

Offre de Stage (H/F) :

Analyse biomécanique de la pratique du padel : effet de l'usure des raquettes

Contexte

Le matériel sportif est un point déterminant de la performance, il intervient non seulement dans l'optimisation et la qualité du geste mais aussi dans les risques de blessures encourus par l'athlète. Cependant, il n'existe aujourd'hui pas de méthode robuste guidant les athlètes dans le choix de leur matériel sportif. La limite principale réside dans la méconnaissance des effets des propriétés mécaniques du matériel sur les déterminants biomécaniques de la performance. En particulier, l'effet des interactions entre les caractéristiques du matériel et la propagation des sollicitations mécaniques dans le corps humain (e.g. vibrations transmises lors de la pratique du vélo ; chocs transmis lors de la course à pied) a été très peu abordé. Or, d'un point de vue clinique, les vibrations entraînent des pathologies spécifiques de l'appareil locomoteur [1] et du système vasculaire [2]. Ainsi, minimiser les niveaux vibratoires transmis à l'athlète permettrait de diminuer les risques de pathologies. Néanmoins, les vibrations [3] et le son [4] produit par rayonnement acoustique sont également interprétées empiriquement par l'athlète pour évaluer le confort et la qualité de la performance. Il apparaît donc productif d'inclure l'athlète et son ressenti dans une méthodologie scientifique cherchant à lier la qualité du matériel et les vibrations transmises au corps.

Dans ce projet, nous nous intéresserons en particulier au padel, sport de raquettes apparu au début des années 1970 et en pleine expansion (260 % d'augmentation du nombre de licenciés entre 2018 et 2019). Les raquettes sont constituées d'une mousse EVA d'environ 4 cm recouverte d'une couche en carbone ou en fibre de verre. La durée de vie, hors casse, d'une raquette est usuellement estimée entre 6 mois et 1 an en fonction de son niveau d'utilisation. Néanmoins, à cause de son prix (entre 35 et 400 €), un joueur moyen changera moins souvent sa raquette. Or, il est communément admis que l'usure de la raquette induit des vibrations parasites affectant le contrôle du geste, le ressenti de l'athlète, voire augmentant le risque de blessures du fait de lésions traumatiques ou de sur-sollicitations du système musculo-tendineux, voire osseux [5]. De plus, face aux enjeux socio-écologiques actuels, un renouvellement du paradigme sportif et donc du rapport à la consommation d'équipements devient primordial. Ainsi, il apparaît fondamental de comprendre l'évolution du comportement de la raquette au cours du temps. Ce projet permettra à la fois de connaître les relations entre l'usure de la raquette et les risques de blessures, et de contribuer à la conception de raquettes plus durables.

Contenu du stage

Le stage vient en support d'une thèse financée par le GDR Sport depuis octobre 2022. Le projet abordera la question de l'impact de l'usure des raquettes sur la performance des joueurs, leur ressenti en jeu, et le chargement biomécanique associé.

Pour cela, un ensemble de raquettes aura préalablement été utilisé artificiellement à l'aide d'un lance-balles afin de refléter plusieurs niveaux d'usure. Après une étude bibliographique,

la première étape du stage consistera à définir un protocole de mesures pour tester ces raquettes en situation de jeu. L'étude impliquera la répétition de frappes avec plusieurs modèles de raquettes, par une quinzaine de joueurs de bon niveau. La performance de chaque frappe sera contrôlée à partir de la trajectoire et la vitesse de la balle. Le ressenti des joueurs sera évalué à partir de questionnaires proposés à chaque nouvelle raquette testée. Enfin, la mesure de l'activation musculaire de certains sites du membre supérieur et de la transmission du choc dans le membre supérieur permettront d'estimer l'évolution de la charge biomécanique pour le joueur en fonction de l'usure et de l'endommagement des raquettes.

Le traitement de la base de données collectée donnera accès à l'effet de l'usure des raquettes sur les sollicitations biomécaniques auxquelles les joueurs sont soumis. La caractérisation de la charge biomécanique en fonction du niveau d'usure sera également mise en relation avec l'évolution de paramètres mécaniques et vibratoires globaux (e.g. rigidité, inertie, paramètres modaux) mesurés au fur et à mesure de la procédure de vieillissement des raquettes. Une meilleure compréhension de ces phénomènes et des enjeux de blessures pour le couple athlète/raquette permettra ainsi de guider les joueurs de padel dans le choix de leur équipement en fonction de leurs spécificités (e.g. niveau de pratique, retour de blessure, réathlétisation).

Contexte du stage

- **Laboratoires :**

- (1) Université Sorbonne Paris Nord, Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak, Arts et Métiers Institute of Technology ;
- (2) Sorbonne Université, CNRS, Institut Jean Le Rond d'Alembert, équipe Lutheries-Acoustique-Musique ;
- (3) Junia/ISEN, IEMN UMR CNRS 8520

- **Encadrement :**

Delphine Chadeaux (MCF USPN) ;
Thomas Daney (Doctorant) ;
Jean-Loïc Le Carrou (Pr, SU) ;
Arthur Paté (EC Junia/ISEN).

- **Contacts :**

delphine.chadeaux@sorbonne-paris-nord.fr ;
thomas.daney@ensam.eu ;
jean-loic.le_carrou@sorbonne-universite.fr ;
arthur.pate@isen.fr

- **Compétences attendues :** Etudiant de M2 ; Formation STAPS, Biomécanique, ou Ingénierie mécanique ; Intérêt pour le sport et les sports de raquette.
- **Dates du stage :** 5 à 6 mois à partir de février 2025.

Références

- [1] Zadpoor, A.A., & Nikooyan, A.A. (2011). The relationship between lower-extremity stress fractures and the ground reaction force: a systematic review. *Clin. Biomech.*, 26(1):23–28.
- [2] Chetter, I.C., Kent, P.J., Kester, R.C., 1998. The Hand Arm Vibration Syndrome: A Review. *Cardiovascular Surgery* 6(1):1–9.
- [3] J. R. Roberts, R. Jones, S. J. Rothberg, N. J. Mansfield, C. Meyer (2006). Influence of sound and vibration from sports impacts on players' perceptions of equipment quality. *J. Materials: Design and Applications*.
- [4] N. Schaffert, K. Mattes, A. O. Effenberg (2011). An investigation of online acoustic information for elite rowers in on-water training conditions. *J. Human Sport Exercise* 6(2):392–405.
- [5] C. Oudart (2017). Quelles blessures au padel ? *Padel Magazine*, chronique Santé, 2017, <https://padelmagazine.fr/quelles-blessures-au-padel/>, consulté le 18/04/2022.
- [6] D. Chadefaux, G. Rao, J.-L. Le Carrou, E. Berton, L. Vigouroux (2017). The effects of player grip on the dynamic behaviour of a tennis racket. *J. Sports Sci.* 35(12):1155–1164.
- [7] R. Sun, G. Chen, H. He, B. Zhang (2014), The impact force identification of composite stiffened panels under material uncertainty, *Finite Elements in Analysis and Design*, 81:38–47.
- [8] A. Coles, B. Albuquerque de Castro, C. Andreades, F. Guimarães Baptista, M. Meo, F. Ciampa (2020). Impact Localization in Composites Using Time Reversal, Embedded PZT Transducers, and Topological Algorithms. *Front. Built Environ*, 6:27.