

ZOOM sur le



Edito



Vous l'attendiez, la voilà ! Voici donc notre troisième lettre d'information du LIBM. Fait majeur, peut-être l'aurez-vous remarqué sur l'en-tête, il n'est plus question ici de vous informer uniquement sur l'actualité du LIBM Saint-Etienne, mais bien d'étendre cette lettre à l'ensemble du LIBM. C'est ainsi que Christophe Hautier (Lyon) et Baptiste Morel (Chambéry) viennent compléter avec moi le comité éditorial de cette lettre dont le but est, rappelons-le, de communiquer sur le dynamisme de notre laboratoire.

Dans cette troisième lettre, nous reviendrons bien sûr sur le mercato estival qui a vu nos effectifs s'accroître. Mais avant cela, nous vous proposons un bref retour sur notre assemblée générale organisée au mois de juin et qui pose les bases du futur contrat quinquennal. Vous retrouverez également les nombreuses actualités du moment. N'hésitez pas bien entendu à partager avec nous les informations que vous souhaitez communiquer via cette lettre.

Au-delà de l'actualité, cette lettre vous présentera les projets de thèse des doctorants chambériens, les travaux d'un chercheur stéphanois qui inaugure notre nouvelle rubrique intitulée « un chercheur, trois études » (je lance un concours pour trouver un meilleur nom à cette rubrique), et enfin vous aurez droit à l'interview d'un membre lyonnais du LIBM... autant dire que le caractère interuniversitaire de notre laboratoire se retrouve parfaitement illustré dans cette lettre. Et pour introduire cette lettre, laissons quelques mots à Guillaume Millet, lui aussi mis à l'honneur dans cette lettre.

Thomas Lapole

SOMMAIRE :

Page 2 : Actualités

Page 5 : ActiFS

Page 8 : Les doctorants chambériens du LIBM

Page 12 : Un chercheur, trois études

Page 14 : L'interview du jour

Le mot de Guillaume Millet



« Ne demandez pas ce que votre labo peut faire pour vous. Demandez ce que vous pouvez faire pour votre labo ». Thomas, désormais épaulé par Christophe et Baptiste, applique à la lettre (du LIBM) cet adage. Cet outil de communication est important. Car s'il est un domaine où nous nous devons de progresser, c'est bien la com. Certes la com ne saurait remplacer la science mais bien fait, ça peut être un levier redoutable. Cela fait partie des axes de développement sur lesquels j'aimerais travailler puisque vous m'avez fait l'honneur de me nommer directeur pour le prochain quinquennal. Putain 5 ans... de quoi s'inscrire dans la durée. Comme Ghislain Printant et Sylvinho.

Comité éditorial : *Thomas LAPOLE (Saint-Etienne), Christophe HAUTIER (Lyon), Baptiste MOREL (Chambéry)*

Retour sur l'assemblée générale du LIBM



L'Assemblée Générale du LIBM s'est tenue le 7 juin dernier sur le site de Chambéry sous un soleil radieux. Toutes les équipes et la plupart des membres du laboratoire ont pu échanger pendant la journée entière sur le bilan et le projet du laboratoire. Après un rapide tour d'horizon des nouveaux recrutements, des promotions et distinctions concernant les membres du laboratoire, l'équipe dirigeante a pu présenter les rendez-vous scientifiques à venir

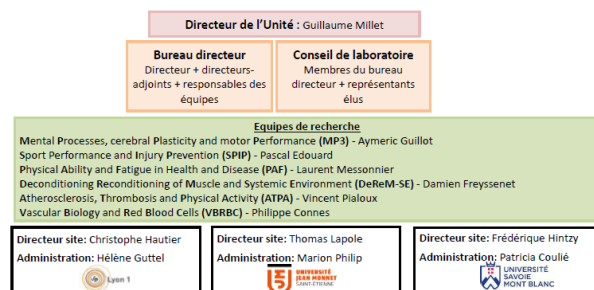
tels que le colloque international football et recherche qui s'est tenu à Lyon du 20 au 22 juin dernier, les journées de la Société Française de Myologie qui se dérouleront à Saint-Etienne en Novembre 2020 ou le congrès de la Société de Biomécanique qui sera organisé à Saint-Etienne en octobre 2021. Ce fut aussi l'occasion d'évoquer le calendrier de l'évaluation du laboratoire par l'HCERES. Les dossiers ayant été transmis, la prochaine date concerne la visite du comité d'évaluation qui évaluera le projet scientifique du LIBM le 10 Mars 2020 à Saint-Etienne pendant toute la journée.

Après un rappel de l'histoire de la création du LIBM en 2016, le bilan des 4 années précédentes a montré que le LIBM est passé en quatre ans de 52 à 59 membres permanents soit une progression de 13%. Si le nombre de doctorants est assez stable (32 à 34 étudiants en thèse) en revanche le nombre de post-doctorants et contractuels a été multiplié par 5 passant de 3 à 14 membres entre 2014 et 2019.

Dans la même dynamique, le retour sur le développement des plateaux techniques démontre une structuration du laboratoire et un ancrage pérenne au sein du paysage scientifique régional. Dans le même temps, les équipes ont publié 553 articles scientifiques dont 47% dans le premier quartile et 19 articles avec un IF supérieur à 10. La qualité de la production scientifique des membres du laboratoire a été soulignée et un consensus a émergé sur la volonté commune de continuer cet effort en vue d'augmenter le niveau des publications au cours du prochain quinquennal.

L'augmentation notable du taux de financement externe devrait permettre d'atteindre cet objectif notamment par l'acquisition de nouveaux matériels. Ce bilan très positif de l'activité du LIBM a permis de passer au projet de laboratoire pour le futur quinquennal. L'organigramme 2021-2025 a été présenté au groupe avec une structuration en trois sites et six équipes.

Les responsables d'équipe ont présenté le projet de chaque équipe et une attention particulière a été apportée à l'articulation entre les équipes et aux

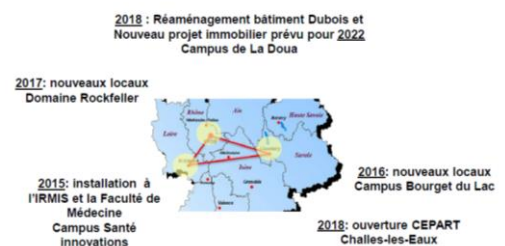


collaborations scientifiques en cours ou à venir. L'analyse des forces et faiblesses de ce projet ainsi que des opportunités et menaces a permis de mettre en évidence les fortes potentialités de notre laboratoire mais aussi la nécessité de développer l'animation scientifique intersites et inter-équipes, et de mettre en place des projets structurants au travers d'axes transversaux permettant de développer des projets innovants en s'appuyant sur la collaboration inter-équipes. Les trois axes présentés concernent l'exercice physique et la drépanocytose, l'interaction fatigue, entraînement mental et récupération et enfin l'exercice extrême avec un focus particulier sur la performance des athlètes féminines.

En fin d'assemblée générale, les dates des futurs rendez-vous ont été rappelées avec un conseil de laboratoire en janvier/février 2020 afin de préparer la **visite du comité scientifique de l'HCERES le 10 mars** puis la prochaine assemblée générale en juin 2020.

Le LIBM se fixe comme objectif de devenir un laboratoire écoresponsable en œuvrant à la réduction des déchets non recyclables, en limitant sa consommation d'énergie et en participant aux projets durables d'innovation et de développement du sport et de l'activité physique. Notre objectif est de devenir à courte échéance un modèle de laboratoire soucieux de son empreinte carbone et désireux de concilier l'innovation, la santé, la performance et l'écologie.

Evolution des plateaux techniques



Mercato

Comme à chaque nouvelle rentrée universitaire, ce mois de septembre est l'occasion de faire le point sur les départs et nouvelles arrivées parmi les membres du laboratoire.

Côté stéphanois, nous souhaitons bon vent à **Robin Souron** qui a obtenu un poste de maître de conférences à l'UFR STAPS de l'Université de Toulon. Pour les arrivées, souhaitons la bienvenue à **Marie Caroline Play**, **Claire Colas**, et **Yann Le Mat** qui débutent leur thèse cette année. Ce sera également le cas de **Loic Espeit** et **Djahid Kennouche** qui, après avoir été chargé d'étude au LIBM l'année dernière auront également l'occasion de mener des travaux de thèse. Côté Lyon, ce sont **Mathieu Degot** et **Angèle Metais** qui rejoignent les rangs des doctorants en cette nouvelle rentrée. Nous reviendrons dans une prochaine lettre sur les projets de tous ces doctorants. En effet, cette troisième lettre d'information sera consacrée aux projets de thèse des doctorants chambériens, parmi lesquels **Manon Riccetti**, **Jean-Baptiste Beaume** et **Hervé Di Domenico** font office de nouvelles recrues. Ils sont accompagnés au rang des nouvelles arrivées savoyardes de **Baptiste Morel**, en mutation depuis Le Mans sur un poste de maître de conférences. Bienvenue à toutes et tous.

Le LIBM sur les réseaux sociaux



Depuis peu, le LIBM est présent sur les réseaux sociaux par le biais de son compte Twitter. Suivez-nous et n'hésitez pas nous citer dans vos publications. A vos marques, prêts, tweetez !

@LIBM_lab

Distinction

Félicitons **Thomas Neri** qui participait en mai 2019 au congrès de la « Société Internationale d'Arthroscopie, de Chirurgie du Genou, et d'Orthopédie du Sport » et qui a ramené dans ses bagages deux prix : le prix jeune chercheur ainsi que le prix de recherche scientifique. Bravo Thomas pour ces deux distinctions qui viennent s'ajouter aux deux précédentes glanées l'année dernière (cf Lettre d'information n°2).

Institut Universitaire de France

Guillaume Millet a été nommé au mois de mai membre senior de l'Institut Universitaire de France pour la période 2019-2024. Bravo Guillaume pour cette prestigieuse reconnaissance qui vient valoriser la chaire ActiFS ainsi que les travaux à venir dans le cadre du financement d'un fellowship par l'IDEX de Lyon dont le but est rappelons-le de créer à l'Université de Lyon une équipe interdisciplinaire reconnue pour ses recherches de pointe dans le domaine de la fatigue, en s'appuyant sur le laboratoire LIBM et la plateforme IRMIS, structures reconnues en sport et santé.



institut
universitaire
de France

Une réaction Guillaume ?

"Je suis très enthousiaste à l'idée de contribuer au développement de la recherche sur l'activité physique et la physiologie de l'exercice. Cette nomination est une belle reconnaissance pour notre discipline et une motivation supplémentaire pour aider le LIBM, contribuer à son rayonnement sur le plan national et international. L'équipe présidentielle de l'UJM m'a accordé sa confiance en me confiant la mission de créer la chaire ActiFS, cette nomination leur donne raison. Mon prochain challenge : tenter de décrocher une bourse européenne ERC."

Le LIBM sur l'Ultra-Trail du Mont Blanc



Fin août avait lieu à Chamonix la grande messe mondiale du trail et de l'ultra-trail avec l'UTMB, l'Ultra-Trail du Mont Blanc. L'occasion pour le LIBM de déplacer au sein du centre médical de l'école nationale de ski et d'alpinisme de Chamonix une grande partie de ses équipements et personnels (35 membres du LIBM au total) pour mener une étude d'envergure pilotée par Guillaume Millet. Le but de l'étude ? Tester 86 traileurs hommes et femmes prenant le départ des différentes courses (de 40 à 170 km !) afin de mieux comprendre

les répercussions physiologiques et biomécaniques d'un ultra-marathon en montagne en fonction du sexe et de la distance de course. L'hypothèse majeure est que les femmes seraient plus résistantes que les hommes lorsque la distance de course s'allonge. Prenons rendez-vous prochainement pour faire un point sur les résultats de ces travaux. En attendant, la presse parle de nous. Merci au [Dauphiné libéré](#), à [l'Essor 42](#), et à [France 3 AURA](#) d'avoir suivi cette aventure humaine et scientifique passionnante.

Les séminaires scientifiques du LIBM

Les séminaires scientifiques du LIBM reprennent leur droit, toujours le jeudi midi. Et c'est **Gaël Guilhem** (INSEP) qui a ouvert le bal le 5 septembre avec une intervention à Chambéry portant sur les propriétés mécaniques musculaires et leur lien avec la performance et le risque de blessure. Il a été suivi le 19 septembre par **Shawn Bearden** (Idaho State University, USA), en visite pour deux semaines au LIBM Saint-Etienne, qui nous a parlé de son expérience dans la communication des sciences du sport avec les athlètes par le biais de podcasts. Nous avons reçu le 3 octobre **Sébastien Ratel** (Université Clermont-Auvergne) qui nous a démontré que les profils métaboliques et la fatigue sont comparables entre les enfants pré-pubères et les athlètes de haut niveau en endurance. Enfin plus récemment, le 10 octobre dernier, **Billy Sperlich** (University of Würzburg, Allemagne) nous a parlé des méthodes et stratégies permettant de prévenir le risque de stagnation de la performance dans les sports d'endurance.

Merci à Gaël, Shawn, Sébastien et Billy d'avoir lancer les festivités. Dès cette rentrée, nous sommes heureux de voir que grâce à la visio, les trois sites profitent des nombreux échanges scientifiques de qualité.

Vous pouvez d'ores et déjà noter les prochaines dates prévisionnelles pour les séminaires de laboratoire (programme susceptible de modification, d'autres séminaires seront annoncés prochainement ; merci de contacter Diana Rimaud pour être inscrit à la liste de diffusion ou suivre notre actualité en cliquant [ici](#)) :

- Le 7 novembre, **Nicola Maffioletti** (Human Performance Lab, Zurich, Suisse) viendra à son tour nous présenter ses travaux.
- **Gianluca Vernillo** (University of Calgary, Canada) sera notre invité le 21 novembre.
- Le 19 décembre, après une série d'intervenants internationaux, c'est notre **Laurent Messonnier** national (LIBM, Université Savoie Mont Blanc, faut-il le rappeler ?) qui animera notre jeudi midi.



Ces séminaires sont ouverts à tous (et toujours en anglais pour rappel). Venez nombreux. Keep in touch !

Le LIBM accentue ses actions de diffusion scientifique

En tant que chercheurs, une partie importante de notre travail consiste à valoriser les résultats de nos recherches. Mais au-delà des publications scientifiques, la vulgarisation de nos recherches envers le grand public fait également partie de nos missions, et est d'ailleurs inscrite dans notre projet de laboratoire. Et les occasions de multiplier nos actions de diffusion scientifique ne manquent pas en ce moment :

- L'exposition **Vers des Lendemain Sportifs**, à laquelle contribue le LIBM entre autres laboratoires, propose au grand public de découvrir les incroyables résultats des chercheurs en sciences du sport. Avec pour volonté d'atteindre un large public, l'exposition circulera dans les territoires de la région une année durant afin d'amener le public à découvrir la diversité des disciplines scientifiques liées au sport, l'excellence universitaire en matière d'innovation. Plus d'information [ici](#).
- Le **Pop'Sciences Forum** propose des rencontres thématiques pour tous, autour de grands enjeux de société. Ces événements ouverts et gratuits permettent de rassembler les citoyens avec des chercheurs, des artistes, des associations et des entreprises... Pour partager, échanger, construire les savoirs de demain, enrichir et diffuser les connaissances scientifiques. Les 13 et 14 novembre prochain, ces rencontres seront organisées à Saint-Etienne et seront consacrées à nos travaux. Une visite de l'IRMIS sera ainsi proposée le 13 novembre. Le 14 novembre seront organisés une émission de radio en public sur le thème « le cerveau, cet autre muscle des sportifs » (intervenants LIBM : Aymeric Guillot et Thomas Lapole) ainsi qu'un ciné-débat sur le thème du « dépassement extrême des conditions physiques et psychologiques des athlètes » (intervenants LIBM : Guillaume Millet). Plus d'information [ici](#).
- Le 10 octobre avait lieu la **Fête de la science** au niveau national. Le LIBM Saint-Etienne participait à ce rendez-vous de découverte et de partage autour de la science en recevant à l'IRMIS des lycéens pour leur faire visiter les locaux et leur présenter nos travaux sous forme de mini-conférences. Le soir, Pascal Edouard et David Hupin ont proposé des conférences grand public sur la prévention des blessures et l'intérêt de l'activité physique dans la prévention des douleurs chroniques. Plus d'information [ici](#).
- Enfin, le 27 septembre avait lieu la **Nuit européenne des chercheurs**. Le temps d'une soirée placée sous le signe du mystère et de l'enquête, le public était invité à rencontrer des chercheurs venus partager leur passion pour la recherche. L'occasion pour le LIBM de présenter ses travaux en physiologie, biomécanique, et neurosciences appliquées aux activités physiques et sportives & à la santé. Plus d'informations... [ici](#).



Bravo et merci à tous les chercheurs impliqués dans ces actions de communications tournées vers le grand public et gageons que le LIBM continue à répondre présent sur ce genre d'événements qui doivent s'inscrire dans notre objectif de promotion de l'activité physique comme médicament universel.

ActiFS

Quelques nouvelles de la chaire ActiFS ? Il suffit de demander. Après les comptes Facebook (@chaireActiFS), Twitter (@chaire_ActiFS) et Youtube (@chaireActifs), retrouvez maintenant le site internet de la chaire ActiFS [ici](#). Rappelons que l'objectif de cette chaire sur le « sport-santé » est de contribuer à une meilleure connaissance de l'étiologie de la fatigue aiguë et chronique afin :

- D'améliorer la qualité de vie des personnes souffrant de maladies chroniques et de handicap & des personnes âgées.
- De déterminer les modalités optimales de pratique physique pour ce type de population ainsi que pour les sédentaires (i.e. les futures malades) afin de prévenir les maladies dues à l'inactivité.
- Et de protéger la santé des sportifs.

C'est dans ce sens qu'un cycle de conférences est organisé à Saint-Etienne afin d'apporter à un public varié les dernières connaissances scientifiques, mais aussi des conseils pratiques, dans le domaine de la santé et de la performance, le tout dans un langage accessible à tous. La dernière conférence en date du 3 octobre abordait le thème de « **l'enfant et le sport** » grâce aux interventions de Sébastien ratel et Vincent Martin, tous deux venus de Clermont-Ferrand. Encore une belle soirée. Pour ne pas rater les prochaines, suivez les actualités de la chaire ActiFS.



Soutenance d'HDR Isabelle Rogowski

Nous félicitons **Isabelle Rogowski** qui a brillamment soutenu son Habilitation à Diriger des Recherches le 17 juillet dernier à Lyon. Intitulé « Contribution à l'étude des adaptations spécifiques de l'épaule à la pratique des sports d'armes », cette soutenance a été l'occasion pour Isabelle de synthétiser ses activités de recherche suivant trois axes thématiques.



Le premier axe concerne l'analyse de la performance sportive et notamment des déterminants de la performance motrice. Plus précisément, cet axe vise à une meilleure compréhension des mécanismes adaptatifs du membre supérieur à la pratique du tennis. Basés sur différents modèles sportifs, ces travaux ont permis à Isabelle d'appréhender les adaptations immédiates de l'organisation gestuelle aux variations des paramètres humains, sportifs et matériels de l'activité dans un environnement donné.

Le deuxième axe concerne l'évaluation des risques et mécanismes de survenue de blessure par l'identification des adaptations du membre supérieur spécifiques à la pratique et ceux associées à la blessure. Ces travaux ont montré que l'épaule ayant connu un antécédent de douleur présente des caractéristiques différentes de celles d'une épaule sans antécédent, tant sur le plan anthropométrique qu'en termes d'amplitudes articulaires, forces musculaires ou cinématique scapulaire.

Le troisième axe vise la conception et la validation de programmes d'amélioration des processus d'entraînement et de prévention primaire en s'appuyant sur les connaissances issues des travaux des axes un et deux. Les travaux présentés ont montré la spécificité de situations proposées en préparation physique contribuant à optimiser la périodisation et l'efficacité de la charge de travail pour le développement de la performance sportive, d'une part, et, d'autre part, l'efficacité de programmes prophylactiques innovants sur la restauration des mobilité et stabilité du complexe de l'épaule tout en favorisant la performance spécifique. L'amélioration de la performance et de la prévention des blessures chez le sportif demande d'enrichir les modèles expérimentaux, en particulier avec celui du sportif ayant subi une chirurgie orthopédique à l'épaule et souhaitant reprendre le sport à son niveau pré-blessure de manière sécuritaire. Un tel modèle impose de fédérer des compétences pluridisciplinaires pour approfondir la compréhension des mécanismes d'adaptation, maladaptation et réadaptation du complexe de l'épaule du sportif, éclairer la réorganisation anatomique et fonctionnelle du système musculosquelettique pour réaliser une tâche sportive, et ainsi envisager les synergismes à reconstruire pour la performance sportive.

Soutenance de thèse Arthur Peyrard

Bravo à **Arthur Peyrard** qui a soutenu sa thèse à Chambéry le 16 juillet dernier. Encadré par Thomas Rupp, Laurent Messonnier et Grégoire Millet, ce travail de thèse s'intitulait « Fatigue neuromusculaire induite par répétition de sprints – Etiologie et impact de l'hypoxie ». Ce travail de thèse s'est ainsi focalisé sur l'étude de la fatigue neuromusculaire induite par une répétition de sprints et de l'impact que peut avoir l'hypoxie sur son développement. Alors qu'il est établi qu'en condition normale l'origine de cette fatigue est davantage



musculaire (périphérique) dès les premiers sprints, une fatigue dite centrale, correspondant à une incapacité du système nerveux à recruter le muscle, apparaît lors des derniers sprints. La méthode utilisée classiquement dans la littérature inclut un délai entre la fin des sprints et la mesure de fatigue, induisant une sous-estimation, sans permettre d'établir une cinétique précise de son développement. C'est

pourquoi un objectif de ce travail était de développer et valider un nouvel ergomètre permettant des mesures de la fonction neuromusculaire intégrées pendant un exercice de sprints répétés sur vélo. Par ailleurs, l'hypoxie a pour effet d'exacerber l'apparition de la fatigue, notamment centrale, de deux manières potentielles. Tout d'abord, une diminution de la quantité d'oxygène fourni au cerveau diminue l'activité cérébrale et la commande motrice nécessaire à l'exercice. De plus, la réduction de l'arrivée d'oxygène au niveau musculaire augmente la part d'énergie fournie par le métabolisme anaérobie, activant les voies afférentes inhibitrices métabosensibles. L'objectif était alors de pouvoir isoler ces deux mécanismes à travers la comparaison d'une hypoxie musculaire localisée ou générale au niveau de l'organisme. Les résultats suggèrent que les deux types d'hypoxie diminuent la performance en sprint de manière similaire mais via des mécanismes distincts. L'hypoxie générale impacte davantage le développement de la fatigue centrale via un effet direct sur le cerveau alors que l'hypoxie localisée augmente surtout la fatigue périphérique via l'accumulation de métabolites.

Manon RICCETTI**Répercussions de la drépanocytose, des traitements médicamenteux et de l'entraînement en endurance sur le tissu musculaire (son phénotype, son métabolisme et sa fonction) et la qualité de vie des patients**

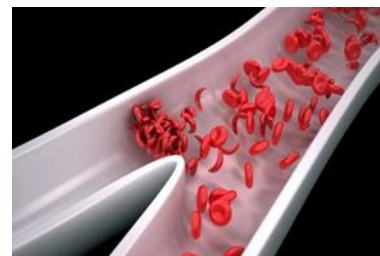
En thèse depuis octobre 2019

Encadrement : Laurent MESSONNIER et Léonard FEASSON



La drépanocytose est la maladie génétique la plus fréquente au monde. Elle est causée par une mutation génétique qui induit la production d'une hémoglobine anormale : l'hémoglobine S (HbS). Les répercussions de la maladie sont multiples, parfois mortelles, et touchent potentiellement tous les tissus et organes. Le tissu musculaire n'est pas épargné. Si le remodelage structural, énergétique et microvasculaire du muscle est relativement bien documenté, toutes les altérations qui touchent ce tissu ne sont pas totalement identifiées. L'hydroxyurée est actuellement le seul traitement médicamenteux permettant de réduire les complications et d'augmenter l'espérance de vie des patients. Récemment, l'activité physique régulière

d'intensité modérée est apparue comme étant bénéfique pour les patients. Ce projet a pour but i) d'étudier les principaux mécanismes impliqués dans la régulation du pH musculaire des patients drépanocytaires, ii) de déterminer l'influence de l'hydroxyurée sur les caractéristiques structurales, énergétiques et microvasculaires du muscle strié squelettique, et iii) de mettre en évidence les bienfaits/bénéfices directs d'un programme d'entraînement en endurance sur l'aptitude physique et la qualité de vie de patients drépanocytaires. L'objectif ultime de ce dernier volet étant d'établir des recommandations d'activité physique et d'inclure l'activité physique dans la stratégie thérapeutique des patients drépanocytaires.

**Brice PICOT****Contribution des préférences sensorielles aux mécanismes de stabilisation du genou au cours des mouvements de pivots au cours d'activités sportives (exemple du handball)**

En thèse depuis janvier 2019

Encadrement : Olivier REMY-NERIS et Nicolas FORESTIER



La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est une pathologie fréquente dans la pratique sportive. Le handball est un sport particulièrement pourvoyeur de lésions du LCA puisque la majorité des atteintes concernent les changements de direction rapides. La grande majorité des atteintes se produisant en l'absence de contact direct. Les femmes sont en moyenne trois à cinq fois plus touchées par les ruptures du LCA que les hommes. Des facteurs de risques anatomiques, hormonaux et biomécaniques ont été identifiés pour expliquer cette différence. Récemment des auteurs ont mis en avant les facteurs neurophysiologiques, notamment en lien avec l'intégration proprioceptive comme potentiellement responsables des traumatismes lors des changements d'appuis. Ainsi, l'objectif de ce projet consiste à évaluer l'impact de l'intégration des entrées proprioceptives par le système nerveux central sur l'organisation biomécanique de handballeurs.



Clément DELHAYE

Relation entre la performance et la cinétique de l'appui, au cours d'un virage en ski alpin

En thèse depuis novembre 2017

Encadrement : Frédérique HINTZY



Ce projet de recherche s'ancre dans la continuité du travail de Thèse de Thomas Falda (LIBM) qui a développé et validé une plateforme de force embarquée pour l'analyse des contraintes mécaniques *in situ* appliquées en ski alpin. L'objectif de ce projet de recherche est d'utiliser ce nouvel outil afin de tracer avec précision l'évolution des forces dans les 3 dimensions de l'appui en fonction du temps. Ces courbes répétables dans leurs formes mais dont les valeurs varient en fonctions des virages, des sujets et des conditions

neige, sont appelées des signatures de force. Dans un second temps, nous cherchons à extraire de ces signatures les marqueurs identifiables et porteurs de sens liés au niveau de performance des skieurs en Slalom Géant. Ces résultats permettent de comprendre quelles sont les stratégies, les conduites motrices et les instants clés de la performance au cours d'un virage en ski alpin. Ces résultats pourront être transférés vers différents enjeux sociétaux, tel que l'entraînement du sportif, la prévention des blessures ou le développement de matériel.

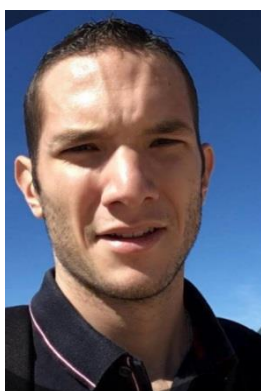


Jean Romain RIVIERE

Effet des conditions mécaniques d'exercice sur les capacités de production de force des membres inférieurs lors d'extensions acycliques uniques et répétées

En thèse depuis octobre 2016

Encadrement : Pierre SAMOZINO, Laurent MESSONNIER et Nicolas PEYROT



De nombreuses activités sportives ou mouvements de la vie courante impliquent des efforts répétés et intenses notamment des membres inférieurs. La performance lors de ce type d'effort dépend principalement des capacités maximales de production de force et des capacités de maintien (endurance de force). Les capacités maximales sont notamment caractérisées par la relation force-vitesse linéaire et ses paramètres associés (F_0 et V_0). Ces capacités sont évaluées entièrement sur des extensions acycliques (extension simultanée des deux membres), n'incluant pas d'habileté technique dans la réalisation du mouvement, comme lors du pédalage. Néanmoins, l'estimation de F_0 et V_0 sur les extensions acycliques se fait à partir de larges extrapolations linéaires (notamment pour V_0), car les données expérimentales sont mesurées sur une plage restreinte de la relation. En conséquence, l'utilisation d'une relation linéaire pour modéliser la relation force-vitesse est de plus en plus questionnée, surtout aux extrêmes de la relation. Le but

de la première étude de thèse était d'explorer expérimentalement la totalité du spectre de la relation force-vitesse lors d'extensions acycliques des membres inférieurs afin d'avoir une caractérisation plus précise de la modélisation de cette relation et de F_0 et V_0 . D'autre part, l'endurance de force est caractérisée par la relation puissance-temps. Cependant, l'effet de la condition de force et de vitesse (à laquelle la puissance est développée) sur l'endurance de force est mal connue. De plus la puissance produite lors d'effort sous-maximaux est généralement exprimé par rapport à la puissance maximale absolue et non spécifiquement à la condition puissance-vitesse utilisée. Cette imprécision dans l'expression de l'intensité de l'exercice est donc un facteur confondant supplémentaire. Les objectifs de cette deuxième partie de la thèse étaient d'étudier l'effet de la conditions mécaniques d'exercices (force, vitesse et puissance) sur l'endurance de force et notamment de mettre en avant l'existence d'un profil force-vitesse-endurance spécifique à chaque individu.

Jean-Baptiste BEAUME

La montagne et l'hypoxie comme outil thérapeutique pour les populations seniors : développements de santé innovants et approche mécanistique d'une moindre fatigabilité neuromusculaire

En thèse depuis octobre 2019

Encadrement : Thomas RUPP et Tadej DEBEVEC



Ce projet de thèse traite du conditionnement hypoxique (altitude réelle ou simulée) appliqué au sujet âgé. Historiquement, l'entraînement en altitude/hypoxie a été largement utilisé pour optimiser la performance sportive mais des études récentes laissent supposer que l'exercice en hypoxie pourrait aussi constituer un « outil thérapeutique » efficace pour des populations non sportives, voire pathologiques. Ce projet vise au cadrage et à la validation clinique du conditionnement hypoxique comme stratégie thérapeutique innovante, dans l'idée qu'elle soit au moins aussi efficace voire plus efficace que ce qui est proposé aujourd'hui dans la gestion des perturbations liées à l'âge ; augmentation de la fatigabilité neuromusculaire et perçue, diminution de la qualité de vie et perte d'autonomie. Cette thèse sera codirigée par Tadej Debevec (Université de Ljubljana, Slovénie) et Thomas Rupp (Université Savoie Mont Blanc, France) et vise à identifier la nature de la fatigue neuromusculaire (aigüe) et des stress induits par le couplage hypoxie/activité physique pour différents profils de populations âgées. De plus nous ces travaux cherchent à identifier et évaluer les modalités

optimales de programmes incluant du conditionnement hypoxique sur les aspects neuromusculaire, cardiovasculaire et cognitive ainsi que les capacités fonctionnelles des populations vieillissantes.

Matthew CROSS

Fonction musculaire dans le ski alpin : évaluation et relation avec la performance et l'entraînement

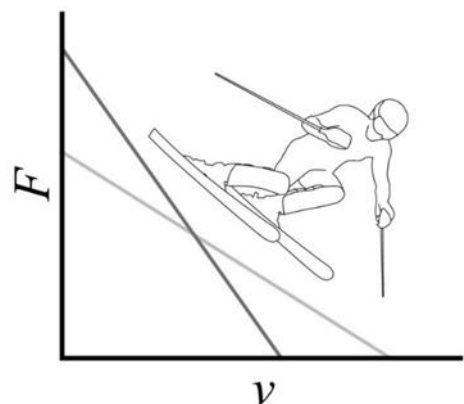
En thèse depuis octobre 2017

Encadrement : Pierre SAMOZINO



Le ski alpin est un sport Olympique mettant en jeu des capacités musculaires maximales de force, d'équilibre et de contrôle moteur. Le ski alpin est un sport pour lequel une médaille se joue en une fraction de seconde pourtant la caractérisation des capacités neuromusculaires ainsi que l'entraînement spécifique pour améliorer ces capacités sont encore méconnus pour les skieurs experts. Une meilleure caractérisation de la tâche d'un point de vue neuromusculaire permettrait d'individualiser l'entraînement et d'améliorer les performances en compétitions. Par conséquent, les objectifs de ce projet sont de mesurer avec précision les capacités

musculaires et d'établir un profil de chaque skieur (représentant l'équipe de France de ski alpin) en utilisant divers outils de mesures, en compilant un ensemble de variables et de capacités. Ces données permettront de déterminer ce que devrait être le profil individuel (post-entraînement) et de prédire les performances sur le terrain. Cette thèse sera centrée sur les résultats concrets des pratiques d'entraîneurs de haut niveau, afin de faciliter l'applicabilité pratique de notre travail.



Hervé DI DOMENICO

Optimisation de la condition physique, des capacités cognitives et de la santé des militaires lors des premières semaines de déploiement en OPEX : Fatigue et considérations novatrices du couplage entraînement en Hypoxie et pré-Acclimatation à la Chaleur

En thèse depuis octobre 2019

Encadrement : Thomas RUPP et Alan J. RICHARDSON



Le projet OPEX-FHA vise à optimiser l'efficacité motrice et cognitive des personnels militaires déployés sur le terrain, et ce particulièrement lors des premières semaines d'opérations extérieures (OPEX). Celles-ci sont critiques en termes d'adaptation aux contraintes environnementales pour les hommes. Les contraintes thermiques en particulier, sur les territoires prioritaires d'intervention actuels ne sont pas nouvelles mais pourtant peu voire pas du tout anticipées à ce jour (mise en œuvre aléatoire des recommandations succinctes du manuel EPMS), pour les troupes européennes du moins. La chaleur (endo- et exogène), associée à la typologie évolutive des sollicitations physiques opérationnelles (vers plus d'intermittent à haute intensité et des récupérations plus brèves), génère une fatigue physique et cognitive qui fragilise sans conteste la santé et la sécurité des hommes.

Ce projet vise i) d'une part, au transfert des questionnements scientifiques récents et innovants appliqués aux sportifs de haut niveau, vers la population militaire en contexte écologique pour identifier et comprendre la fatigue perçue, neuromusculaire et cognitive subie en phase initiale d'OPEX et ii) d'autre part proposer des stratégies de préparation physique réalistes (e.g. coût, logistique, planification), performantes et adaptées aux contraintes écologiques militaires actuelles.



Pascal EDOUARD

Maître de conférences, praticien hospitalier, HDR ; LIBM Saint-Etienne

Prévention des blessures en athlétisme : de l'épidémiologie à l'intervention

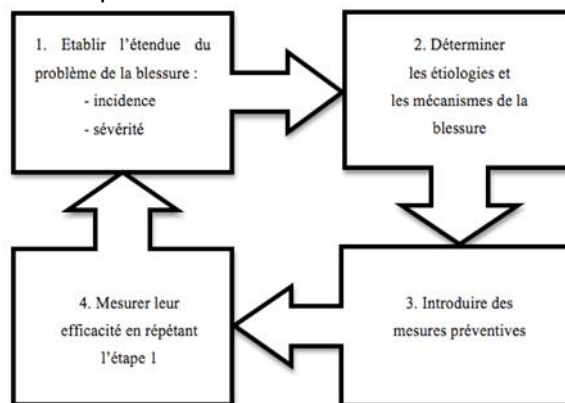
Comme pour de nombreux sports, la pratique de l'athlétisme est associée à un risque de blessures. Ainsi, afin de permettre au pratiquant, quel que soit son niveau, de limiter ces événements néfastes pour son appareil locomoteur à court, moyen ou long termes, il est fondamental d'envisager de proposer des mesures/stratégies de prévention. Dans cet objectif, une méthodologie de recherche structurée, scientifique et clinique a été décrite par van Mechelen et al. (1992), la « séquence de prévention » en 4 étapes :

- La première étape consiste à déterminer l'étendue du problème en termes d'incidence, de sévérité et de caractéristiques des blessures, en s'appuyant sur des études épidémiologiques.

- La deuxième étape consiste à déterminer les facteurs de risque (intrinsèques et extrinsèques) et mécanismes lésionnels qui jouent un rôle dans la survenue de la blessure.

- La troisième étape consiste à développer des mesures préventives qui seraient susceptibles de réduire le risque futur et/ou la sévérité des blessures en se basant notamment sur les connaissances acquises lors de la deuxième étape.

- La quatrième étape consiste à évaluer l'efficacité de ces mesures de prévention développées à la troisième étape, par la réalisation de nouvelles études épidémiologiques ou d'essais randomisés contrôlés.



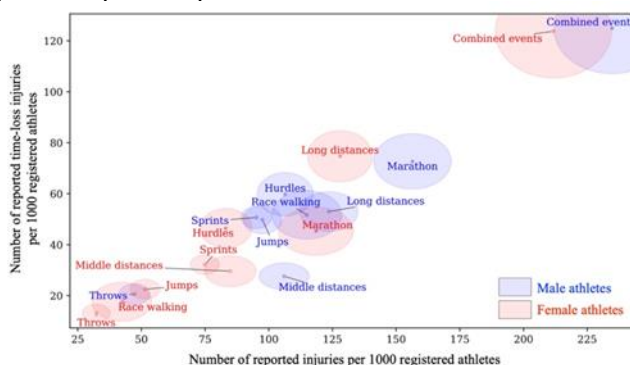
La séquence de prévention des blessures d'après van Mechelen et al. (van Mechelen et al., 1992)

C'est dans ce cadre conceptuel que s'inscrivent nos travaux sur la prévention des blessures en athlétisme, en collaboration notamment avec la European Athletics, la Fédération Française d'Athlétisme, l'école de Mines de Saint-Etienne, la Medical School de Hambourg (Allemagne), et l'Université de Linköping (Suède), et dont 3 études sont présentées ci-dessous.

Etude 1 : Différence des fréquences et caractéristiques des blessures en fonction des disciplines (Edouard et al. accepté dans le BJSM)

Dans le cadre de la première étape « épidémiologique », nous avons cherché à décrire l'étendue du problème des blessures en athlétisme, notamment dans une population pour laquelle la blessure à un retentissement majeur à la fois en termes de santé, mais aussi d'impact social, professionnel et financier : les athlètes de haut niveau. Ainsi, durant les championnats internationaux d'athlétisme (Monde et Europe), nous avons recueilli les nouvelles blessures survenues chez les athlètes y participants. Cela a été réalisé en suivant une méthodologie développée par le Comité International Olympique (Junge et al., 2008) et adaptée pour l'athlétisme (Timpka et al., 2014). Ainsi, sur une base de données réalisée durant 14 championnats d'athlétisme en plein air et en salle de 2007 à 2018, et incluant 16539 participations d'athlètes et 1530 blessures, nous avons pu mettre évidence que la plus grande proportion des blessures survenait dans les disciplines de sprints (25%), et que le plus grand nombre de blessures par athlètes participants était en épreuves combinées, marathon et fond, et le plus faible en lancer et marche athlétique.

La localisation des blessures était aussi variable en fonction des disciplines avec plus de blessures de la cuisse dans les disciplines de sprints, de la jambe dans les disciplines d'endurance, et du tronc / membres supérieurs dans les lancer. Tous ces éléments permettent de guider la mise en place des stratégies de prévention en ciblant



Nombre de blessures (en abscisse) et de blessures entraînant un arrêt de sport (en ordonnée) pour 1000 athlètes participants (en bleu les hommes et en rouge les femmes) pour chaque discipline pour les 14 championnats. Le point représente la valeur du nombre de blessures rapportées pour 1000 athlètes participants et la taille de la forme ellipsoïde représente l'intervalle de confiance à 95% (selon l'axe des abscisses et des ordonnées).

en priorité les disciplines les plus à risque (sprints, épreuves combinées, fond), ainsi que les principales pathologies (lésions musculaires de la cuisse et de la jambe).

Etude 2 : Facteurs de risque de la lésion musculaire des ischio-jambiers chez les athlètes élités (Edouard et al. en préparation)

Le muscle est le tissu le plus fréquemment lésé parmi les blessures survenues dans les championnats internationaux d'athlétisme, et la lésion musculaire de la cuisse et des ischio-jambiers étant la plus fréquente (17% des blessures) (Edouard et al., 2016). Mieux comprendre les éléments qui favorisant la survenue des lésions musculaires des ischio-jambiers devient donc un enjeu important, dans le cadre de la 2^{ème} étape de la séquence de prévention des blessures. Lors des championnats d'Europe d'athlétisme à Berlin en 2018, les athlètes participants ont été interrogés sur leur antécédents de lésion musculaire des ischio-jambiers, ainsi que leur pratique d'entraînement/préparation vis-à-vis des ischio-jambiers. 357 athlètes (45% de la population cible) ont retourné le questionnaire complété, et 42% avait présenté au moins une lésion musculaire des ischio-jambiers depuis le début de leur carrière. La proportion était significativement plus élevée chez les athlètes pratiquant des disciplines explosives et nécessitant du sprint (sprints, sauts, épreuves combinées) (Odd ratio 2,2) et de sexe masculin (Odd ratio 1,8), chez les athlètes pratiquant peu de travail du tronc (« core stability ») (Odd ratio 2,0), et non significativement chez ceux pratiquant plus d'étirements. Le taux de réponse dans les conditions de championnats et chez des athlètes élités était élevé, donnant du poids à nos résultats, qui permettaient de mieux cibler les populations à risque et d'apporter des pistes sur les facteurs de risque des lésions musculaires des ischio-jambiers.

Etude 3 : Efficacité d'un programme de prévention des blessures en athlétisme (Edouard et al. en préparation)

En parallèle de ces avancées concernant la connaissance des blessures et de leurs facteurs de survenues, nous avons aussi essayé de développer un programme de prévention des blessures (PPB) et d'analyser son efficacité pour prévenir la survenue des blessures. L'étude PREVATHLE (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT03307434) est un essai randomisé contrôlé en cluster, incluant 840 athlètes licenciés à la Fédération Française d'Athlétisme, de tous niveaux et disciplines, qui durant la saison d'athlétisme 2018-19 (40 semaines) a consisté au recueil des blessures survenues dans le cadre de la pratique de l'athlétisme via un questionnaire hebdomadaire adressé directement aux athlètes, parmi les deux groupes créés par randomisation : un groupe contrôle au sein duquel les athlètes devaient continuer leur pratique habituel (n=391), et un groupe intervention qui devait réaliser le PPB deux fois par semaine (n=449). A l'issue de la saison, le taux de réponse global sur la saison était de 24%. Dans le groupe intervention, le PPB avait été réalisé en moyenne 0,8 fois par semaine, et seul 27 athlètes avaient atteint le seuil de 2 fois par semaine et pouvaient être considéré comme observant. L'analyse en intention de traiter (sans prendre en compte que les athlètes avaient fait ou non le PPB) rapportait une diminution non significative de 3% de la proportion des blessés dans le groupe intervention, et une analyse de variable instrumentale (en prenant en compte le fait que les athlètes avaient fait ou non le PPB) rapportait une diminution non significative de 48% de la proportion des blessés dans le groupe intervention. Les conclusions de cette étude étaient, qu'à ce jour en France, le manque de rigueur, de participation et/ou d'observance des athlètes ne permettaient de conclure quant à l'efficacité de ce programme. Cependant, les résultats pouvaient laisser penser que le PPB serait efficace chez les athlètes l'ayant réalisé au moins deux fois par semaine.

Références :

- Edouard, P., Branco, P., and Alonso, J.-M. (2016). Muscle injury is the principal injury type and hamstring muscle injury is the first injury diagnosis during top-level international athletics championships between 2007 and 2015. *Br. J. Sports Med.* 50, 619–630.
- Junge, A., Engebretsen, L., Alonso, J. M., Renström, P., Mountjoy, M., Aubry, M., et al. (2008). Injury surveillance in multi-sport events: the International Olympic Committee approach. *Br. J. Sports Med.* 42, 413–421.
- Timpka, T., Alonso, J.-M., Jacobsson, J., Junge, A., Branco, P., Clarsen, B., et al. (2014). Injury and illness definitions and data collection procedures for use in epidemiological studies in Athletics (track and field): Consensus statement. *Br. J. Sports Med.* 48.
- van Mechelen, W., Hlobil, H., and Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sport. Med* 14, 82–99.

Pour cette troisième lettre d'information, Christophe nous emmène à la rencontre d'Alexandre FOURE.

Christophe : Bonjour Alexandre, peux-tu te présenter en quelques mots pour nos lecteurs.



Alexandre : Bonjour, je suis Alexandre Fouré, maître de conférences à l'Université Lyon 1 dans la thématique 5 du LIBM depuis septembre 2018. J'ai 35 ans, né à Guérande en Loire Atlantique. J'ai fait mes études en STAPS à Nantes où j'y ai obtenu ma thèse en 2010. Durant mon stage postdoctoral au CRMBM-CEMEREM à Marseille, j'ai étudié les effets des dommages induits par l'exercice sur la structure et le métabolisme musculaires par imagerie et spectroscopie par résonance magnétique pendant. J'ai par ailleurs développé au sein de la société Siemens Healthineers de nouveaux protocoles d'IRM à ultra-haut champ magnétique afin de caractériser de nouveaux biomarqueurs d'altérations des structures musculo-articulaires dans le cadre de diverses pathologies en partenariat avec le CNRS et l'Hôpital de la Timone à Marseille.

Quelle est le premier projet de recherche que tu souhaites développer au sein du laboratoire ?

Je vais continuer les recherches initiées à Marseille visant à étudier les paramètres neuromusculaires et les propriétés mécaniques musculo-tendineuses ainsi que leurs adaptations à l'exercice qui conditionnent l'apparition et l'étendue des dommages tissulaires.

Quelle est pour toi l'étude phare de tes précédents travaux ?

Il s'agit d'une étude publiée dans le *Journal of Physiology* tout récemment (J Physiol 597.16 (2019) pp 4227–4236). Nous y avons démontré que les zones activées lors de contractions isométriques électriquement induites peuvent être localisées de manière différente des régions musculaires endommagées par cet exercice.

Peux-tu stp nous en faire un résumé ?

Les contractions isométriques électriquement induites peuvent générer des altérations du tissu musculaire. Le but de cette étude était de comparer la localisation et l'étendue des zones activées et des régions endommagées par ces contractions isométriques électrostimulées. Treize sujets ont réalisé un exercice d'électrostimulation induisant 40 contractions isométriques du vastus lateralis (VL) et du vastus medialis (VM). Des mesures de force maximale isométrique volontaire (MVC) et de temps de relaxation T_2 du tissu musculaire obtenues par IRM ont été caractérisées avant et après l'exercice d'électrostimulation afin d'évaluer les zones d'activation musculaire. Des mesures à 7, 14 et 21 jours post-exercice ont été utilisées afin de quantifier les régions musculaires endommagées. La combinaison d'une normalisation spatiale des cartes T_2 et d'une analyse statistique voxel-à-voxel a permis de mettre en évidence une activité musculaire superficielle du VL et du VM liée à l'exercice d'électrostimulation. En revanche, les zones d'altérations sont spécifiques au muscle évalué. Les altérations tissulaires du VM sont plutôt superficielles alors que celles du VL ont été localisées dans la région profonde du muscle. Cette différence de localisation des zones activées pendant l'exercice et des régions endommagées au sein du VL indique que d'autres tissus, que les fibres musculaires directement impliquées dans la production force lors de l'exercice d'électrostimulation, sont altérés.

Est-ce que par exemple les conditions F-V font partie des paramètres que tu veux manipuler à l'avenir ?

Dans un premier temps, ce sont surtout des exercices statiques qui seront étudiés mais j'aimerais réaliser par la suite des études sur le lien entre les conditions Force-Vitesse de l'exercice et les dommages musculaires au sein de différentes populations.

Quelles seraient ces populations que tu comptes étudier ?

Principalement des sportifs avec des profils d'activité différents, avec une pratique plutôt endurante ou explosive. Je veux aussi et surtout étudier l'influence du sexe au sein de ces différents profils.

Quelles sont les techniques que tu maîtrises et que tu pourrais apporter au laboratoire ?

J'ai une expertise sur l'utilisation de différents outils d'imagerie (IRM, échographie) mais aussi sur des techniques plus classiques comme la dynamométrie, l'électromyographie de surface ou encore l'électrostimulation. Ces techniques seraient ainsi complémentaires des méthodologies utilisées par certains collègues de la thématique 5 afin de caractériser des paramètres pouvant être intégrés à des modèles musculo-squelettiques.

Quelles sont les équipes avec lesquelles tu as le plus de chance d'interagir au sein du LIBM ?

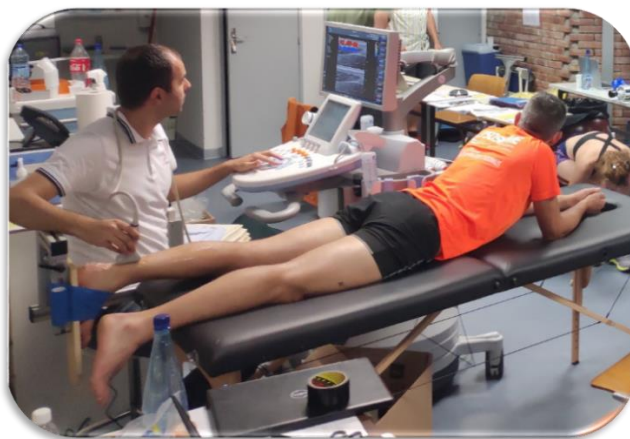
Je pense que je peux collaborer avec toutes les équipes mais, dans un premier temps, les liens entre dommages musculaires et fatigue peuvent être relativement étroits et une collaboration avec l'équipe PAF me paraît assez évidente. Par exemple, lors de l'expérimentation menée sur les coureurs de l'UTMB, j'ai mesuré les effets de la fatigue en ultra Trail sur les propriétés mécaniques du muscle et du tendon. Ces données seront mises en lien avec les évaluations réalisées par des collègues des équipes PAF et VBRBC.

Quel sport as-tu pratiqué ou pratiques tu encore ?

J'ai pratiqué le football pendant une vingtaine d'années à un niveau régional. Aussi, la problématique de l'apparition des blessures notamment au niveau des muscles postérieurs de la cuisse dans cette population ainsi que les conditions de reprise de la pratique m'intéressent particulièrement.

Tu sais que le LIBM souhaite développer une démarche éco-responsable. Quel est le dernier geste pour l'environnement que tu aies réalisé hier ou aujourd'hui ?

Je suis venu en véloV ce matin et je fais attention au quotidien.



Alexandre sur l'expérimentation UTMB 2019

Merci Alexandre.

A bientôt pour une prochaine lettre d'information !