



JOURNÉE DU GDR  
**SPORT ET IA**

27 janvier 2021

L'intelligence artificielle et les « big data » font désormais partie du langage courant. La sphère du sport et de l'activité physique n'échappe pas à ces enjeux. Ces secondes journées du GDR seront l'occasion d'échanger sur la contribution de l'intelligence artificielle, mais également ses limites et ses risques, au service de l'analyse de la performance sportive et plus généralement du mouvement humain, dans une perspective pluridisciplinaire.

## Programme de la journée

**9h-9h15** Accueil/Introduction

**9h15-9h45** GUEDJ Benjamin, Inria Lille - Nord Europe et University College London (Centre for Artificial Intelligence, Department of Computer Science).

**Titre** : Artificial intelligence and machine learning — a mathematician's take

**Résumé** : AI's impressive successes have made it pervasive in society and caught the interest of industry and decision-makers, although little is acknowledged in the public eye to the essential theoretical foundations of AI systems. I will focus on machine learning, a key component to AI, and discuss how algorithms are able to improve as they acquire more "experience". I will present examples of how theoreticians' contributions are a key fuel to AI and comment on future exciting challenges.

**9h45-10h15** ROSENBAUM Mathieu, Laboratoire d'analyse et de mathématiques appliquées, Ecole Polytechnique.

**Titre** : Optimal coaching: how the tools of artificial intelligence can help

**Résumé** : In this talk, we show through examples how some mathematical tools combined with artificial intelligence techniques can help staffs improve their decisions. We focus on football teams and consider various issues that need to be addressed before, during and after games. Our aim is to illustrate the power of AI driven tools to quantify decisions made by staffs and players.

**10h15-10h45** EMIG Thorsten, Laboratoire de physique théorique et modèles statistiques, CNRS et Université Paris Sud

**Titre** : Taking the exercise lab to the real world: What can we learn from big data in endurance sports?

**Résumé**: Laboratory performance tests provide the gold standard for running performance but often do not reflect real world conditions. In our latest work, we use a large dataset obtained from wearable exercise trackers to inform a validated model for running performance, and obtain a better understanding of the complex interplay between training and performance. The data set contains running activities of  $\approx 14,000$  individuals,  $\approx 1.6$  million exercise sessions containing duration and distance, and a total collaborative distance of  $\approx 20$  million km ran. The inclusion of endurance as a model parameter offers novel insights into performance: a highly accurate race time prediction and the identification of key parameters such as the lactate threshold, commonly used in exercise physiology. Correlations between performance indices and training volume and intensity are quantified, pointing to an optimal training. Our findings hint at new methods to quantify and predict athletic performance under

real-world conditions, detection of doping, and the assessment of new running shoe technologies.

**10h45-11h** Pause

**11h-11h30** GUEDJ Benjamin, University College London (Centre for Artificial Intelligence, Department of Computer Science) et Inria Lille - Nord Europe.

**Titre** : Predicting performance profiles

**Résumé** : Massive data collection in sports has revived the old scientific utopia of better understanding the world by automatically converting data into knowledge. We present clustering and prediction algorithms (called Magma and MagmaClust) based on multi-task Gaussian processes to deal with inhomogeneous time series, and illustrate how both outperform the state-of-the-art techniques. We apply those algorithms to predict performance profiles for professional swimmers and help early detection of promising athletes.

Joint work with Arthur Leroy, Pierre Latouche, Servane Gey (all with Université de Paris)

References: <https://arxiv.org/abs/2007.10731> and <https://arxiv.org/abs/2011.07866>

**11h30-12h** REQUEDA Stéphane, GENCI

**Titre** : GENCI une infrastructure nationale de calcul/stockage au service de la communauté du sport français

**Résumé** : Créée en 2007 par le MESRI, le CEA, le CNRS, la CPU et Inria, GENCI implémente la politique nationale en moyens de calcul haute performance (HPC) et de stockage pour la recherche ouverte académique et industrielle française. GENCI met à disposition gratuitement ses supercalculateurs au sein de 3 centres de calcul souverains (TGCC pour le CEA, IDRIS pour le CNRS et CINES pour la CPU) pour aider les chercheurs à accélérer leurs travaux de simulation numérique, traitement de données et usage de l'intelligence artificielle (IA). En appui de plus de 1000 projets de recherche par an, GENCI s'est récemment rapproché de la communauté du sport en France, notamment dans la perspective de PARIS 2024 pour lui faire bénéficier de ses moyens et services dans des approches mixtes alliant sport, santé, SHS, ...

**12h-13h30** Pause

**13h30-14h** MENISSIER Thierry, Responsable de la Chaire « Ethique et IA », Institut de Philosophie de Grenoble, Université Grenoble Alpes.

**Titre** : Difficultés et enjeux d'une éthique de la pratique physique et sportive à l'ère de l'IA

**Résumé** : Dans cette intervention, nous voulons réfléchir en spécialiste d'éthique appliquée et de philosophie politique aux transformations des secteurs de la pratique physique et sportive qui sont appelées par l'essor de l'intelligence artificielle. Sous l'effet du déploiement des technologies regroupées sous ce terme générique, certaines difficultés apparaissent, d'autres sont amplifiées. Le sport, tel qu'il a été réinventé dans la modernité dans le contexte de la révolution industrielle, voit ses ambiguïtés (du point de vue éthique) considérablement

augmentées : les performances du joueur/de la joueuse professionnel.le sont désormais étroitement monitorées et exponentiellement exploitées dans le cadre d'une « biopolitique » médiatiquement spectaculaire sans scrupule humaniste. Le sport-loisir et les pratiques sportives ordinaires sont de leur côté l'objet d'une attention toute particulière de la part du marché du développement personnel. Ce dernier regorge déjà de solutions technologiques qui ne sont pas sans ambiguïtés pour une éthique de l'IA appliquée au corps. Enfin, d'autres pratiques physiques – réellement émancipatrices – peuvent être inventées avec l'aide de l'IA.

**14h-14h30** JEUNET Camille, Laboratoire Cognition, langues, langage, ergonomie, CNRS et Université Toulouse Jean-Jaurès

**Titre :** Entraînements neurofeedback pour améliorer la performance sportive : enjeux, promesses et verrous

**Résumé :** L'entraînement neurofeedback (NF) vise à apprendre aux athlètes à moduler, de manière volontaire, des rythmes d'activité cérébrale sous-tendant des capacités cognitives ou motrices spécifiques, que l'on souhaite améliorer. Concrètement, il s'agit de mesurer leur activité cérébrale, la plupart du temps grâce à un casque ElectroEncéphalographique (EEG), puis de leur fournir un retour perceptif (ou feedback) au sujet du marqueur cible afin qu'ils/elles apprennent à le moduler, p.ex., en en augmentant ou diminuant l'amplitude. Deux méta-analyses récentes (Mirifar et al., 2017; Xiang et al., 2018) suggèrent que, en effet, l'entraînement NF permettrait à la fois une modulation de l'EEG, mais aussi une amélioration de la performance sportive. Il s'agit donc d'une approche très prometteuse, d'autant plus que la technologie devient accessible. Cependant, de nombreuses questions et verrous, scientifiques, techniques et humains, restent à lever (p.ex., comment déterminer des marqueurs EEG pertinents ? comment concevoir des entraînements adaptés, motivants et acceptables ? comment assurer le transfert de compétences ?). Nous aborderons donc ensemble les enjeux, les promesses et les verrous associés au développement du NF dans le sport, et insisterons sur la nécessité d'adopter une approche collaborative et interdisciplinaire pour atteindre nos objectifs de performance.

**14h30-15h** COUGOULAT Glenn/HAYS Arnaud, GRICAD, CNRS et Université Grenoble Alpes et Institut des Sciences du Mouvement, CNRS et Aix-Marseille université

**Titre :** Des modèles sismiques au traitement du signal force/vitesse en sport

**Résumé :** Le profil force vitesse qui détermine les qualités neuromusculaires d'un mouvement sportif de type explosif est de plus en plus utilisé dans le monde de l'entraînement pour paramétrer les séances d'athlètes, mesurer leur évolution ou leur fatigue. Il permet d'identifier les facteurs principaux de la puissance et de mesurer les écarts à un profil idéal. Les travaux de JB.Morine et P.Samozino (2016) ont contribué à vulgariser cette analyse dans l'entraînement. Les données engendrées par ce type de tests en particulier avec les plateformes de forces sont traitées communément dans le monde sportif avec une vision biomécanique. Pourtant l'utilisation de modèles sismiques au traitement de la force musculaire (principe d'onde) révèle des informations bien plus nombreuses et sensibles que l'approche classique. La définition même de la fatigue pourrait être impactée par ce type d'analyse (étude en cours) et une somme d'informations complémentaires pour la performance ou la prophylaxie nous est offerte. L'application de modèles mathématiques et d'IA permet en particulier de modifier notre regard souvent cloisonné sur nos données thématiques.

**15h-15h15** pause

**15h15-15h45** DRUILHET Pierre, Laboratoire de mathématiques Blaise Pascal, CNRS et Université Clermont-Auvergne

**Titre** : Modélisation du risque de blessure chez les sportifs professionnels

**Résumé** : les sportifs professionnels font l'objet d'un suivi longitudinal rigoureux de leur condition physique. Les données générées permettent de construire des modèles de prévisions de blessure s'appuyant sur les données de la littérature et les données individuelles. A partir du suivi d'une équipe de football professionnel, nous comparons différents modèles de prévision en évitant d'un côté le sur-apprentissage et d'un autre côté l'utilisant de modèles trop rigides. Les techniques d'IA ou d'apprentissage automatique permettent d'améliorer les qualités prédictives des modèles classiques surtout lorsque la proportion de blessure est relativement faible. Nous discuterons les avantages et inconvénients des différentes techniques de modélisation utilisées.

**15h45-16h15** CHARDONNET Jean-Rémy, Laboratoire d'Ingénierie des systèmes physiques et numériques, ENSAM

**Titre** : Vers une réalité virtuelle (re)centrée sur l'humain

**Résumé** : A travers ce titre qui sonne volontairement comme un pléonasme (la réalité virtuelle est par définition centrée sur l'utilisateur), cet exposé présentera les défis majeurs de la réalité virtuelle pour une diffusion massive, ainsi que plusieurs travaux de recherche réalisés pour y répondre. Une focalisation sera faite sur le cybermalaise, un phénomène particulièrement important et source de rejet de la technologie. Je présenterai des études menées depuis quelques années au sein de l'Institut Image d'Arts et Métiers (ENSAM) pour intégrer pleinement l'humain dans la conception d'applications de réalité virtuelle, permettant de limiter au maximum l'apparition du cybermalaise et d'améliorer l'expérience utilisateur, certaines de ces études incluant des outils issus de l'intelligence artificielle. Une brève extension de ces travaux à l'interaction en réalité virtuelle sera présentée. Quelques perspectives et pistes de travail seront enfin proposées.

**16h15-16h45** SAYD Patrick, CEA-LIST

**Titre** : L'analyse vidéo peut-elle faire plus pour le sport de haut niveau ?

**Résumé** : Dans le sport de haut-niveau, l'analyse vidéo est déjà très utilisée par les staffs techniques comme outil d'analyse du jeu et comme vecteur de communication vers les joueurs. D'un point de vue technique, l'image tient une place à part parmi les données que peuvent traiter les « IA ». En effet, le volume de données est conséquent et les informations y sont hétérogènes et non-structurées. Les algorithmes doivent détecter, extraire, cumuler et interpréter ces informations pour remonter à la connaissance, à la compréhension des situations observées ; nous montrerons sur quelques exemples que les progrès fulgurants apportés par les techniques d'apprentissage profond (deep learning) permettent d'envisager de nouvelles formes d'analyse du jeu encore plus ciblées, plus approfondies et réellement au service des entraîneurs.

**16h45-17h15**

Table ronde conclusive : Enjeux de l'IA et perspectives