisms. Employment of EEG has important advantages in (a) measurements of neuropsychological activity with high time resolution and (b) the mobility necessary for application in the realms of sports and rehabilitation.

**keywords:** mental practice, EEG, sports, rehabilitation, simulation theory

### EEG-ANALYSIS OF MENTAL PRACTICE

Mental Practice is defined as systematic and extensive rehearsal of the conscious internal reproduction of a specific motor act without actual movement execution. The intention of this rehearsal is to enhance skill learning and to optimize movements. Thus, Mental Practice is applied both in high-performance sports and in rehabilitation (Jackson, Lafleur, Malouin, Richards, & Doyon, 2001). The latest explanation of training effects is simulation theory. It posits that motor imagery activates similar neuronal structures as physical movement execution (functional equivalence; Jeannerod, 2006). Different neurophysiological techniques have been used to test this postulate. However, the results remain inconclusive (Munzert, Lorey, & Zentgraf, 2009) especially concerning the involvement of the primary motor cortex (M1) during imagination. After a detailed literature research (Frenkel, Maltese, & Schankin, *submitted*) we propose that electroencephalography (EEG) has the potential to gain a key position in bridging the gaps in the theoretical process of understanding.

### RESULTS FROM BASIC RESEARCH

The comparison of EEG-patterns recorded from (a) simple movements of upper extremities during imagination with those elicited by physical execution and from (b) more complex movements involving lower extremities, points to joint neuronal networks being activated during imagination and execution (e.g., Hashimoto, Ushiba, Kimura, Liu, & Tomita, 2010; Neuper & Pfurtscheller, 2010) – a result which underpins the postulate of functional equivalence.

Furthermore the high time resolution of the EEG allows the detailed examination of different stages during movement imagination and execution and a closer look at the transient activation of M1. Hereby, the differences regarding the activation of M1 could be traced back to the last stage of motor preparation (Caldara, Deiber, Andrey, Michel, Thut, & Hauert, 2004). Thus EEG can help to explain the inconclusive results from studies with PET and fMRI concerning the activation of M1.

### SPORTS

Groundbreaking possibilities for the application of the EEG-method in sports were advanced by recent technological developments regarding improved electrodes, portable battery-driven amplifiers and computational methods. Accordingly also highly complex movements can be pictured (Thompson, Steffert, Ros, Leach, & Gruzelier, 2008). Insight about neuronal activations during motor imagery and execution can be used to develop new effective methods to enhance performance (Nakata, Yoshie, Miura, & Kudo, 2010).

## REHABILITATION

Due to technical advances there is a growing importance of EEG in the context of rehabilitation. Thus, the imagination of movements has the potential to serve as a mental strategy to control a neuroprosthesis based on brain signals (Pfurtscheller & Neuper, 2010). Further, EEG allows the evaluation of motor imagery as a therapeutic component when movements need to be optimized or relearned after stroke and other neuronal diseases (e.g., Lim, Polych, Holländer, Byblow, Kirk, & Hamm, 2006).

## CONCLUSION

The results from different areas which examine Mental Practice by means of EEG demonstrate the advantages of this method. Combining the temporal resolution of EEG with brain imaging techniques like fMRI can help to gain further insights in neuronal activation processes during imagery and execution of movements. EEG offers promising possibilities to develop future sportive and rehabilitative procedures involving motor imagery.

## BIBLIOGRAPHY

- Caldara, R., Deiber, M. P., Andrey, C., Michel, C., Thut, G., & Hauert, C. A. (2004). Actual and mental motor preparation and execution: a spatiotemporal ERP study. *Experimental Brain Research*, *159*, 389-399.
- Frenkel, M. O., Maltese, S., Schankin, A. (subm.). Results of EEG-analyses of mental training: a review. *Zeitschrift für Sportpsychologie*.
- Hashimoto, Y., Ushiba J., Kimura, A., Liu, M. G., & Tomita, Y. (2010). Correlation between EEG-EMG coherence during isometric contraction and its imagery execution. *Acta Neurobiologicae Experimentalis*, *70*, 76-85.
- Jackson, P. L., Lafleur, M. F., Malouin, F., Richards, C., Doyon, J. (2001). Potential role of mental practice using motor imagery neurologic rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *82*, 1133-1141.
- Jeannerod, M. (2006). *Motor cognition: What actions tell the self*. Oxford: Oxford University Press.
- Lim, K. V., Polych, M. A., Holländer, A., Byblow, W. D., Kirk, I. J., & Hamm, J. P. (2006). Kinesthetic but not visual imagery assists in normalizing the CNV in Parkinson's disease. *Clinical Neurophysiology*, *117*, 2308-2314.
- Munzert, T., Lorey, B., Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews*, *60*, 306-326.
- Nakata, H., Yoshie, M., Miura, A., & Kudo, K. (2010). Characteristics of the athletes' brain: evidence from neurophysiology and neuroimaging. *Brain Research Reviews*, *62*, 197-211.
- Neuper, C., & Pfurtscheller, G. (2010). Electroencephalographic characteristics during motor imagery. In A. Guillot & C. Collet (Eds.), *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery* (pp. 65- 81). Oxford: University Press.
- Pfurtscheller, G., & Neuper, C. (2010). EEG-based brain-computer communication. In A. Guillot & C. Collet (Eds.), *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery* (pp. 203-212). Oxford: University Press.
- Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J., & Gruzelier, J. (2008). EEG applications for sport and performance. *Methods*, *45*, 279-288.



Interactions inter-hémisphériques lors des actions imaginées.

Nicolas Gueugneau<sup>1</sup>, Marco Bove<sup>2</sup>, Thierry Pozzo<sup>1,3</sup> et Charalambos Papaxanthis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INSERM/U887, Laboratoire Motricité et Plasticité, UFRSTAPS de Dijon.

<sup>2</sup> Department of Experimental Medicine, University of Genoa, Italy.

<sup>3</sup> Italian Institute of Technology, Genoa, Italy.

[Nicolas.gueugneau@u-bourgogne.fr](mailto:Nicolas.gueugneau@u-bourgogne.fr)

Notre étude porte sur l'influence de l'imagerie motrice sur les mécanismes de l'inhibition inter-hémisphérique. La période de silence ipsilatérale (ISP) a ainsi été mesurée sur le muscle Opponens Pollicis du pouce gauche pendant que les sujets exécutaient ou simulaient mentalement des tâches motrices de complexité variable avec leur main droite. Une stimulation simple (stimulation magnétique transcrânienne) était délivrée au niveau du cortex moteur primaire gauche afin d'enregistrer l'ISP au niveau de l'OP gauche et les potentiels moteurs évoqués au niveau de l'OP droit. Nos résultats font très nettement apparaître que les actions simulées mentalement modifient de manière spécifique l'inhibition inter-hémisphérique.

**Keywords :** inhibition interhémisphérique, contrôle moteur, imagerie motrice, stimulation magnétique transcrânienne.

## INTRODUCTION

De récentes données neurophysiologiques ont mis en avant la contribution du cortex moteur ipsilatéral dans le contrôle du membre supérieur (Carson, 2005). Chez l'être humain, la capacité de contrôler les mouvements uni-manuels repose sur des mécanismes neuronaux permettant la latéralisation du signal moteur au niveau cortical. Lors de mouvements de la main droite le cortex moteur primaire (M1) gauche envoie des signaux inhibiteurs, via le corps calleux, au cortex moteur primaire droit, supportant ainsi cette latéralisation. Une atténuation légère ou une interruption de l'activité électromyographique (EMG) des muscles de la main (période de silence ipsilatérale, ISP), provoquée par une stimulation magnétique transcrânienne (TMS) du M1 ipsilatéral, est par exemple un indice comportemental du phénomène d'inhibition inter-hémisphérique (Trompetto et al., 2004 ; Giovannelli et al., 2009).

Cependant, si quelques données montrent que l'activité motrice volontaire module clairement l'ISP, aucune information détaillée ne nous permet de savoir si les représentations mentales du mouvement modifient spécifiquement la communication inter-hémisphérique. Notre étude s'intéresse alors à l'influence du mouvement mentalement simulé sur l'ISP.

## METHODES ET RESULTATS

Douze sujets adultes sains (âge moyen 27.8 ans, 23-38 ans) ont participé à cette étude qui incluait 8 conditions expérimentales réparties en 2 sessions. Dans chacune des conditions les sujets recevaient une impulsion TMS au dessus de M1 gauche pendant qu'ils contractaient l'adducteur du pouce gauche (opponens pollicis). Seules les tâches de la main droite variaient selon les différentes conditions.

1ère session :

Baseline : main droite au repos.

Séquence 1 : tapping main droite (opposition répétée pouce/index à 2Hz).

Séquence 2 : séquence motrice main droite (opposition pouce/index, pouce/majeur, pouce/annulaire, pouce/auriculaire, etc. à 2Hz)

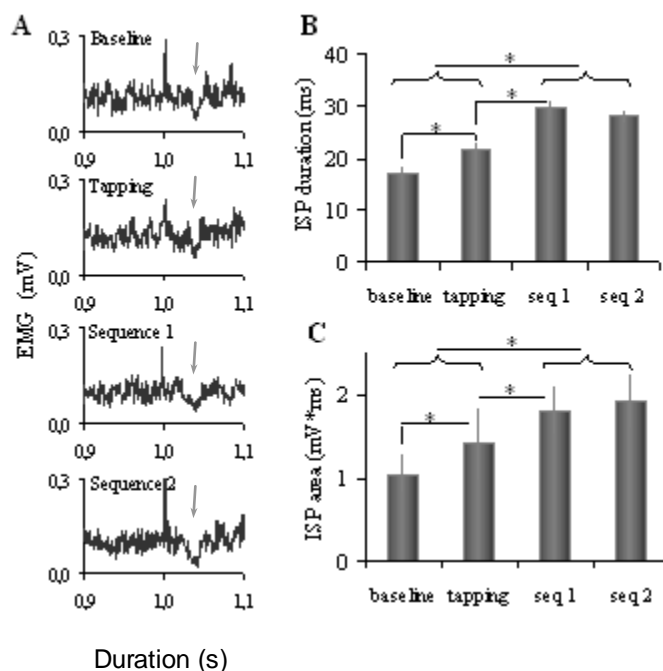
3 : séquence motrice main droite dans un ordre différent (p/in, p/au, p/ma, p/an, etc. à 2Hz).

La 2<sup>ème</sup> session reprend strictement les mêmes tâches mais avec des mouvements mentalement simulés. L'ISP au niveau de l'OP gauche a été quantifiée (durée et aire), ainsi que les potentiels moteurs évoqués (MEP) sur OP de la main droite.

Concernant la durée de l'ISP, l'analyse de variance (2 sessions x 4 conditions) montrait seulement un effet *conditions* ( $P < 0.001$ ) et pas d'effet significatif *sessions* ( $P > 0.5$ ), ni d'*interaction* ( $P > 0.5$ ). La même analyse sur l'aire de l'ISP indiquait des résultats similaires, seulement un effet *conditions* ( $P < 0.001$ ) a été relevé. Les MEPs enregistrés au niveau de OP



main droite étaient modulés en fonction des *conditions* ( $P < 0.001$ ), mais aucune différence significative n'a été relevée dans les conditions où la main droite était engagée dans une tâche motrice (tapping, seq. 1, seq. 2).



**Fig. 1.** A. Traces EMG typiques de l'OP gauche en fonction des conditions expérimentales (TMS à 1s). On voit clairement (voir flèches) la dépression qui indique l'ISP. B. Durées moyennes des ISP en fonction des conditions expérimentales. C. Aires moyennes des ISP en fonction des conditions expérimentales. Seule la session

## DISCUSSION

Nos résultats indiquent que l'activité motrice volontaire (ici les différentes séquences motrices de la main droite) modifie clairement l'ISP. L'inhibition inter-hémisphérique pourrait alors être modulée de manière significative en fonction de la complexité de la tâche motrice à réaliser. Nos données sont cohérentes avec l'étude de Giovanelli et al. (2009) qui montre également une forte sensibilité de l'IHI en fonction de la tâche motrice (niveau de force, type de muscle impliqué).

L'originalité et la nouveauté de nos résultats se trouve au niveau des enregistrements de l'ISP lors des mouvements simulés mentalement. Ainsi, sans aucune sortie motrice au niveau de l'effecteur (l'activité EMG pendant le mouvement imaginé est similaire à celle enregistré au repos), l'ISP est néanmoins significativement modulée en fonction de la spécificité du mouvement imaginé. L'inhibition inter-hémisphérique mesurée ici grâce à la méthode de l'ISP apparaît alors comme un mécanisme neuronal intervenant très tôt dans la planification et la programmation du mouvement, et pourrait avoir un rôle fonctionnel fondamental dans la proscription des mouvements miroirs.

## RÉFÉRENCES

- Carson, R.G., (2005). Neural pathways mediating bilateral interactions between the upper limbs. *Brain research Brain Research Review* 49, 641-662.
- Giovanelli F, Borgheresi A, Balestrieri F, Zaccara G, Viggiano MP, Cincotta M, Ziemann U. Modulation of interhemispheric inhibition by volitional motor activity: an ipsilateral silent period study. (2009). *The Journal of Physiology* 587, 5393-410
- Trompetto C, Bove M, Marinelli L, Avanzino L, Buccolieri A, Abbruzzese G. (2004). Suppression of the transcallosal motor output: a transcranial magnetic stimulation study in healthy subjects. *Experimental Brain Research* 158, 133-40.

## Contribution de la MEG à l'étude de l'imagerie motrice

*Franck Di Rienzo<sup>1</sup>, Aymeric Guillor<sup>1</sup>, Sébastien Matéo<sup>2</sup>, Claude Delpuech<sup>3</sup>, Sébastien Daligault<sup>3</sup>, Gilles Rode<sup>2</sup> et Christian Collet<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>EA 647, Performance Motrice Mentale et du Matériel, Université Claude Bernard Lyon 1.

<sup>2</sup>INSERM-UMRS 534, Université Lyon 1 et Hôpital Henry Gabrielle, Lyon, France.

<sup>3</sup>CERMEP – imagerie du vivant, 69677 Bron, France.

[Franck.dirienzo@etu.univ-lyon1.fr](mailto:Franck.dirienzo@etu.univ-lyon1.fr)

La magnétoencéphalographie (MEG) présente une résolution temporelle de l'ordre du millième de seconde et permet une représentation spatiale précise de structures impliquées dans une tâche mentale comme l'imagerie motrice. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet d'un entraînement par imagerie motrice pour la réadaptation fonctionnelle de la préhension chez des patients tétraplégiques. La MEG a permis de déterminer un profil d'activité cérébrale de patients tétraplégiques ayant reconstruit une préhension par ténodèse, grâce, en partie, à l'imagerie motrice. La réorganisation cérébrale a été comparée à celle de sujets sains. La MEG devrait permettre une meilleure analyse du processus de plasticité cérébrale induit par l'entraînement mental, au niveau spatial mais surtout au niveau temporel, avec le décours des activations.

**Keywords :** Imagerie Motrice, MEG, Réadaptation, Lésions Médullaires, Plasticité Cérébrale.

### INTRODUCTION

L'imagerie motrice (IM) consiste à se représenter mentalement un mouvement sans exécution motrice concomitante. La littérature a souligné l'équivalence fonctionnelle entre imagerie motrice et exécution réelle (Decety, 1996), bien qu'une activation spécifique soit conservée pour l'une et l'autre (Lotze & Halsband, 2006). Depuis plus de 10 ans, les effets bénéfiques d'un entraînement intégrant l'IM ont été démontrés pour la réadaptation fonctionnelle (Dickstein & Deutch, 2007). Chez des patients médullolésés, l'IM associée à la réadaptation classique a amélioré les fonctions manuelles (Cramer, Lastra, Lacourse, & Cohen, 2005). Notre étude porte sur la rééducation de la préhension chez des patients tétraplégiques. La pince digitale étant perdue si la lésion est de niveau C6 (ou supérieur), une préhension est reconstruite en utilisant un effet ténodèse : la fermeture passive des doigts contre la paume est produite par une extension active du poignet. La MEG permet d'enregistrer l'activité centrale pendant l'imagerie motrice en conservant un référentiel spatial connu par les patients (buste vertical et regard horizontal) ce qui est important dans le cadre de perturbations motrices lourdes. Identifier les effets de l'imagerie implique, au préalable, d'obtenir le profil de l'activité centrale des patients tétraplégiques lorsqu'ils imaginent le mouvement, puis de le comparer à celui qui correspond à la préhension par effet ténodèse.

### MATÉRIEL ET MÉTHODE

La MEG reconstitue l'activité cérébrale à partir du recueil de champs magnétiques issus des courants électriques neuronaux post-synaptiques. De très faible amplitude, ils sont détectés par des bobines supraconductrices positionnées autour du scalp et donnent une image directe de l'activité des neurones. Les premières applications de la MEG à l'imagerie motrice sont prometteuses (Battapady, Lin, Holroyd, Hallett, Chen, Fei, & Bai, 2009). Notre objectif est de comparer l'activité cérébrale de patients tétraplégiques à celle de sujets sains au cours de l'imagerie et de l'exécution réelle du mouvement de préhension, puis d'observer l'évolution des activations cérébrales au cours de l'apprentissage et de l'amélioration de la prise ténodèse. Pour cela, 4 patients tétraplégiques et 4 sujets contrôle sains appariés ont effectué une session MEG comportant 3 blocs de 3 conditions de 10 essais chacune, séparés d'intervalles de 10 secondes : exécution d'un mouvement de saisie (EM), imagerie motrice du mouvement de saisie (IM), et repos (R).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'aire motrice primaire (M1), l'aire motrice supplémentaire (AMS), ainsi que l'aire pariétale sensitive primaire (S1) sont particulièrement activées au cours de l'imagerie motrice (Guillot, Collet, Nguyen, Malouin, Richards, & Doyon, 2009). Elles ont été retenues comme régions d'intérêt. Entre les conditions IM et EM, les sujets tétraplégiques présentent un profil d'activité cérébrale semblable, en particulier dans l'intensité d'activation de M1. Celle-ci diffère chez les sujets sains, avec des intensités plus faibles en IM. Les différences observées proviennent généralement de processus d'inhibition de la commande motrice actifs pendant l'imagerie (Porro et al., 1996). Nos données MEG valident l'hypothèse d'un affaiblissement de l'inhibition chez les patients tétraplégiques, du fait de réorganisations corticales post-traumatiques, cette fonctionnalité n'ayant plus de finalité.

La comparaison des maximas d'activation pendant l'IM et l'EM dans l'homonculus moteur chez les sujets et tétraplégiques présente également des différences. Le maxima est détecté dans le gyrus pré-central moyen chez les premiers, alors qu'il est détecté dans le gyrus pré-central supérieur chez les seconds. Chez les patients, le pointage de la main vers la cible est contrôlé par les muscles de l'épaule et la saisie ténodèse par les extenseurs du poignet. Ces régions correspondent au gyrus pré-central supérieur, près de la scissure longitudinale. Cette activation cérébrale atteste l'acquisition d'une coordination motrice spécifique impliquant les muscles proximaux. Les sujets contrôlent la saisie d'un objet grâce à la pince digitale, ce qui justifie l'activation du gyrus pré-central moyen, représentatif de la main dans l'homonculus moteur, pendant l'IM et l'EM.

## CONCLUSION

Ces résultats montrent une modification de l'activité centrale en imagerie motrice chez les patients médullolésés (Alkadhi, Brugger, Boendermaker, Crelier, Curt, Hepp-Reymond, & Kollias, 2005). Ils attestent l'évolution de la préhension chez les patients tétraplégiques comparativement aux sujets sains, et valident ainsi la pertinence du recours à l'imagerie motrice pour mobiliser les réseaux centraux responsable de l'élaboration des programmes moteurs de préhension. L'étude des effets de l'entraînement par imagerie motrice sur l'activité centrale offre des résultats préliminaires manifestes, tant en IM qu'en EM. Toutefois, nous devons confirmer ces observations sur un effectif plus élevé de patients.

La MEG est une méthode fiable, non seulement par les possibilités de traitement des signaux qu'elle apporte mais aussi pour le confort d'utilisation qu'elle offre aux patients (absence de bruit, sécurisation de la position assise).

## BIBLIOGRAPHIE

- Alkadhi, H., Brugger, P., Boendermaker, S.H., Crelier, G., Curt, A., Hepp-Reymond H.C., Kollias, S.S., (2005). What disconnection tells about motor imagery: evidence from paraplegic patients. *Cerebral Cortex*, 15, 131-140.
- Battapady, H., Lin, P., Holroyd, T., Hallett, M., Chen, X., Fei, D.Y., Bai, O. (2009). Spatial detection of multiple movement intentions from SAM-filtered single-trial MEG signals. *Clinical Neurophysiology*, 120, 1978-1987.
- Cramer, L. C., Lastra, L., Lacourse, M. G., & Cohen, M. J. (2005). Brain motor system function after chronic, complete spinal cord injury. *Brain*, 128, 2941-2950.
- Decety, J., (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural Brain Research*, 77, 45-52.
- Diskstein, R., Deutch, J.E., (2007). Motor imagery in physical therapist practice. *Physical Therapy*, 87, 942-953.
- Guillot, A., Collet, C., Nguyen, V. A., Malouin, F., Richards, C., & Doyon, J. (2009). Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: An fMRI study. *Human Brain Mapping*, 30, 2157-2172
- Lotze, M., & Halsband, U., (2006). Motor imagery. *Journal of Physiology (London)*, 99, 386-395.
- Porro, C.A., Francescato, M.P., Cettolo, V., Diamond, M.E., Baraldi, P., Zuiani, C., Bazzocchi, M., di Prampero, P.E. (1996). Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 16, 7688-7698.

Construction d'un indice d'évaluation de la qualité de l'imagerie motrice

*Christian Collet<sup>1</sup>, Aymeric Guillot<sup>1</sup>, Florent Lebon<sup>2</sup>, Tadhg MacIntyre<sup>3</sup> et Aidan Moran<sup>4</sup>*

1. Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport, EA 647, Performance Motrice Mentale et du Matériel (P3M), Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne Cedex, France.

2. Centre for Brain Research, University of Auckland, Auckland, New Zealand.

3. University of Ulster, Jordanstown Campus Shore Road Newtownabbey Co., Antrim, Northern Ireland.

4. School of Psychology, University College, Dublin, Ireland.

[Christian.collet@univ-lyon1.fr](mailto:Christian.collet@univ-lyon1.fr)

Mesurer la qualité de l'imagerie motrice (IM) est une question récurrente. Les outils doivent garantir la précision et la fiabilité de l'évaluation. Ils sont longtemps restés ceux de la psychologie avec les questionnaires et les entretiens. Les progrès méthodologiques et métrologiques permettent maintenant d'avoir d'autres ressources. Construire un indice d'évaluation des capacités d'IM suppose des mesures fonctionnelles complémentaires. Nous avons sélectionné 6 sous-indices dont l'addition aboutit à I<sup>2</sup>M (indice d'imagerie motrice). Il intègre les résultats d'un entretien, d'un questionnaire, de chronométrie mentale et d'indices physiologiques végétatifs. Il peut être ajusté en fonction des caractéristiques de la tâche à imaginer, chaque sous-indice pouvant être pondéré et prendre une importance relative plus ou moins élevée dans l'indice final.

**Mots-clés :** Imagerie Motrice, questionnaire, chronométrie mentale, indicateurs végétatifs.

## INTRODUCTION

L'imagerie motrice (IM) est la représentation mentale d'un mouvement. Sa proximité structurale et fonctionnelle avec l'exécution réelle en a fait une procédure d'apprentissage moteur et un moyen de rétention et d'entretien des schémas moteur en mémoire et de réhabilitation motrice (Guillot & Collet, 2010). Par contre, peu de travaux se sont intéressés à l'évaluation des capacités d'IM, à l'exception des outils élaborés par les psychologues comme les questionnaires ou les entretiens. Malgré leurs apports, ils doivent être complétés par des informations plus objectives. L'isochronie entre le mouvement imaginé et exécuté réellement est bien connue, malgré quelques exceptions à cette règle. Ce principe général peut être utilisé afin d'apporter une contribution plus objective à l'évaluation de la qualité de l'imagerie. Nous savons également que l'activité mentale provoque une élévation de l'activation centrale dans certaines structures cérébrales, identifiables par une méthode hémodynamique comme l'IRMf, mais qu'elle provoque aussi une activation périphérique, singulièrement à travers des variables neurovégétatives (Collet & Guillot, 2010). L'objectif est donc d'intégrer ces indicateurs en un seul pour proposer un indice d'évaluation des capacités d'imagerie motrice appelé I<sup>2</sup>M.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

Différents principes théoriques sont à la base de cet indice. Ils servent à déterminer chacune des 6 catégories qui entrent dans le calcul de l'indice global. Les 2 premières relèvent des tests psychologiques et nous avons sélectionné un entretien (ENT) et un questionnaire (QUEST). La 3<sup>e</sup> est un test de chronométrie mentale (CM). Les 3 dernières sont des indices physiologiques, l'activité électrodermale (AED) atteste l'éveil physiologique de l'organisme, la réponse électrodermale (RED) est enregistrée dès que le travail d'imagerie est amorcé et, enfin, l'arythmie sinusale respiratoire (ASR) est considérée comme un indice de l'attention focalisée. Le caractère ambulatoire et la facilité de traitement des données rendent ces indices pertinents pour des études théoriques et de terrain, contrairement à l'IRMf. Compte tenu de la tâche à tester, nous attribuons un coefficient (C<sub>n</sub>) à chaque catégorie, destiné à pondérer son importance. Nous obtenons I<sup>2</sup>M par addition de l'ensemble des items :

$$I^2M = C1*ENT + C2*QUEST + C3*CM + C4*AED + C5*RED + C6*ASR.$$

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les dimensions psychologiques de la qualité de l'imagerie, comme sa vivacité ou la capacité à agir sur l'image, en lui faisant subir une rotation, par exemple, peuvent être évaluées grâce à un entretien. Il suppose une analyse de sa propre pratique d'IM par le participant et il doit être conduit par un expérimentateur qui choisira les items testés en fonction de la tâche motrice. Les capacités générales d'IM sont souvent évaluées par des questionnaires comme le *Movement Imagery Questionnaire* (Revised – MIQ-R, Hall & Martin, 1997). Le KVIQ (*The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire*) se révèlera plus approprié pour tester des patients atteints de déficits moteurs (Malouin, Richards, Jackson, Lafleur, Durand, & Doyon, 2007). Le principe d'isochronie est à la base de la 3<sup>e</sup> catégorie de l'indice I<sup>2</sup>M. Si l'imagerie est fidèle à l'exécution réelle, la durée de la représentation mentale doit théoriquement correspondre à celle de l'exécution réelle. La différence entre les 2 peut être pondérée en fonction de la durée de la tâche à imaginer, l'isochronie étant altérée si le mouvement est très long ou très court. Les 3 dernières catégories sont des indicateurs physiologiques neurovégétatifs. L'activité électrodermale (AED) est un indicateur de l'éveil physiologique de l'organisme. Elle varie en fonction de l'activation des glandes sudorales palmaires, lesquelles sont sous le contrôle exclusif de la branche orthosympathique du système nerveux végétatif. L'IM est d'autant plus précise lorsqu'elle est pratiquée à un niveau d'éveil comparable à celui exigé pour exécuter le mouvement réel. L'AED devrait donc rester à niveau constant au cours des répétitions mentales. Lorsque le participant imagine l'exécution d'un mouvement, une réponse électrodermale (RED) est enregistrée. Elle représente une inflexion brutale de l'AED et est quantifiée par son amplitude et sa durée. Nous avons observé que la durée de la réponse était proportionnelle à la durée du travail mental, lequel est comparable à la durée de l'exécution réelle. Le fait que la RED ait une durée proche de la durée du mouvement est un indice de la bonne qualité de l'IM. Enfin, l'arythmie sinusale respiratoire (ASR) varie en fonction de la focalisation de l'attention. Elle est calculée à partir de la variabilité cardiaque et permet d'attester que l'attention est centrée sur la tâche pendant l'IM.

Nous avons testé cet indice sur 2 sujets reconnus, l'un pour avoir des capacités d'imagerie élevées et l'autre de faibles potentialités et nous avons obtenu 2 valeurs extrêmes. Il a également été utilisé pour sélectionner des participants à une expérience devant comparer la qualité de l'imagerie aux modulations corticomotrices attestées par stimulation magnétique transcrânienne.

En conclusion, l'indice I<sup>2</sup>M intègre des facteurs qui sont reconnus séparément comme des indicateurs de la qualité de l'imagerie. Nous obtenons un outil constitué de 6 catégories complémentaires et redondantes qui est évolutif (Collet, Guillot, Lebon, MacIntyre, & Moran, 2011). C'est un gage d'une meilleure fiabilité. C'est un outil pragmatique, dont les mesures sont faciles à réaliser et qui peut être utilisé pour la sélection des participants à un protocole expérimental mais aussi pour évaluer des pratiquants sportifs afin de déterminer leur aptitude au travail mental.

## BIBLIOGRAPHIE

- Collet, C., Guillot, A., Lebon, F., MacIntyre, T., & Moran, A. (2011). Measuring motor imagery using psychometric, behavioral and psychophysiological tools. *Exercise and Sport Sciences Review*, 39, 85-92.
- Collet, C. & Guillot, A. (2010). Autonomic nervous system activities during imagined movements. In: Guillot A. & Collet C. (Eds.) *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery* (pp. 95-108), New York: Oxford University Press.
- Guillot, A. & Collet, C. (2010). *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery*. New York: Oxford University Press.
- Hall, C. R. & Martin, K. A. (1997). Measuring movement imagery abilities: A revision of the Movement Imagery Questionnaire. *Journal of Mental Imagery*, 21, 143-154.
- Malouin, F., Richards, C., Jackson, P., Lafleur, M., Durand, A., & Doyon, J. (2007). The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for Assessing Motor Imagery in Persons with Physical Disabilities: A Reliability and Construct Validity Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31, 20-29.

Claire Calmels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Service Recherche, INSEP, Paris, France

[claire.calmels@insep.fr](mailto:claire.calmels@insep.fr)

Cette communication a pour but de préciser les corrélats neuronaux de l'observation de mouvements biologiques. Montrer la contribution des études en imagerie cérébrale (Imagerie Par Résonance Magnétique) et en neurophysiologie (Electroencéphalographie) dans la connaissance et la compréhension des mécanismes mis en jeu lors de l'observation est également un objectif.

**Keywords:** Observation, Neurones Miroirs, Imagerie par Résonance Magnétique, Electroencéphalographie

L'observation des actions d'autrui implique la mise en jeu d'un réseau neuronal connu sous le nom de système des neurones miroirs (SNM). Ce système activerait dans le cerveau de l'agent observateur les aires motrices de son cortex cérébral puisque ce dernier serait amené à simuler les mouvements perçus (Rizzolatti & Craighero, 2004). Découverts initialement dans le cortex prémoteur ventral du singe, les neurones miroirs (NM) s'activaient lorsqu'un macaque réalisait une action et lorsqu'il observait cette même action réalisée par un de ses congénères ou un être humain. L'existence d'un réseau similaire neuronal chez l'être humain a été mise en évidence via les travaux en imagerie cérébrale et en neurophysiologie

Les travaux en imagerie cérébrale ont identifié les bases anatomiques du SNM. La partie antérieure du sillon frontal inférieur, le cortex prémoteur ventral, le sillon intrapariétal antérieur, supérieur, et postérieur ont été reconnus comme des régions possédant des propriétés miroirs, c'est-à-dire des régions actives durant l'observation et l'exécution d'actions (Buccino, Binkofski, Fink, Fadiga, Fogassi, Gallese et al., 2001; Buccino, Lui, Canessa, Patteri, Lagravinese, Benuzzi et al., 2004; Iacoboni, Woods, Brass, Bekkering, Mazziotta, & Rizzolatti, 1999; Iacoboni, Molnar-Szakacs, Gallese, Buccino, Mazziotta, & Rizzolatti, 2005). Très récemment, il a également été montré que les cortex somatosensoriels primaire et secondaire, et plus spécifiquement l'aire de Brodmann 2 (BA2), jouaient un rôle dans la perception et l'exécution d'actions transitives (Dinstein, Hasson, Rubin, & Heeger, 2007; Gazzola & Keysers, 2009). Les études en IRMf ont également mis en évidence que le SNM chez l'être humain possédait des caractéristiques particulières. Par exemple, il n'était pas sollicité lorsque l'action regardée était impossible à exécuter d'un point de vue biomécanique (Stevens, Fonlupt, Shiffrar, & Decety, 2000) ou n'appartenait pas au répertoire moteur de l'observateur (Buccino, Vogt, Ritzl, Fink, Zilles, Freund et al., 2004). Le niveau d'expertise de l'observateur influait également sur ce système (Calvo-Merino, Grezes, Glasser, Passingham, & Haggard, 2006). Une sollicitation des aires miroirs plus importante a été relevée chez des danseurs experts lors de l'observation de prestations habituellement réalisées par ces sujets comparativement à des mouvements n'appartenant pas à leur répertoire gestuel. Enfin, récemment, il a été établi que des aires n'appartenant pas au réseau des NM étaient impliquées lors de l'observation d'actions nouvelles, inhabituelles, inattendues ou complexes pour lesquelles le but devait être inféré à partir du contexte (e.g., de Lange, Spronk, Willems, Toni, & Bekkering, 2008).

Une autre approche basée sur les travaux en électroencéphalographie (EEG) a également confirmé l'existence chez l'homme d'un réseau neuronal miroir. Cette technique, non invasive et qui n'implique ni radioactivité, ni injection, ni champ magnétique, a révélé une suppression/un blocage du rythme mu lors de l'observation de mouvements biologiques (Pineda, 2005; Uilola & Pineda, 2007). Cette suppression ou modulation pourrait être un marqueur traduisant l'activité du SNM (Pineda, 2005). L'équipe de Calmels et Stam a, elle, utilisé la mesure de l'index de synchronisation qui permet d'examiner la connectivité fonctionnelle et de déceler les changements linéaires et non linéaires de l'activité corticale



(Stam & van Dijk, 2002). Par exemple, ils ont mis en évidence des patterns de synchronisation inter-cérébrale similaires en situation d'observation et d'exécution de mouvements biologiques mais avec des valeurs plus faibles lors de l'observation (Calmels, Holmes, Jarry, Hars, Lopez, Paillard et al., 2006; Figure 1).

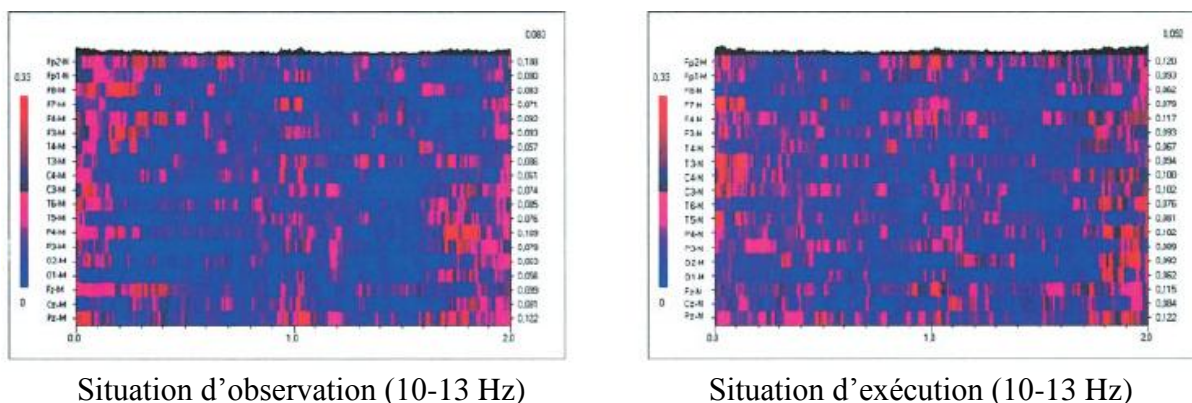


Figure 1

Enfin, récemment, Mukamel, Ekstrom, Kaplan, Iacoboni, et Fried (2010) ont réalisé des mesures extra-cellulaires unitaires chez l'homme et ont révélé des zones habituellement non reconnues comme possédant des propriétés miroirs : l'aire motrice supplémentaire (SMA proper), l'hippocampe, le gyrus parahippocampal, et le cortex entorhinal. Ils ont également rapporté l'existence, dans ces zones, d'anti-NM qui bloqueraient les sorties motrices lors de l'observation et joueraient un rôle dans l'agentivité lors de l'exécution d'actions.

## BIBLIOGRAPHIE

- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G.R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., Seitz, R.J., Zilles, K., Rizzolatti, G., & Freund, H.J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, *13*, 400-404.
- Buccino, G., Vogt, S., Ritzl, A., Fink, G.R., Zilles, K., Freund, H.J., & Rizzolatti, G. (2004). Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron*, *42*, 323-334.
- Calmels, C., Holmes, P., Jarry, G., Hars, M., Lopez, E., Paillard, A., & Stam, C. (2006). Variability of EEG synchronization prior to and during observation and execution of a sequential finger movement. *Human Brain Mapping*, *27*, 251-266.
- Calvo-Merino, B., Grèzes, J., Glaser, D.E., Passingham, R.E., & Haggard, P. (2006). Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation. *Current Biology*, *16*, 1905-1910.
- De Lange, F.P., Spronk, M., Willems, R.M., Toni, I., & Bekkering, H. (2008). Complementary systems for understanding action intentions. *Current Biology*, *18*, 454-457.
- Dinstein, I., Hasson, U., Rubin, N., & Heeger, D.J. (2007). Brain areas selective for both observed and executed movements. *Journal of Neurophysiology*, *98*, 1415-1427.
- Gazzola, V., & Keysers, C. (2009). The observation and execution of actions share motor and somatosensory voxels in all tested subjects: single-subject analyses of unsmoothed fMRI data. *Cerebral Cortex*, *19*, 1239-1255.
- Iacoboni, M., Wood, R.P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J.C., & Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, *286*, 2526-2528.
- Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., Buccino, G., Mazziotta, J.C., & Rizzolatti, G. (2005). Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS Biology*, *3*, e79.
- Mukamel, R., Ekstrom, A.D., Kaplan, J., Iacoboni, M., & Fried, I. (2010). Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. *Current Biology*, *20*, 750-756.
- Pineda, J.A. (2005). The functional significance of mu rhythms: translating "seeing" and "hearing" into "doing." *Brain Research Reviews*, *50*, 57-68.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, *27*, 169-192.
- Stam, C., & van Dijk, B.W. (2002). Synchronization likelihood: an unbiased measure of generalized synchronization in multivariate data sets. *Physica D*, *163*, 236-251?
- Stevens, J.A., Fonlupt, P., Shiffrar, M., & Decety, J. (2000). New aspects of motion perception: selective neural encoding of apparent human movements. *Neuroreport*, *11*, 109-115.
- Ulloa, E.R., & Pineda, J.A. (2007). Recognition of point-light biological motion: Mu rhythm and mirror neuron activity. *Behavioural Brain Research*, *183*, 188-194.

*S14-Physiologie : Hémoglobinopathies et exercice (partie 2 du double symposium « Physiopathologie et activité physique »)*

*Organisateurs : Philippe Connes<sup>1</sup>, Cyril Martin<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>UMR Inserm 763, Université Antilles-Guyane, Hôpital Ricou, CHU de Pointe à Pitre, Guadeloupe / Laboratoire ACTES, Université Antilles-Guyane, Guadeloupe

<sup>2</sup>Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport CRIS EA647, Université Claude Bernard Lyon 1, Université de Lyon, Lyon, France.

pconnes@yahoo.fr

Les hémoglobinopathies regroupent l'ensemble des pathologies ou anomalies constitutives ou quantitatives de l'hémoglobine. La plupart d'entre elles sont d'ordre génétique et affectent notamment la capacité de transport de l'oxygène et le comportement hémodynamique. Les raisons de s'intéresser aux interactions entre hémoglobinopathies et activité musculaire sont pour cela nombreuses, et ont fait l'objet depuis quelques années de nombreux travaux. Ce symposium regroupe cinq communications rapportant des travaux de recherche sur les relations entre exercice et hémoglobinopathies.

Parmi ces pathologies, la drépanocytose est caractérisée par la présence génotypique d'une hémoglobine mutée, l'hémoglobine S (HbS), qui en situation désoxygénée polymérise et induit une falciformation et une rigidification des érythrocytes pouvant aboutir à des crises vaso-occlusives. La pratique sportive, source potentielle d'importantes désoxygénations périphériques de l'hémoglobine est généralement contre-indiquée chez les patients drépanocytaires. De nombreuses études, en particulier ces dernières années, ont porté sur la forme hétérozygote de cette anomalie, appelée le trait drépanocytaire (TD). Ces études ont notamment traité des performances sportives anaérobies et aérobies des sujets porteurs du TD, et des éventuels risques associés à la pratique sportive intense chez ces sujets.

Ce symposium débute par une présentation de Messonnier et coll sur les caractéristiques musculaires (phénotype, activités enzymatiques et adaptations de la microcirculation) des sujets porteurs du TD avec ou sans alpha-thalassémie associée. Les résultats supportent un certain nombre de données de la littérature à propos des performances dans les disciplines aérobies et anaérobies.

Pialoux et coll, poursuivent avec une communication portant sur l'effet d'un exercice incrémental maximal sur les marqueurs du stress oxydatif et de la production du monoxyde d'azote chez des porteurs du TD entraînés ou sédentaires. Les réponses sont comparées avec des sujets sains entraînés et sédentaires également. Leurs résultats montrent que l'entraînement régulier permet de minorer le stress oxydatif généré par l'exercice chez les porteurs du TD et améliorer le métabolisme du monoxyde d'azote.

La troisième communication présentée par Le Gallais et coll rapporte le cas d'une jeune fille de 11 ans, porteuse du TD, qui a fait une rhabdomyolyse d'effort lors d'un footing. La discussion de ce cas clinique porte sur l'association entre trait drépanocytaire, polymorphisme génétique du gène de la ryanodine de type 1 (*RYR1*) et rhabdomyolyse d'effort.

Connes et coll présentent des résultats obtenus sur les réponses hémothéologiques à l'effort et lors de la récupération immédiate et tardive chez des drépanocytaires homozygotes. Ils montrent qu'un exercice court et unique conduit jusqu'au premier seuil ventilatoire aboutit à des modifications des propriétés d'agrégation érythrocytaire potentiellement bénéfiques pour la microcirculation sanguine.

Enfin, la cinquième et dernière communication du symposium sera réalisée par Liem et coll. Elle porte sur les réponses cardiorespiratoires et inflammatoires à l'effort de drépanocytaires homozygotes.



Skeletal muscle characteristics in subjects with sickle cell trait and/or  $\alpha$ -thalassemia: Special reference to physical ability and performance

Laurent Messonnier<sup>1</sup>, Lucile Vincent<sup>1</sup>, Samuel Oyono-Enguelle<sup>2</sup>, Viviane Banimbek<sup>2</sup>, Géraldine Monchanin<sup>3</sup>, Cyril Martin<sup>3</sup>, Patrice Thiriet<sup>3</sup>, Christian Denis<sup>1</sup> & Léonard Féasson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (LPE EA4338), Universités de Savoie et Jean Monnet Saint Etienne

<sup>2</sup>Laboratoire de Physiologie, Faculté de Médecine, Université Yaoundé 1, Cameroun

<sup>3</sup>Laboratoire CRIS EA647, Université Claude Bernard Lyon 1

laurent.messonnier@univ-savoie.fr

To investigate whether lower endurance and higher sprint abilities reported in sickle cell trait (SCT) carriers lie on specific skeletal muscle characteristics, controls, SCT carriers,  $\alpha$ -thalassemic subjects and carriers of the dual hemoglobinopathy were subjected at rest to a muscle biopsy of the vastus lateralis muscle. Muscle fibre type distribution and activities of PFK, LDH, CS and HAD were similar in all groups. On the other hand, SCT carriers displayed i) lower capillary density and tortuosity, ii) enlarged microvessels, iii) trends towards lower CK and COx activities and iv) a trend toward a higher type IIx fibre surface area. Excepted a higher capillary tortuosity,  $\alpha$ -thalassemia is not associated with specific muscular adaptations.

## INTRODUCTION

Sickle cell trait (SCT) carriers are susceptible to a lower ability to sustain prolonged submaximal exercise. Le Gallais et al. (5) found no SCT carriers among the 22 international-level athletes having taking part in the Abidjan half-marathon, while 8.7% of partaking runners were SCT carriers. Thiriet et al. (8) reported that during the Mount Cameroon Ascent Race, performance times of SCT runners were lower during the portion at high altitude. In contrast, several lines of evidence have shown that SCT subjects are more likely to perform at higher level during brief and intense exercise. Hue et al. (4) reported higher performances in a jump-and-reach test by SCT carriers than control subjects with normal haemoglobin. This finding is further reinforced by epidemiologic studies that reported a higher percentage of SCT carriers among the track and field sprint, throw and jump record holders and title winners than the prevalence of SCT in the general population or national team (1, 6). The hypothetical differences in muscle metabolism and performance related to the SCT carrier state could be mediated by differences in their muscle structural and metabolic characteristics. For instance, performance on the jump-and-reach test has been demonstrated to be closely related to the strength of the lower limb extensor muscles, which is highly dependent on type II fibre content (2). However, the structural and metabolic characteristics of the skeletal muscle have never been investigated in subjects carrying SCT. Because  $\alpha$ -thalassemia ( $\alpha$ -t) is associated with microcytosis, decreased intraerythrocytic HbS concentration and lower haemorheological disorders (7), the coexistence of these two haemoglobinopathies could lead to greater endurance exercise tolerance and improved performance than in SCT carriers without  $\alpha$ -thalassemia. Indeed, the single SCT runner ranked among the 22 international level runners participating in the first Abidjan half-marathon was also suggested to exhibit  $\alpha$ -thalassemia (5). Thus in the present study we examined the muscle structural and functional characteristics in SCT,  $\alpha$ -thalassemia, and dual haemoglobinopathy carriers.

## MATERIALS AND METHODS

Thirty healthy active male Cameroonians paired in terms of physical ability volunteered to participate in the study. Subjects were allocated into four groups, namely, normal Hb control subjects (C,  $n = 10$ ),  $\alpha$ -thalassemic subjects ( $\alpha$ -t,  $n = 5$ ), SCT carriers without  $\alpha$ -thalassemia (SCT,  $n = 6$ ), and SCT carriers with  $\alpha$ -thalassemia (SCT/ $\alpha$ -t,  $n = 9$ ). Age, height, weight and peak power were  $24 \pm 1$  yr,  $173 \pm 1$  cm,  $67 \pm 1$  kg and  $3.02 \pm 0.14$  W/kg (means  $\pm$  SE), respectively. A biopsy of the vastus lateralis muscle was taken at rest. Muscle fibre type distribution, surface area (SA), capillary density (CD) and tortuosity (CapTor) and key

energetic enzymes activity (CK, PFK, LDH, CS, HAD, COx) were examined. A two-way ANOVA was used to compare the groups.

## RESULTS

Muscle fibre type distribution was  $32.5 \pm 2.2\%$ ,  $2.2 \pm 0.7\%$ ,  $52.8 \pm 2.6\%$ ,  $8.3 \pm 1.0\%$ , and  $10.4 \pm 1.8\%$  for types I, I-IIa, IIa, IIa-IIx, and IIx, respectively. No intergroup differences were detected. The mean surface area of type IIx fibres tended to be greater in the SCT groups compared with the control group ( $P = 0.0925$ ). No significant differences among the groups emerged for PFK, LDH, CS and HAD. On the other hand, trends towards lower COx and CK activities were noticed for SCT groups ( $P < 0.1$ ). Sickle cell trait (SCT) was also associated with lower capillary density ( $P < 0.05$ ) and tortuosity ( $P < 0.001$ ), and enlarged microvessels ( $P < 0.01$ ). The  $\alpha$ -t subjects were characterized by a higher capillary tortuosity.

## DISCUSSION

The similar muscle fibre type distribution and Krebs cycle enzyme activities found in the present study in SCT carriers and control subjects may account for the similar  $VO_{2max}$  and peak power output values achieved during graded exercises. The trend toward a higher type IIx fibre surface area in SCT carriers (17%,  $P < 0.0925$ ) might constitute a possible explanation for the better performances during jump-and-reach tests in SCT carriers (4). Indeed, Hautier et al. (3) indicated that squat jump performance is related to the cross-sectional surface area of the IIx fibers. The lower CK and COx activities as well as the lower CD and CapTor could provide a possible explanation for the reduced ability of SCT carriers to engage in prolonged submaximal exercises (5, 8).  $\alpha$ -t and the dual haemoglobinopathy do not alter significantly skeletal muscle structural and energetic characteristics.

## BIBLIOGRAPHY

1. Bile, A., Le Gallais, D., Mercier, J., Bogui, P. & Prefaut, C. (1998). Sickle cell trait in Ivory Coast athletic throw and jump champions, 1956-1995. *International journal of sports medicine* 19: 215-219.
2. Bosco, C. & Komi, P. (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 41: 275-284.
3. Hautier, C. A., Linossier, M. T., Belli, A., Lacour, J. R. & Arsac, L. M. (1996). Optimal velocity for maximal power production in non-isokinetic cycling is related to muscle fibre type composition. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 74: 114-118.
4. Hue, O., Julan, M. E., Blonc, S., Martin, S., Hertogh, C., Marlin, L., Pallud, C. & Le Gallais, D. (2002). Alactic anaerobic performance in subjects with sickle cell trait and hemoglobin AA. *International journal of sports medicine* 23: 174-177.
5. Le Gallais, D., Prefaut, C., Mercier, J., Bile, A., Bogui, P. & Lonsdorfer, J. (1994). Sickle cell trait as a limiting factor for high-level performance in a semi-marathon. *International journal of sports medicine* 15: 399-402.
6. Marlin, L., Etienne-Julan, M., Le Gallais, D. & Hue, O. (2005). Sickle cell trait in French West Indian elite sprint athletes. *International journal of sports medicine* 26: 622-625.
7. Monchanin, G., Connes, P., Wouassi, D., Francina, A., Djoda, B., Banga, P. E., Owona, F. X., Thiriet, P., Massarelli, R. & Martin, C. (2005). Hemorheology, sickle cell trait, and alpha-thalassemia in athletes: effects of exercise. *Medicine and science in sports and exercise* 37: 1086-1092.
8. Thiriet, P., Le Hesran, J. Y., Wouassi, D., Bitanga, E., Gozal, D. & Louis, F. J. (1994). Sickle cell trait performance in a prolonged race at high altitude. *Medicine and science in sports and exercise* 26: 914-918.

## Physical activity blunts oxidative stress response to exercise in sickle cell trait carriers

Vincent Pialoux<sup>1</sup>, Cyril Martin<sup>1</sup>, Camille Faes<sup>1</sup>, Erica Chirico<sup>1</sup>, Samuel Oyonno-Enguelle<sup>2</sup>, Hervé Dubouchaud<sup>3</sup>, Léonard Féasson<sup>4</sup> & Laurent Messonnier<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CRIS, EA647, University Claude Bernard Lyon 1, University of Lyon, France

<sup>2</sup>Laboratory of Physiology, Faculty of Medicine and Biomedical Sciences, University of Yaounde I, Yaounde, Cameroon

<sup>3</sup>LBFA, INSERM U884, University of Grenoble, France;

<sup>4</sup>LPE, EA4338, Universities of Savoie and Saint-Etienne, Chambéry and Saint-Etienne, France

vincent.pialoux@univ-lyon1.fr

In this study, we demonstrate that regular physical activity decreases oxidative stress and increases nitric oxide metabolism in response to a maximal incremental exercise in sickle cell trait carriers. This improvement is likely explained by the increase in antioxidant enzymes activities observed in trained subjects. These results suggest that physical activity may help to control oxidative stress in carriers of hemoglobin S. Since the relationships between oxidative stress and vascular adhesion markers or nitric oxide bioavailability are well documented, the lower oxidative stress in active sickle cell trait carriers argue in favor of dampened endothelial dysfunction and subsequent vascular disorders in those subjects.

**Keywords:** sickle cell trait carriers, oxidative stress, physical activity, nitric oxide

### BACKGROUND

Sickle cell trait (SCT) is the heterozygous form of sickle cell disease, resulting from a single mutation in the  $\beta$ -globin chain. SCT is characterized by hemorheological and endothelial abnormalities, possibly related to an increase in oxidative stress. Habitual exercise training has been shown to depress oxidative stress through an up-regulation of anti-oxidant defenses thereby halting the overexpression of oxidative stress. We therefore hypothesize that regular physical activity will alter oxidative stress in SCT carriers compared to sedentary counterparts.

### DESIGN AND METHODS

Plasma levels of oxidative stress [advanced oxidation protein products (AOPP), protein carbonyl, malondialdehyde (MDA), and nitrotyrosine], anti-oxidant markers [catalase, glutathione peroxidase (GPX) and superoxide dismutase (SOD) in plasma], NO metabolism (NOx), P- and E-selectins were assessed at baseline (Base) and time points immediately following a maximal incremental exercise test ( $T_{ex}$ ) and into recovery ( $T_{1h}$ ,  $T_{2h}$ ,  $T_{24h}$ ) in 40 trained (T: 8 hours/week minimum) or sedentary (S: no regular physical activity) subjects (age:  $23.5 \pm 2.16$  years), carriers (SCT) or not (CON) of the sickle cell trait (T-SCT: n=8, T-CON: n=10, S-SCT: n=11, S-CON: n=11).

### RESULTS

At  $T_{ex}$ , T-SCT had a lower level of AOPP ( $174 \pm 121$  vs.  $224 \pm 130$   $\mu\text{mol/l}$ ,  $p=.012$ , Figure 1), nitrotyrosine ( $70.6 \pm 46.6$  vs.  $127 \pm 29$  nmol/l,  $p=.003$ ), and protein carbonyl ( $86.9 \pm 26.8$  vs.  $114 \pm 34.0$  nm/ml,  $p=.006$ ) compared to their sedentary counterparts (S-SCT). In addition, the percentage MDA increase from baseline was significantly higher in S-SCT than the 3 other groups at  $T_{ex}$ ,  $T_{1h}$ ,  $T_{2h}$ , and  $T_{24h}$ .

Compared to S-SCT, T-SCT had a higher activity of SOD ( $8.50 \pm 7.20$  vs.  $4.30 \pm 2.50$  U/ml,  $p=.002$ ) and NOx ( $28.8 \pm 11.4$  vs.  $14.6 \pm 6.99$   $\mu\text{mol/l/min}$ ,  $p=.003$ ) at  $T_{ex}$  and GPX at  $T_{1h}$  ( $112.0 \pm 14.7$  U/ml vs.  $87.7 \pm 9.5$ , respectively,  $p=.04$ ). At baseline, catalase activity was higher in trained subjects than in their untrained counterparts ( $p<.001$ ).

Finally, we found significant relationships between changes (baseline vs.  $T_{ex}$ ,  $T_{1h}$  or  $T_{2h}$ ) in oxidative stress and E- and P-selectins or NO metabolism induced by maximal exercise. These correlations are presented in Table 1.

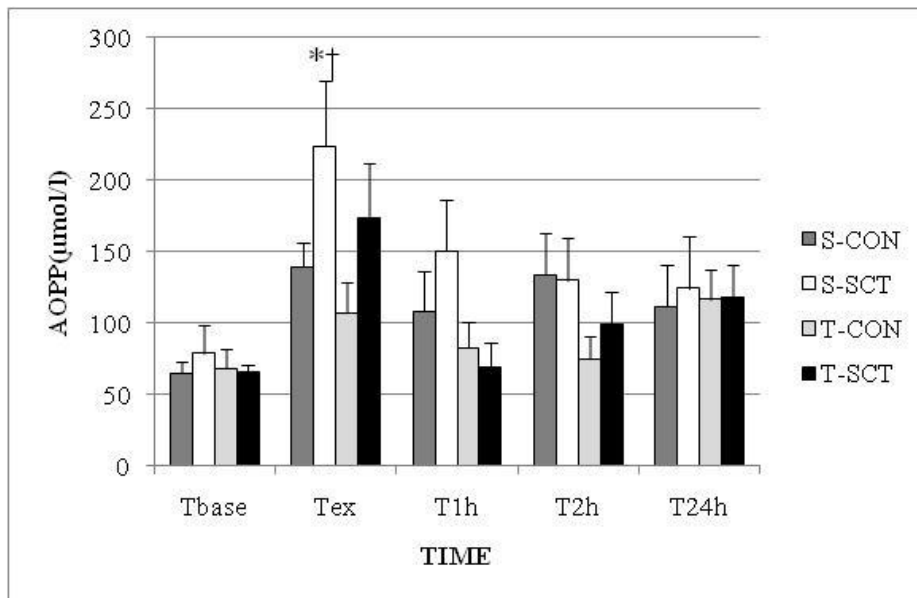


Figure 1. Plasma AOPP at baseline and in response to maximal exercise (Ex, T<sub>1h</sub>, T<sub>2h</sub>, T<sub>24h</sub>) for S-CON, S-SCT, T-CON, T-SCT. \* p=0.018 vs. Baseline; † p<0.05 vs. S-CON, T-CON, T-SCT at Ex.

Table 1. Correlations between oxidative stress and E- and P-selectins, nitric oxide metabolism (NO<sub>x</sub>) or nitrotyrosine changes at T<sub>ex</sub>, T<sub>1h</sub> or T<sub>2h</sub>.

| Variables                 | Time            | Pearson correlation coefficient | P values |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|----------|
| <b>AOPP</b>               |                 |                                 |          |
| vs. <i>E-selectin</i>     | T <sub>ex</sub> | 0.39                            | 0.04     |
| vs. <i>NO<sub>x</sub></i> | T <sub>1h</sub> | -0.58                           | 0.01     |
| vs. <i>Nitrotyrosine</i>  | T <sub>2h</sub> | 0.57                            | 0.01     |
| <b>Protein carbonyl</b>   |                 |                                 |          |
| vs. <i>P-selectin</i>     | T <sub>2h</sub> | 0.52                            | 0.02     |
| vs. <i>Nitrotyrosine</i>  | T <sub>1h</sub> | 0.58                            | 0.01     |

## CONCLUSIONS

This study demonstrates that oxidative stress response to exercise is increased in sickle cell trait carriers compared to healthy subjects.

Our findings also indicate that regular physical training can decrease the overall oxidative stress and improve nitric oxide metabolism in response to exercise in sickle cell trait carriers. This is likely explained by the improvement of antioxidant enzymes activities in trained subjects.

Additionally, the correlations found between oxidative stress, adhesion molecules and NO end-products corroborate the hypothesis that oxidative stress could be involved in adhesion phenomenon and impairment of NO availability in carriers of hemoglobin S.

Finally, these results suggest that physical activity could be a viable method of controlling oxidative stress which is known to be involved in endothelial dysfunction and subsequent vascular impairment in HbS carriers.

Exploration génétique chez un porteur du trait drépanocytaire après un épisode de rhabdomyolyse d'exercice.

Daniel Le Gallais<sup>1</sup>, François Counil<sup>2</sup>, Muriel Lalande<sup>2</sup>, Imed Touhami<sup>1</sup>, Pierre Callamand<sup>3</sup>

<sup>1</sup>EA 2992 Université Montpellier 1, <sup>2</sup>CHU Arnaud de Villeneuve Montpellier, <sup>3</sup>CH Service de Pédiatrie Béziers.

[daniel.legallais@univ-montp1.fr](mailto:daniel.legallais@univ-montp1.fr)

Nous rapportons le cas d'une jeune fille de 11 ans d'origine Haïtienne qui a présenté une perte de connaissance au cours d'un footing. Les examens réalisés au décours de l'accident ont montré une élévation importante des CPK faisant évoquer le diagnostic de rhabdomyolyse d'exercice (RE). Ils ont par ailleurs révélé la présence d'une drépanocytose hétérozygote (PTD). La littérature rapporte la survenue de RE chez les PTD, ainsi que chez les sujets présentant une susceptibilité à l'hyperthermie maligne (SHM). Cette dernière est observée électivement en présence d'un variant du récepteur de la ryanodine de type 1 (*RYR1*), ou de certains polymorphismes géniques. Le séquençage du gène *RYR1*, le polymorphisme des gènes *ACE* et *IL6* ne permettent pas d'expliquer - ni d'exclure - la survenue de la RE chez notre patiente PTD. Des examens complémentaires sont en cours.

**Mots clés.** Hémoglobinopathies, exercice, rhabdomyolyse, facteurs de risques, génétique

## INTRODUCTION

Les accidents de rhabdomyolyse aigue chez des sujets PTD au cours de l'exercice ont été très largement rapportés dans la littérature (Jones et al. 1970 ; Kark et al. 1987, 1994). Classiquement, ces accidents se manifestent par des douleurs musculaires au cours de l'exercice et une évolution vers les complications à type de rhabdomyolyse, d'insuffisance rénale aigue, de coagulation intravasculaire disséminée, de troubles métaboliques sévères et de mort subite dans un contexte de collapsus cardiovasculaire irréversible (Browne & Gillespie 1993, Koppes et al. 1973, Le Gallais et al. 1996). La question qui se pose est celle de la relation de cause à effet entre ces accidents et le TD ou avec d'autres facteurs favorisants ou indépendants du TD. Des travaux récents ont montré le rôle de nombreuses mutations du gène de la ryanodine de type 1 (*RYR1*) dans la survenue de rhabdomyolyse d'exercice et la susceptibilité à l'hyperthermie maligne (SHM) (Sambuughin et al. 2009). De même, certains polymorphismes du *TNFA*, de l'*IL6* et de l'*ACE* paraissent impliqués dans la rhabdomyolyse d'exercice et la libération plasmatique de créatine phosphokinase (CPK) (Yamin et al. 2007, 2008).

## CAS CLINIQUE

Au cours d'un footing réalisé en compagnie de son père, la jeune L.E. âgée de 11 ans, d'origine Haïtienne est victime d'un malaise avec une perte de connaissance d'environ 10 minutes. A 19 h à l'arrivée sur place du Service Mobile d'Urgence et de Réanimation, elle se plaint d'une douleur inguinale droite. L'examen clinique montre un état de conscience perturbé. La fréquence cardiaque (FC) est à 155 b.mn<sup>-1</sup>, la tension artérielle (TA) à 100/40 mmHg, la SaO<sub>2</sub> à 94 % et la glycémie à 1,42 g.l<sup>-1</sup>. A 20 h aux Urgences Médicales du Centre Hospitalier de Béziers la douleur inguinale est toujours présente. L'examen neurologique est normal. La FC est à 120 b.mn<sup>-1</sup> et la TA à 92/52 mmHg. L'auscultation pulmonaire est libre et symétrique. Le tracé ECG montre une tachycardie sinusale et un axe de QRS normal. A 21 h le bilan biochimique sanguin montre une légère augmentation des CPK, des transaminases et de la troponine Ic (Tableau 1). A 22 h le renouvellement de la biochimie sanguine montre une augmentation des paramètres précédents. A 2 heures le lendemain matin la patiente est transférée en cardio-pédiatrie. Son état hémodynamique est stable, mais des douleurs abdominales et des vomissements apparaissent. Elle est alors transférée en pédiatrie au CHU de Montpellier où la biochimie sanguine et urinaire est demandée en même temps qu'une électrophorèse de l'hémoglobine (Hb). Cette dernière revient avec l'identification d'une hémoglobine (Hb) anormale, l'HbS (40,2 %). La présence de myoglobine dans le sang et les urines (214,3 et 118,6 µg.l<sup>-1</sup>, respectivement) permet alors d'évoquer le diagnostic de rhabdomyolyse aigue au cours de l'exercice chez une jeune patiente porteuse du trait drépanocytaire (PTD). Les suites sont simples avec une normalisation progressive de la biochimie sanguine en une dizaine de jours et l'absence de récurrence à ce jour. Un entretien avec les parents permet ensuite de réaliser à distance un bilan génétique comprenant la recherche d'un variant du *RYR1*, le polymorphisme du gène *ACE* et celui du promoteur du gène de l'*IL6*.

Tableau 1. Variables biochimiques sanguines pendant la période d'hospitalisation

| Variables Biochimiques Sanguines   | J    |       | J+1   | J+2  | J+13 | J+5 mois | valeurs normales |
|------------------------------------|------|-------|-------|------|------|----------|------------------|
|                                    | 21 h | 22 h  |       |      |      |          |                  |
| CPK (U.I.l <sup>-1</sup> )         | 190  | 324   | 1120  | 1149 | 61   | 92       | 24-229           |
| TGO (U.I.l <sup>-1</sup> )         | 57   | 62    | 823   | -    | 20   | 25       | 5-42             |
| TGP (U.I.l <sup>-1</sup> )         | 32   | 30    | 670   | -    | 62   | 38       | 5-30             |
| LDH (U.I.l <sup>-1</sup> )         | -    | 367   | 1923  | 1413 | 375  | 377      | 100-370          |
| Troponine Ic (µg.l <sup>-1</sup> ) | 0,89 | 1,73  | 1,38  | 0,41 | -    | -        | -                |
| Myoglobine (µg.l <sup>-1</sup> )   | -    | 718,0 | 214,3 | -    | -    | -        | -                |

## RESULTATS ET DISCUSSION

Il n'a pas été identifié de mutations reconnues responsables de la SHM par un test fonctionnel dans le gène *RYR1*. Le polymorphisme du gène *ACE* s'est révélé *DD*. Le polymorphisme *-174G>C* du gène de l'*IL6* n'a pas été détecté.

La survenue d'une RE chez un sujet PTD est habituellement rapportée à la présence d'HbS. Le petit nombre de RE rapportées au sein de la population PTD et la survenue de la RE au cours de l'exercice justifient la recherche d'une étiologie autre que celle de l'HbS. En particulier une SHM due à la présence d'une anomalie génétique: un variant du *RYR1* ou un polymorphisme génique particulier. Les résultats négatifs d'identification d'un tel variant et/ou polymorphisme ne permettent pas d'affirmer -ni d'exclure- dans ce cas clinique une corrélation entre la RE et la SHM. En effet, le criblage utilisé pour le *RYR1* ne permet de dépister que 50 % des mutations de ce gène associées à la SHM en France. De même, d'autres polymorphismes peuvent être impliqués, notamment celui du *TNFA* (-308). Des examens complémentaires sont en cours.

## BIBLIOGRAPHIE

- Browne, R.J., & Gillespie, C.A. (1993). Sick cell trait: a risk factor for life-threatening rhabdomyolysis? *Physician Sportsmedicine*, 21:80-88.
- Jones, N.L., Binder, R.A., Donowho, E.M. (1970). Sudden death in sickle cell trait. *New England Journal of Medicine*, 282:323-325.
- Kark, J.A., Posey, D.M., Schumacher, H.R., Ruehle, C.J. (1987). Sick cell trait as a risk factor for sudden death in physical training. *New England Journal of Medicine*, 317:781-787.
- Kark, J.A., & Ward, F.T. (1994). Exercise and hemoglobin S. *Hematology*, 31:181-225.
- Koppes, G.M., Daly, J.J., Coltman, C.A., Butkus, D.E. (1973). Exertion-induced rhabdomyolysis with acute renal failure and disseminated intravascular coagulation in sickle cell trait. *American Journal of Medicine*, 63:313-317.
- Le Gallais, D., Bilé, A., Mercier, J., Paschel, M., Tonellot, J.L., Dauverchain, J. (1996). Exercise-induced death in sickle cell trait: role of aging, training, and deconditioning. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28:541-544.
- Sambuughin, N., Capacchione, J., Blokhin, A., Bayarsaikhan, M., Bina, S., Muldoon, S. (2009). The ryanodine receptor type 1 gene variants in African American men with exertional rhabdomyolysis and malignant hyperthermia susceptibility. *Clinical Genetics*, 76:564-568.
- Yamin, C., Amir, O., Sagiv, M., Attias, E., Meckel, Y., Eynon, N., Sagiv, M., Amir, R.E. (2007). ACE ID genotype affects blood creatine kinase response to eccentric exercise. *Journal of Applied physiology*, 103:2057-2061.
- Yamin, C., Duarte, J.A.R., Oliveira, J.M.F., Amir, O., Sagiv, M., Eynon, N., Sagiv, M., Amir, R.E. (2008). *IL6* (-174) and *TNFA* (-308) promoter polymorphisms are associated with systemic creatine kinase response to eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 104:579-586.

Delayed beneficial effect of a single short physical exercise conducted to the first ventilatory threshold on the red blood cell aggregate strength in patients with sickle cell anemia

*Philippe Connes<sup>1,2</sup>, Xavier Waltz<sup>1,2</sup>, Mona Hedreville<sup>2</sup>, Stéphane Sinnapah<sup>2</sup>, Yann Lamarre<sup>1</sup>, Valérie Soter<sup>3</sup>, Nathalie Lemonne<sup>4</sup>, Maryse Etienne-Julan<sup>4</sup>, Eric Beltan<sup>5</sup>, Tawfik Chalabi<sup>5</sup>, Roger Chouf<sup>5</sup>, Olivier Hue<sup>1</sup>, Daniele Mougenel<sup>4</sup> & Marie-Dominique Hardy-Dessources<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Inserm U763, Pointe-à-Pitre, F-97159 Guadeloupe, Université des Antilles et de la Guyane, Pointe-à-Pitre, F-97157, Guadeloupe

<sup>2</sup>Laboratoire ACTES (EA 3596), Département de Physiologie, Université des Antilles et de la Guyane, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe

<sup>3</sup>DRCI, CHU, Pointe à Pitre, Guadeloupe

<sup>4</sup>Unité Transversale de la Drépanocytose, Centre Hospitalier et Universitaire de Pointe-à-Pitre, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe

<sup>5</sup>Laboratoire d'Immunologie et d'Hématologie, CHU, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe.  
pconnes@yahoo.fr

We investigated the effects of a single incremental exercise conducted to the first ventilatory threshold on the blood rheological properties of patients with sickle cell anemia and healthy subjects. Exercise did not change red blood cell deformability or aggregation properties. Two and 3 days after the exercise, the red blood cell aggregate strength of sickle cell patients was decreased below the baseline level whereas it remained unchanged in healthy subjects. The changes in the red blood cell aggregate properties of sickle cell patients were similar to the changes observed for platelets count in this group. This study suggests that a single moderate and short exercise may positively impact on the hemorheological properties of patients with sickle cell anemia.

**Key words:** Sickle cell anemia, hemorheology, exercise.

## INTRODUCTION

Although regular physical activity has been shown to reduce the morbidity and mortality from many chronic diseases, there is uncertainty as to whether patients with sickle cell anemia (SCA) should participate safely in a physical activity (3). The dilemma faced by health care professionals involved in SCA management is the level of physical activity (at work or in sport practice) they should recommend for their patients, in order to avoid potential complications (3). The presence of anemia is responsible for a reduction of oxygen delivery to tissues and faster transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise, which may stimulate the polymerization of hemoglobin S (HbS), lead to red blood cells (RBCs) sickling and promote painful microvascular occlusions. In addition, it has been reported that vigorous exercise in patients with SCA may lead to sporadic hemoglobinuria (6), massive splenic infarction (4) or a worsening (if present) of pulmonary hypertension (5). However it has been observed that exercise therapy consisting of moderate strength and endurance exercise of 10-30 min duration may contribute to a reduction in the length of hospitalization in SCA children with vaso-occlusive crises (1). Before the establishment of accurate exercise program in SCA, there is a need to test the exercise type that SCA patients could be able to sustain without any risks of vaso-occlusive and medical complication. The present study was conducted to test the effect of a short incremental exercise conducted to the first ventilatory threshold on several biomarkers of increased risk for vaso-occlusive events.

## MATERIALS AND METHODS

Eight patients with SCA ( $34 \pm 3.6$  yrs,  $61 \pm 4.5$  kg,  $172 \pm 2.9$  cm) and a control group of 14 subjects with normal HbA ( $36 \pm 2.1$  yrs,  $78 \pm 3.5$  kg,  $174 \pm 2.1$  cm) were enrolled in the present study. The two groups were submitted to a cycling incremental exercise test until they reached their first ventilatory threshold (SV1). Blood was sampled at rest (D-1; day preceding the exercise), at the end of exercise (D0), and 12 hours (D1), 36 hours (D2), 60 hours (D3) after the exercise bout. Hematological parameters were determined with an automatic hematological analyzer. Several hemorheological parameters were determined: red blood cell deformability by ektacytometry at several shear stresses and red blood cell aggregation

properties by back scattering technique. All measurements were done as recommended (2)

## RESULTS

Hemoglobin concentration and hematocrit were low in SCA patients. Resting red blood cell deformability and aggregation were reduced in SCA patients as compared with the control group. In contrast, platelet number and the strength of red blood cell aggregates were increased in the SCA group. Exercise did not change red blood cell deformability, whatever the shear stress applied, in any of the group. In contrast, the strength of red blood cell aggregates (figure 1) and platelet number decreased below baseline on D2 and D3 in SCA patients but remained unchanged in the control group. No clinical complication was observed during the 4 days of experiment.

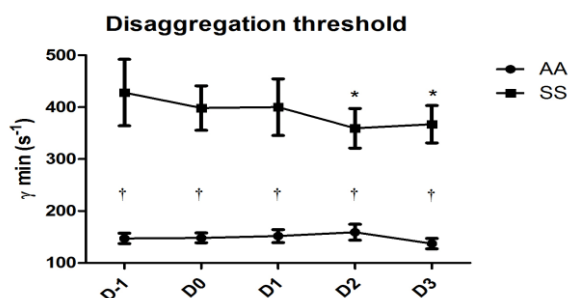


Figure 1: Effect of exercise on the strength of red blood cell aggregates (disaggregation threshold) in SCA patients (SS) and healthy subjects (AA)

## DISCUSSION

The present demonstrated that a short mild/moderate acute exercise does not further impair the rheological properties of red blood cells in SCA patients. We observed a beneficial delayed effect of this exercise on the red blood cell aggregation properties of the SCA group that could be the consequence of the decrease of platelets count at that time. SCA patients seem to be able to practice safely during such an effort.

## BIBLIOGRAPHY

1. Alcorn, R., Bowser, B., Henley, E.J. & Holloway, V. (1984). Fluidotherapy and exercise in the management of sickle cell anemia. A clinical report. *Physical Therapy* 64: 1520-1522.
2. Baskurt, O.K., Boynard, M., Cokelet, G.C., Connes, P., Cooke, B.M., Forconi, S., Liao, F., Hardeman, M.R., Jung, F., Meiselman, H.J., Nash, G., Nemeth, N., Neu, B., Sandhagen, B., Shin, S., Thurston, G. & Wautier, J.L. (2009). New guidelines for hemorheological laboratory techniques. *Clinical Hemorheology and Microcirculation* 42: 75-97.
3. Connes, P., Machado, R., Hue, O. & Reid, H. (2010). Sickle cell anemia. In *Exercise physiology: from a cellular approach to an integrative approach* Connes P, Hue O and Perrey S IOS press (Amsterdam, Berlin, Tokyo, Washington DC): 607-622.
4. Jama, A.H., Salem, A.H. & Dabbous, I.A. (2002). Massive splenic infarction in Saudi patients with sickle cell anemia: a unique manifestation. *American Journal of Hematology* 69: 205-209.
5. Machado RF, Mack AK, Martyr S, Barnett C, Macarthur P, Sachdev V, Ernst I, Hunter LA, Coles, W.A., Nichols, J.P., Kato, G.J. & Gladwin, M.T. (2007). Severity of pulmonary hypertension during vaso-occlusive pain crisis and exercise in patients with sickle cell disease. *British Journal of Haematology* 136: 319-325.
6. Platt, O.S. Exercise-induced hemolysis in sickle cell anemia: shear sensitivity and erythrocyte dehydration. (1982). *Blood* 59: 1055-1060.



# Cardiopulmonary adaptation and the acute phase inflammatory response to exercise in children and young adults with sickle cell anemia

Robert I. Liem<sup>1</sup>, Stephanie A. Pelligrà<sup>1</sup>, Adrienne Prestridge<sup>2</sup>, Marie Olszewski<sup>1</sup> & Alexis A. Thompson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Hematology, Oncology & Stem Cell Transplant, Children's Memorial Hospital

<sup>2</sup>Division of Pulmonary Medicine, Children's Memorial Hospital

[rliem@childrensmemorial.org](mailto:rliem@childrensmemorial.org)

Although poor physical functioning is common among individuals with sickle cell anemia (SCA), the pathophysiologic contributors to exercise limitation are not clear in this population. We aim to examine the cardiopulmonary and acute phase response to maximal exercise testing in 37 children and young adults with SCA. Compared to controls, subjects with SCA demonstrated significant reductions in peak  $\text{VO}_2$  and compromise in measures of ventilatory efficiency and oxygen delivery on gas exchange analysis. Exercise capacity correlated with biomarkers of hemolysis and inflammation. A biphasic acute phase inflammatory response to exercise was also suggested on kinetic profiling in subjects with SCA.

**Keywords:** Cardiopulmonary disease, Acute phase response, Exercise capacity, Sickle cell anemia

## INTRODUCTION

Sickle cell anemia (SCA) is characterized by chronic pain, hemolytic anemia, cardiopulmonary disease and other complications that impact physical functioning, yet the exact pathophysiologic determinants of exercise limitation in these individuals are not well understood. Our objectives were to: 1) evaluate peak oxygen consumption ( $\text{VO}_2$ ) and other aerobic parameters of the cardiopulmonary response to exercise in children and young adults with SCA, and 2) characterize the acute inflammatory response to exercise, as measured by an increase in soluble vascular cell adhesion molecule (sVCAM) activity and other biomarkers, in this population.

## METHODS

We studied a convenience sample of non-transfused children and young adults with SCA (hemoglobin SS or S- $\beta^0$  thalassemia) at our institution. Subjects with SCA underwent symptom-limited cardiopulmonary exercise testing by cycle ergometry (Godfrey protocol) with workload ramping at 1-min increments until maximal effort was reached. Breath-by-breath, gas exchange analysis was performed with the SensorMedics Vmax metabolic cart. The relationship between exercise capacity and baseline biomarkers for hemolysis and inflammation was examined. We explored the kinetics of the acute phase response to exercise by sampling blood pre-exercise and at t=0, 30, 60 and 120 min after exercise. Statistical analysis was performed using SPSS V19.0.

## RESULTS

Data from 37 subjects with SCA (mean age  $15.5 \pm 3.3$ , range 9 to 21 years) and 10 race-matched controls without SCA (mean age  $12.3 \pm 2.6$ , range 9 to 18 years) were analyzed. Of subjects with SCA, 89% had hemoglobin SS disease and 57% were male. There were no adverse events related to exercise testing. In total, 36/37 (97%) of subjects with SCA completed exercise testing with maximal effort, with termination of testing due to fatigue in all. Significant reductions in exercise capacity and anaerobic threshold were observed among subjects with SCA. Compared to controls, a greater proportion of subjects with SCA demonstrated peak  $\text{VO}_2 < 80\%$  predicted (87 vs. 40%,  $p = 0.006$ ) and reduced anaerobic threshold (49 vs. 0%,  $p = 0.008$ ). Mean total test time, peak  $\text{VO}_2$  and peak  $\text{VO}_2/\text{kg}$  were also lower in subjects with SCA versus controls (Table I). Subjects with SCA demonstrated significant differences in measures of cardiopulmonary adaptation during maximal exercise testing. Breathing reserve was reduced in 7/32 (22%) subjects with diminished exercise capacity. Among all subjects with SCA,  $\Delta V_E/\Delta V_{\text{CO}_2}$  and  $V_E/V_{\text{CO}_2}$  at anaerobic threshold were higher compared to controls, suggesting compromise in ventilatory efficiency. Oxygen

delivery during exercise, as reflected by  $\Delta\text{VO}_2/\Delta\text{WR}$ , was lower in subjects with SCA. There was no significant difference in  $\Delta\text{VO}_2/\Delta\text{HR}$  between subjects with SCA and controls, indicating comparable oxygen pulse during exercise in the 2 groups.

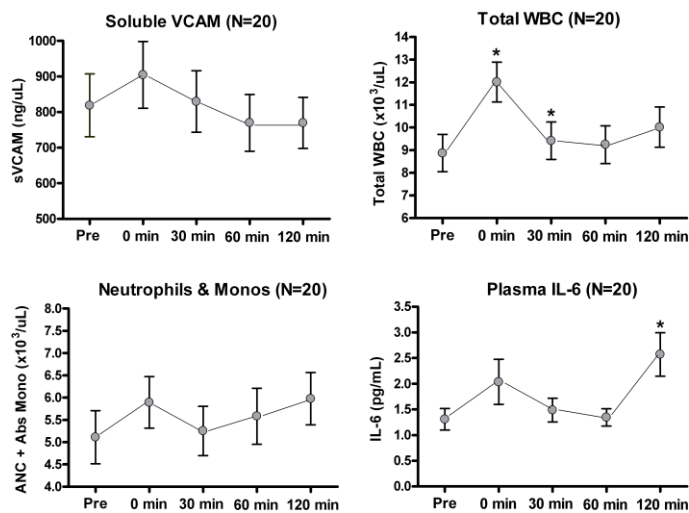
Table I. Parameters on Cardiopulmonary Exercise Testing

|  | Subjects with SCA |             | Controls without SCA |             | P value |
|--|-------------------|-------------|----------------------|-------------|---------|
|  | Mean ( $\pm$ SD)  | Range       | Mean ( $\pm$ SD)     | Range       |         |
| Test Time (min)  | 5.9 $\pm$ 1.2     | 3.2 – 8.4   | 7.3 $\pm$ 1.3        | 5.4 – 9.2   | 0.004*  |
| Peak Work (watts)  | 116 $\pm$ 36      | 43 – 202    | 141 $\pm$ 47         | 54 – 193    | 0.080   |
| Peak $\text{VO}_2$ (L/min)                               | 1.5 $\pm$ 0.4     | 0.9 – 2.6   | 2.2 $\pm$ 0.6        | 1.1 – 3.1   | 0.009*  |
| Peak $\text{VO}_2/\text{kg}$ (ml/kg/min)                 | 27.8 $\pm$ 5.8    | 16.7 – 41.2 | 42.6 $\pm$ 9.5       | 27.4 – 56.6 | 0.001*  |
| Heart Rate Reserve (bpm)                                 | 23 $\pm$ 33       | -16 – 174   | 57 $\pm$ 47          | 6 – 154     | 0.012*  |
| Anaerobic Threshold (L/min)                              | 1.15 $\pm$ 0.28   | 0.59 – 1.90 | 1.91 $\pm$ 0.53      | 1.05 – 2.85 | 0.001*  |
| $\Delta\text{V}_E/\Delta\text{VCO}_2$ at AT              | 30.3 $\pm$ 2.8    | 23.8 – 36.8 | 27.5 $\pm$ 2.7       | 23.9 – 31.9 | 0.007*  |
| $\Delta\text{V}_E/\Delta\text{VCO}_2$                    | 30.6 $\pm$ 3.1    | 21.2 – 38.7 | 27.1 $\pm$ 2.5       | 23.6 – 31.3 | 0.002*  |
| $\Delta\text{VO}_2/\Delta\text{WR}$ ( $\times 10^{-3}$ ) | 9.3 $\pm$ 1.6     | 6.7 – 13.5  | 12.8 $\pm$ 1.8       | 9.9 – 16.2  | 0.001*  |
| $\Delta\text{VO}_2/\Delta\text{HR}$ ( $\times 10^{-3}$ ) | 10.7 $\pm$ 4.9    | 1.4 – 20.2  | 10.9 $\pm$ 10.6      | 0.78 – 27.4 | 0.966   |
| Peak VD/VT   | 0.15 $\pm$ 0.19   | 0 – 1.28    | 0.11 $\pm$ 0.04      | 0.06 – 0.2  | 0.479   |

\*P value significant by unpaired student t-test; AT – anaerobic threshold; VD – dead space ventilation; VT – tidal volume

We examined the linear relationship of peak  $\text{VO}_2$ , peak  $\text{VO}_2/\text{kg}$  and peak work rate to biomarkers of hemolysis and inflammation. Pearson's correlation coefficients between peak  $\text{VO}_2/\text{kg}$  and biomarkers were strongest, specifically for baseline hemoglobin ( $r = 0.70$ ,  $p = 0.0001$ ), reticulocyte count ( $r = -0.62$ ,  $p = 0.0001$ ), total white blood cells ( $r = -0.54$ ,  $p = 0.0001$ ), absolute neutrophils ( $r = -0.49$ ,  $p = 0.001$ ) and D-dimer activity ( $r = -0.57$ ,  $p = 0.0001$ ).

The acute phase inflammatory response to exercise was explored in 20 subjects with SCA. Mean sVCAM activity increased immediately after exercise with an increase of 85.5 ng/mL or 10.4% of baseline (Figure). We observed a dual peak in total white blood cells, neutrophils and monocytes and IL-6 activity characterized by an immediate rise after exercise at  $t = 0$  min followed by a secondary increase at  $t = 120$  min. Only changes from baseline in total white blood count at  $t = 0$  min and IL-6 activity at  $t = 120$  min after exercise were statistically significant.



## CONCLUSIONS

Children and young adults with SCA demonstrate significant reductions in cardiopulmonary fitness on maximal exercise testing. The abnormal cardiopulmonary response to exercise in this population appears to be associated with compromise in ventilatory efficiency and oxygen delivery. Exercise limitation may also be explained in part by baseline hemolysis and greater inflammation. Although the kinetic profile is not fully elucidated, preliminary data suggest a biphasic acute phase inflammatory response to exercise in this population. Additional studies to examine the impact of exercise limitation on disease severity and prognosis are warranted.

En ergonomie, il est classique de distinguer, tant dans les concepts que dans les pratiques, deux principaux courants : l'ergonomie du facteur humain et l'ergonomie centrée sur l'activité. Si l'ergonomie du facteur humain est relativement bien connue et développée dans le domaine du sport, l'ergonomie centrée sur l'activité est beaucoup plus récente. Le but de ce symposium est de présenter les principes essentiels d'une démarche conception centrée sur l'activité et de l'illustrer sur la base d'études menées dans le domaine du sport. Ce symposium est composé de cinq communications. La première vise à délimiter ce que recouvre l'ergonomie centrée sur l'activité et ses implications méthodologiques. Elle présente quatre éléments clefs d'une démarche de conception centrée sur l'analyse de l'activité : (a) une collaboration chercheurs-concepteurs-praticiens, (b) une co-définition entre les objets de conception et d'analyse, (c) une conception en termes de situation d'aide, et (d) des boucles d'aide s'inscrivant dans différentes temporalités. Ce court exposé introductif sera suivi de quatre communications présentant des études s'inscrivant dans une même démarche centrée sur l'activité tout en ayant des objets de conception spécifiques : concevoir du matériel sportif appropriable par les utilisateurs, concevoir pour les situations d'évaluation de la performance sportive, concevoir pour les situations d'entraînement, concevoir dans et pour les organisations sportives. Chacune de ces présentations précisera les options théoriques et méthodologiques retenues, la démarche d'analyse mise en oeuvre, et les apports pratiques.

« Concevoir du matériel sportif appropriable par les utilisateurs » sera illustré sur la base d'études visant à contribuer à la conception de piolets pour l'escalade sur glace et le dry-tooling. Ces études ont consisté notamment à analyser *in situ* l'activité de glaciéristes débutants utilisant différents types de piolets afin de préciser les besoins et difficultés de ceux-ci. De plus, ces études sont conduites dans une démarche de conception innovante qui propose de dépasser en partie la notion de situation d'aide pour adopter la situation d'appropriation comme objet de conception.

« Concevoir pour les situations d'évaluation de la performance sportive » sera illustré sur la base d'une étude en natation. Cette étude s'est intéressée à l'activité de nageurs élites confrontés, lors d'un protocole d'évaluation, à un dispositif technologique (le MAD system) évaluant les facteurs biomécaniques de la performance. Elle vise à montrer l'intérêt d'intégrer des données biomécaniques et d'expérience pour mieux comprendre l'activité des nageurs lors de situations d'évaluation. Les résultats invitent les concepteurs de protocoles d'évaluation de la performance à prendre en compte le triptyque situation d'évaluation/dispositif technique/expérience de l'acteur.

« Concevoir pour les situations d'entraînement » sera illustré sur la base d'études en aviron, menées en collaboration avec des entraîneurs et des équipages de type « deux de pointe sans barreur ». Il s'agissait d'optimiser la coordination entre les rameurs. Les études ont articulé une approche mécanique et sémiologique de l'activité des rameurs pour mieux cerner les processus sous-jacents à cette coordination. Les matériaux recueillis au cours des études ont constitué de nouvelles ressources partagées pour le collectif entraîneurs-athlètes et ont donné lieu à la définition de nouveaux axes d'entraînement.

« Concevoir dans et pour les organisations sportives » sera illustré sur la base d'études visant à rendre compte de l'action des Directeurs(rices) Techniques Nationaux(les) (DTN) des Fédérations Sportives. Ces DTN ont la charge de conduire, structurer et développer une organisation sportive : métier qu'ils apprennent bien souvent « sur le tas ». Le but de ces études étaient de comprendre « l'agi en situation » d'un(e) DTN afin de proposer des dispositifs de formation visant à aider le ou la DTN dans son activité et à renforcer l'efficacité d'une Direction Technique Nationale (en tant qu'organisation sportive).

Une démarche de conception en sport centrée sur l'analyse de l'activité

Cette communication vise à présenter les fondements théoriques et méthodologiques d'une démarche de conception centrée sur l'analyse de l'activité en sport. Cette démarche ne se réduit pas à développer de nouveaux équipements sportifs. Elle vise également la conception de dispositifs d'évaluation, d'entraînement, de formation. Elle se caractérise par quatre éléments essentiels : (a) une collaboration chercheurs-concepteurs-praticiens, (b) une co-définition entre les objets de conception et d'analyse, (c) une conception en termes de situations d'aide, et (d) des boucles d'aide s'inscrivant dans différentes temporalités.

**Key words** : Ergonomie, Conception, Sport, Analyse de l'activité

## **L'ERGONOMIE : DEUX COURANTS PRINCIPAUX**

En ergonomie, il est classique de distinguer, tant dans les concepts que dans les pratiques, deux principaux courants : l'ergonomie du facteur humain (*Human Factors*) et l'ergonomie centrée sur l'activité (Darses & de Montmollin, 1996). L'ergonomie du facteur humain est la plus ancienne et essentiellement d'origine nord américaine. Elle est centrée sur l'utilisation des connaissances scientifiques pour améliorer les conditions de travail. Cette approche a donné lieu à la création de nouvelles connaissances scientifiques (en physique, physiologie, psychologie, sociologie...) permettant la définition de normes pour la conception de dispositifs visant l'amélioration de l'efficacité des opérateurs tout en préservant leur santé. Si les apports de ce courant de l'ergonomie sont essentiels, ils prennent peu en compte les singularités des situations de travail et font peu de place à « l'ergonomie de conception ». Aussi les connaissances développées ne permettent-elles pas de transformer réellement les situations de travail (Hubault & Bourgeois, 2004). Face à ces manques, un deuxième courant, d'origine essentiellement européenne, s'est développé récemment : une ergonomie centrée sur l'activité. Cette ergonomie, qui regroupe différentes approches (et différentes conceptions de la notion même d'activité qui seront explicitées lors de la présentation orale), se caractérise par le fait qu'elle vise la compréhension d'une situation de travail particulière dans son ensemble, de manière à proposer des transformations acceptables par les opérateurs.

Dans le domaine du sport, les études se réclamant d'une approche ergonomique ont essentiellement été menées dans le courant de l'ergonomie du facteur humain. Leur visée principale est la conception d'équipements sportifs améliorant l'efficacité et le confort compte tenu de la tâche à réaliser. Récemment se sont également développées en sport des études dans le courant de l'ergonomie centrée sur l'activité. Leur visée est plus large : il s'agit de supporter l'activité des pratiquants et d'améliorer les situations sportives (qu'elles soient de compétition, d'entraînement ou d'enseignement) dans leur globalité. Un des postulats de ces études est qu'il est impossible de faire l'économie d'une analyse de l'activité *in situ* des acteurs sportifs (entraîneurs, athlètes, enseignants d'EPS, élèves) pour comprendre et transformer ces situations sportives. Cette communication présente les éléments essentiels d'une approche ergonomique centrée sur une théorie de l'activité mettant en avant son caractère autonome et située (Theureau, 2006).

## **UNE CONCEPTION CENTREE SUR L'ACTIVITE**

Une telle démarche ergonomique se caractérise par quatre éléments essentiels : (a) une collaboration chercheurs-concepteurs-praticiens, (b) une co-définition entre les objets de conception et les objets d'analyse, (c) une conception en termes de situations d'aide, et (d) des boucles d'aide s'inscrivant dans différentes temporalités.

### **Collaboration chercheurs-concepteurs-praticiens**

Une démarche ergonomique centrée sur l'activité nécessite de mettre en place des conditions sociales, institutionnelles et éthiques, qui ne « ruinent » pas d'emblée les phénomènes de l'activité qu'on souhaite étudier. Afin de garantir un engagement réel et sincère des praticiens dans les études, les recherches sont réalisées dans un cadre de collaboration explicite et contractuel entre les chercheurs, concepteurs et les praticiens, tenant compte des intérêts respectifs des différents protagonistes. Ce cadre contractuel initial peut à tout moment être ajusté et articule plusieurs points essentiels : l'accord des participants à la recherche, la définition des modalités de travail entre les chercheurs et les praticiens, la détermination des conditions de diffusion des matériaux et des résultats de recherche...

### **Co-définition entre les objets de conception et les objets d'analyse**

Toute recherche ergonomique s'inscrit dans une double visée : des visées épistémiques (création de nouvelles connaissances) et des visées transformatives (conception d'aides). Dans le cadre d'une ergonomie centrée sur l'activité, une des premières étapes de la collaboration consiste à opérationnaliser ces visées en les déclinant en objets de conception et d'analyse (Pinsky, 1992). Les objets de conception concernent les transformations concrètes visées dans la situation, les objets d'analyse se traduisent en termes d'objets de connaissance de l'activité, susceptibles de répondre aux besoins de la conception. Il n'existe pas de subordination, dans un sens ou dans l'autre, entre ces différents objets mais une dualité entre leur développement : les outils de conception et les outils empiriques s'influencent mutuellement. Cette distinction entre objets de conception et d'analyse limite l'écueil d'une ergonomie se limitant à fournir des réponses techniques à des problèmes pratiques qui seraient identifiables et identifiés *a priori*.

### **Une conception en termes de situation d'aide**

Une démarche ergonomique centrée sur l'activité définit des objets de conception cohérents avec la théorie de l'activité à laquelle elle se réfère. Dans notre cas les deux présupposés essentiels de la théorie de l'activité humaine (activité autonome et située) à laquelle nous nous référons, nous amènent à concevoir les objets de conception en termes de situations d'aide : il s'agit de concevoir des situations offrant aux acteurs un ensemble de ressources les aidant dans leurs interprétations, prises de décisions et actions.

### **Des boucles d'aide s'inscrivant dans différentes temporalités**

Les résultats des études donnent lieu à la conception d'aides s'inscrivant dans différentes temporalités. Deux boucles d'aide peuvent être distinguées : une boucle courte et une boucle longue. La boucle courte vise une aide à court terme pour l'activité des participants et des concepteurs : elle consiste en des restitutions aux participants ou concepteurs des matériaux recueillis au cours des études et d'une présentation d'analyses de type « quick and dirty » avec une valeur limitée pour la conception. La boucle longue consiste en la proposition (sur la base de l'analyse des données) de transformations d'envergures (de nouveaux dispositifs technologiques, de formation, d'entraînement, d'enseignement), éventuellement en les intégrant dans une boucle itérative de conception (c'est-à-dire une démarche permettant d'analyser l'activité à plusieurs étapes du processus de conception).

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Darse, F. & Montmollin, M. (de) (1996). *L'ergonomie* (3<sup>e</sup> ed.). Paris: La Découverte.
- Hubault, F. & Bourgeois, F. (2004). Disputes sur l'ergonomie de la tâche et de l'activité ou la finalité de l'ergonomie en question. *Activités*, 1, 34-53.
- Pinsky, L. (1992). *Concevoir pour l'action et la communication*. Berne : Peter Lang
- Theureau, J. (2006). *La théorie du cours d'action: méthode développée*. Toulouse: Octarès.

Analyser l'activité de glaciéristes pour concevoir des piolets en termes d'appropriation

Germain Poizat<sup>1</sup>, Clément Pouponneau<sup>1</sup>, Ludovic Seifert<sup>2</sup> & Yvon Haradji<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire SPMS (EA 4180), Université de Bourgogne

<sup>2</sup>Laboratoire CETAPS (EA 3832), Université de Rouen

<sup>3</sup>EDF Recherche & Développement

germain.poizat@u-bourgogne.fr

Concevoir du matériel sportif utile, utilisable, et appropriable nécessite une connaissance fine de l'activité réelle des utilisateurs. Cette communication vise à (a) présenter une démarche de conception centrée sur l'activité, et (b) questionner la fécondité de la notion d'appropriation pour l'analyse et la conception. Nous illustrerons notre propos à l'aide d'un ensemble d'études visant à contribuer à la conception de piolets pour l'escalade sur glace et le *dry-tooling*.

**Key words** : Analyse de l'activité, Conception, Appropriation, Matériel sportif, Ergonomie

## INTRODUCTION

Tout matériel sportif « cristallise » une connaissance, une représentation, et au sens le plus large un modèle de l'utilisateur et de son activité (même si celui-ci n'est pas explicité par le concepteur). Dans certains cas, ce modèle de l'utilisateur s'avère approximatif ou de sens commun et conduit à une conception inadaptée. En ergonomie, il est devenu usuel d'aborder cette problématique selon une logique de conception dite « centrée utilisateur ». Cependant, le succès de cette démarche s'est accompagné d'applications très contrastées et souvent a-théoriques. Notre communication vise à présenter les principes fondamentaux d'une démarche conception de matériel sportif à partir d'une approche centrée sur l'*activité* des utilisateurs. Il s'agira également de proposer une avancée théorique et méthodologique dans la mesure où nous proposons de dépasser en partie la notion de conception en termes d'aides, emblématique de cette orientation, au profit de celle de conception de situations d'appropriation, encore plus structurante de notre point de vue. Afin d'illustrer notre présentation, nous nous appuyerons sur différentes études en cours visant à contribuer à la conception de piolets pour l'escalade en cascade de glace et le *dry-tooling* (Duez, 2009).

## ANALYSE DE L'ACTIVITE ET PHASES DU PROCESSUS DE CONCEPTION

L'analyse de l'activité peut tout d'abord s'effectuer au stade de la validation finale. Elle permet à ce stade de diagnostiquer des dysfonctionnements et d'apporter des recommandations de correction mineures du fait de l'avancée du processus de conception. Elle peut également être réalisée en amont. Elle permet alors d'identifier les besoins et difficultés des acteurs afin de formuler des pistes de conception. Les études que nous présenterons sur l'activité de glaciéristes débutants sont de cette nature et visent à identifier des pistes conception. Enfin, l'analyse de l'activité peut accompagner l'ensemble du processus de conception. Il s'agit concrètement de mettre en œuvre une démarche itérative permettant d'analyser une activité qui se rapproche progressivement de l'activité future. Analyser l'activité à chaque étape du processus permet pas à pas de construire et de valider des hypothèses pour anticiper ce que sera la nouvelle situation d'utilisation. Ceci permet de spécifier le matériel par approximations successives (grâce à des prototypes) afin de favoriser l'émergence de l'activité que l'on souhaite voir se développer. Ceci permet également de mettre à jour rapidement des usages non anticipés par les concepteurs. A titre d'illustration, les ergots d'appui prévus pour caler la main et l'index sur un piolet peuvent être détournés de leur usage. Lorsque ceux-ci présentent des griffes d'ornement, les grimpeurs les utilisent abusivement pour frapper la glace. D'autres encore s'en servent pour se suspendre par l'anneau d'assurage de leur harnais lorsqu'ils travaillent des voies difficiles.

## CONCEVOIR EN TERMES DE SITUATION D'APPROPRIATION

Prendre en compte l'*activité* dans le cadre de la conception s'accompagne nécessairement d'une réflexion sur les objets de conception. Pour notre part, nous proposons de dépasser en partie la notion d'aide et d'adopter la situation d'appropriation comme objet de conception (e.g., Carroll et al., 2003). Cette évolution vise à prendre en considération *le pouvoir constituant* de la technique (Steiner, 2010). L'appropriation est intéressante en tant que notion pour la conception dans la mesure où elle incite à prendre en compte (a) différentes échelles temporelles, (b) l'unité de l'acteur humain dans sa relation à la situation transformée, et (c) le caractère actif/créatif de l'acteur humain dans cette situation. Plus spécifiquement, s'interroger sur l'appropriation des piolets pour l'escalade sur cascade de glace consiste à questionner leur intégration au « corps propre » des grimpeurs, au fonctionnement ordinaire de ces derniers, et plus largement à la communauté de pratique des glaciéristes. L'appropriation peut être considérée comme réussie lorsque le piolet sert directement à l'activité au lieu d'être l'objet de celle-ci, autrement dit lorsqu'il est devenu « transparent », tant du point de vue des usages que du point de vue des garanties de sécurité qu'il offre, des contraintes physiologiques et biomécaniques qu'il impose, et des significations qu'il véhicule.

## CRITERES ET INDICES POUR LA CONCEPTION

Toute approche de la conception suppose des critères permettant de guider la conception et des indicateurs pour la validation. Choisir la situation d'appropriation comme objet de conception transforme la manière de penser ces critères, voire impose de développer de nouveaux critères. Ces critères sont déterminants et doivent cadrer le pontage entre une description de l'activité humaine et un modèle pour la conception. Pour concevoir une situation appropriable, il nous semble essentiel d'organiser et d'articuler des critères : (a) de protection et de prévention, (b) d'acceptabilité sociale et culturelle, (c) d'aide individuelle et collective, et (d) d'efficacité individuelle et collective. Ces différents critères se distinguent par leur nature et par le cadre qu'ils imposent à la conception. Il apparaît également nécessaire d'élargir la gamme des indicateurs nécessaires pour valider les choix de conception comparativement à ce qui se fait dans la conception en termes d'aide.

Dans notre cas, concevoir en termes d'appropriation suppose d'anticiper les effets du nouveau piolet sur la sécurité du (ou des) glaciériste(s), sur les logiques d'action et de raisonnement du (ou des) glaciériste(s), sur la performance du (ou des) glaciériste(s), sur la trajectoire de développement du glaciériste, ou encore sur les valeurs véhiculées dans la communauté de l'alpinisme. Nous illustrerons l'importance de ces différentes dimensions en analysant l'usage des dragonnes, *leashes*, gâchettes. A titre d'illustration, les dragonnes n'ont pas été massivement adoptées par les grimpeurs alors qu'elles constituaient un pas important en termes de protection et de prévention (e.g., suppression du risque de perte de piolets, limitation de la fatigue). Deux principaux obstacles à l'adoption des dragonnes sont avancés par les grimpeurs: (a) l'impossibilité d'effectuer des croisements et changements de mains, (b) l'impossibilité de délayer le bras pour récupérer ou de mettre une broche en laissant le piolet ancré (« *C'est l'intérêt des piolets sans dragonnes. Avant on grimpeait avec des dragonnes...des sangles...c'est-à-dire qu'on était bloqué aux engins. Donc les changements de main étaient compliqués. Il fallait démonter la dragonne ou sortir la main de la dragonne. Ce n'était pas facile.*»). La non adoption des dragonnes s'explique en partie par cette rupture qu'elles imposent par rapport aux logiques d'action et aux principes d'efficacité des grimpeurs.

## BIBLIOGRAPHIE

- Carroll, J., Howard, S., Peck, J. & Murphy, J. (2003). From adoption to use: the process of appropriating a mobile phone. *Australian Journal of Information Systems*, 10, 38-48.
- Duez, J. B. (2009). Les instruments de l'alpinisme. *Techniques & Culture*, 52/53, 330-351.
- Steiner, P. (2010). Philosophie, technologie et cognition : État des lieux et perspectives. *Intellectica*, 53/54, 7-40.

Analyser l'activité des nageurs pour concevoir un dispositif d'évaluation de la performance sportive

*David Adé<sup>1</sup> & Nathalie Gal-Petitfaux<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire CETAPS (EA 3832), Université de Rouen

<sup>2</sup>Laboratoire PAEDI (EA 4281), Université de Clermont-Ferrand

david.ade@univ-rouen.fr

L'évaluation des facteurs de la performance chez les sportifs de haut niveau implique souvent la conception de protocoles précis et de dispositifs technologiques. Bien que ces protocoles et dispositifs, une fois conçus, fournissent des données utiles sur les facteurs de la performance sportive, on ne s'intéresse jamais aux interactions entre les sportifs, les conditions du protocole et le dispositif technologique. Cette communication porte sur l'utilisation par des nageurs élités d'un dispositif technologique (MAD system) largement utilisé en natation à la fois pour l'évaluation des facteurs biomécaniques et pour l'optimisation de la performance. Elle rend compte de l'intérêt à analyser l'activité des nageurs confrontés au dispositif, a) dans une démarche de conception pour l'évaluation, b) invitant à développer des démarches de conception prônant la collaboration entre chercheurs, praticiens et concepteurs du dispositif d'évaluation.

**Key words** : Ergonomie, Conception, Performance, Evaluation, Natation.

## **INTRODUCTION**

Dans le domaine de la natation sportive de haut niveau, l'amélioration des facteurs de la performance est majoritairement recherchée à travers l'évaluation des facteurs biomécaniques et de leurs effets sur la performance. Pour cela, les protocoles d'évaluation qui se sont développés ont largement impliqué une instrumentation du nageur, pour (a) recueillir des données cinématiques ou cinétiques relatives aux adaptations gestuelles ou (b) l'informer de son efficacité via des bio-feedbacks. L'enjeu technologique pour le concepteur et pour les praticiens est qu'il y ait un minimum d'écart entre les conditions de réalisation en situation protocolaire d'évaluation instrumentée et les conditions de réalisation de la performance en situation écologique. Ce point a notamment été, pour cette étude, l'un des enjeux de la collaboration entre les chercheurs, les nageurs et le concepteur d'un dispositif d'évaluation en natation. C'est pourquoi il nous semble qu'une investigation de la dynamique de l'activité du nageur articulant l'étude de son expérience vécue au cours du protocole et une étude biomécanique, pourrait permettre de mieux comprendre les spécificités de ces situations d'évaluation. D'une part, elle peut mettre à jour des processus (e.g., cognitifs, perceptifs et émotionnels) pouvant expliquer certaines adaptations gestuelles du nageur. D'autre part, elle peut révéler des aspects de la performance et du mouvement non significatifs pour le nageur mais participant à l'organisation de son activité de nage. Ces éclaircissements seraient alors susceptibles d'apporter des aides aux concepteurs de protocoles d'évaluation, dans l'optique d'une démarche de conception pour l'évaluation prônant la collaboration entre chercheurs, praticiens et concepteurs du dispositif d'évaluation. Ces aides peuvent concerner à la fois l'évaluation des écarts possibles entre l'activité de nage prescrite par le dispositif et les adaptations gestuelles produites par les nageurs, et aussi la conception des aménagements du protocole et des instruments d'évaluation.

## **SITUATION ETUDIEE– RESULTATS**

L'étude de l'activité de nageurs élités volontaires a été conduite au cours d'un protocole d'évaluation des facteurs biomécaniques de la performance. Ce protocole s'est déroulé dans une piscine couverte de 25m équipée d'un dispositif technologique sub-aquatique appelé le MAD-system (Measurement of Active Drag) (Toussaint, van der Meer, de Niet, & Truijens, 2006). Le MAD-system consiste en un rail situé à environ 80cm sous l'eau, sur lequel sont fixées 16 cales perpendiculaires à l'axe de nage et espacées entre elles de 1,35m. A chaque cycle de bras, le nageur prend appui manuellement sur une cale pour avancer. La force développée par le nageur est alors enregistrée en un point de la main par une jauge située à l'extrémité du rail : la force appliquée sur une cale est transmise par l'intermédiaire du rail à un capteur de pression. Chaque nageur devait réaliser 10 passages sur 25m départ dans l'eau



et sur la base de vitesses incrémentées. Les consignes données par le concepteur du protocole étaient : « nager à une vitesse supérieure que celle réalisée au précédent passage » ; « nager à vitesse constante au cours de chaque passage » ; « être à vitesse maximale pour les passages 9 et 10 ». Un temps de récupération de 3 minutes était donné aux nageurs entre chaque passage afin de permettre une récupération suffisamment complète pour réaliser chaque essai avec des vitesses croissantes. Trois types de données ont été recueillis : (a) des données d'enregistrement audio-visuel du comportement du nageur ; (b) des données biomécaniques de mesure du comportement du nageur en situation de nage ; (c) des données de verbalisations sur l'activité au niveau où elle est significative pour l'acteur et recueillies lors d'entretien *a posteriori*. Le traitement des données a consisté à reconstruire, puis à comparer, le cours d'information de chaque nageur à partir de l'articulation des données biomécaniques et des données d'expérience. Les résultats mettent en avant des convergences et divergences dans l'activité de nage indexées à chaque plage de vitesse (les vitesses lentes [passages 1 à 3] ; les vitesses rapides [passages 4 à 7] et les vitesses maximales [passages 8 à 10]) et aux caractéristiques physiques du dispositif technologique. Ils traduisent l'évolution du rôle de médiateur joué par un dispositif technologique (le MAD-system) au sein du couplage nageur/situation d'évaluation (Adé, Poizat, Gal-Petitfaux, Toussaint, & Seifert, 2009). Ces résultats invitent les concepteurs du protocole d'évaluation étudié à prendre en compte de façon indissociable a) les contraintes du protocole d'évaluation, b) les caractéristiques physiques du dispositif technologique et c) l'expérience vécue du nageur.

### **CONCEPTION D'AIDE A L'EVALUATION**

Dans le cas de cette étude, la démarche d'aide s'inscrit dans des boucles d'aide sur des temporalités courtes et longues. La boucle courte consiste en la proposition de modifications au niveau de la passation du protocole afin de mettre en place les conditions favorables pour que le dispositif technologique rapproche les logiques d'action et de raisonnement des nageurs lorsqu'ils nagent en « situation écologique » et en « situation instrumentée avec le MAD-system ». La boucle longue consiste à envisager en collaboration avec le concepteur du dispositif technologique d'évaluation, des modifications de certaines caractéristiques physiques du dispositif. Il s'agit par exemple de la proposition d'adaptations matérielles du dispositif permettant de modifier la distance inter-cales en fonction des plages de vitesse : ceci pour permettre aux nageurs de produire des amplitudes de nage ressenties comme proches de celles produites en situation naturelle de pratique. Cette boucle d'aide inscrite dans le long terme peut intégrer une phase d'analyse de l'activité lors du processus de modification/conception du dispositif d'évaluation (Poizat, Adé, Seifert, Toussaint, & Gal-Petitfaux, 2010).

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Adé, D., Poizat, G., Gal-Petitfaux, N., Toussaint, H., & Seifert, L. (2009). Analysis of elite swimmers' activity during an instrumented protocol. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1043-1050.
- Poizat, G., Adé, D., Seifert, L., Toussaint, H., & Gal-Petitfaux, N. (2010). Evaluation of the Measuring Active Drag system usability: An important step for its integration into training sessions. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 10, 170-186.
- Toussaint, H.M., van der Meer, S., de Niet M., & Truijens M. (2006). Propelling efficiency in sprint front crawl swimming. *Portuguese Journal of Sports Sciences*, 6, 279-282.

Analyser l'activité d'un équipage pour concevoir une aide à l'entraînement en aviron

*Jacques Saury, Antoine Nordez et Carole Sève*

Laboratoire Motricité, Interactions, Performance (EA 4334), Université de Nantes

Jacques.saury@univ-nantes.fr

Cette communication prend appui sur une série d'études menées en collaboration avec des entraîneurs et athlètes du Pôle France Aviron (Nantes) au cours de la période 2007-2010. Celles-ci s'inscrivaient dans le cadre d'un projet de recherche plus large financé par la Région des Pays de la Loire (« Optimisation de la performance et interactions homme-machine en sport automobile et en aviron »). Sur la base de cette expérience, et des résultats de ces études, cette communication est essentiellement focalisée sur les conditions du développement d'une collaboration dans un milieu « non acquis » initialement pour des chercheurs, la définition conjointe des objets d'analyse et de conception, ainsi que sur les retombées pratiques de ces études.

**Key words** : Ergonomie, Conception, Sport, Coordination, Aviron

## **CONTRACTUALISATION, FAMILIARISATION ET DEFINITION DES OBJETS**

Toute enquête empirique conduite avec des visées transformatives suppose, dans un premier temps, la construction d'un « terrain de collaboration » entre chercheurs et acteurs sportifs. Celui-ci n'est jamais « gagné d'avance » : il donne lieu dans chaque cas à la définition de conditions contractuelles singulières, visant à rendre viable et féconde une collaboration durable, et à répondre aux intérêts des deux parties. Dans le cas de ces études en aviron, cette phase a été relativement longue (6 mois) du fait de deux éléments essentiels. En premier lieu, si les partenaires sportifs étaient informés du projet de recherche et l'avaient soutenu auprès des financeurs, les objectifs de ce projet avaient été conçus par les chercheurs au regard d'intérêts scientifiques. Ces objectifs ont donc dû être confrontés aux intérêts pratiques des entraîneurs et des rameurs, et dans une certaine mesure, « rapprochés » de leurs préoccupations à l'égard de l'optimisation de la performance. En deuxième lieu, aucun des chercheurs initialement engagés dans ce projet n'était familier de l'aviron. Cela a justifié un travail de familiarisation avec les particularités de l'entraînement en aviron, et de développement d'une connaissance et d'une confiance mutuelle avec les entraîneurs et athlètes. Lors de cette phase, les chercheurs ont réalisé une table ronde, et un ensemble d'entretiens semi-directifs, avec des entraîneurs et rameurs de haut niveau, afin de déterminer des thématiques de recherche pertinentes pour aider à l'optimisation la performance. Cette étape a permis de délimiter les objets de conception et d'analyse.

L'objet de conception concernait l'optimisation des modalités de coordination cognitive entre des rameurs de « deux de pointe sans barreur ». La qualité de la coordination entre les rameurs joue, dans cette catégorie, un rôle majeur dans la performance, faisant de celle-ci une situation d'étude particulièrement pertinente pour étudier les conditions d'optimisation de la coordination inter-rameurs. Les athlètes et les entraîneurs avaient également pointé, lors des entretiens et de la table ronde, des dysfonctionnements qui, de leurs points de vue, pouvaient résulter d'un faible partage d'un « référentiel commun » entre les coéquipiers. Il semblait donc intéressant d'étudier les processus de coordination dans cette situation particulière.

L'objet d'analyse concernait les phénomènes cognitifs de la coordination interpersonnelle. Ces phénomènes (e.g., compréhension partagée, situation awareness...) apparaissent comme cruciaux dans la compréhension des performances collectives et sont de plus en plus étudiés dans le courant de la Team Cognition qui s'est récemment développé dans le domaine de la psychologie du sport (Ward & Eccles, 2006). La coordination au sein de « Deux de pointe sans barreur », du fait des contraintes mécaniques pesant sur les rameurs, et de l'impact de chaque rameur sur la performance collective, constituait une situation d'étude originale, relativement contrastée vis-à-vis des autres situations déjà étudiées (sport collectifs, doubles en sports de raquettes).

## **ETUDES REALISEES - RESULTATS**

Nous avons collaboré avec trois entraîneurs du Pôle France d'aviron de Nantes, et trois équipages : « un équipage expert » (2 rameurs de niveau international) ; « un équipage intermédiaire » (2 rameuses de niveau national) ; « un équipage débutant » (2 rameuses de niveau national). L'activité des rameurs a été étudiée lors de courses de 6000, 3000 et 2000m. Les premiers recueils de données visaient exclusivement à documenter les cours d'expérience des rameurs (i.e., enregistrements audio-visuels de l'activité des rameurs lors des courses, et entretiens d'auto-confrontation). L'analyse des cours d'expérience des rameurs a mis en évidence que la coordination inter-rameurs mettait en jeu une activité interprétative relative à l'autre dans le cours même des courses (exploration de l'activité du partenaire, préoccupations d'ajustements mutuels...). Ces résultats ont montré que la coordination faisait l'objet de processus permanents d'ajustements spécifiques *in situ*, tout au long de la course (Saury, Nordez, & Sève, 2010). Ils ont ainsi remis en question une conception, partagée dans le monde de l'aviron, envisageant la coordination entre les rameurs comme résultant de caractéristiques individuelles stables et préexistantes à la performance collective.

Suite à ces premiers résultats, nous avons mis en œuvre deux dispositifs conjoints de recueil de données visant respectivement à (a) documenter les cours d'expérience des rameurs et (b) calculer un ensemble de paramètres mécaniques relatifs à la coordination entre rameurs. Le croisement de données subjectives et mécaniques visait à apprécier le degré de concordance des perceptions des athlètes avec des indicateurs objectifs. Les résultats ont pointé des discordances qui ont fait l'objet d'analyse plus approfondies (Saury et al., 2010).

## **CONCEPTION D'AIDES A L'ENTRAINEMENT**

Dans le cas de ces études, la démarche d'aide s'est exclusivement inscrite dans une boucle courte. Elle a pris trois formes essentielles. La première a été la restitution immédiate des matériaux « bruts » de recherche aux rameurs (enregistrements vidéo et audio des courses et des autoconfrontations), et dans un délai de quelques semaines, de certains documents (retranscription des communications verbales des rameurs lors des courses, des entretiens d'autoconfrontation, mesures mécaniques). La deuxième a été la formalisation et la présentation aux entraîneurs, dans un délai de deux mois, d'analyses compréhensives des chercheurs, fondées sur ces matériaux, et donnant lieu à des confrontations et discussions entraîneurs-chercheurs sur les pistes d'approfondissement des analyses. L'ensemble de ces matériaux et « retours à chaud » ont permis le développement de ressources réflexives partagées entre les entraîneurs et les athlètes. Ce dispositif d'analyse, encore inédit dans le cadre des pratiques d'entraînement en aviron, a eu divers impacts positifs qui seront précisés lors de la présentation : (a) mise en relation des expériences vécues par les sportifs et de mesures « objectives » (constituant une aide pour les athlètes dans la compréhension et l'évaluation de la « fiabilité » de leurs propres sensations) ; (b) partage des expériences entre les rameurs d'un même équipage, et entre les entraîneurs et les athlètes (permettant de confronter leurs points de vue et interprétations). La troisième forme a consisté en la définition de nouveaux axes d'entraînement : une meilleure compréhension des modalités de coordination entre les rameurs a amené les entraîneurs à des adaptations visant à optimiser la performance de l'équipage concerné.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Saury, J., Nordez, A., & Sève, C. (2010). Coordination interindividuelle et performance en aviron : apports d'une analyse conjointe du cours d'expérience des rameurs et de paramètres. *Activités*, 7, 2-27.
- Ward, P., & Eccles, D. W. (2006). A commentary on "team cognition and expert teams: Emerging insights into learning and performance for exceptional teams". *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 4, 463-483.

Analyser l'activité du/de la DTN<sup>25</sup> des fédérations sportives pour concevoir dans et pour une organisation complexe

Sylvie Pérez et Philippe Fleurance

Direction des Politiques Sportives, Mission Expertise, « Etudes, Ingénierie et Innovation »  
Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP, Paris)  
sylvie.perez@insep.fr

Aujourd'hui en France, le Directeur Technique National n'est plus seulement un directeur technique (sous-entendu de la technique de l'entraînement sportif) mais bien au-delà, un « manager », c'est-à-dire quelqu'un qui possède la manière de conduire, structurer et développer une organisation. Cette communication consiste à rendre compte de l'action « du/de la DTN » par le *process* de travail, c'est-à-dire l'agi en situation : Qu'est ce qui structure « l'action DTN » ? Comment le DTN arrive-t-il à articuler les différents aspects de sa mission - management stratégique des projets et des ressources humaines, financières, organisationnelles, etc. -, et à mener à bien la stratégie globale de sa fédération pour orienter au quotidien les actions individuelles et collectives ?... pour concevoir une formation innovante des « staffs DTN » au sein des fédérations sportives.

**Key words** : Complexité, Sport de haut niveau, Gouvernance, Conception en acte

## **LE/LA DTN : LE CHALLENGE DE L'ACTION DANS LES ENVIRONNEMENTS COMPLEXES**

Ce travail s'inscrit dans des approches de la complexité qui actent que l'action en contexte naturel mobilise des entités autonomes ayant des informations incomplètes, des champs d'action limités, des contrôles distribués, des traitements synchrones et asynchrones, des incertitudes et au final, œuvre dans un contexte de décisions/actions multi acteurs, multidimensionnels, multicritères, multi échelles. L'action DTN se construit :

- dans un espace administratif et associatif en tension (agent d'état placé auprès d'une fédération sportive),
- dans de l'incertitude, de l'ambiguïté qui « obligent » les acteurs à « travailler à poser les bonnes questions »,
- dans les contraintes de l'action en temps réel, avec des ruptures et surprises qui posent la question du contrôle de la situation,
- dans le cadre de collectifs qui renvoient à la constitution *ad hoc* émergente d'un réseau d'acteurs.

Dans ce cadre, les conceptions du management stratégique conçoivent à la fois une rationalité procédurale, mais aussi une mise en acte d'interactions récursives entre réflexion et action au sein des différents niveaux d'organisation (Avenier, 2007).

## **LES OUTILS D'INTELLIGIBILITE DE L'ACTION « DTN »**

Nous avons balisé du point de vue des acteurs de la DTN leurs domaines d'activités : lieux et temps où s'actualisent les choix, les valeurs, les orientations de la DTN, déroulement des « situations de travail » en précisant les rôles, les activités, les outils, les résultats des actions. Deux types de données ont permis de documenter les actions telles qu'elles se déploient :

- des données de « structuration » : textes institutionnels, conventions d'objectifs des fédérations, documents DTN, publications, notes administratives,
- des données empiriques recueillies en situation réelle : traces d'activités, notes ethnographiques, entretiens et graphes d'activités.

L'ensemble des textes structurants le travail des DTN est le cadre qui permet leurs actions. Les DTN re-normalisent par leur travail ces éléments de structuration. Les ressources

---

<sup>25</sup> Nous parlerons i) du/le DTN pour parler de la personne étant entendu que pour simplifier nous parlons à la fois des hommes et des femmes DTN et ii) de la DTN pour parler de la Direction Technique Nationale comme organisation collective. L'expression « du DTN - de la DTN » envisage à la fois l'individu et le collectif de manière indifférenciée.

mobilisées dans l'action sont en même temps le résultat de l'action et la condition de celle-ci (Giddens, 1987).

### **LA DYNAMIQUE D'ACTION « DU DTN- DE LA DTN »**

Le sport de haut niveau est un agir de plus en plus interactif qui pose la question de la coordination des activités et interroge les conceptions individualistes de l'acteur social pour mettre en avant « l'intelligence collective ». Le rôle managérial du DTN consiste à comprendre, orienter et coordonner les divers acteurs de « la DTN » afin de les amener vers la résolution d'enjeux collectifs en prenant en compte ensemble les dimensions humaines, économiques, organisationnelles, technologiques, politiques et sociétales qui entourent les choix d'action (Fleurance et Pérez, 2009). Ce travail au sein de la DTN se caractérise par :

- un (des) porteur(s) de projets
- qui crée(ent) des dynamiques dans les communautés de pratique qu'il(s) constitue(ent)
- dans un environnement distribué et dans une dynamique d'échelle temporelle diversifiée
- avec des risques anticipés de chaque action
- dans une organisation qui apprend en faisant et fabrique des normativités intermédiaires
- pour anticiper l'avenir en gérant le quotidien.

L'essentiel de l'activité consiste en un travail de reliance qu'Engeström (2008) nomme « *knotworking* ».

### **VERS UNE INGENIERIE DE L'EXPERIENCE**

Les enjeux de conception associés à cette étude s'inscrivent dans une boucle longue. Il s'agit de prendre en compte les réalités sociales pour accompagner et renforcer l'efficacité « du DTN – de la DTN » ? Trois axes de travail sont proposés :

- Apprendre à travailler dans la complexité et l'incertitude tout en préservant les spécificités des situations professionnelles (Argyris et Schön, 1978 ; Schön, 1983 traduction 1994)
- Favoriser les interactions sociales dans les formations et former à des attitudes (Wenger, 1998)
- Proposer des dispositifs de formation souples et adaptés aux réalités professionnelles.

L'idée de dispositifs de formation basée sur la recherche/action/formation en partenariat pour les professions à pratique prudentielle (c'est-à-dire traitant à la fois de problèmes singuliers et complexes dans de fortes imprévisibilité) est avancée.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- Argyris, C., & Schon, D. (1978) *Organisational learning: A theory of action perspective*. Reading, Mass: Addison Wesley.
- Avenier, M.J. (2007). *Le management stratégique dans la complexité : un cadre de réflexion*. XVIIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique. Montréal.
- Engeström, Y. (2008). Quand le centre se dérobe : la notion de *knotworking* et ses promesses. *Sociologie du Travail*, 50(3), 303-330.
- Fleurance P. & Pérez, S. (2009). Manager en actes ? Réflexions sur le renouvellement de la gouvernance des organisations complexes à partir de l'observation des managers sportifs. *Synergie Monde*, 6, 111 – 12.
- Giddens, A. (1987). *The Constitution of Society*, Polity Press, Cambridge, 1984; trad. *La constitution de la société*. Paris: PUF.
- Schön D., A. (1994), *Le praticien réflexif. A la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Les éditions Logiques.
- Wenger E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

## **SESSIONS ORALES**

***Neurosciences comportementales***

O86- Is place-kicking performance in rugby a matter of routine: A Critical Review

*MacIntyre, Tadhg<sup>1</sup>, Campbell, Mark<sup>2</sup>, Moran, Aidan<sup>3</sup>, Cave Darren<sup>1</sup> & Brady, Nigel<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup> University of Ulster, <sup>2</sup>University of Limerick, <sup>3</sup> University College Dublin.  
te.macintyre@ulster.ac.uk

Place-kicking in rugby is a skill that offers a natural laboratory in which to understand performance routines. It is argued that the traditional paradigms under the cognitive psychology umbrella (Singer, 2000) that have investigated routines in this sport have been naïve and limited in their approach. For instance, ecologically valid research on the temporal characteristics of routines in rugby is inconsistent with the long held idea that temporal consistency was vital in their efficacy (Jackson & Baker, 2001). The emerging field of “motor cognition” (Jeannerod, 2006) may provide an appropriate paradigm to explore routines. Exploring metacognitions of performers with qualitative approaches, engaging in motor imagery of the skill with dual-task paradigms and expanding upon our conceptualisation of routines in rugby, may all elucidate the processes underlying elite level performance on this skill.

**Keywords:** Rugby, Routines, Motor Cognition, Metacognition, Imagery

In the 2007 Rugby World Cup, over 296 kicks contributed to the outcome of the 48 matches. On October 23rd, 2011, one team will have been victorious in the Rugby World Cup final and undoubtedly, place-kicking performance will have influenced to the outcome. This skill has been of interest to researchers in a variety of fields, including biomechanics (Bezodis, Trewartha, Wilson, & Irwin, 2007) and sport psychology (e.g., Jackson & Baker, 2001). The reason for such interest in the phenomenon of place-kicking is not merely because of the consequences for the outcome, but because they are habitually accompanied by pre-performance routines. Pre-performance routines are systematic sequences of preparatory thoughts before important skills (Moran, 2011). Researchers have typically focused on their application in golf (Cotterill, Sanders, & Collins, 2010) and soccer (Jordet, 2009). One aspect of routines that has particular interest for researchers is the nature of the environment in which they occur. To explain, Singer (2000) describes a self-paced act as those taking place in a relatively stable and predictable environment, where there is adequate time to prepare for the motor execution. Both the free-throw (in basketball) and a penalty shot in soccer are referred to as *self-paced tasks*, the former could be categorised as a closed-skill, whereas the latter may be described as being a semi-closed skill (Gentile, 1972). Interestingly, a place-kick in rugby could be categorised as a semi-closed skill because of the minor variations in the environment which include possible wind, surface changes and the fact that, for example, a conversion may be challenged by an opposing player once the run-up has commenced. Two other issues make the place-kick in rugby unique: (1) penalties can be awarded from anywhere on the pitch (e.g., even in their own half) and (2) the IRB rules stipulate a 1 minute time-limit for the kick. Thus task difficulty can vary (i.e., depending on the distance and the angle of the kick) and the player has time for preparatory activities such as a pre-performance routine. Given these task demands, it is not surprising that several studies have explored this skill from both a qualitative and a quantitative perspective. Two seminal studies include a case-study and an analysis of World cup Rugby place-kicking performance (Jackson & Baker, 2001; Jackson, 2003). The findings showed little support for the accepted view that temporal consistency in routines led to improved performance. Unfortunately, despite this interest in place-kicking skills, the research has been largely atheoretical. Furthermore, models that account for performance routines (e.g., Singer, 1988) are largely descriptive. For instance, the five-step model developed by Singer (1988) which, attempted to account for motor, emotional and cognitive processes underlying routines, does not explain the idiosyncratic nature of routines that case studies reveal (Jackson & Baker, 2001). Furthermore, this model does not make explicit predictions for the efficacy of the sub-components of routines (e.g., what are the most important aspects of a routine) nor is their any attempt to understand how routines are acquired, maintained and refined. Therefore, what is required is a new perspective with both



conceptual and methodological innovations. The emerging field of ‘motor cognition,’ which is concerned with understanding the representation of action and associated cognitive processes (Jeannerod, 2006), may provide an appropriate paradigm to explore routines. In essence, Jeannerod postulated that imagery, the (covert) representation of action, occurs on a continuum with execution of the (overt) action, and motor imagery. In embodied cognition approach, motor preparation may be as important to investigate as motor execution. The motor cognition approach means we can explore the role of imagery in motor preparation for a skilled action. A dual-task paradigm during the pre-performance routine and subsequent movement execution can shed light on the underlying processes in both motor preparation and motor execution. A similar approach has been employed to look at the peak attentional demands in a free-throw task (Price et al., 2008). Furthermore, it may be possible, for example, to selectively interfere with the kinaesthetic element of a routine and subsequently measure the impact on the both the duration of the routine and the accuracy of the place-kick. Another line of enquiry is the exploration of meta-attention or people’s insights into and control over their own attentional processes (Moran, 2011) and meta-imagery (see Moran, 2009). Consequently, the above experimental approach could be augmented by qualitative approaches which may prove useful in understanding the metacognitive processes of elite performers.

Future research should employ a motor cognition perspective in order to develop more accurate insights, and explanations of the processes underlying skilled action (Moran, 2009). Dual-task methods combined with think-aloud protocols and qualitative approaches may elucidate the processes underlying expert place-kicking performance.

## REFERENCES

- Bezodis, N. E., Trewartha, G., Wilson, C., & Irwin, G. (2007). Contributions of the non-kicking-side arm to rugby place-kicking technique. *Sports Biomechanics*, 6, 171-186.
- Cotterill S. T., Sanders, R., & Collins, D. (2010). Developing effective pre-performance routines in golf: Why don’t we ask the golfer? *Journal of Applied Sport Psychology*, 22 (1), 51-64.
- Gentile, A. M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17, 3-23.
- Jackson, R. C. & Baker J. S. (2001). Routines, rituals, and rugby: Case study of a world class goal Kicker. *The Sports Psychologist*, 15, 48-65.
- Jackson. R. C. (2003). Pre-performance routine consistency: Temporal analysis of goal kicking in the Rugby Union World Cup. *Journal of Sports Sciences*, 21, 803-814.
- Jeannerod, M. (2006). *Motor cognition: What actions tell the self*. Oxford: Oxford University Press.
- Jordet, G. (2009). Why do English players fail in soccer penalty shootouts? A study of team status, self-regulation, and choking under pressure. *Journal of Sports Sciences*, 27, 97-106.
- Moran, A. P. (2009). Cognitive psychology in sport: Progress and prospects. *Psychology of Sport & Exercise*, 10, 420-426.
- Moran, A. P. (2011). *Sport and exercise psychology: A critical introduction*. Hove, Sussex: Routledge.
- Price, J. Gill, D. L., Etnier, J. & Kornatz, K. (2009). Free-throw shooting during dual-task performance: implications for attentional demand and performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80 (4), 718-726.
- Singer, R. N. (2000). Performance and human factors: Considerations about cognition and athlete attention for self-paced and externally-paced events. *Ergonomics*, 43, 1661-1680.
- Smyth, M. M. & Waller, A. (1998). Movement imagery in rock climbing: Patterns of interference from visual, spatial and kinaesthetic secondary tasks. *Applied Cognitive Psychology*, 12, 145-157.

*Campbell Mark<sup>1</sup>, MacIntyre Tadhg<sup>2</sup>, & Moran Aidan<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Department of Physical Education & Sport Sciences, University of Limerick, Ireland.

<sup>2</sup>School of Sports Studies, University of Ulster, Northern Ireland. <sup>3</sup>School of Psychology, University College Dublin, Ireland.

[mark.campbell@ul.ie](mailto:mark.campbell@ul.ie)

This paper aims to review and analyse current and existing research on the pre-shot routine in golf and critically provide a deeper understanding of this sport skill. Golf is an ideal natural laboratory for studying mental processes in action and there is an emerging body of research to draw upon. It has long been argued that the pre-shot routine in sport serves as a concentration tool for enhancing performance. An implicit assumption being that increasing the consistency of ones routine will lead to enhanced performance (Jackson, 2003). The current paper argues that the pre-shot routine should not serve as an automated procedure but rather function as a metacognitive skill essential in controlling and manipulating attentional focus of performers.

**Keywords:** Golf, Routines, Metacognition, Planning, Attention

## **INTRODUCTION**

The domain of competitive sport offers a rich and dynamic natural laboratory for the study of ‘motor cognition’ – or the study of how the mind plans and produces skilled actions and movements (Moran, 2009). Not surprisingly, therefore, there has been an upsurge of research interest by cognitive psychologists and neuroscientists in the cognitive mechanisms underlying athletic expertise (see Aglioti, Cesari, Romani, & Urgesi 2008; and Yarrow, Brown, & Krakauer, 2009). Ritualising behaviours in a sporting context is an increasingly popular strategy in elite and club sports and was popularised over three decades ago by the most successful golfer of all time, Jack Nicklaus. Psychologically, having consistent behavioural and cognitive patterns has been championed anecdotally and empirically to facilitate a consistent psychophysiological state, which is conducive to optimal performance (Boutcher, 1990; Crews, 1994). Unfortunately on reviewing the literature going back over 25 years one is struck by two issues. Firstly, we still know very little conceptually about the role, definition and purpose of the pre-shot routine. And secondly, most studies fail to demonstrate any actual outcome performance improvements (see Cohn, 1990; Cotterill, Sanders & Collins, 2010; Crews & Boutcher, 1986). With these issues unresolved the current paper aims to address conceptually the role and structure of the pre-shot routine and to try to understand where the strengths and merits of pre-shot routines lie.

## **DISCUSSION**

The existence of well-defined consistent routines in golf is without question and was first studied by Crews and Boutcher (1987). The contention, however, lies in the mechanisms underlying these behaviours. Recent research has shed some light on the cognitive and perceptual underpinnings of golf expertise (Campbell & Moran, 2005; Vickers, 2007; Vine, Moore, & Wilson, 2011). One such finding is the perception-action variable called ‘quiet eye’. This finding and others highlights the role and importance of the pre-shot routine in golf. The pre-shot routine, therefore, may serve to facilitate attention and motor control and to guide visual attentional planning and motor execution. This metacognitive process is arguably one of the most important facets of sporting expertise. The more intricate linking of perception and action brings a renewed focus onto the area of planning and pre-shot routines.

## CONCLUSION

Considering the latest empirical findings it is important to note that the role of the pre-shot routine in golf should be to manipulate and control attentional resources of performers so that they can adequately focus on motor or psychological schemata. This heightened understanding of the pre-shot routine and the cognitive mechanisms underlying it should allow the field as a whole to move away from the previously thought-of position of the pre-shot routine as a mindless automated process to one of great psychological importance requiring constant regulation and online attentional focus. Future research directions include implementing 'think-aloud protocols' during the routine to measure performers thinking as they undertake their routines prior to skill execution. Also measuring visual attention through the use of mobile eye-tracking during a routine and following up with performance or motor control measures should be an area of research focus. Finally an important question remaining to be answered is the following- does the pre-shot routine facilitate planning, decision-making and strategy or is it to augment performance through task-specific activation?

## BIBLIOGRAPHY

- Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M., & Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neuroscience*, 11, 1109–1116
- Campbell, M., & Moran, A.P. (2005). Measuring the perceptual abilities of golfers to judge slope in a virtual 3 dimensional environment. 11<sup>th</sup> Congres International de l'ACAPS, 26-28 October 2005 Paris. In N. Bengiugui, P. Fontayne, M. Desbordes, & B. Bardy (EDS). *Researches Actuelles En Sciences Du Sport*, 347-348, EDP Sciences
- Cohn, P.J. (1990). Performance routines in sport: Theoretical support and practical applications. *The Sport Psychologist*, 4, 301-312.
- Cotterill S.T., Sanders, R. & Collins, D. (2010). Developing effective pre-performance routines in golf: Why Don't we ask the golfer? *Journl of Applied Sport Psychology*, 22 (1), 51-64.
- Crews, D.J. (1994). Research based golf: From the laboratory to the course. In A.J. Cochran & Farrally (Eds), *Science and Golf 2: Proceedings of the 1994 World Scientific Congress on Golf* (p. 127-137). London- E & FN Spon.
- Crews, D.J. & Boutcher, S.H. (1986). The effect of structured preshot behaviours on beginning golf performance. *Perceptual and Motor Skills*, 62, 291-294.
- Moran, A. P. (2009). Cognitive psychology in sport: Progress and prospects. *Psychology of Sport & Exercise*, 10, 420-426.
- Vickers, J.N. (2007). *Perception, Cognition and Decision Training: the quiet eye in action* (ED). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Vine, S., Moore, S. & Wilson, M.R. (2011). Quiet eye training facilitates competitive putting performance in elite golfers. *Frontiers in Psychology*, 2 (8), 1-9.
- Yarrow, K., Brown, P., & Krakauer, J.W. (2009). Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nature Reviews- Neuroscience*, 10, 585-596.

Notre étude porte sur l'efficacité d'un entraînement par imagerie sur l'amélioration du service en tennis et sur l'apport additionnel de la dimension placebo. Nous avons ainsi testé, lors du service et de sa simulation mentale, l'apport de l'utilisation d'une raquette placebo identique en tous points à la raquette personnelle du joueur, mais présentée comme étant spécifiquement conçue pour améliorer ses performances. Les résultats montrent que l'imagerie, associée ou non à l'effet placebo, permet d'améliorer la précision et la régularité du service. Ces bénéfices sont accentués par le fait d'utiliser la raquette placebo, et l'analyse subjective de la qualité du service par les joueurs le confirme. Ces données démontrent l'importance relative de la dimension placebo et l'intérêt de son intégration dans la pratique.

**Keywords :** Imagerie Motrice, Effet Placebo, Tennis.

## INTRODUCTION

L'efficacité de l'imagerie motrice (IM) pour améliorer les performances est bien établie (Guillot & Collet, 2008 ; Schuster et al., 2011). Les bénéfices qu'elle procure sont particulièrement importants lorsque le travail porte sur une séquence motrice où il y a peu d'incertitudes. C'est le cas du service au tennis, seul coup qui ne dépend pas directement de l'adversaire. Une des limites majeures des protocoles expérimentaux évaluant l'apport de l'IM est l'absence de condition placebo (Cupal & Brewer, 2001). L'effet placebo désigne l'effet positif d'un traitement ou d'une intervention résultant uniquement de la confiance accordée par la personne en son efficacité. Si celui-ci a été abondamment étudié dans le domaine médical pour évaluer l'efficacité thérapeutique d'un traitement, quelques travaux récents ont évalué son influence dans le domaine sportif (Beedie & Foad, 2009; Bertram & Guadagnoli, 2008). À ce jour, aucune étude expérimentale n'a toutefois testé l'efficacité de l'IM en rapport direct avec l'utilisation d'un matériel sportif dans une condition placebo. La présente étude poursuivait donc un double objectif : confirmer l'efficacité d'un entraînement par IM sur l'amélioration du service en tennis et déterminer l'apport de l'utilisation d'une raquette placebo, identique en tous points à la raquette personnelle du joueur, mais présentée comme étant spécifiquement conçue pour lui permettre d'améliorer ses performances.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Vingt-deux joueurs de tennis de bon niveau (7 filles, âge moyen = 15 ans), pratiquant le tennis depuis plus de 6 ans en moyenne, ont participé à ce protocole. Ils ont été répartis en trois groupes (Imagerie, Placebo et Contrôle) homogènes en termes d'âge, taille, poids, classement, nombre d'heures d'entraînement hebdomadaire et nombre d'années de pratique. Par ailleurs, la capacité d'imagerie, évaluée à l'aide de la version révisée du Movement Imagery Questionnaire (Hall & Pongrac, 1997) était identique dans les 3 groupes. La procédure expérimentale a été décomposée en trois phases : pré-test, entraînement et post-test. Les pré et post-tests consistaient à effectuer 16 services (8 par diagonale). La consigne était de viser le "T", dans le but de faire un "ace". La vitesse du service a été enregistrée à l'aide d'un radar (SR3600, Sports-radar, Homosassa, FL, USA). Un score de précision a été attribué relativement au rebond de la balle dans le carré de service (5 points pour une zone de 0.5mx0.5m à partir du T, 3 points pour une zone de 1mx1m, et 1 point pour un rebond dans le reste du carré de service). La qualité gestuelle du service a également été identifiée « en aveugle » par deux experts à l'aide d'une grille de notation préalablement établie. Enfin, la qualité du service a été auto-évaluée par les athlètes à l'aide d'une grille similaire simplifiée. Les groupes Imagerie et Placebo ont suivi un entraînement au service pendant 6 semaines, à raison de 2 séances par semaine où ils alternaient 15 services réels et 15 services imaginés (1 diagonale par session). Ils combinaient imagerie visuelle interne et kinesthésique. Les joueurs du groupe Imagerie utilisaient leur raquette personnelle. Ceux du groupe Placebo utilisaient une nouvelle raquette, en réalité en tous points identique, mais présentée comme améliorée et

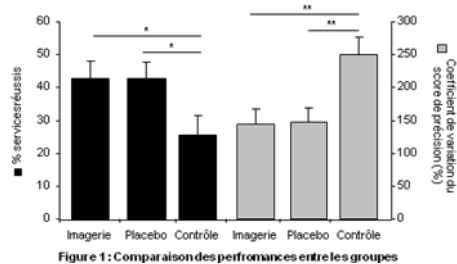


Figure 1 : Comparaison des performances entre les groupes

individualisée afin de favoriser les performances. Le groupe contrôle a effectué le même nombre de services et une activité neutre à la place de l'IM.

## RÉSULTATS

Les analyses de covariance montrent que les vitesses étaient plus élevées lors du post-test, mais sans différence entre les groupes. La hausse du ratio de services réussis ( $\eta^2=0.23$ ) était plus élevée dans les groupes Imagerie ( $42.6\pm 5.5\%$ ) et Placebo ( $42.8\pm 5.1\%$ ) que dans le groupe Contrôle ( $25.4\pm 6.0\%$  ;  $p=0.037$  et  $p=0.039$ ). De même, les coefficients de variation du score de précision étaient plus élevés ( $\eta^2=0.34$ ) pour les groupes Imagerie ( $145\pm 23\%$ ) et Placebo ( $147\pm 22\%$ ) que pour le groupe Contrôle ( $250\pm 27\%$  ;  $p=0.008$  et  $p=0.005$ ). Les scores de précision étaient de  $10.1 \pm 1.5$  points pour le groupe Imagerie,  $12.5\pm 1.5$  points pour le groupe Placebo et  $7.3\pm 1.6$  points pour le groupe contrôle, mais seul le groupe Placebo se différenciait du groupe Contrôle ( $\eta^2=0.24$  ;  $p=0.015$ ). L'analyse des évaluations par les experts n'a pas révélé de différences entre les groupes, alors que quatre items des questionnaires joueurs ont révélés des améliorations plus marquées dans les groupes Imagerie et Placebo que dans le groupe Contrôle (Continuité du mouvement -  $\eta^2=0.43$  ;  $p=0.002$  et  $p=0.003$ , Routine du service -  $\eta^2=0.51$  ;  $p=0.004$  et  $p\leq 0.001$ , Plan de frappe -  $\eta^2=0.55$  ;  $p\leq 0.001$  et  $p=0.001$ , et Centrage de la frappe -  $\eta^2=0.25$  ;  $p=0.05$  et  $p=0.022$ ). Enfin, de meilleurs scores ont été observés pour le groupe Placebo comparativement au groupe Contrôle (Rotation interne du bras lors de l'accompagnement -  $\eta^2=0.29$  ;  $p=0.011$ , Rythme global du service -  $\eta^2= 0.19$  ;  $p=0.035$ , et Visualisation avant le service -  $\eta^2= 0.20$  ;  $p=0.037$ ), ainsi que dans le groupe Placebo comparativement au groupe Imagerie (Hauteur du plan de frappe -  $\eta^2= 0.26$  ;  $p=0.02$ ).

## CONCLUSION

L'entraînement par IM a amélioré la précision et la régularité du service en tennis. L'absence d'effet sur la vitesse s'expliquerait par le niveau élevé des joueurs (marge de progression réduite) et par le fait que l'IM a un impact plus marqué sur les composantes techniques du mouvement (Olsson, Jonsson, & Nyberg, 2008). Les résultats valident également notre seconde hypothèse et démontrent l'importance relative de l'effet placebo. En effet, l'utilisation d'une raquette placebo a entraîné une amélioration plus marquée des performances par rapport à l'utilisation de l'IM seule, tant en précision qu'en régularité. L'analyse subjective faite par les joueurs confirme cet effet et confère une importance non négligeable aux convictions qu'ils attribuent à la qualité du matériel utilisé. La certitude de disposer d'une raquette plus efficace permettrait d'accroître leur confiance et ainsi de détourner l'anxiété liée à la qualité de leur service. Cette étude confirme les effets bénéfiques de l'IM pour améliorer la performance du service, et souligne l'interaction bénéfique du climat de confiance sur l'IM, générée par l'utilisation d'une raquette présentée comme plus performante.

## BIBLIOGRAPHIE

- Beedie, C.J., & Foad, A.J. (2009). The placebo effect in sports performance. A brief review. *Sports Medicine*, 39, 313-329.
- Bertram, C.P., & Guadagnoli, M.A. (2008). The effects of custom-fitted clubs versus "placebo" clubs on golf-swing characteristics. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 3, 93-98.
- Cupal, D.D., & Brewer, B.W. (2001). Effects of relaxation and guided imagery on knee strength, reinjury anxiety, and pain following anterior cruciate ligament reconstruction. *Rehabilitation Psychology*, 46, 28-43.
- Guillot, A., & Collet, C. (2008). Construction of the motor imagery integrative model in sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1, 31-44.
- Hall, C.R., & Martin, K.A. (2008). Measuring movement imagery abilities: a revision of the movement imagery questionnaire. *Journal of Mental Imagery*, 21, 143-154.
- Olsson, C.J., Jonsson, B., & Nyberg, L. (2008). Internal imagery training in active high jumpers. *Scandinavian journal of Psychology*, 49, 133-140.
- Schuster, C., Hilfiker, R., Amft, O., Scheidhauer, A., Andrews, B., Butler, J.A., Kischka, U. & Ettlin, T. (2011). Best practice for motor imagery: A systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Medicine*, in press.

La convergence des informations sensorielles au niveau du système nerveux central permet un traitement de l'information de manière globale. Le poids accordé à chacune des entrées sensorielles varie selon les situations et leur disponibilité. Le but de cette étude est de déterminer les différences inter et intra individuelles dans le poids accordé à ces informations sensorielles. 8 gymnastes ont réalisé un appui tendu renversé sur une plateforme de force de manière à enregistrer le déplacement de leur centre des pressions. Les résultats suggèrent que les repondérations sensorielles diffèrent selon les conditions sensorielles mais également selon les individus.

**Keywords:** ATR, intégration sensorielle, verticale subjective, posture, dépendance-indépendance au champ visuel.

## **INTRODUCTION**

Afin de maintenir ou modifier sa posture, l'être humain prélève des informations provenant de son environnement, et programme une réponse motrice en relation avec la tâche motrice à réaliser. La convergence de l'ensemble de ces informations sensorielles prélevées via les récepteurs sensoriels s'effectue au niveau du système nerveux qui possède la capacité de reconstituer ce flux informationnel d'une manière cohérente et favorise l'adaptation aux conditions changeantes d'une situation donnée notamment dans le cas où l'une des entrées sensorielles s'avère absente ou défaillante. Celle-ci se substituera à une autre entrée sensorielle afin de remplir la même fonction, le sujet va alors vicarier (Reuchlin, 1978).

Le poids accordé à chacune des entrées sensorielles varie selon les situations. Lors de l'absence de l'une d'entre elles, le cerveau procède à une repondération sensorielle (Oie, Kiemel & Jeka, 2002). Ainsi, lors d'un conflit sensoriel, le cerveau détermine quelle information lui semble la plus plausible. Il semblerait que généralement ce soit aux informations visuelles que le cerveau accorde le plus de crédibilité par rapport au système somato-sensoriel (Van der Kooij, Jacobs, Koopman & Van der Helm 2001).

Les données issues des travaux de Dichgans, Held, Young & Brandt (1972) et de Berthoz, Lacour, Soechting & Vidal (1979) mettent en avant le rôle prépondérant joué par la vision dans le maintien de l'équilibre. Par la suite, plusieurs études ont confirmé ce rôle important en appui tendu renversé (ATR) (Pozzo, 1989 ; Pozzo & Clément, 1988). En absence de vision, on observe des différences de performance dans la stabilité posturale selon la position de la tête du sujet (Asseman & Gahéry, 2005).

Le but de cette étude est de déterminer les différences inter et intra individuelles dans le poids accordé à ces informations sensorielles. Afin de déterminer la contribution d'une modalité sensorielle dans une tâche posturale, il est nécessaire de créer les conditions expérimentales permettant de perturber électivement la modalité sensorielle souhaitée. Si la vision semble avoir un rôle prépondérant, nous allons donc faire varier les conditions sensorielles selon différentes conditions de vision. De plus cette étude prend en compte la dépendance/indépendance au champ visuel dans le contrôle de la stabilité.

## **METHODE**

8 gymnastes âgées de 16 à 23 ans (m, SD) évoluant à un niveau interrégional et national ont participé volontairement à cette étude. Le test du cadre et du bâton de type Oltman (Oltman, 1968) a été utilisé pour mesurer le degré de dépendance/indépendance des gymnastes à l'égard du champ visuel (Witkin, 1948). Les sujets ont ensuite produit l'appui tendu renversé dans différentes conditions sensorielles combinées.

Chaque modalité sensorielle perturbée - i) ATR sur une mousse, ii) sans bruit, iii) avec bruit blanc spatialisé, iv) avec ancrage visuel modifié - est réalisée dans 4 conditions visuelles différentes : i) normale, ii) avec lunettes floues, iii) avec lunettes noires, iv) les yeux fermés. Toutes ces conditions sont réalisées 2 fois de manière aléatoire.

Les oscillations du sujet en ATR ont été mesurées grâce au déplacement du centre des pressions mesurées par 1 plateforme de force Satel à une fréquence de 40 Hertz.

## RESULTATS

Les résultats sont basés sur 2 indicateurs de la stabilité posturale : la durée de l'appui tendu renversé ainsi que l'amplitude des déplacements (surface de l'ellipse).

Les premiers résultats montrent une différence significative entre les 4 conditions visuelles. Pour tous les sujets, c'est en condition de vision avec lunettes floues que la durée de l'appui tendu renversé est la plus basse. De plus quelques soient les conditions de vision, c'est en condition sans bruits que les gymnastes ont les durées d'appui tendu renversé les plus élevées.

## DISCUSSION

Les premiers résultats semblent confirmer l'idée que lors d'une perturbation sensorielle, le cerveau décide quels sont les informations les plus plausibles. Lorsque le sujet a les yeux fermés ou les lunettes noires le cerveau sait que les informations visuelles ne sont pas disponibles et se focalise sur les autres informations disponibles, alors que lorsque le sujet porte les lunettes floues, la lumière traverse les lunettes et pourrait ainsi inciter le cerveau à utiliser les informations visuelles alors qu'elles ne sont pas disponibles.

## REFERENCES

- Asseman, F. & Gahéry, Y. (2005). Effect of head position and visual condition on balance control in inverted stance. *Neuroscience Letters*, 375, 134-137.
- Berthoz, A., Lacour, M., Soechting, J. F., & Vidal, P. P. (1979). The role of vision in the control of posture during linear motion. *Progress in brain research*, 50, 197-209.
- Dichgans, J., Held, R., Young, L. R., & Brandt, T. (1972). Moving visual scenes influence the apparent direction of gravity. *Science*, 178, 1217-1219.
- Gurfinkel, V. S., & Levik YuS. (1979). Sensory complexes and sensomotor integration. *Human physiology*, 5(3), 269-81.
- Oie, K. S., Kiemel, T. & Jeka, J. J. (2002). Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. *Cognitive Brain Research*, 14, 164-176.
- Oltman P. K. (1968). A portable rod-and-frame apparatus, *Perceptual and Motor Skills*, 26, 503-506.
- Pozzo, T. (1989). Etude du contrôle sensorimoteur d'un équilibre de luxe l'appui tendu renversé. Mémoire pour le diplôme de l'Institut National du Sport et de l'Education Physique. Institut National du Sport et de l'Education Physique.
- Pozzo, T., & Clément, G. (1988). Application de la stabilométrie à l'étude des mécanismes moteurs d'une figure acrobatique: l'appui tendu renversé. *Science & Sports*, 3, 173-180.
- Reuchlin, M. (1978). Processus vicariants et différences interindividuelles. *Journal de Psychologie*, 2, 133-145.
- Van der Kooij, H., Jacobs, R., Koopman, B. & Van der Helm, F. (2001). An adaptive model of sensory integration in a dynamic environment applied to human stance control. *Biological Cybernetics*, 84, 103-115.
- Witkin, H. A. & Asch, S. E. (1948) Studies in space orientation. III. Perception of the upright in the absence of a visual field. *Journal of Experimental psychology*, 38, 603-614.

O90- L'intégration multisensorielle stabilise les coordinations rythmiques.

Zelic G., Lagarde J., Mottet D.

Movement to Health (M2H), Université Montpellier-1  
gregory.zelic@univ-montp1.fr

Comment les informations relayées simultanément par différentes modalités sensorielles sont-elles intégrées à une coordination motrice ? Nous nous sommes intéressés au phénomène d'intégration multisensorielle en nous focalisant sur l'interaction audio-tactile lors de tâches de coordination motrice. Deux études comportementales (coordination bimanuelle et jonglage à 3 balles) montrent un gain de stabilité en condition multimodale audio-tactile.

**Mots clefs** : intégration multisensorielle, interaction audio-tactile, coordination rythmique

This research was supported by SKILLS IP, an Integrated Project (FP6-IST contract #035005) of the Commission of the European Community.

## INTRODUCTION

Nous nous intéressons aux propriétés comportementales de l'intégration audio-tactile. L'impact d'un stimulus tactile sur une tâche motrice reste discuté entre discrimination augmentée et atténuation sensorimotrice (Voss et al., 2005). A partir de tâches de détection et de localisation de stimuli, les études sur les interactions bimodales ont par ailleurs montré l'amélioration de performance générée par les mécanismes d'intégration multisensorielle (Stein and Stanford, 2008). Nous étudierons le transfert de ce potentiel gain de performance à une habileté de coordination motrice dans le cadre de l'interaction audio-tactile.

## ETUDE 1 : EVIDENCE COMPORTEMENTALE DE L'INTEGRATION MULTISENSORIELLE

En augmentant la fréquence de mouvement, le mode de coordination en antiphase, à un seuil critique donné, perd de sa stabilité et laisse place à un autre mode de coordination (Haken et al., 1985). Nous utilisons ce paradigme pour tester l'hypothèse de la stabilisation d'un mode de coordination par une stimulation audio-tactile.

Méthode : 8 participants ont réalisé des mouvements oscillatoires avec leurs index dans un mode de coordination initial en antiphase (mouvements opposés des doigts réalisés simultanément), en synchronisant leur mouvement avec un métronome auditif (0.08 s, 300 Hz), tactile (0.08 s, 300 Hz, fixés sur la pulpe de chaque auriculaire) ou audio-tactile. La fréquence du métronome augmentait de 1 Hz à 2.8 Hz par incrément de 0.2 Hz, chaque palier durant 10 secondes.

Les instructions spécifiaient de garder les yeux fermés, et de ne pas intervenir si le mode de coordination de départ (en antiphase) changeait, mais de continuer avec le mode le plus confortable à la fréquence du métronome.

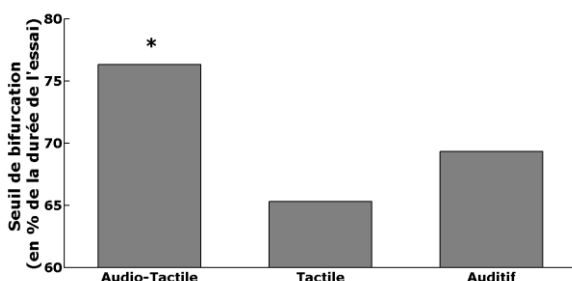


Figure 1: durée (%) pendant laquelle le mode de coordination antiphase est maintenu

*Résultats*: L'étude montre des fréquences critiques significativement plus élevées dans le cas d'un métronome externe audio-tactile que dans celui de ses composantes unisensorielles (Figure 1,  $F_{8,56} = 7.08$ ,  $p < 0.01$ ). L'interaction audio-tactile permet donc une stabilisation plus efficace du mode de coordination en antiphase.



## ETUDE 2 : APPLICATION AU JONGLAGE

Le jonglage se caractérise par une prise d'information multisensorielle à dominante visuelle et par une spécificité multifréquentielle (Huys et al., 2003). Les trajectoires des balles et les cycles des mains sont des composantes au cœur de cette coordination sophistiquée. Nous avons choisi d'associer un métronome spécifique, respectivement auditif et tactile, à chacune de ces composantes.

Nous testons la diminution de variabilité du pattern de jonglage selon la (les) modalité(s) sensorielle(s) des métronomes.

*Méthode* : les métronomes auditif, tactile, et audio-tactile, ont été présentés à 7 jongleurs de niveau intermédiaire réalisant une tâche de jonglage (Figure 2). Sur la base d'un essai préalable pour chaque participant, le métronome tactile (0.08 s, 100 Hz, fixés sur chaque poignet) procurait une information de fréquence des mains tandis que le métronome auditif (0.08 s, 300 Hz) procurait une information de fréquence des balles. Le rapport de fréquence balles/mains était donc de 1/3.

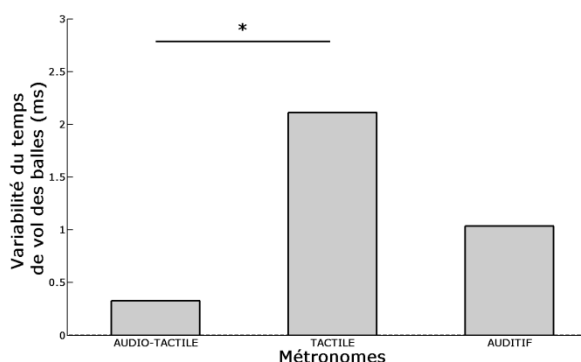


Figure 3: moyenne de variabilité inter-sujet du temps de vol des balles (ms)

## CONCLUSION

Les deux études montrent que l'intégration de la perception audio-tactile avec le mouvement permet une amélioration de la coordination motrice. Une stimulation bi-informationnelle, portée par des modalités sensorielles différentes, réduit la variabilité comportementale des coordinations complexes, même dans le cas très contraint du jonglage.

Ces résultats offrent entre autre des perspectives à l'utilisation d'une information tactile ajoutée, par le choix de paramètres pertinents et en conjonction avec une information auditive.

## BIBLIOGRAPHIE

- Haken H, Kelso JA, Bunz H (1985) A theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biol Cybern* 51: 347-356
- Huys R, Daffertshofer A, Beek PJ (2003) Learning to juggle: on the assembly of functional subsystems into a task-specific dynamical organization. *Biol Cybern* 88: 302-318
- Stein BE, Stanford TR (2008) Multisensory integration: current issues from the perspective of the single neuron. *Nat Rev Neurosci* 9: 255-266
- Voss M, Ingram JN, Haggard P, Wolpert DM (2005) Sensorimotor attenuation by central motor command signals in the absence of movement. *Nat Neurosci* 9: 26-27

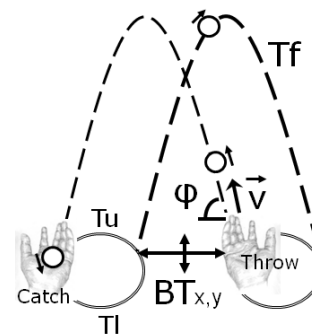


Figure 2: jonglage « en cascade » dans le plan frontal et variables descriptives temporelles et spatiales associées.

*Résultats* : L'étude montre que le métronome multimodal conduit à une plus forte stabilisation du temps de vols des balles que les métronomes unimodaux (Figure 3,  $F_{4,24} = 3.6$ ,  $p < 0.05$ ). Le métronome multimodal fournit une information sur la fréquence de chaque composante, par conséquent plus riche que celle apportée par les métronomes unimodaux. Ce résultat souligne que les deux informations de tempo, relayées spécifiquement par les modalités tactile et auditive, ont été effectivement intégrées de manière à conduire à ce gain de stabilité observé dans le cas du métronome multimodal.

## ***Biomécanique***

O91-La relation moment-vitesse angulaire revisitée en flexion dorsale: moment résultant, antagoniste et agoniste

*Billot Maxime<sup>1,2</sup>, Yves Ballay<sup>1</sup>, Martin Alain<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> INSERM U887 Motricité-Plasticité, Université de Bourgogne – <sup>2</sup> Movement to Health Laboratory, Université Montpellier 1  
maxime.billot2@gmail.com

Le moment de force enregistré à la périphérie du système est un moment résultant de l'activité agoniste et antagoniste. En condition dynamique, lorsqu'un muscle est actif en condition concentrique son antagoniste est actif en excentrique et inversement. Le moment antagoniste peut donc avoir un impact mécanique différent selon son mode de sollicitation. Notre étude, via une méthode par bio-feedback, montre que la relation moment-vitesse angulaire est significativement affectée par le moment antagoniste. Les muscles antagonistes à la flexion dorsale apparaissent produire un moment significativement plus important lorsqu'ils sont sollicités en mode excentrique et isométrique qu'en concentrique.

## **INTRODUCTION**

Le moment de force exercé à une articulation est la résultante de l'action de l'ensemble des muscles croisant l'articulation et des structures passives autour de l'articulation. Plus spécifiquement, lors d'une contraction maximale volontaire (CMV), il a été démontré une activation simultanée des muscles agonistes à un niveau maximal et des muscles antagonistes à un niveau sous-maximal (Kellis, 1998). Dès lors, le moment recueilli par ergométrie est un moment résultant de l'action mécanique des muscles agonistes et antagonistes. Lors de précédentes études il a été montré que le moment antagoniste produit par les muscles du triceps surae réduit de façon considérable le moment produit par les fléchisseurs dorsaux en condition isométrique (Billot et al., 2010). En condition dynamique, il est généralement admis que le moment résultant maximal est plus important en condition excentrique que concentrique. Néanmoins, lorsqu'un groupe musculaire agoniste est contracté en mode concentrique, son antagoniste est contracté en mode excentrique, et inversement. C'est pourquoi, le but de notre étude est de définir l'impact mécanique des muscles antagonistes à la flexion dorsale selon trois modalités de contractions.

## **METHODE**

Onze jeunes adultes (~27 ans) ont participé à l'étude, lors de laquelle ils ont effectué des efforts maximaux en flexion dorsale et des efforts sous-maximaux en flexion plantaire. Quel que soit le mode d'action musculaire lors des contractions, les activités électromyographiques (EMG) du muscle tibialis anterior et des muscles soleus, gastrocnemius medialis et gastrocnemius lateralis (i.e., triceps surae) ont été simultanément recueillies à une fréquence de 2000 Hz. En condition isométrique, la cheville a été placée à un angle de 90° correspondant à la position neutre 0° dans cette étude. En condition dynamique, les CMV ont été réalisées à une vitesse de  $-10^{\circ} \cdot s^{-1}$  (condition excentrique) et de  $+10^{\circ} \cdot s^{-1}$  (condition concentrique) sur une plage angulaire de 30° (-15° en flexion dorsale et +15° en flexion plantaire). Afin de déterminer le moment produit par les muscles antagonistes, nous avons utilisé la méthode de bio-feedback préalablement validée en condition isométrique (Billot et al., 2010). Lors des efforts maximaux en flexion dorsale, l'activité EMG du triceps surae a été enregistrée puis placée comme ligne cible via un feedback visuel face au participant. Il a ensuite été demandé au participant de produire une flexion plantaire correspondant à ce niveau d'activité EMG. Le moment produit à ce niveau d'activité EMG est alors considéré comme étant le moment antagoniste des fléchisseurs plantaires lors d'une CMV en flexion dorsale. Suite à une CMV en condition excentrique en flexion dorsale, il a été demandé au participant d'effectuer une flexion plantaire en mode concentrique. De la même façon, suite à une CMV en mode

concentrique en flexion dorsale, il a été demandé au participant d'effectuer une flexion plantaire en mode excentrique.

## RESULTATS

Nos résultats mettent en évidence un effet significatif du mode d'action ( $p < 0.001$ ), un effet significatif du moment antagoniste sur la CMV ( $p < 0.001$ ) et une interaction significative mode d'action x moment antagoniste ( $p < 0.001$ ). L'analyse post hoc nous permet de montrer que la CMV résultante en mode concentrique est significativement inférieure aux CMV résultantes en mode isométrique et excentrique ( $p < 0.001$ ), alors qu'aucune différence significative n'est observée entre la CMV résultante excentrique et isométrique ( $p > 0.05$ ). Au niveau du moment produit par le triceps surae (antagoniste), nos résultats montrent que le moment produit lorsque les muscles antagonistes sont en mode excentrique et isométrique est significativement plus important que lorsque les muscles antagonistes sont en mode concentrique ( $p < 0.001$ ). Aucune différence significative n'est observée sur le moment antagoniste en mode isométrique et excentrique. Par conséquent, nos résultats montrent que la CMV agoniste isométrique est significativement plus importante que les CMV en mode concentrique et excentrique ( $p < 0.001$ ). Cependant aucune différence significative n'est observée entre la CMV agoniste en mode excentrique et concentrique ( $p > 0.05$ ).

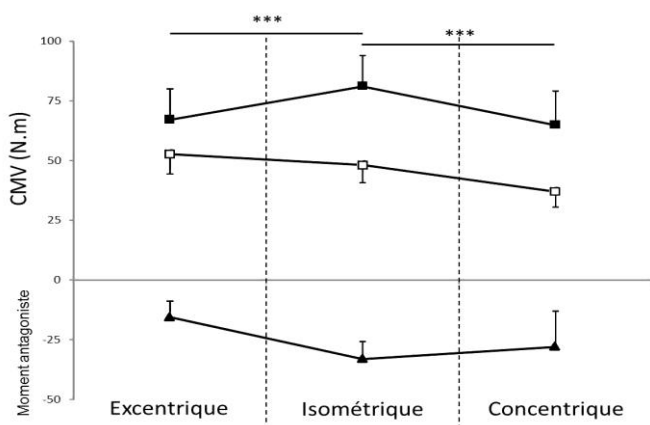


Figure 1. Relation moment-vitesse angulaire en mode excentrique, isométrique et concentrique en flexion dorsale maximale résultante (■) et agoniste (□); ainsi que le moment antagoniste produit par les fléchisseurs plantaire (▲). \*\*\* différence significative,  $p < 0.001$ .

## DISCUSSION

Notre étude permet de confirmer que le moment antagoniste produit par les fléchisseurs plantaire a un impact significatif sur le moment produit en flexion plantaire maximale quel que soit le mode d'action musculaire. Il apparait également que le mode d'action va influencer sur le moment produit par les muscle antagoniste avec un moment en concentrique plus faible que ceux en excentrique et isométrique. Par ailleurs, le moment antagoniste modifie significativement la relation moment-vitesse angulaire et montre aucune différence significative entre la CMV produit en mode excentrique et concentrique. Par conséquent, la moindre efficacité largement avancé dans la littérature en contraction concentrique par rapport à la contraction excentrique (Dudley et al., 1990) semble être en grande partie due au moment produit pas les muscles antagonistes lors d'un effort maximal en flexion dorsale.

## RÉFÉRENCES

- Billot M, Simoneau E, Van Hoecke J and Martin A (2010). Coactivation at ankle joint is not sufficient to estimate agonist and antagonist mechanical contribution. *Muscle Nerve*. Apr; 41 (4): 511-8.
- Dudley GA, Harris RT, Duvoisin MR, Hather BM, Buchanan P. Effect of voluntary vs. artificial activation on the relationship of muscle torque to speed. *J Appl Physiol*. 1990 Dec;69(6):2215-21.
- Kellis E. Quantification of quadriceps and hamstring antagonist activity. *Sports Med* 1998;25(1):37-62

## O92- Effects of eccentric and plyometric trainings on Achilles tendon mechanical properties

Alexandre Fouré, Antoine Nordez & Christophe Cornu

Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (MIP), EA 4334, Université of Nantes  
[alexandre.foure@univ-nantes.fr](mailto:alexandre.foure@univ-nantes.fr)

Tendons are able to change their mechanical properties by several adaptative mechanisms in response to chronic training. The aim of eccentric contraction is to store and then to dissipate potential elastic energy, while during plyometric actions the energy is restituted during a concentric contraction. This difference could lead to specific adaptations in tendon stiffness and dissipative properties. The effects of fourteen weeks of standardized eccentric and plyometric trainings on Achilles tendon stiffness and dissipative properties were assessed. No significant change in Achilles tendon mechanical properties was found after eccentric training ( $P > 0.05$ ) while plyometric training increased tendon stiffness and reduced dissipation capacity of the tendon ( $P < 0.05$ ). These specific adaptations of Achilles tendon mechanical properties to eccentric and plyometric training are discussed and appeared to be consistent with functional implication of Achilles tendon in both eccentric and plyometric actions.

**Keywords:** Tendon, Eccentric training, Plyometrics, Stiffness, Dissipative properties.

### INTRODUCTION

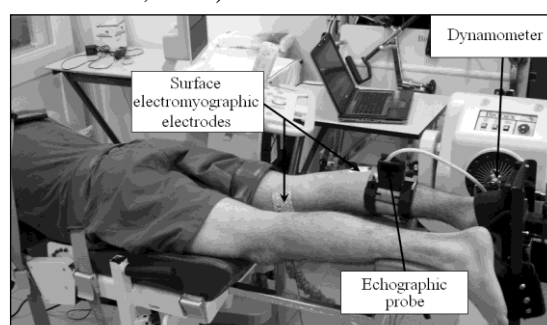
Tendons are able to change their mechanical properties by several adaptative mechanisms in response to mechanical stress (Wang, 2006). Within these mechanical properties, the tendon stiffness has been of particular interest. In contrast and surprisingly, changes in dissipative properties of the tendon have received lower attention in the literature. It is generally thought that when tissues are too stiff, they cannot absorb sufficient energy associated with loading, and subsequently are more likely to be injured (McNair and Stanley, 1996). It has also been shown that for optimal performance in gait activities, tendon stiffness is important (Kubo et al., 2007), as it directly affects elastic energy storage-recoil processes and muscular tension transmission (Komi, 1992). The difference in use of elastic energy by the tendon during eccentric and plyometric actions (i.e., dissipation and recoil respectively) could induce different adaptations in tendon mechanical properties. Effects of plyometric training on mechanical properties of tendon were already assessed in a previous study (Fouré et al., 2010). The aim of the present study was then to determine effects of 14 weeks of eccentric training on mechanical properties of the Achilles tendon and to compare qualitatively adaptations induced by both eccentric and plyometric trainings.

### METHODS

Twenty-six males were assigned to the eccentric (ECC,  $n = 11$ ) and control group (CONT,  $n = 15$ ) and were tested before and after the 14 weeks of training. Eccentric training protocol were standardized and designed from previous studies (Mahieu et al., 2008; Fouré et al., 2010).

Subjects were lying prone with thighs, hips and shoulders secured by adjustable lap belts and held in position. The linear array probe mounted on an externally fixed bracket was strapped onto the skin of subjects to obtain longitudinal ultrasonic images of the distal myotendinous junction of the medial *gastrocnemius* (Figure 1).

The stiffness and dissipative properties of the Achilles tendon were determined during a constant increase in isometric torque in plantar flexion, from a relaxed state to 90% of MVC within 5 s, followed by a constant decrease in isometric torque, from 90% of MVC to the rest state within 5 s. The tendon stiffness ( $S_{AT}$ ) was calculated as the slope of the tendon force-length relationship between 50% and 90% of the MVC. Areas under loading and unloading curves were calculated and represent the potential elastic energy stored and recoiled energy respectively. From these parameters, a dissipation coefficient (DC) was calculated (Fouré et al., 2010). Two-way multivariate analyses of variance (ANOVA) (group  $\times$  time) were performed to assess the statistical significance of changes in mechanical parameters.



**Figure 1:** Subject position during isometric contraction.

## RESULTS AND DISCUSSION

A significant increase of 24.1% in  $S_{AT}$  was found for the plyometric group (PLYO, n=9) (Fouré et al., 2010). No change in  $S_{AT}$  was found for ECC and CONT groups ( $P > 0.05$ ) (Table 1). Effects of eccentric and plyometric trainings on tendon stiffness were similar to previous studies (Kubo et al., 2007; Fouré et al., 2010). In the present study no significant change was shown for ECC and CONT groups ( $P < 0.05$ , Table 1) while a decrease of 35.0% in DC was determined for PLYO group (Fouré et al., 2010).

**Table 1:** Mean values of the Achilles tendon stiffness ( $S_{AT}$ ) and dissipative coefficient (DC) for eccentric (ECC), plyometric (PLYO) and control (CONT) groups. Mean  $\pm$  standard deviation.

|                 | ECC              |                   | PLYO             |                     | CONT              |                   |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
|                 | Pretest          | Posttest          | Pretest          | Posttest            | Pretest           | Posttest          |
| $S_{AT}$ (N/mm) | 215.8 $\pm$ 55.0 | 251.1 $\pm$ 109.2 | 224.7 $\pm$ 92.2 | 284.3 $\pm$ 139.0 * | 265.5 $\pm$ 143.2 | 259.9 $\pm$ 129.9 |
| DC (%)          | 27.8 $\pm$ 13.7  | 26.3 $\pm$ 11.2   | 36.9 $\pm$ 11.3  | 23.6 $\pm$ 9.3*     | 32.4 $\pm$ 12.7   | 34.7 $\pm$ 13.6   |

Significant change between pretest and posttest: \* $P < 0.05$ .

Plyometric training enhances the muscular tension transmission *via* an increase in tendon stiffness and a decrease in DC. Thus, long-term plyometric training induced changes in mechanical properties of tendinous structures, which improve muscle tension transmission and the storage-recoil of elastic energy, but may also increase the risk of muscle or tendon injuries. In contrast, eccentric exercises, which are highly used in strength and rehabilitation programs, seem to be a more secure manner to increase muscular strength and, in the same time, protect muscle and tendon structures from injuries though an upward trend in  $S_{AT}$  and non change in DC.

## CONCLUSIONS

In spite of the high stress imposed to tendon during eccentric exercises, the lack of change in tendon mechanical properties (i.e.,  $S_{AT}$  and DC) could contribute to protect tendon and muscle structures. Plyometric training enhances the muscular tension transmission through an increase in stiffness and a reduction in energy dissipated by the tendon. Specific adaptations of mechanical properties of Achilles tendon after 14 weeks of plyometric and eccentric training have a major effect in functional behaviour in both clinical interventions and physical activities.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Grants from the AFM (Association Française contre les Myopathies, Grant n° 13923), Nantes Métropole and RSPDL network (Recherche et Sport en Pays de la Loire).

## REFERENCES

- Fouré, A., Nordez, A., Cornu, C. (2010). Plyometric training effects on Achilles tendon stiffness and dissipative properties. *J Appl Physiol*, 109, 849-54.
- Komi, P.V. *Stretch Shortening Cycle*. London, UK: Blackwell Science, 1992
- Kubo, K., Morimoto, M., Komuro, T., Yata, H., Tsunoda, N., Kanehisa, H., Fukunaga, T. (2007). Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. *Med Sci Sports Exerc*, 39, 1801-10.
- Mahieu, N.N., McNair, P., Cools, A., D'Haen, C., Vandermeulen, K., Witvrouw, E. (2008). Effect of eccentric training on the plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Med Sci Sports Exerc*, 40, 117-23.
- McNair, P.J., Stanley, S.N. (1996). Effect of passive stretching and jogging on the series elastic muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. *Br J Sports Med*, 30, 313-7, discussion 318.
- Wang, J.H. (2006). Mechanobiology of tendon. *J Biomech*, 39, 1563-82.

O93- Etude de la répartition des forces à l'interface main - objet: Influence du diamètre

*Jérémy Rossi<sup>1-2</sup> Laurent Grélot<sup>1</sup> Charlie Barla<sup>2</sup> Eric Berton<sup>1</sup> et Laurent Vigouroux<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Institut des sciences du mouvement Etienne Jules Marey, UMR 6233, Université Méditerranée, Marseille, France

<sup>2</sup> Oxyrane Research, Villeneuve d'Ascq Cedex, France.

[jeremy.rossi@etumel.univmed.fr](mailto:jeremy.rossi@etumel.univmed.fr)

Ce travail a pour objectif de mesurer et analyser l'influence du diamètre de l'objet manipulé sur la répartition des forces à l'interface main – manche lors d'une tâche de power-grip. Un dispositif expérimental combinant une mesure de la force de préhension et un capteur de pression a été utilisé pour étudier la répartition des forces exercées par les différentes zones anatomiques de la main (phalanges, pouces, paumes, etc.). Les résultats démontrent tout d'abord l'existence d'une relation entre la force de préhension et le ratio longueur main / diamètre de l'objet. De plus, il a également été mis en évidence une influence de la taille de l'objet sur la répartition des forces exercées dans la main.

**Mots clés :** Tâche de power grip ; Répartition des forces ; Taille de grip ; Force ; Préhension.

## **INTRODUCTION**

Le tennis-elbow (T.E.) touche environ 40 à 50% des pratiquants de tennis et également un grand nombre de travailleurs exerçant des métiers manuels. Pour cette pathologie, la force de préhension et la répétition de la tâche sont considérées comme les principales causes d'apparition (Haahr, 2007). Le diamètre de l'outil pris en main a été identifié comme étant un facteur prépondérant pour la capacité maximale de force de serrage (Kong & Lowe, 2003). Cependant, la littérature présente un manque de connaissance concernant la quantification et la localisation des forces exercées à l'interface main-manche. Ces informations sont néanmoins nécessaires pour comprendre le fonctionnement biomécanique de la main et l'amélioration des outils destinés au travail manuel. L'objectif de ce travail consiste à mesurer et analyser l'influence du diamètre de l'objet manipulé sur la répartition des forces à l'interface main – manche lors d'une tâche de power-grip.

## **MATERIEL ET METHODE**

14 sujets masculins ont réalisé trois répétitions de force maximale volontaire (FMV) pour cinq tailles de manche (28, 33, 38, 43 et 48mm). La mesure de la répartition des forces a été réalisée à l'aide d'un dispositif combinant un capteur de force (Sixaxes, type EC2-6) ainsi qu'un capteur de pression (Tekscan, type 3200). La main a été divisée en quatre zones anatomiques : phalanges distales (P3), phalanges proximales et inter-phalangiennes des doigts longs (P1+P2), la paume et le pouce. Une ANOVA un facteur (taille de grip) a été utilisée pour tester l'influence de ce facteur sur la répartition des forces. Un test Post-Hoc a été utilisé lorsque le niveau de significativité ( $p < .05$ ) était atteint.

## **RESULTATS**

Nos résultats ont permis de mettre en évidence une relation classique en « U » inversé entre la taille du manche et la force de préhension. L'analyse statistique révèle que le diamètre 33mm permet d'exercer le maximum de force. De plus, nos résultats montrent l'existence d'une relation entre la longueur de la main des sujets et la force de serrage. Plus précisément, le diamètre permettant d'exercer le maximum de force correspondait à 18% de la longueur de main des sujets ce qui est un résultat inédit (figure 1).

L'analyse des données montre également une influence du diamètre sur la répartition des forces au niveau de chaque zone anatomique (figure 2). Les résultats montrent que les phalanges distales sont plus sollicitées pour un diamètre de 33mm que pour une taille plus grande ou plus petite.

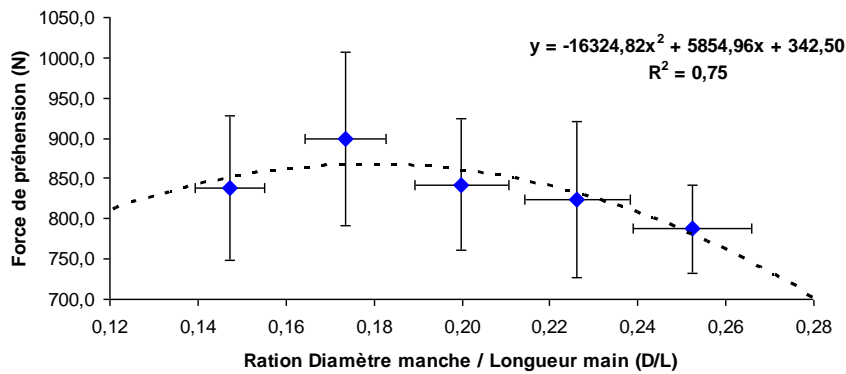


Figure 17 : Relation entre la FMV (N) en fonction du ratio entre le diamètre de l'objet et la longueur de main des sujets.

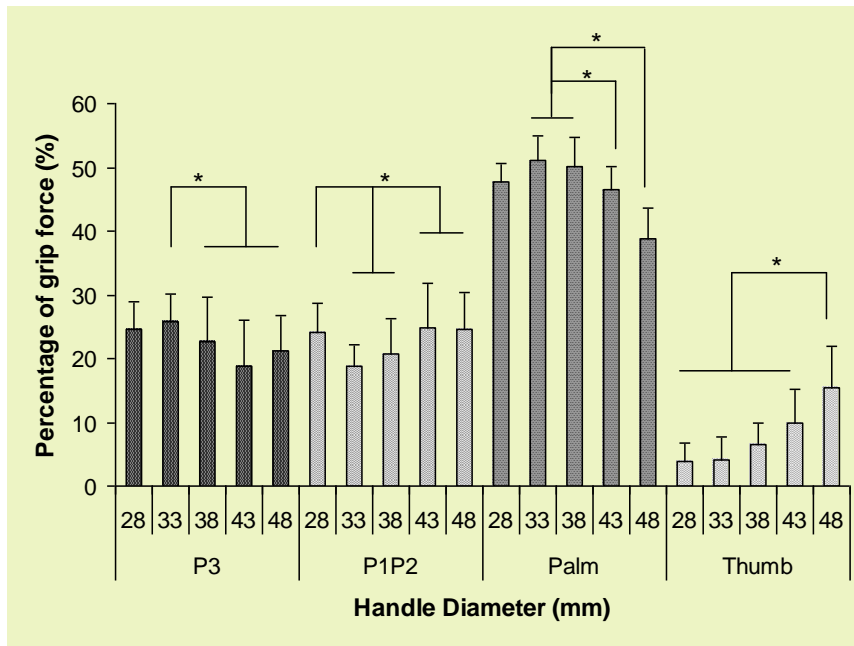


Figure 2 : Influence du diamètre de l'objet sur la répartition des forces dans la main.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Ce travail a permis d'identifier un diamètre optimal de manche en fonction de la taille de main des sujets. D'un point de vue applicatif, ce diamètre optimal semble également l'être pour une tâche de tennis. En effet, il a pu être montré dans une précédente expérimentation que la perte de force de préhension a pu être limitée en comparaison avec des diamètres plus grand et plus petit au cours d'un match simulé de tennis. A notre connaissance, cette étude est la première à décrire la répartition des forces exercées dans la main lors d'une tâche de power grip. De manière intéressante on observe que la force appliquée par le bout des doigts est similaire à celle exercée par les phalanges proximales et médiales des doigts. De plus, on observe un changement dans la répartition des forces avec l'augmentation du diamètre. Le pouce par exemple est de plus en plus sollicité. Ceci peut notamment s'expliquer par le fait que le pouce agit davantage comme une pince pour les diamètres importants en comparaison au petit diamètre. Ces observations peuvent s'avérer utile pour les ergonomes et les biomécaniciens.

## RÉFÉRENCES

- Haahr J.P. (2003). Physical and psychosocial risk factors for lateral epicondylitis: a population based case-referent study. *Occupational and Environmental Medicine*, 5, 322-329.
- Kong Y.K., Lowe B.D. (2005). Optimal cylindrical handle diameter for grip force tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, 495-507.



O94-Etude des relations entre les scores à la Wheelchair Skill Test et des épreuves de performance chez des utilisateurs quotidiens de fauteuils roulant manuels.

Raphaël Zory<sup>1</sup>, Nicolas Pinsault<sup>1</sup>, François<sup>2</sup>, Didier Pradon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GRCTH (EA 449), CIC-IT 805, UVSQ, France, <sup>2</sup> CIRRI, Québec, Canada

[raphael.zory@UVSQ.fr](mailto:raphael.zory@UVSQ.fr)

L'objectif de cette étude était de déterminer les relations existantes entre le score à la Wheelchair Skill Test (WST) et des tests de performance en fauteuil roulant manuel. 40 sujets paraplégiques et utilisateurs quotidiens de fauteuils roulant manuels ont été testés. Ils ont commencé par passer la WST, puis ils ont effectué une série de test de performance en fauteuil roulant. 18 sujets ont repassé les épreuves 1 à 2 semaines plus tard afin d'évaluer la fiabilité test-retest. Les résultats montrent des corrélations élevées entre les scores à la WST et les performances des sujets, mais ces corrélations sont très faibles et non significative lorsque l'on s'intéresse qu'aux sujets ayant les plus hauts niveaux d'expertise. Ainsi, la WST est performante pour discriminer des sujets avec un faible niveau d'expertise mais beaucoup moins à des niveaux de performance supérieurs.

**Mots clé:** paraplégiques, vitesse maximale, slalom, corrélation, test-retest

## INTRODUCTION

Il y a quelques années, le conseil européen estimait à plus de 2.5 million le nombre de personnes, dans le monde, atteintes d'une blessure médullaire et des études récentes montrent clairement que ce chiffre est en constante augmentation (Hagen et al. 2009). Pour un certain nombre de ces patients, la capacité motrice et physique à utiliser un fauteuil roulant manuel (FRM) est un élément déterminant pour conserver une mobilité, une autonomie et une qualité de vie quotidienne acceptable. Dans la littérature scientifique, il existe plusieurs outils permettant d'évaluer les habiletés motrices en FRM (ex: Routhier et al. 2003). L'échelle appelée « Wheelchair Skill Test » (WST) initialement développée par Kirby et al. (2002) et révisée à maintes reprises depuis, présente l'avantage d'évaluer les habiletés dans les activités de la vie quotidienne et d'être un standard dans la discipline. Cependant, les utilisateurs de cette échelle (cliniciens, paramédicaux et handisport) soulignent souvent le faible pouvoir discriminant de cette échelle, mais aucune étude scientifique n'a vraiment cherché à le vérifier. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude était de 1) déterminer les relations existantes entre le score à la WST et des tests de performance en FRM, 2) vérifier que ces relations sont indépendantes du niveau d'expertise, 3) vérifier la validité test-retest des tests de performance utilisés.

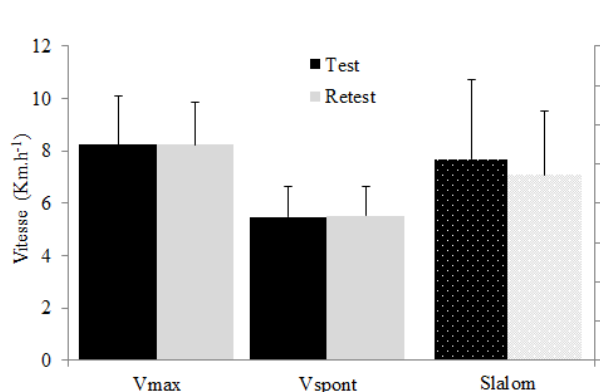
## METHODE

40 sujets blessés médullaires ont été inclus dans l'expérimentation : 30 hommes et 10 femmes. 18 sujets étaient classifiés comme paraplégique bas (lésion entre T10-L3), 15 paraplégiques hauts (T1-T9) et 7 tétraplégiques (C6-C7). Les sujets ont commencé par passer le WST (Version 3.2). Ce test a été administré aux patients selon les instructions du guide développé par le programme d'habileté en fauteuil roulant de l'université Dalhousie (Kirby et al. 2002). Immédiatement après tous les patients ont passé une série de test de performance en FRM. Le premier test était une quantification de leur vitesse maximale ( $V_{max}$ ; km.h<sup>-1</sup>) sur une distance de 20 mètres. Trois essais ont été effectués et seul le plus rapide a été conservé. Ensuite, les sujets ont effectué un test de vitesse spontanée ( $V_{spont}$ ; km.h<sup>-1</sup>), où il leur a été demandé de faire trois passages à leur vitesse préférée et la moyenne des trois essais a été considérée comme la vitesse spontanée. Enfin, les sujets ont effectué un test de maniabilité consistant en un slalom de dix mètres, à faire en aller-retour, avec un espacement de 1 m entre chaque plot. Le temps mis pour effectuer le parcours a été mesuré (en seconde). Afin d'évaluer la fiabilité test-retest de ces différentes épreuves, 18 sujets ont effectué exactement la même série de test entre une et deux semaines plus tard. Afin, d'évaluer les relations entre les résultats au test WST, la  $V_{max}$ , la  $V_{spont}$  et le temps de slalom, nous avons utilisé les coefficients de corrélation des rangs de Spearman ( $P < 0.05$ ). Pour évaluer la fiabilité test-retest, nous avons calculé les coefficients de corrélation intra-class ainsi que l'erreur standard

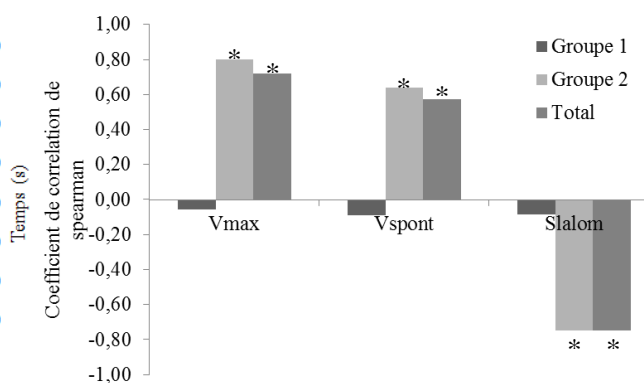
de mesure et l'intervalle de confiance à 95%. Enfin, dans le but d'affiner la discussion, les 40 sujets ont été divisés en deux groupes en fonction de leur score au WST : Groupe 1 (91 à 100 au WST) et Groupe 2 (< 91 au WST) et les analyses présentées précédemment ont également été faites sur ces deux groupes.

## RESULTATS

Les patients testés ont eu un score moyen au WST de  $82.8 \pm 16.5$  %. La  $V_{\max}$  moyenne atteinte par les sujets était de  $8,2 \pm 1,6$  km.h<sup>-1</sup>, leur  $V_{\text{spont}}$  était de  $5,4 \pm 1,1$  km.h<sup>-1</sup> et le slalom a été accompli en moyenne en  $51,17 \pm 20,2$  s (Figure 1). Les coefficients de corrélation de Spearman entre le score au WST et les résultats des épreuves (Figure 2) apparaissent significatifs et élevés lorsqu'ils concernent le groupe 2 (patients les plus faibles, n=20) et la totalité des patients (n=40) mais sont non significatifs et très faibles lorsqu'il concerne le groupe 1 (patients les plus forts, n=20). Concernant le test-retest, les statistiques montrent des coefficients de corrélation intra-classe (intervalle de confiance de 0,95) de 0,94 pour  $V_{\max}$ , de 0,84 pour la  $V_{\text{spont}}$  et de 0,88 pour la performance au slalom.



**Figure 1:** Vitesse maximale ( $V_{\max}$ ), vitesse spontanée ( $V_{\text{spont}}$ ), et temps au slalom lors de la première (Test) et de la deuxième session (Retest). Moyenne  $\pm$  écart type.



**Figure 2:** Coefficient de corrélation de spearman entre le score au WST et 1) la vitesse maximale ( $V_{\max}$ ), la vitesse spontanée ( $V_{\text{spont}}$ ) et le temps au slalom. \* P < 0.05.

## DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent que les performances aux tests de slalom et de  $V_{\max}$  sont hautement corrélés avec les scores de la WST alors que ceux du test de  $V_{\text{spont}}$  ne le sont que modérément. Par ailleurs, les résultats obtenus sur les 20 patients présentant le plus faible score à la WST montrent clairement que la WST est capable de correctement discriminer les patients présentant un niveau d'expertise en FRM faible. En revanche lorsque l'on s'intéresse uniquement aux patients les plus performants à la WST, les corrélations sont très faibles, indiquant une difficulté à discriminer les sujets les plus performants. Cette observation pourrait être liée à un effet plafond dû au fait que certains sujets (n=4) ont reçus un score de 100%, mais ces résultats sont confirmés lorsque l'on exclut ces 4 patients. Par ailleurs, les résultats de cette étude montrent très clairement que les tests de performance en FRM ( $V_{\max}$ ,  $V_{\text{spont}}$  et slalom) ont une fiabilité test-retest importante même si le test de vitesse spontanée semble moins fiable que les autres du fait de sa composante subjective.

## REFERENCES

- Hagen EM, Eide GE, Rekand T, Gilhus NE, Gronning M. (2009) A 50-year follow-up of the incidence of traumatic spinal cord injuries in Western Norway. *Spinal Cord*, 48, 313-318.
- Kirby RL, Swuste J, Dupuis DJ, MacLeod DA, Monroe R. (2002) Wheelchair Skills Test: pilot study of a new outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil*. 83, 10-18.
- Routhier F, Vincent C, Desrosiers J, Nadeau S. (2003) Mobility of wheelchair users: a proposed performance assessment framework. *Disabil Rehabil*, 25, 19-34.

O95-Which axes of rotation are employed during fast and slow motions of the dominant and non-dominant arms?

<sup>1</sup>Clint Hansen, <sup>2</sup>Nasser Rezzoug, <sup>2</sup>Philippe Gorce and <sup>3</sup>Christopher Pagano, <sup>1</sup>Brice Isableu  
<sup>1</sup>Univ Paris-Sud. URCIAMS – Motor Control & Perception team, Orsay F-91405;  
<sup>2</sup>Univ du Sud – Toulon Var, HandBio, EA 4322, La Garde F-83957  
<sup>3</sup>Clemson Univ. Department of Psychology, Clemson, SC 29634, USA  
Clint.Hansen@u-psud.fr

The velocity-dependent change in rotational axes observed in the control of unconstrained 3D arm rotations for the dominant limb seems to conform to a minimum inertia resistance (MIR) principle (Isableu et al., 2009). This is an efficient biomechanical solution that allows for the reduction of torques during manual activity. We tested whether the MIR principle governs rotating movement when subjects were instructed to maintain the shoulder-elbow joint axis close to horizontal for both dominant and non-dominant limbs. Subjects (n=12) rotated their arms in two angular velocities, slow (S) versus fast (F), and in two vision conditions, eyes open (Op) versus eyes closed (Cl). The elbow remained flexed at 90° to yield a constant separation between the rotation axes of minimum inertial resistance ( $e_3$ ), minimum centre of mass rotation (shoulder-centre of mass, SH-CM) and minimum joint rotation (shoulder-elbow, SH-EL). We hypothesized that visual cues (Op) should help the subjects maintain rotation around SH-EL, while kinaesthetic cues alone (Cl) should facilitate rotation around  $e_3$ . We expected more scattered displacements of the rotation axis employed for rotating the non-dominant limb compared to the dominant limb. The results showed that the rotational axis of a multi-articulated limb coincided with SH-EL at S & F velocity for both arms. These results provide evidence that instructions regarding limb orientation affect the exploitation of efficient biomechanical solutions for both dominant and non-dominant limbs.

## **INTRODUCTION**

Daily activities and skilled athletic performance requires the control of complex 3D rotational movements of the upper limbs within different ranges of angular acceleration, mainly with the dominant arm and often in the absence of visual feedback. A nontrivial observation is that during most unconstrained three-dimensional (3D) movements an exact correspondence between the rotation axes of minimum inertial resistance ( $e_3$ ), minimum centre of mass (shoulder-centre of mass, SH-CM) and minimum joint rotation (shoulder-elbow, SH-EL) very seldom occurs (Hirashima et al. 2007b; Hirashima et al. 2007a; Isableu et al. 2009). For the dominant limb, Isableu et al., (2009) observed a velocity-dependent change in rotational axes away from the SH-EL axis during the kinaesthetic control of unconstrained 3D arm rotations. We questioned whether this change applies to the non-dominant arm as well as the dominant arm and if it applies when the initial starting position of the arm is strictly defined. Earlier studies have shown a dominant limb advantage in the control of interaction torque during a variety of tasks (Sainburg, 2002; Dounskaia, 2005).

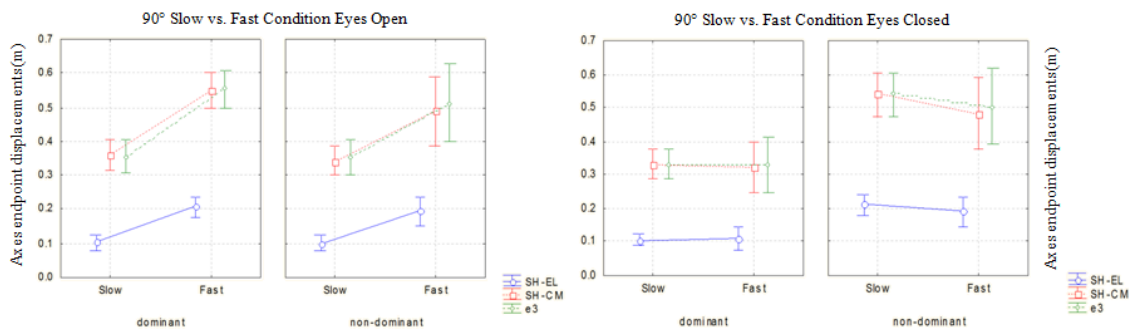
## **METHODS**

12 subjects voluntarily participated in the experiment after signing a statement of informed consent as required by the Helsinki declaration and the EA 4532 local Ethics Committee. The limb dominance of the subjects was determined using a 10-item version of the Edinburgh Handedness Inventory. Ten were right handed and two were left handed. During separate trials the subjects rotated their dominant & non-dominant arm with the elbow flexed at 90° to yield a constant separation between the SH-EL, SH-CM and  $e_3$  axes (for more details see Isableu et al., 2009), according to two angular velocities, S (0.1Hz) versus F (2.0Hz), and two visual conditions, eyes open (Op) & versus eyes closed (Cl). The initial shoulder elevation of 90° was always adopted before each trial (i.e., SH-EL axis close to horizontal). A V8i VICON eight camera (Mcam2) motion capture system was used to record arm movements at a rate of 250 Hz (Vicon motion systems Inc., Oxford, UK).

## **RESULTS AND DISCUSSION**

A three way MANOVA combining arm velocity (S vs F) with arm dominance and the two visual conditions showed no significant main effect for arm velocity on the variability of endpoint displacements of SH-EL, SH-CM or  $e_3$  (Lambda Wilk =.75,  $F(3, 9)=1.00$ ,  $p=.43$ ). Thus, the increase in velocity did not yield a consistent change in the axes around which the whole arm was rotated (see figure 1).

**Figure 1:** Variations of endpoint displacements of rotation axes elicited by the velocity increase (Slow vs. Fast) and arm dominance (dominant vs. non dominant) in eyes open (left) or eyes closed (right) conditions.



Subjects maintained the rotation of their arms around the shoulder-elbow axis (SH-EL). The velocity x arm dominance interaction was not significant for either of the two vision conditions. We observed similar endpoint displacement patterns between the dominant and the non dominant arm except in eyes closed condition where endpoint displacements of the SH-EL axis were less scattered ( $p<.05$  using Bonferroni correction). We also observed that endpoint displacements became significantly more scattered in the fast eyes open condition for both the dominant ( $p<.05$ ) and non-dominant arms ( $p<.05$ ).

## CONCLUSIONS

Our results provide evidence that instructions pertaining to how a limb is to be moved may prevent individuals from exploiting the most efficient biomechanical solutions like the MIR principle, and this holds true for both the dominant and the non dominant limbs. The rotation around the SH-EL axis was maintained in the slow and fast velocity conditions, even though the  $e_3$  axis provides an optimal minimisation of inertial resistance. These findings shed light on the ability of subjects to maintain kinematic patterns of motion despite dynamic forces that conflict with those patterns, a skill that is very important in applications such as throwing and hitting athletic activities. The findings also show that kinaesthetic cues alone can reduce the endpoint displacements of the SH-EL axis, mainly for the dominant arm. Our data differ from previous research that showed different strategies during tasks that generally involved maximal endpoint precision (Sainburg, 2002), high frequencies and different initial starting positions/postures (Isableu et al., 2009).

## REFERENCES

- Dounskaia N. The internal model and the leading joint hypothesis: implications for control of multi-joint movements. *Exp Brain Res*. 166:1-16. 2005.
- Hirashima M, Kudo K, Ohtsuki T (2007a) A new non-orthogonal decomposition method to determine effective torques for three-dimensional joint rotation. *J Biomech* 40:871-882
- Hirashima M, Kudo K, Watarai K, Ohtsuki T (2007b) Control of 3D limb dynamics in unconstrained overarm throws of different speeds performed by skilled baseball players. *J Neurophysiol* 97:680-691
- Isableu B, Rezzoug N, Mallet G, Bernardin D, Gorce P, Pagano CC (2009) Velocity-dependent changes of rotational axes in the non-visual control of unconstrained 3D arm motions. *Neuroscience* 164:1632-1647
- Sainburg R. Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Exp Brain Res*. 142:241-258. 2002.

La faculté de réagir à une perturbation soudaine est vitale pour le contrôle de l'équilibre. Le but de cette étude est de montrer que le sujet est capable, en l'espace des 500 premières millisecondes de déséquilibre, de prédire le cas où le risque de chute est plus élevé, en mettant en place des stratégies de réponses différentes selon l'intensité de la perturbation. 20 sujets étaient soumis à des translations imprédictibles, de vitesse et direction variables. Les données cinématiques et électromyographiques obtenues étaient ensuite comparées aux données numériques simulées par un modèle cinématique personnalisé. Les résultats montrent des réponses posturales spécifiques à la perturbation reposant sur les entrées proprioceptives. En phase précoce d'une chute, le comportement inertiel du corps rend les premières synergies musculaires automatiques inefficaces. Mots clé : chute, contrôle postural, modèle cinématique personnalisé

## **INTRODUCTION**

La chute chez les seniors reste un problème majeur de santé publique : 30% des plus de 65 ans chutent au moins une fois par an, ce chiffre passe à 50% pour les plus de 80 ans (Tinetti & Williams, 1997). Le plus souvent bénigne chez l'enfant et l'adulte, elle prend des proportions catastrophiques chez le sujet âgé (syndrome post-chute, conséquences psychosociales, dommages physiques, coût économique, institutionnalisation de longue durée,..) et les raisons d'une telle sur-exposition au risque de tomber font encore l'objet de débat (défaillance du système musculosquelettique, négligence sensorielle, troubles cognitifs,..). Le vieillissement de la population nécessite d'amplifier les recherches liées à la prévention des chutes et si possible, d'identifier des stratégies de réponses motrices adéquates et de coordinations articulaires aptes à garantir un rattrapage efficace, susceptibles ensuite d'être enseignées aux sujets à risque ; cela d'autant plus que combiné au facteur de vulnérabilité évoqué précédemment, une utilisation accrue des transports en commun intégrant le passager en position debout, constitue un risque non négligeable pour qu'un scénario critique mettant en jeu le pronostic vital ait lieu (Halpern et al., 2005).

De fait, la faculté de réagir à une perturbation soudaine est essentielle pour le contrôle de l'équilibre car une chute survient lorsque 2 conditions sont réunies : une perte initiale de l'équilibre et l'échec des mécanismes de rééquilibration mis en œuvre. Dans ce contexte, les stratégies développées par le sujet pendant la phase de préimpact sont déterminantes dans la survenue ou l'évitement d'une chute. Le but de cette étude est de montrer que le sujet distingue en l'espace des 500 premières millisecondes de déséquilibre une perturbation faible d'une perturbation forte et est capable de prédire le cas où le risque de chute est plus élevé, en mettant en place des stratégies de réponses différentes selon l'intensité de la perturbation.

De plus, la construction d'un modèle cinématique personnalisé pour chaque sujet nous a permis d'investiguer la contribution relative de propriétés biomécaniques passives et des synergies musculaires actives en jeu pendant les perturbations de l'équilibre récupérables, ou non. Nous avons ainsi comparé les résultats expérimentaux obtenus à l'aide d'un dispositif asservi pour provoquer des chutes de plein-pied et sécurisées par un harnais avec une réponse théorique prédite à l'aide du modèle (réponse mécanique simulée vs. réponse réelle)

## **MATERIEL et METHODES**

20 sujets étaient soumis à des translations soudaines de la surface de support (Mc Illroy & Maki, 1995) antéropostérieures et médiolatérales et de vitesse variable (lent/rapide). Les données cinématiques étaient obtenues via un système optoélectronique de capture du mouvement (*Coda Motion*) et le recueil de l'activité électromyographique de 16 muscles effectué grâce à des *électrodes Delsys wireless*. La morphométrie précise de chaque sujet était quantifiée par radiographie 3D avec le système d'imagerie non invasif ostéo-articulaire corps



entier de basse dose EOS (LBM, LIO, Hôpital St Vincent de Paul, Société BioSpaceMed )  
L'accès aux paramètres inertiels segmentaires, permettait ensuite l'élaboration d'un modèle cinématique personnalisé (figure 1)

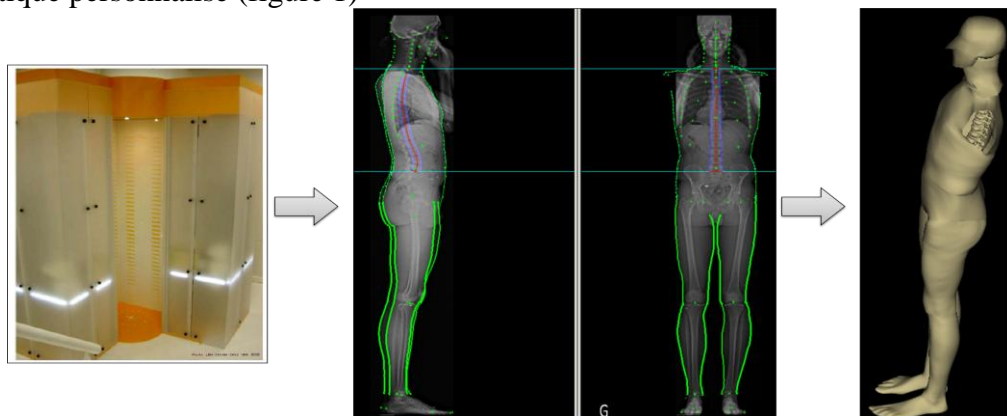


Figure 1 : du système de radiographie complète du corps humain à la reconstruction 3D

## RESULTATS et CONCLUSION

Le résultat principal de cette étude est que la chute peut être divisée en 3 phases distinctes : pendant environ 200 millisecondes après la perturbation, la tête reste stable par rapport à l'espace. Ensuite, bien que des synergies musculaires apparaissent aux alentours de 100 millisecondes après le début de la perturbation, la trajectoire du corps semble exclusivement dictée par ses propriétés biomécaniques. Les contraintes temporelles imposées par la biomécanique ne permettraient donc pas à ces synergies de jouer un rôle fonctionnel important dans la phase précoce de la chute. Enfin, dans une troisième phase, les synergies musculaires influencent la trajectoire du corps, ce qui introduit une variabilité intra et interpersonnelle importante, d'un essai à l'autre. La similarité des données expérimentales et théoriques pendant ~220 ms après le début de la perturbation conforte l'hypothèse que le comportement du corps s'assimile à un modèle mécanique simplifié en phase précoce d'une situation de chute. Par ailleurs, pendant la chute, le sujet doit élaborer des stratégies motrices aptes à préparer l'impact, à partir des entrées sensorielles existantes. Les résultats obtenus montrent que ces informations ne sont pas multimodales ni redondantes ; mais disponibles selon une séquence temporelle précise. En effet, les informations tactiles et proprioceptives précèdent les informations vestibulaires, et les entrées visuelles sont les dernières à signaler une chute. L'analyse des données montre une spécificité dans la réponse posturale faisant suite à une perturbation faible et forte, indiquant que le sujet parvient avec les seules informations proprioceptives disponibles à identifier une situation où il risque fortement de tomber. Cela ouvre des pistes de recherche pour la réhabilitation et questionne le changement lié à l'âge d'un traitement sensorimoteur si complexe.

## BIBLIOGRAPHIE

- Halpern P., Siebzehner M.I., Aladgen D., Sorkine P., Bechar R. (2005). Non-collision injuries in public buses: a national survey of a neglected problem. *Emergency Medicine Journal*, 22, 108-10.
- McIlroy, WE. & Maki BE. (1995). Early activation of arm muscles follows external perturbation of upright stance. *Neuroscience Letters*, 184, 177-180.
- Tinetti ME. & Williams CS. (1997). Falls, injuries due to falls, and the risk of admission to a nursing home. *N Engl J Med*, 337, 1279-84.

## O97- Méthode d'analyse intégrée d'une tâche perceptivo-motrice de pilotage hélicoptère

*Hugo Loeches De La Fuente*<sup>1</sup>, *Guillaume Rao*<sup>1</sup>, *Jean-Christophe Sarrazin*<sup>2</sup>, *Eric Berton*<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Laboratoire UMR 6233 ISM Etienne-Jules Marey, UFR STAPS,  
Université de la méditerranée <sup>2</sup>Laboratoire DCSD, ONERA  
hugo.loeches-de-la-fuente@univmed.fr

Cette étude proposait une méthode d'analyse d'une tâche perceptivo-motrice de pilotage d'hélicoptère centrée sur : (1) le déplacement de l'hélicoptère dans son environnement et (2) les paramètres biomécaniques de l'activité du pilote sur les commandes. Une tâche de pilotage simulée en 3D permettait d'enregistrer le déplacement de l'hélicoptère et l'activité motrice pour différentes précisions de vol requises. Nos résultats montrent une augmentation du temps de mouvement avec l'augmentation de la difficulté et une modification des profils de vitesse cohérente avec la littérature du conflit vitesse précision. A l'inverse, l'activité musculaire dépendait de la direction du mouvement. Le cadre formel proposé permet donc d'intégrer les paramètres biomécaniques et sensorimoteurs pour évaluer globalement une interface de pilotage.

Keywords: Tâche perceptivo-motrice, Hélicoptère, Interface

### INTRODUCTION

Le vol à basse altitude est une des tâches perceptivo motrices les plus exigeantes et les plus dangereuses pour les pilotes hélicoptère. En effet, le pilote doit maintenir une altitude aussi basse que possible tout en se déplaçant d'un point à un autre avec un temps de déplacement minimal dans un environnement caractérisé par un haut niveau d'incertitude (e.g., présence d'obstacles). La gestion d'un tel compromis a été largement étudiée dans le cadre du conflit vitesse-précision qui a été formalisé par Fitts (1954) en termes de quantité d'information à traiter. Les fortes similarités entre les mouvements d'évitement d'obstacles (vol à basse altitude), et la tâche de Fitts nous permettent de quantifier la performance de vol en considérant les déplacements du vecteur aérien dans son environnement. Un second niveau d'analyse permet de déterminer l'activité motrice à l'origine du contrôle des déplacements du vecteur aérien. Cependant, les méthodes d'évaluation actuelles des interfaces de pilotage hélicoptère ne tiennent pas compte des paramètres biomécaniques lors de l'analyse d'une telle tâche perceptivo motrice de pilotage. Cette double analyse pourrait par conséquent nous aider à formaliser l'évaluation d'une interface de pilotage, en considérant à la fois les aspects de la performance de vol en relation avec les contraintes environnementales et les paramètres biomécaniques de l'action motrice sur les commandes.

### METHODE

13 adultes non-experts en pilotage hélicoptère ont participé à cette étude. Un logiciel de réalité virtuelle (ICE) permettait de simuler l'environnement 3D dans lequel l'hélicoptère volait suivant un modèle de vol dynamique. Les déplacements de l'hélicoptère dans le plan horizontal étaient contrôlés par un joystick et enregistrés (75 Hz). Les sujets avaient pour consigne de passer à travers 22 portes le plus rapidement possible avec un taux de réussite minimal de 75 %. Les allers retours entre les portes permettaient d'assimiler cette tâche à une tâche de Fitts continue unidimensionnelle sur l'axe médio latéral. La phase expérimentale était constituée de huit essais pour chacun des cinq Indices de Difficulté de pilotage ( $ID = \log_2(2A/W)$ , avec A la distance entre le centre de deux portes successives sur l'axe médio latéral et W la largeur des portes (Fitts, 1954). Les positions 3D des segments articulaires de la main et de l'avant bras étaient enregistrées (60 Hz) par six caméras (Vicon Motion System). Les angles articulaires liés aux mouvements de pronation / supination de l'avant bras et d'adduction / abduction du poignet ont été calculés. L'activité électrique (EMG) des muscles responsables de ces mouvements a été enregistrée (1980 Hz) avec un système BIOPAC MP150. Les données étaient obtenues à partir des mouvements de pilotage entre les portes disposées à droite et à gauche de façon successive et symétrique. Ces séries temporelles sinusoïdales étaient segmentées en cycle grâce à la détection de leurs points de revirement. Les cycles étaient ensuite normalisés en temps et moyennés selon la méthode du cycle moyen

normalisé (Fernandez & Bootsma, 2008) de façon à obtenir un cycle représentatif pour chaque condition. Le temps de mouvement (TM) d'un cycle, le temps d'apparition du pic de vitesse dans un cycle et l'aire du plan de Hooke (accélération vs position) ont été calculés sur le signal de position de l'hélicoptère ainsi que sur l'angle de pronation / supination de l'avant bras. Enfin, pour chaque couple musculaire agoniste-antagoniste, le niveau minimal de co-activation était calculé (Gribble, 2003). Une ANOVA à mesures répétées a été réalisée pour tester l'effet significatif ( $p < .05$ ) de l'ID sur chaque variable dépendante. Des tests post-hocs Newman Keuls ont été réalisés quand le seuil de significativité était atteint.

## **RESULTATS & DISCUSSION**

Le but de cette étude était de formaliser l'évaluation d'une interface de pilotage hélicoptère en considérant à la fois les aspects de la performance de vol en relation avec les contraintes environnementales et les paramètres biomécaniques de l'action motrice. Les résultats concernant les déplacements du vecteur aérien ont montré une réduction du TM avec l'augmentation de l'ID ( $p < 0.05$ ). De plus, quand l'ID augmentait, les profils de vitesse perdaient leurs profils symétriques avec une apparition du pic plus tôt dans le cycle ( $p < .05$ ) et l'aire des plans de Hooke augmentait ( $p < .05$ ). Nos résultats relatifs aux déplacements du vecteur aérien étaient similaires à ceux concernant les angles articulaires. En effet, l'augmentation de l'ID entraînait également une réduction du TM ( $p < .05$ ) et une augmentation de l'aire des plans de Hooke ( $p < .05$ ) pour le signal de l'angle de pronation / supination. Ainsi, en accord avec Fernandez et Bootsma (2008), nos résultats montrent que l'augmentation de la difficulté de la tâche entraîne un patron de mouvement non harmonique et une diminution de la performance pour les déplacements du vecteur aérien comme pour les déplacements des segments articulaires. Cette observation valide l'utilisation du paradigme de Fitts dans notre cadre expérimental. Par ailleurs les mouvements nécessitant une plus grande précision (ID plus élevé) étaient associés à de plus hauts niveaux de co-activation ( $p < .05$ ) des muscles responsables des mouvements de pronation / supination pour les mouvements dirigés vers la droite (supination). Cependant cet effet n'était pas observé pour les mouvements dirigés vers la gauche (pronation). Ces résultats en accord avec la littérature (Gribble, 2003) démontrent que le CNS module la co-activation musculaire en fonction des contraintes de précision et de direction. Cette asymétrie serait due aux différentes stratégies neuromusculaires employées par les sujets pour contrôler les mouvements en supination ou en pronation, en fonction des sollicitations biomécaniques du mouvement. Ainsi analyser seulement cette tâche du point de vue des déplacements du vecteur aérien ne permet pas de considérer les paramètres biomécaniques. Or une interface ergonomique doit être conçue en intégrant les principes CES (confort, efficacité, sécurité) qui nécessitent une analyse globale. Cette étude a montré l'intérêt d'analyser à la fois les déplacements du vecteur aérien dans son environnement et l'activité motrice du sujet. Par conséquent le cadre formel sur lequel cette méthode d'analyse intégrée est proposée pourrait aider à évaluer d'une façon ergonomique les interfaces de pilotage hélicoptère.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Buchanan, T. S., Moniz, M. J., Dewald, J. P. A., Rymer, W. Z. (2004). Estimation of muscle forces about the wrist joint during isometric tasks using an EMG coefficient method. *Journal of Biomechanics*, 26, 547-560.
- Fernandez, L., & Bootsma, R.J. (2008). Non linear gaining in precision aiming : Making Fitts' task a bit easier. *Acta Psychologica*, 219, 217-227.
- Fitts, P., M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
- Gribble, P. L., Mullin, L., Cothros, N., Mattar, A. (2003). Role of cocontraction in arm movement accuracy. *Journal of Neurophysiology*, 89, 2396-405.



O98- Etude comparative des méthodologies d'analyse de la perception du gardien de but de handball : vidéographie ou environnement virtuel ?

*Nicolas Vignais<sup>1,3</sup>, Richard Kulpa<sup>1,2</sup>, Damien Presse<sup>1</sup> & Benoit Bideau<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire « Mouvement, Sport, Santé : Physiologie et Biomécanique », UFRAPS, Université Rennes 2-ENS Cachan, Avenue Charles Tillon, CS24414 35044 Rennes, France

<sup>2</sup>IRISA, Projet Bunraku, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes, France

<sup>3</sup>Laboratoire BMBI (UMR6600), Centre de Recherche de Royallieu (G311), Université de Technologie de Compiègne, Rue du Dct Schweitzer, BP 20529, 60205 Compiègne, France

[nicolas.vignais@utc.fr](mailto:nicolas.vignais@utc.fr)

Cette étude a pour objectif de comparer deux méthodologies d'analyse de la perception du gardien de but de handball : la vidéographie et la réalité virtuelle. Plusieurs actions réelles de tir sont tout d'abord enregistrées par une caméra numérique HD et un système optoélectronique de capture du mouvement. Ce dernier fournit des données cinématiques permettant d'animer un tireur virtuel. Dix gardiens de but de handball de haut niveau sont alors confrontés à : une situation « réalité virtuelle » face au joueur de synthèse, et une situation « vidéo » face à la séquence de tir filmée. Les résultats montrent que la méthodologie fondée sur les environnements virtuels est plus adaptée que la vidéographie pour l'analyse de la perception des gardiens de but de handball.

**Mots clés :** Vidéographie, Environnement virtuel, Boucle perception/action, Handball

## INTRODUCTION

Dans les sports impliquant des tâches d'interception, la performance des athlètes réside en partie dans leur capacité à anticiper l'action adverse (Williams & Ward, 2003). Cette anticipation résulte principalement de l'extraction et de la sélection des informations visuelles disponibles. Les capacités perceptives des sujets sportifs peuvent être analysées de différentes façons. Il est tout d'abord possible d'appliquer des méthodologies d'analyse en situation réelle de jeu (questionnaires, lunettes à cristaux liquides, oculomètre). Cependant, ce type de techniques permet difficilement de standardiser le protocole expérimental. Pour pallier à cela, les chercheurs ont conçu des méthodologies fondées sur l'emploi de la vidéographie. Le sujet regarde alors une séquence vidéo préalablement enregistrée et doit prédire le résultat final de l'action visualisée. Malgré l'utilisation répandue de la vidéo pour l'analyse des capacités perceptives, plusieurs critiques peuvent être énoncées quant à son emploi : l'affichage en deux dimensions, l'immobilité du point de vue, la pertinence de l'action filmée, etc.. Les environnements virtuels apparaissent alors comme une alternative innovante pour l'analyse de la perception des sujets sportifs (Bideau et al., 2010). L'objectif de cette étude est de comparer l'influence de deux méthodologies d'analyse (vidéographie et environnement virtuel) sur la performance de gardiens de but de handball.

## METHODOLOGIE

Dix gardiens de but de haut niveau ont participé à cette étude. Les séquences vidéo (VID) et les actions de tir virtuelles (RV) proviennent de l'enregistrement de mouvements réels de tir en appui à neuf mètres du but (Figure 1). Ces supports constituent les deux situations méthodologiques de l'étude. Les expérimentations ont été effectuées dans une salle semi-immersive composée de trois vidéoprojecteurs synchronisés (Barco 1208S) projetant une image sur un écran semi-cylindrique. La stéréoscopie est obtenue par l'intermédiaire de lunettes stéréoscopiques. Le système de capture de mouvement Vicon MX, constitué de 12 caméras infrarouges et de marqueurs réfléchissants, nous a permis d'enregistrer les réponses du gardien (32 essais) en mode couplé (interception du ballon virtuel comme en situation réelle de jeu) et en mode non couplé (prédiction de la position finale du ballon virtuel dans le but après visualisation).

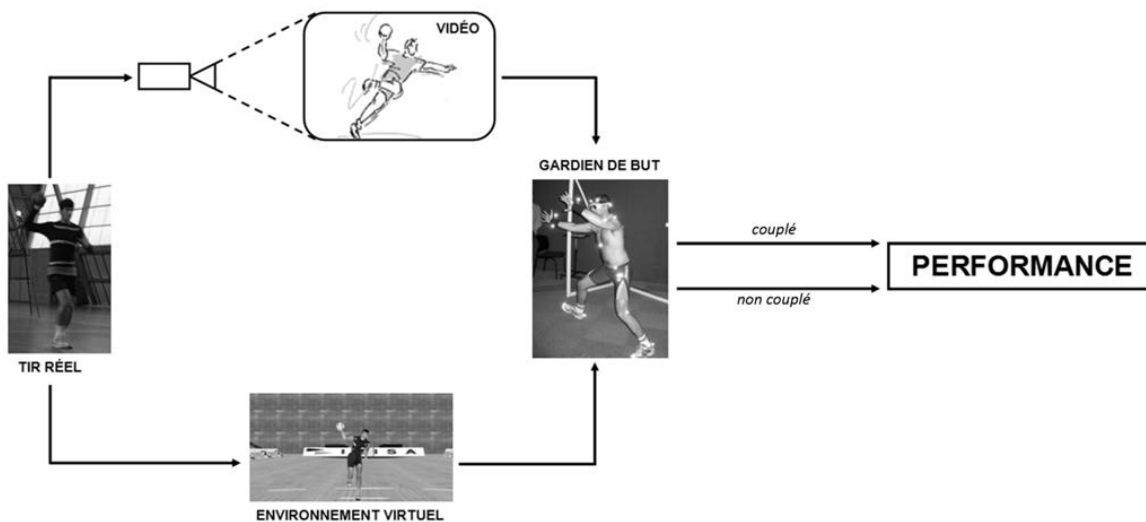


Figure 1. Déroulement de l'étude

## RESULTATS

Dans un premier niveau d'analyse, nous nous intéressons à l'efficacité des gardiens de but. On observe un pourcentage de réussite significativement inférieur ( $p < 0.05$ ) pour la situation VID par rapport à la situation RV, et ce pour les modes de réponse couplé (VID : 26% ; RV : 37%) et non couplé (VID : 24% ; RV : 33%). Le second niveau d'analyse concerne la précision de la réponse des gardiens. Nous constatons ainsi que l'erreur radiale (différence entre la position du gardien et la position du ballon virtuel) est significativement supérieure pour la situation VID par rapport à la situation RV pour les modes de réponse couplé (VID : 17.1cm ; RV : 9.7cm ;  $p < 0.001$ ) et non couplé (VID : 15cm ; RV : 10.3cm ;  $p < 0.01$ ).

## DISCUSSION

En ce qui concerne l'analyse des résultats, il apparaît que la situation RV fournit de meilleurs résultats que la situation VID pour l'efficacité et la précision des réponses des gardiens de but de handball. Il semble donc préférable d'utiliser une méthodologie d'analyse des capacités perceptives fondée sur les environnements virtuels plutôt que sur la vidéographie, pour le cadre de travail défini par le duel gardien/tireur au handball. Ce constat peut être mis en lien avec les limitations scientifiques associées à l'utilisation de la vidéographie (Abernethy et al., 2001). Cependant, aux vues des résultats contradictoires de la littérature (Fukuhara et al., 2009), de plus amples travaux apparaissent nécessaires pour établir un consensus quant à l'utilisation privilégiée d'une méthodologie d'analyse des capacités perceptives.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abernethy, B., Gill, D., Parks, S. & Packer, S. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30, 233-252.
- Bideau, B., Kulpa, R., Vignais, N., Brault, S., Multon, F. & Craig, C. (2010). Using Virtual Reality to Analyze Sports Performance. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30, 14-21.
- Fukuhara, K., Ida, H, Kusubori, S. & Ishii, M. (2009). Anticipatory judgment of tennis serve: a comparison between video images and computer graphics animations. *International Journal of Sport and Health Science*, 7, 12-22.
- Williams, A.M. & Ward, P. (2003). Perceptual expertise in sport: Development. In A. Ericsson & J. Starkes (Eds.). *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise*, pp 220-249. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

## ***Physiologie***

## *Activité physique et adaptations cellulaires et moléculaires*

O99- L'entraînement potentialise les effets bénéfiques de l'insuline sur le stress oxydant chez des rats rendus diabétiques par streptozotocine

*Ludivine Malardé, Carole Groussard, Solène Le Douairon-Lahaye, Sami Zguira, Sophie Vincent, Sophie Lemoine-Morel, Arlette Gratas-Delamarche*

Laboratoire M2S, UFR APS, Université Rennes 2 – ENS Cachan

[ludivine.malarde@gmail.com](mailto:ludivine.malarde@gmail.com)

L'objectif de cette étude était de déterminer les effets respectifs d'un traitement par insuline et d'un entraînement en endurance, proposés seuls ou en association, sur le statut pro/anti-oxydant de rats diabétiques. Si chez le sujet sain, il est bien démontré que l'entraînement en endurance permet une réduction du stress oxydant (SO), aucun effet n'est observé dans notre population de rats diabétiques sur le SO ni sur l'hyperglycémie. A l'inverse, le traitement par insuline améliore la régulation de la glycémie, et s'accompagne d'une diminution des marqueurs de SO, sans toutefois que l'on puisse observer une élévation de l'activité des systèmes antioxydants. Enfin, l'association de l'entraînement au traitement par insuline permet de potentialiser les effets respectifs de ces deux prises en charge, avec des effets bénéfiques plus importants sur tous les marqueurs étudiés.

**Mots clés :** Diabète, Stress Oxydant, Entraînement, Insuline

### **INTRODUCTION**

Le Stress Oxydant (SO) est bien connu pour être impliqué dans la survenue et le développement des complications du diabète (Oberley, 1988). Il est causé, au moins en partie, par une élévation importante de la glycémie. Chez les sujets diabétiques, la thérapie par l'insuline est essentielle pour réduire l'hyperglycémie. Toutefois, ce traitement insulinique échoue parfois à normaliser le statut glycémique, et le stress oxydant, ainsi que les troubles qu'il induit, persistent. C'est pourquoi "l'American Diabetes Association" conseille l'exercice physique régulier pour améliorer la prise en charge de la glycémie. Il a par ailleurs été démontré que ce type d'exercice permet, chez le sujet sain, une diminution du stress oxydant. Néanmoins, les effets de l'entraînement sur le stress oxydant n'ont été que très peu analysés dans la population diabétique (homme et animal), et aucune étude ne s'est intéressée aux effets synergiques de l'entraînement associé à l'insuline.

Dans ce contexte, le but de cette étude était de comparer les effets de différentes prises en charge (insuline et entraînement, seuls ou en association) sur le stress oxydant chez des sujets diabétiques. Nous avons fait l'hypothèse d'un effet additif de l'entraînement et du traitement par l'insuline sur la régulation de la glycémie et l'amélioration de la balance pro/antioxydante.

### **PROTOCOLE EXPERIMENTAL**

Après induction du diabète par injection de streptozotocine (45mg/kg) chez 40 rats mâles Wistar âgés de 9 semaines, ceux-ci ont été répartis de manière randomisée en 4 groupes : contrôles, traités à l'insuline, entraînés, traités à l'insuline et entraînés. A l'issue de 8 semaines d'entraînement sur tapis roulant et/ou de traitement à l'insuline, les animaux ont été sacrifiés. Le poids de chaque rat a été noté, et le sang et les tissus ont été rapidement prélevés et stockés à -80°C.

Des dosages sanguins ont été réalisés pour évaluer le contrôle glycémique (glucose et fructosamine). Des homogénats de muscle squelettique (soléaire) ont été également réalisés pour mesurer des marqueurs du stress oxydant (isoprostanes et GSH/GSSG) et le système antioxydant (SOD, GPX, ORAC).

Un groupe contrôle additionnel, non-diabétique, a permis de vérifier les altérations induites par le diabète.

### **RESULTATS**

Comme attendu, le diabète est caractérisé par une hyperglycémie, une perte de poids sévère, et des niveaux élevés de fructosamine (tableau 1). On retrouve également chez ces animaux un SO important, caractérisé par un niveau élevé d'isoprostanes associé à un faible rapport GSH/GSSG. Pourtant, l'activité de leur système antioxydant n'est pas modifiée.

Les effets respectifs des différentes prises en charge sur la régulation de la glycémie et le statut pro/anti-oxydant sont présentés dans le tableau 2.

La mise en place d'un entraînement seul ne permet pas de réduire l'hyperglycémie ni le stress oxydant élevé. On constate tout de même une limitation de la perte de poids chez les animaux diabétiques entraînés (-4.9% vs -20.3% chez les diabétiques contrôles).

Le traitement par insuline s'accompagne d'un gain de poids significatif (+27.2%) et d'une amélioration de la régulation de la glycémie, comme le montre des niveaux plus faibles de fructosamine chez les animaux diabétiques traités à l'insuline comparés aux diabétiques contrôles (-26.2%). Le traitement par insuline est également associé à une diminution des marqueurs du SO (isoprostanes: -51.8% et GSH/GSSG: +61.3%), ainsi qu'à une élévation de l'activité des enzymes antioxydantes (SOD: +39.8%).

Enfin, une prise en charge des animaux diabétiques associant traitement par l'insuline et entraînement a permis une amélioration de tous les paramètres étudiés. Bien que non-significatif, il est notable que pour tous les marqueurs, exceptée la SOD, l'effet de l'association insuline+entraînement est plus marqué que l'effet de l'insuline proposée seule. On note ainsi un gain de poids (+33.5%), une baisse de l'hyperglycémie (-39.8%) et de la fructosamine (-29.5%), une diminution des marqueurs du SO (isoprostanes: -73.1% et GSH/GSSG: +66.4%) et une augmentation des systèmes antioxydants (SOD: +33.7%).

## CONCLUSION

Ces premiers résultats démontrent que la combinaison du traitement par insuline et de l'entraînement constitue la prise en charge la plus efficace chez des animaux diabétiques, pour améliorer la régulation de la glycémie et réduire le stress oxydant.

Tableau 1 : Effets du diabète sur le poids, le statut glycémique et le statut pro/anti-oxydant (\* : P<0,05 ; \*\*P<0,01 ; \*\*\* P<0,001)

|                                  | <b>Rats Sains</b> | <b>Rats Diabétiques</b> |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| <b>Poids final (g)</b>           | 505,1 ±11,5       | 257,9±18,9***           |
| <b>Glycémie (mg/dL)</b>          | 127,9 ±6,4        | 562 ±25,3**             |
| <b>Fructosamine (mmol/L)</b>     | 111,5 ±5,1        | 230,6 ±10,2**           |
| <b>Isoprostanes (pg/mg prot)</b> | 32,01±4,2         | 80,0±16,5*              |
| <b>GSH/GSSG</b>                  | 3,58± 0,41        | 2,23±0,30*              |
| <b>SOD (U/mg prot)</b>           | 29,69±2,63        | 27,36±3,30              |

Tableau 2 : Effets des différentes prises en charge sur le poids, le statut glycémique et le statut pro/anti-oxydant, comparé aux diabétiques contrôles (\* : p<0,05 ; \*\*P<0,01 ; \*\*\* P<0,001)

|                                  | <i>Diabétiques<br/>Contrôles</i> | <b>Diabétiques<br/>Entraînés</b> | <b>Diabétiques<br/>Insuline</b> | <b>Diabétiques<br/>Entraînés+<br/>Insuline</b> |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|
| <b>Poids final (g)</b>           | <i>257,9±18,9</i>                | 329,8±16,1                       | 434,0±20,5***                   | 408,9±15,8***                                  |
| <b>Glycémie (mg/dL)</b>          | <i>562 ±25,3</i>                 | 548 ±34,6                        | 461±46,0                        | 338 ±56,3**                                    |
| <b>Fructosamine (mmol/L)</b>     | <i>230,6 ±10,2</i>               | 232,1 ±11,0                      | 170,1 ±17,5*                    | 162,6 ±14,2**                                  |
| <b>Isoprostanes (pg/mg prot)</b> | <i>80,0±16,5</i>                 | 46,1±12,6                        | 38,6±5,1*                       | 21,5±3,6**                                     |
| <b>GSH/GSSG</b>                  | <i>2,23±0,30</i>                 | 2,28±0,18                        | 3,59±0,52*                      | 3,70±0,27*                                     |
| <b>SOD (U/mg prot)</b>           | <i>27,36±3,30</i>                | 26,09±2,41                       | 38,25±3,69*                     | 36,59±6,52*                                    |

## BIBLIOGRAPHIE

Oberley LW. (1988). Free Radic Biol Med; 5(2):113-24

O100- Effets d'une adaptation nutritionnelle couplée ou non à l'entraînement sur l'expression de ER $\alpha$  dans le tissu adipeux de rats Wistar

Lore Metz<sup>1</sup>, Maude Gerbaix<sup>1</sup>, Christelle Guiller<sup>2</sup>, Stéphane Walrand<sup>2</sup>, Catherine Besson<sup>2</sup>, Daniel Courteix<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie des Activités Physiques et Sportives, EA 3533, Clermont Université, Université Blaise Pascal, BP 10448, F-63000 Clermont Ferrand Cedex, France <sup>2</sup>Unité de Nutrition Humaine, UMR 1019, INRA/Université d'Auvergne, Clermont-Ferrand  
Lore.METZ@univ-bpclermont.fr

Les œstrogènes influencent, via leur récepteur ER $\alpha$ , le stockage/déstockage énergétique et ce indépendamment du sexe. Cette étude avait pour but de mesurer l'effet d'un régime obésogène couplé ou non à un entraînement en endurance sur l'expression de ER $\alpha$  dans le tissu adipeux de rats mâles Wistar. Nos résultats montrent que le régime en lui-même n'induit pas de modification de l'expression de ER $\alpha$ . Cependant lorsque les rats obèses sont soumis à un entraînement en endurance, l'expression de ER $\alpha$  est augmentée spécifiquement dans certains tissus adipeux. Ces variations d'expression de ER $\alpha$  suite à l'entraînement pourraient participer à la diminution de masse grasse observée suite à l'exercice.

**Keywords** : œstrogènes, obésité, insulino-résistance, entraînement

## INTRODUCTION

Les œstrogènes (œstradiol, œstrone et œstriol) ont un rôle endocrine important chez la femme avant la ménopause. Chez l'homme et chez la femme ménopausée on retrouve une production extra-gonadique d'œstrogènes à partir de précurseurs tels que la testostérone ou l'androstènedione. Cette production extra-gonadique est retrouvée notamment dans les os, l'endothélium vasculaire et le tissu adipeux blanc ; l'action des œstrogènes est alors de type paracrine ou autocrine. L'action cellulaire des œstrogènes passe principalement par leur fixation à un de leurs deux récepteurs spécifiques ER $\alpha$  et ER $\beta$  (Barros et al 2006). Des études suggèrent que l'effet des œstrogènes sur le métabolisme énergétique passe principalement par la fixation et l'activation de ER $\alpha$ . En effet, lorsque l'on effectue une mutation chez des souris pour abolir l'expression de ER $\alpha$ , que ce soit des mâles ou des femelles, ces animaux développent une obésité et un état d'insulino-résistance (Heine et al 2000). Ainsi, il semble qu'indépendamment du sexe, ER $\alpha$  participe à l'équilibre entre stockage/déstockage dans le tissu adipeux (D'Eon et al 2005). Par ailleurs, ces résultats suggèrent qu'une altération de l'expression de ER $\alpha$  pourrait participer au développement de pathologies métaboliques telles que l'obésité ou le diabète de type 2. L'objectif de cette étude était de mesurer l'effet d'un régime riche en lipides saturés suivi ou non d'une prise en charge par l'entraînement en endurance sur l'expression de ER $\alpha$  dans le tissu adipeux blanc de rats mâles Wistar.

## METHODE

45 rats mâles Wistar âgés de 7 mois ont été soumis à un régime riche en lipides saturés, 15 rats de même âge ont parallèlement suivi un régime normal (groupe Contrôle). Au bout de 16 semaines, le groupe contrôle et 15 rats ayant suivi le régime riche en lipides (groupe Hfat) ont été sacrifiés, permettant ainsi d'isoler l'effet du régime sur l'expression de ER $\alpha$ .

30 rats ont poursuivi le régime riche en lipides saturés : 15 sont restés sédentaires (groupe SED) et 15 ont suivi un entraînement en endurance pendant 8 semaines (groupe EXO). Le protocole d'entraînement était le suivant : course sur tapis roulant 5 fois par semaine à une vitesse de 15m/min. A la fin des 8 semaines les groupes SED et EXO ont été sacrifiés.

Les données anthropométriques ont été obtenues par DXA, un test oral de tolérance au glucose a permis d'évaluer l'insulino-sensibilité ; des échantillons sanguins ont été obtenus lors du sacrifice

et ont permis d'évaluer le profil lipidique. Les concentrations de leptine et d'adiponectine ont également été mesurées. L'expression de ER $\alpha$  a été mesurée par la technique du western blot.

## RESULTATS

La masse grasse a augmenté de façon significative avec le régime riche en lipides ( $25,3 \pm 1,4$  % vs  $33,8 \pm 1,5$  %  $p < 0,05$ ), et a été diminuée suite au programme d'entraînement ( $36,4 \pm 1,3$  % vs  $30,2 \pm 1,5$  %  $p < 0,05$ ). Le régime riche en lipides a entraîné une augmentation de l'aire sous la courbe (AUC) pour le glucose traduisant ainsi une altération de l'insulinosensibilité ( $168,8 \pm 17,3$  vs  $191 \pm 28$   $p < 0,05$ ) l'entraînement n'a induit qu'une tendance à la diminution pour l'AUC du glucose ( $p < 0,07$ ). Le régime riche en lipides n'a pas modifié l'expression de ER $\alpha$ . L'entraînement en endurance a augmenté l'expression de ER $\alpha$  dans le tissu adipeux epididymal et péri-rénal ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSION

Un régime obésogène ne semble pas induire d'altération de l'expression de ER $\alpha$  dans le tissu adipeux de rats mâles Wistar. L'entraînement en endurance augmente l'expression de ER $\alpha$  dans le tissu epididymal et peri-rénal. Cette modification pourrait participer à la diminution de masse grasse retrouvée suite à l'entraînement.

## REFERENCES

- Barros RP, Machado UF, Warner M, Gustafsson JA (2006) Muscle GLUT4 regulation by estrogen receptors ERbeta and ERalpha. *Proc Natl Acad Sci* 103:1605-8.
- D'Eon T, Souza SC, Aronovitz M, Obin MS, Fried SK, Greenberg AS. (2005) Estrogen regulation of adiposity and fuel partitioning: evidence of genomic and non-genomic regulation of lipogenic and oxidative pathways. *JBC* 280 (43): 35983-35991.
- Heine PA, Taylor JA, Iwamoto GA, Lubahn DB, Cooke PS. (2000) Increased adipose tissue in male and female estrogen receptor - $\alpha$  knockout mice. *PNAS* 97(23): 12729-12734.

## O101-Régulation de la masse musculaire par l'AMPK

Anthony MJ Sanchez<sup>1</sup>, Alfredo Csibi<sup>2</sup>, Karen Cornille<sup>1</sup>, Stéphanie Gay<sup>1</sup>, Henri Bernardi<sup>1\*</sup>, Robin Candau<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Sciences du Sport, INRA-UMR 866 Dynamique Musculaire et Métabolisme, Montpellier, France. <sup>2</sup> Department of Cell Biology, Harvard Medical School, Boston, USA  
[anthony.sanchez@univ-montpl.fr](mailto:anthony.sanchez@univ-montpl.fr)

Le contrôle de la masse musculaire est sous la dépendance d'un équilibre entre les processus de synthèse et de dégradation. Sur le plan cellulaire, deux voies signalétiques majeures sont impliquées dans cet équilibre : la voie des facteurs de transcription de la famille FoxO qui contrôle l'expression des gènes impliqués dans les processus atrophiques (système ubiquitine-protéasome et autophagie), et la voie IGF-1/AKT/mTOR qui représente la voie majeure de l'hypertrophie du muscle squelettique. Nos travaux mettent en évidence, sur des cellules musculaires différenciées, que l'AMPK, inhibe la voie canonique de synthèse protéique et régule, par le biais du facteur de transcription FoxO3, le système ubiquitine-protéasome ainsi que l'autophagie. Une nouvelle cible de l'AMPK a également été identifiée : la protéine ULK1, protéine clé dans l'activation de l'autophagie.

**Mots clés** : AICAR, AMPK, autophagie, exercice, protéolyse

### INTRODUCTION

La régulation de la masse musculaire est le résultat d'un équilibre entre les processus anaboliques (synthèse) et cataboliques (dégradation). Sur le plan cellulaire, deux voies signalétiques majeures sont impliquées : la voie des facteurs de transcription de la famille FoxO qui contrôle l'expression des gènes impliqués dans les processus atrophiques (système ubiquitine-protéasome et autophagie), et la voie IGF-1/AKT/mTOR qui représente la voie essentielle de l'hypertrophie du muscle (Rivas *et al.*, 2009). L'entraînement sportif se caractérise par un remodelage musculaire dont une des adaptations principales réside dans une augmentation de l'activité d'AMP kinase (AMPK), enzyme clé dans la régulation du métabolisme énergétique. Or, les effets de l'augmentation de l'activité d'AMPK sur les processus de contrôle de la masse musculaire n'ont pas encore été complètement élucidés et la compréhension de ces mécanismes représente un enjeu d'ordre fondamental comme appliqué notamment dans le domaine de la lutte antidopage. En effet, il s'agit de détailler les mécanismes à l'origine d'un changement de phénotype et des adaptations fonctionnelles associées, et ceux à l'origine de gains de performance consécutifs à la prise d'AICAR, molécule activatrice d'AMPK. Notre étude teste, l'existence d'une action concomitante d'AICAR sur les voies signalétiques contrôlant la synthèse ainsi que celles induisant la dégradation des protéines cytosoliques.

### METHODES

Pour étudier les effets d'AICAR sur ces processus cellulaires, la lignée musculaire de souris C2C12 a été cultivée en prolifération dans des boîtes de Pétri dans des conditions où les pressions partielles en gaz, la température ainsi que le contenu des milieux de culture étaient standardisés. Des myotubes primaires obtenus après extraction et différenciation de cellules satellites de muscles de souris ont été aussi utilisées dans le but de tester nos hypothèses sur un modèle plus physiologique. Afin de moduler l'expression de protéines clés, de visualiser les processus physiologiques sous-jacents en image et d'identifier de nouveaux partenaires d'interaction de l'AMPK, les outils d'investigation suivants ont été utilisés : transfection d'ADN en culture, traitements pharmacologiques, microscopie à fluorescence, western blot et immunoprécipitations.



## RESULTATS

Nos résultats montrent qu'AICAR augmente la poly-ubiquitination des protéines ( $n = 4$ ), première étape conduisant à leur dégradation par le protéasome, ainsi que la quantité des protéines responsables du processus autophagique, sous le contrôle de FoxO3 ( $n = 4$ ). Une augmentation de la formation d'autophagosomes, vésicules effectrices de l'autophagie, a été observée dans le cytoplasme de ces cellules ( $n = 4$ ;  $p < 0.01$ ) (Figure 1). Nous avons également trouvé une diminution drastique du diamètre des myotubes ( $p < 0.001$ ), en rapport direct avec une inhibition de l'activité de mTOR, objectivée par l'intermédiaire d'une diminution de la phosphorylation en aval de S6K1 et 4EBP-1 ( $n = 4$ ). Enfin, une nouvelle cible de l'AMPK a pu être identifiée par immunoprécipitation : il s'agit de la protéine Ulk1, première protéine impliquée dans l'initiation de l'autophagie par le biais du complexe qu'elle forme avec mTOR et la protéine autophagique Atg13 ( $n = 4$ ).

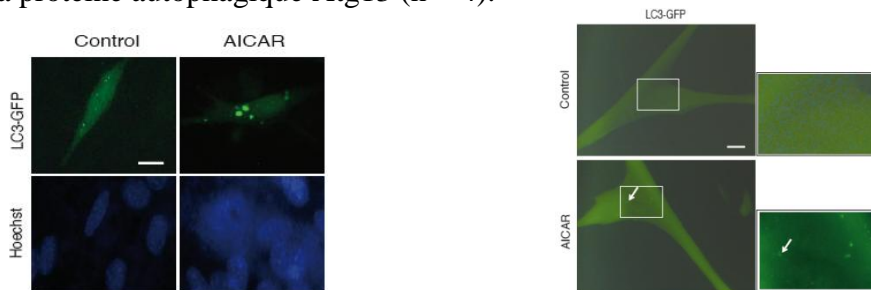


Figure 1. AICAR induit la formation d'autophagosomes sur myoblastes (à gauche) et sur myotubes issus de cellules satellites de souris (à droite). Les cellules ont été transfectées avec un plasmide codant pour la protéine LC3 taguée avec une protéine fluorescente puis traitées durant 6h avec AICAR.

## CONCLUSIONS

Ces observations nous ont permis de mettre en évidence une double action exercée par AICAR sur les processus contrôlant la masse musculaire. L'activation de l'AMPK par cette molécule induit d'une part la protéolyse par l'intermédiaire de FoxO3 et inhibe la principale voie de synthèse protéique. Repérer ces mécanismes physiologiques représente une avancée dans la compréhension des voies fondamentales empruntées par l'exercice pour remodeler le muscle. Moduler l'activité de l'AMPK et de ses nouvelles cibles par l'intermédiaire de produits pharmacologiques comme AICAR, par des modalités d'exercice spécifiques ou encore par des approches géniques, représentent également des voies thérapeutiques innovantes. C'est en effet notamment des perspectives prometteuses dans le cadre des myopathies caractérisées par une protéolyse exacerbée, ou encore dans le cancer où l'on sait que l'autophagie joue un rôle majeur dans la prolifération cellulaire anarchique.

## BIBLIOGRAPHIE

Rivas D.A., Lessard S.J., Coffey V.G. (2009). mTOR function in skeletal muscle: a focal point for overnutrition and exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34(5):807-16, pour revue.

## O102- Mécanismes moléculaires impliqués dans le contrôle de la croissance musculaire

Chaillou T.<sup>1</sup>, Koulmann N.<sup>1</sup>, Beaudry M.<sup>2</sup>, Bigard X.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherches Biomédicales des Armées, antenne de La Tronche, BP87, 38702 La Tronche, France

<sup>2</sup> Laboratoire « Réponses cellulaires et fonctionnelles à l'hypoxie », Université Paris13, EA2363, 93017 Bobigny, France  
[th.chaillou@gmail.com](mailto:th.chaillou@gmail.com)

L'objectif était d'approfondir les mécanismes moléculaires impliqués dans deux situations de croissance musculaire: l'hypertrophie et la régénération musculaires. La voie Akt/mTOR, contrôlant la protéosynthèse, est fortement activée dans ces conditions. En revanche, seule la régénération musculaire semble altérer le système de dégradation protéique. Enfin, nous montrons que les deux régulateurs négatifs de la masse musculaire, REDD1 et BNIP-3, connus pour être activés en hypoxie, sont fortement réprimés au cours de la régénération musculaire, tandis que seule l'expression de REDD1 est diminuée durant l'hypertrophie. Ces résultats laissent entrevoir de nouvelles perspectives dans la recherche thérapeutique.

**Mots clefs** : voie intracellulaire Akt/mTOR, hypertrophie, régénération, régulateurs de mTOR

### INTRODUCTION

Les exercices de résistance, caractérisés par une activité contractile de haute intensité, sont très pratiqués dans les activités sportives recherchant un gain de masse musculaire (hypertrophie musculaire) et de force. Cette pratique est par ailleurs préconisée afin de limiter la fonte musculaire liée au vieillissement. Outre l'hypertrophie musculaire, la régénération musculaire constitue une autre situation de croissance musculaire. Elle est mise en œuvre à la suite d'une blessure ou d'un traumatisme sportif, et conduit à une récupération progressive de la masse musculaire. Elle s'intègre également dans un processus complexe de dégénérescence-régénération musculaire, caractéristique de certaines maladies neurodégénératives (maladies de Duchenne...). Une meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans la croissance musculaire est nécessaire pour développer de nouvelles méthodes d'entraînement et des outils thérapeutiques efficaces.

La masse musculaire dépend d'une balance entre la synthèse et la dégradation protéiques. La synthèse protéique est principalement gouvernée par la voie de signalisation intracellulaire Akt/mTOR. La dégradation protéique est pour sa part majoritairement médiée par le système ubiquitine-protéasome dépendant (SUP) dans le muscle squelettique. Depuis peu, d'autres régulateurs négatifs de la masse musculaire, agissant sur l'activité de mTOR, ont été identifiés dans des situations potentiellement atrophiants: l'AMPK est fortement activée au cours d'un stress métabolique (exercice d'endurance), tandis que REDD1 et BNIP-3 ont été mis en évidence dans des conditions de faible disponibilité en O<sub>2</sub> (hypoxie) (Favier *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2007).

Ainsi, l'objectif de l'étude était d'approfondir les mécanismes moléculaires impliqués dans deux situations de croissance musculaire : l'hypertrophie et la régénération musculaires.

### MATERIEL ET METHODES

Le plantaris de rates a été soumis à une surcharge fonctionnelle (overload) par l'ablation bilatérale de ses muscles agonistes durant 5, 12 et 56 jours (J) (n=6/8 par groupes). Par ailleurs, le soléaire gauche de rates, dégénéré par une injection de notexine, a été prélevé après 3, 7, 14 et 28 jours de récupération (n=8 par groupe). Nous avons mesuré la masse musculaire et évalué par western-blot la voie Akt-mTOR (Akt<sup>Thr308</sup>, p70S6K<sup>Thr389</sup> et 4E-BP1<sup>Thr70</sup>) et deux régulateurs négatifs de mTOR (AMPK<sup>Thr172</sup> et REDD1). Nous avons analysé par RT-qPCR les niveaux d'ARNm de deux marqueurs du SUP, MURF1 et MAFbx, ainsi que le facteur de mort cellulaire BNIP-3.

## RESULTATS

L'injection de notexine provoque une amyotrophie marquée à J7 (Fig. 1A). Il s'ensuit une récupération progressive de la masse musculaire (+26% entre J7 et J28,  $P < 0,05$ ) mais des différences de masse persistent entre les muscles intacts et régénérés à J28 ( $P < 0,05$ ). L'overload induit une hypertrophie musculaire dès J5, qui s'accroît avec le temps (Fig. 1B). Une forte activation de la voie Akt/mTOR est observée précocement dans ces deux situations. Elle reste transitoire et est maintenue plus longtemps dans la situation d'hypertrophie comparativement à la situation de régénération (J3-7 vs J12, respectivement). L'activité de l'AMPK (rapport entre la forme phosphorylée et totale) est augmentée précocement dans ces deux modèles, tandis que le niveau protéique de REDD1, diminué en overload est totalement réprimé dans les phases précoces de régénération musculaire. Les niveaux d'ARNm de BNIP-3, MURF1 et MAFbx sont affectés négativement au cours de la régénération musculaire, alors qu'ils ne sont pas modulés durant l'hypertrophie musculaire.

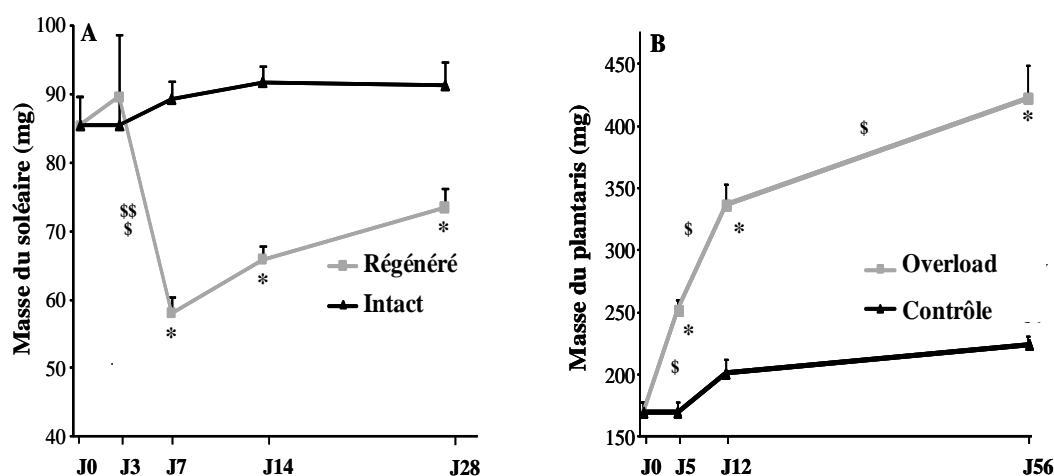


Fig. 1. Masse musculaire évaluée dans une situation de régénération (A) et d'hypertrophie (B) musculaires. Les valeurs sont moyennées  $\pm$  ESM. \* Significativement différent du groupe intact (A) et contrôle (B) ( $P < 0,05$ ). \$ Significativement différent du temps expérimental précédent pour le même groupe ( $P < 0,05$ ).

## CONCLUSION

La protéosynthèse est fortement activée dans ces situations de croissance musculaire. En revanche, la dégradation protéique, évaluée à partir de l'expression de deux atrogènes (MURF1 et MAFbx) et du facteur de mort cellulaire BNIP-3, ne serait inhibée qu'au cours de la régénération musculaire. L'activation de l'AMPK observée dans ces situations de remodelage tissulaire ne permet pas d'empêcher la croissance musculaire. Enfin, nous montrons pour la première fois une altération de l'expression de REDD1 (dans ces deux modèles) et de BNIP-3 (uniquement dans le modèle de régénération), deux facteurs atrophiques dans des situations hypoxiques. Ceci pourrait constituer un nouveau mécanisme de régulation de la croissance musculaire. Ces résultats laissent entrevoir de nouvelles perspectives dans la recherche de cibles thérapeutiques cherchant à limiter l'amyotrophie.

## BIBLIOGRAPHIE

Favier FB., Costes F., Defour A., Bonnefoy R., Lefai E., Bauge S., Peinnequin A., Benoit H., Freyssenet D. (2010). Downregulation of Akt/mammalian target of rapamycin pathway in skeletal muscle is associated with increased REDD1 expression in response to chronic hypoxia. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 298, R1659-1666.

Li Y., Wang Y., Kim E., Beemiller P., Wang CY., Swanson J., You M., Guan KL. (2007). Bnip3 mediates the hypoxia-induced inhibition on mammalian target of rapamycin by interacting with Rheb. *J Biol Chem* 282, 35803-35813.

## O103- Rôle de PGC-1 $\alpha$ dans les altérations de la biogénèse mitochondriale au sein du tissu musculaire âgé

*Frederic Derbré<sup>1,2</sup>, Mari Carmen Gomez-Cabrera<sup>1</sup>, Ana L Nascimento<sup>1</sup>, Fabian Sanchis-Gomar<sup>1</sup>, Vladimir E Martinez-Bello<sup>1</sup>, Jesus A.F. Tresguerres<sup>3</sup>, Arlette Gratas-Delamarche<sup>2</sup>, Maria Monsalve<sup>4</sup> and Jose Viña<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Department of Physiology. University of Valencia. Espagne

<sup>2</sup>Laboratory "Movement Sport and health Sciences", University Rennes. France

<sup>3</sup>Department of Physiology. University Complutense of Madrid. Espagne

<sup>4</sup>Fundación Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III, Madrid, Espagne  
frederic.derbre@uhb.fr

Le but de cette étude est de déterminer dans quelles mesures moduler l'expression de PGC-1 $\alpha$  par l'activité physique pourrait constituer un moyen de stimuler la biogénèse mitochondriale dans le muscle âgé. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur les réponses à l'exercice de rats âgés et de souris KO de PGC-1 $\alpha$ . Nous observons qu'un entraînement en endurance active la biogénèse mitochondriale aussi bien chez les rats jeunes et que les souris wild-type, mais n'a aucun effet sur les rats âgés et les souris KO de PGC-1 $\alpha$ . D'autres conditions comme l'exposition au froid et les hormones thyroïdiennes (reconnues comme stimulant PGC-1 $\alpha$ ) sont efficaces dans le muscle jeune mais pas dans le muscle âgé. Ces résultats suggèrent donc que les altérations de la biogénèse mitochondriale liées à l'âge pourraient donc être dues à une perte de réactivité de PGC-1 $\alpha$ .

**Keywords** : sarcopénie, exercice, stress oxydant, vieillissement, cytochrome c

### INTRODUCTION

Il est désormais clairement établi que le vieillissement est associé à une progressive diminution de la masse et de la force musculaire (Iannuzzi-Sucich et al. 2002; Doherty 2003). Ce syndrome gériatrique, appelé sarcopénie (Rosenberg 1997), est également associé à des perturbations métaboliques comme notamment une réduction du contenu et du fonctionnement mitochondrial (Coggan et al. 1992; Chabi et al. 2008). Les mécanismes spécifiques conduisant aux modifications des capacités mitochondriales dans le tissu musculaire âgé sont encore mal connus. L'accumulation des dommages oxydatifs et l'exacerbation du phénomène d'apoptose semblent néanmoins grandement impliqués dans ces altérations (Bua et al. 2002; Chabi et al. 2008). Il est désormais reconnu que le peroxisome proliferator activated receptor-coactivator (PGC-1 $\alpha$ ) joue un rôle central dans la régulation de la biogénèse mitochondriale (Puigserver and Spiegelman 2003; Hood et al. 2006). En s'appuyant sur des modèles transgéniques surexprimant PGC-1 $\alpha$  dans le muscle squelettique, il a été également montré que PGC-1 $\alpha$  prévenait en partie la sarcopénie en réduisant les activités apoptotiques, autophagiques et protéolytiques (Wenz et al. 2009). Ces travaux suggèrent donc que la modulation du contenu de PGC-1 $\alpha$  dans le tissu musculaire constituerait une stratégie efficace pour la prévention de certaines dysfonctions musculaires observées durant le vieillissement. Dans la mesure où l'entraînement en endurance est reconnu comme stimulant l'expression de PGC-1 $\alpha$  dans le tissu musculaire jeune (Gomez-Cabrera et al. 2008), l'une des stratégies de traitement pourrait s'appuyer sur cette modalité d'exercice pour traiter certaines dysfonctions musculaires observées avec le vieillissement. Le but de notre étude est donc ici de déterminer dans quelles mesures moduler l'expression de PGC-1 $\alpha$  par l'activité physique pourrait constituer un moyen de stimuler la biogénèse mitochondriale dans le tissu musculaire âgé.

### RESULTATS

En s'appuyant sur des souris KO PGC-1 $\alpha$  et wild-type jeunes (3 mois), nous avons observé dans un premier temps qu'un entraînement en endurance ne stimulait pas la biogénèse mitochondriale lorsque PGC-1 $\alpha$  n'est pas exprimé dans le tissu musculaire. En effet, nous observons que le contenu protéique du facteur de transcription NRF-1 (régulé par PGC-1 $\alpha$ ) et du cytochrome c (un marqueur du contenu mitochondrial) ne sont pas augmentés dans le muscle de souris KO PGC-1 $\alpha$  au contraire de leurs homologues wild type. Cela se traduit fonctionnellement par une capacité d'endurance (temps de course jusqu'à épuisement) d'environ 70% inférieur chez les souris KO PGC-1 $\alpha$ . Le même constat est observé entre des rats Wistar jeunes (3 mois) et âgés

(24 mois) soumis à un protocole d'entraînement semblable. Ainsi, nous observons qu'un entraînement en endurance induit une augmentation de l'expression de PGC-1 $\alpha$ , NRF-1 et cytochrome c dans le tissu musculaire jeune, alors qu'aucune modification n'est observée dans le tissu musculaire âgé. Similairement aux souris KO, la capacité d'endurance des rats âgés est 63% inférieur à celles des jeunes rats.

Il est reconnu que l'expression de PGC-1 $\alpha$  peut être également stimulé dans le muscle squelettique par une exposition prolongée au froid ou par l'hormone thyroïdienne (T3) (Puigserver et al. 1998; Irrcher et al. 2003). Dans notre étude, nous confirmons qu'une exposition de 24h à 4°C ou une injection de T3 (0.4 mg·kg<sup>-1</sup>) stimulent l'expression de PGC-1 $\alpha$  dans le tissu musculaire de rats jeunes. Néanmoins, ces mêmes conditions ne modifient pas l'expression de PGC-1 $\alpha$  dans le tissu musculaire de rats âgés.

## CONCLUSION

L'ensemble de ces résultats montrent que le vieillissement induit une perte de réactivité de PGC-1 $\alpha$  en réponse à l'activité physique et à d'autres stimuli reconnus comme stimulant son expression (Froid, T3). Cette étude souligne donc l'importance de maintenir la réactivité de PGC-1 $\alpha$  en réponse à l'activité contractile dans le but de maintenir un fonctionnement musculaire normal.

## REFERENCES

- Bua, EA, McKiernan, SH, et al. (2002). Mitochondrial abnormalities are more frequent in muscles undergoing sarcopenia. *J Appl Physiol*, 92 (6), 2617-2624.
- Chabi, B, Ljubcic, V, et al. (2008). Mitochondrial function and apoptotic susceptibility in aging skeletal muscle. *Aging Cell*, 7 (1), 2-12.
- Coggan, AR, Spina, RJ, et al. (1992). Histochemical and enzymatic comparison of the gastrocnemius muscle of young and elderly men and women. *J Gerontol*, 47 (3), B71-76.
- Doherty, TJ (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, 95 (4), 1717-1727.
- Gomez-Cabrera, MC, Domenech, E, et al. (2008). Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance. *Am J Clin Nutr*, 87 (1), 142-149.
- Hood, DA, Irrcher, I, et al. (2006). Coordination of metabolic plasticity in skeletal muscle. *J Exp Biol*, 209 (Pt 12), 2265-2275.
- Iannuzzi-Sucich, M, Prestwood, KM, et al. (2002). Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57 (12), M772-777.
- Irrcher, I, Adhietty, PJ, et al. (2003). PPAR $\gamma$  coactivator-1 $\alpha$  expression during thyroid hormone- and contractile activity-induced mitochondrial adaptations. *Am J Physiol Cell Physiol*, 284 (6), C1669-1677.
- Puigserver, P and Spiegelman, BM (2003). Peroxisome proliferator-activated receptor- $\gamma$  coactivator 1  $\alpha$  (PGC-1  $\alpha$ ): transcriptional coactivator and metabolic regulator. *Endocr Rev*, 24 (1), 78-90.
- Puigserver, P, Wu, Z, et al. (1998). A cold-inducible coactivator of nuclear receptors linked to adaptive thermogenesis. *Cell*, 92 (6), 829-839.
- Rosenberg, IH (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr*, 127 (5 Suppl), 990S-991S.
- Wenz, T, Rossi, SG, et al. (2009). Increased muscle PGC-1 $\alpha$  expression protects from sarcopenia and metabolic disease during aging. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106 (48), 20405-20410.

O104- Effects of lactate on muscle  $\text{Na}_v$ : modulating the current opinion

Fabrice Rannou<sup>1,2,3</sup>, Raphaël Leschiera<sup>1,3</sup>, Marie-Agnès Giroux-Metges<sup>1,2,3</sup>, Maxime Gioux<sup>1,2,3</sup>, Jean-Pierre Pennec<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Université de Brest, Faculté de Médecine et des Sciences de la Santé, EA 4326, Laboratoire de Physiologie, Brest, F-29200 France

<sup>2</sup> CHU Brest, Service d'Explorations Fonctionnelles Respiratoires, Brest, F-29200 France

<sup>3</sup> Université Européenne de Bretagne, France

fabrice.rannou@chu-brest.fr

Lactic acid, the well-known product of muscle activity, dissociates into  $\text{H}^+$  and lactate at physiological pH. While it has been shown that  $\text{H}^+$  has protective effects on sarcolemma excitability, less is known concerning the effects of lactate ion on muscle excitability. By using the macro-patch-clamp method in dissociated fibres from rat *Peroneus Longus* (PL), we show that lactate modulates the electrophysiological properties of muscle  $\text{Na}_v$ . Interestingly, such effects of lactate on muscle  $\text{Na}_v$  are consistent with an enhancement in fibre excitability, highlighting the fact that lactate is not a waste product for muscle. At whole this study opens a new field of research for lactate, regarding that it connects metabolism to excitability in skeletal muscle.

Keywords: lactate, muscle fibre, voltage-gated sodium channel

Muscle lactic acid production and efflux increase during exercise. While lactic acid dissociates into  $\text{H}^+$  and lactate at physiological pH (Juel, 1997), much attention has been directed at elucidating the consequences of acidity on muscle excitability. It has been shown that  $\text{H}^+$  decreases chloride conductance, leading to increase sarcolemma excitability (Pedersen *et al.*, 2004). Conversely, few attempts were made to look for possible effects of lactate ion on muscle excitability. Voltage-gated sodium channels ( $\text{Na}_v$ ) initiate and convey the action potential on muscle fibre membrane. Thus, the electrophysiological properties of  $\text{Na}_v$  determine the excitability and the contractile feature of muscle. We hypothesized that lactate ion modulates the electrophysiological properties of muscle  $\text{Na}_v$ , regarding its transmembrane location and the subsequent exposition to lactic acid. The electrophysiological properties of muscle  $\text{Na}_v$  were studied in absence and in presence of lactate (10 mM) by using the macro-patch-clamp method in dissociated fibres from rat *Peroneus Longus* (Fig.1). Lactate increases the maximal sodium current (Fig.1E), while the voltage-dependence of activation is shifted toward the hyperpolarized potentials. This indicates a more rapid depolarization, allowing an earlier recruitment of the muscle fibre. The voltage-dependence of  $\text{Na}_v$  fast inactivation is shifted by lactate toward the hyperpolarized potentials. This implies a more rapid membrane repolarisation which is crucial for the elicitation of a novel action potential. Lactate induces a leftward shift in the relationship between the kinetic parameters and the imposed potentials, resulting in an acceleration of  $\text{Na}_v$  activation. The slow inactivation process is decreased by lactate, corresponding to an enhancement in the number of excitable  $\text{Na}_v$ . This leads to preserve force production by reducing the muscle fatigability related to membrane excitability failure (Fitts, 1994).

This study points out a direct effect of lactate ion on skeletal muscle  $\text{Na}_v$  and hence, on muscle excitability. Our results bring new insights concerning the role of lactic acid in muscle physiology.

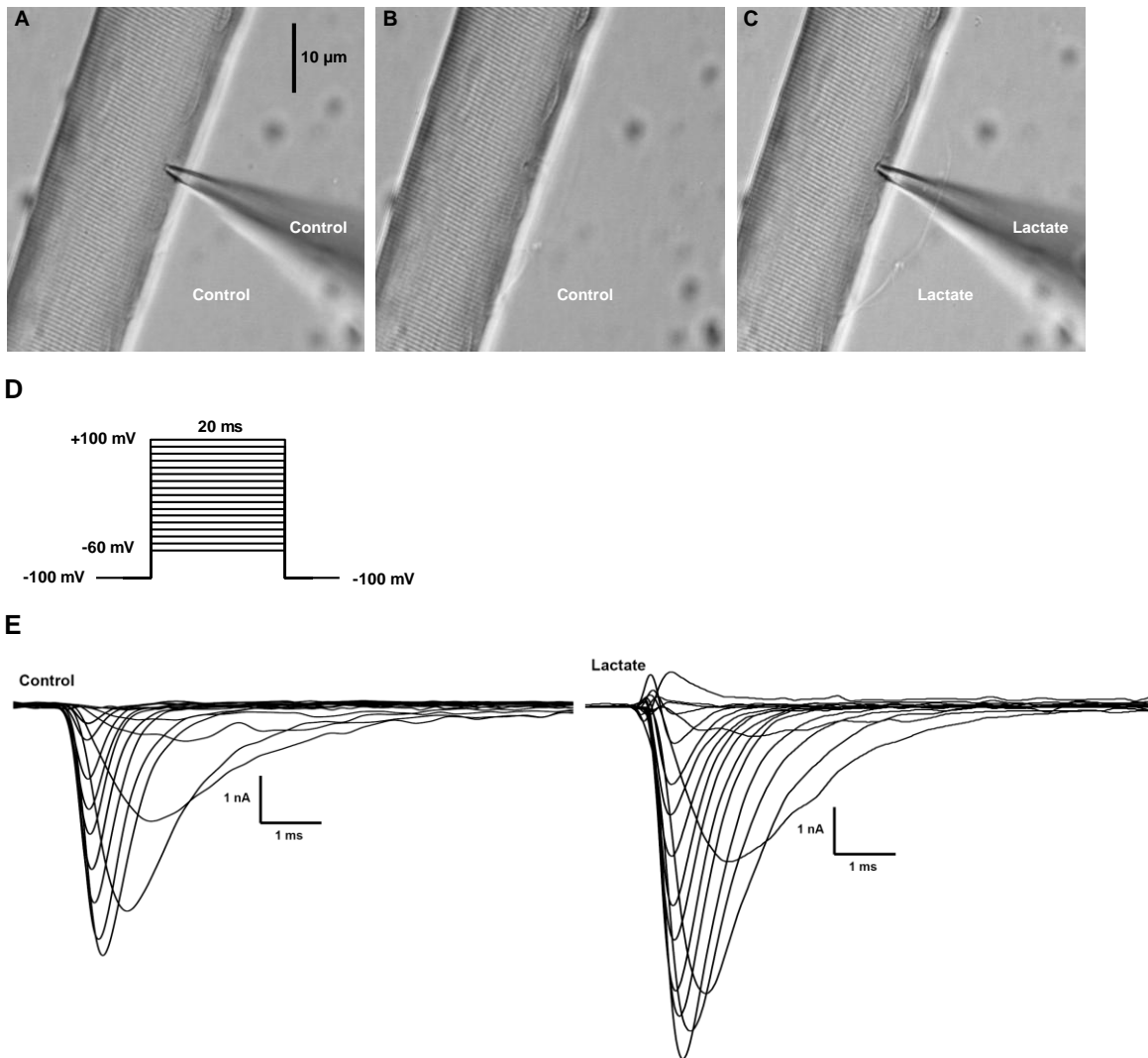


Figure 1. Effects of lactate on muscle sodium currents

**A**, *Peroneus Longus* fibre in patch-clamp configuration for control recordings. **B**, After a first serie of measurements, the “control” pipette is removed. **C**, A pipette filled with the lactate solution (10 mM) is sealed at the same site of the muscle fibre. Lactate is also added in the bath at a final concentration of 10 mM. A new serie of recordings are performed (“Lactate condition”). **D**, Currents were elicited by a serie of voltage steps from a holding potential of -100 mV to voltages between -60 and +100 mV. **E**, Representative sodium currents recorded during “Control” and “Lactate” conditions.

## REFERENCES

- Fitts, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. (1994). *Physiol Rev*, 74, 49-94.  
 Juel, C. Lactate-proton cotransport in skeletal muscle. (1997). *Physiol Rev*, 77, 321-358.  
 Pedersen, T. H., Nielsen, O. B., Lamb, G. D. & Stephenson, D. G. (2004). Intracellular acidosis enhances the excitability of working muscle. *Science*, 305, 1144-1147.

## *Activité physique, alimentation et pathologies*

O105- A study of efficacy and safety of a weight loss regimen consisting of hypocaloric diet, nutritional supplement and aerobic exercise in obese subjects; correlation with leptinemia

*Lyoussi Badia*<sup>\*1</sup>, *Chraïbi Abdelmjid*<sup>2</sup>, *Mantovani Silvano*<sup>3</sup> & *Z.H.Israïli*<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Physiologie-Pharmacologie et Santé Environnementale, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Fès,

<sup>2</sup> Service de Diabétologie Endocrinologie, Hôpital Ibn Sina, Rabat

<sup>3</sup> Consultant biotherapy medical, Pegaso

<sup>4</sup> Emory University School of Medicine, Atlanta, USA

[lyoussi@gmail.com](mailto:lyoussi@gmail.com)

Metabolic syndrome (MetS), a constellation of abnormalities [abdominal obesity, glucose intolerance, insulin resistance (IR), dyslipidemia (low HDL-cholesterol, high LDL-cholesterol and triglycerides)] and elevated blood pressure (BP) increases the risk of developing type 2 diabetes mellitus (T<sub>2</sub>DM) and cardiovascular (CV) disease leading to premature death. Our studies suggest that hyperleptinemia is also a component of MetS. Because of the complex etiology of MetS, a multi-targeted, integrated therapeutic approach is required to simultaneously treat high BP, obesity, dyslipidemia, IR and T<sub>2</sub>DM, to fully protect CV and renal systems. Lifestyle modification (weight control with hypocaloric diet, nutritional supplement and exercise,) is a good nonpharmacological approach to achieve this goal.

**Keywords:** Hormones, Pathologies; Physical activity; Diet; Aminoform 1000

Leptin is a hormone that appears to regulate energy balance. It is important to know whether leptin concentrations are changed under conditions of altered energy homeostasis. Previous studies have shown that plasma concentration of leptin is higher in females than in males, and that its level is also higher in hypertensive subjects compared to normotensive individuals matched for body mass index (BMI). As a part of Study A, we evaluated the relationship between circulating leptin concentration in 100 healthy subjects and 100 T<sub>2</sub>DM patients (attending diabetic clinic in Hospital, Fez-Boulemane) with or without hypertension as a function of BMI; serum levels of insulin, C-peptide and insulin-like growth factor-1 (IGF-1) were also measured. In Study B, we evaluated the effectiveness and safety of a 3-week treatment of 20 obese subjects with Aminoform 100 (a digestible nutritional amino acid supplement based on soy) plus hypocaloric diet and aerobic physical exercise.

In Study A, serum leptin concentrations were 3-4 -fold higher in women than in men (1-11 ng/mL), also higher in hypertensive compared to normotensive individuals. Leptin concentrations were correlated with BMI; in some obese patients, leptin concentration was as high as 70 ng/mL.

In Study B, nonpharmacological treatment resulted in a significant weight loss and improvement in all measured biological parameters (azotemic profile, glucose, lipids, insulin, leptin and IGF-1); the treatment was well tolerated. However, some biochemical parameters considered as general markers of insulin resistance (often associated with obesity) did not correlate significantly with leptinemia. The present study confirms that measurement of leptin levels can contribute to stratification of patients into risk groups and subsequent appropriate treatment. The weight-loss regimen of Aminoform 1000 with low calorie diet and aerobic exercise is effective and safe.



## REFERENCES

- Lyoussi, B., Mguil M., Chraibi, A., Israili, ZH. (2005). Gender-specific leptinemia and its relationship with some components of the metabolic syndrome in Moroccans. *Clin Exp Hypertens*; 27(4):377-94.
- Israili, ZH., Lyoussi, B., Hernández-Hernández, R., Velasco, M. (2007). Metabolic Syndrome: Treatment of Hypertensive Patients *American Journal of Therapeutics* 14, 386–402.
- Israili, ZH., Lyoussi, B., Hernández-Hernández, R., Velasco, M. (2008). Tratamiento de pacientes hipertensos con síndrome metabólico. In R. Hernández-Hernández, M. Velasco, MJ. Armas-Padilla (Eds.), *Hypertension Arterial Para el Clínico, Dinamic Signs* (pp. 401-422) .c.a., Caracas, Venezuela,

O106- L'alimentation peut-elle potentialiser les effets de l'activité physique sur l'homéostasie glucidique de miniporcs Göttingen?

Vincent Sophie<sup>1</sup>, Blat Sophie<sup>2</sup>, Lemoine-Morel Sophie<sup>1</sup>, Lefeuvre Luz<sup>1</sup>, Malbert Charles-Henri<sup>2</sup>,  
Delamarque Arlette<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire "Mouvement Sport Santé", Université Rennes.2, UEB, ENS Cachan, France

<sup>2</sup>Equipe SENAH, UMR 1079, INRA Agrocampus Ouest, Rennes, France  
Sophie.vincent@univ-rennes2.fr

Si les effets de l'entraînement en endurance ou du régime alimentaire sur l'homéostasie glucidique ont été étudiés, leurs interactions restent incompréhensibles. De même, la persistance des effets bénéfiques après l'entraînement sur la sensibilité et la sécrétion d'insuline demeure mal connue. L'objectif de cette étude est donc d'étudier les interactions entre l'activité physique et l'alimentation au cours du temps sur l'homéostasie glucidique à partir d'un modèle animal, le mini-porc Göttingen. Pour cette étude, 24 mini-porcs adultes ont été répartis en quatre groupes selon le suivi ou non d'un entraînement (E, NE) en combinaison avec un régime alimentaire équilibré (ST) ou délétère (WD). Les valeurs basales de glycémie et d'insulinémie ainsi que différents paramètres reflétant l'insulino-sensibilité (IS) et la sécrétion d'insuline ont été calculés à partir de tests de tolérance au glucose (IVGTT). Nos résultats montrent que 12 semaines d'entraînement physique permettent de lutter contre la diminution naturelle de l'IS en améliorant la régulation de l'homéostasie glucidique à jeun. L'entraînement améliore également l'IS en état post-prandial. Les effets de l'entraînement perdurent jusqu'à une semaine après l'arrêt de l'entraînement mais disparaissent au bout d'un mois chez des animaux recevant un régime alimentaire équilibré. Le régime alimentaire délétère détériore la sensibilité à l'insuline au bout de 13 semaines. Il diminue aussi la phase aiguë de sécrétion d'insuline. L'entraînement en endurance ne permet pas de limiter les effets négatifs du régime délétère.

Mots clés : Homéostasie glucidique ; Insulino-sensibilité ; Entraînement physique ; Régime alimentaire ; Interactions

## INTRODUCTION

La progression de l'obésité et du diabète de type 2 (non insulino-dépendant) dans le monde est préoccupante. Ces pathologies sont en grandes parties évitables, car elles sont favorisées par de mauvaises habitudes alimentaires et l'inactivité physique. En termes de prévention, il devient urgent de considérer les interactions de ces 2 paramètres (alimentation, activité physique) ainsi que les mécanismes mis en jeu. Cette étude a pour objectif d'étudier les interactions entre l'alimentation et l'activité physique sur la prévention et la prise en charge de maladies métaboliques comme l'obésité et le diabète de type 2, ayant pour point commun une insulino-résistance (IR). Bien que les effets protecteurs d'une alimentation adaptée et de l'activité physique sur la prévention de l'IR soient connus, leurs interactions demeurent inexplorées d'où l'intérêt de notre étude. En d'autres termes, l'alimentation peut-elle potentialiser les effets bénéfiques de l'entraînement sur l'homéostasie glucidique? Le modèle utilisé des miniporcs (MP) de race Göttingen constitue un modèle de choix pour étudier les réponses métaboliques à l'exercice physique de manière longitudinale. En effet, la physiologie et la pathophysiologie des MP sont très proches de celles de l'homme.

## MATERIEL ET METHODES

24 MP Göttingen, adultes (âgés de 17,0±0.3 mois au début de l'étude), logés en cage individuelle, reçoivent un repas par jour et ont accès *ad libitum* à l'eau de boisson excepté au cours des tests. Les animaux sont pesés chaque semaine (balance Marechalle-pesage) et leur ration calorique est adaptée en fonction de leur masse corporelle et au prorata de leur dépense d'énergie. Les MP sont répartis de façon aléatoire dans 4 groupes expérimentaux en fonction du régime alimentaire reçu (ST ; WD ie enrichi en AG saturés et en saccharose) et de leur activité physique (NE ; E). La durée d'entraînement est de 12 semaines, suivie d'une durée de désentraînement d'un mois avant abattage. Les tests d'effort et les IVGTT sont réalisés au début (T1), après 6 semaines: et 12 semaines d'intervention (T2, T3) ainsi qu'au décours de l'intervention à 7 jours (T4) puis un mois (T5). Des prélèvements sanguins ont été réalisés au repos à jeun avant le test de tolérance au glucose et au cours de cet IVGTT. Ces données permettent de calculer l'indice basal d'insulinorésistance (HOMA-IR) et les indices dynamiques de sensibilité à l'insuline (AUC G, constante K) et de sécrétion d'insuline (AIR, AUC I).

## RESULTATS-DISCUSSION

Le régime délétère induit une détérioration de HOMA-IR (en 16 semaines) chez les mini-porcs sédentaires. Le HOMA-IR des animaux au régime délétère est significativement supérieur à celui des animaux au régime standard. Le régime délétère entraîne aussi une altération de l'IS (AUCG) en réponse à une charge en glucose. AUCG est supérieure chez les animaux au régime délétère par rapport aux animaux au régime standard dès 12 semaines de régime. Parallèlement, la constante de disparition du glucose K est significativement inférieure chez les animaux recevant le régime délétère comparé au régime standard dès 6 semaines. Ces résultats sont en accord avec les données de la littérature (Wolever, 2000 ; Grimditch et coll, 1988) en ce qui concerne l'effet du régime délétère sur IS.

La diminution de l'IS induite par la consommation d'un régime délétère n'est pas compensée par l'augmentation de la sécrétion d'insuline (AUCI et AIR) comme attendue dans la littérature même au contraire en ce qui concerne réponse rapide de l'insuline AIR.

Effectivement, le profil global post-prandial (AUCI) de sécrétion d'insuline n'est pas modifié. Par contre, la AIR est largement diminuée chez les animaux recevant le régime délétère comparé à ceux recevant un régime ST. Ces résultats vont à l'inverse des hypothèses avancées à savoir une AUCI et une AIR supérieure chez les animaux recevant un régime riche en graisses (Storlien et al, 2000 et Vessby, 2000) pour essayer de compenser la diminution d'IS. La libération d'insuline dans sa phase rapide semble freinée chez les animaux au régime WD. Le rôle inhibiteur des catécholamines sur la sécrétion d'insuline pourrait en partie expliquer le frein exercé sur les cellules bêta lors de la consommation d'un tel régime. Dans la littérature, il est bien connu que la prise de masse grasse altère l'IS (Ondrak et coll, 2009). Or, le pourcentage de masse grasse sous cutanée, correspondant à 50% de la masse grasse totale (Verson, 1991), n'est pas modifiée au cours de l'étude.

L'entraînement améliore globalement l'IS attesté par une augmentation de K et une diminution de AUCG à la fin de la période d'entraînement. Il compense, dans le cadre d'une alimentation équilibrée, l'augmentation de la sécrétion rapide d'insuline (AIR) mise en avant après 16 semaines lors d'un test de tolérance au glucose chez le MP sédentaire. L'augmentation de AIR chez le groupe NE, pourrait traduire une réponse compensatoire du pancréas à la diminution naturelle de l'IS. Ces résultats sont confortés par une sécrétion rapide d'insuline plus importante pour le groupe NE par rapport aux groupes E dès 6 semaines de protocole. Les effets de l'entraînement sur l'amélioration de l'IS persistent pour la plupart des paramètres au moins 7 jours voire jusqu'à 1 mois après la fin de l'entraînement lorsque les animaux ont une alimentation équilibrée. Les bénéfices de l'entraînement à 7 jours et 1 mois sont davantage liés à une augmentation durable de l'IS plutôt qu'à une augmentation de la sécrétion d'insuline. L'interaction de l'entraînement avec le régime délétère met en évidence la supériorité des effets néfastes du régime délétère sur les effets bénéfiques de l'entraînement. De même que pour les effets du régime délétère, l'IS est altérée chez les deux groupes (E-WD et NE-WD). Il semble que le régime délétère suivi par ces animaux soit trop délétère pour voir apparaître des effets positifs de l'entraînement sur l'homéostasie glucidique.

## REFERENCES

- Wolever, *Brit J Nutr* 83(1):97-102, 2000
- Grimditch et coll, *Am J Clin Nutr.* Jul;48(1):38-43 1988
- Storlien et al, *Brit J Nutr* 83(1)185-190, 2000
- Vessby, *Brit J Nutr* 83(1):91-96 2000
- Ondrak et coll, *International journal of pediatric endocrinology*, 2009

O107- Ghréline et PYY chez l'adolescent obèse : effets d'une perte de poids après 9 mois d'activité physique régulière.

*Carine Gueugnon<sup>1</sup>, Fabienne Mougin<sup>1</sup>, Marie Nicolet-Guénat<sup>2</sup>, Gilles Dumoulin<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> EA 3920, UPFR des Sports, Université de Franche-Comté, Besançon <sup>2</sup> Soins de Suite et Réadaptation « la Beline », Salins les Bains <sup>3</sup> Laboratoire de Biochimie endocrinienne et métabolique, CHU Besançon  
carine.gueugnon@yahoo.fr

La prise alimentaire a longtemps été considérée comme une question de volonté. Ainsi, la personne obèse devait être capable de contrôler volontairement sa consommation de nourriture afin de perdre du poids. Néanmoins, cette idée a été progressivement enrayée avec la découverte de nombreuses hormones impliquées dans le contrôle de la prise alimentaire et de la dépense énergétique. Ainsi, la ghréline, hormone gastrique de découverte récente, est la seule hormone orexigène connue. A l'inverse, le peptide YY, sécrété par l'intestin, déclenche la satiété. Ces hormones semblent être impliquées dans la pathogénèse de l'obésité et dans la perte pondérale faisant suite à une modification du mode de vie. Ainsi, la compréhension des mécanismes qui régulent le comportement alimentaire, est essentielle pour identifier de nouvelles cibles thérapeutiques qui permettraient de stopper l'épidémie d'obésité.

**Mots clés :** ghréline, PYY, obésité infantile, activité physique, perte de poids

### CONTEXTE D'ETUDE

La fin du XX<sup>ème</sup> siècle, marqué par de profonds changements des habitudes de vie, connaît une véritable épidémie d'obésité. En effet, l'augmentation des comportements sédentaires et l'excès alimentaire entraînent un déséquilibre de la balance énergétique, responsable d'un stockage excessif d'énergie dans le tissu adipeux à l'origine du développement de l'obésité. Au cours de ces dernières années, une attention particulière a donc été attribuée à la compréhension des mécanismes impliqués dans la régulation de la balance énergétique, notamment le contrôle de l'apport alimentaire et son implication dans l'obésité. Ainsi, la ghréline et le peptide YY, deux hormones gastro-intestinales, jouent un rôle important dans la régulation à court terme de la prise alimentaire. La ghréline, sécrétée par l'estomac, déclenche l'appétit. Elle est, à ce jour, la seule hormone orexigène connue. Ses concentrations plasmatiques augmentent rapidement avant chaque repas et diminuent tout aussi rapidement dès l'ingestion d'aliments. Le PYY, sécrété par l'intestin, est libéré dans la circulation sanguine après un repas proportionnellement à la quantité de calories ingérées. Il induit une sensation de satiété pendant une période de 12 heures. C'est une hormone anorexigène. Chez le sujet obèse, les concentrations de ghréline et de PYY sont plus basses que chez le sujet de poids normal, suggérant une altération de la réponse de ces hormones avec l'obésité. A notre connaissance, peu d'études se sont intéressées, en particulier chez des adolescents, aux effets d'une modification du mode de vie sur ces hormones.

L'objectif de cette étude a donc été d'évaluer, si les concentrations de ghréline et de PYY étaient modifiées par une pratique d'activité physique régulière associée à un changement des habitudes alimentaires, susceptibles d'entraîner une perte de poids chez des adolescents obèses.

### MATERIEL ET METHODES

Trente deux adolescents présentant une obésité sévère (poids =  $97,7 \pm 2,5$  kg ; z-score IMC =  $4,1 \pm 0,1$ ), accueillis dans un centre spécialisé dans le traitement de l'obésité infantile, ont participé à cette étude. Ces adolescents ont suivi durant 9 mois une prise en charge multidisciplinaire incluant un programme d'activité physique à raison de 5 heures/semaine parallèlement à une modification de leurs habitudes alimentaires. La ghréline et le PYY plasmatiques de ont été évalués à jeun au début (M0) et durant le programme (M3, M6 et M9). A M0, ces mêmes hormones ont été mesurées chez 15 adolescents normo-pondérés qui ont servi de contrôle. A la fin de l'étude, les adolescents obèses ont été divisés en deux groupes en fonction de leur perte de poids (réduction ou non du z-score IMC  $\geq 0,05$ ).

## RESULTATS ET DISCUSSION

A leur entrée dans l'étude, les sujets obèses présentent des concentrations de ghréline plus basses que les sujets de poids normal, suggérant un dysfonctionnement dans la régulation du poids et de l'appétit (Figure 1). Après 9 mois de prise en charge, la perte de poids significative, observée chez 23 adolescents, est associée à une augmentation progressive des taux de ghréline (Figure 2), confirmant les résultats retrouvés dans la plupart des études réalisées chez l'enfant. A l'inverse, certaines études ne montrent pas de variations des concentrations de ghréline lorsque la prise en charge par l'activité physique ne s'accompagne pas d'une perte de poids (Jones et al., 2009 ; Balagopal et al., 2010). Nos résultats suggèrent que les concentrations de ghréline augmentent avec l'exercice physique seulement si celui-ci s'accompagne d'une perte pondérale significative. Cependant, cette augmentation de ghréline entraînerait des mécanismes compensatoires, responsables des difficultés rencontrées par les sujets obèses à maintenir une perte de poids à long terme, l'administration de ghréline chez le sujet sain entraînant spontanément une prise alimentaire.

Par ailleurs, les concentrations plasmatiques de PYY sont, comme dans la plupart des études, diminuées chez le sujet obèse, suggérant leur implication dans la physiopathologie de l'obésité (Figure 1). Dans la littérature, seules deux études ont montré, chez l'enfant, après un an de prise en charge, une augmentation de PYY parallèlement à une perte de poids (Roth et al., 2005 ; Reinehr et al., 2010). Chez l'adolescent, Jones et al. (2009) ont observé des résultats similaires après neuf mois d'activités physiques, suggérant qu'une augmentation de PYY par son effet anorexigène, pourrait contribuer à la stabilisation de la perte de poids. Dans la présente étude, la perte de poids significative induite en partie par l'activité physique, tend à augmenter, mais de manière non significative, les concentrations de PYY (Figure 2).

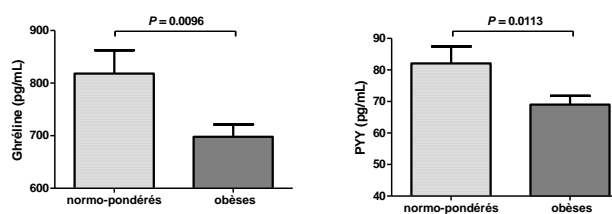


Figure 1. Ghréline et PYY au début de l'étude chez les sujets obèses et normo-pondérés.

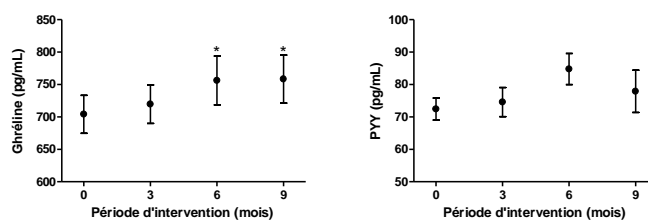


Figure 2. Evolution de la ghréline et du PYY plasmatiques en réponse à la prise en charge chez les sujets obèses ayant perdu significativement du poids.

## CONCLUSION

Chez l'adolescent obèse, la prise alimentaire, régulée à court terme par la ghréline et le PYY, est perturbée. Dans notre étude, la prise en charge à long terme, associant la pratique d'activités physiques régulières à une modification des habitudes alimentaires, entraîne une perte de poids s'accompagnant d'une augmentation progressive des concentrations de ghréline sans variation significative du PYY. Ces résultats suggèrent une adaptation des mécanismes de régulation de la prise alimentaire en réponse à une perte de poids.

## BIBLIOGRAPHIE

- Balagopal, P.B., Gidding, S.S., Buckloh, L.M., Yarandi, H.N., Sylvester, J.E., George, D.E., Funanage, V.L. (2010) Changes in circulating satiety hormones in obese children: a randomized controlled physical activity-based intervention study. *Obesity (Silver Spring)*, 18, 1747-1753
- Jones, T.E., Basilio, J.L., Brophy, P.M., McCammon, M.R., Hickner, R.C. (2009) Long-term exercise training in overweight adolescents improves plasma peptide YY and resistin. *Obesity (Silver Spring)*, 17, 1189-1195
- Reinehr, T., Roth, C.L., Enriori, P.J., Masur, K. (2010) Changes of dipeptidyl peptidase IV (DPP-IV) in obese children with weight loss: relationships to peptide YY, pancreatic peptide, and insulin sensitivity. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 23, 101-108
- Roth, C.L., Enriori, P.J., Harz, K., Woelfle, J., Cowley, M.A., Reinehr, T. (2005) Peptide YY is a regulator of energy homeostasis in obese children before and after weight loss. *J Clin Endocrinol Metab*, 90, 6386-6391

## O108-Bone Responses to Body Fat Mass Loss induced by An Exercise and Nutritional Program in Obese Rats

Gerbaix Maude<sup>1</sup>, Metz Lore<sup>1</sup>, Mac-Way Fabrice<sup>2,3</sup>, Guillet Christelle<sup>4</sup>, Walrand Stéphane<sup>4</sup>, Masgrau Aurélie<sup>4</sup>, Vico Laurence<sup>2</sup>, Courteix Daniel<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie des Activités Physiques et Sportives, EA 3533, Clermont Université, Université Blaise Pascal, BP 10448, F-63000 Clermont Ferrand Cedex, France <sup>2</sup>Laboratoire de Biologie Intégrative du Tissu Osseux, Inserm U1059, Université de Lyon, 42023 cedex, Saint-Etienne, France <sup>3</sup>Centre de recherche du CHUQ, L'Hôtel-Dieu de Québec, Division

Néphrologie, Université Laval, Québec, Canada

<sup>4</sup>Unité de Nutrition Humaine, UMR 1019, INRA/Université d'Auvergne, Clermont-Ferrand  
maude\_g@hotmail.com

It is well known that weight loss is linked to an accelerated bone loss. Physical exercise is a practice known to induce beneficial effects on bone tissue. The purpose of this study was to investigate the bone responses to body fat loss induced by a combined exercise and nutritional program in obese rats. 60 Wistar rats previously fed with diet inducing obesity, were submitted or not to exercise and/or restrictive diet for 2 months. Body composition, lipid and hormonal profiles and bone parameters were investigated. The restrictive diet had induced fat mass loss and altered bone tissue. Exercise had induced weight and fat loss, increased bone mineral density and inhibited bone resorption.

**Key words:** bone, weight loss, exercise, restrictive diet, 3D microtomography, histomorphometry.

### INTRODUCTION

The association of a well-balanced diet with exercise is a key strategy to treat obesity. It is important to improve diet quality by reducing the consumption of energy-dense foods. Exercise by increasing energy expenditure and body metabolism, helps to lose fat mass. However, the weight loss is linked to a concomitant accelerated bone loss (Chao et al., 2000); (Ensrud et al., 2003); (Jensen, Quaade, & Sorensen, 1994). On the other hand, exercise is known to induce beneficial effects on bone. In human, they are conflicting reports as to whether exercise incorporated into a weight loss program can protect against bone loss. (Ryan, Nicklas, & Dennis, 1998); (Pritchard, Nowson, & Wark, 1996). In animal, a study showed that exercise inducing fat mass loss increases bone mineral density of genetically obese and diabetic rats (alteration of leptin receptor) (Mathey et al., 2002). The purpose of this study was to investigate total body, tibia and L2 vertebrae bone responses to body fat loss induced by an exercise and/or nutritional program in obese rats.

### METHODS

#### *Animal care, training protocol and diets*

All experimental designs and procedures were made in accordance to the current legislation on animal experience in France and were approved by the ethical committee for animal experimentation (CREEA Auvergne, CE1-09). Sixty Wistar male rats, aged 11 months, were previously fed with a high fat/high sucrose diet (HF/HS) for 4 months to induce obesity. Then, four regimens: Lipid and Sucrose Restrictive diet (LSR diet) plus exercise; HF/HS diet plus exercise; LSR diet plus inactivity; HF/HS diet plus inactivity were initiated for 2 months. Animals were trained on treadmill 5 days a week for 8 weeks. During the first 10 days, rats were gradually familiarized to the treadmill by a smooth increase of duration and speed starting from 6 m/min for 15 min. to 10 m/min. for 50 min. To control food intake, diets were removed every days in individual ramekins. The total quantity given to rats per day (both LSR and HF/HS) was determined by food intake checkups. Ninety % of total food intakes were given in order to control food quantity and avoid food restriction. This quantity provided  $\approx$  100 kcal per days to all rats.

### *Body composition and bone investigation*

The body composition including specific central fat mass analysis was assessed by Dual Energy X-ray absorptiometry and abdominal circumference was measured. Visceral fat mass was evaluated by weighing perirenal and peri-epididymal adipose tissues. Lipid and hormonal profiles were assayed. Bone densitometry was assessed on tibia using a Piximus device. Bone histomorphometry was performed on the proximal metaphysis of tibia and L2 vertebrae (L2). Trabecular micro architectural parameters were measured on tibia and L2 by 3D microtomography. Osteocalcin and CTX were assayed to calculate the bone Uncoupling Index (UI).

### *Statistical analysis*

Effect of exercise and diet had been analyzed by a 2X2 ANOVA on Log transformed data. In presence of interaction, the effect of exercise or diet had been tested independently by a one way ANOVA.

## **RESULTS**

Global mass, global fat mass, central fat mass and ex-vivo fat mass were significantly lower ( $p < 0.01$ ) in exercising groups compared with sedentary groups. Except global mass, these parameters were significantly lower ( $p < 0.05$ ) in LSR diet groups than HF/HS diet groups. Trained rats showed significant lower triglyceride ( $p < 0.05$ ) and higher free fatty acids ( $p < 0.01$ ) levels than sedentary rats. LSR diet groups had significant higher triglyceride level than HF/HS groups. Both exercise and LSR diet had reduced significantly the leptin and adiponectin levels ( $p < 0.05$ ). Bone volume density and degree of anisotropy of tibia were lower in LSR diet groups ( $p < 0.05$ ) compared with HF/HS diet groups. Moreover, groups which were given LSR diet had significant lower Bone Volume Fraction (BV/TV) ( $p < 0.001$ ), mineralized surface ( $p < 0.001$ ) and bone formation rate ( $p < 0.05$ ) in L2 compared with HF/HS groups. Exercise had increased significantly the bone mineral density of tibia and UI ( $p < 0.05$ ) but reduced significantly mineral apposition rate of L2 vertebrae ( $p < 0.05$ )

## **CONCLUSION**

In the present study a diet inducing fat mass loss had altered the bone tissue of obese rats. The moderate intensity exercise performed had increased BMD and UI but had not protected the bone tissue from the all trabecular alterations.

## **REFERENCES**

- Chao, D., Espeland, M. A., Farmer, D., Register, T. C., Lenchik, L., Applegate, W. B., et al. (2000). Effect of voluntary weight loss on bone mineral density in older overweight women. *J Am Geriatr Soc*, 48(7), 753-759.
- Ensrud, K. E., Ewing, S. K., Stone, K. L., Cauley, J. A., Bowman, P. J., & Cummings, S. R. (2003). Intentional and unintentional weight loss increase bone loss and hip fracture risk in older women. *J Am Geriatr Soc*, 51(12), 1740-1747.
- Jensen, L. B., Quaade, F., & Sorensen, O. H. (1994). Bone loss accompanying voluntary weight loss in obese humans. *J Bone Miner Res*, 9(4), 459-463.
- Mathey, J., Horcajada-Molteni, M. N., Chanteranne, B., Picherit, C., Puel, C., Lebecque, P., et al. (2002). Bone mass in obese diabetic Zucker rats: influence of treadmill running. *Calcif Tissue Int*, 70(4), 305-311.
- Pritchard, J. E., Nowson, C. A., & Wark, J. D. (1996). Bone loss accompanying diet-induced or exercise-induced weight loss: a randomised controlled study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 20(6), 513-520.
- Ryan, A. S., Nicklas, B. J., & Dennis, K. E. (1998). Aerobic exercise maintains regional bone mineral density during weight loss in postmenopausal women. *J Appl Physiol*, 84(4), 1305-1310.

O109-L'activité physique a-t-elle un effet préventif sur les paramètres osseux sous chondraux dans un modèle expérimental de gonarthrose ?

Arnaud Boudenot<sup>1</sup>, Claude Laurent Benhamou<sup>1</sup>, Nathalie Presle<sup>3</sup>, Eric Dolléans<sup>1</sup>, Christelle Jaffré<sup>2</sup>, Stéphane Pallu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UMR-S658 Caractérisation du Tissu Osseux par Imagerie : Techniques et applications (CTI), Orléans

<sup>2</sup> EA1274, Laboratoire Mouvement, Sports, Santé (M2S), Rennes 2

<sup>3</sup> UMR 7561 CNRS, Nancy 1

arnaud.boudenot@inserm.fr

Une apparition précoce de gonarthrose est décrite après traumatisme du genou, notamment chez les sportifs. Néanmoins, il est peu connu à ce jour si un entraînement préalable au traumatisme est délétère ou non. L'objectif de cette étude était d'observer les effets potentiellement protecteurs de l'activité physique sur l'os sous chondral dans un modèle expérimental de gonarthrose. On observe une prévention de la chute de densité minérale osseuse sous chondrale uniquement si un entraînement est pratiqué avant la lésion. En revanche, la lésion a engendré des valeurs de microarchitecture plus faibles dans les groupes lésés, entraînés ou non. Ainsi, l'activité physique semble avoir un effet protecteur sur la densité minérale osseuse mais pas sur les paramètres de microarchitecture au niveau de l'os sous chondral.

**Key words :** Rat, Exercice, Microarchitecture, Genou, os sous chondral

## INTRODUCTION

Une apparition précoce de gonarthrose est décrite après traumatisme du genou (rupture du ligament croisé ou ménisectomie), notamment chez les sportifs. Néanmoins, il est peu connu à ce jour si un entraînement préalable au traumatisme est délétère ou non. L'objectif de cette étude était d'observer les effets potentiellement protecteurs de l'activité physique sur l'os sous chondral dans un modèle expérimental de gonarthrose chimique (Strassle et al.).

## MATERIEL ET METHODES

Des rats mâles Wistar âgés de 13 semaines (n=48) ont été séparés en deux groupes : Exercice (Ex) et Non-Exercice (NEx). Le groupe Ex a suivi un entraînement d'1h/j, 5j/semaine, pendant 10 semaines. A l'issue de cette période, chacun des groupes Ex et NEx a été divisé en deux sous groupes : Arthrosique (A) ou Sham (S). Dans les groupes A (NEx-A et Ex-A), une injection de 1 mg Monosodium Iodo Acétate (MIA) dans 100µL de NaCl a été effectuée dans le genou droit. Les groupes S (NEx-S et Ex-S) ont reçu une injection de NaCl. Les quatre groupes ont été sacrifiés 4 semaines après l'injection. Des colorations hématoxyline-éosine-safran et safranine-O-fast green sur des coupes du cartilage ont été effectuées pour confirmer la sévérité de l'arthrose. La Densité Minérale Osseuse (DMO) a été évaluée par DXA (Hologic, Discovery, USA) au niveau de l'épiphyse proximale du tibia et de l'épiphyse distale du fémur à la fin de l'entraînement et avant le sacrifice. Nous avons développé une méthode d'analyse de régions d'intérêt médiales et latérales de la microarchitecture trabéculaire osseuse. Les analyses ont été effectuées dans l'os sous chondral épiphysaire du tibia proximal (Skyscan 1072, Skyscan, Belgique).

## RESULTATS

Suite à l'entraînement, aucune différence n'a été observée pour les DMO des épiphyses fémoro-tibiales entre les groupes. Au sacrifice, seule la DMO au tibia proximal du groupe NEx-A a diminué (NEx-A,  $0.409 \pm 0.022$  ; Ex-A,  $0.435 \pm 0.021$  ;  $p=0,02$ ). La DMO au fémur distal n'était pas différente entre les groupes. De plus, la masse osseuse (BV/TV), l'épaisseur des travées (Tb.Th) et le nombre de travées (Tb.N) étaient supérieurs dans le groupe Ex-S comparé aux groupes NEx-A et Ex-A, au niveau du plateau tibial latéral uniquement (Figure 18). Pour tous les groupes, les paramètres BV/TV et Tb.Th étaient significativement supérieurs au niveau du plateau médial vs latéral (Bobinac, Spanjol, Zoricic, & Maric, 2003).

## CONCLUSION



La DMO est inférieure dans le groupe NEx-A comparée au groupe NEx-S démontrant un effet délétère du MIA sur la masse osseuse. Par contre, la DMO du groupe Ex-A étant supérieure à celle de NEx-A semble suggérer un effet protecteur de l'exercice.

A contrario, l'effet significativement délétère du MIA sur la microarchitecture (BV/TV, Tb.N, Tb.Th) ne semble pas être annihilé par la pratique d'une activité physique. En conclusion, l'activité physique semble avoir un effet protecteur uniquement sur les paramètres quantitatifs.

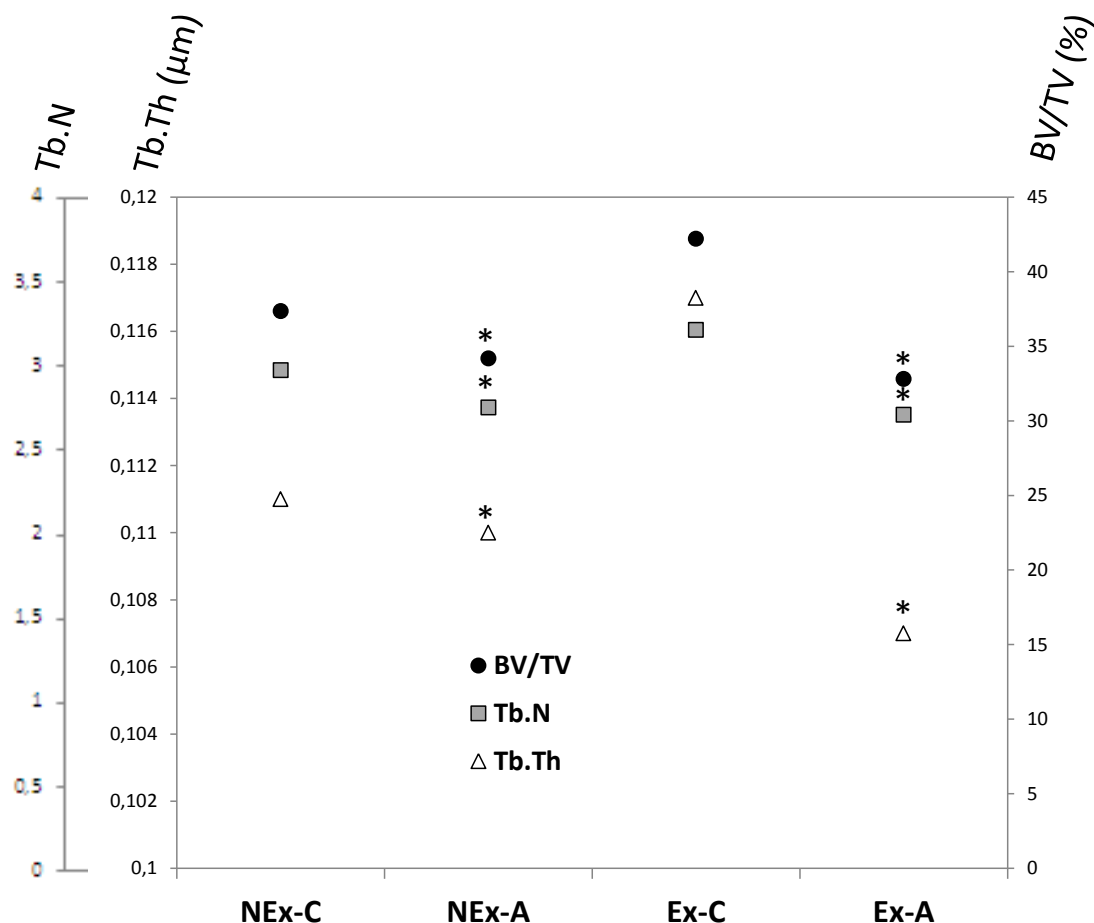


Figure 18: Paramètres de microarchitecture épiphysaire tibiale latérale : nombre de travées (Tb.N), épaisseur des travées (Tb.Th) et pourcentage d'os sur le volume de tissu (BV/TV) pour les groupes non-exercice contrôle (NEx-C), non-exercice arthrose (NEx-A), exercice contrôle (Ex-C) et exercice arthrose (Ex-A). \* différence significative par rapport à Ex-C,  $p < 0,05$

## BIBLIOGRAPHIE

Bobinac, D., Spanjol, J., Zoricic, S., & Maric, I. (2003). Changes in articular cartilage and subchondral bone histomorphometry in osteoarthritic knee joints in humans. *Bone*, 32(3), 284-290.

Strassle, B. W., Mark, L., Leventhal, L., Piesla, M. J., Jian Li, X., Kennedy, J. D., et al. Inhibition of osteoclasts prevents cartilage loss and pain in a rat model of degenerative joint disease. *Osteoarthritis Cartilage*, 18(10), 1319-1328.

## Effet de l'activité physique au niveau musculaire

O110-Les DOMS induits par électrostimulation neuromusculaire : la prévention est-elle possible ?

Marc Vanderthommen<sup>1</sup>, Rémi Chamayou<sup>1</sup>, Jean-Michel Crielaard<sup>1</sup> & Jean-Louis Croisier<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Département des Sciences de la Motricité, Université de Liège, Belgique

[mvanderthommen@ulg.ac.be](mailto:mvanderthommen@ulg.ac.be)

Une première séance d'électrostimulation neuromusculaire, réalisée dans des conditions habituelles d'entraînement ou de rééducation, est potentiellement délétère au niveau de la structure et de la fonction musculaire. Cette étude démontre, d'une part, un effet protecteur significatif sur l'apparition des DOMS suite à 5 séances progressives d'électrostimulation, mais également un effet protecteur plus modéré à la suite d'une seule séance d'électrostimulation.

**Keywords** : Stimulation électrique, contraction musculaire, DOMS, prévention

### INTRODUCTION

Il n'est pas rare qu'une première séance d'électrostimulation neuromusculaire (ESNM) provoque des sensations de courbatures, différées et d'intensité variable (DOMS, pour « *Delayed Onset Muscle Soreness* »). Ces dernières années plusieurs travaux scientifiques ont confirmé, chez l'humain, la présence de microlésions musculaires induites par l'ESNM (Crameri et coll., 2007). Ce travail vise à objectiver l'efficacité de plusieurs séances progressives d'électrostimulation pour prévenir l'apparition de DOMS induits par une séance d'ESNM réalisée à intensité maximale et donc potentiellement délétère au niveau de la structure et de la fonction musculaire.

### METHODOLOGIE

Seize sujets masculins sédentaires ou sportifs de loisir sont soumis à une 1ère épreuve de provocation consistant en une séance d'électrostimulation musculaire de la cuisse droite réalisée à intensité maximale de stimulation.

La population est ensuite répartie de manière appariée en deux groupes homogènes en termes de DOMS induits par cette épreuve initiale:

- le groupe expérimental (= **groupe préparé, GP**) (n=8) qui réalise cinq séances d'électrostimulation neuromusculaire d'intensité progressive ;
- le **groupe contrôle, GC** (n=8) qui ne subit aucun entraînement.

Au terme de cet entraînement, les 2 groupes réalisent une 2<sup>ème</sup> épreuve de provocation.

Les épreuves de provocation consistent en une stimulation électrique (Compex3) unilatérale consécutive du quadriceps et des ischio-jambiers droits (durée de la stimulation : 20' ; fréquence : 80 Hz ; 6'' de contraction / 6'' de repos ; durée des impulsions : 350 µs ; intensité maximale tolérable par le sujet).

L'importance des DOMS est évaluée par l'évolution de différents paramètres :

- la douleur s'apprécie par le score EVA
- l'évaluation de la raideur s'effectue par la distance « talon-fesse » pour le quadriceps et par le test de Lasègue pour les ischio-jambiers
- le dosage des CK permet de quantifier l'importance des lésions musculaires.

### RESULTATS

Après la 1<sup>ère</sup> épreuve de provocation (J2) les scores algiques augmentent de manière comparable pour les 2 groupes (4.18±2 pour le GC et 4.43±1.56 pour le GP). Après la 2<sup>ème</sup> épreuve de provocation (J38) le score algique du GC (2.68±1.27) est significativement supérieur (p≤0.001) à celui du GP (0.37±0.74) (figure 1).

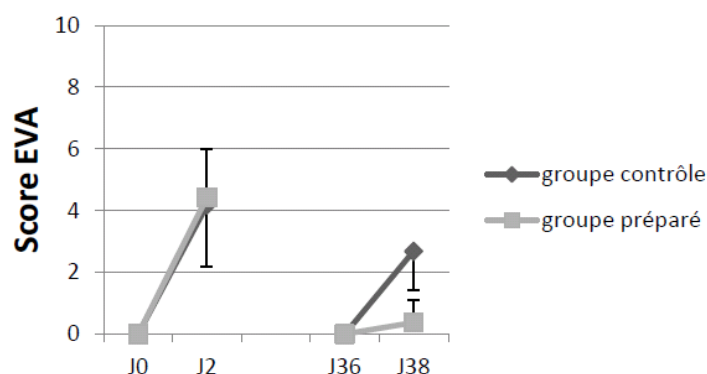


Figure 1 : Scores EVA avant (J0) et après (J2) la 1<sup>ère</sup> épreuve de provocation et avant (J36) et après (J38) la 2<sup>ème</sup> épreuve de provocation pour les 2 groupes expérimentaux. Valeurs moyennes et écart-types.

A la suite de la 2<sup>ème</sup> épreuve de provocation l'enraidissement du quadriceps et des ischio-jambiers est plus modéré qu'à la suite de la 1<sup>ère</sup> épreuve, mais il n'existe pas de différence significative entre les 2 groupes. De même, l'augmentation des CK est plus faible après la 2<sup>ème</sup> épreuve, comparativement à la 1<sup>ère</sup> épreuve (pas de différence intergroupe).

## DISCUSSION et CONCLUSIONS

Excepté les travaux de Jubeau et coll. (2008) et Aldayel et coll. (2010), il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude sur l'effet protecteur au niveau des DOMS induits par ESNM. En accord avec ces travaux et pour un stress mécanique induit identique lors des 2 épreuves de provocation nous observons, soit une atténuation (groupe contrôle), soit une quasi suppression (groupe préparé) des indices évalués. Donc, bien qu'une seule séance d'ESNM semble suffire pour provoquer la survenue d'un effet protecteur vis-à-vis des DOMS, nous démontrons de manière originale que le bénéfice semble néanmoins plus important après plusieurs séances, réalisées à intensité progressive. Ce résultat est pertinent sur les plans thérapeutique et sportif afin de minimiser les risques potentiels liés à l'utilisation de l'ESNM dans le cadre d'une rééducation ou d'un entraînement sportif.

## REFERENCES

- Aldayel, A., Jubeau M., McGuigan M.R., Nosaka K. (2010) Less indication of muscle damage in the second than initial electrical muscle stimulation bout consisting of isometric contractions of knee extensors. *Eur J Appl Physiol*, 108, 709-717.
- Cramer, R.M., Aagaard, P., Qvortrup, K., Langberg, H., Olesen, J., Kjær, M. (2007) Myofibre damage in human skeletal muscle: effects of electrical stimulation *versus* voluntary contraction (exc). *J Physiol*, 583, 365-80.
- Jubeau, M., Sartorio, A., Marinone, P., Agosti, F., Van Hoecke, J., Nosaka, K., Maffiuletti, N. (2008) Comparison between voluntary and stimulated contractions of the quadriceps femoris for growth hormone response and muscle damage. *J Appl Physiol*, 104, 75-81.

O111-Le port de manchons de compression augmente la saturation tissulaire en oxygène mais pas la performance en course à pied

Arnaud Ménétrier<sup>1</sup>, Laurent Mourot<sup>1</sup> & Nicolas Tordi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EA3920 Physiopathologie Cardiovasculaire et Prévention, UFC, Besançon

<sup>2</sup> EA4267 Sciences Séparatives Biologiques et Pharmaceutiques, UFC, Besançon

arnaud.menetrier@laposte.net

L'objectif a été de déterminer les effets de manchons de compression (MC) sur la saturation tissulaire en oxygène (StO<sub>2</sub>) et sur la performance en course à pied. 14 sujets ont réalisé deux sessions sur tapis roulant (avec et sans MC selon un ordre randomisé) : 15 min de repos (A), 30 min d'exercice sous maximal, 15 min de récupération, un exercice maximal jusqu'à épuisement et 30 min de récupération (C). StO<sub>2</sub> a été mesurée par spectroscopie du proche infrarouge et la performance par la durée de l'exercice maximal. MC ont augmenté StO<sub>2</sub> en A (+6,4%) et en C (+7,4% et +10,7% aux 20<sup>ème</sup> et 30<sup>ème</sup> min). La performance est restée inchangée. En conclusion, MC n'ont pas amélioré la performance, cependant l'augmentation de StO<sub>2</sub> peut s'avérer être un argument supplémentaire quant à l'utilisation de MC en période de récupération.

**Mots clés** : Saturation tissulaire en oxygène, Performance, Récupération, Compression élastique.

## INTRODUCTION

La saturation tissulaire en oxygène (StO<sub>2</sub>=hémoglobine oxygénée/hémoglobine totale) dépend en partie du débit de perfusion. Celui-ci peut être augmenté par une compression externe de 20 mmHg (Bochmann et al. 2005). De plus, une meilleure perfusion améliore la récupération (Bogdanis et al. 1996). L'objectif a été de vérifier l'hypothèse selon laquelle des manchons de compression (MC) augmentent la StO<sub>2</sub> et améliorent la performance en course à pied.

## METHODE

14 sujets ont réalisé 2 sessions sur tapis roulant, avec et sans MC (≈ 20 mmHg au niveau du mollet) selon un ordre randomisé : 15 min de repos (A), 30 min de course à 60% de la vitesse maximale aérobie (VMA), 15 min de récupération passive (RP) (B), une course jusqu'à épuisement à 100% de la VMA (tlim) et 30 min de RP (C). StO<sub>2</sub> a été mesurée pendant A, aux 5<sup>ème</sup> (B5) et 10<sup>ème</sup> (B10) min de B et aux 5<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 20<sup>ème</sup> et 30<sup>ème</sup> min de C (respectivement C5, C10, C20 et C30), au niveau du muscle gastrocnémien par spectroscopie du proche infrarouge (NIRS) (Inspectra<sup>TM</sup> StO<sub>2</sub>, Hutchinson Technology). La performance a été appréciée par la durée de tlim. Lors d'une session complémentaire, l'effet de MC sur la température cutanée (t°C) et l'effet d'une pression appliquée uniquement sur la sonde sur la StO<sub>2</sub>, ont été mesurés chez les mêmes sujets.

## RESULTATS

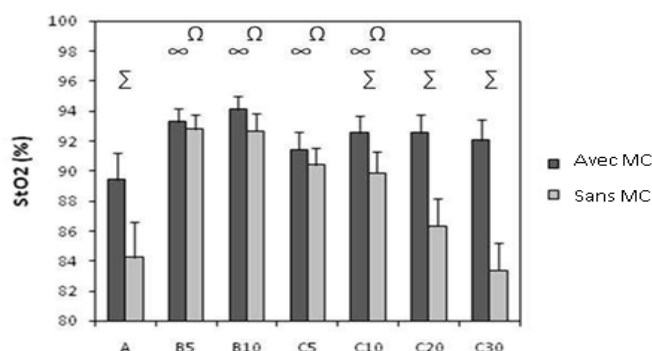


Figure 1 : Comparaison des valeurs de StO<sub>2</sub> enregistrées avec et sans MC

Σ : Différence Avec vs. Sans MC selon le temps

∞ : Différence A vs. B et C, avec MC

Ω : Différence A vs. B et C, sans MC

StO<sub>2</sub> était plus élevée avec MC en A (+6,4 ± 1,9%), à C10 (+3,1 ± 1,1%), C20 (+7,4% ± 1,7%) et C30 (+10,7 ± 1,8%), malgré tout, la performance était identique. Quelque soit la condition, StO<sub>2</sub> était supérieure à la valeur de repos A en B5, B10, C5 et C10. Au-delà de 10 min de récupération

C, StO<sub>2</sub> restait supérieure à la valeur de repos uniquement pour la condition MC. D'autre part, StO<sub>2</sub> augmentait avec l'augmentation de la pression appliquée sur la sonde (+3,3 ± 0,4% à 20 mmHg) et t°C augmentait avec MC (environ 1,5°C).

## DISCUSSION

Les modifications de StO<sub>2</sub> peuvent relever de modifications du métabolisme et du débit de perfusion. En effet, l'augmentation de StO<sub>2</sub> à l'arrêt des exercices peut être associée à une augmentation du volume sanguin musculaire et à une plus grande disponibilité d'O<sub>2</sub> (Dupouy et al. 2007). Au repos l'augmentation de StO<sub>2</sub> avec MC, peut relever d'une augmentation de la perfusion musculaire (Bochmann et al. 2005) et d'une augmentation de la perfusion cutané liée à l'augmentation de la pression (Fromy et al. 1998) et de la température sous MC (Tew et al. 2010). En effet, la technologie NIRS utilisée mesure la StO<sub>2</sub> à une profondeur comprise entre 0 et 14 mm. Le flux sanguin cutané est donc inclus dans la mesure. MC retenant la chaleur en période de récupération, la vasodilatation cutanée (Wilcock et al. 2006) induite expliquerait vraisemblablement les différences de StO<sub>2</sub> observées après 10 min de C.

L'absence d'effet de MC sur la performance peut être liée à la part importante des déterminants psychologiques imposée par tlim. En effet, les déterminants psychologiques influencent grandement la reproductibilité dans ce type d'épreuve (des différences de plus de 100 sec sont observées d'un passage à l'autre) (Billat et al. 1994) et ne permettent pas ici de vérifier si MC peut améliorer la performance. Il est aussi possible que les bénéfices de MC sur la répétition d'une performance soient liés au niveau de fatigue atteint lors du premier exercice (Chatard et al. 2004).

## CONCLUSION

Le résultat principal est une augmentation de StO<sub>2</sub> avec MC avant l'exercice et après 10 min de récupération. Elle pourrait être en partie expliquée par une augmentation de la perfusion musculaire et par une redistribution du flux sanguin vers la peau (en particulier en période de récupération). La performance est restée inchangée. D'autres études sont nécessaires pour définir les mécanismes qui mènent à l'augmentation de StO<sub>2</sub> et pour vérifier si la performance peut être améliorée avec MC.

## BIBLIOGRAPHIE

- Billat, V., Renoux, J.C., Pinoteau J., Petit, B. & Koralsztein, J.P. (1994). Reproducibility of running time to exhaustion at VO<sub>2</sub>max in subelite runners. *Med Sci Sports Exerc*, 26, 254-7.
- Bochmann, R.P., Seibel, W., Haase, E., Hietschold, V., Rodel, H. & Deussen, A. (2005). External compression increases forearm perfusion. *J Appl Physiol*, 99, 2337-44.
- Bogdanis, G.C., Nevill, M.E., Lakomy, H.K., Graham, C.M. & Louis, G. (1996). Effects of active recovery on power output during repeated maximal sprint cycling. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 74, 461-9.
- Chatard, J.C., Atlaoui, D., Farjanel, J., Louisy, F., Rastel, D. & Guezennec, C.Y. (2004). Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *Eur J Appl Physiol*, 93, 347-52.
- Dupouy, C., Dussault, C., Kahn, J.F., Tinet, E., Avriillier, S., Ollivier, J.P. & Jouanin, J.C. (2007). *Sci Sports*, 22, 97-103.
- Fromy, B., Abraham, P. & Saumet, J.L. (1998). Non-nociceptive capsaicin-sensitive nerve terminal stimulation allows for an original vasodilatory reflex in the human skin. *Brain Res*, 811, 166-8.
- Tew, G.A., Ruddock, A.D. & Saxton, J.M. (2010). Skin blood flow differentially affects near-infrared spectroscopy-derived measures of muscle oxygen saturation and blood volume at rest and during dynamic leg exercise. *Eur J Appl Physiol*, 110, 1083-9.
- Wilcock, I.M., Cronin, J.B. & Hing, W.A. (2006). Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? *Sports Med*, 36, 747-65.

O112- Effets d'une supplémentation en acides gras polyinsaturés omega-3 (DHA) sur le métabolisme musculaire en hypoxie.

*Marie Le Guen<sup>1</sup>, Valérie Chaté<sup>1</sup>, Gérard Pieroni<sup>2</sup>, Thierry Coste<sup>2</sup>, Christophe Pison<sup>1</sup>, Hervé Dubouchaud<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée - INSERM U1055, Université Joseph Fourier, Grenoble, France <sup>2</sup> Application Santé des Lipides, Hauterive  
[marie.leguen@free.fr](mailto:marie.leguen@free.fr)

La perte de masse musculaire, souvent associée aux maladies chroniques comme la BPCO, est considérée comme un déterminant de la survie chez ces patients. Le but de ce travail est de préciser les effets d'une supplémentation orale en oméga-3 (DHA) sur un modèle de perte de masse musculaire induite par l'hypoxie chronique. On observe que la masse (mg/100 g de poids de corps) des muscles soléaires des rats supplémentés en hypoxie est supérieure à celle des rats en hypoxie et des rats contrôles. La respiration mitochondriale et les activités enzymatiques mitochondriales sont modifiées en présence de DHA en fonction du profil (oxydatif ou glycolytique) du muscle. Le DHA pourrait contribuer à limiter la fonte musculaire due à l'hypoxie en modifiant le métabolisme énergétique mitochondrial.

**Mots-clés** : hypoxie, sarcopénie, fibres musculaires, mitochondrie, oméga-3

## INTRODUCTION

L'insuffisance respiratoire chronique est la dernière étape de beaucoup de maladies respiratoires chroniques comme la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). Elle aboutit à une hypoxie tissulaire, généralement accompagnée d'une cachexie et d'une sarcopénie, altérant les capacités physiques et l'autonomie du patient. Pour expliquer cette sarcopénie, plusieurs hypothèses ont été proposées dont la présence d'un statut inflammatoire systémique (Wagner, 2008). Il a été montré que le maintien de la masse musculaire est déterminant pour la survie du patient (Schols et al., 2005). Parmi les différentes stratégies envisagées pour limiter la perte de masse musculaire des patients BPCO, la réhabilitation par l'activité physique a fait ses preuves. Cependant, d'autres approches thérapeutiques sont également proposées telles que l'apport d'acides gras polyinsaturés (AGPI), en raison de leurs propriétés anti-inflammatoires, qui améliore de façon plus marquée la capacité d'effort suite à une réhabilitation chez des patients (Broekhuizen et al., 2005). Le mode d'action des AGPI sur la masse musculaire reste encore mal connu dans ce contexte d'hypoxie, notamment en lien avec d'éventuelles modifications du métabolisme énergétique. Le but de notre travail était d'étudier les effets d'une réhabilitation nutritionnelle par supplémentation orale en AGPI n-3 (sous forme de glycéro-phospholipides d'acide docosahexaénoïque : GPL-DHA), sur le métabolisme énergétique du muscle après exposition à une hypoxie chronique.

## METHODE

Une dose quotidienne de GPL-DHA (90/jour/kg) ou de placebo a été apportée pendant 9 semaines par voie orale à des rats âgés de 10 à 12 mois, et exposés à une hypoxie normobare (FiO<sub>2</sub> : 12%) lors des trois dernières semaines du protocole (groupe H+DHA et groupe H, respectivement). A l'issue, les muscles soléaires, plantaire et gastrocnémiens blancs ont été prélevés ainsi que différents organes d'intérêt. Des fibres isolées perméabilisées ont été ensuite préparées, sur lesquelles le fonctionnement mitochondrial a été exploré à travers des mesures de respiration sur fibres isolées perméabilisées et des mesures d'activités enzymatiques. Les résultats ont été comparés à ceux obtenus sur des animaux non supplémentés en GPL-DHA et non exposés à l'hypoxie (groupe C).

## RESULTATS

Nos résultats montrent que les rats H et H+DHA présentent une perte de poids significative au cours des 9 semaines de conditionnement (-14% et -19%, respectivement) alors que les rats C ne perdent pas significativement de poids. De plus, les animaux H+DHA présentent une augmentation des poids des muscles plantaire et soléaire (exprimés en fonction du poids corporel) par rapport aux animaux H et C. Dans le même temps, nous constatons une tendance à la diminution des masses grasses viscérale et rétropéritonéale dans le groupe H+DHA par rapport aux autres groupes H et C. L'activité de la citrate synthase, utilisée comme indicateur de la

densité mitochondriale, mesurée dans le soléaire et rapportée par quantité de tissu est plus faible dans le groupe H+DHA. La respiration mitochondriale de fibres perméabilisées de muscle soléaire est plus importante dans le groupe H+DHA par rapport au groupe H en état phosphorylant avec le glutamate/malate comme substrat. Ces modifications ne sont pas retrouvées pour d'autres substrats tels que le succinate. Les fibres perméabilisées de muscle plantaire de rat du groupe H+DHA présentent des respirations plus élevées en condition basales en présence de glutamate/malate par rapport au groupe C, et en présence de glutamate/malate/succinate par rapport au groupe H. Les fibres perméabilisées de portions superficielles de muscle gastrocnémien à profil glycolytique, de rats des groupes H et H+DHA présentent des respirations moins élevées en présence de succinate en conditions phosphorylantes par rapport aux groupes C. Enfin, le muscle soléaire des animaux du groupe H+DHA présente des modifications des activités des complexes I et II de la chaîne respiratoire par rapport aux groupes C et H (figure 1).

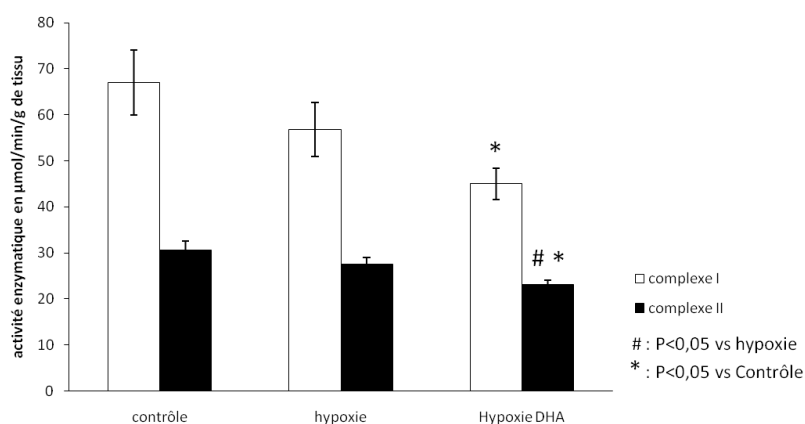


Figure 1: Activité enzymatique des complexes I et II de la chaîne respiratoire ( $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$  tissu) dans le muscle soléaire de rats contrôle (C), exposés à l'hypoxie (H) ou exposé à l'hypoxie et supplémenté en DHA (H+DHA).

Ces résultats préliminaires indiquent qu'une supplémentation en acides gras polyinsaturés de type oméga-3 a un impact sur le métabolisme énergétique mitochondrial des muscles soumis à une hypoxie. La densité mitochondriale semble diminuée par l'association Hypoxie + DHA mais compensée par une activité plus importante des mitochondries restantes. Cet effet est de plus dépendant du substrat utilisé, mettant en avant une spécificité d'utilisation des substrats en conditions d'hypoxie. En conclusion, un meilleur fonctionnement mitochondrial en condition d'hypoxie associée à une supplémentation en DHA pourrait contribuer au maintien voire à l'augmentation relative de la masse musculaire dans ces conditions.

## REFERENCES

Wagner PD. (2008). Possible mechanisms underlying the development of cachexia in COPD. *Eur. Respir. J.*, 31, 492-501. // Schols AM, Broekhuizen R, Weling-Scheepers CA, & Wouters EF. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. (2005). *Am. J. Clin. Nutr.* 82, 53-59. // Broekhuizen R, Wouters EF, Creutzberg EC, Weling-Scheepers CA, & Schols AM. (2005). Polyunsaturated fatty acids improve exercise capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 60, 376-382.

O113-Aerobic exercise performance and 4-weeks AICAR treatment in myostatin-deficient aged mice.

Marion Pauly<sup>1</sup>, Béatrice Chabi<sup>2</sup>, Stefan Matecki<sup>1</sup>, François Favier<sup>2</sup>, Barbara Vernus<sup>2</sup>, Anne Bonniou<sup>2</sup>  
and Christelle Ramonaxo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Physiologie et médecine expérimentale du Cœur et des Muscles - INSERM - U1046

<sup>2</sup>INRA, UMR866 Dynamique Musculaire et Métabolisme, Université Montpellier 1, F34060

Montpellier

marion.pauly@univ-montp1.fr

This study examined the aerobic running performance of myostatin-deficient aged mice ( $Mstn^{-/-}$ ), a hypermuscular genetic model. Next, the effects of activating AMP-activated protein kinase on aerobic exercise performance was analysed by 4-weeks treatment of 5-aminoimidazole-4-carboxamide (AICAR), a known inducer of mitochondrial biogenesis. The results showed reduced aerobic running performance in  $mstn$ -deficient aged mice, especially in endurance. AICAR treatment induced no significant improvement in aerobic exercise parameters in mice, but reduced differences in endurance capacity between  $Mstn^{-/-}$  and  $Mstn^{+/+}$ . Biological analysis are currently in process to identify the mitochondria mechanisms involved.

**Keys words:** GDF-8, endurance, maximal running speed, AMPK-activating compound, aging

## RATIONALE

A hypermuscular phenotype has been reported by naturally occurring mutations or by genetic manipulation of the myostatin ( $mstn$ ) gene in many animals species such as cattle, sheep, dog and in a human child (Schuelke *et al.*, 2004).  $Mstn$  inhibition represents a great hope for the treatment of muscle-wasting diseases but inversely a potential misuse of gene therapy for the purposes of enhancing athletic performance. However  $mstn$  deficient muscles, beyond hypertrophy, show contractile and metabolic specificities. Numerous studies showed *in vitro* that specific tension (ratio of force to mass), a marker of the muscle contractile efficiency, is reduced in  $mstn$  homozygote null mice compared to their wild-type littermates (Mendias *et al.*, 2006 ; Amthor *et al.*, 2007). Few data are available on endurance capacity of this hypermuscular genetic model. However, loss of  $mstn$  expression causes an imbalance in fiber-type distribution with a greater proportion of fast-twitch fibers (Girgenrath *et al.*, 2005) associated with a diminution of the mitochondrial content, a reduced expression of COX IV, and a lesser oxidative enzyme citrate synthase (CS) activity (Amthor *et al.*, 2007 ; Lipina *et al.*, 2010). Furthermore, recent data obtained in our laboratory suggested mitochondria functional abnormalities (Ploquin *et al.*, 2010). In this regard, we examined firstly the aerobic running performance of myostatin-deficient aged mice and secondly the effects of activating AMP-activated protein kinase by 5-aminoimidazole-4-carboxamide (AICAR), a known inducer of mitochondrial biogenesis (Narkar, 2008).

## TREATMENT AND AEROBIC EXERCISE TESTS

Eighteen-months-old male,  $Mstn^{+/+}$  (n=17) wild-type and  $Mstn^{-/-}$  (n=17) mice were injected with the AICAR (0.5g/kg/day ip) or saline control (Placebo) for 4 weeks. Before and after treatment, aerobic exercise performance was recorded. Exercise testing consisted of two separate tests on a 6-lane animal treadmill (1) determination of maximal running speed, and (2) a submaximal run to exhaustion (endurance capacity). The maximal running speed test consisted of the following protocol: 10m/min (no incline) for 1min, after which running speed was increased by 2m/min, until exhaustion. Exhaustion was defined when the mouse was no longer able to maintain their normal running position and/or frequent contact with the shock grid ( $\leq 0.2mA$ ) at the rear of the treadmill. The submaximal endurance run consisted of treadmill running at 10m/min for the first 2min, followed by 70% maximal running speed until exhaustion.

## RESULTS

During study treatment, 9 mice dead (3  $Mstn^{-/-}$  and 6  $Mstn^{+/+}$ ). Daily intraperitoneal injection appeared as the main cause as 4 deaths were recorded in placebo groups. Data of these mice were excluded of statistical analysis. Before treatment,  $Mstn^{-/-}$  mice (n= 14) showed significant reduction of maximal running speed, limit endurance time and limit endurance distance compared to  $Mstn^{+/+}$  mice (n=11), as showed in Figure 1. AICAR treatment induced no significant improvement in aerobic exercise parameters in mice, but reduced differences in endurance capacity between  $Mstn^{-/-}$  and  $Mstn^{+/+}$  mice (Table 1).



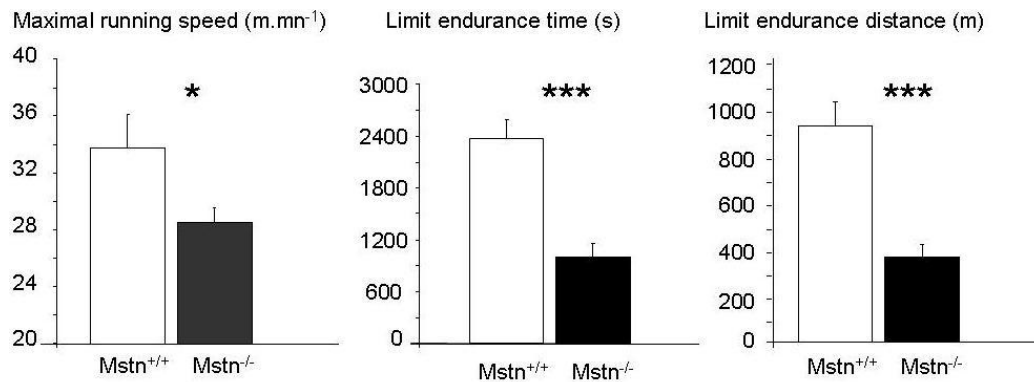


Figure 1 Aerobic running performance in *mstn*<sup>-/-</sup> (n= 14) and *mstn*<sup>+/+</sup> mice (n=11). Mean  $\pm$  s.e.m; unpaired *t* test or a Mann-Whitney rank sum test when normality was not obtained.

Table 1 Effect of 4-weeks AICAR treatment on aerobic running performance in *mstn*<sup>-/-</sup> and *mstn*<sup>+/+</sup> mice. Mean  $\pm$  s.e.m; two way analysis of variance. Difference in the two test runs (before and after treatment) was calculated in percent for each group. \*  $p < 0.05$  vs *mstn*<sup>+/+</sup>; \*\*\*  $p < 0.001$  vs *mstn*<sup>+/+</sup>

|   | Mstn <sup>+/+</sup><br>n= 11 |                       | Mstn <sup>-/-</sup><br>n= 14 |                      |
|---|------------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|
|   | Placebo group<br>(n=5)       | AICAR group<br>(n= 6) | Placebo group<br>(n=7)       | AICAR group<br>(n=7) |
| Maximal running speed 1 (m.mn <sup>-1</sup> ) | 36 $\pm$ 4                   | 32 $\pm$ 2            | 29 $\pm$ 2 *                 | 28 $\pm$ 1           |
| Maximal running speed 2 (m.mn <sup>-1</sup> ) | 32 $\pm$ 2                   | 32 $\pm$ 2            | 24 $\pm$ 1 *                 | 25 $\pm$ 1           |
| Difference (%)                                | 91.8 $\pm$ 5.8               | 102.6 $\pm$ 7.2       | 83.1 $\pm$ 4.8               | 87.1 $\pm$ 2.9       |
| Limit endurance time 1 (s)                    | 2575 $\pm$ 268               | 2218 $\pm$ 316        | 948 $\pm$ 166 ***            | 1053 $\pm$ 301       |
| Limit endurance time 2 (s)                    | 1936 $\pm$ 464               | 1577 $\pm$ 457        | 560 $\pm$ 162 ***            | 1367 $\pm$ 351       |
| Difference (%)                                | 74.7 $\pm$ 13.9              | 81.3 $\pm$ 23.7       | 70.9 $\pm$ 25.0              | 232.1 $\pm$ 96.2     |
| Limit endurance distance 1 (m)                | 1018 $\pm$ 130               | 856 $\pm$ 166         | 363 $\pm$ 57 ***             | 367 $\pm$ 95         |
| Limit endurance distance 2 (m)                | 736 $\pm$ 156                | 579 $\pm$ 160         | 204 $\pm$ 55 ***             | 420 $\pm$ 104        |
| Difference (%)                                | 77.3 $\pm$ 18.1              | 84.0 $\pm$ 25.4       | 66.2 $\pm$ 23.0              | 162.4 $\pm$ 52.1     |

## DISCUSSION-CONCLUSION

This study showed reduced aerobic running performance in *mstn*-deficient aged mice, especially in endurance capacity, with 37% of *mstn*<sup>+/+</sup> mice values. Despite no significant improvement in aerobic exercise parameters in mice, AICAR treatment reduced differences in endurance capacity between *mstn*<sup>-/-</sup> and *mstn*<sup>+/+</sup>. Indeed, *mstn*-deficient values reached up to 86% of *mstn*<sup>+/+</sup> mice values. Biological analysis are currently in process to identify the mitochondrial mechanisms involved.

## BIBLIOGRAPHY

- Schuelke et al. (2004). *N Engl J Med* 350:2682-2688  
 Lipina C et al. , (2010) *FEBS Lett* 584:2403-8  
 Mendias et al. (2006) *J Appl Physiol* 101:898-905  
 Ploquin C. (2010) Mémoire M2, Ecole Doctorale SMH  
 Amthor et al. H, (2007) *PNNS* 104:1835-1840  
 Narkar VA et al. (2008). *Cell*. Aug 8;134(3):405-15.  
 Girgenrath S et al. , (2005) *Muscle Nerve* 31:34-40

Nizar Souissi

Laboratoire de recherche "Optimisation de la performance sportive" Centre National de la Médecine et des sciences du sport, Tunis, Tunisie.

n\_souissi@yahoo.fr

Le but de ce travail était d'étudier les effets de l'heure de la journée sur les paramètres électromyographiques (EMG) et les performances anaérobies lors du test de Wingate. 22 sujets ont réalisé un test de Wingate le matin à 07:00 h et le soir à 17:00 h. L'activité EMG des muscles vaste latéral (VL) et vaste médial (VM) de la jambe dominante a été enregistrée lors des 30-s du test. Les valeurs de la puissance, du *Root Mean Square* (RMS), et de la fréquence moyenne (FM) enregistrées sur les 30-s de l'exercice ont été subdivisées en intervalles de 5-s (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 et 25-30-s). Nos résultats ont montré que les valeurs de puissance et de la FM sont significativement supérieures à 17:00 h durant les premières 20-s. Cependant, aucun effet heure de la journée n'a été observé pour l'RMS. Nos résultats suggèrent que les facteurs périphériques sont parmi les origines des variations journalières des performances lors du test de Wingate.

**Mots clés:** variation diurne; électromyographie; performances anaérobies; fatigue musculaire.

## INTRODUCTION

Au cours du test de Wingate, la puissance pic et la puissance moyenne fluctuent en fonction de l'heure de la journée, avec une acrophase le soir (Souissi et al. 2004). Néanmoins, les mécanismes à l'origine de ces variations ne sont pas encore bien élucidés (Racinais, 2010). Martin et al. (1999) ont observé une augmentation de la force et de la vitesse de contraction le soir par rapport au matin sans augmentation de la commande nerveuse. De même, Nicolas et al. (2005) n'ont montré aucun effet significatif de l'heure de la journée sur les mécanismes centraux. Toutefois, d'autres études ont suggéré des variations journalières des deux mécanismes centraux et périphériques (Gauthier et al. 1996). A notre connaissance, les origines des variations diurnes lors d'un exercice de pédalage (i.e., 30-s Wingate test) ne sont pas encore étudiées. Ainsi, l'objectif du présent travail est d'évaluer les effets de l'heure de la journée sur les paramètres EMG et les performances enregistrées lors du test de Wingate.

## MATERIEL ET METHODES

22 sujets masculins (âge:  $23.2 \pm 1.9$  ans; taille:  $175.1 \pm 5.2$  cm; poids:  $72.4 \pm 5.7$  kg) ont participé à cette étude. Ils ont réalisé un test de Wingate le matin à 07:00 et le soir à 17:00 h. Ce test consiste en un exercice de pédalage à vitesse maximale pendant 30-s contre une force de freinage égale à 87g/kg de poids corporel. L'activité EMG des muscles vaste latéral (VL) et vaste médial (VM) de la jambe dominante a été enregistrée au moyen d'électrodes bipolaires (modèle DE-2.1, Delsys® Inc, Boston, USA) lors du test afin de mesurer la valeur *Root Mean Square* (RMS) et la fréquence moyenne (FM) du signal. Les valeurs RMS, de la FM et de la puissance, enregistrées lors des 30-s du test, ont été subdivisées en intervalles de 5-s (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 et 25-30-s). Les valeurs RMS et de la FM des deux muscles ont été moyennées afin d'être plus représentatives du groupe musculaire du quadriceps. Une ANOVA à 2 facteurs ( $6$  [intervalle]  $\times$   $2$  [heure de la journée]) a été effectuée pour analyser les données des paramètres de l'EMG ainsi que la puissance mesurée sur des intervalles de 5-s. Lorsque l'ANOVA montrait un effet significatif, un test post hoc de Tukey a été appliqué.

## RESULTATS

Concernant la puissance, l'ANOVA montre des effets significatifs intervalle et heure de la journée et une interaction significative entre ces deux facteurs. L'analyse post-hoc a révélé que la puissance développée lors du test de Wingate diminue significativement au cours des 30-s ( $p < 0.05$ ) (Tableau 1). De plus, lors des 20 premières secondes, la puissance développée est significativement supérieure le soir par rapport au matin ( $p < 0.05$ ). Cependant, aucun effet significatif heure de la journée n'a été observé pour les dernières 10-s.

Concernant les paramètres EMG, l'ANOVA montre un effet significatif intervalle pour la valeur RMS et la FM. Le test post-hoc a révélé que la valeur RMS a augmenté de façon significative au cours de la période des 30-s tandis que la FM a diminué significativement ( $p < 0.05$ ). De même, l'ANOVA montre un effet heure de la journée et une interaction intervalle  $\times$  heure de la journée significative pour la FM. En effet, les valeurs de la FM sont supérieures à 17:00 h durant les premières 20-s ( $p < 0.05$ ) (Tableau 1). En revanche, pour les valeurs RMS, l'effet heure de la journée et l'interaction intervalle  $\times$  heure de la journée ne sont pas significatifs.

**Tableau 1.** Moyenne ( $\pm$  ET) des valeurs RMS, de la FM et des puissances enregistrées lors du test de Wingate à 07:00 et à 17:00 h.

|       |                  | 0-5 s              | 5-10 s            | 10-15 s            | 15-20 s            | 20-25 s           | 25-30 s          |
|-------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| Matin | RMS (mV)         | 21.48 $\pm$ 3.77   | 13.26 $\pm$ 4.44  | 13.4 $\pm$ 3.31    | 15.85 $\pm$ 3.46   | 18 $\pm$ 4.1      | 18.21 $\pm$ 4.19 |
|       | FM (Hz)          | 97.5 $\pm$ 13.27   | 93.86 $\pm$ 12.45 | 89.32 $\pm$ 12.89  | 86.54 $\pm$ 10.91  | 84.65 $\pm$ 10.51 | 83.9 $\pm$ 10.79 |
|       | Puissance (W/kg) | 8,69 $\pm$ 0,65    | 11,14 $\pm$ 0,8   | 9,72 $\pm$ 0,75    | 8,34 $\pm$ 0,77    | 7,19 $\pm$ 0,77   | 6,27 $\pm$ 0,74  |
| Soir  | RMS (mV)         | 23.6 $\pm$ 5.52    | 14.23 $\pm$ 5.33  | 14.59 $\pm$ 3.58   | 16.51 $\pm$ 4.61   | 20.7 $\pm$ 4.67   | 21.53 $\pm$ 4.32 |
|       | FM (Hz)          | 102.3 $\pm$ 14.95* | 98.39 $\pm$ 14.9* | 92.84 $\pm$ 14.37* | 89.25 $\pm$ 14.47* | 86.45 $\pm$ 12.95 | 85.81 $\pm$ 12   |
|       | Puissance (W/kg) | 8,5 $\pm$ 0,95     | 11,63 $\pm$ 0,94* | 10,11 $\pm$ 0,81*  | 8,63 $\pm$ 0,84*   | 7,42 $\pm$ 0,83   | 6,39 $\pm$ 0,79  |

\*: différence significative par rapport à 07:00 h.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Conformément aux travaux antérieurs (Martin et al. 1999; Nicolas et al. 2005) qui ont mis en évidence que l'activité EMG n'est pas affectée par l'heure de la journée, les résultats de la présente étude ont montré une variation diurne des puissances au cours du test de Wingate sans modification des valeurs RMS. Ainsi, les propriétés contractiles du tissu musculaire (mécanismes périphériques) sont à l'origine des valeurs plus élevées de la puissance musculaire à 17:00 h. De plus, la FM est significativement supérieure à 17:00 h durant les premières 20-s et la chute de puissance est significativement supérieure le soir par rapport au matin. Ces résultats confirment les observations de Lericollais et al. (2010) qui ont montré que la fatigue musculaire lors du test de Wingate est supérieure le soir.

## BIBLIOGRAPHIE

- Gauthier A, Davenne D, Martin A, Cometti G, Van Hoecke J. (1996). Diurnal rhythm of the muscular performance of elbow flexors during isometric contractions. *Chronobiol. Int.* 13:135–146.
- Lericollais R, Gauthier A, Bessot N, Davenne D. (2010). Diurnal evolution of cycling biomechanical parameters during a 60-s Wingate test. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 10:1–10.
- Martin A, Carpentier A, Guissard N, Van Hoecke J, Duchateau J. (1999). Effect of time of day on force variation in a human muscle. *Muscle Nerve* 22:1380–1387.
- Nicolas A, Gauthier A, Bessot N, Moussay S, Davenne D. (2005). Time-of-day effects on myoelectric and mechanical properties of muscle during maximal and prolonged isokinetic exercise. *Chronobiol. Int.* 22:997–1011.
- Racinais S. (2010). Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 20: 80–9.
- Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D. (2004). Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *Int. J. Sports Med.* 25:14–19.

O115- Impact de différentes modalités de récupération sur la fatigue neuromusculaire lors de deux exercices sur ergomètre isocinétique

Cometti C <sup>1,2</sup>, Babault N <sup>1,2</sup>, Martin A <sup>2</sup>, Deley G <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centre d'expertise de la performance, Faculté des Sciences du Sport, Dijon, France

<sup>2</sup> INSERM/U 887- Motricité et Plasticité, Faculté des Sciences du Sport, Dijon, France

Carole.cometti@u-bourgogne.fr

L'objectif de l'étude était de déterminer, à partir de l'analyse de la fatigue neuromusculaire, l'impact de différentes modalités de récupération sur deux protocoles sur ergomètre isocinétique. Les protocoles comprenaient tous les deux 6 séries de 10 répétitions maximales concentriques à 120°.s<sup>-1</sup> pour l'un et 30°.s<sup>-1</sup> pour l'autre. Les séries étaient entrecoupées de phases de récupération, durant lesquelles l'une des deux modalités de récupération (electromyostimulation ou passive) était appliquée. La fatigue centrale et la fatigue périphérique ont été évaluées à travers différents paramètres. Les résultats montrent une fatigue supérieure suite au deuxième protocole. Toutefois l'analyse statistique n'a pas révélé d'effet de la modalité de récupération quelle que soit l'importance de la fatigue.

**Mots clés** : fatigue, récupération, électromyostimulation, niveau d'activation, force maximale.

## INTRODUCTION

Ce travail avait pour objectif de quantifier la fatigue suite à deux exercices différents sur ergomètre isocinétique et d'en distinguer les origines (périphérique et/ou centrale). L'influence de deux modalités de récupération (passive et electromyostimulation) appliquées pendant l'exercice, a également été étudiée.

## METHODES

23 étudiants en éducation physique ont participé à l'étude. Ils ont été répartis en deux groupes, testés sur 2 protocoles différents. Le protocole A était composé de 6 séries de 10 répétitions maximales (RM) concentriques à 120°.s<sup>-1</sup> avec 3 min de récupération entre chaque série alors que le protocole B, comprenait 6 séries de 10 RM concentriques à 30°.s<sup>-1</sup> entrecoupées alternativement de 1 minute et 3 minutes de récupération. Les modalités de récupération appliquées durant les phases de 3 minutes étaient soit Passive, soit avec Electromyostimulation (Compex Energy, Compex SA, Ecublens Switzerland).

La force maximale isométrique (MVC), l'amplitude des doublets (Pd) et le niveau d'activation des muscles extenseurs de la jambe ont été mesurés avant et après la séance.

## RESULTATS

Aucune modification significative n'a pu être observée entre les différentes modalités de récupération quel que soit le protocole réalisé (protocole A ou protocole B). Néanmoins nous avons pu évaluer une fatigue différente entre nos deux protocoles.

A la fin de l'exercice A, une diminution des paramètres mécaniques (MVC : -3.62 ± 13.24% et Pd : -9.07 ± 11.38 % ; p<0.05) et du niveau d'activation (-3.69 ± 6.70 % ; p<0.05, **figure 1**) a été mesuré.

Pour le protocole B, une fatigue supérieure a été obtenue, avec une diminution plus importante des paramètres périphériques (MVC : -21.82 ± 8.16% et Pd : -29.83 ± 15.79%, p<0.05), cependant le niveau d'activation n'a pas été modifié (**figure 1**).

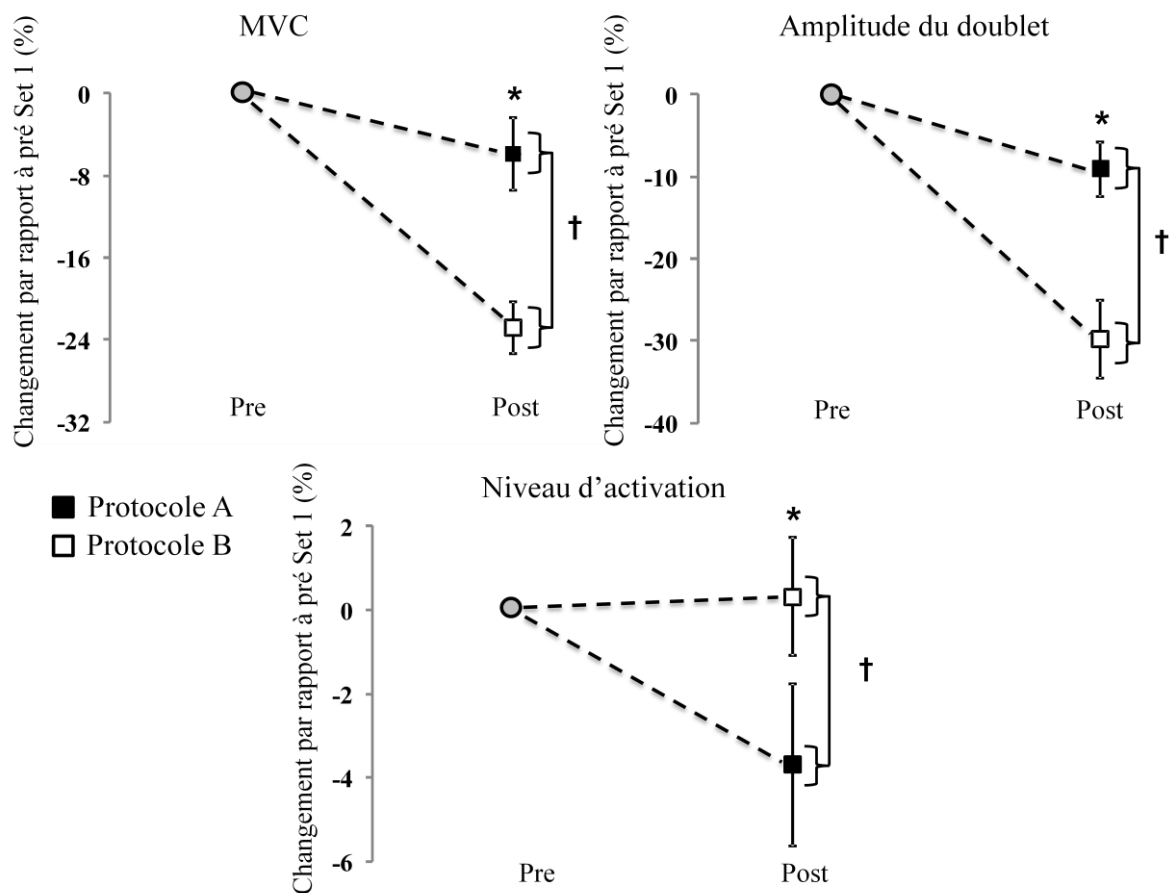


Figure 1 : Evolution des valeurs de MVC, Amplitude du doublet et du Niveau d'activation, exprimées en pourcentage des valeurs pré S1 à la fin du protocole (moyenne  $\pm$  ES).

\* : Différence significative entre les valeurs pré et post ( $p < 0,05$ ).

† : Différence significative entre les valeurs post des deux protocoles ( $p < 0,05$ ).

## CONCLUSION

La comparaison de nos deux protocoles nous a donc permis de mettre en évidence une fatigue avec des origines différentes. Le premier (A) induisait une fatigue d'origine à la fois périphérique et centrale, alors que le deuxième engendrait lui, une fatigue plus importante mais d'origine périphérique uniquement. Le développement de la fatigue neuromusculaire apparaît donc largement déterminé par l'exercice réalisé (Enoka & Stuart, 1992). Cependant, quelle que soit la fatigue, nous n'observons pas d'influence de la modalité. Nous pouvons donc conclure que pour ce type d'exercice, il n'est pas nécessaire d'appliquer une modalité de récupération en électrostimulation, la récupération passive seule, permet de maintenir une intensité constante tout au long de l'exercice.

## BIBLIOGRAPHIE

Enoka RM, Stuart DG (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 72(5):1631-1648.

## Exercices et adaptations physiologiques

O116- Effet de la force de freinage sur des indices physiologiques et leurs reproductibilités lors d'un Wingate test

*Hamdi Jaafar, Majdi Rouis, Elvis Attiogbe & Tarak Driss*

CeRSM (E.A.2931), UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La défense, France

hamdi.jaafar@u-paris10.fr

Les effets de la force de freinage (87 g.kg<sup>-1</sup> et 110 g.kg<sup>-1</sup> de masse corporelle) sur les indices du Wingate test, le pic de lactate ([La]<sub>pic</sub>), la fréquence cardiaque maximale (FC<sub>pic</sub>) et leurs reproductibilités ont été étudiés chez seize sujets masculins : 8 performants (SP) et 8 moins performants (SMP) ont réalisé 4 Wingate tests dans un ordre randomisé, espacés de 2 à 7 jours (2 à 87 g.kg<sup>-1</sup> et 2 à 110 g.kg<sup>-1</sup>). L'ANOVA à 3 facteurs (charge x séance x groupe) pour des mesures répétées révèlent des valeurs significativement supérieures de P<sub>pic</sub>, P<sub>moy</sub> et IF avec une charge de 110 g.kg<sup>-1</sup> chez SP. Cet effet n'a été observé ni chez SMP ni pour [La]<sub>max</sub> et FC<sub>max</sub>. De plus, une meilleure reproductibilité a été observée chez SP pour les indices de Wingate, excepté IF. Nos résultats suggèrent qu'un test de charge-vitesse et une charge de 110 g.kg<sup>-1</sup> seraient mieux indiqués pour la détermination respectivement de la puissance maximale et P<sub>moy</sub>.

**Mots clés:** Wingate test, force de freinage, lactatémie, fréquence cardiaque, reproductibilité

### INTRODUCTION

Le Wingate test est vraisemblablement le test le plus utilisé dans le monde pour l'exploration du métabolisme anaérobie. Ce test consiste en un exercice de pédalage sur ergocycle à vitesse maximale pendant 30 secondes contre une force de freinage constante, établie en fonction du poids corporel. Dans l'étude principale, la force de freinage proposée par les auteurs de ce test était 75 g.kg<sup>-1</sup> de masse corporelle, puis une force de 87 g.kg<sup>-1</sup> a été proposée par la même équipe dans une étude plus récente (Inbar et al., 1996). Cependant, l'utilisation d'une force de freinage trop faible sous-estime le pic de puissance (P<sub>pic</sub>), la puissance moyenne (P<sub>moy</sub>) et l'indice de fatigue (IF). Par contre, pédaler contre une force de freinage trop élevée pourrait entraver la reproductibilité de ces indices (Inbar et al., 1996), ainsi que les pics de la lactatémie ([La]<sub>pic</sub>) et de la fréquence cardiaque (FC<sub>pic</sub>) (Weinstein et al., 1998) et ce, à cause du caractère pénible de cette épreuve. Les études antérieures ont montré que des valeurs de P<sub>pic</sub> correspondant à des forces de freinage comprises entre 90 et 110% de la force optimale sont très proches de celle obtenue avec la force de freinage optimale. Selon Vandewalle et al. (1987), il est possible qu'une résistance de 100 g.kg<sup>-1</sup> de poids du corps soit préférable pour une population sportive moyenne. En revanche, la reproductibilité des indices cités ci-avant n'a été étudiée que pour des charges relativement peu élevés et sans prise en compte du niveau des sujets. L'objectif du présent travail est de comparer ces différents indices et leurs reproductibilités en fonction de deux charges de pédalage 87 g.kg<sup>-1</sup> et 110 g.kg<sup>-1</sup> chez deux groupes différents : 8 sujets performants (SP) et 8 sujets moins performants (SMP).

### MATERIELS ET METHODES

Seize sujets masculins étudiants en STAPS ont réalisé, tout d'abord, une épreuve charge-vitesse pour la détermination de leur puissance maximale, permettant de répartir en deux groupes : 8 SP, ayant une P<sub>max</sub>.kg<sup>-1</sup> supérieure à 13 W.kg<sup>-1</sup>, (22,87 ± 2,41 ans; 182,37 ± 5,95 cm et 78,77 ± 8,37 kg) et 8 SMP, ayant une P<sub>max</sub>.kg<sup>-1</sup> inférieure à 13 W.kg<sup>-1</sup>, (25,5 ± 1,6 ans; 176,87 ± 6,01 cm et 69,62 ± 8,84 kg) (Vandewalle et al., 1987). Dans un deuxième temps, à l'issue d'une séance d'apprentissage, chacun des sujets a participé, dans un ordre randomisé, à 4 séances différentes séparées de 2 à 7 jours maximum. A chacune des séances un seul Wingate test est réalisé soit à une charge de 87 g.kg<sup>-1</sup> ou une charge de 110 g.kg<sup>-1</sup>. La fréquence cardiaque du sujet a été enregistrée en continue durant le test. Des prélèvements sanguins ont été effectués à la 5<sup>ème</sup> minute et la 7<sup>ème</sup> minute après la fin de l'épreuve (Weinstein et al., 1998). Les valeurs maximales de fréquence cardiaque et de lactatémie ont été retenues. La comparaison des effets (charge x séance x groupe) a été réalisée grâce à une ANOVA à 3 facteurs pour des mesures répétées. De plus, la reproductibilité inter-séance a été étudiée à l'aide du coefficient de corrélation test-retest (r), l'erreur standard d'estimation (SEE%) et le coefficient de corrélation intra-classe CCI = (Variance inter-sujets - Variance intra-sujets)/(Variance inter-sujets + Variance intra-sujets).

## RESULTATS

L'ANOVA à trois facteurs pour des mesures répétées (charge x séance x groupe) montre que l'effet groupe est significatif pour tous les indices ( $P < 0,01$ ). De même, il existe un effet significatif de la charge pour les indices  $P_{pic}$ ,  $P_{moy}$  et IF ( $P < 0,001$ ). De plus, le test *post-hoc* de Bonferroni révèle que ces derniers sont statistiquement supérieurs à 110 g.kg<sup>-1</sup> qu'à 87 g.kg<sup>-1</sup> (5,2%; 5% et 10%, respectivement chez l'ensemble des sujets). Par ailleurs, il y a un effet significatif d'interaction (groupe x charge). Néanmoins, il n'y a pas d'effet de la force de freinage pour  $[La]_{pic}$  ni pour la  $FC_{pic}$ . De plus, quel que soit l'indice étudié, il n'y a pas d'effet ni séance ni interactions (groupe x séance; séance x charge; groupe x séance x charge);  $P > 0,05$ .

Les tests statistiques de reproductibilité utilisés dans notre étude (tableau1), montrent une bonne reproductibilité de  $P_{pic}$  et  $P_{moy}$  chez les deux groupes SP et SMP à 87 g.kg<sup>-1</sup>. De plus, une meilleure reproductibilité est observée chez les SP pour  $P_{pic}$  et  $P_{moy}$  avec une force de freinage de 110 g.kg<sup>-1</sup>. Cependant, des SEE% supérieures à 5 % ont été observées pour  $P_{pic}$  et  $P_{moy}$  à 110 g.kg<sup>-1</sup> chez les SMP ainsi que pour IF chez les deux groupes.

Tableau 1. Comparaison des indices de reproductibilité en fonction des groupes et des charges

|                                       | Groupe SP             |             |      |                        |             |      | Groupe SMP            |             |      |                        |              |      |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------|------|------------------------|-------------|------|-----------------------|-------------|------|------------------------|--------------|------|
|                                       | 87 g.kg <sup>-1</sup> |             |      | 110 g.kg <sup>-1</sup> |             |      | 87 g.kg <sup>-1</sup> |             |      | 110 g.kg <sup>-1</sup> |              |      |
|                                       | r                     | SEE%        | CCI  | r                      | SEE%        | CCI  | R                     | SEE%        | CCI  | r                      | SEE%         | CCI  |
| <b><math>P_{pic}</math> (W/kg)</b>    | 0,94                  | 2,41        | 0,96 | 0,89                   | 3,14        | 0,94 | 0,84                  | 3,96        | 0,90 | 0,63                   | <b>5,23</b>  | 0,81 |
| <b><math>P_{moy}</math> (W/kg)</b>    | 0,89                  | 3,09        | 0,91 | 0,97                   | 1,03        | 0,98 | 0,83                  | 4,10        | 0,92 | 0,58                   | <b>5,75</b>  | 0,74 |
| <b>IF</b>                             | 0,93                  | <b>5,19</b> | 0,96 | 0,92                   | <b>5,50</b> | 0,96 | 0,92                  | <b>7,75</b> | 0,93 | 0,86                   | <b>10,41</b> | 0,89 |
| <b><math>[La]_{pic}</math></b>        | 0,90                  | 3,75        | 0,94 | 0,74                   | 3,60        | 0,80 | 0,93                  | 4,24        | 0,96 | 0,93                   | 3,92         | 0,96 |
| <b><math>FC_{pic}</math> (bat/mn)</b> | 0,67                  | 1,88        | 0,82 | 0,66                   | 1,97        | 0,82 | 0,84                  | 4,73        | 0,91 | 0,96                   | 1,16         | 0,98 |

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Conformément à notre attente et contrairement aux résultats des sujets SMP, les valeurs des indices du Wingate test sont statistiquement plus élevées avec une force de freinage de 110 g.kg<sup>-1</sup> qu'avec une force de freinage de 87 g.kg<sup>-1</sup> chez les SP (7,7%; 6,8% et 14,8%, respectivement pour  $P_{pic}$ ,  $P_{moy}$  et IF). Ces résultats ne concordent pas avec les travaux des auteurs du Wingate test (Inbar et al., 1996) qui ont montré qu'une charge de 87 g.kg<sup>-1</sup> serait optimale pour des sujets actifs. Dans la présente étude, cette charge sous-estimerait  $P_{pic}$  et  $P_{moy}$  chez SP. De plus, ces indices ont une bonne reproductibilité avec la force de freinage de 110 g.kg<sup>-1</sup>. Néanmoins, ils sont moins reproductibles chez les SPM avec la même force de freinage. Nos résultats ont montré une bonne reproductibilité de  $[La]_{pic}$  et  $FC_{pic}$  à 87 g.kg<sup>-1</sup> ( $0,82 < CCI < 0,96$ ) conformément aux travaux de Weinstein et al. (1998). De plus, une bonne reproductibilité de ces deux indices à 110 g.kg<sup>-1</sup> ( $0,80 < CCI < 0,98$ ) a été observée. Selon Inbar et al. (1996), la force optimale pour  $P_{pic}$  est supérieure à celle de  $P_{moy}$ ; ainsi il est peu probable qu'un seul et même test (et/ou même charge) puisse être optimisé pour mesurer à la fois  $P_{pic}$  et  $P_{moy}$ . La force de freinage de Wingate ne serait pas optimale pour tous les sujets indépendamment de leurs niveaux contrairement à ce qui a été proposé par les auteurs du Wingate test. En conclusion, nos résultats suggèrent qu'un test de charge-vitesse ainsi qu'une force de freinage de 110 g.kg<sup>-1</sup> seraient mieux indiqués pour l'estimation respectivement de la puissance maximale et la puissance moyenne chez un sujet jeune adulte actif. De plus, des précautions devraient être prises quant à l'effet de la charge sur les indices étudiés et leurs reproductibilités.

## BIBLIOGRAPHIE

- Inbar, O., Bar-Or, O., Skinner, J.S. (1996). *The Wingate anaerobic test*. Champaign (IL) US: Human Kinetics.
- Vandewalle, H., Pérès, G., Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Medicine*, 4, 268-289.
- Weinstein, Y., Bediz, C., Dotan, R., Falk, B. (1998). Reliability of peak-lactate, heart rate, and plasma volume following the Wingate test. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1456-1460.

## O117- Mastering energy management during rowing using virtual reality

Charles P. Hoffmann<sup>1</sup>, Alessandro Filippeschi<sup>2</sup>, Emanuele Ruffaldi<sup>2</sup>, Sébastien Blanc<sup>1</sup>, Luc Verbrugge<sup>1</sup> & Benoît G. Bardy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Movement to Health (M2H) Laboratory, EuroMov, Montpellier-1 University  
<sup>2</sup>Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy  
charles.hoffmann@univ-montp1.fr

One most important factor in rowing performance is the skill demonstrated by rowers to manage their energy stock during a 2000 m race. Several studies have reported that elite rowers adopt a particular pacing strategy with a fast-start profile. Our study used virtual reality and aimed at testing whether novice rowers were able to acquire this energy management skill during a 2000 m race, with positive consequences for the rowing performance. Participants were instructed to track a virtual boat, which velocity was previously calibrated to follow the appropriate to-be-learned velocity profile. Our results indicate that the avatar group improved its performance (decrease in race duration), learned and maintained the expert profile. These effects were absent in the control group. Together, these results indicate that virtual reality can be used to accelerate the learning of energy-related skills.

**Keywords:** rowing; pacing strategy; virtual reality; energy management

### INTRODUCTION

Performance in rowing, e.g., race duration over a particular distance, is determined by several factors, which should be taken into account during training. In our research, we focused on one important factor, the skill demonstrated by rowers to manage their energy stock during a 2000 m race. Several studies have reported that elite rowers adopt a particular pacing strategy. Their velocity corresponds to a fast-start profile, with the first 500 m performed at 103.3% of the average whole race speed, and with the subsequent sectors rowed at 99.0%, 98.3% and 99.7% of the average speed, respectively (Garland, 2005).

Our study used virtual reality and aimed at testing whether novice rowers were able to acquire this energy management skill during a 2000m race, with positive consequences for rowing performance and retention. A better management of energy consumption after training for the same training workload was expected for the avatar group.

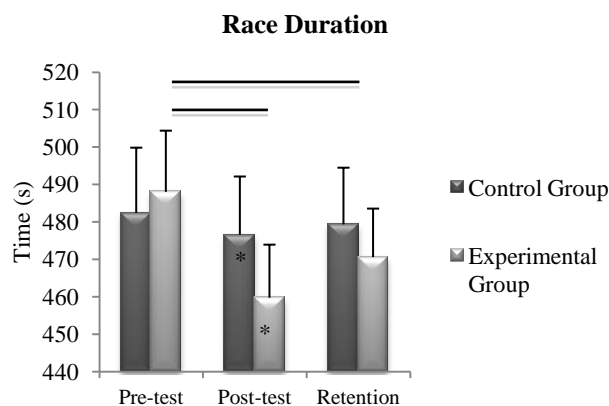
### METHOD

The protocol was performed by two groups of novice rowers. They all signed an informed consent before participating in the experiment, which was approved by the local ethic review board (CPP Sud-Méditerranée 3). One group followed a classic indoor rowing training. The other group benefitted from an energy-management information - represented by an avatar boat - visible on a large screen located in front of participants operating a Concept2 indoor rowing machine. Participants (of the avatar group) were instructed to track the virtual boat, which velocity was previously calibrated to follow the appropriate to-be-learned velocity profile along the 2000 m race. The virtual boat was gradually removed during the training session. Our procedure followed a pre/post/retention test design. We compared pre- and post-test to evaluate the effect of the velocity profile accelerator. The retention test was performed in order to check if the learning was maintained after a period of 30 days. The two groups performed the same number of trials, and overall, the same quantity of practice.

### RESULTS / DISCUSSION

Eight participants from the control group and seven participants from the avatar group took part in the experiment. The evolution of performance in term of race duration was examined in a two-way repeated

Figure 1. Race duration comparing avatar group (black) and control group (grey) for pre-, post- and retention-test





measurement ANOVA. Our results indicate that the avatar group improved its performance against the control group in the post-test (Figure 1) ( $F_{2,12} = 4,1471$ ;  $p < 0.05$ ) and maintained this advantage during the retention-test. In a qualitative manner, we can see that the avatar group reproduced more accurately the expert profile than the control group during the post-test (Figure 2A.) and the retention test (Figure 2B.). However the difference between the two groups failed to reach significance. Concerning the oxygen consumption, we found no differences for the avatar group between pre/post/retention tests. Because participants from this group completed the 2000m race faster than the control group with no increase in  $O_2$  consumption, they were thus more efficient.

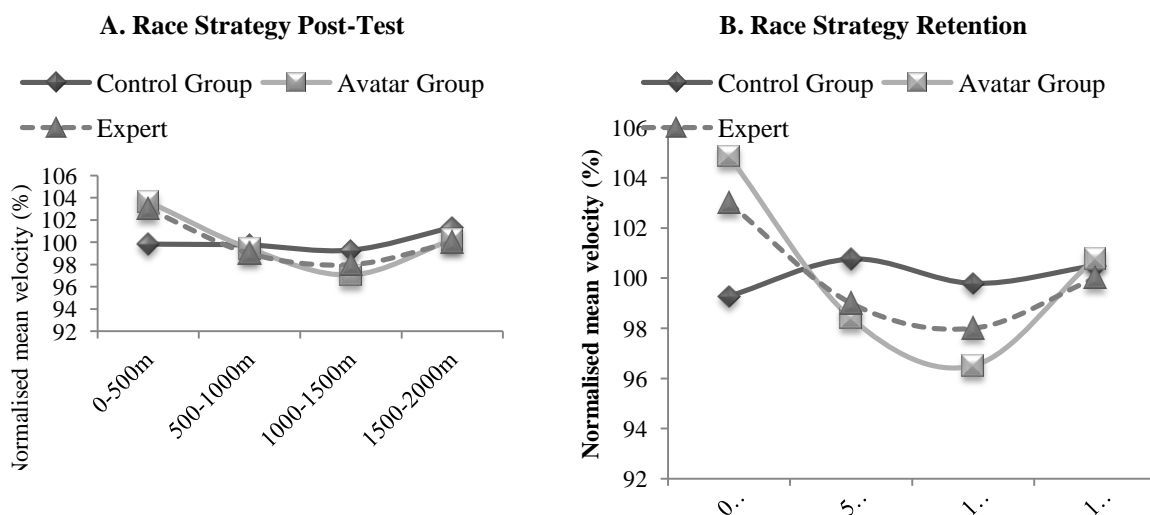


Figure 2: A. Race pace profiles comparing post-test (straight black line) for the control group, (grey line) for the avatar group and the expert profile (dashed black line). B. Race pace profiles comparing retention-test (straight black line) for the control group, (grey line) for the avatar group and the expert profile (dashed black line).

## CONCLUSION

Our results indicate that virtual reality can be used to accelerate the learning of energy-related skills, in a relatively short period of time (4-5 weeks). In addition, this learning lead to better performance in term of race duration. These results open up important issues in VR training concerning the transferability of this pacing strategy to other sports with races of similar duration (6-8 minutes), such as running or sprint cycling for instance.

## REFERENCES

Garland, S.W. (2005). An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 39-42.

## O118- Réponses cérébrales dissociées lors de contractions isométriques sous-maximales : une étude EMG-NIRS

Gérard Derosière<sup>1</sup>, François Alexandre<sup>1</sup>, Nicolas Bourdillon<sup>1</sup>, Stéphane Perrey<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Movement to Health (M2H), Université Montpellier 1, Euromov

E-mail : [gerard.derosiere@gmail.com](mailto:gerard.derosiere@gmail.com)

Le but de cette étude était de déterminer la relation entre l'activation cérébrale controlatérale enregistrée par NIRS et l'activité électrique du muscle pour différents niveaux de force. Quinze sujets sains droitiers ont maintenu 6 niveaux de force statique pendant 30 s (i.e. entre 5% et 50% de la contraction maximale volontaire, CMV) au cours d'une tâche de handgrip. L'activation cérébrale controlatérale des aires sensorimotrices primaires (SM1) et du cortex préfrontal (CPF) était mesurée par NIRS. L'activité électrique (Root Mean Square, RMS) des muscles fléchisseurs communs des doigts était enregistrée par EMG de surface. Nos premiers résultats rapportent une dissociation entre l'activation du SM1 et la RMS à partir de 40% CMV, mais pas pour le CPF. Il semblerait que le CPF joue un rôle majeur dans le maintien de la force à partir de 40% CMV.

**Mots-clés** : activation cérébrale ; NIRS ; handgrip ; force statique sous-maximale ; EMG.

### INTRODUCTION

Des travaux réalisés chez le primate ont montré une augmentation de l'activation cérébrale controlatérale au cours de tâches manuelles de handgrip (Jennings *et al.*, 1983 ; Maier *et al.*, 1993). Chez l'homme, en ayant recours à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), les résultats de Ehrsson *et al.* (2000) mettent en avant pour de faibles niveaux de force (i.e., < 10% contraction maximale volontaire, CMV) au cours d'une tâche de handgrip, une activation cérébrale controlatérale significativement plus élevée en comparaison au repos ( $P < 0,05$ ). Pour des niveaux de force supérieurs (20% à 80% de CMV), les travaux de Daï *et al.* (2001) en IRMf ont rapporté une corrélation linéaire significative ( $P < 0,05$ ) entre l'activation de diverses aires cérébrales controlatérales (e.g., cortex préfrontal, CPF  $r=0,98$ , aire M1  $r=0,94$  et aire S1  $r=0,99$ ) et l'activité myoélectrique des muscles fléchisseurs des doigts enregistrée par EMG de surface mais au cours de périodes sans scans. Comme mentionné par les auteurs, il est à noter dans l'étude de Daï *et al.* (2001) une absence de linéarité à partir de 50-65% de CMV pour le cortex sensorimoteur primaire (SM1) à la différence d'aires associées à la production de force comme le CPF.

Le but de cette étude était donc de vérifier si les activations cérébrales controlatérales (aires SM1 et CPF) mesurée par spectroscopie dans le proche infrarouge (NIRS) étaient linéairement associées avec une modulation de l'activité EMG des muscles fléchisseurs des doigts au cours d'une tâche de handgrip pour des niveaux de force statique sous-maximaux. A notre connaissance, aucune étude n'a encore utilisé la NIRS afin de caractériser la nature de la relation entre l'activation cérébrale controlatérale et l'EMG du muscle associé lors de contractions isométriques sous-maximales.

### METHODOLOGIE

**Sujets** : Quinze sujets sains droitiers (homme, âge :  $28 \pm 7,56$  ans ; masse corporelle :  $69,43 \pm 8,95$ kg ; taille :  $175,53 \pm 5,91$  cm) ont participé volontairement à cette étude après avoir signé un consentement éclairé. L'étude a reçu l'avis favorable du CPP n°2010.11.05 et était conforme à la Déclaration de Helsinki pour les recherches biomédicales.

**Protocole expérimental** : Le protocole était constitué de 3 blocs entrecoupés d'une CMV. Un bloc comprenait 6 niveaux de force (5%, 10%, 20%, 30%, 40% et 50% de CMV) réalisés de manière aléatoire, en condition statique, pendant 30 secondes. Une minute de récupération passive était laissée au sujet entre chaque séquence de production de force.

**Méthodes** : Les optodes de la NIRS multi-canaux (Oxymon Mk III, Artenis, Netherlands) étaient placées sur les zones controlatérales du cortex SM1 et du CPF en référence au système international EEG 10-20. L'activation cérébrale était quantifiée par la variation d'oxyhémoglobine ( $\Delta\text{HbO}_2$ ) du signal NIRS. L'activité électrique des muscles fléchisseurs communs des doigts du membre impliqué dans la tâche était enregistrée par EMG de surface

(Biopac, USA). Les niveaux de force étaient mesurés grâce à un dynamomètre de type handgrip (Captels, France).

## RESULTATS

Les résultats présentés au sein de cette partie sont encore préliminaires ( $n = 3$ ). Les niveaux de force étaient compris entre 12,7 et 126,8 N (5-50% CMV). Chaque niveau de force a été maintenu par les sujets selon les instructions données par l'expérimentateur. Les résultats préliminaires mettent en avant une augmentation linéaire entre  $\Delta\text{HbO}_2$  pour le SM1 et la valeur RMS du signal EMG jusque 40% de CMV, suivie d'un plateau pour les niveaux de force supérieurs (Figure 1). A contrario, l'activation du CPF était proportionnelle à la valeur RMS du signal EMG sur la gamme de force étudiée.

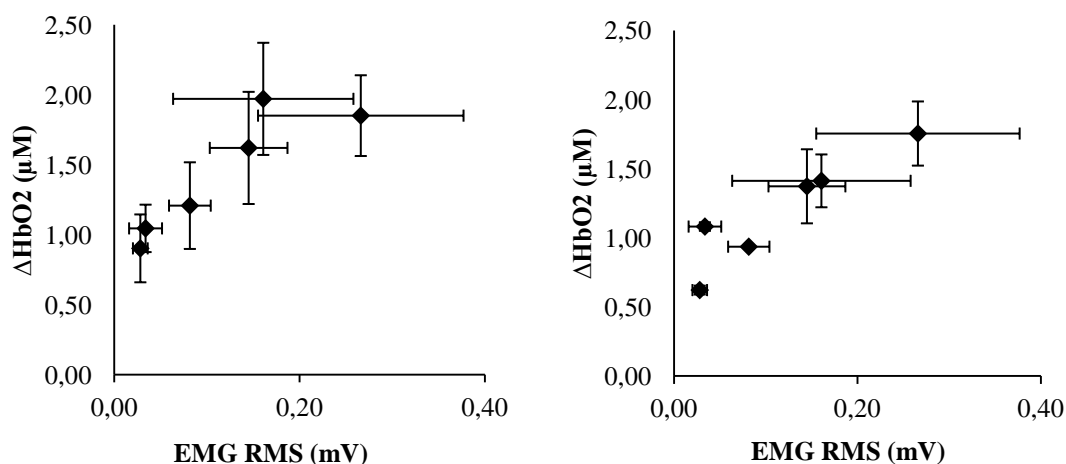


Figure 1. Evolution (moyenne  $\pm$  SD,  $n=3$ ) de l'activation cérébrale controlatérale du cortex SM1 (à gauche) et du CPF (à droite) en fonction de l'activité électrique du muscle (valeur RMS du signal EMG) pour 6 niveaux de force statiques de 30 s (voir méthodes).

## DISCUSSION/CONCLUSION

Le but de cette étude était de déterminer la relation entre l'activation cérébrale controlatérale enregistrée par NIRS et l'activité électrique du muscle associé. Nos premiers résultats rejoignent en partie ceux de Dai *et al.* (2001) explorés par IRMf et soulignent une dissociation entre l'activation du SM1 controlatéral et l'activité électrique du muscle pour des niveaux de force supérieurs à 40% CMV, mais pas pour le CPF. Ainsi, au-delà de 40% de CMV, le CPF controlatéral aurait un rôle important dans le recrutement plus important d'unités motrices afin de maintenir le niveau de force requis.

## BIBLIOGRAPHIE

- Dai, T. H., Liu, Z., Robert, V. S., Brown, W., Yue, G.H. (2001). Relationship between muscle output and functional MRI-measured brain activation. *Experimental Brain Research*, 140, 290-300.
- Ehrsson, H.H., Anders, F., Tomas J., Göran, W., Roland, S.J., Hans, F. (2000). Cortical activity in precision- versus power-grip tasks : an fMRI study. *Journal of Neurophysiology*, 83, 528-536.
- Jennings, V.A., Lamour, Y., Solis, H., Fromm, C. (1983). Somatosensory cortex activity related to position and force. *Journal of Neurophysiology*, 49, 1216-1229.
- Maier, M.A., Bennett, K.M., Hepp-Reymond, M.C., Lemon, R.N. (1993). Contribution of the monkey corticomotoneuronal system to the control of force in precision grip. *Journal of Neurophysiology*, 69, 772-785.

O119- Soleus is not responsible for “Push-off”, during normal gait

Jean Louis Honeine<sup>1</sup>, Manh Cuong Do<sup>1</sup>, Marco Schieppati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire CIAMS, Université Paris-Sud 11

<sup>2</sup>Laboratoire CSAM, Università degli Studi a Pavia

Jean-Louis.Honeine@u-psud.fr

Much debate exists in the literature about the functional role of the soleus (SOL) muscle during gait. Most results obtained from inverse and forward dynamics acknowledge the role of SOL in “Push-off”; while those obtained after tibial nerve block seem to undermine it. The role of equilibrium control has been contrasted by that of SOL pushing off the ground. In order to determine whether SOL is responsible for push-off or equilibrium control, the gait initiation paradigm was utilised, where subjects must initiate gait without (Control) and with an added load. The added load of 30% bodyweight increased propulsion forces. SOL EMG activity remained constant regardless of the increase in propulsive forces. These results show that the role of SOL is not responsible for push-off but to maintain equilibrium control during normal gait.

**Keywords:** Equilibrium Control, Gait, Push-off, Soleus.

## INTRODUCTION:

In human gait, equilibrium control adds up as a prerequisite to the generation of propulsion forces in order to resist gravity. Plantar-flexor muscles acting about the ankle joint during single stance appear to be most adequate for propelling the body by creating the necessary torque as the foot is constrained to the floor. However, under dynamic conditions, the postural role of the plantar flexors, notably the soleus (SOL) muscle, would be enhanced and could indirectly but efficiently contribute to whole-body forward displacement by restraining forward tibial rotation and stabilising the knee joint (Sutherland et al, 1980), thereby keeping the body from falling throughout single stance.

Initially, Winter (1983) interpreted the existing covariation between SOL EMG activity and walking velocity as “Push-off”. This hypothesis was later accepted by modelling the net ankle moment (Neptune et al, 2001). However, blocking the tibial nerve (i.e paralyzing ankle flexors) showed an increase in forward velocity of the centre of mass (CoM) during mid to late stance (Sutherland et al, 1980). Our goal is to extricate the role of SOL during single stance. In order to do so, the gait-initiation paradigm (Berniere et al, 1981) was used while walking normally (Control) and with an added load. If the walking velocity remains unchanged between the unloaded and loaded condition, then greater propulsion force must be generated in the loaded condition with respect to control. Our hypothesis is that the main role of SOL is to maintain equilibrium control and not “Push-off”. If SOL electromyography (EMG) measurement do not change with the increase of propulsive force in the loaded condition for a constant walking velocity then our hypothesis is verified. Therefore, SOL is mainly activated to control the vertical fall of the centre of mass during single stance.

## METHODS

Seven healthy volunteers (age  $34 \pm 11.2$  yrs, height  $1.73 \pm 0.08$  cm, weight  $67.69 \pm 9.38$  Kg) took part in the experiment after giving their written informed consent as required by the Helsinki declaration and the EA 4042 local Ethics committee. The cumulative mass of the added load was 20 Kg. It was positioned and distributed homogeneously roughly around the CoM position. The added load increased the bodyweight (BW) by a range of 25% to 33%, depending on the subject. Unloaded and loaded trials will be referred to as N and N+20, respectively, in the text. The mean step length of the subjects collected during practice trials was drawn on the platform. They were then instructed to readjust their step length in order to reproduce the same walking velocity. Data was collected from a force platform (0.90 m x 1.80 m, AMTI, Massachusetts-USA) and was synchronised with SOL EMG data (Aurion Zerowire EMG, Milan-Italy) at a sampling frequency of 1000 Hz, throughout the entire first step.

## RESULTS

The instant of foot off, and foot contact as well as the walking velocity and step length of the first step did not show any significant differences between the unloaded and loaded trials (see Table 1).

Table 1: Kinematic variables measured for the first step

|      | Foot Off (s)  | Foot Contact (s) | Walking Velocity (m/s) | Step Length (m) |
|------|---------------|------------------|------------------------|-----------------|
| N    | 0.524 ± 0.091 | 0.881 ± 0.105    | 1.12 ± 0.165           | 0.59 ± 0.07     |
| N+20 | 0.558 ± 0.084 | 0.913 ± 0.088    | 1.15 ± 0.192           | 0.62 ± 0.08     |

Peak antero-posterior ground reaction force (pAP-GRF), which occurs slightly after foot contact, was significantly higher in the N+20 condition [ $F(1,6) = 30.1$  ;  $P=0.0015$ ]. The surface area of the rectified and normalized SOL EMG from onset to offset, which gives the unitless average EMG intensity (iSOLn) did not change between N and N+20 conditions [ $F(1,6) = 0.02$  ;  $P=0.89$ ] (see Figure 1).

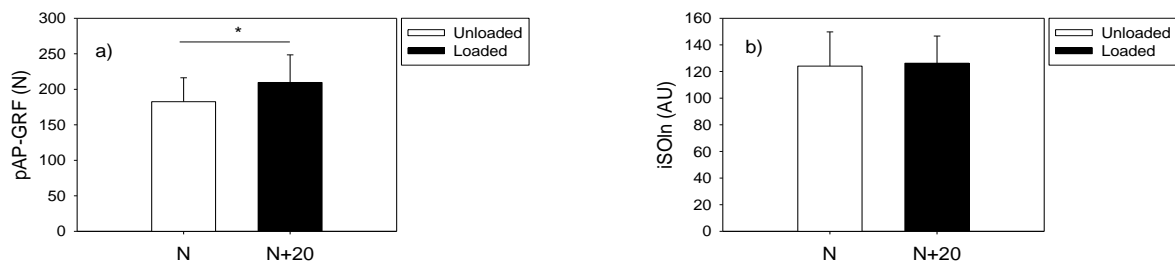


Figure 1: Mean and standard deviation of the measured Peak A/P force (a) and average SOL EMG intensity (b), for the two conditions N and N+20. (\*:  $P<0.05$ )

## DISCUSSION-CONCLUSION

For the same walking velocity, EMG activity remained constant between the control and the loaded series while stronger propulsive forces were generated during the loaded trials. This shows clearly that SOL does not play a role in push-off. Since both the soleus and the gastrocnemii work on ankle plantar flexion and that the activation and deactivation of both muscles are highly correlated in time during single support, we believe that neither participate in generating propulsion force. However, the gastrocnemii are biarticulate and might be controlling knee extension while SOL restrains tibial advancement. Future work might be useful to determine this hypothesis whatsoever. We believe that our findings confirm the pioneer investigation of Cavagna & Franzetti (1986), who stated that the fall of CoM during the single stance phase is sufficient to transform potential energy into forward kinetic energy during normal level walking. In conclusion, while gravity is responsible for generating propulsion force, SOL activity controls the fall of CoM during single support stance.

## REFERENCES

- Breniere, Y., Do, M.C., Sanchez J. (1981). A biomechanical study of the gait initiation process, *J. Biophys. Med. Nucl.*, 5,197–205.
- Cavagna G.A., Franzetti P. (1986).The determinants of the step frequency in walking in humans. *J. Physiol.*, 373,235-242.
- Neptune RR, Kautz SA, Zajac FE. (2001). Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward walking and swing initiation during walking. *J Biomech.*, 34,1387-98.
- Sutherland DH, Cooper L, Daniel D. (1980). The role of the ankle plantar flexors in normal walking. *Am J Bone Joint Surg.*, 62,354-63.
- Winter DA. (1983) Biomechanics of human movement with applications to the study of human locomotion. *Crit Rev Biomed Eng.*, 9, 287-314.

Charles P. Hoffmann<sup>1</sup>, Sébastien J. Villard<sup>1</sup>, & Benoît G. Bardy<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Movement to Health (M2H) Laboratory, EuroMov, Montpellier-1 University  
charles.hoffmann@univ-montp1.fr

The Locomotor-Respiratory Coupling (LRC) is often evidenced by phase- or frequency-locking patterns. The model of the sine circle map is used here to characterize LRC. Several studies showed that a sound emitted by an external metronome can stabilize the LRC. Participants were asked during a cycling exercise to synchronize either their respiration or their pedalling rate with an external auditory stimulus corresponding to their preferred respiratory and pedalling frequencies respectively. Our results showed a significant reduction in energy expenditure when participants breathed in sync with the auditory stimulation, but not accompanied by a change in the stabilization of LRC. A large within- as well as between-participants LRC variability, together with the spontaneous adoption of the most stable pace, contribute to explain this result.

**Keywords:** locomotor-respiratory coupling; anchoring; auditory stimulation; energy saving

## INTRODUCTION

Many studies have reported a natural synchronization between respiration and locomotion in various species (fish, birds, mammals) and various forms of locomotion (running, cycling, rowing). Entrainment between locomotion and respiration has been described by stable frequency mode-lockings such as the ones reported in humans: 1/1, 1/2, 1/3, 2/3, or 1/4 (Bramble & Carrier, 1983). The Locomotor-Respiratory Coupling (LRC) is generally understood as originating from mechanical and neurological interactions. However, the LRC literature reveals several discrepancies related to the nature of the coupling, the factors that modulate it, and the concomitant energy expenditure. For instance, Bramble and Carrier (1983) suggested that a greater LRC could lead to a decrease in O<sub>2</sub> consumption (VO<sub>2</sub>), a result not found by Rassler and Kohl (1996). Differences are due in part to the different techniques used to assess the synchronization between the two systems. In another research field, bimanual coordination studies have shown that a periodic auditory stimulation stabilizes both in-phase and anti-phase coordinations (local stabilization) and postpones the transition from anti-phase to in-phase (global stabilization). Haas *et al.* (1986) for instance reported a greater stabilization of the respiratory rhythm under rhythmic external auditory stimulation when rhythmic tapping movements were added to the task.

In this study, we propose to consider LRC as the results of non-linear coupled oscillators, we use the sine circle map model to capture this phenomenon, and we examine the stabilizing role on LRC of auditory information together with the concomitant energy expenditure.

## METHODS

14 voluntary males athletes (22 to 32 years old) not specialized in endurance sports took part in the experiment. They all signed an informed consent before participating in the experiment, which was approved by the local ethic review board (CPP Sud-Méditerranée 3). Experimental trials were performed on cycle ergometer. Gas exchanges, breathing kinematics, and the pedalling rhythm were recorded. Four sessions were involved. In the first session, the VO<sub>2</sub> max was obtained. In the second session, participants performed a 10-minutes exercise to determine their preferred respiratory and locomotor frequencies. In the last two sessions, a periodic, externally-paced, auditory sound was presented to the participants. They were requested to exhale (session 3 or 4) or cycle (session 3 or 4) in sync with the stimulation. The two sessions were randomly distributed among the participants.

To assess the stability of the LRC, three variables were computed, i.e., (i) the most frequent Farey ratio (i.e., the mode of the distribution), (ii) the dispersion of the relative phase between respiratory and pedalling cycles for this mode, and (iii) the mean number of consecutive cycles spent on the modal frequency ratio.

## RESULTS / DISCUSSION

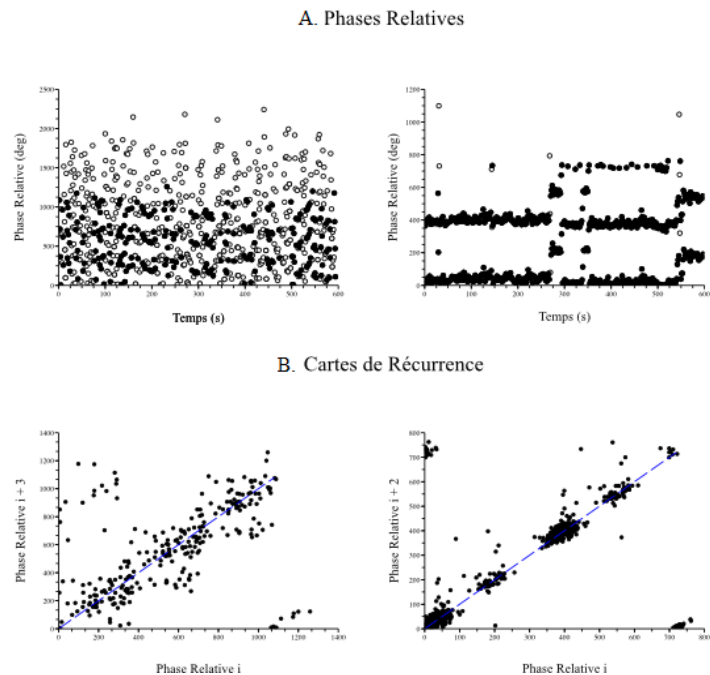
The auditory stimulation produced a significant decrease in the oxygen consumption ( $t(13) = 2.47$ ,  $p < .05$ ) when participants breathed in sync with the external sound. However, the auditory stimulus had no significant effect on the LRC variables. One explanation is the important variability observed within- as well as between-participants (Figure 1), revealing some strong but contradictory effects. Another explanation is the fact that our participants were already in their preferred and stable frequency ratio. These results need to be confirmed. However, our method to assess frequency locking and relative phase dispersion in LRC allows to assess a behavioural invariant — the frequency ratio — organized hierarchically in a Farey tree, and an index of variability, i.e., the phase coupling.

## CONCLUSION

These experimental results and the previous findings obtained in the LRC literature point out the difficulty to capture LRC. Here, we have used a method previously explored by McDermott *et al.* (2003), which uses the complex frequency mode locking associated with the relative phase dispersion to express the coupling strength between locomotion and respiration. LRC is a universal phenomenon underlying the supply and production of energy. Rhythmic activities such as walking, running, swimming, rowing are all exhibiting LRC. In our study we have not found a consistent stabilizing effect of an auditory stimulation on LRC stability, in spite of an interesting decrease in oxygen consumption.

## BIBLIOGRAPHY

- Bramble, D.M., Carrier, D.R. (1983). Running and breathing in mammals. *Science*, 219(4582), 251-256.
- Haas, F., Distenfeld, S., Axen, K. (1986). Effects of perceived musical rhythm on respiratory pattern. *Journal of Applied Physiology*, 61(3), 1185-1191.
- McDermott, W.J., VanEmmerick, R.E., Hamill, J. (2003). Running training and adaptive strategies of locomotor-respiratory coordination. *European Journal of Applied Physiology*, 89(5), 435-444.
- Rassler, B., Kohl, J. (1996). Analysis of coordination between breathing and walking rhythms in humans. *Respiration Physiology*, 106(3), 317-327.



**Figure 1: LRC in two participants. The first four panels (A. Relative Phases) represent 3 minutes of relative phase. The next four panels (B. Return Maps) represent the dispersion of the relative phase in return maps.**

## ***Psychologie***



## Pratique et formation professionnelle (ergonomie)

O121- Analyse ergonomique des gestes professionnels et prévention de la santé

Marion Brunet<sup>1</sup> ; Jacques Riff<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Université Orléans, laboratoire AMAPP, 2 allée du Château, BP 6237, 45062 Orléans  
[marion.brunet4@wanadoo.fr](mailto:marion.brunet4@wanadoo.fr)

Cette présentation présente une recherche appliquée, menée dans le cadre d'une thèse STAPS au sein d'une entreprise industrielle. Sur un plan scientifique, elle vise à comprendre comment sont construits les gestes d'opérateurs travaillant sur une ligne d'assemblage. Sur un plan ergonomique, elle vise une contribution à la prévention des troubles musculo-squelettiques. Les méthodes ont combiné des observations *in situ*, des entretiens aux postes de travail et devant des traces vidéo. Les résultats ont été exploités pour aménager les situations et favoriser le développement des gestes professionnels. La présentation de cette étude soulève l'intérêt d'une confrontation des travaux du monde du sport et de celui du travail, portant sur l'analyse de l'activité (Leplat, 2002).

**Mots clé** : analyse gestuelle, ergonomie, prévention de la santé, méthodes d'analyse

### INTRODUCTION

Cette communication présente une étude au carrefour des sciences humaines appliquées à la motricité et au travail, sources de références différenciées, mais cohérentes au regard d'une préoccupation commune : la compréhension de l'activité (Barbier & Durand, 2003). Les analyses visent à formaliser le répertoire gestuel d'opérateurs travaillant à la chaîne et d'en tirer profit dans une démarche de prévention de la santé. La perspective est ergonomique, dans le sens où les connaissances produites orientent une conception d'aides (Gal-Petitfaux & Saury, 2002). Cette définition large de l'ergonomie invite à mobiliser des modèles théoriques de l'activité, ici ceux de l'*action située* et de la *clinique de l'activité* (Theureau, 2004 ; Clot, 2008). Ils invitent à comprendre le rôle du contexte dans la construction de l'action tout en provoquant le développement de l'activité.

### TERRAIN D'ETUDE

L'étude a été menée dans le cadre d'une thèse CIFRE (Brunet, 2011), auprès d'opérateurs travaillant sur une ligne d'assemblage d'un site de production de pièces automobiles. Ces opérateurs assemblent de fines pièces métalliques sur le « cerveau » de boîtes de vitesse, le *Main Control* (MC). Les tâches sont donc minutieuses et répétitives, avec un temps de cycle d'environ 30 secondes. Face à une croissance de Troubles Musculo-Squelettiques, principale maladie professionnelle déclarée en France, l'entreprise a conduit d'importants aménagements matériels et organisationnels : adaptation des outils, mise en place d'une rotation des postes (Thibault & Le Trequesser, 2006). C'est dans cette continuité que l'étude a été sollicitée, les ergonomes internes souhaitant donner aux opérateurs les moyens de se construire une gestuelle personnelle et adaptée. Une co-analyse des gestes a donc été engagée.

### METHODES

Les méthodes ont combiné observations et entretiens, *in situ* et face à des vidéos.

Les observations systématiques ont procédé d'une évolution progressive dans le niveau de détails, couplée avec des choix de focalisation permettant de différencier des façons de faire. Ces points d'ancrage résultaient également du travail d'explicitation des savoir-faire, engagé parallèlement avec les salariés. Plusieurs techniques de verbalisation ont été explorées à cette fin. A titre d'exemple, il était demandé à l'opérateur d'imiter, sur plusieurs cycles opératoires, le geste d'un autre. Cette courte expérience favorisait un retour éclairé sur son propre geste (Fernandez, 2004).

Les résultats issus du traitement des données d'observation (processus itératif de comparaison, désignation et catégorisation des gestes) ont été utilisés pour mener près de 50 entretiens d'autoconfrontation. Les échanges amenaient successivement l'opérateur à

commenter son activité, à comparer ses gestes avec ceux des autres et à se projeter dans le futur en envisageant des façons de faire à expérimenter.

## RESULTATS ET APPLICATIONS

Les analyses ont permis de formaliser une importante diversité gestuelle interpersonnelle. A titre d'exemple, jusqu'à 15 façons d'utiliser les poussoirs ont été identifiées et analysées. C'est ici à travers le cas de l'analyse des coordinations de saisie des pièces, que nous souhaitons illustrer l'apport de la démarche à la prévention de la santé des opérateurs.

Sur plusieurs postes, deux valves et deux ressorts sont à insérer dans le MC. Les boîtes de valves sont stockées au niveau des épaules, à droite et à gauche et, celles des ressorts, au niveau des hanches. Au début de l'étude, les opérateurs prenaient simultanément les valves (V1 et V2), les inséraient dans leur logement respectif du MC. Ils saisissaient ensuite les ressorts (R1 et R2) et les inséraient à leur tour dans le MC. Suite à des défauts d'assemblage, une nouvelle prescription a été introduite, stipulant que les opérateurs devaient assembler ensemble, V1 avec R1, V2 avec R2, avant de les insérer dans le MC. Cette prescription eut pour effet de multiplier les coordinations et d'engendrer des amplitudes articulaires aux épaules ou poignets (croisement de l'axe médian). Des opérateurs ont toutefois trouvé une stratégie : le déplacement des boîtes de stockage de façon à prendre simultanément V1 et R1, ou V2 et R2, par ouverture des bras. Les résultats de cette analyse sont exploitables pour la prévention des TMS. Ils justifient la réactualisation des process de travail et la conception de boîtes de stockage qui autorise une flexibilité d'organisation. Les connaissances produites ont également soutenu l'exploration d'autres façons de faire par les opérateurs.

## CONCLUSION

L'étude montre que les STAPS ont un rôle à jouer dans l'analyse et la transformation des activités de travail. Ce constat est partagé par Coutarel (2007), qui invite à mobiliser, au sein du monde de l'entreprise, les compétences des acteurs du champ sportif pour développer des approches originales de prévention. Simultanément, en explorant ce terrain, les STAPS sont susceptibles de trouver matière à enrichir leurs ressources conceptuelles et méthodologiques. A titre d'exemple, si au cours de l'étude, les coordinations de saisie sont devenues un objet d'analyse pertinent pour l'entreprise, elles posent également des problèmes écologiquement intéressants à la communauté scientifique. Leur description peut notamment permettre d'examiner la validation écologique des résultats obtenus en situation expérimentale, au sein de l'approche dynamique du contrôle moteur (Teulier & Nourrit-Lucas, 2008).

## BIBLIOGRAPHIE

- Leplat, J. (2002). *Psychologie de la formation. Jalons et perspectives*. Toulouse : Octarès.
- Gal-Petitfaux, N., & Saury, J. (2002). Analyse de l'agir professionnel en éducation physique et en sport dans une perspective d'anthropologie cognitive. *Revue Française de Pédagogie*, 138, 51-61.
- Theureau, J. (2004). *Le cours d'action : méthode élémentaire* (2<sup>ème</sup> ed.). Toulouse : Octarès.
- Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris : PUF.
- Thibault, J.F., & Le Trequesser, R. (2006). Prévenir les risques TMS dans des ateliers d'assemblage automobile, *Actes du 41<sup>ème</sup> congrès SELF*, Caen, septembre.
- Fernandez, G. (2004). *Histoire du développement d'un geste technique*. Le cas du freinage chez des conducteurs de trains à la Gare du Nord. *Thèse*, CNAM Paris.
- Brunet, M. (2011). Analyse et exploitation de la variabilité gestuelle d'opérateurs travaillant sur une chaîne d'assemblage dans une perspective ergonomique de prévention des TMS. *Thèse*, Université d'Orléans
- Teulier, C., & Nourrit-Lucas, D. (2008). L'évolution des coordinations lors de l'apprentissage d'habiletés motrices complexes. *Science & Motricité*, 64(2), 35-47.

O122- Sortir d'une formation professionnelle exclusivement centrée sur la réflexivité : pistes théoriques et premiers résultats

Guillaume Escalié<sup>1</sup>, Sébastien Chaliès<sup>2</sup>, Marc Durand<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire DATIEF, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris

<sup>2</sup> UMR – EFTS, Université de Toulouse II, Le Mirail, Toulouse

<sup>3</sup> Laboratoire RIFT, Faculté de Psychologie et Sciences de l'Éducation, Genève  
escalieguillaume@yahoo.fr

En prenant appui sur une théorie générale de l'action collective (Wittgenstein, 1996), ce travail propose une conception originale de la formation professionnelle en controverse avec les stratégies réflexives encore largement utilisées dans le domaine. En ce sens, il propose à la discussion les conséquences de cette conception en termes d'activité de formation. En prenant appui sur les résultats d'une étude de cas longitudinale, il présente et discute pour ce faire la nécessité pour les formateurs : (i) de s'engager dans une activité d'enseignement ostensif ; (ii) de contrôler les premiers suivis en classe des règles enseignées au préalable aux enseignants en formation afin qu'ils constatent les résultats du suivi des expériences préalablement enseignées et consubstantiellement y associent des intentions professionnelles.

**Keywords:** formation des enseignants ; expériences; apprentissage ; enseignement ostensif ; intention.

## INTRODUCTION

Une réforme de la formation professionnelle des Enseignants Novices (EN) a été récemment engagée en France<sup>26</sup>. Elle s'inscrit dans une volonté européenne d'optimisation des politiques de formation en prônant une plus grande coordination entre les différentes composantes de la formation. Le principe de l'alternance entre université(s) et établissement(s) scolaire(s) est donc en voie de réaménagement. Si structurellement les dispositifs permettant de redéfinir le partenariat entre université et établissements scolaires se renouvellent, leurs modalités de mise en œuvre restent peu étudiées. Le dilemme entre modèles de formation fondés sur la « transmission du métier » ou sur « l'accompagnement réflexif sur le métier » (Chaliès *et al.*, 2009) est en ce sens non discuté et tranché. Ce dilemme interroge d'autant plus dans la cadre de la réforme actuelle que les EN sont immergés à temps plein dans les établissements scolaires dès leur année de titularisation, ce qui rend l'accompagnement à la réflexivité de plus en plus discutable (Cothran *et al.*, 2008).

## CADRE CONCEPTUEL

Ce travail s'ancre dans une théorie de l'action collective (Wittgenstein, 1996). La conceptualisation de la formation qui en découle se différencie principalement de celle basée sur le modèle du « praticien réflexif » (Schön, 1993) en posant la compréhension comme postérieure à l'apprentissage. En d'autres termes, comprendre ce qui se joue dans la classe nécessite de l'EN un certain nombre d'apprentissages lui permettant de signifier ce qu'il perçoit. Apprendre à enseigner revient donc à apprendre des expériences professionnelles constitutives du métier d'enseignant pour en user dans des situations toujours singulières. En termes d'activité de formation, cet apprentissage nécessite initialement un « enseignement ostensif » (Wittgenstein, 1996) au cours duquel les formateurs fondent la signification des expériences professionnelles considérées comme exemplaires. Pour ce faire, ils établissent des « liens de signification » (Wittgenstein, 1996), autrement nommés « règles », entre (i) des énoncés, c'est-à-dire des expériences langagières visant à nommer les expériences professionnelles considérées (par exemple : échauffer les élèves) et (ii) des expériences, montrées ou vécues en situation de classe, placées en correspondance et visant à les exemplariser. Initié par cet enseignement, l'apprentissage des expériences professionnelles nécessite ensuite la mise en place de situations permettant aux EN d'effectuer leurs « premiers suivis » des règles (Wittgenstein, 1996) sous « tutelle intentionnelle » (Nelson, 2008). Ces suivis permettront alors le constat de résultats attendus et l'association *a posteriori* à la règle suivie d'une intention. L'établissement cognitif de ce lien de consubstantialité entre action réalisée et intention clôturera l'apprentissage de la règle.

---

<sup>26</sup> Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (2008). « Campagne d'habilitation de diplômés de master pour les étudiants se destinant aux métiers de l'enseignement ». Lettre du 17 Octobre 2008.

## METHODE

Des données d'enregistrement audio-vidéo et d'autoconfrontation de tous les acteurs (un EN et deux formateurs) ont été recueillies tout au long du dispositif de formation étudié comprenant des séquences de formation impliquant les trois acteurs et des séquences de classe sous la responsabilité de l'EN. Ces données ont été traitées afin d'identifier les règles apprises et/ou suivies par les différents acteurs. Chaque règle a été étiquetée à partir de l'objet du jugement porté et des éléments d'étayage de ce jugement au sujet de l'expérience discutée. Dans sa forme, chaque règle a été présentée ainsi : [« *Objet* » vaut pour « *éléments d'étayage* » ce qui obtient comme résultat « ... »].

## RESULTATS

Cette étude de cas montre principalement que la construction du lien entre une action (suivi de la règle) et une intention s'inscrit dans une temporalité longue nécessitant d'articuler avec intelligibilité les différentes situations de formation. Pour chaque règle enseignée par les formateurs, il est en effet apparu que l'EN s'engage dans des premiers suivis en classe sans y associer les intentions qui y sont ordinairement associées par ces derniers. Il suit alors les règles enseignées sous tutelle intentionnelle des formateurs auxquels il cherche à « *faire plaisir* ». L'extrait suivant montre par exemple qu'au cours de son apprentissage, l'EN passe par une étape au cours de laquelle il suit la règle [« *Echauffer les élèves* » vaut pour « *passer par plusieurs étapes* » ce qui obtient comme résultat de « *faire un échauffement cardiorespiratoire* »] pour faire plaisir aux formateurs.

Extrait d'autoconfrontation de l'EN suite à sa leçon :

EN : C'est ce que je te disais la dernière fois : je les (les élèves) ai fait courir (les élèves) pour leur faire plaisir (aux formateurs). Là, c'est pareil.

Chercheur : Donc, là quand il (un formateur) te dit ça ?

EN : Je sais très bien que je les ai fait courir trois minutes,, je ne leur ai pas dit mais je l'ai fait pour leur faire plaisir (*aux formateurs*). En fait, ils (*les formateurs*) m'ont reproché en athlétisme de ne pas avoir d'échauffement purement cardio-vasculaire et du coup, je me suis dit : ils en veulent un peu, je vais leur en mettre un peu.

## DISCUSSION-CONCLUSION

Les résultats de cette étude mettent en exergue la complexité des modèles de formation davantage centrés sur l'ostensivité que sur la réflexivité. Ils montrent plus précisément que toute activité d'enseignement ostensif de règles nécessite la mise en œuvre de situations en autorisant tout à la fois le suivi par les formés et le « contrôle » (Nelson, 2008) de ce suivi par les formateurs. Ce n'est qu'à cette condition que l'apprentissage semble pouvoir aboutir et ouvrir alors la voie au développement, c'est à dire à la réflexivité.

## BIBLIOGRAPHIE

- Chaliès, S., Cartaut, S., Escalié, G., Durand, M. (2009). D'une utilité discutée à une utilité éprouvée du tutorat en formation initiale des enseignants : la nécessité d'une formation des tuteurs. *Recherche et Formation*, 61, 85-129.
- Cothran, D., McCaughtry, N., Smigell, S., Garn, A., Kulinna, P., Martin, J.J., Faust, R. (2008). Teachers' preferences on the qualities and roles of a mentor teacher. *Journal of Teaching in Physical Education*, 27(3), 241-251.
- Nelson, K. (2008). Wittgenstein and contemporary theories of word learning. *New Ideas in Psychology*, 4(3), 1-13.
- Schön, D. (1993). *Le praticien réflexif. A la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Montréal: Logiques.
- Wittgenstein, L. (1996). *Recherches philosophiques*. Paris: Gallimard.

O123- L'usage de l'outil vidéo dans la formation des enseignants novices par l'observation : circonstances dans lesquelles la virtualité permet de se préparer à la réalité

Cyrille Gaudin<sup>1</sup> & Sébastien Chaliès<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire UMR EFTS, Université Toulouse 2

cyrille.gaudin@toulouse.iufm.fr

Cette communication détaille les résultats de l'étude de l'activité des enseignants novices (EN) et de leurs formateurs au sein d'un dispositif de formation fondé sur l'alternance de séquences (i) d'observation de pratiques professionnelles en établissement scolaire et sous forme d'extraits vidéo à l'université, et (ii) d'intervention en classe. Elle montre principalement que l'outil vidéo, en autorisant un « aménagement » de la réalité, permet certes de la rendre accessible aux EN mais limite dans le même temps l'usage par ces derniers en classe de ce qu'ils ont appris à signifier et faire en contexte de formation. À partir d'une discussion de ces résultats, cette communication circonscrit finalement les circonstances dans lesquelles l'usage de la vidéo permet de se préparer à la réalité de l'enseignement en classe.

**Mots clés :** Formation professionnelle, Observation, Outil vidéo, Enseignants novices

## INTRODUCTION

Une lecture de la littérature permet de constater un enthousiasme généralisé pour l'usage de la vidéo dans la formation des EN (Brophy, 2004). Un grand nombre d'études notent effectivement que les EN ont des difficultés à signifier la complexité de ce qui se joue en classe (Van Es & Sherin, 2008) lorsqu'ils enseignent ou observent d'autres enseignants et en restent à une perception « de surface » finalement peu formative. L'outil vidéo est en ce sens régulièrement assimilé à un moyen de formation privilégié permettant notamment de réduire la charge cognitive allouée ordinairement à cette activité professionnelle d'observation (Sweller, 1994). En effet, il permet d'aménager certains pans de la réalité de la classe pour en permettre l'accès et la compréhension en situation de formation. Toutefois, les effets retours de ce type de formation sur la pratique effective des EN demeurent encore mal connus et peu investigués (Seidel *et al.*, 2011). L'objet de cette étude est donc d'apprécier les circonstances dans lesquelles la virtualité permet de se préparer à la réalité.

## CADRE CONCEPTUEL

Dans le cadre théorique adopté pour réaliser ce travail, apprendre à enseigner revient à apprendre en formation des expériences constitutives du métier enseignant pour en user dans des situations de classe toujours singulières. En termes d'activité de formation, cet apprentissage nécessite un « enseignement ostensif » (Wittgenstein, 1996) au cours duquel les formateurs fondent la signification d'expériences professionnelles considérées comme exemplaires. Pour ce faire, ils enseignent « des règles, autrement nommées « liens de signification » (Wittgenstein, 1996), entre (i) des énoncés c'est-à-dire des expériences langagières visant à nommer les expériences professionnelles considérées et (ii) des expériences, montrées (c'est ici un intérêt de la vidéo) ou vécues en situation de classe, placées en correspondance et visant à les exemplariser. Initié par cet enseignement, l'apprentissage des expériences professionnelles nécessite ensuite la mise en place de situations (de formation ou de pratique professionnelle) permettant aux EN d'effectuer leurs premiers usages sous le « contrôle » des formateurs. Ces premiers usages sont alors l'occasion d'« explications » (Wittgenstein, 1996) entre les formateurs et les EN permettant de lever d'éventuelles mésinterprétations. L'outil vidéo présente donc aussi l'intérêt de faciliter la mise en œuvre de ces activités de contrôle et d'explication. Lorsque l'apprentissage de l'expérience professionnelle considérée est finalisé, il peut alors ouvrir au développement des EN. Ces derniers s'émancipent alors de ce qu'ils ont appris en le contextualisant aux nouvelles circonstances proposées par les situations de formation (exploitant ou pas l'outil vidéo) ou d'intervention en classe.

## METHODE

Le dispositif support à cette étude était un dispositif de formation par l'observation d'EN d'EPS structuré à partir des postulats théoriques présentés en amont. Il était fondé sur une alternance entre des séquences de formation par l'observation d'extraits vidéo réalisés à l'université ou de pratiques de classe en établissements scolaires et, des séquences d'intervention en classe. Toutes ces séquences ont été enregistrées puis des entretiens d'autoconfrontation ont été réalisés avec les EN et les formateurs. Ces données ont été traitées (Chaliès *et al.*, 2008) afin d'identifier les règles apprises et/ou suivies par les différents acteurs. Chaque règle a été étiquetée à partir de l'objet du jugement porté et des éléments d'étayage de ce jugement au sujet de l'expérience discutée. Dans sa forme, chaque règle a été présentée ainsi : [« *Objet* » vaut pour « *éléments d'étayage* » ce qui obtient comme résultat « ... »].

## RESULTATS

Les résultats laissent principalement apparaître le caractère paradoxal de l'utilisation de l'outil vidéo en formation professionnelle. D'un côté, cet outil offre la possibilité aux formateurs d'accompagner plus efficacement les EN sur l'ensemble des étapes constitutives de leur apprentissage. Il leur permet ainsi de renforcer le caractère ostensif de leur activité d'enseignement, d'identifier et de lever plus facilement les mésinterprétations des EN ou encore de s'engager dans une activité d'explication plus étayée. L'outil vidéo permet en effet entre autre de jouer sur la nature des observables (par exemple la diversité des comportements des élèves), la vitesse des images (l'arrêt sur image ou le ralenti étant possibles) ou encore sur le nombre de répétitions. Paradoxalement, l'usage de l'outil vidéo semble être limitatif lorsqu'est questionné le développement en situation de formation ou de classe des EN suite à leur apprentissage. Justifié par l'aménagement de la réalité qu'il autorise, l'outil vidéo plonge paradoxalement en effet les EN dans une pratique professionnelle virtuelle qui leur est ensuite parfois difficile de redéployer et de circonscire en contexte réel de classe

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Alors que les STAPS et autre concours de l'EPS usent de plus en plus de la vidéo pour en quelque sorte se rapprocher de la réalité de la classe, il convient donc de noter que l'outil vidéo inscrit la pratique professionnelle en cours de construction dans une virtualité pouvant s'avérer à termes limitative. Pour éviter de tomber dans cet écueil, il convient donc de mettre en place des dispositifs de formation « hybrides » (Ria, Serres & Leblanc, 2010) au sein desquels l'outil vidéo aide à rapprocher la virtualité des formations et la réalité des classes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Brophy, J. (2004). *Using video in teacher education*. Oxford, UK : Elsevier.
- Chaliès, S., Bertone, S., Flavier, E., Durand, M. (2008). Effects of collaborative mentoring on the articulation of training and classroom situations: A case study in the French school system. *Teaching and Teacher Education*, 24(3), 550-563.
- Ria, L., Serres, G., & Leblanc, S. (2010). De l'observation vidéo à l'observation in situ du travail enseignant en milieu difficile : étude des effets sur des professeurs stagiaires. *Revue Suisse des Sciences de l'Education*, 32(1), 105-120.
- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg M., & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education* 27(2), 259-267.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312
- Van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24, 244-276.
- Wittgenstein, L. (1996). *Recherches Philosophiques*. Paris : Gallimard.

O124- Rôle du caractère consciencieux dans la planification de carrière : auto-efficacité et buts en tant que médiateurs spécifiques.

Virginie Demulier<sup>1</sup>, Yannick Stephan<sup>2</sup>, Christine Le Scanff<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Paris Sud XI, France; <sup>2</sup> Université Joseph Fourier Grenoble 1, France  
virginie.demulier@u-psud.fr

Cette étude vise à tester la contribution des dispositions individuelles sur la planification de l'arrêt de la carrière sportive, et à éclaircir les processus explicatifs de cette relation à partir de la théorie sociocognitive des carrières. 180 athlètes de haut niveau actifs ont rempli : l'échelle de caractère consciencieux du NEO-PIR ainsi que les échelles de planification de carrière, d'auto-efficacité, d'expectations de conséquences et de buts. Les procédures de rééchantillonnage révèlent que le caractère consciencieux contribue positivement à la planification du retrait sportif par la médiation simultanée de l'auto efficacité et des buts. Cette étude met en évidence les mécanismes sous-jacents à la planification du retrait sportif, et insiste sur le rôle joué par certains traits de personnalité dans ce processus.

**Mots clés :** arrêt de la carrière sportive, planification, caractère consciencieux

## INTRODUCTION

La planification des transitions de carrière est considérée comme une condition nécessaire pour une adaptation réussie aux divers changements induits par ces phases (e.g., Beehr, 1986). Les travaux existants ont souligné le rôle des variables dispositionnelles dans l'engagement dans une transition de carrière et plus particulièrement dans la planification de carrière (Brown, Page, Bruch, & Haase, 2008). Cependant, peu de travaux, notamment dans le contexte de transitions de carrière peu prédictibles comme l'arrêt de la carrière sportive, se sont intéressés à la contribution de la personnalité sur la planification, ainsi qu'aux mécanismes explicatifs potentiels de cette relation. La théorie sociocognitive des carrières (Lent, Hackett, & Brown, 1994) suggère que le lien entre personnalité et la planification de carrière repose sur des variables sociocognitives : l'auto efficacité, les expectations de réussite, les buts de carrière. Sur la base de ce modèle, la présente étude propose de mettre en évidence les processus sous-jacents à la relation entre certains facteurs dispositionnels, le caractère consciencieux en particulier, et la planification de carrière chez des athlètes de haut niveau actifs, au travers de l'identification du rôle médiateur des variables sociocognitives de cette relation.

## METHODE

*Participants.* L'échantillon était composé de 180 athlètes de haut niveau, 88 femmes et 92 hommes ( $M_{\text{age}} = 20.36$  ;  $ET = 1.46$ ), pratiquant 25 disciplines.

*Planification de carrière.* L'échelle utilisée ( $\alpha = .83$ ) est adaptée de la version courte de l'inventaire de développement de carrière (Patton, Creed, & Spooner-Lane, 2005). Les sujets indiquaient sur une échelle ancrée entre 1 (« je n'y ai pas du tout pensé ») et 4 (« j'ai des plans bien définis ») le type et le degré de planification de carrière.

*Caractère consciencieux.* L'échelle issue de la version française du NEO-PIR (Rolland, Parker, & Stumpf, 1998) a été utilisée pour rendre compte du caractère consciencieux ( $\alpha = .89$ ), et de ses différentes facettes i.e. compétence ( $\alpha = .60$ ), ordre ( $\alpha = .72$ ), devoir ( $\alpha = .70$ ), recherche de réussite ( $\alpha = .69$ ), auto discipline ( $\alpha = .67$ ), et délibération ( $\alpha = .70$ ) sur une échelle allant de 1 (« fortement en désaccord ») à 5 (« tout à fait d'accord »).

*L'auto efficacité.* L'échelle d'auto efficacité de prise de décision de carrière (Betz, Klein, & Taylor, 1996) a été adaptée afin de rendre compte du niveau de confiance des athlètes en leur aptitude à prendre des décisions concernant leur carrière future (en 1 « pas du tout confiant » et 5 « tout à fait confiant »). L'alpha de Cronbach était de .87.

*Les expectations de conséquences.* Quatre items ( $\alpha = .86$ ) issus de l'échelle d'expectations de conséquences par rapport à la prise de décision de transition de carrière (Betz & Voyten, 1997) ont été adaptés pour évaluer les croyances en l'utilité de certains comportements pour la prise de décision de carrière (entre 1 « tout à fait d'accord » et 5 « pas du tout d'accord »).

*Les buts de carrière.* Une échelle en six items a été adaptée de Mu (1998) pour évaluer les buts de carrière ( $\alpha = .92$ ). Les athlètes devaient indiquer leur accord (entre 1 « pas du tout d'accord » et 5 « tout à fait d'accord ») par rapport à chaque item.

## RESULTATS

La planification de transition de carrière est la variable dépendante de cette étude. Les procédures de rééchantillonnage ( $N = 5000$ ) indiquent une contribution totale positive et significative du caractère consciencieux sur la planification ( $b = .27$ ,  $p < .05$ ) après avoir contrôlé l'âge, le genre et l'âge de spécialisation. Cette contribution devient non significative quand l'auto efficacité, les buts et les attentes de réussite sont incluses dans le modèle ( $b = .04$ ,  $p = .72$ ). De plus, l'analyse révèle que la contribution indirecte totale du caractère consciencieux sur la planification de carrière au travers des trois médiateurs est significative. L'effet indirect spécifique révèle que le caractère consciencieux contribue positivement à la planification par la médiation simultanée de l'auto efficacité et des buts. Ce modèle explique 30% de la variance de planification de carrière.

## DISCUSSION

Cette étude est la première à identifier les facteurs sociocognitifs et dispositionnels sous-jacents à la planification de l'arrêt de la carrière sportive et révèle que la théorie sociocognitive des carrières (Lent et al., 1994) fournit un cadre pertinent d'analyse. Ainsi, le caractère consciencieux contribuerait à la planification de cette transition de carrière car il induirait un degré de confiance élevé en ses capacités à planifier l'arrêt de la carrière sportive et faciliterait la fixation de buts précis concernant l'après carrière. Ainsi, des études futures devront approfondir ces résultats, en envisageant notamment l'effet d'éventuels obstacles (e.g., le contexte) pouvant modérer la relation mise en évidence dans cette étude entre les variables dispositionnelles et la planification.

## BIBLIOGRAPHIE

- Beehr, T.A. (1986). The process of retirement: a review and recommendations for future investigation. *Personal psychology*, 39, 31-55
- Betz, N. E., Klein, K. L., & Taylor, K. M. (1996). Evaluation of a short form of the career decision-making self-efficacy scale. *Journal of Career Assessment*, 4, 47-57.
- Betz, N. E., & Voyten, K. K. (1997). Efficacy and outcome expectations influence career exploration and decidedness. *Career Development Quarterly*, 46, 179-189.
- Brown, C., Darden, E. E., Shelton, M. L., & Dipoto, M. C. (1999). Career exploration and self-efficacy of high school students: are there urban/suburban differences? *Journal of Career Assessment*, 7, 227-237.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45, 79-122.
- Mu, X. (1998). High school experience and career maturity in young adulthood. In *Paper presented at the 24th International Congress of Applied Psychology August*, San Francisco.
- Patton, W., Creed, P., & Spooner-Lane, R. (2005) Validation of the Australian version of the Career Development Inventory-Short Form with a sample of university students. *Australian Journal of Career Development*, 14 (3), 49-60.
- Rolland, J. P., Parker, W. D., & Stumpf, H. (1998). A psychometric examination of the French translations of the NEO-PI-R and NEO-FFI. *Journal of Personality Assessment*, 71, 269-291.



Notre communication propose de discuter de la rupture d'un rituel pédagogique rencontré fortuitement au cours de la 9<sup>ème</sup> intervention d'une recherche-action dont l'objet visait à restaurer l'empathie chez les mineurs délinquants par les émotions générées par la pratique sportive. Nous partirons ici d'observations menées au cours de cette séquence, en portant tout particulièrement notre attention sur les effets liés au changement d'intervenant, de participants et de lieu de pratique ce jour là. Tout bien considéré, lorsque ces jeunes sont confrontés à trop de changement, la rencontre s'apparente à une stupéfaction ou à un atterrement sur la gamme des émotions primaires. Ne se sentant pas accueillis et confrontés à une situation sociale psychologiquement trop exigeante, ils n'ont eu d'autres moyens d'expression que celui de l'agir. C'est donc de l'avènement de la « crise », au sens étymologique d' « accès avec manifestations violentes », de sa gestion, voire de sa prévention dont il est ici question.

**Mots clefs** : intervention, gestion, prévention, violence

## INTRODUCTION

Qu'est-ce qui fait qu'au cours d'une activité sportive, les jeunes *dérangent* et que la séance tourne mal ? Pourquoi ce sont toujours les mêmes qui initient la spirale de la violence ? Peut-on tenir l'idiosyncrasie des jeunes comme seule responsable ? La méthode pédagogique est-elle en cause ? Peut-on, sinon éviter, à tout le moins se prémunir de ce type de débordement ?... Sans prétention de préciser ce qu'il faut faire, dans la mesure où en matière d'éducation et de pédagogie point d'orthodoxie, nous proposons de déconstruire une situation pédagogique ayant généré une « crise » pour mieux en saisir l'avènement.

## QUESTIONNEMENTS ET METHODES

Nous partirons ici d'observations réalisées au cours d'une recherche-action que nous avons menée pendant six mois, à raison d'une séance hebdomadaire, avec douze mineurs placés sous main de justice, dont le but était de restaurer l'empathie chez les mineurs délinquants par la mise en scène répétée des émotions générées par la pratique sportive. Pour éprouver cette hypothèse, dès les premières séances, les jeunes avaient été initiés à avoir recours au langage pour mettre en mots leurs émotions en présence de pairs, sans que leur Moi n'ait à en pâtir. Parce que le langage a aussi une fonction de régulation de nos comportements et de nos émotions, on pouvait dès lors envisager que ce vécu et ce parler collectif des émotions générées par la pratique sportive constitueraient une forme de test projectif aidant à réduire les angoisses générées par l'altérité et par ricochet à mieux se sentir dans n'importe quel nouvel environnement humain.

Pour continuer à éprouver notre hypothèse, dès la neuvième séance nous avons volontairement changé l'intervenant, les participants (à chaque nouvelle séance, un groupe de six étudiants de licence STAPS), l'activité et de lieu de pratique (après un cycle de boxe, c'est le football en salle qui a été proposé). Nous placions ainsi les jeunes en situation de faire l'expérience du jeu de la connivence émotionnelle avec un *étranger* au sens étymologique (« qui n'est pas familier »). Plus précisément, il s'agissait de vérifier si les jeunes, qui pratiquaient depuis quelques semaines dans l'entre-soi - qui confère une sécurité psychique - étaient désormais disposés à s'ouvrir, sans ambages, à un Autre présentant un *ethos* éloigné du leur.

## OBSERVATIONS

Dès les premières minutes de cette nouvelle organisation pédagogique, nous avons pris acte d'un changement radical des comportements. Au cours de la séance les jeunes qui habituellement échangeaient abondamment entre eux et avec l'intervenant, étaient subitement devenus muets et très distants. Certains étaient pour ainsi dire devenus incontrôlables.

Remarques désobligeantes – « *Ton foot, c'est de la merde* » ; « *C'est nul ce qu'on fait* » –, non-respect des consignes et plusieurs algarades avec l'intervenant ont scandé le temps de la séance. Quant aux étudiants, ils étaient purement et simplement évités / ignorés. Aucune remédiation, aucun réajustement, même très ferme, n'ont pu venir à bout de ces comportements irrévérencieux et parfois violents. Seule l'arrivée des éducateurs a réussi à tempérer l'ambiance et favoriser le retour au calme.

## INTERPRETATION-DISCUSSION

Tout bien considéré, il semble que lorsque ces jeunes sont confrontés à des autres différents de soi – étudiants, intervenant – dans un nouvel espace, la rencontre, pour ne pas dire la confrontation, s'apparente à une surprise au sens « d'être pris au dépourvu », puis à une stupéfaction ou à un atterrement sur la gamme des émotions primaires. Leurs réactions face à la nouveauté rendent compte de ces attitudes impromptues, mais néanmoins symptomatiques de l'organisation psychique du moment. Ne se sentant pas accueillis et confrontés à une situation sociale psychologiquement trop exigeante, ils n'ont eu d'autres moyens d'expression que celui de l'agir violent. À l'évidence, plus ils sont fragilisés sur le plan des assises narcissiques, plus ils seront vulnérables aux influences extérieures et plus ils auront d'inclinations pour ces mécanismes vers l'extérieur. Recourir à des agissements sur une scène extérieure, pour parer les risques internes, constitue pour eux l'ultime ressource. Ces agissements caractérisent des organisations psychiques mises à mal dès le plus jeune âge. Si, en effet, au cours de la prime enfance, il y a empiètement de l'environnement – par excès ou par défaut d'amour, ou bien encore par amour contrarié –, certains enfants, pour ne pas avoir développé une capacité de symbolisation sont fragilisés.

On comprend mieux alors pourquoi, lorsqu'ils sont exposés à des situations qui font revenir à la conscience ces frayeurs – c'est précisément ce qui s'est passé au cours de cette 9<sup>ème</sup> –, ces jeunes, par crainte de débordements, mettent à distance émotions et sentiments. Ils sont incapables dans ces moments-là de réguler la charge tensionnelle générée par la présence trop envahissante de l'autre ; de ce fait, la régulation psychique peine à se faire. Face à leurs angoisses, l'agir devient l'ultime recours pour se mettre à l'abri de ce qui est perçu et vécu comme une agression à l'adresse du Moi. En définitive, lorsqu'un individu n'est pas suffisamment *équipé* psychologiquement pour juguler le flot des tensions internes, celles-ci débordent le sujet, pénètrent la conscience et sont projetées vers l'extérieur.

Si l'on accepte cet enseignement et en vue d'une meilleure gestion de l'économie psychique, par la suite il a été proposé une organisation pédagogique plus adaptée. En voici les trois principes.

- Principe n° 1 : Offrir un environnement physique et humain sécurisant.
- Principe n° 2 : Prévoir des situations qui se construisent avec les jeunes.
- Principe n° 3 : Penser la progressivité des relais entre intervenants.

En procédant de cette manière, les jeunes étaient de nouveau en situation, d'une part, d'appivoiser *l'inquiétante étrangeté* qui gît en eux et, en retour, de faire progressivement l'expérience du jeu de la connivence émotionnelle avec des personnes qui présentent des *ethos* différents des leurs.

## BIBLIOGRAPHIE

- Barbier, R. (1997). *L'Approche transversale*, Paris, Anthropos, 1997.
- Zanna, O. (2010). *Restaurer l'empathie chez les mineurs délinquants*. Paris : Dunod.
- Favre, D., « Le rôle du langage dans la régulation des comportements violents », in *EMPAN*, n° 32, décembre 1998 : p. 41-45
- Sélosse, J. (1991), « L'inquiétante étrangeté des incasables », in Pain, J. ; Sélosse, J. & Villerbu, L. M., *Adolescence, violence et déviances (1952-1995)*, Vauchrétien, Matrice, 1997 : p. 429-435.
- Bettelheim, B., *L'amour ne suffit pas*, Paris, Fleurus, 1962.
- Winnicott, D. W. (1956), « La tendance antisociale », in *Agressivité, culpabilité et réparation*, Paris, 2004.
- Freud, S. (1919), *L'Inquiétante Étrangeté et autres essais*, Paris, Gallimard, 2003.

O126- Influence de l'attachement parental et de l'alexithymie dans l'apparition des Troubles du Comportement Alimentaire chez de jeunes athlètes de Haut Niveau

*Fanny Andrés, Christine Le Scanff et Carole Castanier*  
Laboratoire CIAMS - UFR Staps Paris-Sud 11, France  
fanny.andres@gmail.com

La prévalence des TCA chez de jeunes sportifs pratiquant un sport « à risques » (sports à catégories de poids, artistiques ou d'endurance) est mise en évidence avant l'étude de leurs liens avec l'attachement parental et l'alexithymie. 356 jeunes athlètes de haut niveau ont rempli un livret de questionnaires composé de l'EAT-26, la TAS-20 et l'IPPA-R. Les résultats révèlent que 12.4% des sportifs pratiquant un sport à risques présentent un TCA (score à l'EAT-26 > 20) avec une dominance de restriction. Enfin, ces TCA semblent liés à l'attachement parental et à l'alexithymie comme cela a été observé dans la cas de TCA cliniques. L'alexithymie apparaît jouer un rôle de médiateur dans la relation entre attachement parental et TCA.

**Mots-clefs** : TCA, alexithymie, attachement, athlètes, haut niveau

## **INTRODUCTION**

L'anorexie athlétique fait partie des Troubles du Comportement Alimentaire (TCA) sub-cliniques auxquels les sportifs peuvent être sujets (Sundgot-Borgen, 1993), et ce, particulièrement s'ils pratiquent des sports esthétiques, à catégories de poids ou à composante dynamique importante (Filaire et al., 2007). Trois aspects principaux distingueraient les TCA du sportif des TCA cliniques (anorexie et boulimie mentale) : l'anorexie athlétique est liée à une recherche de corpulence compatible avec la performance ; elle est réversible avec l'arrêt de la pratique ; la perte de poids est liée à la diminution des apports ainsi qu'au volume et à l'intensité de l'entraînement (Afflelou, 2009). Dans le champ de recherches sur les TCA cliniques, certains auteurs mettent en évidence l'alexithymie (i.e., l'incapacité à exprimer ses émotions par des mots, Sifnéos, 1972) et l'attachement parental insecure comme facteurs de vulnérabilité dans le développement de ces troubles (Corcos, 2000 ; Sperenza et al., 2003 ; Tasca et al., 2006). En revanche, aucune étude à notre connaissance ne s'est intéressée à ces variables dans le cas de TCA chez le sportif.

Dans le cadre de cette étude, nous cherchons donc à mettre en évidence d'une part, la présence de TCA chez de jeunes athlètes de haut niveau pratiquant un sport à catégories de poids, artistique ou d'endurance (considérés comme sports à risques) ; d'autre part, le rôle de l'alexithymie et de l'attachement parental dans l'apparition de ces TCA.

## **METHODE**

356 athlètes (139 hommes / 217 femmes) appartenant à un pôle France ou Espoir ont participé à cette étude ( $M_{\text{âge}} = 15.8$  ans ;  $ET = 1.97$ ). Ces sportifs sont répartis en deux groupes selon le type de sport pratiqué et en fonction du caractère « à risques » ou non de la discipline (Thompson et al. 2010). Le groupe à risques ( $N = 251$ ) est composé de pratiquants de sports à catégories de poids (judo, lutte), de sports artistiques (gymnastique rythmique, natation synchronisée), et de sports d'endurance (aviron, cyclisme). Le groupe non à risques ( $N = 105$ ) quant à lui regroupe des pratiquants de sports collectifs (volley-ball, hand-ball, basket-ball) et de sport individuel (tir à la carabine). Chaque athlète a rempli un livret de questionnaires composé de l'EAT 26 (Leichner et al., 1994) pour mesurer les TCA (restriction, boulimie, contrôle oral), la TAS-20 (Bagby et al., 1994) pour l'alexithymie (difficultés à décrire ses sentiments, à les identifier, pensées orientées vers l'extérieur) et l'IPPA-R (Vignolet et Mallet, 2004) pour l'attachement parental (communication, confiance, abandon maternel/paternel).

## RESULTATS

### Prévalence des TCA

Les résultats mettent en évidence une différence significative entre les deux groupes ( $t = 2.35, p < .05$ ) telle que les sportifs à risques ( $M = 9.80$  ;  $ET = 8.67$ ) présentent des scores totaux à l'EAT-26 supérieurs aux sportifs non à risques ( $M = 7.60$  ;  $ET = 6.31$ ).

Les résultats révèlent par ailleurs que 5.7% ( $n = 6$ ) des sportifs du groupe « non à risques » et 12.4% ( $n = 31$ ) des sportifs du groupe « à risques » présentent un TCA (score global à l'EAT-26  $> 20$ ). Par ailleurs, pour ces sujets en particulier, le trouble restrictif semble prédominant (71.0% trouble restrictif, 22.6% trouble boulimique, 6.4% contrôle oral).

### Lien entre attachement parental, alexithymie et TCA

On observe des liens significatifs entre les TCA et l'attachement maternel et l'alexithymie. Pour les sportifs à risques, on observe un lien positif entre la difficulté à identifier ses sentiments (DIS) et la restriction ( $r = .18, p < .01$ ), mais aussi entre la DIS et la boulimie ( $r = .19, p < .01$ ), et enfin entre la DIS et le score total à l'EAT-26 ( $r = .18, p < .01$ ). De plus, le sentiment d'abandon maternel entretient une relation positive avec les TCA ( $r = .15, p < .05$  pour la boulimie et  $r = .13, p < .05$  pour le score total à l'EAT-26) alors que le sentiment de confiance maternelle entretient une relation négative avec ces derniers ( $r = -.13, p < .05$  pour la restriction et  $r = -.17, p < .01$  pour la boulimie). Pour les sportifs non à risques, les résultats révèlent l'existence d'un lien positif entre la DIS et la boulimie ( $r = .19, p < .05$ ) mais aussi entre la DIS et le score global à l'EAT-26 ( $r = .21, p < .05$ ).

### Médiation de l'alexithymie dans la relation entre attachement parental et TCA

Enfin, au sein du groupe à risques, et d'après la procédure de médiation de Baron et Kenny (1986), les résultats révèlent que la DIS joue un rôle de médiateur total dans la relation entre la confiance maternelle et la boulimie (Test de Sobel :  $z = -2.16, p < .05$ ) et entre le sentiment d'abandon maternel et la boulimie ( $z = 2.24, p < .05$ ). La DIS joue aussi un rôle de médiateur total dans la relation entre la confiance maternelle et la restriction ( $z = -2.09, p < .05$ ) et entre le sentiment d'abandon maternel et le score total à l'EAT-26 ( $z = 2.15, p < .05$ ).

## DISCUSSION – CONCLUSION

En accord avec la littérature, cette étude confirme donc l'existence de Troubles du Comportement Alimentaire chez un nombre non négligeable de sportifs au sein de sports « à risques » (13.5% dans l'étude de Sundgot-Borgen & Torstveit, 2004) et met en évidence un TCA dominant, la restriction, s'actualisant par une tendance au trouble anorexique plutôt que boulimique. Par ailleurs, les TCA des sportifs apparaissent en lien avec des facteurs psychologiques similaires aux TCA cliniques. Il semblerait à cet effet que l'alexithymie, et plus particulièrement la DIS, jouerait un rôle de médiateur dans la relation entre l'attachement maternel (abandon et confiance maternels) et les TCA. Ces résultats doivent néanmoins être pris avec précaution compte tenu des liens relativement faibles entre les variables.

Des études sur d'autres catégories de sportifs ainsi que sur d'autres conduites à risques devraient compléter ces résultats afin d'aider à la prévention des troubles du comportement alimentaire chez les sportifs.

## BIBLIOGRAPHIE

- Afflelou, S. (2009) Place de l'anorexia athletica chez la sportive intensive. *Archives de pédiatrie*, 16, 88-92.
- Corcos, M., Guilbaud, O., Sperenza, M., Paterniti, S., Loas, G., Stephan, P., Jeammet, P. (2000) Alexithymia and depression in eating disorders. *Psychiatry research*, 93, 263-266.
- Sundgot-Borgen, J. (1993) Prevalence of eating disorders in elite female athletes. *International Journal of Sport and Nutrition*, 3, 29-40.
- Sundgot-Borgen, J., & Torstveit, M. K. (2004). Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14, 25-32.
- Tasca, G.A., Kowal, J., Balfour, L. (2006) An attachment insecurity model of negative affect among women seeking treatment for an eating disorder. *Eating behaviors*, 7, 252-257.

O127-Caractéristiques motivationnelles associées aux différents types d'activité physique chez des adolescents obèses. Une étude dans le cadre de la théorie de l'autodétermination

Gourlan Mathieu, Trouilloud David, Stephan Yannick & Sarrazin Philippe

Laboratoire Sport et Environnement Social, Université de Grenoble.

Mathieu.Gourlan@ujf-grenoble.fr

Basée sur la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 2002), cette étude a pour but d'examiner les caractéristiques motivationnelles associées aux différentes formes d'activités physiques (AP) pratiquées. 125 adolescents obèses ont été interrogés sur leur temps de pratique dans chaque type d'AP (i.e., pratique sportive, de loisir, domestique), leurs motivations et leur niveau de satisfaction des besoins psychologiques fondamentaux. Dans ce qu'ils ont d'essentiel, les résultats des procédures de rééchantillonnage (*bootstrap procedure*) montrent que la satisfaction des besoins psychologiques prédit le temps d'engagement dans l'AP par la médiation simultanée des régulations identifiée, intégrée et introjectée pour l'AP de loisir, et des régulations introjectée et externe pour la pratique sportive. Aucune médiation significative n'est ressortie pour l'AP domestique. Ces résultats renforcent la nécessité de considérer les déterminants motivationnels spécifiquement associés à chaque type de pratique.

**Mots clés :** Théorie de l'autodétermination, Obésité, Adolescence, Activités Physiques

## INTRODUCTION

Seize pour cent des enfants et adolescents présentent actuellement un surpoids ou une obésité en France (Salavane et al., 2009). Ce constat est préoccupant étant donné les conséquences physiologiques (e.g., hypertension) et psychologiques (e.g., basse estime de soi) reliées à l'obésité (Must & Strauss, 1999). L'activité physique (AP) est recommandée, en association à un régime alimentaire, pour le contrôle à long terme d'une surcharge pondérale (Parizkova & Hills, 2001). De nombreuses études rapportent cependant que les adolescents obèses ont une pratique physique inférieure à celle des adolescents non obèses (e.g., Olds et al., 2011). Plus précisément, les adolescents obèses semblent rencontrer des difficultés à s'engager dans certains types d'AP comme la pratique sportive (i.e., sport en club) ou l'AP de loisir (e.g., jouer au football avec des amis), alors que le temps d'engagement semble le même que celui des adolescents non obèses pour ce qui concerne l'AP domestique (e.g., marche à pied pour aller au collège) (Olds et al., 2011). Dans la mesure où le sport et l'AP dans le cadre des loisirs peuvent constituer des composants importants de la dépense physique hebdomadaire, il est nécessaire de s'intéresser aux déterminants motivationnels spécifiquement associés aux différents types d'AP chez des adolescents obèses. Basé sur la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 2002), l'objectif de cette étude était d'examiner les liens entre la satisfaction des besoins psychologiques, les différentes formes de motivation et l'engagement dans les 3 types d'AP chez des adolescents obèses.

## METHODE

Cette étude transversale a impliqué 125 adolescents (54 garçons et 71 filles ; âge moyen = 15 ans) obèses ou en surpoids (IMC > 95<sup>ème</sup> percentile), issus de différents centres de prise en charge de l'obésité pédiatrique. Les participants ont répondu à un questionnaire mesurant (a) leur temps de pratique hebdomadaire (heures/semaines) dans 3 types d'AP (AP de loisir, pratique sportive, AP domestique), (b) leurs régulations motivationnelles (intrinsèque, identifiée, intégrée, introjectée, externe, amotivation) pour l'AP et (c) leur niveau de satisfaction des besoins psychologiques fondamentaux (autonomie, compétence, proximité sociale). L'effet indirect spécifique de chaque médiateur a été évalué par une estimation (i.e., *bootstrap estimate*) accompagnée d'un intervalle de confiance à 95%.

## RESULTATS

Le rôle médiateur spécifique et total des régulations motivationnelles dans la relation entre la satisfaction des besoins psychologiques et le type d'AP a été évalué par l'intermédiaire de procédures de rééchantillonnage (Bootstrap procedure, e.g. Preacher & Hayes, 2008).

Concernant l'AP de loisir, la satisfaction des besoins d'autonomie et de proximité sociale est positivement associée à ce type de pratique par l'intermédiaire de leur contribution positive sur les formes de régulations identifiées (.21 et .18, respectivement), et intégrée (.24 et .21, respectivement). La satisfaction du besoin de compétence est reliée positivement à l'AP de loisir en contribuant négativement à la régulation introjectée (.05).

Concernant l'AP sportive, la satisfaction du besoin d'autonomie est positivement reliée à ce type de pratique, par sa relation positive avec la régulation introjectée (.12) et négative avec la régulation externe (.16). La satisfaction du besoin de compétence est reliée positivement à la pratique sportive par sa contribution négative à la régulation externe (.06). Enfin, la satisfaction du besoin de proximité sociale est négativement reliée à la pratique sportive par sa relation positive avec la régulation externe (.10).

Concernant l'AP domestique, aucun des besoins psychologiques ne s'est avéré être relié à ce domaine par l'intermédiaire des régulations motivationnelles.

## **DISCUSSION**

Les résultats de cette étude mettent en évidence qu'à l'exception de l'AP domestique, les 3 besoins psychologiques fondamentaux sont associés aux différents types d'AP. Néanmoins, les régulations motivationnelles impliquées comme médiateur de la relation entre les besoins et l'AP différaient en fonction du type d'AP. Les adolescents obèses s'engagent dans une AP de loisirs parce qu'ils ressentent une faible pression interne à être actif (i.e., introjection) et/ou parce qu'ils considèrent ce type d'activité comme étant important (i.e., régulation identifiée) et faisant partie intégrante de leur personnalité (i.e., régulation intégrée). Dans le même temps, cette population s'engage dans une pratique sportive parce qu'elle ressent une certaine pression interne (i.e., introjection) et/ou une faible pression externe (i.e., régulation externe). Ces résultats renforcent ainsi la nécessité de considérer les déterminants motivationnels spécifiquement associés à chaque type de pratique.

## **BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE**

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2002). *Handbook of Self-Determination Research*. Rochester, New York: University of Rochester Press.

Must, A., & Strauss, R. S. (1999). Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. *International Journal of Obesity and Related Metabolism Disorder*, 23 (suppl2), S2-S11.

Parizkova, J., & Hills, A. (2001). *Childhood obesity: prevention and management*. Boca Roton, Florida: CRC Press.

Olds, T. S., Ferrar, K. E., Schranz, N. K., & Maher, C. A. (2011). Obese adolescents are less active than their normal-weight peers, but wherein lies the difference? *Journal of Adolescent Health*, 48 (2), 189-195.

Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods*, 40 (3), 879-891.

Salavane, B., Peneau, S., Rolland-Cachera, M.-F., Hercberg, S., & Castetbon, K. (2009). Stabilization of overweight prevalence in French children between 2000 and 2007. *International Journal of Pediatric Obesity*, 4, 66-72.

Anne-Laure Moscone, Pascale Leconte, Christine Le Scanff, Michel-Ange Amorim  
UPRES EA 4532 CIAMS, UFR STAPS, Université Paris-Sud  
[anne-laure.moscone@u-psud.fr](mailto:anne-laure.moscone@u-psud.fr)

Cette étude compare les Silhouettes Actuelle (SA) et Idéale (SI) de patientes anorexiques à celle de femmes ne souffrant pas de TCA, en confrontant des mesures explicites à des mesures implicites de la SI. Les réponses explicites indiquent que les anorexiques sont plus insatisfaites de leur SA que les valides, aspirant à une SI plus maigre. Les réponses implicites issues de mesures psychophysiques indiquent des PES également plus maigres chez les patientes anorexiques, qui corrélient avec les réponses objectives (SI), et en diffèrent significativement. Plusieurs pistes explicatives sont proposées.

**Keywords :** Indice de Masse Corporelle, Silhouette Idéale, Anorexie, Psychophysique

## INTRODUCTION

Les perturbations de l'image du corps constituent un des symptômes principaux des Troubles du Comportement Alimentaire (TCA), comme l'anorexie mentale. Ce trouble se caractérise principalement par une préoccupation concernant l'apparence, qui entraîne dans certains cas, des restrictions alimentaires drastiques, conduisant à un Indice de Masse Corporelle (IMC) bien souvent inférieur à  $16,5\text{kg/m}^2$  (i.e. seuil critique de l'anorexie mentale selon l'OMS, 1994). L'image du corps est habituellement évaluée par des questionnaires ou des échelles papier-crayon. Les méthodes psychophysiques offrent une mesure plus implicite, permettant de limiter les biais de désirabilité sociale induits par les mesures auto-rapportées, c'est-à-dire la tendance qu'ont les répondants à se présenter favorablement aux vues des normes sociales (Fisher, 1993). L'objectif de cette étude est donc de confronter une mesure explicite (auto-rapportée) à une mesure implicite (psychophysique) de la silhouette idéale, chez des patientes anorexiques vs des femmes sans TCA.

## METHODE

Dix-sept patientes anorexiques ainsi que 17 femmes valides (i.e. sans TCA) appariées en âge ont participé à cette étude (Age =  $22,9 \pm 4,9$  ans et  $23,9 \pm 3,6$  ans, respectivement). L'IMC des patientes anorexiques était significativement inférieur à celui des valides (IMC =  $15,5 \pm 2,3$  ;  $21,7 \pm 2,9$ , respectivement ;  $p < .001$ ).

Les mesures ont été effectuées grâce à une version informatisée du "Contour Drawing Rating Scale" (CDRS) de Thompson et Gray (1995), constitué de neuf silhouettes allant de très maigre à très grosse (Figure 1). Dans un premier temps, les participantes devaient sélectionner la silhouette qui leur ressemble le plus actuellement (Silhouette Actuelle-SA) et la silhouette à laquelle elles souhaiteraient ressembler (Silhouette Idéale-SI). Un score d'Insatisfaction Corporelle (IC) a été calculé selon la formule:  $IC = SA - SI$ , un score négatif traduisant une insatisfaction liée à un manque de poids, et un score positif une insatisfaction liée à un excès de poids. Dans un deuxième temps, chacune des neuf silhouettes apparaissait 10 fois de façon aléatoire sur un écran d'ordinateur. Les participantes devaient juger chaque silhouette comme étant « grosse » ou « maigre ». A partir de ces réponses, le *Point d'Egalisation Subjective (PES)*, c'est-à-dire la silhouette qui est aussi souvent perçue « grosse » que « maigre », a été calculé, fournissant une mesure implicite de la « Silhouette Idéale ».

## RESULTATS

Des t de Student ont été réalisés afin de comparer les moyennes de SA, SI et PES pour les deux groupes, ainsi que des ANOVAs afin d'évaluer les différences liées au groupe pour chaque variable dépendante. Les résultats montrent que, malgré un IMC très inférieur à celui des valides, la SA des anorexiques ne diffère pas significativement de celle des valides. Bien que l'ensemble des participantes aspire à une SI significativement plus maigre que leur SA ( $t = 3$  ;  $p < .01$ ), la SI des anorexiques est inférieure à celle des valides ( $p < .01$ ), ce qui se traduit

par une IC plus importante chez les anorexiques ( $p < .05$ ). De plus, on observe un PES significativement inférieur chez les anorexiques, comparé aux valides ( $p < .01$ ), ce PES étant significativement supérieur à la SI pour les deux groupes ( $t = 7,9$  ;  $p < .001$ ), ainsi qu'à la SA uniquement chez les valides ( $t = 3,5$  ;  $p < .01$ ). Des analyses de corrélation (seuil de significativité à  $p < .05$ ) montrent que la SA est corrélée à l'IMC uniquement chez les anorexiques ( $r = 0,77$ ), et que la SA est corrélée à la SI uniquement chez les valides ( $r = 0,71$ ). De plus, on constate que le PES n'est pas corrélé à la SA, mais qu'il est corrélé à la SI uniquement chez les anorexiques ( $r = 0,57$ ). Enfin, l'IC et l'IMC sont corrélés de façon significative seulement chez les anorexiques ( $r = 0,74$ ).

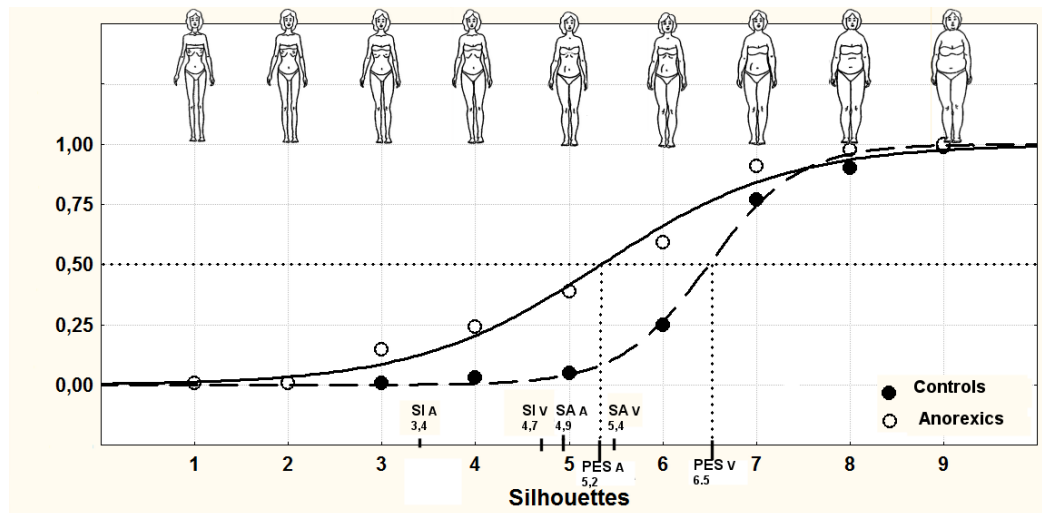


Figure 1 : Valeurs des SA, SI et PES des Anorexiques vs Valides sur l'échelle CDRS

## DISCUSSION

Notre étude indique que les anorexiques ont tendance à se percevoir explicitement comme plus grosses qu'elles ne le sont, leur SA étant proche de celle des valides, malgré un IMC plus petit. De plus, ces dernières sont plus insatisfaites que les valides, et aspirent à une SI beaucoup plus maigre. Ceci conforte l'idée que les anorexiques ont une altération et une insatisfaction de leur image du corps. Pour toutes les participantes, le PES est plus gros d'1,8 unité que la SI. Cette différence entre estimations implicite et explicite peut résulter de stratégies dans le choix de la SI (Dagenbach et al., 1989). Chez les anorexiques, le fait que les estimations implicite et explicite de la SI co-varient tout en étant significativement différentes peut signifier que le PES correspond plus à une perception implicite d'une normalité corporelle (i.e. silhouette 5= silhouette médiane) liée à la pression sociale actuelle qu'à une forme de silhouette idéale. Ainsi, le souhait d'être toujours plus mince chez les anorexiques pourrait s'expliquer par le désir de ne pas se conformer à la norme sociale.

## BIBLIOGRAPHIE

- Organisation Mondiale de la Santé (1994). *Classification Internationale des Troubles Mentaux et des Troubles du Comportement. CIM-10/ICD-10 Description Clinique et Directives pour le diagnostic*. Ed : Masson
- Dagenbach, D., Carr, T. H., Wilhelmsen, A. (1989). Task-induced strategies and near threshold priming: Conscious influences on unconscious perception. *Journal of Memory and Language*, 28, 412-443.
- Fischer, R.J. (1993). Social desirability bias and the validity of indirect questioning. *Journal of Consumer Research*, 20, 2, 303-315
- Thompson, M.A., & Gray, J.J. (1995). Development and validation of a New Body-Image Assessment Scale. *Journal of Personality Assessment*, 64 (2 suppl.), 258-269.



O129-Etude longitudinale de l'influence du climat instauré par l'entraîneur sur le burnout sportif : Contribution du modèle 2 X 2 des buts d'accomplissement

*Guillet-Descas Emma<sup>1</sup>, Isoard-Gauthier Sandrine<sup>1</sup>, Duda Joan<sup>2</sup> & Ferrand Claude<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire Centre de recherche et d'Innovation sur le Sport, Université Lyon 1

<sup>2</sup>School of Sport and Exercise Sciences, University of Birmingham

[emma.guillet@univ-lyon1.fr](mailto:emma.guillet@univ-lyon1.fr)

L'objectif de cette étude était de comprendre le processus du burnout chez 309 handballeurs de pôle espoir, en utilisant l'approche révisée de la théorie des buts d'accomplissement : le modèle 2 X 2 (Elliot & McGregor, 2001). Les résultats mettent en évidence que les joueurs ayant un profil de burnout élevé en fin de saison, perçoivent un fort climat impliquant l'égo, une faible compétence, et de faibles buts d'approche de maîtrise et de performance. Le modèle testé a révélé que le climat instauré par l'entraîneur est lié à la compétence perçue et aux buts d'accomplissement (buts d'approche et d'évitement de maîtrise et de performance), qui prédisent directement et indirectement le burnout six mois plus tard.

**Mots clefs** : Buts d'accomplissement/ Burnout / Athlete / Adolescent/ Modèle 2 X 2

## INTRODUCTION

Les recherches ayant examiné le burnout sportif (i.e., le sentiment d'accomplissement réduit, l'épuisement psychologique et physique, et la dévalorisation du sport) ont révélé que la théorie des buts d'accomplissement est un moyen puissant de prédire l'apparition de ce syndrome. De récentes recherches ont montré que le burnout sportif est lié à une faible orientation vers la tâche, une forte orientation vers l'égo, un fort climat de performance et un faible climat de maîtrise perçus (Lemyre et al., 2008). Dans des travaux récents, Elliot suggère de réviser la vision tridimensionnelle des buts d'accomplissement et a proposé un modèle 2 X 2 (Elliot & McGregor, 2001). Il a intégré la définition (i.e., tâche vs. ego) et la valence (i.e., approche et évitement) des buts d'accomplissement. Les auteurs soulignent que les individus peuvent simultanément être motivés par des tendances d'approche et d'évitement. Un but d'évitement de maîtrise a alors été ajouté aux trois buts mis en évidence dans le modèle tridimensionnel. Selon Elliot et McGregor (2001), la notion de but d'évitement de maîtrise peut sembler inhabituelle, étant donné le nombre prédominant de caractéristiques positives associées aux buts de maîtrise. Cependant, un croisement complet 2 X 2 est nécessaire pour rendre compte du vaste spectre des efforts basés sur la compétence. Le but d'évitement de maîtrise implique les efforts pour éviter de perdre une capacité, d'oublier ce qui a été appris, ou de laisser une tâche incomplète. Dans ce modèle 2 X 2 des buts d'accomplissement, il existe plusieurs conséquences à l'adoption d'un des quatre buts. Roberts et al. (2007) mettent en évidence que les buts d'approche de maîtrise sont associés à un ensemble positif de conséquences, les buts d'évitement de maîtrise semblent liés à des conséquences indésirables, les buts d'approche de performance sont liés à une performance supérieure et à certaines conséquences positives, et les buts d'évitement de performance sont les plus liés à des conséquences négatives. Le premier objectif de cette étude était de distinguer les liens existants entre les profils « burnout » et le climat motivationnel instauré par l'entraîneur, la compétence perçue et les buts d'accomplissement. Le deuxième objectif était d'utiliser un plan longitudinal afin d'examiner l'influence des construits de la théorie des buts d'accomplissement sur le burnout.

## METHODOLOGIE

309 handballeurs de 15 pôles espoir (152 garçons et 157 filles) âgés en moyenne de 15.4 ans (ET = 0.9) s'entraînant en moyenne 11 heures par semaine (ET = 3.5) ont participé à cette étude. Ils ont répondu deux fois au cours d'une saison compétitive à un questionnaire mesurant le climat motivationnel instauré par l'entraîneur (Le Bars, et al. 2006), la compétence perçue (Losier et al., 1993), les buts d'accomplissement 2 X 2 (Schiano-Lomoriello, et al., 2005), et le burnout sportif (Isoard-Gauthier et al., 2010)

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de l'analyse de cluster indiquent que quatre profils de burnout ont été identifiés. Le profil « burnout élevé » (i.e., scores élevés de dévalorisation du sport et de diminution de l'accomplissement et des scores moyens d'épuisement) représente 18 % de la population. Ces joueurs perçoivent un plus fort climat impliquant l'ego, une plus faible compétence, et poursuivent moins de buts d'approche de maîtrise et de performance en début de saison. Le modèle (SEM, figure 1) a révélé qu'un joueur percevant que son entraîneur instaurait un climat impliquant l'ego poursuivait davantage des buts d'évitement de maîtrise et par conséquent percevait une diminution de l'accomplissement. Enfin, nous avons mis en évidence que plus un sportif se sentait compétent, plus il poursuivait des buts d'approche de performance et de maîtrise, et des buts d'évitement de performance ; et moins il poursuivait des buts d'évitement de maîtrise. Cela conduirait l'athlète à avoir de plus faibles niveaux de dévalorisation du sport et d'accomplissement réduit, et davantage d'épuisement.

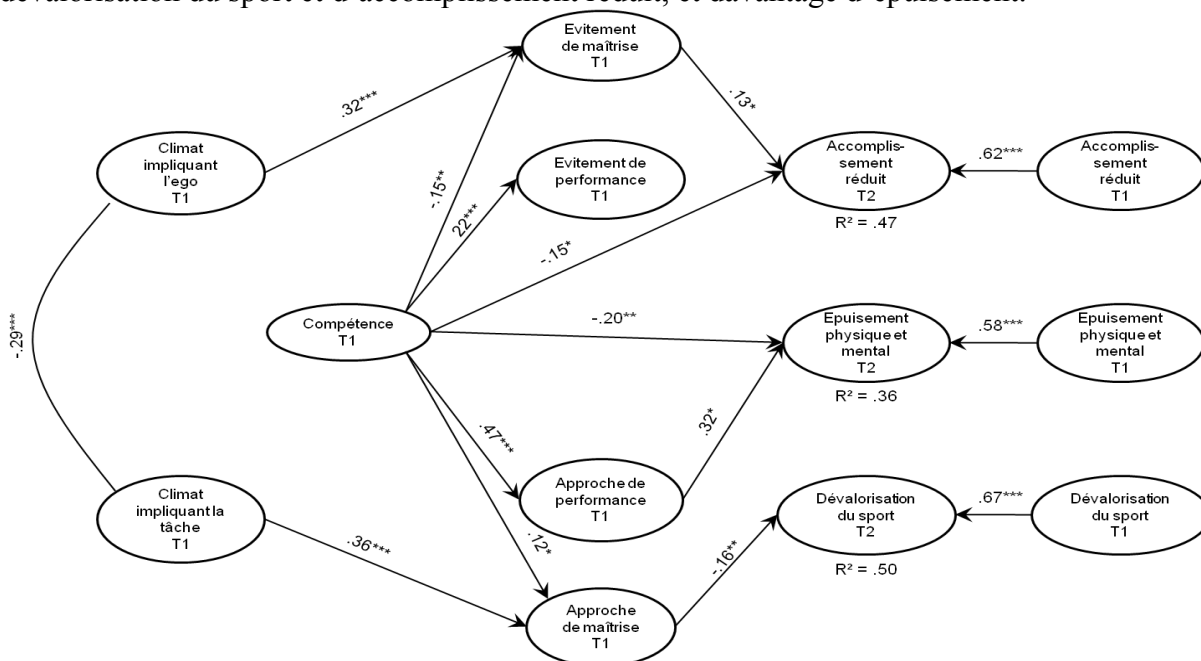


Figure 1 : Modèle d'équations structurelles.

Indices : ( $\chi^2$  (1406) = 2705.48,  $NNFI$  = .92,  $RMSEA$  = .05,  $CFI$  = .93,  $SRMR$  = .06).  
T1 = Novembre 2007; T2 = Avril 2008. \*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ . \*\*\*  $p < .001$ .

## BIBLIOGRAPHIE

- Elliot, A. J., & Mc Gregor, H. A. (2001). A 2 X 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 501-519.
- Isoard-Gauthier, S., Oger, M., Guillet, E., & Martin-Krumm, C. (2010). Validation of a French version of the Athlete Burnout Questionnaire: Le questionnaire du Burnout Sportif (QBS) in Competitive Sport and Physical Education Context. *European Journal of Psychological Assessment*, 26(3), 203-211.
- Lemyre, P. N., Hall, H. K., & Roberts, G. C. (2008). A social cognitive approach to burnout in elite athletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18, 221-234.
- Roberts, G. C., Treasure, D. C., & Conroy, D. E. (2007). The dynamics of motivation in sport: The influence of achievement goals on motivation processes. In G. Tenenbaum & R. C. Eklund (Eds.), *Handbook of sport psychology (3rd ed., pp. 3-30.)*. New York: Wiley.
- Schiano-Lomoriello, S., Cury, F., & Da Fonseca, D. (2005). Development and validation of the Approach and Avoidance Achievement Questionnaire in PE. *European Review of Applied Psychology*, 55, 85-98.

Nicolas Michel<sup>1</sup> & Gaudreau Patrick<sup>2</sup> & Franche Véronique<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SPMS (EA 3985), Faculté des Sciences du Sport de Dijon,  
Université de Bourgogne, France

<sup>2</sup> School of Psychology, University of Ottawa, Canada  
michel.nicolas@u-bourgogne.fr

Cette étude a examiné les relations entre les comportements perçus de l'entraîneur, les stratégies de coping et d'atteinte de but pendant une compétition sportive. 80 athlètes en sports individuels ont complété des évaluations des comportements de l'entraîneur deux jours avant une compétition (temps 1) et des mesures du coping et d'atteinte de buts moins de trois heures après une compétition sportive (temps 2). Comme prévu, les résultats des régressions multiples ont indiqué que les comportements de soutien de l'entraîneur influençaient positivement le coping orienté vers la tâche et l'atteinte de but tandis que les comportements non soutenant de l'entraîneur influençaient positivement le coping orienté vers le désengagement. Le coping orienté vers la tâche était un médiateur partiel significatif entre les comportements de soutien et l'atteinte de but sportif.

Mots clefs : Comportements de l'entraîneur, Coping, Atteinte de but, Compétition

## INTRODUCTION

Dans son modèle transactionnel du stress, Lazarus (1991) a suggéré que les antécédents sociaux et environnementaux (e.g., comportements de l'entraîneur) influençaient les réponses de coping. De plus, le coping est de plus en plus identifié comme un facteur essentiel qui peut faciliter ou réduire la possibilité que les athlètes atteignent leur niveau optimal d'accomplissement dans le sport (e.g., Bois, Sarrazin, Southon, & Boiché, 2009 ; Gaudreau, Nicholls, & Levy, 2010).

Le premier but de cette étude était d'examiner les relations entre les comportements de l'entraîneur perçus par les athlètes avant une compétition et l'utilisation des stratégies de coping (SC) pendant une compétition sportive. Le deuxième but était d'explorer si les comportements de soutien de l'entraîneur pouvaient favoriser l'atteinte de but pendant une compétition sportive. En somme, cette étude voulait examiner si le coping était une variable médiatrice entre les comportements perçus de l'entraîneur et l'atteinte de but des athlètes.

## METHODE

80 compétiteurs ( $M = 18,46$ ;  $SD = 2,71$ ) majoritairement de niveau national ont rempli le CBS-S (Coaching Behavior Scale for Sport; Côté, Yardley, Hay, Sedgwick, & Baker, 1999) avant une compétition (Temps 1). Les comportements de soutien de l'entraîneur regroupent les facteurs du CBS-S qui sont orientés vers une relation de qualité et les besoins de l'athlète tandis que les relations personnelles négatives ont été rapportées aux comportements non soutenant de l'entraîneur.

Moins de trois heures après la compétition (Temps 2), ils ont passé le ICCS (Inventaire de Coping en Compétition Sportive; Gaudreau & Blondin, 2002) pour évaluer les SC utilisées par les athlètes en compétition sportive (SC centrées sur la tâche, centrées sur la distraction et centrées sur le désengagement), et l'A-SAGS (Sport Achievement Goal Scale ; Amiot et al., 2004) qui évalue dans quelle mesure les athlètes estiment avoir atteint leur buts d'accomplissement sportif (Atteintes de buts de performance, de buts de maîtrise, et de buts autoréférencés).

## RESULTATS

Les résultats de cette étude prospective ont indiqué que les comportements de soutien et d'absence de soutien perçus de l'entraîneur étaient respectivement associés à une utilisation plus élevée de SC centrées sur la tâche et de SC centrées sur le désengagement pendant une compétition sportive. De plus, les SC centrées sur la tâche et les SC centrées sur

désengagement ont été respectivement associés aux plus grands et plus faibles niveaux d'atteinte de but (Figure 1).

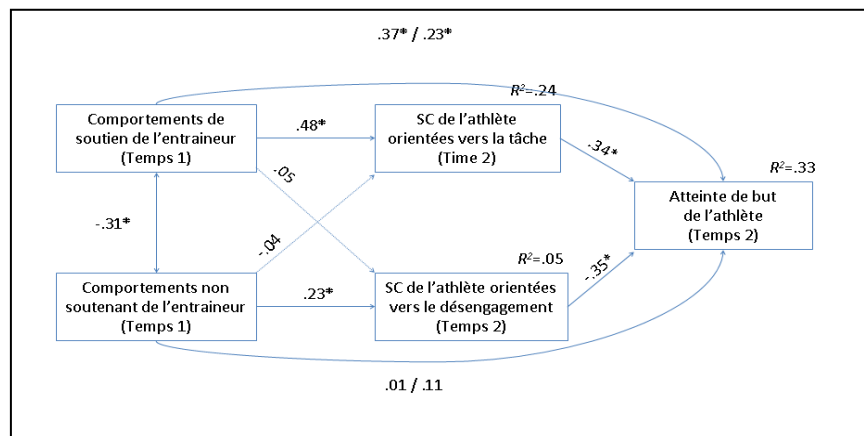


Figure 1 : Résultats des régressions multiples. Les nombres précédents et suivants les tirets correspondent respectivement aux effets total et direct.  $*p < .05$

## CONCLUSION

Les résultats ont montré que le coping était une variable médiatrice entre les comportements perçus de l'entraîneur et l'atteinte de but des athlètes. Les hypothèses sont confirmées, à savoir que les comportements de soutien de l'entraîneur peuvent agir en tant que ressource pour favoriser l'utilisation des stratégies de SC centrées sur la tâche pendant une compétition sportive et par conséquent sur des niveaux d'accomplissement sportifs plus élevés. Cette étude a contribué à une littérature clairsemée en psychologie du sport indiquant l'importance de l'environnement social proximal des athlètes et des relations interpersonnelles sur l'utilisation des SC et sur l'atteinte de but des athlètes pendant une compétition sportive. Finalement, cette étude souligne l'importance des comportements de soutien à l'entraînement dans la gestion du stress lors des compétitions sportives.

## REFERENCES

- Amiot, C. E., Gaudreau, P., & Blanchard, C. M. (2004). Self-determination, coping, and goal attainment in sport. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 26*(3), 396-411.
- Bois, J. E., Sarrazin, P., Southon, J., & Boiché, C. S. (2009). Psychological characteristics and their relation to performance in professional golfers. *The Sport Psychologist, 23*(2), 252-270.
- Côté, J., Yardley, J., Hay, J., Sedgwick, W., & Baker, J. (1999). An exploratory examination of the coaching behavior scale for sport. *Avante, 5*(2), 82-92.
- Gaudreau, P., & Blondin, J. P. (2002). Development of a questionnaire for the assessment of coping strategies employed by athletes in competitive sport settings. *Psychology of Sport and Exercise, 3*, 1-34.
- Gaudreau, P., Nicholls, A., & Levy, A. R. (2010). The ups and downs of coping and sport achievement: An episodic process analysis of within-person associations. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 32*(3), 298-311.
- Lazarus, R. S. (1991). *Emotion and adaptation*. Oxford, UK: Oxford University Press.

## *Apprentissage collectif et analyse d'activité*

O131- Formes de coopération et interactions entre élèves au sein de dyades dans des tâches d'escalade en Education Physique

*Agathe Evin, Carole Sève & Jacques Saury*

Laboratoire Motricité, Interaction, Performance (EA 4334), Université de Nantes

[agathe.evin@etu.univ-nantes.fr](mailto:agathe.evin@etu.univ-nantes.fr)

Cette étude visait à identifier et caractériser les modalités d'interactions d'une dyade d'élèves engagés dans des situations d'apprentissage au cours d'un cycle d'escalade. Il s'agissait plus précisément de s'intéresser à l'évolution de ces modalités et d'identifier des formes de coopération sur quatre séances consécutives d'escalade. Elle a été conduite en référence au cadre théorique et méthodologique du « cours d'action ». Les résultats mettent en évidence que les modalités d'interactions entre les élèves d'une dyade, ainsi que les formes de coopération entre eux se transforment au cours du temps. De plus, les interactions coopératives entre élèves, dépassent les limites de la dyade. En effet, la sollicitation de l'aide d'un élève extérieur à la dyade était de plus en plus marquée au cours du cycle.

**Mots clés** : interactions, coopération, apprentissage entre pairs, cours d'action, éducation physique

### **INTRODUCTION**

La coopération entre élèves comme moyen de faciliter leurs apprentissages et leur développement est l'objet d'un intérêt croissant en Education Physique et Sportive (EPS) ces dernières années. Diverses études se sont intéressées aux effets des conditions sociales d'apprentissage en EPS, soit au sein de dyades dites spontanées (e.g., d'Arripe-Longueville et al., 2002), soit dans le cadre de différentes variantes « d'apprentissage assisté par les pairs » (Peer Assisted Learning), telles que le tutorat entre pairs (fixe ou réciproque), ou les diverses structures d'apprentissage coopératif (Dyson & Grineski, 2001). Ces études, expérimentales ou quasi-expérimentales, se sont essentiellement intéressées aux interactions entre élèves dans des conditions d'appariement contrôlé par les chercheurs (e.g., dyades symétriques vs dissymétriques), et/ou de structuration a priori des tâches coopératives (e.g., tutorat formé, coping modèles) (Ensergueix & Lafont, 2009). Elles ont révélé les bénéfiques cognitifs, moteurs, motivationnels et sociaux de ces procédures d'apprentissage (Ward & Lee, 2005). Si leurs résultats ont indéniablement montré l'importance des interactions sociales entre pairs dans leurs apprentissages, leur validité écologique peut être discutée, compte tenu des différences entre les situations d'étude et les situations réelles de classe. Plus récemment, d'autres études se sont développées en référence à une perspective dite de « l'apprentissage situé », visant à analyser les interactions coopératives entre élèves, qu'elles aient été ou non prescrites par l'enseignant, dans des situations naturelles de classe. La présente étude s'inscrit dans cette perspective. Elle visait à caractériser les modalités d'interactions et de coopération entre les élèves d'une dyade, ainsi que leurs évolutions au cours d'un cycle d'escalade. Elle a été menée en référence au cadre théorique et méthodologique du « cours d'action » (Theureau, 2006).

### **METHODE**

L'étude a été conduite avec une classe de Troisième (14-15 ans), durant un cycle d'escalade de sept séances. Deux collégiens ont participé à cette étude. Leur activité a été étudiée lors de quatre séances du cycle. Les élèves travaillaient en dyades affinitaires et fixes durant tout le cycle. Dans chaque tâche d'escalade, ils assumaient alternativement les rôles de grimpeur et d'assureur. Leurs comportements et communications ont été enregistrés et filmés grâce à des micros-HF et des caméras numériques. Des verbalisations rétrospectives des élèves ont été recueillies au cours d'entretiens d'autoconfrontation individuels, à l'issue de chaque séance. L'analyse visait, d'une part, à identifier des modalités typiques d'interactions entre les élèves et leur transformation au cours du cycle en relation avec l'objet de ces interactions, ou

« histoire d'activité collective ». Elle visait, d'autre part, à caractériser la dynamique de la coopération entre les élèves au cours des quatre séances.

## RESULTATS

Les résultats montrent que chaque histoire d'activité collective se construit sur la base d'un enchaînement de modalités d'interactions qui se transforment au cours du cycle, conjointement à l'évolution du contenu des interactions. En début de cycle, des formes de « tutelle entre partenaires », de « co-construction sans désaccord » et de « confrontation contradictoire sans argumentation » sont les modalités d'interactions les plus fréquentes. Le contenu de ces interactions concernait majoritairement le matériel d'assurance (e.g., le frein, le nœud en huit, le baudrier). En fin de cycle en revanche, la « sollicitation de son partenaire en situation de grimpeur » et la « confrontation contradictoire avec argumentation » représentaient les interactions dominantes, celles-ci portant essentiellement sur « le choix des prises en situation de grimpeur ». Par ailleurs, l'enchaînement des modalités d'interactions fait apparaître différentes formes typiques de coopération entre les élèves (e.g., « alternance de sollicitations entre partenaires accompagnées de tutelles en parallèle entre élèves »). Ces formes typiques de coopération ont évolué au cours du cycle. En début de cycle, les coopérations qui associaient les modalités d'interaction « co-construction », « confrontation contradictoire », « sollicitation de son partenaire » et « tutelle entre partenaires » étaient les plus représentées. En fin de cycle, les coopérations qui faisaient alterner des « sollicitations entre partenaires » et des « tutelles en parallèle entre élèves », étaient les plus fréquentes.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Ces résultats mettent en évidence que les modalités d'interactions entre les élèves d'une dyade, ainsi que les formes de coopération entre eux se transforment au cours du temps. En fin de cycle, on observe une plus grande variété de modalités interactives avec l'apparition d'oppositions de points de vue entre partenaires, et des interactions de tutelles impliquant d'autres élèves que son partenaire. Bien que les partenaires de la dyade étudiée présentaient des niveaux de compétences différents en début de cycle (i.e., une « dyade dissymétrique »), l'analyse rend compte d'une rééquilibration de leurs interactions, et de leur coopération au cours du cycle. Celle-ci se traduit par la tendance à l'équilibration des sollicitations mutuelles des deux partenaires au cours du temps, ainsi que par le nombre croissant de confrontations contradictoires avec argumentation au sein de la dyade. Les résultats mettent également en évidence que l'activité des élèves, et les interactions coopératives dans lesquelles ils s'engagent, dépassent les limites de la dyade, et cela d'une façon de plus en plus marquée au cours du cycle. Ces résultats invitent, d'une part, à considérer les caractéristiques des dyades, en termes de symétrie / dissymétrie, comme évoluant continuellement au cours des interactions entre élèves, et non comme des caractéristiques stables des dyades (d'Arripe-Longueville et al., 2002). Ils accèdent, d'autre part, l'idée que la dyade ne peut être conçue comme un « isolat » au sein de la classe (Ensergueix & Lafont, 2009) : ses membres interagissent en effet avec les élèves d'autres dyades dans la classe, ces interactions modifiant le cours de la coopération au sein de la dyade.

## BIBLIOGRAPHIE

- d'Arripe-Longueville, F., Gernigon, C., Huet, M. L., Cadopi, M., & Winnykamen, F. (2002). Peer tutoring in a physical education setting: influence of tutor skill level on novice learners' motivation and performance. *Journal of Teaching in Physical Education*, 22, 105-123.
- Dyson, B., & Grineski, S. (2001). Using Cooperative Learning Structures in Physical Education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 72(2), 28-31.
- Ensergueix, P., & Lafont, L. (2009). Rôle du contexte dans la formation d'élèves au tutorat réciproque en tennis de table. *eJRIEPS*, 18, 68-84. // Theureau, J. (2006). *Le cours d'action. Méthode développée*. Toulouse: Octarès.
- Ward, P., & Lee, M. A. (2005). Peer-Assisted Learning in Physical Education: A Review of Theory and Research. *Journal of Teaching in Physical Education*, 24, 205-225.

O132- Dispositifs d'apprentissage en groupe, interactions entre élèves et « histoires d'apprentissage » : une étude de cas en éducation physique

*Benoît Huet<sup>1</sup> & Jacques Saury<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire Motricité Interactions Performance (EA 4334), Université de Nantes  
[benoit.huet@univ-nantes.fr](mailto:benoit.huet@univ-nantes.fr)

Cette étude porte sur l'activité de deux élèves de classe de troisième de collège, participant à un groupe de travail lors d'un cycle d'athlétisme. Elle se focalise sur les relations entre les caractéristiques de dispositifs de travail en groupe et le développement des interactions entre élèves au cours d'« histoires d'apprentissage » significatives pour eux. Les résultats montrent que le réseau d'interactions entre les élèves varie au cours des histoires d'apprentissage, notamment en lien avec les caractéristiques des ateliers de travail, et invitent à reconsidérer la place des interactions entre pairs dans la conception des dispositifs d'apprentissage.

**Mots-clés** : éducation physique et sportive, histoires d'apprentissage, interactions, cours d'expérience

## INTRODUCTION

Dans les études visant la compréhension des dynamiques d'apprentissage, une tendance forte se dégage depuis la fin des années 1980 accordant une place cruciale aux dimensions sociales de l'apprentissage (Salomon & Perkins, 1998). En éducation physique, la facilitation des apprentissages par la médiation d'autrui a été particulièrement étudiée dans des recherches s'intéressant au travail coopératif et au tutorat entre pairs (Ward & Lee, 2005). Les résultats de ces recherches soulignent les bénéfices des interactions sociales entre pairs sur les apprentissages moteurs, techniques ou tactiques (Ensergueix & Lafont, 2007), mais également sur la motivation et le développement de capacités cognitives ou socio-relationnelles (Ward & Lee, 2005). Les interactions sociales entre élèves apparaissent ainsi comme des ressources privilégiées pour faciliter les apprentissages scolaires.

Les études menées dans le cadre d'approches écologiques ont montré qu'au-delà du réseau d'interactions sociales, l'activité des individus se développe en s'appuyant sur une diversité de ressources présentes dans leur environnement (Barab & Roth, 2006). L'importance du contexte des apprentissages a également été soulignée en anthropologie cognitive, différents travaux montrant le rôle des configurations matérielles et spatiales dans l'activité individuelle et sociale d'enseignants et d'élèves en EPS (Gal-Petitfaux, Sève, Cizeron, & Adé, 2010).

La présente étude s'inscrit dans le cadre théorique du cours d'action (Theureau, 2006). Elle s'intéresse aux relations entre les caractéristiques de dispositifs de travail en groupe prescrits par des enseignants d'EPS (aménagement spatial et matériel, constitution des groupes d'élèves, consignes et outils mis à leur disposition), et le développement des interactions entre élèves au cours d'« histoires d'apprentissage » significatives pour eux. Une histoire se définit conjointement par une préoccupation ouverte pour l'élève qui se prolonge au-delà de l'instant t, par un horizon d'attentes particulier, et par un ensemble de connaissances pouvant être mobilisées par l'acteur au cours de celle-ci. Une histoire d'apprentissage correspond à une histoire ouverte dans le cours d'expérience d'un élève, relative à un apprentissage particulier (e.g. l'acquisition d'une technique athlétique).

Il s'agit ici d'étudier : (a) comment l'activité des autres élèves a joué dans le développement des histoires d'apprentissage de deux élèves ; et (b) si les relations entre les élèves participant à ces histoires d'apprentissage varient en fonction des caractéristiques des dispositifs dans lesquels ils sont engagés.

## MÉTHODE

L'étude concerne deux élèves filles volontaires d'une classe de troisième, engagées dans un cycle d'athlétisme. Elles faisaient partie d'un groupe de travail stable de huit élèves (4 filles et 4 garçons, de compétences sportives hétérogènes). Les comportements du groupe de travail auquel appartenaient les deux élèves ont été filmés, et les communications entre élèves ou avec l'enseignant ont été enregistrées, pendant les cinq leçons du cycle d'athlétisme (d'une



durée de 2h). À l'issue des leçons, des entretiens d'auto-confrontation ont été réalisés. L'analyse a été menée en trois temps : (a) les cours d'expérience des deux élèves ont été documentés afin de repérer leurs préoccupations, leurs attentes, leurs sentiments et focalisations, les connaissances construites lors des situations de travail ; (b) sur la base des cours d'expériences le repérage des histoires d'apprentissage dans lesquelles les élèves étaient engagées a été réalisé ; et (c) le réseau de relations établi par chaque élève avec ses pairs au cours des différentes histoires d'apprentissage a été retracé.

## RÉSULTATS

L'analyse des cours d'expérience a permis de catégoriser les préoccupations des deux élèves selon qu'elles renvoyaient à des événements circonstanciels de la vie de la classe, à des histoires relatives à la dynamique générale de l'activité des élèves au sein de la classe, ou à des histoires d'apprentissage directement orientées vers les acquisitions motrices (compétences athlétiques) visées par les enseignants d'EPS.

Les premières analyses réalisées sur le réseau d'interactions développées entre les élèves au cours des histoires d'apprentissage mettent en évidence les statuts différenciés des élèves du groupe quant à leur propension à constituer des ressources pour l'apprentissage d'autrui, ainsi que le caractère variable de ces statuts au cours du temps, en lien avec les performances réalisées. Elles font également apparaître des différences dans les interactions entre les élèves du groupe en fonction des caractéristiques spatiales des dispositifs d'apprentissage auxquels ils ont été confrontés. Ces variations semblent jouer sur la dynamique des histoires d'apprentissage, en particulier parce qu'elles modifient de façon assez importante pour les élèves les opportunités d'interactions centrées sur les prestations réalisées.

## DISCUSSION

Ces résultats contribuent à une meilleure compréhension de la façon dont les opportunités d'interactions sociales entre pairs, offertes par les dispositifs d'apprentissage, constituent des points d'appuis pour le développement des histoires d'apprentissage dans le cours d'expérience des élèves. Ils invitent à considérer avec attention que les interactions entre pairs n'ont pas nécessairement besoin d'être prescrites pour contribuer au développement d'histoires d'apprentissage en éducation physique et sportive. De ce point de vue, les propositions de Barab & Roth (2006) envisageant la conception de dispositifs de travail pour les élèves comme *Affordance Networks* paraissent particulièrement pertinentes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Barab, S. A., & Roth, W. M. (2006). Curriculum-based ecosystems: Supporting knowing from an ecological perspective. *Educational Researcher*, 35(5), 3-13.
- Ensergueix, P., & Lafont, L. (2007). Formation au Managérat Réciproque en tennis de table chez des élèves de 14-15 ans : tentative de modélisation et mesure des effets. *eJRIEPS*, 12, 51-67.
- Gal-Petitfaux, N., Sève, C., Cizeron, M., & Adé, D. (2010). Activité et expérience des acteurs en situation : les apports de l'anthropologie cognitive. In M. Musard, M. Loquet, & G. Carlier (Éd.), *Sciences de l'intervention en EPS et en sport. Résultats de recherche et fondements théoriques* (p. 67-85). Paris: Revue EP.S.
- Salomon, G., & Perkins, D. N. (1998). Individual and social aspects of learning. *Review of Research in Education*, 23(1), 1-24.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action. Méthode développée*. Toulouse: Octarès.
- Ward, P., & Lee, M. A. (2005). Peer-Assisted Learning in Physical Education: A Review of Theory and Research. *Journal of Teaching in Physical Education*, 24, 205-225.



O133- L'inscription contextuelle de l'activité individuelle et collective : Analyse de l'activité d'élèves lors de leçons d'Education Physique

Clément Jourand<sup>1</sup>, David Adé<sup>1</sup> & Carole Sève<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire CETAPS (EA3832), Université de Rouen

<sup>2</sup> Laboratoire Motricité, Interactions, Performance (EA 4334), Université de Nantes  
clement.jourand@hotmail.fr

Cette communication prend appui sur une série d'études conduites lors de leçons d'éducation physique (EP) en école primaire et dans le secondaire, pour présenter différents aspects du rôle des objets matériels dans la structuration de l'activité individuelle et collective des élèves. A partir des résultats de ces études, nous proposons de discuter de la définition des objets comme médiateurs du couplage action-situation et envisageons des retombées pratiques pour la conception des dispositifs d'enseignement par les enseignants.

**Mots clefs** : Activité individuelle, Interactions, Education Physique, Objets matériels.

## INTRODUCTION

Les enseignants organisent l'espace des leçons d'EP à partir de nombreux objets matériels (plots, tapis, agrès, etc.) afin de concrétiser des dispositifs d'enseignement/apprentissage. C'est au sein de ces dispositifs que les élèves sont invités à déployer une activité motrice, activité par ailleurs souvent instrumentée pour satisfaire à la pratique de la discipline sportive support de l'enseignement. Dans le prolongement des études qui ont montré les liens entre apprentissage et contexte (e.g., Lave & Wenger, 1991), il s'agit pour nous de préciser la manière dont les objets matériels présents dans l'environnement peuvent participer à la structuration de l'activité individuelle et collective des élèves. Il s'agit également de questionner des théories caractérisant les objets comme des intermédiaires entre les élèves et la situation ou comme périphériques à leur activité. Sur ces bases, nous proposons d'envisager différemment la conception des dispositifs d'enseignement/apprentissage par les enseignants.

## METHODE

Nous présentons des résultats issus de deux études en collaboration avec deux enseignantes expertes. La première étude a été conduite en école primaire lors d'une leçon de course en durée ; la deuxième en collège à l'occasion d'une leçon de course d'orientation. Ces deux études contrastées par le niveau d'enseignement et par les disciplines sportives supports nous ont semblées constituer des terrains d'étude privilégiés pour caractériser le rôle des objets sur l'activité des élèves. Ces travaux ont été conduits en référence au cadre théorique et méthodologique du cours d'action (Theureau, 2006) dans la mesure où il (a) favorise l'étude de l'activité d'élèves dans des situations réelles d'enseignement, (b) s'attache à la description de l'expérience vécue par les participants, et (c) rend compte du rôle de l'environnement humain et matériel dans la dynamique de l'activité. Deux catégories de données ont été recueillies : des données d'enregistrement audio-visuel au cours des leçons ; des données de verbalisations lors d'entretien *a posteriori*. Sur la base de ces données nous avons reconstruit le cours d'action des élèves volontaires pour l'étude en course en durée, et l'articulation collective des cours d'action pour les dyades d'élèves volontaires en course d'orientation. L'analyse et la comparaison de ces cours d'action et articulation collective des cours d'action nous ont permis de rendre compte du rôle des objets dans l'activité individuelle et collective des élèves.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Nos résultats montrent l'influence des objets de la leçon (a) sur la dynamique des modes d'engagement des élèves lors de la leçon de course en durée et (b) sur l'évolution des formes d'interaction entre élèves lors de la course d'orientation du fait des différentes modalités d'utilisation de la carte. Lors de la leçon de course en durée nos résultats ont montré dans l'activité des élèves une dynamique particulière (a) des préoccupations indexées à

l'aménagement matériel et spatial du parcours athlétique et (b) des formes d'action singulières de chaque élève liées au nombre de tours réalisés. Il ressort que le dispositif de l'enseignante a constitué un « potentiel d'actions » propre à chaque élève et susceptible d'évoluer dans le temps. A titre d'exemple, si en début d'épreuve les haies invitaient tous les élèves à les franchir, en fin d'épreuve, elles étaient ressenties pour certains comme un obstacle à éviter car source de fatigue (dans ce cas les élèves marchaient à côté de chaque haie), pour d'autres comme un tremplin qui de part sa matière (en mousse) invitait à prendre de l'impulsion pour gagner du temps. Pour la leçon de course d'orientation nos résultats ont pointé le caractère pluriel et dynamique des interactions entre élèves en lien avec le contexte dans lequel ces interactions s'actualisaient. Nous avons identifié (a) trois formes d'interaction au sein des dyades : des interactions de co-construction (les élèves poursuivaient un objectif commun et s'accordaient sur les modalités à mettre en œuvre pour résoudre la tâche), des interactions de confrontation (les élèves ne s'accordaient pas sur les modalités à suivre pour résoudre la tâche) et des interactions de délégation (les élèves poursuivaient le même objectif mais l'un des deux « laissait la main ») ; et (b) trois modes d'utilisation de la carte : le mode « partagé » (les deux élèves agissaient alternativement ou simultanément avec elle), le mode « exclusif » (un élève regardait seul la carte et empêchait l'autre de la consulter) et le mode « détaché » (les élèves déterminaient des itinéraires sans se référer à la carte). Il ressort que ce qui se joue dans la dynamique des interactions est également lié aux modes d'utilisation de la carte qui se dévoilent dans l'action. A titre d'illustration, dans la chambre d'appel, le fait de découvrir ensemble les informations contenues sur la carte et d'être contraint à construire un itinéraire en un temps limité (1 minute), invitaient les élèves d'une même dyade à collaborer « à travers » l'utilisation de la carte qui était alors partagée.

Au regard de ces résultats nous présentons deux lignes de discussion. La première envisage les objets de la leçon comme des médiateurs du couplage acteur/situation (Varela, 1989) dans le sens où ils participent à la définition du répertoire des actions possibles des élèves. En accord avec cette acception des objets matériels, la deuxième ligne de discussion invite à qualifier l'enseignant de « designer ». Le travail enseignant s'est aussi créer un dispositif dans lequel les objets et leur agencement spatial sont à la fois des « appels » pour l'enseignant à guider une réponse attendue, et des « potentiels d'action » pour les apprenants (Adé, Jourand & Sève, 2010). Enseigner c'est concevoir des « espaces d'actions encouragées » (Bril, 2002), c'est-à-dire tenter de domestiquer les offres des objets matériels.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Adé, D., Jourand, C., & Sève, C. (2010). L'inscription contextuelle de l'activité en course de durée : une étude à partir de l'analyse de l'activité d'élèves de primaire en Education Physique et Sportive. *Education et Didactique*, 4/2, 7-19.
- Bril, B. (2002). Apprentissage et contexte. *Intellectica*, 35, 251-268.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Theureau J. (2006). *Le cours d'action : Méthode développée*. Toulouse : Octarès.
- Varela, F. (1989). *Autonomie et connaissance. Essai sur le vivant* (P. Bourguine et P.Dumouchel, trad.), Paris : Seuil.

Clément Pouponneau<sup>1</sup>, Germain Poizat<sup>1</sup>, Nathalie Gal-Petitfaux<sup>2</sup> & David Adé<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire SPMS (EA 4180), Université de Bourgogne

<sup>2</sup>Laboratoire PAEDI (EA4281), Université Blaise Pascal

<sup>3</sup>Laboratoire CETAPS (EA3832), Université de Rouen

clement\_pouponneau@etu.u-bourgogne.fr

Cette communication présente l'étude de l'activité d'une glaciériste débutante utilisant trois types de piolets différents pour réaliser une ascension en conditions réelles. Ce travail poursuit une double visée épistémique et transformatrice : (a) produire des connaissances sur le rôle de médiation joué par les piolets dans l'activité des glaciéristes débutants, et (b) identifier des pistes pour la conception de ces piolets en mettant en avant « l'utilisabilité » des artefacts. Cette recherche est financée par le CR de Bourgogne et parrainée par l'entreprise PETZL.

**Keywords** : Activité, Glaciériste débutante, Piolet, Ergonomie

## INTRODUCTION

L'escalade sur glace consiste à évoluer le long d'une formation glacière à l'aide de piolets et de crampons. Cette pratique s'est détachée de l'alpinisme classique pour se développer et devenir une pratique à part entière grâce au développement d'outils et de techniques spécifiques (Duez, 2009). Cette étude vise à mieux comprendre l'activité d'une glaciériste débutante en situation réelle, et plus spécifiquement le rôle de médiation joué par les piolets. L'objectif est de produire des connaissances sur l'activité des grimpeurs débutants utilisant différents types de piolets pour les ascensions, mais également d'identifier des pistes de conception pour le matériel. Cette recherche est conduite en référence au cadre théorique et méthodologique du cours d'action (Theureau, 2006). Elle se base sur trois présupposés : (a) l'activité est située, c'est-à-dire qu'elle est indissociable de la situation dans laquelle elle prend forme, et doit être étudiée *in situ* ; (b) l'activité consiste en une dynamique de couplages structurels c'est-à-dire d'interactions asymétriques entre un acteur et son environnement ; et (c) l'activité est vécue, c'est-à-dire qu'elle donne lieu à expérience pour l'acteur.

## METHODE

La procédure a consisté, pour une glaciériste débutante ayant déjà pratiqué l'escalade rocheuse, à effectuer à trois reprises l'ascension d'une voie en utilisant à chaque fois une paire de piolets différente (Figure 1). Les trois paires de piolets étaient mises à sa disposition au pied de la voie. La glaciériste devait choisir elle-même l'ordre d'utilisation des piolets et pouvait effectuer des essais de frappes de piolet au pied de la voie si elle en estimait le besoin.

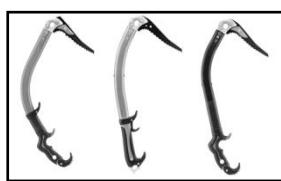


Figure 1. [1] Piolets de dry-tooling et d'escalade sur glace de haut-niveau, [2] Piolets d'alpinisme technique et d'escalade sur glace, [3] Piolets d'escalade sur glace et dry-tooling.

1 2 3

Deux types de données ont été recueillis : (a) des enregistrements audio-vidéo des comportements de la grimpeuse et (b) des verbalisations lors d'un entretien *a posteriori*. Une première caméra de type paluche était disposée sur le casque de la glaciériste. Une seconde caméra était positionnée au pied de la cascade et permettait de suivre l'évolution de la glaciériste sur l'ensemble de l'ascension. Les données de verbalisations ont été recueillies au cours d'un entretien d'auto-confrontation (Theureau, 2006). La glaciériste a été confrontée aux enregistrements audio-visuels de son activité et a été invitée à expliciter, montrer et commenter les éléments significatifs de son activité (son action, ses préoccupations, ses sensations). Les données ont été traitées en deux étapes : (a) la construction de chroniques, (b)

la constitution du récit réduit de chaque ascension. La construction de récits réduits consiste à découper les chroniques en unités significatives organisées en plusieurs rangs hiérarchiques.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats montrent qu'avant chaque ascension le choix des piolets par la glaciériste est guidé par (a) des perceptions et des interprétations liées aux propriétés physiques visibles des piolets (« effrayant », « rassurant », « trop technique », « il me semblait que pour monter il me fallait un piolet plus droit »), et (b) de sensations ressenties lors des premiers essais de frappes effectués avec les piolets au pied de la cascade. Lors de ces essais, la glaciériste est attentive au confort, à la commodité d'utilisation (« je sens que je peux bien frapper »), au sentiment de sécurité et à la facilité des ancrages (« il a l'air d'accrocher facilement »).

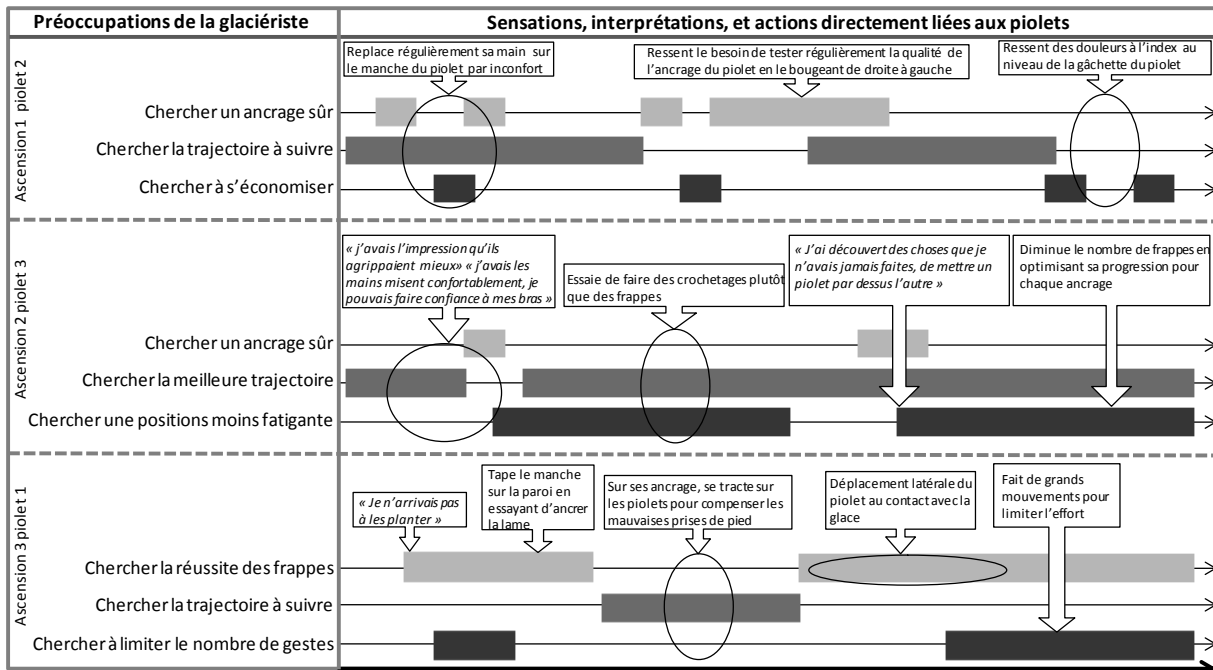


Figure 2. Evolution de l'activité de la glaciériste lors des trois ascensions.

L'analyse des différentes ascensions montre que l'utilisation du piolet [2] s'est accompagnée d'un temps important passé à vérifier la qualité des ancrages. Ce piolet a également été à l'origine de douleurs sur la fin de l'ascension. Le piolet [3] a quant à lui induit le sentiment d'une plus grande sécurité dans les ancrages. L'utilisation de ce piolet s'est également accompagnée d'une augmentation des crochetages et d'une recherche d'efficacité tant dans le choix de la trajectoire que dans les positions adoptées. Ce piolet est apparu comme le plus utilisable pour la glaciériste débutante en situation réelle d'ascension contrairement aux perceptions et interprétations qu'elle avait *a priori*. Lors de la dernière ascension, la participante a éprouvé des difficultés à frapper correctement la glace avec le piolet [1]. Une fois celles-ci réussies, la grimpeuse avait le sentiment que les ancrages étaient fiables. Elle réalisait notamment des tractions sur les bras lorsqu'elle ne pouvait pas pousser sur les pieds. Le nombre de frappes nécessaires pour obtenir un ancrage définitif a conduit la participante à gérer ses efforts afin d'éviter une fatigue excessive. Les piolets apparaissent ainsi comme des éléments essentiels jouant un rôle de médiateur dans le couplage entre acteur/situation. Des analyses complémentaires sont en cours afin d'analyser l'expérience d'autres grimpeurs débutants confrontés au même protocole. Au total, cette étude souhaite pointer l'importance de l'« utilisabilité » des différents types de piolets (i. e., satisfaction et facilité dans l'usage) comme étape de conception ergonomique.

Si elle n'est pas rapportée à l'application de règles à une réalité, la question de la performance de l'arbitre est complexe. Nous l'étudions à partir des pratiques effectives d'évaluation des superviseurs. Quatre études de cas de supervision ont été menées lors de matches de rugby professionnel. Nous présentons les étapes du processus d'évaluation : (a) un travail analytique et factuel, (b) la construction d'une évaluation thématique et globale. Nous montrons que le travail analytique, morcelant l'activité arbitrale, ne recouvre pas l'évaluation produite sur la performance. Cette dernière se fait à partir de notions intermédiaires largement implicites prenant en charge la complexité et la dynamique de l'activité arbitrale : le rapport prévention/sanction, l'équilibre des pénalités ou des turnovers, le bon coup de sifflet, le placement en termes de prévention/sanction.

**Mots clefs** : observation participante, complexité, arbitrage, superviseur, pratiques d'évaluation.

## **INTRODUCTION**

En sport, l'exigence de performance envers l'activité de l'arbitre est croissante. Certaines études en établissent les critères physiques en se basant sur l'idée que pour bien arbitrer il faut être près de l'action (Krustrup, et al., 2009). La performance arbitrale s'évalue aussi en termes d'exactitude des décisions : l'existence d'une faute s'établit selon l'application d'une règle à une réalité. Ainsi, les distorsions perceptives ou les biais de catégorisation perturbant « la » bonne application sont pointés et quantifiés (Catteeuw, et al., 2009; Plessner & Haar, 2006). Tous ces travaux morcellent la performance en pans d'activité évalués indépendamment ou établissent des critères normatifs absolus déconnectés du contexte.

D'autres recherches tentent de prendre en charge la complexité de l'activité de l'arbitre dans son caractère dynamique et situé (Rix, 2005). Compréhensives, s'intéressant à la cognition de l'arbitre telle qu'elle se déroule, elles aboutissent à une conception alternative de l'arbitrage. La performance de l'arbitre n'est plus envisagée relativement à l'exactitude de l'application des règles, mais elle est rapportée à la co-construction, avec les joueurs, du déroulement du jeu. Les règles ne déterminent plus l'activité, mais permettent cette co-construction. Ainsi, si l'arbitre est responsable de sa performance, elle dépend aussi en partie de l'activité des joueurs. La performance arbitrale ne peut donc plus s'envisager indépendamment des joueurs, du contexte et de l'historicité du match. Une question se pose alors : comment évaluer cette performance, définir ses critères, en prenant en charge sa complexité et sa dynamique ?

S'il est possible d'étudier l'activité d'arbitres reconnus comme experts, il faut aussi comprendre que l'arbitre appartient à un système institutionnel et culturel fédéral. Il y est reconnu expert lorsqu'il officie à haut-niveau : le système le recrute, le sélectionne et l'évalue. C'est le rôle des superviseurs qui, en fonction de leurs représentations de la performance, font (et défont) la carrière de l'arbitre, établissent son expertise (Nuytens, et al., 2010). En étudiant l'activité de supervision, nous pouvons saisir ce que sont la performance arbitrale et un bon arbitrage d'un point de vue expert. Au-delà de son rôle dans ces définitions, le superviseur, en résolvant empiriquement la question des critères de performance et de la prise en charge de la complexité de l'activité arbitrale dans son ensemble, réalise une évaluation pragmatique.

## **METHODE**

Nous adoptons une méthode ethnographique (Ollis et al. 2006) d'observation participante de l'activité experte de supervision pour quatre rencontres de rugby professionnel. Si, « enquêter, c'est transformer les conditions de la situation » objet de l'enquête (Zask, 2003) -la supervision-, cette transformation est explicitée et intégrée à notre étude. A chaque match, nous avons donc suivi et questionné le superviseur sur son activité. Nous avons procédé par prise de notes et enregistrement audio pour décrire son interaction avec l'activité arbitrale. Lors d'un débriefing d'après match, nous avons interrogé le superviseur sur son évaluation de la performance de l'arbitre et du contexte. Puis, après rédaction de son rapport de supervision,

un entretien semi directif a été conduit avec lui. Par l'enquête (Zask, 2003), nous avons remis en perspective, dans le déroulement de la rencontre, toutes les informations recueillies pour faire émerger des catégories de communications relatives à l'évaluation de l'activité arbitrale.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Si, les superviseurs, lors des matches, répertorient dans une grille type chaque fait de jeu, minuté, les études de cas montrent aussi qu'ils développent des outils permettant de noter : des jugements, des points de doute sur des décisions arbitrales et des éléments d'inscription temporelle tels la succession des pénalités. Ils complètent ce travail analytique ex post en visionnant la vidéo du match pour trancher les doutes en suspens. Puis, ils rédigent un rapport calibré par items à renseigner : prestation globale, plaquage/ruck/maul, mêlée, alignement, avantage, contrôle/communication et jeu courant. L'ensemble se cristallise dans la note.

D'après l'analyse des rapports, les items ne sont pas évalués par simple report d'éléments factuels et l'évaluation globale n'est pas seulement le résumé des items. Le travail analytique des superviseurs, morcelant l'activité arbitrale, ne recouvre donc pas l'activité évaluative de la performance. En effet, les matériaux issus des entretiens montrent que, implicitement lors du match ou du travail vidéo, sont renseignées des notions intermédiaires non répertoriées dans les grilles ou le rapport ; elles permettent d'interpréter les données factuelles et analytiques pour produire *in fine* le rapport. Par exemple, pour apprécier le « contrôle/communication », à savoir si l'arbitre assure le « bon déroulement » du match, les superviseurs utilisent le ratio prévention/sanction, et ce qui en résulte. Il s'agit d'évaluer : la manière de prévenir les joueurs -l'efficacité de la prévention- ; le passage à la sanction ; la « bonne utilisation » des sanctions -ni trop, ni trop peu, la cohérence de leur attribution- ; et l'équilibre entre sanction et prévention. Mais ce ratio ne s'établit pas dans l'absolu : la « bonne » utilisation, le « bon » moment, pour prévenir ou sanctionner sont largement implicites dans la supervision. Nous présenterons ainsi d'autres notions intermédiaires identifiées, telles : l'équilibre des pénalités ou des turnovers rapportés au jeu, le placement en termes de prévention/sanction et le « bon » coup de sifflet. Si les données factuelles, circonscrivant les jugements, sont importantes, ces notions intermédiaires -ce qu'elles recouvrent, comment elles sont mobilisées- constituent le cadre interprétatif pragmatique de l'activité arbitrale et définissent la performance en intégrant les critères de complexité et de dynamique. Aussi, cette étude est un préalable nécessaire pour la conception d'outils de formation visant à développer la performance de l'arbitre.

## BIBLIOGRAPHIE

- Catteeuw, P., Helsen, W., Gilis, B., & Wagemans, J. (2009). Decision-making skills, role specificity, and deliberate practice in association football refereeing. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1125-1136.
- Krustrup, P., Helsen, W., Randers, M. B., Christensen, J. F., MacDonald, C., Rebelo, A. N., et al. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1167 - 1176.
- Nuytens, W., Chovaux, O., Neys, O., Penin, N., Sallé, L., & Fatia, T. (2010). *Plus près des faits. Plus près des gestes. Enquêtes dans l'arbitrage et retour sur trois ligues*. Fédération Française de Football. Liévin : Université d'Artois.
- Ollis, S., Macpherson, A., & Collins, D. (2006). Expertise and talent development in rugby refereeing: An ethnographic enquiry. *Journal of sport sciences*, 24(3), 309-322.
- Plessner, H., & Haar, T. (2006). Sports performance judgments from social cognitive perspective. *Psychology of sport and exercise*, 7, 55-575.
- Rix, G. (2005). Typologie des actes de jugement de l'arbitre de rugby expérimenté. *Science et Motricité*, 56(3), 109-124.
- Zask, J. (2003). Nature, donc culture. Remarques sur les liens de parenté entre l'anthropologie culturelle et la philosophie pragmatiste de John Dewey. *Genèses*, 50(1), 111-125.

## ***Sociologie***

O136- Les athlètes féminines sont-elles réellement sous-représentées dans la couverture médiatique des Jeux Olympiques d'Été (1984-2008) ?

*Nicolas Delorme*

Laboratoire Sport et Environnement Social, Université Joseph Fourier, Grenoble I  
nicolas.delorme@ujf-grenoble.fr

Dans la littérature, il existe une importante hétérogénéité dans la manière de mesurer s'il existe des différences dans la couverture médiatique d'une compétition sportive en fonction du sexe des athlètes. L'objectif de cette étude est de déterminer les standards les plus adaptés pour cette comparaison puis de les tester en utilisant les données des précédents travaux ayant pris la médiatisation des Jeux Olympiques d'Été comme support. Nos résultats montrent que la médiatisation de cette compétition est loin de se faire au détriment des athlètes féminines : dans 78 % des cas, elles sont soit représentées équitablement (32 %), soit significativement surreprésentées (46 %). Dans la majorité des cas, ces résultats s'éloignent significativement de ceux des précédents travaux et soulignent l'importance et la nécessité de prendre des précautions méthodologiques dans ce type d'étude.

**Mots-clés :** Médiatisation, genre, discrimination, méthodologie, Jeux Olympiques.

## **INTRODUCTION**

Etant l'une des compétitions sportives les plus médiatisées, les JO d'Été, sont un support privilégié pour les études s'intéressant aux différences de traitement journalistique en fonction du sexe des athlètes. Ces travaux ont, pour la majorité, conclu que les femmes seraient quantitativement sous-représentées dans la couverture médiatique de cet événement. Pour ces auteurs, au travers de leur couverture biaisée des JO, les médias participeraient donc au maintien de l'hégémonie masculine présente dans le sport. Avant de tirer une telle conclusion, il faut cependant considérer une importante question d'ordre méthodologique : comment déterminer l'équité de la couverture médiatique ?

Cette question essentielle est traitée de manière très variable en fonction des études. Ces différentes méthodologies peuvent toutefois être réunies dans deux grandes « familles ». D'un côté, une majorité d'auteurs calcule le pourcentage de médiatisation par sexe. Ce pourcentage est ensuite comparé à un standard qui varie en fonction des études (e.g., les hommes et les femmes doivent recevoir 50% de médiatisation). Cette façon de procéder reste cependant peu précise - d'un point de vue statistique - pour déterminer s'il existe un biais en fonction du sexe des athlètes. D'un autre côté, certains auteurs se basent sur un chi-carré d'ajustement pour voir si la médiatisation est biaisée. Ce test permet de savoir s'il existe une différence statistiquement significative entre une distribution observée et une distribution théorique attendue. Cette manière de procéder est beaucoup plus précise que la précédente. Un écueil méthodologique réside toutefois dans le choix de la valeur théorique attendue qui servira à effectuer la comparaison. L'analyse de la littérature laisse apparaître des choix multiples.

Nos investigations suggèrent qu'une couverture médiatique équitable en fonction du sexe des athlètes pourrait se mesurer à l'aide d'un chi-carré d'ajustement de trois façons distinctes : en se basant sur la représentativité globale de chaque sexe à l'olympiade considérée (modalité A) ; en se basant sur la représentativité de chaque sexe dans l'équipe olympique considérée (modalité B) ; ou en se basant sur le pourcentage d'épreuves disponibles pour chaque sexe lors de l'olympiade considérée (modalité C). Cependant, à moins d'avoir effectué une solide pré-enquête sur les supports médiatiques choisis, il semble difficile de privilégier, *a priori*, l'une ou l'autre de ces modalités.

## **METHODE**

Comme nous venons de le voir, on ne peut, *a priori*, choisir une des trois modalités définies précédemment. Aussi, afin de déterminer s'il existe une différence sexuée dans le traitement médiatique des JO, nous allons tester ces trois modalités.



Pour ce faire, nous avons repris les données des travaux antérieurs (n = 17) réalisés sur ce thème. Nous avons ensuite effectué des chi-carrés d'ajustement, pour chacune des trois modalités. Les données ayant servi à calculer les distributions théoriques attendues ont été fournies par le CIO.

## RESULTATS ET DISSCUSSION

Comme on peut le constater, nos résultats montrent globalement que la couverture médiatique des Jeux Olympiques est loin d'être défavorable aux femmes (Tableau 1) : elles sont soit représentées équitablement (32 %), soit significativement surreprésentées (46 %). En effet, toutes modalités confondues, les femmes ne sont sous-représentées que dans 22 % des cas, la plupart du temps dans la modalité C. Or, les spécificités dues aux sports collectifs peuvent entraîner des variations dans le rapport nombre d'athlètes/couverture médiatique. Aussi, les présents résultats diffèrent, pour la plupart, significativement des conclusions émises par les auteurs des précédents travaux. Ces écarts sont dus aux problèmes méthodologiques afférents au choix du/des standard(s) de comparaison. Si d'une manière globale, nos résultats laissent donc apparaître clairement que les femmes ne sont pas sous-représentées quantitativement dans la couverture médiatique des JO, il faut toutefois faire preuve de prudence et ne pas monter en généralisation quant à l'équité de la médiatisation du sport féminin. D'une part, parce qu'en dépit de cet équilibre quantitatif, de nombreux travaux basés sur des analyses qualitatives ont montré d'importantes différences dans le traitement médiatique du sport masculin et du sport féminin. D'autre part, parce qu'en dehors des JO, la couverture médiatique du sport féminin reste généralement biaisée, à la fois sur les plans quantitatifs et qualitatifs

Nos résultats soulignent l'importance et la nécessité de prendre des précautions méthodologiques dans ce type d'étude. Nous avons pu tester trois modalités différentes. Même s'il apparaît que la modalité B semble la plus réaliste, on ne peut pas, *a priori*, rejeter les deux autres modalités, à moins d'avoir une connaissance fine du support étudié et de sa politique éditoriale. Dans certains cas particuliers, on pourrait même imaginer que d'autres modalités soient plus appropriées que les trois proposées ici. Les chercheurs doivent donc porter une attention particulière au support étudié afin de choisir un standard de comparaison le plus adéquat.

**Tableau 1.** Représentativité des athlètes féminines dans le traitement médiatique des JO.

| Année | Lieu        | Étude                      | A | B       | C |
|-------|-------------|----------------------------|---|---------|---|
| 1984  | Los Angeles | Lee (1992)                 | = | -       | = |
| 1988  | Séoul       | Lee (1992)                 | = | =       | - |
|       |             | Toohey (1997)              | + | +       | - |
| 1992  | Barcelone   | Higgs & Weiller (1994)     | + | +       | + |
|       |             | Toohey (1997)              | = | --      | - |
| 1996  | Atlanta     | Kinnick (1998)             | + | =       | = |
|       |             | Tuggle & Owen (1999)       | + | +       | + |
|       |             | Vincent et al. (2002)      | + | no data | = |
|       |             | Higgs et al. (2003)        | + | +       | + |
| 2000  | Sydney      | Billings & Eastman (2002)  | + | =       | + |
|       |             | Tuggle et al. (2002)       | + | =       | = |
|       |             | Capranica & Aversa (2002)  | - | =       | - |
|       |             | Hardin et al. (2002)       | + | =       | + |
| 2004  | Athènes     | Billings & Angelini (2007) | + | =       | + |
|       |             | Tuggle et al. (2007)       | + | =       | + |
|       |             | Capranica et al. (2008)    | - | -       | - |
| 2008  | Pékin       | Billings et al. (2008)     | + | -       | = |

Note : (+) = surreprésentation significative ; (=) = couverture équitable ; (-) = sous-représentation significative.

O137- Pourquoi les spectacles sportifs collectifs féminins sont-ils moins médiatisés que leurs homologues masculins ? Une tentative d'explication par l'intensité compétitive

Nicolas Scelles<sup>1</sup> & Christophe Durand<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire CEREGE, Faculté des Sciences du Sport, Université de Poitiers

<sup>2</sup>Laboratoire IOA, UFR STAPS, Université de Caen Basse-Normandie

nicolas.scelles@univ-poitiers.fr

Les spectacles sportifs collectifs féminins sont moins médiatisés que leurs homologues masculins. Des facteurs historiques, physiologiques ou encore socioculturels peuvent être invoqués (Prudhomme-Poncet, 2003). La présentation se focalise sur une variable d'ordre économique pour expliquer le phénomène : l'intensité compétitive qui intègre les enjeux sportifs, l'incertitude du résultat et les rebondissements (Scelles, 2009, 2010). L'hypothèse est que les spectacles sportifs collectifs féminins présentent une intensité compétitive inférieure à ceux masculins ou parviennent à des niveaux supérieurs au prix de règles contraires à l'équité sportive. Les résultats observés valident cette hypothèse. La conclusion envisage les possibilités pour les spectacles sportifs collectifs féminins d'optimiser leur intensité compétitive dans le respect de l'équité sportive.

**Mots clefs :** Spectacle, Sport professionnel, Intensité compétitive, Genre, Équité

## INTRODUCTION

Le développement des sports collectifs féminins constitue aujourd'hui un enjeu fort pour certaines fédérations ainsi que pour les pouvoirs publics. L'Union Européenne de Football Association (UEFA) indique ainsi dans la brochure de son programme de bourses de recherche que le football féminin représente un thème prioritaire. Pourtant, les spectacles sportifs collectifs féminins sont depuis leurs origines nettement moins développés que les compétitions masculines (Prudhomme-Poncet, 2003). Ce décalage historique est souvent lié à des considérations physiologiques : moins de puissance, de vitesse, de spectacle... Cette idée, très ancrée dans les mentalités et la littérature, peut expliquer le retard pris par les sports féminins en termes de structuration et de médiatisation. Une autre explication serait que les spectacles sportifs collectifs féminins présentent un équilibre compétitif et donc une incertitude du résultat inférieure à ceux masculins.

L'objet de cette recherche est de comparer l'incertitude sportive dans les compétitions féminines et masculines *via* l'intensité compétitive (IC). Celle-ci intègre les enjeux sportifs, l'incertitude du résultat et les rebondissements (Scelles, 2009, 2010). Plus précisément, elle mesure l'incertitude du résultat et les rebondissements au classement et dans les matchs d'un championnat en fonction des enjeux sportifs. Dans cette présentation, l'IC va être calculée sur la période 2007-2010 pour deux ligues féminines et deux ligues masculines françaises : les Divisions 1 de football et de basket-ball.

## MÉTHODOLOGIE

Nous mesurons l'IC à deux niveaux : intra-championnat (ICIC) et intra-match (ICIM). Au niveau intra-championnat, les deux indicateurs sont l'incertitude intra-championnat (IIC) et les fluctuations intra-championnat (FIC). Ils se calculent selon les formules suivantes :

*IIC = Moyenne des pourcentages d'équipes avec possibilité de fluctuation d'état au classement au cours des 2 prochaines journées aux 8 moments jugés pertinents<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Tiers, Moitié, Deux tiers et classements des cinq journées précédant la dernière.

*FIC = Nombre de fluctuations d'états au classement entre 2 journées durant tout le championnat / (Nombre de journées - 1)*

Au niveau intra-match, les deux indicateurs sont l'incertitude intra-match (IIM) et les fluctuations intra-match (FIM). Ils se calculent selon les formules suivantes :

$IIM = (Moyenne\ du\ temps\ de\ jeu\ avec\ incertitude\ par\ match / Durée\ d'un\ match) * 100^2$   
<sup>2</sup> Il est considéré qu'il y a incertitude jusqu'à un but d'écart au football et six points d'écart (deux paniers à trois points) au basket-ball.

$FIM = Moyenne\ des\ fluctuations\ de\ l'état\ du\ score\ par\ match^3$

<sup>3</sup> Les fluctuations sont calculées entre quarts-temps au basket-ball compte tenu de la difficulté à recenser la totalité des variations de l'état du score. Elles ne pourront donc pas être comparées à celles au football.

## RÉSULTATS

Le tableau 1 fait état des résultats obtenus. Ils ne valident pas l'hypothèse d'une IC inférieure dans les ligues féminines par rapport à leurs homologues masculines pour un sport donné. En effet, si le football féminin dispose d'une IC plus faible que le football masculin (trois indicateurs plus faibles et le dernier équivalent), le basket-ball féminin bénéficie d'une meilleure ICIC que le basket-ball masculin et parvient à un niveau assez proche en termes d'ICIM.

Tableau 2. Intensité compétitive des divisions 1 françaises féminines et masculines de basket-ball et de football sur la période 2007-2010

|             |          | Intra-championnat |              | Intra-match |              |
|-------------|----------|-------------------|--------------|-------------|--------------|
|             |          | Incertitude       | Fluctuations | Incertitude | Fluctuations |
| Basket-ball | Féminin  | 87,5 %            | 3,92         | 54,4 %      | 1,74         |
|             | Masculin | 79,9 %            | 3,67         | 56,3 %      | 1,79         |
| Football    | Féminin  | 58,7 %            | 1,68         | 72,2 %      | 1,54         |
|             | Masculin | 69,4 %            | 3,88         | 86,8 %      | 1,53         |

Toutefois, il convient d'intégrer dans la réflexion la justice sportive du format de compétition. La Pro A masculine de basket-ball qualifie la moitié des équipes en *playoffs* en fin de saison tandis qu'en Ligue Féminine, 12 des 14 équipes participent aux *playoffs* (seules les 4 premières concourent pour le titre, les 8 suivantes luttant pour une place dans la compétition européenne mineure). Permettre à des équipes classées dans la seconde moitié du classement de saison régulière de pouvoir se qualifier en Coupe d'Europe est difficilement défendable du point de vue de la justice sportive et constitue un facteur potentiel de rejet par le public.

## CONCLUSION

Les résultats montrent un retard de l'IC en football féminin par rapport au football masculin et une meilleure ICIC en basket-ball féminin par rapport au basket-ball masculin au prix de règles susceptibles d'apparaître contraires à la justice sportive. Ces éléments peuvent être ajoutés à ceux préexistants pour expliquer la médiatisation moindre des spectacles sportifs féminins par rapport à leurs pendants masculins. Surtout, ils suggèrent des leviers pour améliorer la médiatisation des spectacles sportifs féminins : système de bonus pour améliorer l'ICIM, instauration de *playoffs* dans le football féminin et réorganisation de ceux en œuvre en basket-ball féminin dans le respect de la justice sportive.

## BIBLIOGRAPHIE

Prudhomme-Poncet, L. (2003). *Histoire du football féminin au XX<sup>e</sup> siècle*. Paris : L'Harmattan.  
 Scelles, N. (2009). *L'incertitude du résultat, facteur clé de succès du spectacle sportif professionnel : L'intensité compétitive des ligues : Entre impacts mesurés et effets perçus*. Thèse de doctorat STAPS, Université de Caen Basse-Normandie, Caen. Publiée en 2010 : *La glorieuse incertitude du sport : L'intensité compétitive des ligues professionnelles : Entre impacts mesurés et effets perçus*. Sarrebruck (Allemagne) : Éditions Universitaires Européennes.

*Noemi García-Arjona*

Faculté de Sciences Physiques et Sportives (INEF)-Université Polytechnique de Madrid  
(Espagne)

noemi.garcia.arjona@gmail.com

Le sport a été exalté par les différents Traités et documents officiels de l'Union Européenne (UE) en tant qu'espace d'intégration sociale, ayant le Livre blanc sur le sport (2007) comme dernière texte de référence qui définit ce rôle sociétal du sport. En parallèle, les politiques européennes et nationales n'ont pas encore défini les fonctions et les objectifs de mise en œuvre. Cette étude vise à estimer l'impact des politiques européennes dans le domaine du sport et de l'intégration sociale dans le cas de la France et l'Espagne comme exemple de deux sociétés européennes d'accueil des jeunes immigrants. Les conclusions de cette étude visent à contribuer au débat sur le rôle du sport dans les sociétés multiculturelles qui caractérisent l'Europe d'aujourd'hui et la nécessité de renforcer les politiques sportives dans le cadre des politiques d'immigration des États membres.

**Mots clés** : sport, intégration, politiques sociales, Europe

## **INTRODUCTION**

Bien que le chemin de chaque pays est différent, maintenant les politiques européennes visent à unifier les objectifs européens communs pour améliorer les conditions de vie et l'accès aux ressources et services sur un pied d'égalité avec les autres citoyens. En ce sens, les principales priorités du gouvernement en matière d'immigration sont intégrées dans de nombreux domaines tels que l'emploi, l'éducation, la santé, le logement, la jeunesse, etc. Dans un cadre théorique plus large lié à la dynamique de l'inclusion sociale et l'exclusion, ces politiques progressivement commencent à identifier le sport comme un outil pour atteindre les objectifs liés à l'intégration et l'identité des citoyens européens et comme un moyen de préserver leur propres racines culturelles et identitaires. Nous ne pouvons ignorer que le sport est une partie essentielle du système social, et, par conséquent, l'inclusion de nouveaux membres dans le tissu social et comme partie du bagage culturel de chaque pays. Le sport et les loisirs ont traditionnellement joué un rôle clé dans le développement des identités locales et nationales.

En effet, de nombreuses études européennes montrent l'importance du sport dans la socialisation des immigrés et de seconde génération (Henry, 2005; Kennett, 2006; Kennett, Sagarzazu et Cerezuela, 2007; Llopis, 2005) comme développement de mécanismes de construction de l'identité collective et des formes de loisir collective (Elias et Dunning, 1992). En conséquence, les politiques de «Sport pour Tous» ont été très valorisés au cours des dernières années, selon le point de vue fonctionnaliste (Coakley, 2007) comme un modèle antagoniste au sport compétitif. Toutefois, il a été montré que la «démocratisation» du sport n'entraîne pas l'intégration automatique des immigrants dans la structure sociale, puisque ce processus est multi-dimensionnelle et dépend de divers facteurs, pas toujours convergentes (Elling, Knoppers et Knop, 2001; Portes et Zhou, 1993).

## **JEUNES IMMIGRÉS ET GESTION DE LA DIVERSITÉ**

Actuellement, la pluralité des approches méthodologiques sur la fonction sociale du sport conduit à la nécessité de renouer une d'analyse socio-politique delà des paramètres traditionnels, ce qui est conforme aux théories actuelles de comment gérer la diversité culturelle. Les modèles d'intégration des nations européennes accueil des immigrants historiquement se sont révélées insuffisantes, dans des nombreux cas contre-productifs (Schnapper, 1991). Le sport, tel que les migrations, est maintenant un réseau de valeurs contradictoires (Jeu, 1988), un phénomène multi-factoriel et global, aujourd'hui construit sur une interdépendance nécessaire parmi les pays, comme il arrive dans d'autres domaines tels que l'économie ou la politique. Il s'agira donc d'analyser la politique du sport depuis le concept anglais de gouvernance («governance»), plutôt que de gouvernement («government»), où la politique n'exerce pas seulement une décision uni-directionnelle, mais

il est nécessaire d'intégrer des agents sociaux et sportives impliqués («skateholders») à fin d'atteindre une politique intégrée par chacun des parties intéressées. Pour cela, nous analysons à la fois des institutions gouvernementales et consultatives européennes et les programmes tels gérés par des ONGs et associations sportives et d'immigrés qui intègrent pratiques physiques et sportives dans leurs programmes de gestion de la diversité dans les cas de France et Espagne. Pour cela, on été suivi l'approche proposé par Henry et al (2007) et Dogan et Pelasy (1981) pour l'analyse transnationale des politiques publiques sportives. En concrète, on a été analysé, d'une part, la production institutionnelle du Conseil de l'Europe et l'Union Européenne par rapport à son discours du sport comme moyen d'intégration de jeunes immigrants, et d'autre part, des initiatives concrètes des institutions publiques dans les deux pays, à niveau des politiques européennes, nationales et locaux.

## CONCLUSIONS

La politique communautaire a élaboré un discours sur le potentiel du sport comme moyen et espace d'intégration au cours des 30 dernières années que peut être considéré comme un bon coup de pouce vers un cadre possible de la coexistence interculturelle. Toutefois, il est évidente qu'il y a encore des étapes à franchir, en base à deux difficultés. D'un côté, il existe une distorsion parmi la relation entre le discours politique et la réalité des agents sportives et sociales impliqués. Un écart est évident entre ce qui est proposé (recommandations du Conseil de l'Europe et l'Union Européenne) et ce qui est fait (programmes locaux auto-gérés, initiatives des ONGs). Il reste encore une certaine coordination entre les gouvernements, avec des objectifs communs tels que jeunesse, politique de la ville, cohésion sociale, etc. D'autre part, la philosophie politique qui sous-tend le message de « sport pour les immigrants », pose la question sur quels sont les objectifs réels de ces initiatives dans la construction d'un concept du sport qui perpétue la classification et la discrimination.

## BIBLIOGRAPHIE

- Coakley, J. (2007). *Sport in Society: Issues and Controversies* (9ème ed.). New York: McGraw-Hill.
- Dogan, M. et Pelassy, D. (1981). *Sociologie politique comparative*. Paris: Economica.
- Elias, N. et Dunning, E. (1992). *Deporte y ocio en el proceso de civilización*. México: Fondo de cultura económica.
- Elling, A., Knoppers, A. et Knop, P. D. (2001). The Social Integrative Meaning of Sport: A Critical and Comparative Analysis of Policy and Practice in the Netherlands. *SSJ*, 18(4), 414-434.
- Henry, I. (2005, 26-10-2005). Sport and multiculturalism: an European perspective. Communication soutenu dans l'Inaugural Conference of the 2005/2006 academic course, CEO-UAB, Barcelona.
- Henry, I., Al-Tauqui, M., Amara, M. et Lee, P.-C. (2007). Methodologies in comparative and transnational sports policy research. Dans I. Henry (Ed.), *Transnational and Comparative Research in Sport: Globalisation, Governance and Sport Policy* (pp. 22-58). Oxon: Taylor & Francis.
- Jeu, B. (1988). *Análisis del Deporte*. Barcelona: Ediciones Bellaterra
- Kennett, C. (2006). *Deporte e inmigración en España: el papel del deporte en la integración de los ciudadanos*. Barcelona: Centre d'Estudis Olímpics Universitat, Autònoma de Barcelona (UAB).
- Kennett, C., Sagarzazu, I. et Cerezuela, B. (2007). El multiculturalisme en les polítiques esportives: anàlisi de l'adequació de les polítiques locals a Catalunya a les actuacions promogudes per la Unió Europea. Centre d'Estudis Olímpics.
- Llopis, R. (2005). Inmigración, ocio y tiempo libre. Vida social, actividades deportivas y actividades culturales de la población inmigrante en España. *Investigación y Marketing*, 89, 16-22.
- Portes, A. et Zhou, M. (1993). The New Second Generation: segmented assimilation and its variants. *The Annals of the Academy of Political and Social Science* 530 Noviembre, 74-96.
- Schnapper, D. (1991). *La France de l'intégration. Sociologie de la nation en 1990*. Paris: Gallimard.

A partir de l'analyse monographique d'une petite entreprise, cette communication rend compte des stratégies de flexibilité développées dans le secteur du sport et du tourisme. Pour faire face aux variations cycliques et acycliques de ce dernier, le dirigeant joue sur les frontières organisationnelles de son entreprise et met en œuvre une régulation de contrôle inhabituelle. Mais cette étude montre que ces pratiques de flexibilité spécifiques peuvent être acceptées par les employés, qui constituent pourtant la variable d'ajustement. Il évoque une forme de gestion par projet laissant une large autonomie aux employés et favorisant leur implication dans le travail. L'effacement de la distinction entre vie professionnelle et vie privée participe également à l'engagement des acteurs dans l'entreprise et dans le « projet » de croissance du dirigeant.

**Mots-clés** : entreprise, sport, tourisme, flexibilité, implication

## **INTRODUCTION**

Le secteur du sport et du tourisme a connu ces dernières décennies de nombreuses transformations, et il est devenu un marché à part entière. Les entreprises du secteur, prestataires de services sportifs et touristiques, évoluent dans un environnement en mutation. Pour survivre, se maintenir ou encore se développer lorsqu'elles ont un objectif de croissance, ces petites entreprises doivent tenir compte de l'instabilité du secteur. Un des moyens de régulation utilisés est la pratique de flexibilité. Les pratiques de flexibilité ont déjà fait l'objet de nombreux travaux de recherche (e.g. Beaujolin-Bellet, 2004 ; Bunel, 2006 ; Brunhes, Kaisergruber, 1997...) mais aucun ne s'est penché spécifiquement sur le secteur du sport et du tourisme.

Cette communication vise à comprendre le processus par lequel une entreprise peut s'adapter à son secteur, anticiper des fluctuations, ou encore se créer des opportunités lui permettant de croître. Pour répondre à cette problématique, nous nous appuyons sur une analyse organisationnelle entendue au sens large. Les différentes approches sociologiques des organisations se complètent et sont mobilisées tour à tour pour rendre compte de la diversité et de la complexité des phénomènes organisationnels (Bernoux, 2004).

## **METHODOLOGIE**

Afin d'apporter un éclairage approfondi des logiques d'action (Amblard et al., 2005) à l'œuvre au sein du secteur sportif et touristique, cette recherche s'appuie sur une monographie. L'entreprise étudiée (Delta) est une petite entreprise prestataire de sport et de tourisme implantée dans les Alpes françaises, et connaissant une forte croissance. Elle est à la fois agent de voyages et producteur d'activités, et propose ainsi toute une gamme de produits allant de la simple activité (sportive) à de l'assemblage de prestations pour former des produits touristiques (d'affaires). C'est une SARL composée de 5 associés, au capital social d'environ 90 000€, réalisant un chiffre d'affaires de près de 2,5 millions d'euros et employant 6 salariés.

Dans une perspective qualitative, nous avons mobilisé trois sources d'investigation différentes : observation participante, entretiens semi-directifs (15) et analyse de documents (comptables, juridiques...). L'ensemble des données récoltées a fait l'objet d'une analyse de contenu de type thématique.

## **FLEXIBILITE DE L'ENTREPRISE ET IMPLICATION DES EMPLOYES**

Delta évolue dans un secteur présentant des spécificités qui contraignent et conditionnent pour une part son activité. L'entreprise prestataire de sport et de tourisme en montagne doit être capable de s'adapter aux variations cycliques et acycliques de son environnement, à savoir une double saisonnalité, des flux touristiques aléatoires et des conditions climatiques particulières. Pour y faire face, le dirigeant de Delta met en œuvre des *stratégies* particulières.

Il joue tout d'abord sur tous les statuts d'emplois possibles. Il en résulte que sa société n'est pas une organisation figée : ses frontières et sa structure sont floues et poreuses. Le dirigeant a recours à de la flexibilité externe et quantitative qui consiste à puiser dans l'*environnement pertinent* les ressources humaines nécessaires et à ajuster le nombre de salariés en fonction de la demande ; ce qui lui permet d'amortir les fluctuations du marché.

Par ailleurs, une *régulation de contrôle* (Reynaud, 1999) inhabituelle est à l'œuvre au sein de Delta : l'informel prédomine et apparaît comme un mode de gestion à part entière. Grâce à ce type de management, l'entreprise possède une forme de flexibilité organisationnelle qui lui permet de s'adapter aux variations du secteur sportif et touristique. En effet, par la faible formalisation de Delta, le dirigeant n'impose pas aux acteurs de son entreprise un mode de résolution des problèmes. Il leur laisse une marge de liberté dans leurs actions de travail. Cela apporte de la souplesse dans la gestion en offrant aux acteurs des possibilités d'ajustement continu aux changements de l'environnement. Cependant, cet informel constitue également une ressource fondamentale pour le dirigeant par les possibilités de jeu qu'il lui assure (Friedberg, 1993). Elle lui permet de moduler ses politiques de gestion au gré des situations.

Dans ce système, les incertitudes du secteur sont reportées sur les employés qui représentent une variable d'ajustement pour le dirigeant. Or, l'analyse montre une adhésion de ceux-ci au management et au projet du dirigeant, et même une perception positive de leur part. L'autonomie et l'implication des employés apparaissent comme les déterminants de leur coopération. Cette dernière est rendue possible par une distribution particulière des rôles au sein de l'entreprise, une forme de *gestion par projet* (Boltanski et Chiapello, 1999) mis en place par le dirigeant, laissant une large autonomie aux employés et favorisant leur engagement dans le travail. L'effacement de la distinction entre vie professionnelle et vie privée participe également à l'implication des acteurs de l'entreprise dans le « projet » de croissance du dirigeant. Ce dernier parvient à *enrôler* les acteurs (Callon, 1986) dans son projet en intégrant du *loisir* (Pronovost, 1997) dans son entreprise.

## CONCLUSION

Notre étude a permis, outre un apport de connaissances sur le secteur sportif et touristique, de comprendre comment un dirigeant pouvait parvenir à rendre son entreprise flexible (assurant la croissance de l'entreprise) et comment ce mode de gestion pouvait être accepté par des employés. En observant de plus près le jeu organisationnel au sein de l'entreprise étudiée, il peut être mis en évidence des avantages et des inconvénients de part et d'autre. Néanmoins, la question de la viabilité d'un tel système peut être posée.

## BIBLIOGRAPHIE

- Amblard, H., Bernoux, P., Herreros, G., & Livian, Y.F. (2005). *Les nouvelles approches sociologiques des organisations* (2<sup>e</sup> ed. complétée). Paris : Le Seuil.
- Beaujolin-Bellet, R. (2004). *Flexibilités et performances*. Paris : La Découverte.
- Bernoux, P. (2004). *Sociologie du changement*. Paris : Le Seuil.
- Boltanski, L., & Chiapello, E. (1999). *Le nouvel esprit du capitalisme*. Paris : Gallimard.
- Brunhes, B., & Kaisergruber, D. (1997). *Négocier la flexibilité. Pratiques en Europe*. Paris : Editions d'Organisation.
- Bunel, M. (2006). L'utilisation des modes de flexibilité par les établissements français. *Travail et Emploi*, 106, 7-23.
- Callon, M. (1986). Eléments pour une sociologie de la traduction. *L'Année sociologique*, 36, 169-208.
- Friedberg, E. (1993). *Le pouvoir et la règle*. Paris : Le Seuil.
- Pronovost, G. (1997). *Loisir et société* (2<sup>e</sup> ed.). Québec : PUQ.
- Reynaud, J.D. (1999). *Le conflit, la négociation et la règle* (2<sup>e</sup> ed.). Toulouse : Octarès.

O140- L'Observatoire National des Métiers de l'Animation et du Sport (OMNAS) dans la politique de rénovation des certifications de l'enseignement sportif : un instrument d'expertise sous forte contrainte.

Jérémy Pierre & Cécile Collinet

Laboratoire ACP (Analyse Comparée des Pouvoirs), équipe GREHSS (Groupe de Recherche en Epistémologie, Histoire et Sociologie du Sport) EA 3350

Jeremy.pierre@univ-mlv.fr

Les professions liées à l'emploi sportif suscitent l'intérêt de deux ministères, l'Education nationale et celui en charge des sports (MS). Au cours des années 2000, l'ensemble des dispositifs alors mis en place subit de profondes rénovations. Le MS remplace ses diplômés, la filière STAPS voit son champ de professionnalisation s'ouvrir, tandis qu'une branche professionnelle sport se crée. Des actions politiques sont alors mises en œuvre, dont la création d'instruments (Lascoumes et Le Galès, 2004). C'est dans ce contexte que naît l'ONMAS, observatoire bi-ministériel chargé de conduire des études prospectives sur l'emploi sportif notamment. Nous proposons d'analyser ses actions, ses expertises, son rôle dans le cadre d'un renouvellement de l'action publique en matière de gestion des emplois sportifs et ses perspectives actuelles soumises à de fortes tensions.

**Keywords :** ONMAS, Instrument, Encadrement sportif, Expertise, Politique publique

La transformation des diplômes liés à l'enseignement sportif mobilise de manière récurrente deux ministères (le ministère de l'Education Nationale et celui en charge des sports) et constitue un terrain privilégié pour étudier l'action publique et l'usage d'instruments censés aider à la gouvernance dans une situation particulièrement tendue. En effet, depuis les années soixante et la massification de la pratique sportive impliquant la création d'un corps de professionnels ayant pour but son encadrement pratique, l'espace des certifications et formations sportives est entré dans un jeu concurrentiel dans lequel les deux ministères se disputent le monopole. Dans cette configuration conflictuelle plusieurs tentatives de transformation de ce dispositif ont vu le jour de part et d'autre<sup>27</sup>. Les années 2000 marquent une profonde volonté de rénovation d'un système vieillissant. D'un côté, le ministère des sports (MS) engage une restructuration complète de ses certifications, avec la suppression des « Brevets d'Etat d'Educateur Sportif » au profit de la création de diplômes professionnels<sup>28</sup>. D'autre part, la filière « Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives » tend à élargir son champ de professionnalisation. En outre, est officiellement créée en 2005<sup>29</sup> la branche professionnelle sport, qui constitue une troisième instance dans la gouvernance des emplois sportifs. Cette architecture à la fois dense et concurrentielle est le théâtre d'actions politiques diverses, telles que la demande de rapports d'expertise sur l'emploi sportif<sup>30</sup>, ou encore la création d'instruments.

C'est dans cet esprit rénovateur qu'a été pensé l'Observatoire National des Métiers de l'Animation et du Sport (ONMAS), organe intermédiaire entre les deux ministères et censé produire une expertise sous la forme d'un savoir spécialisé sous-tendant la décision politique, et jouant un rôle dans l'élaboration de compromis entre des groupes hétérogènes et parfois concurrentiels. Plus précisément, il a été créé par l'arrêté du 8 mars 2002 dont l'article premier précise que sa mission est « *de conduire des études prospectives qualitatives et quantitatives en matière d'emploi et de formation dans le domaine des métiers de l'animation et du sport* ».

---

<sup>27</sup> A l'instar du schéma directeur des formations en 1992 qui n'a jamais abouti.

<sup>28</sup> Le « Brevet Professionnel », le « Diplôme d'Etat », et le « Diplôme d'Etat Supérieur », « de la Jeunesse, de l'Education Populaire et du Sport ».

<sup>29</sup> Le 7 juillet 2005 la « Convention Collective Nationale du Sport » est signée, ce qui officialise l'existence de la branche sport.

<sup>30</sup> Nous pouvons ici noter le rapport de Jean Camy, en 2002 sur la « professionnalisation des études en STAPS », ainsi que celui de Jean Bertsch, en 2008, sur la « réorganisation de l'offre publique de formation dans le secteur de l'activité physique, du sport et de l'animation ».



Réfléchir à cette structure comme un instrument est une façon de penser l'action publique plutôt novatrice comme l'ont parfaitement montré Lascoumes et Le Galès (2004) correspondant au paradigme de la nouvelle gouvernance négociée. L'action publique se caractérisant en effet par de l'enchevêtrement de réseaux, de l'aléatoire, une multiplication d'acteurs, des finalités multiples, de l'hétérogénéité et la transversalité des problèmes. L'instrument est pensé comme un ensemble de techniques, de moyens d'opérer, de dispositifs permettant de matérialiser et d'opérationnaliser l'action gouvernementale. Sous couvert de modernisation et de participation plus large des différents partenaires de l'action publique, de nouveaux instruments ont été mis en place pour assurer une meilleure fonctionnalité de la gestion publique.

L'intérêt d'une approche en termes d'instrument est de compléter les regards classiques en termes d'organisation, de jeux d'acteurs et de représentations qui dominent largement l'analyse de l'action publique. Par ailleurs cet angle d'attaque croise la question de l'expertise largement étudiée dans le domaine de l'analyse de l'action publique. Les experts sont des acteurs intermédiaires jouant un rôle avant tout de médiateurs ou de relais entre des groupes ou organisations dont les intérêts divergent. Situés entre un pôle intellectuel et un pôle politique (Delmas, 2001, p.25) ils seraient un intermédiaire entre les lieux de production de connaissance et les lieux de pouvoir. C'est ainsi que peut être pensé cet observatoire.

Pour analyser les enjeux sous-jacents à la création de l'ONMAS, mais aussi son rôle, sa position et ses perspectives, le matériau empirique mobilisé est composé de données hétérogènes et complémentaires. D'une part, nous avons recensé des expertises produites par cet observatoire (études, rapports, analyses ; n=34). D'autre part, nous avons réalisé une observation participante dans cette structure du 1<sup>er</sup> avril 2010 au 30 juin 2010, sur la thématique des certifications sportives, ce qui nous a notamment permis de saisir plus précisément le fonctionnement de cet instrument. Enfin, nous avons réalisé une série d'entretiens semi-directifs (n=15) avec les principaux acteurs de cet observatoire (son président, son secrétaire général et des salariés) ainsi que leurs collaborateurs (dans les ministères et dans la branche professionnelle sport).

L'analyse de ce corpus hétérogène permet tout d'abord de mettre en exergue les conditions de création de cet observatoire. Né d'une tension très forte dans la volonté de rénovation des diplômes de l'encadrement sportif, il aura un rôle régulateur dont nous verrons qu'il s'opérera dans le sens d'une production de savoirs utiles à la décision d'une part et qu'il assurera également un rôle dans la construction d'un compromis entre les différents partenaires mobilisés dans le processus étudié d'autre part. Cette posture « intermédiaire » n'est cependant pas facile à tenir et de nombreux problèmes surgissent : instrument tirailé entre deux instances gouvernementales, dépendant par ailleurs de bailleurs de fond unilatéraux, difficulté à produire du consensus. Après de longs mois d'attente et de nombreux obstacles rencontrés, l'ONMAS est devenu le « centre d'analyse des formations, des emplois, des métiers de l'animation et du sport » (CAFEMAS), le 28 mai 2011. Cette indépendance permet à cet instrument de dépasser les limites précédemment évoquées, mais aussi d'envisager de nouvelles perspectives en termes de fonctionnement et d'objectifs.

Delmas, C., (2001). Pour une définition non positive de l'expertise (note de travail). In D. Dammame, & T. Ribemont, (Eds), *Expertise et engagement politique*. Paris : L'Harmattant, Cahiers Politiques.

Lascoumes, P., & Le Galès, P., (2004). *Gouverner par les instruments*. Paris : Presses de Sciences Po.

## Comité Scientifique

|                          |           |                        |        |
|--------------------------|-----------|------------------------|--------|
| <b>Bodin</b>             | Dominique | Université de Rennes 2 | France |
| <b>Gratas Delamarche</b> | Arlette   | Université de Rennes 2 | France |
| <b>Rannou Bekono</b>     | Françoise | Université de Rennes 2 | France |
| <b>Rascle</b>            | Olivier   | Université de Rennes 2 | France |
| <b>Vincent</b>           | Sophie    | Université de Rennes 2 | France |
| <b>Multon</b>            | Franck    | Université de Rennes 2 | France |

## Experts Scientifiques

|                    |           |                                     |          |
|--------------------|-----------|-------------------------------------|----------|
| <b>Ahmaïdi</b>     | Saïd      | Université de Picardie              | France   |
| <b>Allard</b>      | Paul      | Université de Montreal              | Canada   |
| <b>Andreff</b>     | Vladimir  | Université Paris 1                  | France   |
| <b>Barbier</b>     | Franck    | Université de Valenciennes          | France   |
| <b>Bellet</b>      | Thierry   | INRETS Bron                         | France   |
| <b>Benguigui</b>   | Nicolas   | Université Paris Sud                | France   |
| <b>Berthoin</b>    | Serge     | Université Lille 2                  | France   |
| <b>Berton</b>      | Eric      | Université de la Méditerranée       | France   |
| <b>Bodin</b>       | Dominique | Université Rennes 2                 | France   |
| <b>Boisseau</b>    | Nathalie  | Université Clermont Ferrand         | France   |
| <b>Brisswalter</b> | Yannick   | Université Toulon                   | France   |
| <b>Cabagno</b>     | Geneviève | Université Rennes 2                 | France   |
| <b>Candau</b>      | Robin     | Université Montpellier 1            | France   |
| <b>Chalabaev</b>   | Aïna      | Université de Nice Sophia Antipolis | France   |
| <b>Charroin</b>    | Pascal    | Université Claude Bernard Lyon 1    | France   |
| <b>Cheze</b>       | Laurence  | Université Lyon 1                   | France   |
| <b>Coello</b>      | Yann      | Université Lille 3                  | France   |
| <b>Collet</b>      | Christian | Université Claude Bernard Lyon 1    | France   |
| <b>Collomp</b>     | Katia     | Université Poitiers                 | France   |
| <b>Connes</b>      | Philippe  | Université Antilles                 | France   |
| <b>Courteix</b>    | Daniel    | Université Clermont Ferrand         | France   |
| <b>Cretual</b>     | Armel     | Université Rennes 2                 | France   |
| <b>Davenne</b>     | Damien    | Université de Caen                  | Belgique |
| <b>Delamarche</b>  | Arlette   | Université Rennes 2                 | France   |
| <b>Delignières</b> | Didier    | Université Montpellier 1            | France   |
| <b>Duché</b>       | Pascale   | Université Clermont Ferrand         | France   |
| <b>Dugué</b>       | Benoit    | Université de Poitiers              | France   |
| <b>Durny</b>       | Annick    | Université Rennes 2                 | France   |
| <b>Fabre</b>       | Claudine  | Université Lille 2                  | France   |
| <b>Ferrand</b>     | Claude    | Université Claude Bernard Lyon 1    | France   |
| <b>Fontayne</b>    | Paul      | Université Paris Sud                | France   |
| <b>Garnier</b>     | Cyril     | Université de Valenciennes          | France   |
| <b>Gorce</b>       | Philippe  | Université Toulon                   | France   |

|                      |               |  |            |
|----------------------|---------------|--|------------|
| <b>Guevel</b>        | Arnaud        | Université de Nantes                     | France     |
| <b>Guillet</b>       | Emma          | Université Claude Bernard Lyon 1         | France     |
| <b>Héas</b>          | Stephane      | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Heuzé</b>         | Jean-Philippe | Université Joseph Fourier Grenoble       | France     |
| <b>Jackson</b>       | Malcolm       | Université de Liverpool                  | Angleterre |
| <b>Kulpa</b>         | Richard       | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Lepers</b>        | Romuald       | Université de Bourgogne                  | France     |
| <b>Léziart</b>       | Yvon          | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Loquet</b>        | Monique       | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Martin</b>        | Alain         | Université de Bourgogne                  | France     |
| <b>Messonnier</b>    | Laurent       | Université Saint Etienne Chambéry        | France     |
| <b>Michot</b>        | Thierry       | Université de Brest                      | France     |
| <b>Millet</b>        | Guillaume     | Université de Saint Etienne              | France     |
| <b>Mottet</b>        | Denis         | Université Montpellier 1                 | France     |
| <b>Nougier</b>       | Vincent       | Université Grenoble Joseph Fourier       | France     |
| <b>Multon</b>        | Franck        | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Nicolas</b>       | Guillaume     | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Obert</b>         | Philippe      | Université Avignon                       | France     |
| <b>Ohl</b>           | Fabien        | Université Lausanne                      | Suisse     |
| <b>Paget</b>         | Elodie        | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Paillard</b>      | Thierry       | Université de Pau et des Pays de l'Adour | France     |
| <b>Papaxanthis</b>   | Charalambos   | Université de Bourgogne                  | France     |
| <b>Perrey</b>        | Stéphane      | Université Montpellier 1                 | France     |
| <b>Perrin</b>        | Claire        | Université Claude Bernard Lyon 1         | France     |
| <b>Pialoux</b>       | Vincent       | Université Claude Bernard Lyon 1         | France     |
| <b>Proteau</b>       | Luc           | Université de Montréal                   | Canada     |
| <b>Rannou Bekono</b> | Françoise     | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Rasclé</b>        | Olivier       | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Renaud</b>        | Jean Nicolas  | ENS Cachan Antenne de Bretagne           | France     |
| <b>Richalet</b>      | Jean Paul     | Université Paris 13                      | France     |
| <b>Robène</b>        | Luc           | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Saint Martin</b>  | Jean          | Université Claude Bernard Lyon 1         | France     |
| <b>Sarrazin</b>      | Philippe      | Université Joseph Fourier Grenoble       | France     |
| <b>Sève</b>          | Carole        | Université de Nantes                     | France     |
| <b>Tabka</b>         | Zouhair       | Université de Médecine Sousse            | Tunisie    |
| <b>Temprado</b>      | Jean-Jacques  | Université de la Méditerranée            | France     |
| <b>Terret</b>        | Thierry       | Université Claude Bernard Lyon 1         | France     |
| <b>Thon</b>          | Bernard       | Université Toulouse                      | France     |
| <b>Vercher</b>       | Jean-Louis    | Université de la Méditerranée            | France     |
| <b>Vereijken</b>     | Beatrix       | University of Trondheim                  | Norvège    |
| <b>Vincent</b>       | Sophie        | Université Rennes 2                      | France     |
| <b>Watelain</b>      | Eric          | Université de Valenciennes               | France     |
| <b>Zanna</b>         | Omar          | Université du Maine                      | France     |
| <b>Zanone</b>        | Pier Giorgio  | Université de Toulouse Paul Sabatier     | France     |

## INDEX DES AUTEURS

- Abraham, 87, 437  
 Adam, 400  
 Adé, 566, 671, 673  
 Aguilar Alemany, 190  
 Ahmaïdi, 439  
 Aibar, 463  
 Albaret, 102  
 Albinet, 192, 228  
 Alexandre, 365, 640  
 Alouane, 168  
 Álvarez, 156  
 Amarantini, 315, 319  
 Aminian, 98  
 Amorim, 494, 661  
 Amrani, 220  
 Amri, 122  
 Andrès, 476, 657  
 Andrieux, 325  
 Antonini Philippe, 133  
 Arnal, 51  
 Attali, 46, 53, 508, 511, 519, 524  
 Attiogbe, 636  
 Aubert, 112  
 Aubertin, 281  
 Aucouturier, 295  
 Audiffren, 129, 192, 228  
 Authié, 106  
 Auvray, 509  
 Babault, 634  
 Bachmann, 433  
 Baddoura, 427  
 Ballay, 585  
 Banimbek, 551  
 Barbier, 346  
 Barbier Ulrich, 218  
 Bardy, 104, 264, 410, 416, 638, 644  
 Barla, 305, 342, 589  
 Barral, 102, 108, 412  
 Basilio, 118  
 Baudry, 85, 89  
 Baurès, 110, 250  
 Bazile, 327  
 Bazoge, 517  
 Beaudry, 608  
 Beaumont, 451  
 Béghin, 91  
 Begon, 307  
 Bellay, 374  
 Bellier, 53  
 Beltan, 557  
 Ben Abderahman, 205  
 Ben Abderrahman, 170, 194, 200, 353, 357  
 Ben Ayed, 461  
 Ben Jaballah, 357  
 Ben Ounis, 194  
 Benaïch, 81  
 Benguigui, 327, 333  
 Benhamou, 459, 622  
 Benoît Dugué, 447  
 Bernard, 196  
 Bernardi, 606  
 Berret, 537  
 Berthelon, 418  
 Berthoin, 363  
 Berthouze-Aranda, 433, 496  
 Berton, 304, 305, 319, 342, 589, 597  
 Besson, 604  
 Bessot, 435  
 Bherer, 129  
 Bideau B, 263, 268, 309, 344, 599  
 Bideau B., 170  
 Bideau N, 309  
 Bigard, 608  
 Billi, 478  
 Billot, 585  
 Bishop, 207  
 Blanc, 81, 361, 638  
 Blat, 616  
 Blondeau, 91  
 Blouet, 211  
 blouin, 535  
 Blouin, 531  
 Boiché, 398  
 Bois, 463  
 Boisseau, 192, 294  
 Boisseleau, 192  
 Bolmont, 116, 533  
 Bonan, 211  
 Bonnard, 317  
 Bonnieu, 630  
 Bonnin, 337  
 Bootsma, 118, 418  
 Bosquet, 129  
 Bosselut, 145  
 Bouassida, 198  
 Boucard, 228  
 Bouche, 187  
 Boudenot, 457, 459, 622  
 Bougard, 203  
 Bouguerra, 194, 205, 357  
 Boulenger, 410, 416  
 Bouquet, 173, 228  
 Bourdillon, 640  
 Bourdin, 74, 414  
 Bourgeois, 175, 484  
 Boutin, 281  
 Bouvard, 449  
 Bove, 542  
 Boyer, 675  
 Brady, 574  
 Brault, 268  
 Brier, 385  
 Bringoux, 414  
*Brisswalter*, 244  
 Brosset, 85  
 Brun, 302  
 Brunel, 214  
 Brunet, 647  
 Bugaïska, 228  
 Bui-Xuan, 91, 201  
 Button, 451  
 Cabagno, 290  
 Callamand, 555  
 Calmels, 548  
 Campbell, 574, 576  
 Campillo, 222, 224  
 Campo, 137  
 Candau, 606  
 Capdevielle, 410, 416  
 Carretier, 433  
 Castanier, 476, 657  
 Castel, 147, 396  
 Casteran, 420  
 Cattagni, 209  
 Caudal, 211  
 Cavallo, 110  
 Cave, 574  
 Chabi, 630  
 Chaboche, 272, 273, 277, 281  
 Chahed, 68  
 Chaïeb, 461  
 Chaillou, 608  
 Chalabaev, 243, 244, 248, 284, 398  
 Chalabi, 557  
 Chaliès, 649, 651  
 Chamari, 68, 70  
 Chamayou, 624  
 Chaminade, 104  
 Champely, 120, 137  
 Chanal, 133  
 Chantal, 214  
 Chaouachi, 70  
 Chapon, 435  
 Charrier, 62

Chaté, 628  
 Chaubet, 181  
 Chauvel, 127  
 Chelly, 214  
 Chen, 317  
 Cheval, 216  
 Chèze, 311  
 Chirico, 553  
 Chollet, 98, 404  
 Chout, 557  
 Chovaux, 528  
 Chovrelat, 93  
 Chraibi, 614  
 Chtourou, 68, 70  
 Cillard, 441  
*Clarys*, 228  
 Clavel-Inzirillo, 218  
 Clément-Guillot, 284  
 Coffee, 58, 60  
 Colas, 106  
 Collado, 533  
 Collet, 120, 544, 546  
 Collinet, 686  
 Colloud, 307  
 Colson, 367  
 Cometti, 634  
 Connes, 83, 550, 557  
 Coombes, 244  
 Cormery, 449, 451  
 Cornille, 606  
 Cornu, 587  
 Coroian, 158  
 Costard, 211  
 Coste, 628  
 Cottin, 78, 431  
 Coudrat, 339  
 Counil F, 555  
 Counil L, 580  
 Courteix, 604, 620  
 Coutarel, 207, 675  
 Craig, 268, 270  
 Crance, 139  
 Cremoux, 319  
 Crettenand, 98  
 Crielaard, 624  
 Croisier, 624  
 Csibi, 606  
 Cuong Do, 246, 642  
*Cury*, 244, 248  
 Dadashi, 98  
 Dal Maso, 315, 319  
 Daligault, 544  
 Danna, 335  
 Davenne, 124  
 Davies, 441  
 De Graaf, 317  
 De Keukelaere, 141  
 Debarbieux, 469  
 Debbebi, 162  
 Dedieu, 96  
 Defraigne, 40  
 Deiber, 412  
 Delamarche A, 34, 441, 445, 602, 610, 616  
 Delevoye-Turrell, 187, 488  
 Deley, 634  
 Delignières, 329, 331  
 Dellouve, 410  
 Del-Monte, 410, 416  
 Delorme, 678  
 Delpech, 196  
 Delpuech, 544  
 Demets, 423  
 Demulier, 653  
 Denguezli, 198  
 Denis, 551  
 Denise, 124  
 Denizot-Guillemaut, 433  
 Derbré, 610  
 Deroche, 246  
 Derosière, 365, 640  
 Desgorces, 361  
 Desliens, 578  
 Desplanches, 42  
 Di Rienzo, 544  
 Didierjean, 127  
 Dietrich, 580  
 Dieu, 91  
 Dione, 187  
 Diop, 83  
 Diop Sall, 83  
 Ditcharles, 166  
 Djemai, 346  
 Dogui, 162  
 Dolléans, 622  
 Doré, 207  
 Dorvillé, 465, 467  
 Dosseville, 400  
 Driss, 355, 453, 455, 636  
 Dru, 250  
 Dubouchaud, 553, 628  
 Duclos, 207  
 Duda, 663  
 Duliscouët, 268  
 Dumas, 311  
 Dumoulin, 618  
 Dupont, 363  
 Dupuy, 129  
 Durand, 425, 649, 680  
 Durny, 226  
 Duval, 378  
 El Hage, 427, 429  
 Elliot, 244  
 Enea, 196  
 Ennequin, 207  
 Ensergueix, 255  
 Entakli, 317  
 Ermak, 441  
 Escalié, 649  
 Esteban, 250  
 Estevan, 156  
 Estripeau, 425  
 Etiemble, 151  
 Etienne-Julan, 557  
 Evin, 667  
 Eys, 145  
 Faes, 553  
 Falcó, 156  
 Farhat, 392  
 Fattal, 369  
 Favier, 630  
 Feasson, 66  
 Féasson, 551, 553  
 Feillet, 376  
 Ferez, 382  
 Ferguen, 168  
 Ferrand, 137, 663  
 Ferrel-Chapus, 100, 112, 179  
 Fervers, 433  
 Filippeschi, 638  
 Filliau, 78, 431  
 Fleurance, 570  
 Fohanno, 307  
 Fontayne, 145, 283, 284, 286, 288  
 Fortune, 520  
 Foucaut, 433  
 Fouré, 587  
 Franche, 665  
 Fraser, 129  
 Freddi, 250  
 Frenkel, 540  
 Freyssin, 81  
 Fritot, 423  
 Froissart, 51, 526  
 Fürst, 133  
 Gabrielli, 346  
 Gal-Petitfaux, 566, 673  
 Gapenne, 112  
 García-Arjona, 682  
 Gardiner, 451  
 Gastinger, 93  
 Gaudin, 651  
 Gaudreau, 665  
 Gauthier, 122, 124, 435  
 Gaveau, 537  
 Gay, 606

Gélat, 339  
 Generelo, 463  
 Genevois, 578  
 Genin, 279  
 Gerbaix, 604, 620  
 Gesbert, 226  
 Geysant, 66  
 Gillet, 404  
 Gioux, 612  
 Giroux- Metges, 612  
 Gomet, 47  
 Gomez-Cabrera, 610  
 Gonzales, 351  
 Gorce, 593  
 Gourlan, 230, 659  
 Grappe, 348, 359  
 Gray, 235  
 Grélot, 589  
 Grespinet, 122  
 Gresser, 465, 469  
 Gros Lambert, 135, 351  
 Grosprêtre, 321  
 Groussard, 34, 38, 602  
 Gueguen, 114  
 Guénat, 618  
 Guérin, 486  
 Gueritat, 445  
 Guerraz, 66  
 Gueugneau, 542  
 Gueugnon, 618  
 Guiard, 185  
 Guillard, 378  
 Guillaud, 531  
 Guillet, 604, 620  
 Guillet-Descas, 663  
 Guillot, 120, 351, 539, 544, 546, 578  
 Guiraud, 369  
 Haffen, 74  
 Hafsaoui, 220  
 Hagin, 135, 351  
 Hainaut, 116, 533  
 Hammami, 158, 200, 353  
 Hammouda, 68, 70  
 Hamouda, 205  
 Hansen, 593  
 Haradji, 564  
 Hardy-Dessources, 557  
 Hartley, 131  
 Haslam, 60  
 Hauert, 108  
 Hautier, 76  
 Hauw, 478  
 Hayashibe, 369  
 Héas, 374, 378  
 Hecht, 110  
 Hedreville, 557  
 Hernandez, 387  
 Hespel, 222, 224  
 Hessas, 160  
 Heugas De Panafieu, 177  
 Heuzé, 145  
 Hilpron, 329  
 Hoffmann, 638, 644  
 Honeine, 642  
 Hue, 557  
 Huet, 259, 669  
 Hurdiel, 72, 201  
 Hurtel, 143  
 Hussein, 406  
 Isableu, 114, 593  
 Isoard-Gauthier, 663  
 Israili, 614  
 Jaafar, 636  
 Jabbour, 296  
 Jackson, 501  
 Jacob, 427, 429  
 Jacques, 305  
 Jaffré, 457, 459, 622  
 Jalab, 196  
 Jarry, 478  
 Jarthon, 471  
 Jeanneret, 133  
 Jérémy Pierre, 686  
 Jimmy, 133  
 Jourand, 671  
 KAHN, 32  
 Kauffman, 435  
 Kempf, 433  
 Kerlirzin, 580  
 Kermarrec, 141  
 Keylouli, 222, 224  
 Komar, 98  
 Korai, 156, 190  
 Koulmann, 608  
 Kulpa, 263, 268, 309, 344, 599  
 Laborde, 400  
 Lacassagne, 392, 394, 396  
 Lacouture, 307  
 Laffont, 158, 337  
 Lafont, 255  
 Lagarde, 104, 410, 416, 582  
 Laguë-Beauvais, 129  
 Lakhdar, 198  
 Lalande, 555  
 Lamarre, 557  
 Landrain, 78, 431  
 Lang, 112  
 Langlet, 116, 533  
 Laporte, 595  
 Lardeur, 187  
 Larue, 406  
 Latiri, 162, 198, 461  
 Le Bihan, 478, 480  
 Le Bozec, 166  
 Le Douairon Lahaye, 80, 357  
 Le Douairon-Lahaye, 602  
 Le Faucheur, 85, 87, 89, 437  
 Le Foll, 56  
 Le Gallais, 555  
 Le Goïc, 595  
 Le Guen, 628  
 Le Moal, 353  
 Le Morellec, 226  
 Le Page, 361  
 Le Paven, 482  
 Le Pellec, 339, 355  
 Le Plaideur, 211  
 Le Sausse, 201  
 Le Scanff, 476, 490, 653, 657, 661  
 Lebon, 546  
 Lebreton, 380  
 Lecocq, 484  
 Leconte, 490, 494, 661  
 Lecoq, 175  
 Lefeuvre, 441, 616  
 Leftheriotis, 437  
 Legrain, 257  
 Lemoine-Morel, 296, 602, 616  
 Lemonne, 557  
 Lemonnier, 522  
 Lemonon, 486  
 Lentillon-Kaestner, 149  
 Lepers, 209, 371  
 Lépine, 218  
 Lepretre, 207, 439  
 Lericollais, 124  
 Leroy, 404  
 Leschiera, 612  
 Lescuyer, 66  
 Level, 152  
 Léziart, 482  
 Liem, 559  
 Loeches De La Fuente, 597  
 Logossou, 224  
 Longcamp, 315  
 Longuet, 100  
 Loschetter, 194  
 Loudcher, 515  
 Louveton, 418  
 Ludwig, 412  
 Lussier, 129  
 Lyoussi, 614  
 MacDonell, 451

MacIntyre, 546, 574, 576  
 Mac-Way, 620  
 Maha, 357  
 Mahe, 87  
 Maiano, 267  
 Maillot, 131  
 Maitre, 181  
 Majed, 177  
 Major, 248  
 Malardé, 80, 602  
 Malbert, 616  
 Maltese, 540  
 Manckoundia, 420  
 Mangin, 394, 396  
 Mantovani, 614  
 Maquestiaux, 127  
 Marcil, 449  
 Marcora, 371  
 Margas, 286  
 Marin, 104, 410, 416  
 Marmelat, 331  
 Marshall, 173  
 Martha, 118  
 Martin, 553  
 Martin A, 321, 585, 634  
 Martin B, 441  
 Martin Caroline, 309, 344  
 Martin Cyril, 550, 551  
 Martin L, 255  
 Martinez-Bello, 610  
 Martin-Vernazza, 179  
 Masgrau, 620  
 Masson, 201  
 Matecki, 630  
 Matéo, 544  
 Maurel, 457  
 McCauley, 72  
 Mecheri, 404  
 Médigue, 78, 431  
 Melchior, 151  
 Ménétrier, 359, 626  
 Mercier, 302  
 Messonnier, 66, 551, 553  
 Mestre, 106, 267, 414  
 Metrot, 337  
 Metz, 207, 604, 620  
 Mignardot, 183  
 Mikulovic, 91, 201  
 Miled, 68  
 Millet, 66, 98  
 Moinard, 361  
 Moissenet, 311  
 Molina-García, 156  
 Monchanin, 551  
 Monfort, 533  
 Monnier-Benoit, 351  
 Monpère, 447  
 Monsalve, 610  
 Montagne, 118, 418  
 Mor, 83  
 Moran, 546, 574, 576  
 Morat, 488  
 Moreau, 279, 392  
 Morice, 118  
 Morin, 66, 439  
 Morio, 342  
 Moro, 298  
 Moscone, 490, 661  
 Mottet, 158, 337, 582  
 Mouchnino, 530, 535  
 Mougénel, 557  
 Mougín, 74, 618  
 Mourrot, 359, 447, 626  
 Moussa, 427, 429  
 Moussay, 203, 435  
 Mucci, 443  
 Multon, 304  
 Nascimento, 610  
 Nebigh, 200, 353  
 Nédélec, 363  
 Nicaise, 492  
 Nicol, 342  
 Nicolas, 93, 170, 309, 344  
 Nicolas M., 665  
 Nizinski, 281  
 Noirez, 361  
 Nordez, 568, 587  
 Nougier, 183  
 Nourrit-Lucas, 329  
 Noury-Desvaux, 85, 89, 437  
 Ntolopoulou, 104  
 Oberfeld, 110  
 Oger, 423  
 Ohl, 133, 149  
 Olafsdottir, 185  
 Olivier, 183, 408  
 Olszewski, 559  
 Orfila-Lefevre, 445  
 Oussaidene, 443  
 Oyonno-Enguelle, 553  
 Oyono-Enguelle, 551  
 Pagano, 593  
 Pageaux, 371  
 Paget, 684  
 Paillard, 181, 463  
 Paizis, 537  
 Pallu, 459, 622  
 Papaiordanidou, 365, 369  
 Papaxanthis, 321, 537, 542  
 Paquet, 257  
 Pardo, 380  
 Pardo Ibañez, 190  
 Parisot, 473  
 Pauly, 630  
 Payen, 244  
 Pelissier, 337  
 Pelligra, 559  
 Peltier, 66, 207  
 Pennec, 612  
 Perchot, 394, 396  
 Perera, 382  
 Pérez, 570  
 Pérol, 433  
 Péronnet, 300, 503  
 Perrault, 185  
 Perrey, 640  
 Perrot, 131  
 Petit, 74  
 Petropoulos, 44  
 Peze, 72  
 Pialoux, 76, 553  
 Pialoux<sup>1</sup>, 36  
 Pieroni, 628  
 Pincemail, 40  
 Pinot, 348, 359  
 Pinsault, 591  
 Pison, 628  
 Placet, 351  
 Poizat, 562, 564, 673  
 Police, 361  
 Poulin, 36  
 Pouponneau, 564, 673  
 Pozzo, 420, 537, 542  
 Pradon, 494, 591  
 Presle, 622  
 Presse, 599  
 Prestridge, 559  
 Prieur, 81, 443  
 Prigent, 494  
 Prioux, 93, 170, 194, 205, 357  
 Promayon, 183  
 Pudlo, 346  
 Quarck, 122  
 Radel, 252  
 Raffard, 410, 416  
 Rahali, 162  
 Raison, 361  
 Rakoto, 281  
 Ramonatxo, 630  
 Rannou, 612  
 Rao, 305, 342, 597  
 Rascle, 55, 56, 62, 290  
 Ratel, 207  
 Rauter, 265  
 Rebillard, 441, 445  
 Rees, 58, 60  
 Regnard, 447

Relave, 337  
 Reynes, 433, 496  
 Rezzoug, 593  
 Richard, 281  
 Riener, 265  
 Riff, 647  
 Riou, 151, 655  
 Rivoire, 205  
 Rix-Lièvre, 675  
 Robène, 46, 49  
 Robin, 201  
 Rode, 544  
 Rogowski, 578  
 Romero, 277  
 Rosnet, 137  
 Rossi, 589  
 Rouis, 636  
 Routier F, 591  
 Routier G, 380  
 Ruchaud, 288  
 Ruffaldi, 638  
 Saafi, 162  
 Saboul, 76  
 Saïag, 80  
 Saidouni, 160  
 Saieb, 578  
 Sainte-Marie, 239  
 Saint-Martin J, 46, 53, 508, 511, 519, 524  
 Salaun, 496  
 Salesse, 104, 410, 416  
 Sallami, 194  
 Sallard, 108, 412  
 Salvatore, 60  
 Samb, 83  
 Sanchez, 606  
 Sanchis-Gomar, 610  
 Saradjian, 535  
 Sarlegna, 414  
 Sarrazin JC, 597  
 Sarrazin P, 145, 216, 230, 248, 252, 398, 492, 659  
 Saury, 139, 254, 259, 568, 667, 669  
 Sauvaget, 87  
 Scelles, 680  
 Schankin, 540  
 Schieppati, 642  
 Schiro, 346  
 Schmidt, 104, 410, 416  
 Schoeny, 275  
 Schuft, 473  
 Scotto di Cesare, 414  
 Seifert, 98, 564  
 Serrau, 355  
 Serres, 449  
 Servain, 279, 281  
 Sesbouë, 435  
 Sève, 561, 562, 568, 667, 671  
 Siegler, 177, 327  
 Sigrist, 265  
 Simoneau, 531  
 Singer, 218  
 Sinnapah, 557  
 Sirvent, 66, 207  
 Sorel, 93  
 Soter, 557  
 Soubeiga, 83  
 Souchon, 292  
 Souissi, 68, 70, 632  
 Stephan, 653, 659  
 Sylva, 164  
 Tabka, 80, 162, 198, 200, 461  
 Taktak, 170  
 Tallet, 102, 108, 319  
 Tandonnet, 535  
 Tasseel-Ponche, 423  
 Teffaha, 447  
 Tessier, 492  
 Tétart, 151, 389  
 Teulier, 323  
 Theunynck, 72, 201  
 Thibault, 207  
 Thiriet, 551  
 Thomas, 382, 420  
 Thompson, 559  
 Thon, 325  
 Thouvarecq, 404  
 Thullier, 408  
 Tiab, 220  
 Tijani, 170  
 Tordi, 359, 626  
 Torre, 331, 337  
 Touhami, 555  
 Touillaud, 433  
 Toussaint, 361  
 Trédan, 433  
 Tremblay, 535  
 Tresguerres, 610  
 Triolet, 333  
 Trohel, 139  
 Trouilloud, 133, 230, 659  
 Ulrich, 323  
 Vanderthommen, 624  
 Vandewalle, 355, 453, 455  
 VanDokkum, 337  
 Vanhelst, 91  
 Varlet, 410, 416  
 Varray, 365, 369  
 Verbrugge, 638  
 Verkindt, 81  
 Vernazza-Martin, 100  
 Vernochet, 447  
 Vernus, 630  
 Vico, 620  
 Vidal, 595  
 Vignais, 599  
 Vigouroux, 589  
 Villard, 644  
 Viña, 610  
 Vincent J, 513  
 Vincent L, 66, 551  
 Vincent S, 80, 602, 616  
 von Zitzewitz, 265  
 Wallian, 261  
 Walrand, 604, 620  
 Waltz, 557  
 Weissland, 164, 423  
 Williams, 333  
 Willmann, 116  
 Wolf, 265  
 Woodman, 246  
 Yengue, 281  
 Yengué, 279  
 Yiou, 166, 246, 406  
 Zanna, 151, 655  
 Zanone, 96, 335  
 Zaouali Ajina, 461  
 Zaragoza, 463  
 Zbidi, 198, 453, 455, 461  
 Zelic, 582  
 Zélic, 329  
 Zguira, 80, 602  
 Zinoubi, 453, 455  
 Zory, 591  
 Zouabi, 122  
 Zouhal, 80, 170, 194, 200, 205, 294, 296, 353, 357  
 Zunquin, 201



# Actes du 14ème Congrès international de l'ACAPS

Tous les 2 ans, depuis 1985, le congrès de l'ACAPS réunit les chercheurs dont l'intérêt porte sur la motricité, qu'elle soit sportive ou fonctionnelle, humaine ou animale et qu'elle concerne les sujets sains ou pathologiques.

Cette année, cette manifestation est organisée à Rennes par les laboratoires Mouvement-Sport-Santé (M2S) et Violences Identités Politiques & Sports (VIP&S) de l'UFR-APS (Université Rennes 2). Rennes, située au cœur de la Bretagne, a une longue tradition dans l'accueil et l'organisation de rencontres internationales ou de manifestations culturelles et scientifiques majeures. Avec les avantages d'une ville à taille humaine combinés aux commodités et services d'une grande métropole, Rennes possède de précieux atouts pour y passer un agréable séjour.

Le programme scientifique de ce congrès est riche et diversifié puisqu'il regroupe plus de 300 communicants issus des différentes disciplines des STAPS : Neurosciences, Biomécanique, Physiologie, Psychologie, Sciences Sociales et Histoire.

Chaque champ est représenté par un conférencier invité de renommée internationale apportant un éclairage scientifique original. Cette année, les professeurs Rob Gray (Université de Birmingham, Royaume Uni), Diane Sainte-Marie (Université d'Ottawa, Canada), Steve Jackson (Université de Otago, Nouvelle Zélande) et François Perronet (Université de Montréal, Canada) seront présents à Rennes. Le professeur Axel Kahn (Université Paris Descartes, France) nous fait l'honneur de sa présence lors de la conférence inaugurale.

Ce congrès de haut niveau scientifique garantit des échanges fructueux et l'acquisition de nouvelles connaissances dans le domaine des sciences du mouvement. Cet événement est aussi l'occasion de donner une tribune aux jeunes chercheurs pour la présentation de leurs travaux à travers des communications affichées, des communications orales libres et des symposiums thématiques. Ces différentes présentations donnent lieu à l'organisation d'un Prix Jeune-Chercheur qui récompensera les meilleures communications orales et affichées.

Le programme social inhérent à tous les congrès de l'ACAPS est élaboré afin de favoriser les échanges culturels, développer et renforcer le réseau scientifique et consolider les liens d'amitié. Il se veut convivial et source d'excellents souvenirs.

Once every two years since 1985 the ACAPS congress brings together researchers working in the field of human motor. It focuses on general motor function and studies healthy and pathological cases in human and animal subjects as well as functional abilities and performance improvement.

This year, the meeting is organized by the Movement Sports and Health Sciences (M2S) and Violence Identities Politics & Sports laboratories (VIP&S) from the UFR-APS (University Rennes 2).

The city of Rennes represents a modern, vibrant, dynamic and multicultural city and the perfect site to host an international congress of this magnitude.

The congress program is rich and diverse since about 300 researchers will present their works covering the full range of disciplines in Sport and Exercise Sciences: Biomechanics, History, Neuroscience, Physiology, Psychology and Social science. Each scientific field will be highlighted by an eminent keynote speaker, Professor Rob Gray (University of Birmingham, UK), Diane Sainte-Marie (University of Ottawa, Canada), Steve Jackson (University of Otago, New Zeland) and François Perronet (University of Montreal, Canada). Professor Axel Kahn (University of Paris Descartes, France) honors us with his presence at the inaugural conference.

This meeting will provide high-level exchanges and will contribute to enhance the knowledge in the field of human motor action. This event is also an opportunity for young researchers to present their work through posters, free oral communications and symposia topics. Young Researcher Award, which recognizes the best oral and poster communications, will be a key highlight of the Congress.

The social program is developed to promote cultural exchanges, develop and strengthen the scientific network and friendship.

## Editeurs scientifiques :

**Hassane Zouhal, Geneviève Cabagno, Sophie Vincent, Françoise Bekono, Richard Kulpa**

## avec le soutien de :

