

Caractérisation de profils EEG liés à la performance motrice : une étape vers des entraînements cognitifs basés sur le neurofeedback pour les athlètes

RESUME –

La Coupe du Monde de la FIFA 2018, qui s'est achevée sur une victoire de l'Équipe de France, illustre bien à quel point le sport peut être vecteur de joie et de cohésion au sein d'une population. Ce sentiment de bien-être et d'unité communautaire, engendré sous certaines circonstances par des événements sportifs majeurs, est connu sous le terme de « feel-good effect » [1]. Parmi les facteurs nécessaires à l'expression de ce feel-good effect, les auteurs mentionnent notamment la réalisation de performances exceptionnelles par les athlètes de l'Équipe Nationale. Ainsi, suite au succès de la candidature de Paris pour l'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques en 2024, une ambition forte a été affichée : doubler de nombre de médailles de l'Équipe de France par rapport à Rio 2016 ! Afin d'atteindre cet objectif, il est primordial que mondes du sport et de la recherche travaillent conjointement à l'amélioration de la performance des athlètes.

Parmi les différents leviers d'action disponibles pour améliorer la performance des athlètes, nous nous intéressons aux méthodes d'entraînement. La performance sportive étant multifactorielle (elle met en jeu des facteurs biomécaniques, physiologiques, neurophysiologiques, cognitifs, psychologiques, etc...), son amélioration nécessite l'adoption d'une approche intégrative et interdisciplinaire. De nombreux travaux sont menés afin de mieux appréhender les mécanismes sous-tendant la performance sportive et ainsi pouvoir l'améliorer via des entraînements adaptés et efficaces. Néanmoins, bien que prometteuses et ayant porté leurs fruits dans certains domaines, ces recherches souffrent de deux principales limitations. Premièrement, elles sont menées de manière fortement disciplinaire. Les interactions entre disciplines, bien que prometteuses et souhaitées par les communautés sportive et scientifique, restent peu développées [2]. Deuxièmement, la translation des avancées de la « recherche fondamentale » vers une application aux méthodes d'entraînement présente une grande hétérogénéité selon les disciplines. Des exemples de recherche translationnelle réussie existent dans les champs de la biomécanique et de la physiologie [3]. Ce n'est malheureusement pas le cas, ou beaucoup moins, dans les domaines des neurosciences, de la psychologie et de la cognition. L'avancée significative de nos connaissances sur les liens entre activité cérébrale, performance cognitive et performance motrice ne s'est pour le moment que peu traduite par des innovations en terme d'entraînement [4]. Plusieurs raisons peuvent expliquer cela. Une première raison serait d'ordre technique et méthodologique : mesurer l'activité cérébrale d'un athlète nécessite l'utilisation d'outils tels que l'ElectroEncéphaloGraphie (EEG) qui, jusqu'à récemment, étaient peu accessibles et peu utilisables. Les avancées en termes de matériel (p.ex., capteurs plus fiables, EEG sans fil et sans gel) et d'algorithmique (p.ex., algorithmes de traitement du signal plus efficaces pour démêler l'activité pertinente des artefacts) nous permettent aujourd'hui d'envisager l'utilisation de l'EEG dans un contexte d'entraînement sportif, afin d'avoir une mesure temps-réel de l'activité cérébrale de l'athlète, et potentiellement d'en inférer son état cognitif (champ de la neuroergonomie [5]) et/ou de lui fournir un feedback approprié (champ du neurofeedback [6]). Par ailleurs, une seconde raison serait d'ordre plus pratique : il était, jusqu'à récemment, difficile de créer de manière artificielle des situations spécifiques et pertinentes sur lesquelles entraîner les sportifs, c.-à-d. de leur fournir un feedback riche et écologique afin qu'ils s'améliorent. Les avancées technologiques font que des outils de Réalité Virtuelle (RV), qui permettent justement de créer des environnements contrôlés, facilement modulables, motivants et écologiques de grande qualité, sont maintenant accessibles et permettent donc de remédier à cette limitation pratique.

Ces avancées nous permettent donc d'envisager de nouvelles approches d'entraînement cognitif basées sur l'EEG-neurofeedback et la RV. Afin de concevoir de tels entraînements, il s'agit dans un premier temps de déterminer des marqueurs neurophysiologiques pertinents, c'est-à-dire i) dont les caractéristiques seraient liées à la performance et/ou à l'expertise des athlètes, et ii) que l'on pourrait mesurer en temps réel afin de fournir un feedback permettant aux athlètes d'apprendre à le moduler de manière volontaire. Dans le cadre de ce stage, nous nous intéresserons tout particulièrement aux capacités de focalisation attentionnelle et d'imagerie motrice [7,8] chez les athlètes. Notre objectif sera de

déterminer de potentiels liens entre les profils d'activité EEG au cours du travail mental et la performance ou l'expertise motrice. Si de tels liens existent, il s'agira alors d'extraire des marqueurs de l'activité EEG sur lesquels nous pourrions nous baser afin de concevoir des entraînements neurofeedback écologiques, c.-à-d. proches de situations réelles, grâce à la RV, permettant l'optimisation des performances des athlètes. Concrètement, il s'agira pour la ou le stagiaire de :

- Réaliser une étude bibliographique sur les liens entre imagerie mentale / focalisation attentionnelle / activité EEG / performance motrice
- Concevoir et implémenter une expérience permettant d'objectiver le lien entre activité cérébrale (EEG) au cours du travail mental (focalisation attentionnelle ou imagerie) et performance motrice, sur la Plateforme d'Analyse du Mouvement (PAM) de l'INCLIA, Bordeaux
- Inclure des participants – nous souhaiterions inclure un.e ou deux athlètes de très haut niveau, ainsi qu'un échantillon de sportifs de différents niveaux (soumis aux conditions sanitaires)
- Analyser les résultats (ce qui implique un traitement de signaux EEG, physiologiques et biomécaniques)
- Rédiger un rapport de stage, et potentiellement un article en vue d'une publication scientifique

- [1] Maennig, W. (2008). The feel-good effect at mega sport events: Recommendations for public and private administration informed by the experience of the FIFA World Cup 2006 (No. 18). Hamburg contemporary economic discussions.
- [2] Pyne, D. B. (2012). Multidisciplinary and collaborative research in sports physiology and performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 7(1), 1.
- [3] Takken, T., Giardini, A., Reybrouck, T., Gewillig, M., Hövels-Gürich, H. H., Longmuir, P. E., ... & Hager, A. (2012). Recommendations for physical activity, recreation sport, and exercise training in paediatric patients with congenital heart disease: a report from the Exercise, Basic & Translational Research Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the European Congenital Heart and Lung Exercise Group, and the Association for European Paediatric Cardiology. *Eur. J. of preventive cardiology*, 19(5), 1034-1065.
- [4] Yarrow, K., Brown, P., & Krakauer, J. W. (2009). Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(8), 585-596.
- [5] Dehais, F., Lafont, A., Roy, R. N., & Fairclough, S. (2020). A Neuroergonomics Approach to Mental Workload, Engagement and Human Performance. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 268.
- [6] Jeunet, C., Glize, B., Mcgonigal, A., Batail, J. M., & Micoulaud-Franchi, J. A. (2019). Using EEG-based brain computer interface and neurofeedback targeting sensorimotor rhythms to improve motor skills: Theoretical background, applications and prospects. *Neurophysiologie Clinique*, 49(2), 125-136.
- [7] Di Rienzo, F., Debarnot, U., Daligault, S., Saruco, E., Delpuech, C., Doyon, J., ... & Guillot, A. (2016). Online and offline performance gains following motor imagery practice: a comprehensive review of behavioral and neuroimaging studies. *Front. in Hum. Neurosc.*, 10, 315.
- [8] Debarnot, U., Sperduti, M., Di Rienzo, F., & Guillot, A. (2014). Experts bodies, experts minds: how physical and mental training shape the brain. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 280.

PROFIL RECHERCHE –

Ce stage s'inscrit dans un projet interdisciplinaire en sciences cognitives, mêlant neurosciences, sciences du sport, biomécanique, traitement du signal et machine learning. Nous recherchons donc un(e) candidat(e) ayant une formation en sciences cognitives, STAPS, IHM, IA, Des compétences de programmation (programmation d'expérience, synchronisation de multiples capteurs, traitement du signal et apprentissage automatique) sont nécessaires. Pour les analyses, des compétences en statistiques sont souhaitées.

CONTEXTE DU PROJET –

Ce stage s'inscrit dans un projet plus global de constitution d'un consortium interdisciplinaire de chercheur.e.s intéressé.e.s par la conception d'approches innovantes d'entraînement cognitif à destination des athlètes, basés sur des nouvelles technologies, et notamment sur l'EEG et la RV.

LIEU DE STAGE, ENCADREMENT, GRATIFICATION –

Ce stage interdisciplinaire sera encadré par Camille Jeunet (Chargée de Recherche CNRS, INCLIA – Univ. Bordeaux / CNRS) et Aymeric Guillot (Professeur des Universités, LIBM – Univ. Claude Bernard Lyon 1). Le laboratoire principal de rattachement sera l'INCLIA. L'étudiant(e) recevra une gratification au tarif réglementaire lors des 5 à 6 mois de stage (Février à Juin ou Juillet 2021).

SI VOUS ETES INTERESSE(E), MERCI DE NOUS CONTACTER PAR E-MAIL AU PLUS VITE :

camille.jeunet@u-bordeaux.fr & aymeric.guillot@univ-lyon1.fr