



*Curriculum Vitae de :*

**Jean SLAWINSKI**

## **SOMMAIRE**

### **Curriculum Vitae**

<i>Coordonnées</i>	<i>P. 2</i>
<i>Parcours et Thèse</i>	<i>P. 2</i>
<i>Travaux et Publications</i>	<i>P. 3</i>
<i>Enseignements</i>	<i>P. 3</i>
<i>Activités Professionnelles</i>	<i>P. 3</i>

### **Activités de recherche**

<i>Résumés</i>	<i>P. 4</i>
<i>Publications</i>	<i>P. 5</i>
<i>Description des activités de recherche</i>	<i>P. 10</i>
<i>A) Effet de la fatigue</i>	<i>P. 10</i>
<i>Demi-fond</i>	
<i>Sprint</i>	
<i>Handisport</i>	
<i>B) Effet de l'entraînement</i>	<i>P. 14</i>
<i>Demi-fond</i>	
<i>Sprint</i>	
<i>Compétences acquises</i>	<i>P. 19</i>
<i>Encadrements d'étudiants</i>	<i>P. 21</i>

### **Activité d'enseignement**

<i>Tableau récapitulatif</i>	<i>P. 22</i>
<i>Cours magistraux</i>	<i>P. 22</i>
<i>Travaux dirigés</i>	<i>P. 23</i>
<i>Travaux pratiques</i>	<i>P. 24</i>
<i>Autres</i>	<i>P. 24</i>
<i>Compétences en activités physiques</i>	<i>P. 25</i>

### **Activité administrative**

<i>Journées Internationales des Sciences du Sport</i>	<i>P. 26</i>
<i>Chargé de mission</i>	<i>P. 26</i>
<i>Ingénierie de formation</i>	<i>P. 26</i>



## CURRICULUM VITAE

➤ *Coordonnées :*

**Jean Slawinski**

*Né le 11 Janvier 1975*

**Adresse personnelle :**

8 rue de l'Abbaye, 75006 PARIS

**Numéro de téléphone :**

01 43 29 27 82

06 80 78 07 79

**Email :**

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

<http://jeanslawinski.free.fr/>



➤ *Parcours et Thèse :*

**Qualifié aux fonctions de maître de conférences en 74<sup>ème</sup> Section** (2004 renouvelée en 2008)

**Auditions :**

Dunkerque (2010, classé en 6<sup>ème</sup> position), Rouen (2006, classé en 2<sup>ème</sup> position), Evry (2005, classé en 2<sup>ème</sup> position), Amiens (2005, classé en 3<sup>ème</sup> position), Poitiers (2005), Toulon (2005), La Réunion (2005), Saint-Etienne (2005), Nantes (2004) et Bobigny (2004).

**Diplômes Universitaires :**

**2003** **Thèse de doctorat** de l'Université d'EVRY, en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS). **Publié aux Editions Universitaires Européennes (2010).**

Titre : Effets de la fatigue et du niveau d'entraînement : Etude des relations entre les coûts énergétique et mécanique en course à pied.

Direction : Véronique BILLAT, Professeur à l'Université d'Evry et co-direction par Michel TAVERNIER, Directeur de la cellule recherche de la fédération française de ski et maîtres de conférences à l'Université de Paris VII.

Jury :

*Eric Barrey*, Docteur vétérinaire, chargé de recherche à l'INRA.

*Paul Delamarche*, Professeur à l'Université de Rennes 2 (rapporteur).

*Patrick Lacouture*, Professeur à l'Université de Poitiers (rapporteur).

*Philippe Obert*, Professeur à l'Université d'Avignon.

*Pietro di Prampero*, Professeur à l'Université d'Udine (Italie).

*Jean-Jacques Renier*, Coordonnateur national du hors stade.

Mention : Très honorable

**1999** **Diplôme européen (post-graduate) :** « Laboratory and field assessment of aerobic performance » (Rome).

**1998** **D.E.A.** de Physiologie et biomécanique de la performance motrice, à l'Université Paris V.

Titre du mémoire : Variabilité du temps limite à  $v\dot{V}O_{2max}$  : influence des facteurs biomécaniques.

Direction : Véronique BILLAT, Professeur à l'Université d'Evry.



- 1997** **Maîtrise** STAPS, *mention entraînement* à l'Université Paris V.  
Titre du mémoire : Etude comparative de l'évolution du pattern de foulée du cheval et de l'homme aux allures proches du seuil anaérobie lactique.  
Direction : Véronique BILLAT, Professeur à l'Université Paris V.
- 1996** **Licence** STAPS, *Option entraînement sportif*, à l'Université de Bordeaux II.
- 1995** **DEUG** STAPS à l'Université de Bordeaux II.
- 1993** **Baccalauréat** : série C mention Assez Bien (Hautes Pyrénées).

### **Diplômes Sportifs :**

- 2004** *Brevet National de Sécurité et de Sauvetage aquatique (BNSSA)*
- 2002** *BEES premier degré, option athlétisme*

### ➤ *Travaux et publications*

Mes travaux de recherches (cf. p.4 à 17) analysent les adaptations mécaniques et physiologiques aux effets de la fatigue et de l'entraînement. Mes travaux récents concernent plus particulièrement l'étude de la consommation d'oxygène et de l'oxygénation musculaire lors de la répétition de sprint (tennismen élites) ainsi que l'étude cinématique et dynamique du départ en starting block (athlète élites du groupe de Guy Ontanon). Ils s'orientent actuellement vers l'étude des activités handisport au travers de l'analyse du déplacement en fauteuil roulant chez des athlètes haut-niveau.

**20 publications** (cf. p.5 à 9) dans des revues indexées et à comité de lecture dont 8 en premier auteur.

**28 publications** dans des actes de conférences et congrès.

### ➤ *Enseignements (cf. p. 19 à 22)*

Au cours de mes différents postes d'enseignants (notamment 2 ans d'ATER) j'ai effectué **77 heures de CM**, **461 heures de TD**, **48 heures de TP** et 538 heures de formation au tronc commun du brevet d'état 1<sup>er</sup> degrés.

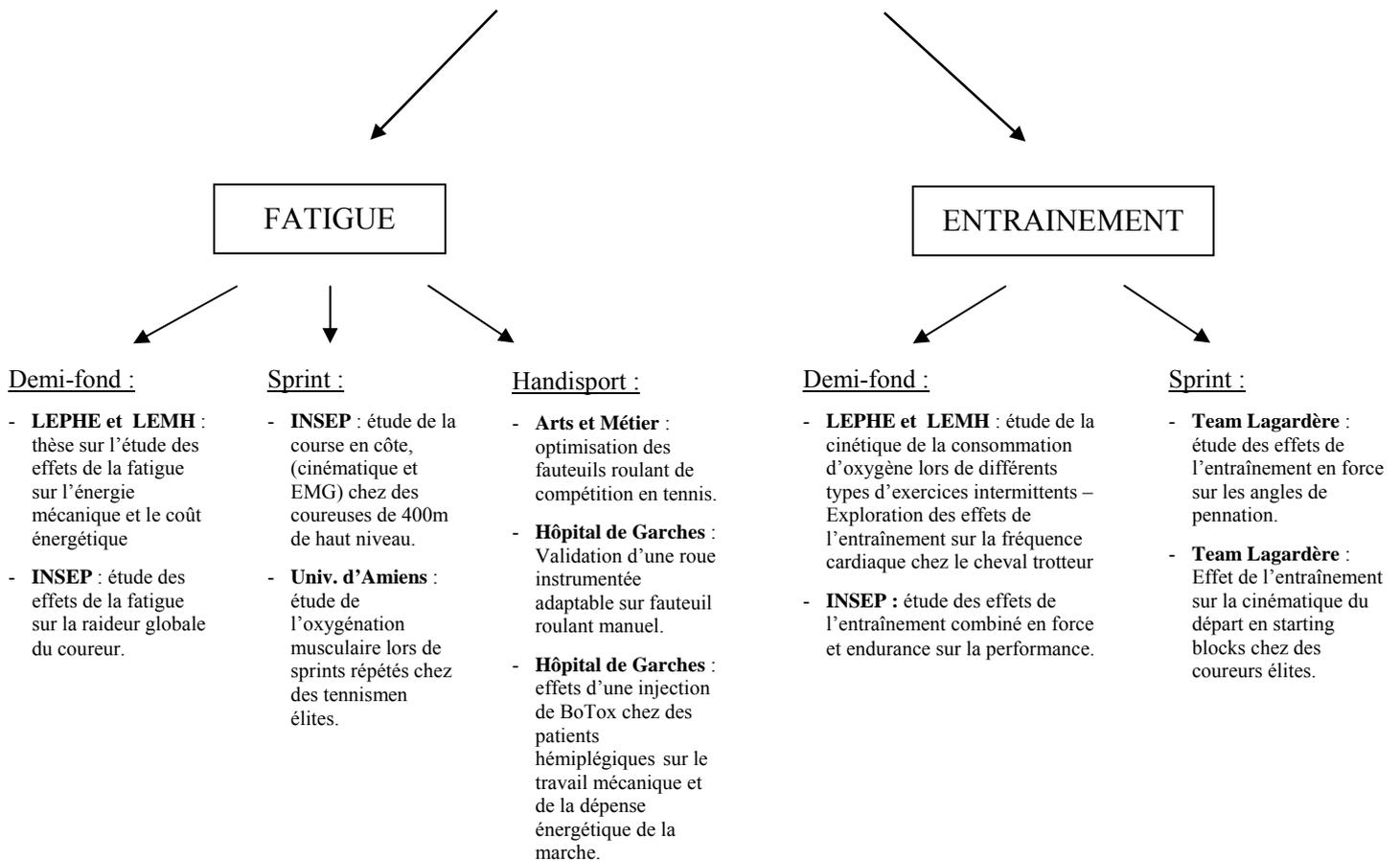
### ➤ *Activités professionnelles :*

- 2010 - 2011** **Post-doctorat** à l'hôpital de Garches, concernant la mesure du travail mécanique et de la dépense énergétique chez des patients hémiplésiques.  
**Enseignant vacataire** à l'ILEPS.
- 2006 - 2010** **Team Lagardère**, conseiller scientifique (recherche, évaluation, suivi de l'entraînement des athlètes et des tennismen du Team)
- 2005 - 2006** **INSEP**, enseignant chercheur au laboratoire de biomécanique et de physiologie
- 2004 - 2005** Enseignant vacataire et formateur Brevet d'état
- 2003 - 2004** Chargé de mission sur les métiers de la natation à la DRDJS d'Ile de France
- 2001 - 2003** **ATER** au STAPS de Strasbourg et de Bobigny

## ACTIVITES DE RECHERCHE

### ➤ *Résumé :*

*Objet d'étude : Adaptations mécaniques et physiologiques aux effets de la fatigue et de l'entraînement.*



LEMH : Laboratoire d'Etude de la Motricité Humaine  
LEPHE : Laboratoire d'Etude de Physiologie de l'Exercice  
INSEP : Institut National des Sports et de l'Education physique



## ➤ Publications

### Articles soumis :

1. Slawinski J., Bonnefoy A., Ontanon G., Leveque JM, Miller C., Chèze L., Dumas R. Effects of blocks spacing on the kinematic and kinetic of the starting block phase and subsequent acceleration in sprinters. Soumis à *J Athl Training*.
2. Bonnefoy-Mazure A., Slawinski J., Lévèque J.-M., Riquet A., Miller C., The racket head kinematics and the lower limb motions of elite players' flat serves. Soumis au *J Appl. Biomech*.

### Revues indexées :

1. Rabita G., Slawinski J., Girard O., Bignet F., Hausswirth C. Spring-mass behavior during exhaustive run at constant velocity in elite triathletes. Accepté pour publication dans la revue *Med Sports Sci Exerc*.
2. Frère J., L'Hermette M., Slawinski J., & Tourny-Chollet C. Influence of the scale function on the wavelets transformation of the surface electromyographic signal. accepté au *IEEE Transactions on Signal Processing*.
3. Slawinski J., Bonnefoy A., Ontanon G., Leveque JM, Miller C., Chèze L., Dumas R. Segment-interaction in sprint start: analysis of 3D angular velocity and kinetic energy in elite sprinters. *J Biomech*, 2010 ; 28: 1494-1502.
4. Bonnefoy-Mazure A., Slawinski J., Riquet A., Lévèque J.-M., Miller C., Chèze L. Rotation sequence is an important factor in shoulder kinematics. Application to the elite players' flat serves. *J Biomech*. 2010 ; In Press.
5. Frère J., L'Hermette M., Slawinski J., Tourny-Chollet C. Mechanics of Pole vaulting: a review. *Sports Biomechanics*, 2010; In Press.
6. O. Girard O., Millet G., Slawinski J., Racinais S. , Micallef J.-P. Changes in leg-spring behavior during a 5000m self-paced run in differently trained athletes. *Sciences et Sports*, 2010; 25: 99-102.
7. Slawinski J., Bonnefoy A., Leveque JM., Ontanon G., Riquet A., Dumas R., Chèze L. Kinematic and kinetic comparison of elite and well-trained sprinter during sprint start. *Journal of strength conditioning Research*, 2010; 24 : 896-905.
8. Slawinski J., Dorel S., Hug F., Couturier A., Fournel V., Morin J.B., Hanon C. Elite long sprint running: a comparison between incline and level training sessions. *Medicine Science in Sports and exercise*. 2008 ; 40 : 1155-62.
9. Slawinski J., Heubert R., Quièvre J., Billat V., Hannon C. Changes in spring-mass model parameters and energy cost during track running to exhaustion. *Journal of strength conditioning Research*, 2008 ; 22 : 930-6.
10. Cottin F., Slawinski J., Lopes P., Van de Louw A., Billat V. Effect of a 24-h continuous walking race on cardiac autonomic control. *European Journal Applied Physiology*. 2007 ; 99 : 245-50.
11. Slawinski J., Billat V. Changes in internal mechanical cost during overground running to exhaustion. *Medicine Science in Sports and exercise*. 2005 ; 37 : 1180-1186.
12. Slawinski J., Billat V. Differences in mechanical and energy cost of running among highly, well and non endurance trained runners. *Medicine Science in Sports and exercise*. 2004 ; 36 : 1440-1446.



13. Slawinski J., Billat V., Koralsztein J. P, Tavernier M. Validity of the utilisation of lumbar point for the estimation of potential and kinetic mechanical power in running. *Journal of Applied Biomechanics*. 2004 ; 20 : 324-331.
14. Demarle A., Heugas A.M., Slawinski J., Tricot V., Koralsztein J.P., Billat V. Whichever the initial training status, any increase in velocity at lactate threshold appears as a major factor in improved time to exhaustion at the same severe velocity after training. *Arch. Physiol. Biochem*. 2003 ; 111 : 167-176.
15. Slawinski J., Demarle A., Koralsztein J.P., Billat V. Effect of supra-lactate threshold training on the relationship between mechanical stride descriptors and aerobic energy cost in trained runners. *Arch. Physiol. Biochem*. 2001 ; 109 : 110-116.
16. Billat V., Slawinski J., Danel M., Koralsztein J. P. Effect of free versus constant pace on performance and oxygen kinetics in running. *Med. Sci. Sports. Exerc*. 2001; 33: 2082-2088.
17. Billat V., Slawinski J., Bocquet V., Demarle A., Chassaing, P., Hamard L., Koralsztein J. P. Very short (15s-15s) interval training around the critical velocity allow middle-age runners to maintain  $\dot{V}O_{2max}$  for 14 min. *Int. J. Sport Med*. 2001; 22: 201-208.
18. Demarle A., Slawinski J., Laffite L., Bocquet V., Koralsztein J.P. Billat V. The decrease of oxygen deficit is a potential factor for the increase of time until exhaustion in a severe run performed after a specific endurance-training program. *J. Appl. Physiol*. 2001 ; 90 : 947-953.
19. Billat V., Demarle A., Slawinski J., Paiva M., Koralsztein J. P.. Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Med. Sci. Sports. Exerc*. 2001; 33: 2089-2097.
20. Billat V., Slawinski J., Bocquet, V., Demarle, A., Laffite, L., Chassaing, P., J. P. Koralsztein. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for longer time than intense but submaximal runs. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2000 ; 81 : 188-196.
21. Billat V., Bocquet V., Slawinski J., Laffite, L., Demarle, A., Chassaing, P., J. P. Koralsztein. Effect of a prior intermittent run at  $v \dot{V}O_{2max}$  on oxygen kinetics during an all-out severe run in humans. *J. Sports Med. Phys. Fitness*. 2000 ; 40 : 185-94.

### **Reuves à comité de lecture :**

1. Slawinski J., Billat V. Relation entre le coût mécanique et le coût énergétique de la locomotion. Réponse à la lettre à l'éditeur de Malatesta, Borrani et Candau. *Science et Motricité*, 2004.
2. Slawinski J., Billat V. Comparaison du coût mécanique et du coût énergétique entre des marathoniens et des marathoniennes de haut-niveau. *Science et Motricité*, 2003 ; 48 : 119-134.
3. Billat V., Auvinet B, Courreau C, Slawinski J., Ponsot E, Koralsztein JP, Barrey E. Comparaison entre athlètes humains et équins à propos des modifications de la foulée entre la vitesse au seuil lactique et la vitesse maximale atteinte lors d'une épreuve triangulaire. *STAPS*, 1999, 50, 7-16.

### **Rapport :**

1. Slawinski J., Quievre J.. Identification et développement de la force spécifique du coureur de demi-fond. Rapport Ministère Jeunesse et Sport. Téléchargement sur <http://sciences.campus-insep.com>

### **Reuves d'entraîneurs :**

1. Slawinski J., Billat V. Effets de la fatigue sur la dépense énergétique et sur l'énergie mécanique en course de demi-fond. *Revue de l'AEIFA*, numéro d'hiver 2004/2005.



## Conférences et Congrès :

1. 3<sup>ème</sup> Congrès commun SFMS & SFTS du 30 au 2 Octobre 2010. Slawinski J., Bonnefoy-Mazure A., Ontanon G., Léveque JM., Miller C., Chèze L., Dumas R. Vitesse angulaire articulaire 3D utilisation et interprétation départ au sprint.
2. Proceedings (*Journal of Biomechanics*) of 17th Congress of the European Society of Biomechanics, Edinburgh (UK), 5-8<sup>th</sup> July 2010. Frère J., Göpfert B., Slawinski J., Tourny-Chollet C.. Influence of kinematics and muscular activations on pole vault performance.
3. Proceedings of the 18th Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology, Aalborg (DK), 16-19<sup>th</sup> June 2010. Frère J., Göpfert B., Slawinski J., Tourny-Chollet C. (2010). Influence of the scale function on the wavelets transformation of the surface electromyographic signal.
4. Proceedings of the 18th Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology, Aalborg (DK), 16-19<sup>th</sup> June 2010. Frère J., Göpfert B., Slawinski J., Tourny-Chollet C. (2010). Comparisson of latissimus dorsi activity between dominant and non dominant arm in pole vault by wavelet-EMG-analysis.
5. Proceedings of the 18th Conference of the European Orthopaedics Research Society, Davos (CH), June 30-July 2 2010. Frère J., Göpfert B., Slawinski J., Tourny-Chollet C. (2010). Wavelet-EMG-analysis of shoulder muscles in pole vault.
6. Proceedings of the 8th Congress of the International Shoulder Group, Minnesota (USA), 25-27<sup>th</sup> July 2010. Frère J., Göpfert B., Slawinski J., Tourny-Chollet C. (2010). Wavelet-EMG-analysis of shoulder muscles during a power backward giant swing on high bar.
7. Congrès de la Société Française de l'Analyse du Mouvement chez l'Enfant et l'Adulte (SOFAMEA), Janvier 2010 (communication affichée), Toulouse. Bonnefoy A., Slawinski J., Ontanon G., Leveque JM., Riquet A., Miller C., Chèze L., Dumas R. Interactions segmentaires au court du départ en starting blocks: Analyse de la vitesse angulaire 3D et de l'énergie cinétique chez des sprinteurs élités.
8. Congrès de la Société Française de Médecine du Sport 2009 (communication orale), Biarritz. Leveque JM., Slawinski J., Miller C., Buchheit M. Evolution de l'oxygénation musculaire lors d'un enchaînement de sprints maximaux chez des joueurs de tennis élite.
9. Congrès de la Société Française de Médecine du Sport 2009 (communication affichée), Biarritz. Slawinski J., Leveque JM., Ontanon G., Tomaszewski A., Miller C. Effet de l'entraînement sur l'architecture musculaire de sprinters de haut niveau.
10. XXII<sup>ème</sup> Congress of the International Society of Biomechanics 2009, Cape Town (communication orale). Slawinski J., Bonnefoy A., Leveque JM., Ontanon G., Riquet A., Dumas R., Chèze L. Analysis of the sprint start in elite runners.
11. Journée Thématique de la Société de Biomécanique 2009, Poitiers : la machine humaine au regard de la performance sportive (communication orale). Slawinski J., Bonnefoy A., Leveque JM., Ontanon G., Riquet A., Dumas R., Chèze L. Comparaison cinématique du départ en starting block de sprinteurs de niveau élite et régional.
12. XXXIV<sup>ème</sup> Congrès de la Société de Biomécanique 2009, Toulon (communication orale). Bonnefoy A., Slawinski J., Leveque JM, Riquet A., Miller C. Relationship between the vertical racket head height and he lower limb motions of elite players' flat serve.
13. Congrès de la Société Française de Médecine du Sport 2008 (communication orale), Paris. Levêque JM., Slawinski J., Miller C. Metabolic responses during a 20m shuttle running test for elite tennis players.



14. XXXIII<sup>ème</sup> Congrès de la Société de Biomécanique 2008, Compiègne (communication orale). Bonnefoy A, Slawinski J., Ontanon G, Leveque JM, Riquet A, Chatain C, Vannicatte Y, Miller C. Analyse of the angular velocity during the propulsive phase of the sprint start.
15. XIII<sup>ème</sup> Congress of the European College of Sport Science, Juillet 2008, Lisbonne (communication affichée). Slawinski J., Bonnefoy A, Ontanon G, Leveque JM, Riquet A, Chatain C, Vannicatte Y, Miller C. Kinematic characteristics of the sprint start in high level sprinters.
16. XIII<sup>ème</sup> Congress of the European College of Sport Science, Juillet 2008, Lisbonne (communication orale). Rabita G., Slawinski J., Girard O, Hausswirth C. Changes in leg spring behaviour during a constant velocity run to exhaustion in elite triathletes.
17. 9<sup>th</sup> Congress of Olympic Sports and Sports for all, October 2005, Kiev. Slawinski J., Richard Heubert R, Jean-Michel Lévêque JM, Jacques Quièvre J. Relationships between, muscular strength and kinematics parameters in distance runners.
18. IX<sup>ème</sup> Congress of the European College of Sport Science, Juillet 2004, Clermont-Ferrand (communication affichée). Slawinski J., Billat V. Effect of an exhausting overground run on the energetic cost and on the mechanical cost of running.
19. XXVIII<sup>ème</sup> Congrès de la Société Française de Biomécanique, septembre 2003, Poitiers (affiché). Slawinski J., Heubert R., Quièvre J., Miller C., Billat V. Relationship between four methods of calculation of the stiffness and performance in endurance runners. *Arch. Physiol. Biochem.* 2003 ; 111 suppl : 50.
20. X<sup>ème</sup> Congrès international de l'association des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives (ACAPS), Octobre 2003, Toulouse (communication affichée). Slawinski J., Quillet X. Billat V. Comparaison de la relation vitesse – tlim du coureur de demi fond et du trotteur de compétition.
21. X<sup>ème</sup> Congrès international de l'association des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives (ACAPS), Octobre 2003, Toulouse (communication affichée). Heubert R, Slawinski J., Quièvre J, Billat V, Miller C. Relationship between forces developed on leg ergometers, ground reaction force and mechanical parameters obtained during running at different velocities.
22. V<sup>th</sup> Congress of the European College of Sports Science, July 2000, Jyvaskyla, Finland (oral). Billat V., Paevia M., Demarle A., Slawinski J., Petitbois C., Koralsztein. Optimisation of marathon performance through testing.
23. VIII<sup>ème</sup> Congrès international de l'association des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives (ACAPS), Octobre 1999, Macolin (communication affichée). Slawinski J., Demarle A., Bocquet V., Blondel N., Koralsztein J.P, Billat V. La fréquence de pas influence la Cinétique de  $\dot{V}O_2$  d'une course à vitesse constante.
24. Colloque de la société de physiologie, Mai 1999, Clermond-Ferrand (oral). Slawinski J., Billat V., Tavernier M. Influence de la fatigue sur le rendement en course à pied, à vitesse constante.
25. IV<sup>th</sup> Congress of the European College of Sports Science, Rome (affiché). Slawinski J., Billat V, Koralsztein J.P, Tavernier M. Efficiency and exhaustion in distance runners.
26. 46<sup>th</sup> meeting of American College of Sports Medicine, June 1999, Washington State (affiché). Billat V., Bocquet V., Slawinski J., Demarle A., Lafitte L., Chassaing P., Koralsztein J.P. Intermittent run at  $v \dot{V}O_{2max}$  allows to sustain a longer time at  $\dot{V}O_{2max}$  than severe continuous submaximal runs.
27. XXIII<sup>ème</sup> Congrès de la Société Française de Biomécanique, septembre 1998, Lyon (affiché). Slawinski J., Gazeau F., Koralsztein JP., Billat V., L'augmentation de l'amplitude du pas et du temps d'appui caractérise la fatigue d'un coureur à la vitesse maximale aérobie sur piste. *Arch. Physiol. Biochem.* 1998 ; 106 suppl : 175.



28. 66<sup>ème</sup> Réunion annuelle de la Société Française de Physiologie, Lyon, septembre 1998 (oral). V. Billat, A. Demarle, J. Slawinski, Y. Hoebler, L. Lafitte, P. Chassaing, V. Boquet, P. Mary, S. Lodsfieldt, J.P. Koralsztein. Comparaison des réponses cardio-vasculaires d'un exercice intermittent de 30s-30s à  $v \dot{V}O_{2max}$  vs un exercice continu long au dessus du seuil lactique, dans une perspective d'amélioration de la consommation maximale d'oxygène.
29. Les 4<sup>ème</sup> Entretiens de Laval de physiologie comparée équine et humaine, Laval, septembre 1997 (communication orale, invitée). Billat V., Slawinski J., Ponsot E., Koralsztein JP, Auvinet B., Barrey E. Evolution du pattern de foulée entre la vitesse au seuil lactique et la vitesse maximale, comparaison de l'athlète humain et équin. Equatlon, numéro spécial, 1997.

**Participation à l'enrichissement de la base de données « Savoir-Sport »  
(<http://www.savoir-sport.org/>):**

1. La performance en course de 800 mètres fauteuil dépend principalement de la capacité de l'athlète à atteindre rapidement sa vitesse maximale. (Lévêque et coll. 2004).
2. À quelle vitesse de course les marathoniens doivent-ils s'entraîner pour atteindre le haut niveau ? (Billat et coll. 2001).
3. Comment améliorer le coût énergétique de la course à pied ? (Millet et coll. 2002).
4. Quels sont les déterminants énergétiques de la performance de demi-fond ? (di Prampero et coll. 1986).



➤ *Description des activités de recherche :*

**A) Effet de la fatigue**

1) Demi-fond

- *Laboratoire d'étude de la physiologie et de l'exercice et Laboratoire d'étude de la Motricité Humaine (Université d'Evry et de Lille 2) :*

Mes travaux de thèse au Laboratoire d'étude de la physiologie et de l'exercice de l'Université d'Evry ont eu pour objectif de mieux comprendre les relations entre mécanique et dépense énergétique de la course à pied. Pour cela, j'ai adopté une approche novatrice qui a consisté à aborder ces paramètres au travers de paradigmes expérimentaux provoquant leurs modifications. Ainsi, pour comprendre les relations entre la mécanique et l'énergétique de la course à pied, notre approche a consisté à mesurer l'effet de la modification de la dépense énergétique sur la mécanique, ou inversement, sans que la vitesse de course ne soit modifiée. La fatigue et l'entraînement, pour une vitesse de course constante, sont deux conditions expérimentales qui répondent à ces exigences.

La fatigue, pour des allures de courses constantes et supérieures au seuil lactique, entraîne une augmentation du coût énergétique (C). En effet, en fin d'exercice, un phénomène appelé composante lente augmente le C. La fatigue possède également un effet significatif sur les paramètres cinématiques de la foulée. En effet, pour une vitesse de course constante, une diminution de la fréquence de pas et un allongement du temps d'appui ont été observés. Le coût mécanique de transport semble également être augmenté en fin d'exercice (Candau et al. 1998). Mes travaux ont mis en évidence que le coût mécanique de gesticulation (travail mécanique interne) augmentait également entre la 3<sup>ème</sup> et la dernière minute d'un exercice exhaustif réalisé sur terrain. Cette augmentation ne semble cependant pas liée à une modification de la fréquence de pas, de la variabilité de cette fréquence, du temps d'appui, de la raideur du coureur ou du coût énergétique. Seule une modification du style de course, liée au niveau d'expertise des coureurs, pourrait expliquer cette modification. D'autres études sont nécessaires pour comprendre les adaptations mécaniques de la foulée à la fatigue.

- *Laboratoire de biomécanique et de physiologie (LBP, INSEP) :*

Dans la continuité de ce travail de thèse, au laboratoire de biomécanique de l'INSEP, nous avons mis en place un projet de recherche concernant l'étude des effets de la fatigue sur la raideur globale du coureur. Cette étude a été réalisée en collaboration avec la Fédération Française de Triathlon pour identifier chez les **triathlètes du pôle France et de la Préparation Olympique (PO)** des facteurs mécaniques et/ou physiologiques caractérisant un état de fatigue lors de l'épreuve de course à pied. Ce travail s'inscrit dans la continuité des travaux menés antérieurement au sein du groupe de travail INSEP - FFTri - Université de Toulon, concernant l'influence des changements de cadence de pédalage sur l'adaptation physiologique et biomécanique lors de l'épreuve de course à pied, ainsi que les différentes stratégies d'allure en cyclisme sur la performance en course à pied (coupe du monde d'Athènes en 2003).

L'objectif de ce projet de recherche (mis en œuvre en janvier 2006) était donc de déterminer si la fatigue induite par une course sur terrain modifie la raideur du coureur. Nous avons également mesuré si les possibles modifications de la raideur sont associées à la



composante lente de  $\dot{V}O_2$ . Pour aller plus loin dans l'analyse de la raideur, nous avons utilisé la dynamique inverse pour calculer les raideurs articulaires (Hof et coll., 2002). Nous faisons l'hypothèse que les coureurs qui réduisent leur raideur sont ceux qui présentent la plus grande augmentation du CE en fin d'exercice épuisant.

Cette étude a permis de donner des résultats individuels aux athlètes, notamment en terme de stratégie de course. En effet, l'étude des effets de la fatigue, sur chaque triathlète du pôle France et de la PO permet d'établir pour chacun d'entre eux des seuils de fatigue à partir desquels une dégradation énergétique et/ou gestuelle est observée.

Les premiers résultats montrent que la cinétique de consommation d'oxygène ne présente pas de composante lente. Cependant, une course à 95% de la VMA induit une diminution de la raideur globale du coureur.

## 2) Sprint

- Laboratoire de biomécanique et de physiologie (LBP, INSEP) :

Parallèlement aux travaux sur les effets de la fatigue en demi-fond, nous nous sommes intéressés aux effets de la fatigue induite par une course en côtes chez des sprinteuses de haut niveau. Le travail en côte fait partie intégrante des programmes d'entraînements des coureurs, qu'ils soient sprinters ou coureurs de demi-fond. L'histoire a retenu le nom de célèbres partisans de cette forme de développement (Herb Elliott, S. Coe, C. Besson...). Aujourd'hui, les meilleurs athlètes français utilisent tous en moyenne une fois par semaine et pendant de longs mois, un entraînement basé sur la répétition d'efforts réalisés en côte et pour les sprinters à vitesse maximale ou quasi- maximale. Leur programmation repose sur l'hypothèse 1) qu'il existe un transfert de progrès sur le plat, 2) que la durée de récupération des séances réalisées en côte en comparaison avec la même séance sur le plat est raccourcie. Néanmoins, il reste difficile de comprendre la raison de cette efficacité de la course en côte à vitesse maximale.

L'étude proposée devrait permettre de répondre à plusieurs hypothèses d'ordre neuro-musculaire et métabolique :

- 1) **Les effets de la pente** : les contraintes mécaniques observées en côte (augmentation de la part concentrique de la contraction) impliqueraient une augmentation de la sollicitation des muscles extenseurs de la jambe (Gluteus Maximus, Biceps Femoris pour la hanche et les vastes medial et latéral pour le genou) dans la course en côte comparée à la course sur le plat. De ce fait, nous émettons l'hypothèse que la durée et le niveau d'activation des extenseurs de la jambe seront supérieurs lors de la course en côte.
- 2) **Les effets de la fatigue** : La fatigue générée par la séance d'entraînement sur le plat se traduit par une augmentation de l'activité myoélectrique des extenseurs de la jambe. Cette augmentation générée par la fatigue pourrait être plus importante lors de la séance en côte. De ce fait, la production d'acide lactique et la diminution subséquente du pH seraient également accrues lors de la séance en côte comparée à la même séance sur le plat.

La « sur-activité » myoélectrique et donc la fatigue locale des extenseurs de la jambe occasionnée par la course en pente pourraient être à l'origine de l'efficacité de l'entraînement en côte.

Pour tester ces hypothèses, nous avons premièrement comparé la séance sur le plat et la séance en côtes (échauffement standardisé + 1\*300m plat + 1\*250m en côtes R= 45 à 60



minutes) et deuxièmement mesuré l'évolution du pattern de recrutement neuro-musculaire dans la séance de côte (échauffement standardisé + 3 \*250m en côte  $r = 8$  min).

Paramètres recueillis : Pour les deux situations expérimentales, les paramètres physiologiques recueillis seront d'ordre systémique (1), périphérique (2) et mécaniques (3):

1) Fréquence cardiaque (Polar X-trainer +, polar Vantage, Kempele, Finlande)

Lactatémie (méthode enzymatique par électrochimie réalisée avec un appareil microzym-L)

**pH sanguin** (ABL5, radiometer, Copenhague, Danemark)

2) **EMG** des muscles suivants (vastus lateralis et medialis, rectus femoris, iliopsoas, Biceps femoris, semi-membranosus, gluteus maximus, tibialis anterior, gastrocnemius, soleus)

3) Les paramètres mécaniques seront recueillis à l'aide d'une semelle avec capteurs de pression (type on /off) (fabriquées spécialement pour l'expérimentation) situés sous le talon et sous l'avant-pied. Ces capteurs permettront de déterminer la durée des temps de contact, de vol, la fréquence des foulées. Une **analyse cinématique par vidéo rapide** (250 Hz) a également été mise en place. Par ailleurs, l'évolution de la vitesse sera contrôlée par des cellules photoélectriques situées au départ, puis tous les 50m, associées à un radar pour les premiers 100m.

L'ensemble de ce travail a été effectué sur une population de **coureuses de 400m de haut niveau** (podium des championnats de France)

Les premiers résultats concernant les effets de la pente montrent que, contrairement à notre hypothèse, l'activité des muscles extenseurs de la hanche (BF et ST) est inférieure en côte. Cette diminution est liée à la baisse de la vitesse en côte. Cependant, malgré cette baisse, les autres muscles ne sont pas moins activés en côte et la cinématique de course n'est pas modifiée. La fatigue augmente de manière plus importante l'activité musculaire que sur le plat.

**L'intérêt de l'utilisation de la course en côte à l'entraînement semble résider dans la baisse de l'activation des ischios jambiers qui permet de limiter le risque de blessure dans cette modalité d'entraînement.**

- *Centre d'expertise du Team Lagardère :*

La capacité de réoxygénation musculaire semble être un facteur déterminant de la capacité à répétés des efforts brefs et explosifs entrecoupés de périodes de récupération courtes (< 25 s, Buchheit et al., IJSM, In press). La technique de NIRS (near infrared spectroscopy) permet la mesure non invasive du niveau de désoxygénation musculaire sur le terrain. Cependant, aucune étude aujourd'hui ne s'est intéressée à l'activité tennis, et l'effet de l'expertise sur les capacités de réoxygénation musculaire inter-efforts n'a jamais été investiguée. L'objectif de cette étude est donc de mesurer l'évolution de la dés(ré)oxygénation musculaire lors de sprints répétés chez le tennisman élite. La comparaison avec des groupes témoins de tennismen de niveaux inférieurs (2<sup>d</sup> et 4<sup>ème</sup> séries) est également envisagée.

## 2) Handisport

- *Centre d'expertise du Team Lagardère :*

Sous l'impulsion de Stéphane Houdet tennisman handisport au Team Lagardère (numéro 3 mondial et médaille d'or aux JO de Pékin), le team en association avec le Laboratoire de Biomécanique (LBM) des Arts et Métiers (**F. Lavaste et P. Thoreux**) s'est



intéressé à l'optimisation des fauteuils roulant de compétition en tennis. Cette optimisation sera réalisée grâce à une analyse des paramètres influençant les déplacements en fauteuil roulant manuel et à l'étude des effets de différents réglages sur ces paramètres. Pour répondre à ce double objectif, différentes étapes sont prévues :

*Etape 1 : Identification des paramètres mécaniques influençant le rendement énergétique, la propulsion et la maniabilité du fauteuil (LBM)*

1. Caractérisation mécanique des trois fauteuils existant
2. Modélisation mécanique (résistance au roulement, pivotement, effets des réglages, effet du type de sol)
3. Validation de la modélisation

*Etape 2 : Identification des paramètres physiologiques et biomécaniques permettant de personnaliser le réglage (LBM - Team)*

1. Etude de la spécificité des déplacements en fauteuil roulant au cours du geste sportif (aspects réglementaires et analyse du mouvement)
2. Identification des paramètres caractérisant la posture des athlètes en fauteuil roulant
3. Représentation du sujet (anthropométrie modélisation inertielle)
4. Analyse expérimentale pour évaluer le retentissement des réglages sur les efforts exercés par le sujet sur le fauteuil

*Etape 3 : Identification des paramètres physiologiques et biomécaniques influençant la performance du sujet*

1. Evaluation du ressenti des athlètes en fonction des réglages
2. Modélisation dynamique des mouvements
3. Effets des réglages sur l'EMG
4. Effets des réglages sur la VO<sub>2</sub>
5. Effets des réglages sur la fatigabilité

- *Université d'Amiens :*

Parallèlement à ces travaux, nous nous sommes également intéressés à la mesure de la consommation d'oxygène sur handbike lors des séances d'entraînement en aérobie chez les joueurs de tennis handisport. En vue d'obtenir des valeurs de références ainsi qu'un retour sur les protocoles de mesure de VO<sub>2</sub> les plus adaptés à la pratique sportive en fauteuil roulant, nous collaborons avec l'Université d'Amiens sur deux projets Handisport (**Thierry Weissland et Pierre-Marie Leprêtre**). Le premier projet concerne la mesure de la consommation d'oxygène et du travail mécanique en fauteuil roulant au cours d'un test navette effectué avec l'équipe de France Handisport Basket. Le deuxième projet concerne la mise au point d'un test de terrain de détermination de la puissance maximale aérobie (PMA) pour les trois classes fonctionnelles du handcycling (Tpiste1 et 2). Ce projet vise, premièrement, à modéliser les réponses cardio-respiratoires avec un incrément de puissance à développer exprimée en % de la PMA obtenue lors d'une épreuve initiale. La normalisation de l'incrément de puissance permettra de mieux comprendre les mécanismes physiologiques sous-jacents de la performance en fonction des caractéristiques fonctionnelles inhérentes aux classes de handicap. Dans un second temps, les travaux ont caractérisé les délais d'épuisement pour un effort à la puissance associée à la consommation maximale d'oxygène en fonction des classes de handicap.



La suite de ces travaux concernera la mesure du rendement de la locomotion en fauteuil roulant. L'évaluation de la dépense énergétique et de la puissance mécanique s'appuiera sur mes travaux de thèse ainsi que sur les travaux récents de thèse de Christophe Sauret qui proposent une méthode de calcul de la puissance mécanique développée par les utilisateurs de fauteuil roulant manuel pour se déplacer sur le terrain. Ce calcul du rendement ouvre des perspectives intéressantes en termes d'évaluation des capacités physiques des utilisateurs de fauteuil, d'optimisation des techniques de propulsion et d'amélioration des intensités d'entraînement et de réathlétisation. Ces travaux pourront être présentés dans le cadre du Master « Grand Nord » pour l'UEF 1 (Analyse et évaluation de la santé / Evaluation de la Performance) et permettre ainsi de présenter aux étudiants l'utilisation des systèmes d'analyse cinématique et leur utilisation dans le domaine clinique.

## ***B) Effet de l'entraînement***

### 1) Demi-fond

- *Laboratoire d'étude de la physiologie et de l'exercice et Laboratoire d'étude de la Motricité Humaine (Université d'Evry et de Lille 2) :*

Les résultats obtenus dans ma thèse (Laboratoire d'étude de la physiologie et de l'exercice) montrent que les modifications des paramètres mécaniques étudiés avec l'entraînement ou le niveau d'entraînement, n'ont aucune relation avec le coût énergétique. De possibles améliorations du coût énergétique par l'entraînement seraient principalement liées à des adaptations cardiaques, ventilatoires, sanguines et/ou musculaires. Les variations mécaniques observées, seraient en relation avec des adaptations spécifiques liées aux effets de l'entraînement en endurance sur le style de course. Une modification de la raideur du coureur et/ou une modification de la capacité à absorber les chocs permettrait d'expliquer les modifications des paramètres mécaniques étudiés.

Ces travaux font suite à l'étude des réponses ventilatoires et circulatoires lors d'exercices continus et intermittents. Un ensemble de quatre publications ont montré que le temps passé à la consommation maximale d'oxygène était :

- Plus grand durant un exercice intermittent de type 30s-30s (à 100% de la vitesse associée à la consommation maximale d'oxygène) comparé à un exercice continu (à la vitesse intermédiaire entre le seuil et la consommation maximale d'oxygène :  $v\dot{V}O_{2max}$ ) : 2 min 42 vs 7 min 51).
- Plus grand pour un exercice intermittent durant lequel l'intensité de travail est proche de l'intensité de récupération. Ainsi, le temps passé à  $\dot{V}O_{2max}$  est deux fois plus long lors d'un exercice de type 15s-15s à 90-80% de  $v\dot{V}O_{2max}$  que lors d'un exercice de type 15s-15s à 110-60% de  $v\dot{V}O_{2max}$ .
- Cependant, le temps passé à  $\dot{V}O_{2max}$  n'est pas différent lors d'un exercice réalisé à allure constante, comparé à un exercice réalisé à allure libre.
- Enfin, le temps passé à  $\dot{V}O_{2max}$  augmente suite à un entraînement par exercice intermittent grâce à la diminution du déficit en oxygène.

L'ensemble de ces résultats, laissent penser que la meilleure modalité pour améliorer  $\dot{V}O_{2max}$  est un exercice intermittent de type 15s-15s à 90-80% de  $v\dot{V}O_{2max}$ .



Parallèlement à ces recherches concernant la relation entre les paramètres mécaniques et la dépense énergétique, un autre axe de recherche a été développé au Laboratoire d'étude de la physiologie de l'exercice du Département STAPS d'Evry-Val d'Essonne. Avec la collaboration d'un entraîneur, éleveur et driver de trotteur de compétition, Monsieur Jean-Etienne Dubois, nous avons adapté au cheval trotteur de compétition l'utilisation de la fréquence cardiaque et de la vitesse pour le contrôle et la progression du coureur. Ces outils simples permettent à l'entraîneur d'obtenir une information supplémentaire sur l'état de forme du cheval. Les résultats obtenus nous ont permis de comprendre une partie des adaptations à l'entraînement de ce « super athlète » que constitue le trotteur. Ainsi, en utilisant le modèle du trotteur de compétition il est possible d'étudier les facteurs limitant (biomécaniques et physiologiques) de la performance chez l'homme. Dans le cadre de cette recherche, j'ai co-encadré deux étudiants dans la réalisation de leurs mémoires comptant pour la poursuite de leurs études (Maîtrise et DEA). L'objectif de ces travaux était de mesurer les effets de l'entraînement sur des facteurs simples tels que la fréquence cardiaque et la vitesse de trot. Les résultats montrent que, comme chez l'homme, la fatigue et l'entraînement ont un effet significatif sur la fréquence cardiaque et la vitesse de trot. Cependant, la progression physiologique du trotteur est dépendante de l'amélioration de ses qualités mécaniques. En effet, si le cheval n'acquiert pas assez rapidement une mécanique de trot correcte, il n'est pas capable de trotter assez vite pour solliciter une fréquence cardiaque élevée et progresser. Ce travail s'est poursuivi par la mesure de la consommation d'oxygène du cheval en situation réelle (Docteur Eric Barrey).

- Laboratoire de biomécanique et de physiologie (LBP, INSEP) :

Une étude concernant les effets de l'entraînement combiné en force et en endurance sur la vitesse terminale des coureurs de demi-fond a fait l'objet d'un financement du ministère de la jeunesse et des sports alloué par le ministère des sports. Une collaboration avec des entraîneurs, des coureurs du club d'athlétisme de Saint-Maur et de Montreuil a été initiée. Ce projet de recherche avait pour but de mettre en relation, chez des coureurs de demi-fond, certains paramètres mécaniques spécifiques de la foulée (force de réaction du sol) avec des indices de force musculaires des extenseurs du membre inférieur et de la hanche. Dans un premier temps, les niveaux de forces spécifiques engagés dans la course de demi-fond ont été déterminés, et dans un second temps un programme de musculation particulièrement adapté aux exigences de l'activité demi-fond a été élaboré (résultats présentés au congrès de l'ACAPS 2003). L'effet de la fatigue sur la raideur du coureur est également abordé dans le cadre de cette collaboration (article publié dans les actes du congrès de la société de biomécanique, Poitiers 2003). Ces travaux m'ont également permis de me familiariser avec les outils d'analyse par **électromyographie (EMG), par plate-forme de force, par optojump ou par accélérométrie**. J'ai également pu me former aux techniques de test des qualités de force et de puissance (test de charge vitesse à la presse et à la hip machine).

Les niveaux de force spécifiques engagés dans la course de demi-fond, ayant été ainsi déterminés, le but de notre recherche, cette année, est de tester l'effet d'un renforcement des extenseurs de la jambe et de la hanche combiné à un entraînement en endurance sur les paramètres spécifiques de la foulée et sur la performance en demi-fond. Un groupe expérimental de 7 coureurs et un groupe contrôle de 5 coureurs ont participé à ce protocole.

- Centre d'expertise du Team Lagardère :

Au Team Lagardère notre activité est centrée sur de l'aide à l'entraînement. Une trentaine de sportifs bénéficient des services du centre d'expertise. Ces sportifs sont en partenariat avec



le groupe Lagardère, soit directement par l'intermédiaire du Team Lagardère (tennis et athlétisme), soit indirectement par l'intermédiaire des clubs omnisports tels que le Paris Jean Bouin et le Lagardère Paris Racing. Dans le cadre de cette activité, nous sommes amenés à mettre en œuvre des projets de recherche pour améliorer la qualité de l'aide à l'entraînement proposé aux sportifs.

En ce qui concerne le tennis, l'analyse de la discipline (Kovacs 2007 ; Hornery et al. 2007) nous montre que la durée d'un match est très variable, elle est comprise entre moins d'une heure et plus de cinq heures. Cette durée est associée à une dépense énergétique importante qui peut aller jusqu'à 4500 calories par jour pour les hommes et 2500 calories pour les femmes.

La durée d'un échange dépend du type de surface et du style de jeu des joueurs. En moyenne cette durée est de l'ordre de  $6.4 \pm 4.7$  s.

Sur terre battue la durée d'un échange en fonction du style de jeu est de l'ordre :

- Pour les attaquants, cette durée est de  $4.8 \pm 0.4$  s. Le temps effectif de jeu lors d'un match est de  $21 \pm 5\%$  (sur surface dure 20%).
- Pour les joueurs polyvalents, cette durée est de  $8.2 \pm 1.2$  s. Le temps effectif de jeu lors d'un match est de  $29 \pm 4\%$  (sur surface dures 20%).
- Pour les joueurs de fond de court, cette durée est de  $15.7 \pm 3.5$  s. Le temps effectif de jeu lors d'un match est de  $38 \pm 5\%$  (sur surface dures 20%).

Dans les matchs de haut niveau, malgré la grande variabilité des durées d'échange, le rapport entre le temps de travail et de récupération est compris entre 1 : 3 et 1 : 5 avec des durées de point d'en moyenne de 3 à 15 secondes et une majorité de point est conclue en moins de 10s. Ces indications de durée doivent être utilisées pour développer des programmes d'entraînement spécifiques aux joueurs de tennis. Pour mettre en œuvre ces programmes, nous avons besoin de dépasser le cadre de l'évaluation classique de la vitesse maximale aérobie (test d'intensité progressive par palier).

Pour cela, nous avons mis en place un protocole de recherche visant à comparer la consommation maximale d'oxygène et la vitesse associée à cette consommation dans trois modalités différentes de tests exhaustifs :

- Un test linéaire d'intensité progressive par palier de 3 min alterné avec des récupérations de 1 min entre chaque palier.
- Un test linéaire d'intensité progressive par palier de 30 s alterné avec des récupérations de 15 s entre chaque palier.
- Un test en aller-retour sur une distance de 20m d'intensité progressive par palier de 30s alterné avec des récupérations de 15 s entre chaque palier.
- Un test de vitesse sur 15 et 20m.
- Un test de force – vitesse en squat.

Ce travail a pu être réalisé avec les jeunes tennismen du Team Lagardère, soit 7 joueurs classés parmi les 100 meilleurs joueurs mondiaux. L'objectif est de mieux comprendre les exigences de l'activité tennis et de montrer que le niveau d'endurance et la capacité de récupération entre les points d'un joueur ne dépend pas que de la valeur de sa consommation maximale. A l'aide des résultats obtenus, nous mettrons en place de nouveaux tests d'évaluation plus spécifiques au joueur de tennis, ainsi qu'une méthodologie d'entraînement



des qualités d'endurance également plus spécifique. Ce projet a fait l'objet d'une collaboration avec **Martin Buccheit** et **Pierre-Marie Leprêtre** de l'université d'Amiens)

## 2) Sprint

- *Centre d'expertise du Team Lagardère :*

En sprint, la réalisation d'une performance nécessite des qualités de force et de vitesse très importante (Morin et al. 2006 ; Nummela et al. 2007 ; Kovacs 2007). Parmi les nombreux facteurs qui influencent les qualités de force et de vitesse, l'orientation des fibres musculaires (angle de pennation) liées au tissu conjonctif et aux tendons est un élément important (Folland et Williams 2007). Théoriquement, plus l'angle de pennation augmente et plus le nombre de fibre musculaire augmente pour une aire donnée. Cependant, l'augmentation de cet angle diminue la force appliquée par chaque fibre sur le tissu conjonctif et le tendon. Ainsi, Alexander et Vernon (1975) calculent que la force produite par un muscle de longueur fixe est proportionnelle au sinus du double de l'angle de pennation de la fibre musculaire ( $F = k \cdot \sin 2\alpha$ ). L'angle optimal de pennation serait donc de 45°.

**Les angles de pennation** de la majorité des muscles pennés sont largement inférieurs à 45°. Une augmentation de l'angle de pennation entraînerait donc une amélioration de la force musculaire. Ainsi, de nombreuses études ont montrés qu'un entraînement de musculation provoquait une augmentation de l'angle de pennation et de la force musculaire du fait de l'hypertrophie musculaire dès les 3 premières semaines d'entraînement (Aagaard et al. 2001 ; Blazevitich et Giorgi 2001 ; Kanehisa et al. 2002 ; Reeves et al. 2002 ; Seynes et al. 2007). Cependant, ces adaptations architecturales semblent être différentes suivant le type d'entraînement. En effet, les travaux de Abe et al. (2000) montrent clairement que l'angle de pennation du vaste latéral (VL) et du gastrocnémien médian (GM) est plus faible chez des sprinteurs que chez des coureurs de demi-fond. Les sprinteurs possèdent des muscles plus épais et des fibres musculaires plus longues. Kumagai et al. (2000) confirment ces résultats en montrant que les angles de pennation (pour le VL, GM et GL) sont également plus faibles et les fibres musculaires plus longues, chez des sprinteurs ayant un record personnel compris entre 10.00 s et 10.90 s que chez des sprinteurs ayant un record personnel compris entre 11.00 s et 11.70 s. Ces adaptations propres à la population de sprinteurs sont liées à leur type d'entraînement. Blazevitich et al. (2003) comparent les effets de trois types d'entraînement sur l'architecture musculaire et montrent qu'un entraînement composé de sprints et de sauts provoque une diminution de l'angle de pennation et une augmentation de la longueur du faisceau musculaire, notamment dans le VL. L'entraînement en force (à l'aide de squat) ou l'entraînement combiné de force et de sprint provoquerait plutôt une augmentation de l'angle de pennation et de la longueur du faisceau musculaire. Ces auteurs concluent qu'un angle de pennation plus ouvert permettrait de produire plus de force, alors qu'un angle plus fermé permettrait au muscle de se raccourcir plus vite.

L'entraînement de musculation des sprinteurs de haut niveau est constitué d'une alternance entre des cycles de développement de la force (renforcement musculaire avec des charges lourdes) et des cycles de développement de la vitesse (bondissements, sauts). L'objectif de ce travail est de mesurer l'évolution de l'épaisseur musculaire, des angles de pennation et de la longueur des fibres durant 4 mois d'entraînement. Ces mesures seront associées à une mesure des qualités de force, de vitesse et de puissance musculaire avant et après un cycle de renforcement musculaire excentrique.



Onze athlètes ont participé à cette étude. Cette population était constituée de **6 sprinteurs (10.47 ± 0.22s sur 100m soit 93% du record du monde)**, de **2 sprinteuses (11.42 ± 0.25s sur 100m soit 92% du record du monde)** et de **3 coureurs de 400m (46.92 ± 1.44s sur 400m soit 92% du record du monde)**. Ces athlètes sont engagés dans un entraînement quotidien composé de course et de renforcement musculaire. Du mois de mars à début juillet 2007, à chaque fin de cycle de renforcement musculaire (figure 1), une mesure de l'angle de pennation, de l'épaisseur musculaire et de la longueur des fibres a été réalisée sur le vaste latéral milieu (partie médiane de la cuisse), sur le vaste latéral haut (tiers supérieur de la cuisse) et le gastrocnémien latéral. Ces mesures ont été réalisées à l'aide d'un échographe général électrique. La position de la sonde sur le VL et le GA a été repérée par des mesures précises à partir du genou et du talon. Avant et après le cycle de renforcement musculaire en excentrique suivi d'un cycle en explosivité (mois d'Avril à début Mai, figure 1), des tests de force, de vitesse et de puissance musculaire des membres inférieurs ont été effectués.

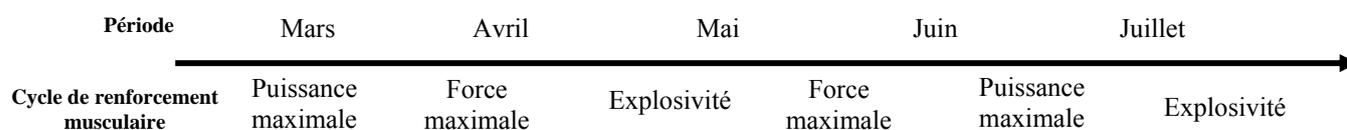


Figure 1 : Cycle de renforcement musculaire effectué par les athlètes

Sur les 11 athlètes engagés 4 n'ont pas pu suivre entièrement le protocole pour cause de blessure. Pour les 7 athlètes, il n'y a pas eu de modification significative des angles de pennation, de l'épaisseur musculaire et de la longueur du faisceau musculaire (tableau 1). Les mesures de force, vitesse et puissance musculaire avant et après le cycle de renforcement ne montrent pas non plus de variation significative (tableau 2).

Deux raisons principales peuvent expliquer ces résultats :

- La reproductibilité de la mesure des angles de pennation à l'aide de l'échographe, notamment lorsque le muscle est au repos (environ 5 à 10% ; Mairet et al. 2006). En effet, chez des coureurs très entraînés, les variations d'angle de pennation sont faibles et le manque de reproductibilité ne permet pas d'obtenir des résultats significatifs.
- Nous n'avons pas pu isoler une seule modalité d'entraînement chez les athlètes. En effet, ils suivaient leur entraînement classique associant renforcement musculaire et course.

**Ce protocole de recherche m'a tout de même permis de me former à la mesure des angles de pennation par échographie sous la direction du Docteur Armand Tomaszewski.**

Un autre aspect de la performance en course de sprint est le départ en start (collaboration avec L. Chèze de l'Université de Lyon 1).

Pour le 100 mètres, la littérature distingue différentes phases. Pour des populations de niveau, un sprint sur cette distance est découpé en trois parties : l'*accélération*, la *vitesse maximale*, le *maintien de vitesse* (Mero, Komi et Gregor, 1992 ; Mendoza et Schollhorn, 1993 ; Delecluse, 1997). Ces phases ont été décrites principalement par rapport à la nature des courbes de vitesse. Lors de la phase d'accélération, du fait du départ arrêté, les athlètes augmentent progressivement leur vitesse de course, cette phase peut se prolonger jusqu'au 60<sup>ème</sup> mètre de course pour les meilleurs sprinters mondiaux. Après cette phase, les athlètes atteignent une vitesse maximale de course qu'ils maintiennent sur une distance d'environ 30 mètres. Enfin, la dernière partie de course (les 10 à 20 derniers mètres), le sprinter tente de maintenir sa vitesse



de course, mais il est souvent observé une diminution de cette vitesse. La phase de départ revêt une grande importance dans la course de 100m. Lors des championnats du monde de 1997 le temps réalisé pour effectuer les 20 premiers mètres correspondait à 2,778 s. Cette performance rapportée à la performance du temps moyen aux 100 mètres représente 27,8% du temps final (Muller et Hommel 1997). Si l'on s'intéresse aux vitesses instantanée et maximale de course, les résultats de cette étude indiquent que le gain de vitesse instantanée le plus important est réalisé lors des 10 premiers mètres ( $8,737 \pm 0.122 \text{ m.s}^{-1}$ ) alors que la vitesse maximale de course est en moyenne de  $11,728 \pm 0.113 \text{ m.s}^{-1}$ . De nombreuses études ont porté sur l'analyse des variables cinétiques et cinématiques du départ. Longtemps, ces analyses ont été réalisées en deux dimensions (2D) dans le but de répondre aux questions concernant la cinématique du centre de masse dans le plan sagittal. Ces études ont permis de décrire différentes variables au travers d'analyses biomécaniques de la tâche (Mero et Komi 1990). Il ressort de ces différentes études que le paramètre discriminant du départ en start est la vitesse d'éjection du centre de masse lorsque l'athlète quitte le start. Cette vitesse d'éjection est influencée par de nombreux paramètres et notamment par la variation d'énergie mécanique du corps entier.

Le **système d'analyse cinématique 3D à 12 caméras** (Motion Analysis system), nous permet de réaliser une analyse cinématique fine du départ en start et de calculer les énergies mécaniques des différents segments. Le projet de recherche que nous avons mis en place concerne la comparaison des paramètres cinématiques et dynamiques entre des sprinters élites et de niveau régional lors de la phase de départ. Nous avons comparé la position, la vitesse et l'accélération du centre de masse ainsi que les vitesses angulaires des différentes articulations. Les premiers résultats montrent que la position et la vitesse du centre de masse caractérisent un « bon départ » (Journal of Strength Conditioning Research).

#### ➤ *Compétences acquises :*

**Analyse cinématique :** le calcul du travail mécanique dans mon travail de thèse m'a familiarisé à l'analyse du geste par vidéo (calcul du travail mécanique, mesure des positions du centre de masse). Le travail mené au sein du Team Lagardère m'a permis de me former à l'utilisation du système *Motion Analysis*.

**Plate-forme de force :** le calcul de la raideur du coureur (laboratoire de biomécanique de l'INSEP, Université de Montpellier), ainsi que la comparaison du travail mécanique avec l'analyse vidéo m'ont permis de maîtriser l'utilisation de la plate-forme de force ainsi que le traitement de son signal.

**Accélérométrie :** la mesure de la puissance développée lors d'un test de charge-vitesse à l'aide d'un accéléromètre (laboratoire de biomécanique de l'INSEP) ainsi que la collaboration avec les Docteurs Bernard Auvinet et Eric Barrey (société Locométrie) et l'acquisition par le laboratoire de cet accéléromètre et de son logiciel d'exploitation m'ont familiarisé avec la mesure et l'exploitation des accélérations cranio-caudales (verticales), médio-latérales et antéro-postérieures d'un point situé à proximité du centre de masse du sujet.

**Mesure des temps d'appuis :** l'utilisation d'un système de mesure embarqué des temps d'appuis et de vol du pied pour mon DEA, l'utilisation de l'optojump, ainsi que la collaboration avec la société SMTCH dans l'utilisation de semelles de mesure de la pression plantaire m'ont familiarisé à l'utilisation du temps d'appui et du temps de vol en course à pied.

**EMG :** Dans le cadre des différents projets de recherche menés à l'INSEP j'ai été amené à mesurer l'activité musculaire du droit fémoral, du vaste latéral, du gastrocnémien, et du biceps fémoral en course.



**Echographie :** utilisation d'un échographe dans le cadre de la mesure des angles de pennation musculaire des sprinteurs du Team Lagardère.

**Cinétiques de la consommation d'oxygène :** Depuis mon DEA, où j'ai testé la première version du K4b<sup>2</sup>, je maîtrise la mesure de la consommation d'oxygène ainsi que les méthodes d'exploitation de sa cinétique. De plus, lors du congrès de l'ECSS à Rome en 1999, j'ai suivi une formation dispensée par le CONI, en association avec la société Cosmed, sur les méthodes de mesure de la consommation d'oxygène (Diplôme européen : « Laboratory and field assessment of aerobic performance »).

**NIRS :** Etude de l'oxygénation musculaire à l'aide d'une NIRS portable (portamon) chez le tennisman élite)

**Lactate :** Mes divers travaux m'ont amené à mesurer la concentration d'acide lactique dans le sang à l'aide du Docteur Langedu et Lactate Pro.

**Techniques d'entraînements en force et en endurance :** Dans le cadre du projet de recherche mené à l'INSEP, je me suis familiarisé aux méthodes de renforcement musculaires. Mon travail avec le Pr. Véronique Billat m'a formé aux méthodes de développement de l'endurance aérobie et notamment par le travail intermittent.



➤ *Encadrements d'étudiants :*

**Etudiant de Doctorat (thèse Européenne) :**

Nom : Julien Frère

Titre : Contribution de l'analyse EMG des muscles des membres supérieurs pour l'entraînement au saut à la perche.

Co-encadrant : Claire Tourny Chollet

Date de la soutenance : 27 Novembre 2009 (Université de Rouen)

**Etudiant de DEA :**

Nom : Baptiste Planchon

Titre : Relation fréquence cardiaque-vitesse chez le cheval de course élite : effet de l'entraînement et de la fatigue.

Co-encadrant : Véronique Billat

Année : 2002-2003 (Université d'Evry)

**Etudiants de Master 1 :**

Nom : Damien Rivière

Titre : Les effets de l'entraînement sur les paramètres mécaniques de coureuses de 400 m de haut-niveau.

Année : 2005-2006 (Université de Creteil)

Nom : Hoa Tran Van

Titre : Analyse du départ dos de deux nageurs de haut niveau

Co-encadrant : Nicolas Houel

Année : 2005-2006 (Université de Rouen)

Nom : Stéphane Wrzyszc

Titre : Les effets de 24 heures de marche sur la variabilité temporelle de la fréquence cardiaque et de la fréquence de pas.

Année : 2004-2005 (Université d'Evry)

Nom : Emmanuelle Petit

Titre : Les effets de l'entraînement et de la fatigue étudiés chez le trotteur de compétition sur des facteurs physiologiques simples : la fréquence cardiaque et la vitesse.

Co-encadrant : Véronique Billat

Année : 2002-2003 (Université d'Evry)



## **ACTIVITE D'ENSEIGNEMENT**

(ATER 2 ans, chargé de cours 5 ans, formateur brevet d'état 2 ans)

➤ *Tableau récapitulatif :*

	<i>Biomécanique</i>	<i>Anatomie</i>	<i>Physiologie</i>	<i>Athlétisme</i>	<i>Préparation Physique</i>	<i>Informatique</i>	<i>Méthodologie</i>
CM	97h	30h	46h				
TD	85h		126h	60h	22h	144h	24h
TP					48h		
Formation		208h	330h				
Total	182h	232h	502h	60h	70h	144h	24h

➤ *Cours magistraux :*

**Institut Libre d'Education Physique et Sportive (ILEPS ; 2010-2011) :**

- 44 heures de biomécanique et anatomie en Licence 1 et 2.
- 15 heures de développement anato-physiologique de l'enfant et de l'adolescent en Licence 3
- 25 heures de pratique corporelle et santé physique de l'enfant en Master 1

**Faculté des Sciences du Sport d'Amiens 2009-2010 :**

- 6 heures **de biomécanique** en Master 1 concernant l'utilisation du logiciel d'analyse d'image Dartfish.
- 6 heures **de physiologie** en master 2. La présentation de la mesure du coût énergétique et du coût mécanique (Relation entre cout énergétique et cout mécanique notion de rendement – 6h).

**Département STAPS d'Evry 2003-2005 :**

- 36 heures **en biomécanique** en DEUG 1. Utilisation des nouvelles technologies, avec mise à disposition d'une partie des cours sur une plate-forme internet (DOKEOS).

**Institut Libre d'Education Physique et Sportive (ILEPS ; 2004-2005) :**

- 9 heures en **biomécanique** en Licence 1 et 2 (en tout).

**UFR STAPS de Strasbourg (ATER : 2001-2002)**

- 16 heures **en biomécanique** en licence. Ce cours est construit autour de deux axes, la cinématique du point matériel et la dynamique du solide. La théorie a été mise en application au travers d'exercices liés au domaine sportif.



- 8 heures de **biomécanique** en licence option ergonomie. Ce cours est un approfondissement du cours précédent avec une application pratique des équations vues en cours à l'aide de l'utilisation d'un optojump.
- 8 heures CM d'**anatomie** en DEUG première année. Cet enseignement est une introduction à l'anatomie, visant à présenter l'ensemble du corps humain du point de vue anatomique.

➤ *Travaux dirigés :*

**Institut Libre d'Education Physique et Sportive (ILEPS ; 2010-2011) :**

- 45 heures de biomécanique et anatomie en Licence 1 et 2.

**INSEP (2006)**

- 6 heures en physiologie en Master 1 sur la cinétique de la consommation d'oxygène et le coût énergétique.

**Département STAPS d'Evry 2003-2005 :**

- 36 heures en **physiologie de l'exercice** en DEUG 1. Analyse de la performance, Evaluation de la performance et des différents métabolismes, Facteurs influençant  $\dot{V}O_{2max}$ , principes de l'entraînement en endurance et en force.
- 54 heures en **biomécanique** en DEUG 2, où sont abordées les notions de position, vitesse, accélération, lois de Newton, travail et énergie, au travers d'exemples tels que le saut en contre mouvement (mise à disposition d'une partie des cours sur une plate-forme internet : DOKEOS).
- 36 heures en **physiologie du mouvement** en licence, où seront abordés le tissu musculaire et osseux ainsi que la neurophysiologie du mouvement (mise à disposition d'une partie des cours sur une plate-forme internet : DOKEOS).

**Institut Libre d'Education Physique et Sportive (ILEPS ; 2004-2005) :**

- 27 heures en **biomécanique** en Licence 1 et 2.
- 40 heures en **athlétisme** en Licence 3 (saut et 1500 m).

**Département STAPS de Bobigny (ATER : 2002-2003),**

- 56 heures en **informatique** en DEUG 1. Ce cours comprenait 5 TD de formation à l'utilisation des logiciels Word et Excel.
- 40 heures en **informatique** en DEUG 2. Ce cours comprenait 5 TD d'approfondissement de l'utilisation du logiciel Excel.

**UFR STAPS de Strasbourg (ATER : 2001-2002)**

- 4 heures de **biomécanique** en licence option ergonomie.
- 20 heures d'enseignement en pratique **athlétisme** en DEUG 1. Enseignement de la pratique des différents sauts (hauteur, longueur, triple et perche).



- 22 heures d'enseignement en pratique **athlétisme** en DEUST seniors. Pratique de l'endurance pour les seniors ; adaptations des séances classiques d'interval-training à la population spécifique des seniors.
- 24 heures de **méthodologie** en DEUG 1 (construction de problématique).

**UFRSTAPS de Paris V (1998-2001) :**

- 48 heures **sur les techniques d'évaluation des qualités physiologiques** en DEUG 1. Présentation des différents tests d'évaluation de  $\dot{V}O_{2max}$ , VMA et du seuil anaérobie lactique.
- 48 heures en **informatique** en DEUG 1.

➤ *Travaux pratiques :*

**UFR STAPS de Paris V (1998-2001) :**

- 48 heures par an **sur la préparation physique en endurance et en force** en maîtrise. Le principe de cet enseignement est de rédiger un dossier comportant 3 parties. La première partie porte sur les déterminants en endurance et en force d'une discipline sportive au choix, elle est construite à l'aide d'une petite revue de la littérature internationale. La deuxième partie, établissant le profil en force et en endurance de l'étudiant, se compose de résultats à des tests d'évaluation réalisés durant le cours. Et enfin, la troisième partie est construite à partir de la comparaison entre le profil de l'étudiant et les qualités en force et en endurance requises pour la pratique de la discipline. Les TP se composent de séances programmées par chaque étudiant.

➤ *Autres :*

**Formateur en tronc commun Brevet d'état :**

- Formateur au **CFA Omnisports (2006-2008) : 30 heures** par an de physiologie pour des handballeurs et de rugbymen professionnels.
- Formateur au **CFA Omnisports (2003-2006) : 80 heures** par an de physiologie.
- Formateur à la Direction Départementale du Val-de-Marne (2004-2005) : 90 heures **d'anatomie et de physiologie**.
- Formateur à Trans-faire (2004-2005) en anatomie et en physiologie : 130 heures.
- Formateur à l'E.R.M.A de Romainville et au cours Irène Poppart (2000-2001) : 80 heures de physiologie et d'anatomie.

**Enseignant d'EPS :**

- Maître auxiliaire, remplaçant au collège Sainte Marie du Bourget (20 heures ; 1997).
- Maître auxiliaire, remplaçant au collège Gambetta Paris XX<sup>ème</sup> (35 heures ; 2001).



### **Entraînement et Préparation physique :**

- **Encadrement et organisation de stages d'évaluation et de préparation physique**, pour EDF-GDF (1997-1999), de coureurs de longue distance à partir de la mesure de la fréquence cardiaque, de la consommation d'oxygène et du seuil anaérobie lactique.
- **Entraînement des cadets** au saut à la perche au club de Championnet Sport, Paris (1996-1997).
- **Animateur** (1993-1995) dans le cadre d'un stage de pré-professionnalisation de DEUG deuxième année (cycle course d'endurance, vitesse et sauts).

### ➤ *Compétences en activités physiques :*

#### **Athlétisme :**

Je possède le brevet d'état d'athlétisme et j'ai pratiqué la majorité des disciplines athlétiques. Je suis plus particulièrement **spécialiste de 400 mètres haies** (record 57'34'', Championnat de Paris 2000) et des disciplines d'endurance.

#### **Préparation physique :**

Mon travail avec le Pr. Véronique Billat, ainsi qu'avec le laboratoire de biomécanique de l'INSEP m'a familiarisé avec les méthodes de préparation physique en force et en endurance.

#### **Golf :**

J'ai pratiqué le golf (handicap 22).

#### **Autres :**

Ski, surf des mers



## *ACTIVITE D'ADMINISTRATION*

➤ *Organisation des Journées Internationales des Sciences du Sports (2006) :*

J'ai été membre actif du comité des Journées Internationales des Sciences du Sports (JISS) qui ont eu lieu à l'INSEP en Novembre 2006.

➤ *Chargé de mission (2003 – 2005) :*

J'ai été chargé de mission auprès **du directeur régional Ile-de-France Jeunesse et Sport** pour la conception et réalisation d'un Audit régional sur les métiers de la natation (2003-2004). Un rapport a été rédigé et un colloque sur les métiers de la natation en Ile-de-France a été organisé (Juin 2004). Suite à ces travaux, nous avons élaboré une plaquette d'information sur le BEESAN (Mai 2005).

➤ *Ingénierie de formation (2004) :*

**Réflexion pédagogique :**

- J'ai participé à l'élaboration d'un dossier de demande d'habilitation d'un organisme de formation préparant au brevet professionnel golf.
- J'ai suivi un stage de formation relatif à la méthodologie du dispositif pédagogique en unités capitalisables du BP JEPS (diplôme qui remplacera le brevet d'état). La participation à ce stage est nécessaire pour pouvoir être coordonnateur des nouvelles formations du Brevet Professionnel.

