



Jeremy Supter/Item

13

Treize établissements d'enseignement supérieur, en sus du CNRS, de l'Insep, du CNSD, de l'Inria et de CEATech, sont engagés dans le programme Sciences 2024 piloté par l'École polytechnique.

L'initiative vise à renforcer les liens entre la recherche et le monde sportif, mais aussi à développer l'innovation dans le secteur des sciences associées au sport (physique, mécanique, mathématiques, biomécanique, biométrie, big data, réalité virtuelle, textiles...).

JEUX DE SCIENCES

Dans la perspective des JO de 2024, plusieurs grandes écoles et universités ont décidé de s'allier pour aider les sportifs français dans leur quête de titres. Immersion le long du bassin de kayak auprès de jeunes chercheurs incubés à l'École polytechnique.

FLORIAN DACHEUX

Ce matin d'avril, un épais brouillard survole le lac de la base nautique de Vaires-sur-Marne (Seine-et-Marne). Sur l'eau s'entraînent des membres de l'équipe de France de kayak sous le regard de leurs coaches. Alors que les allers-retours chronométrés s'enchaînent, un groupe de chercheurs suit la séance à vélo. Parmi eux, deux fortes têtes, issues de l'École polytechnique et de l'École normale supérieure Paris-Saclay, à Cachan.

Fondateurs de la start-up Phyling à l'issue de leur thèse sur la physique de l'aviron il y a un an, ils collaborent aujourd'hui avec le programme de recherche intitulé Sciences 2024, initié par « Polytech » dans le but d'aider les athlètes à améliorer leurs perfor-

mances. « Des objets connectés, il y en a plein dans le sport, mais, dès que l'on va voir les sportifs professionnels, on se rend compte qu'ils n'utilisent rien, explique Romain Labbé, cofondateur de la start-up avec Jean-Philippe Boucher. Les matériels ne sont jamais adaptés pour eux. La difficulté est de fournir des informations à la fois fiables et très ciblées pour ne pas noyer les sportifs dans les détails. »

Ces détails, le duo compte bien s'en occuper sur la durée. Tel est le sens de leur venue régulière sur le site olympique de Vaires-sur-Marne afin d'échanger avec les sportifs. Ces journées, dites d'extraction, permettent de faire émerger les problématiques de terrain qui sont ensuite définies en thématiques d'études par les chercheurs et priorisées par les entraîneurs. « Lors des Jeux de

Rio, j'avais eu un dilemme pour la fin du 200 m, témoigne Sarah Guyot, championne d'Europe en titre de K2 sur 500 m. Est-ce que je m'efforce à tenir la cadence ou est-ce que je maintiens simplement des appuis efficaces ? Car ce qui nous intéresse souvent et qu'on n'arrive pas à avoir, ce sont des chiffres très précis sur chaque coup de pagaie, pour savoir lequel est le plus efficace. Il faut que le kayak ne bouge pas trop, que les gîtes (l'inclinaison) soient en rapport avec les coups de pagaie mais on ne peut pas vraiment savoir quand un truc lâche. »

C'est justement ce type de retours lié au feeling des sportifs sur lequel souhaite s'appuyer les chercheurs afin d'aller glaner ces fameux pourcents qui feront la différence. « Nous l'avons déjà fait pour l'aviron et cela marche très bien, assure Labbé. On peut poser

des capteurs sur une rame pour mesurer la force déployée lors des coups de pagaie. Avec les dames de nage (qui servent à fixer la rame), on a un point fixe qui nous permet de mettre les capteurs, de les étalonner et de faire les essais. En kayak, ce point fixe n'existe pas et cela rend la mesure plus complexe. »

« Le but est de montrer à un entraîneur tout ce qu'il n'est pas capable de voir. Cela ne modifie pas le ressenti des athlètes, cela le quantifie »

JEAN-PHILIPPE BOUCHER, COFONDATEUR DE PHYLING

D'autant que, sur l'eau, les conditions météorologiques peuvent jouer un rôle déterminant dans la cadence et la vitesse d'exécution des athlètes. « Avec le vent et des

rafales, on peut avoir des directions différentes en direct, confirme Jean-Pascal Crochet, l'entraîneur en chef du kayak. Ce n'est pas de la natation. Le vent est plus gênant quand il vient de côté. On peut voir la cadence mais on a surtout besoin de mesurer la vitesse en fonction de comment le bateau glisse ou saute, en fonction de l'amplitude du rameur. Avoir des réponses avec certitude, c'est difficile. Les athlètes en réclament, mais il ne faut pas qu'ils s'attendent à un miracle. » Très à l'écoute, Christophe Clanet, le directeur du programme Sciences 2024, renchérit aussitôt : « Pour nous, l'idée est d'être à votre disposition pour travailler, par exemple, sur l'aérodynamisme. Nous ne sommes pas là pour vendre du rêve mais pour vous dire ce que l'on peut mesurer ou non à partir des pagaies. »





Florian Dacheux / L'Equipe

Des étudiants ingénieurs s'activent depuis plusieurs mois auprès de sportifs français (ci-dessous le pentathlète Brice Loubet) pour leur apporter des données inédites qui leur serviront ensuite à améliorer leurs performances dans la perspective des Jeux Olympiques et Paralympiques.



Florian Dacheux / L'Equipe

« Préparer à faire face à la pression »

Jean-Maxence Berrou, entraîneur national du pentathlon moderne, explique combien la collecte de données permet de réduire la part d'aléatoire, notamment sur le combiné laser-run.

« Quel a été le déclic pour vous lancer dans cette aventure scientifique ? »

Nous avons été conviés à un atelier sur la problématique du tir au pistolet laser et l'étude du conflit vitesse-précision, par rapport à la rythmique des coups. On sait intuitivement que plus on tire vite, moins on est précis. On a pris Brice Loubet, l'athlète le plus régulier en tir de l'équipe de France, comme cobaye. On a pris un métronome pour imposer un rythme de tir, on a compté les réussites et ratés, le tout filmé à la caméra. De là, on a tracé une première loi physique sur la précision de la puissance de tir et sur le temps qu'il reste au stand de tir en fonction de la cadence.

Quelles conclusions en avez-vous tirées ?

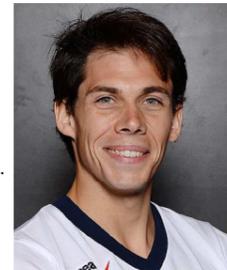
Qu'une cadence de tir optimale existe. On a trouvé une cadence de 2 à 2,2 secondes entre chaque coup de Brice. S'il ralentit cette cadence, il n'est pas aussi précis et il perd du temps. Et s'il va plus vite, il n'en met plus aucun. Comme nous sommes dans une problématique chronométrée, les athlètes ont tendance à tirer vite. Et quand ils louper, ils veulent rattraper encore plus le temps. Or, plus on

accélère, plus on pète les plombs à un moment donné. Au niveau cognitif, il ne se passe plus rien. Aller vite et en loupant trois, c'est moins efficace qu'en loupant un en allant un peu plus doucement.

« Des fluctuations de 10 secondes au tir, ça peut être 10 places aux JO »

Avez-vous des réponses plus précises aujourd'hui ?

Avec un pistolet instrumenté avec accéléromètre et un capteur de pression sur la queue de détente, on dispose d'un outil fiable qui nous renvoie des retours utilisables sur tablette pour notre quotidien. Cette collecte de données donne une carte d'identité de l'athlète. Cela apporte une information concrète pour échanger. Nous nous sommes appuyés sur Brice Loubet avant de tester avec d'autres, ce qui nous a permis de faire évoluer notre approche. Chacun possède sa propre courbe. Le but de l'entraînement, c'est de la décaler et de la faire évoluer sur 3-4 dixièmes.



Globalement, Brice a gagné entre 5 et 8 secondes sur son temps de tir global de sortie. Le fait qu'il connaisse sa vitesse pour tirer, cela lui permet d'être plus concentré. Cette expérimentation fait donc avancer vos séances en vue des JO...

On ne veut surtout pas être aliénés. On est dans une phase d'optimisation, avec des petites évolutions. Maintenant que c'est lancé, on va renforcer le dispositif cet hiver à l'approche des Jeux de Tokyo (à l'été 2020). Mais c'est certain que ça va compter. Sur une discipline technique comme le tir, il y a les conditions de course et l'émotion qui peuvent jouer aussi. Des fluctuations de 10 secondes sur la partie tir, ça peut être 10 places. Ce qui est important, c'est d'essayer d'avoir un geste le plus stable et le plus régulier possible. L'expertise du staff reliée à des outils scientifiques génère une stabilité technique. Avec plus de confiance dans des situations stressantes ou à enjeu, on prépare nos athlètes à faire face à la pression. » F. D.

L'exemple des prothèses tibiales

Le sport paralympique (*) aussi est intéressé par le programme Sciences 2024. Éclairage avec la longueur et le projet de prothèses tibiales pour la recordwoman du monde Marie-Amélie Le Fur.

LE HANDISPORT ÉGALEMENT CONCERNE

Jean-Christophe Géminard, du Laboratoire de physique d'ENS Lyon initié avec son étudiante de thèse Laura Lemahieu, travaille également sur le handisport autour de l'optimisation des fauteuils. Ensemble, ils essaient de comprendre comment éviter au maximum la dissipation des roues et étudient également l'ergonomie de la main-courante. Alors qu'ils s'interrogent depuis peu sur la position du sportif (plié en deux, il n'utilise que 30 % de sa capacité respiratoire) et sur la position des pieds, ils viennent de débiter des interactions avec Stéphane Lelong, nommé il y a trois ans directeur sportif du tennis de table à la Fédération française Handisport.

Amputée de sa jambe gauche à la suite d'un accident en scooter en 2004, Marie-Amélie Le Fur mène une carrière sportive de très haut niveau : triple championne paralympique et quadruple championne du monde sur le saut en longueur et le 400 mètres. Et la Française (31 ans) n'est pas rassasiée. Elle collabore avec cinq étudiants de Polytechnique après les avoir rencontrés à l'Handisport Open de Paris, au stade Charléty, en juin 2018. « Nous avons eu une discussion purement informelle puis elle a compris que ça pouvait lui apporter de la séré-

nité dans ses sensations », confie Paul Frapart, l'un des étudiants désireux de travailler sur un projet de prothèses tibiales pour le saut en longueur. « En analysant différents sauts, nous avons trouvé une relation entre l'angle de décollage et la vitesse d'impulsion, qui caractérise les capacités physiques et physiologiques de l'athlète. De cette relation peut être déduit un angle de décollage optimal, autour de 20 degrés », ajoute-t-il.

L'objectif dans cette affaire ? Extraire des données concrètes pour Jean-Baptiste Souche, l'entraîneur principal de Le Fur. « Ce

travail apporte quelques réponses et pas mal de questions, confirme à demi-mot le coach, contraint de ne pas dévoiler toutes ses stats à la concurrence. On comprend mieux la relation entre la vitesse d'arrivée à l'impulsion et l'angle de décollage, ainsi que la relation entre la dureté de la lame et l'angle de décollage. »

Pour l'heure, difficile pour lui de quantifier une quelconque amélioration des performances. Le Fur, qui vient seulement de reprendre l'entraînement après avoir donné naissance à une petite fille le 26 août, se prépare pour les qualifications aux Jeux Paralympiques de Tokyo. « On va pouvoir expérimenter ces avancées d'ici le printemps en situation réelle, précise-t-il. On s'est rendu compte que les lames de Marie-Amélie étaient légèrement trop souples par rapport à ce qu'elle était capable d'appréhender. Elle aura bientôt une lame un peu plus dure et des consignes techniques qui lui permettront de mieux utiliser le rebond de la lame. » L'or à Tokyo passera par un changement de lame. F. D.



Marie-Amélie Le Fur, triple championne paralympique, aux côtés d'étudiants de Polytechnique, en novembre 2018.

(*) Six disciplines sont associées : athlétisme, cécifoot, cyclisme (handbike), natation, tennis de table et paracanoe.

Depuis le printemps, les chercheurs de Phyling, installés dans les locaux du Drahi-X Novation Center sur le campus de Polytechnique à Palaiseau, ont bien avancé sur la question. « Ils nous ont passé une rame qu'on a équipée avec notre technologie, explique Romain Labbé. On a installé tout notre système de mesure de force dessus. On connaît désormais la force de propulsion de la rame dans l'eau. »

Rugby et pentathlon moderne, autres objets d'études

Cet automne, les kayakistes recevront une version définitive pour conclure les essais autour de la force déployée par le rameur. « Grâce à nos très hautes fréquences d'acquisition, on peut décrire tout le mouvement et le recevoir en temps réel sur la tablette, précise Jean-Philippe Boucher. On connaît la cadence, le nombre de coups par minute, mais pour connaître la puissance développée par le rameur et son mouvement, il faut connaître la force déployée sur chaque coup. Le but est de montrer à un entraîneur tout ce qu'il n'est pas capable de voir. Cela ne modifie pas le ressenti des athlètes, cela le quantifie. C'est un bon moyen

d'échanger avec des preuves. » Le temps que la Fédération française de kayak digère ces statistiques, le duo poursuit ses expérimentations avec d'autres disciplines. Il prévoit notamment de décliner sa technologie dans la voile, l'équitation, le tir à l'arc, l'aviron ou encore le cyclisme sur piste. À l'heure actuelle, il travaille déjà pour le rugby, en collaboration avec le corps médical des pros du Racing 92, mais aussi pour la Fédération de pentathlon moderne et son pôle France situé à l'Insep (lire par ailleurs).

« Pour le rugby, nous intégrons des capteurs dans les crampons, assure Labbé. Cela permet par exemple de détecter et d'anticiper un seuil de fatigue ou de blessure. Pour le pentathlon et le tir, ça mesure l'interaction entre le doigt du tireur et la queue de détente. L'entraîneur dispose d'une tablette et voit en temps réel la progression du doigt. Cela lui permet d'appuyer ses intuitions avec des données précises. » Conscients que les détails peuvent valoir quelques médailles de plus à la France, les duettistes comptent bien, avant Paris, accompagner leurs poulains à Tokyo l'été prochain. Avec plein d'algorithmes dans la tête. F.