

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: 33 (2021)
Heft: 130: Sciences du sport: à vos marques, prêtes

Rubrik: Dossier : le sport au laboratoire

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Hautes performances et santé, spectacle et équité: le sport est une science en soi. Et en tant que telle, cette science gagne en importance. Nous vous emmenons en course d'orientation dans les laboratoires et analyses.

Optimisation physique câblée et sur écran
Le photographe zurichois Gian Paul Lozza met en scène les combattants qui exigent de leur corps des performances de pointe pour le public. Pour Horizons, il a fait une course d'orientation dans les laboratoires sportifs suisses où les données et l'optimisation sont au premier plan. Par exemple, à la haute école de sport de Macolin, où les skieurs de fond sont constamment analysés jusque dans les moindres détails sur le tapis roulant (photo de droite). S'ils devaient tomber une fois d'épuisement, la corde fixée à leur dos arrêterait immédiatement le tapis. Photo: Gian Paul Lozza



Une discipline en culottes courtes

En Suisse, les sciences du sport ne constituent une discipline scientifique indépendante que depuis deux décennies. Malgré l'intérêt accru pour ce champ d'études qui traite de nombreuses questions actuelles, l'académie et le sport ont de la peine à se rapprocher.

Texte Julia Richter

Le terme de sport vient du latin *disportare*, se disperser. Jusqu'au XIXe siècle, les loisirs sportifs étaient en effet généralement réservés à l'élite, la seule qui avait du temps à y consacrer. Ce n'est qu'après que de larges couches de la population eurent obtenu des horaires de travail, des loisirs et des vacances réglementés que le sport gagna en importance en tant que phénomène de société.

Les scientifiques vont aussi tarder à s'intéresser au sport. «A ce jour, il subsiste en Suisse une distance entre le monde académique et le sport», constate Achim Conzelmann, professeur de sciences du sport à l'Université de Berne. «Souvent prévaut l'opinion que le savoir pratique suffit à résoudre les problèmes dans le domaine du sport.» Cela montre que l'activité physique était et reste souvent considérée comme un complément à l'activité mentale, mais pas comme un domaine qui requiert lui-même une activité mentale. À leurs débuts, les sciences du sport étaient ainsi très orientées sur la pratique et servaient principalement à former des enseignants de gymnastique pour les écoles.

En 1922, l'Université de Bâle est la première de Suisse à proposer une formation d'enseignant de sport. L'enseignement pratique était alors complété par des considérations scientifiques relatives au sport et à l'activité physique, qui n'étaient toutefois pas considérées comme une discipline académique à part entière, mais rattachées à la Faculté de médecine.

«La formation faisait la part belle à la pédagogie, à la didactique et aux cours pratiques de sport. La recherche aurait impliqué davantage de ressources et des investissements correspondants», affirme Uwe Pühse, directeur du Département du sport, de l'activité physique et de la santé à l'Université de Bâle. «L'université n'était pas prête à débloquer des fonds pour cela à une époque de moyens financiers limités.»

Même en 1992, date de la fondation de l'Institut du sport à Bâle, la recherche restera plutôt dans l'ombre. «Elle se faisait le soir et le week-end. Il n'existe pas du tout de corps intermédiaire académique», se souvient Uwe Pühse, qui occupait l'un des deux postes à plein temps lors de la

création de l'institut et qui était donc aux premières loges lorsqu'il a fallu établir les sciences du sport en tant que discipline scientifique autonome – un défi.

De la gymnastique pour les défenses immunitaires

De plus, la marge de manœuvre en matière de formation des enseignantes en sport était également limitée dans les diverses hautes écoles. «Au XXe siècle, la gymnastique était la seule matière scolaire prescrite par la Confédération alors que pour le reste, les cantons étaient souverains», explique Christian Koller, historien et directeur des Archives sociales suisses, qui a beaucoup écrit sur l'histoire des sciences du sport en Suisse. Les universités formaient donc des professeurs de gymnastique pour le compte de la Confédération, avec des diplômes signés par le Conseil fédéral et non pas par le décanat comme dans d'autres disciplines. «À la fin du XIXe siècle, le sport était considéré comme un moyen de renforcer l'armée», explique Christian Koller. Cela s'est notamment reflété dans le fait que le Département militaire fédéral de l'époque était responsable de la reconnaissance des diplômes et que la formation des enseignants de gymnastique à l'ETH était rattachée aux sciences militaires.

Les diplômes fédéraux des maîtres de gymnastique et de sport ont été abrogés en 2005 et remplacés par des diplômes de bachelor et de master, ce qui a entraîné une réorientation de la branche. Ce changement de système a permis une exploration scientifique plus approfondie du domaine du sport et a contribué à en faire une discipline académique à part entière en Suisse. «Avant cela, l'étude scientifique du sport se limitait à des domaines spécifiques comme la biomécanique ou des disciplines médicales», indique Christina Spengler, vice-présidente de la Société suisse des sciences du sport et professeure de sciences du mouvement à l'ETH Zurich.

Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, l'importance du sport s'est également affirmée dans la société. Cette évolution a de plus joué un rôle de premier plan dans l'institutionnalisation réussie des sciences du sport dans les universités. Cela s'est notamment traduit par l'ancrage de l'article relatif au sport dans la Constitution fédérale de 1970, par l'adoption de la loi sur l'encouragement du sport et, en 1998, par la création de l'Office fédéral du sport (Ofspo) à Macolin. Cette dernière étape n'est pas anodine, puisqu'en sa qualité d'office fédéral, il alloue des fonds de

«A ce jour, il subsiste une distance entre le monde académique et le sport en Suisse.»

Achim Conzelmann,
Université de Berne

recherche pour des projets en sciences du sport. En parallèle, les personnes privées qui se sont engagées avec ténacité afin que la nécessité de la recherche scientifique dans ce domaine soit perçue par les directions des universités ont aussi joué un rôle déterminant.

Entre 2005 et 2010, de nombreuses universités en Suisse ont finalement créé des chaires de sciences du sport indépendantes. Le soutien à la relève académique avec le droit de promotion et d'habilitation, les activités de recherche, l'acquisition de ressources extérieures et la publication dans des revues spécialisées réputées ont contribué à la reconnaissance de la discipline comme discipline scientifique à part entière. «La réputation des sciences du sport s'est nettement améliorée ces dernières années», note Uwe Pühse. Son confrère Achim Conzelmann le confirme: «En matière de production scientifique, les sciences du sport n'ont pas à craindre la comparaison avec d'autres disciplines axées sur les sciences sociales et comportementales.»

Une science de deuxième classe?

Les sciences du sport apportent un éclairage sur une vaste palette de thèmes, allant de la réduction du stress psychique par le sport jusqu'à l'évaluation de la nocivité du port du masque en salle de sport, en passant par la mobilité après une attaque cérébrale. Nombre de ces questions pourraient aussi trouver une réponse dans le contexte de disciplines académiques établies, telles que la psychologie ou la médecine. Alors pourquoi les sciences du sport doivent-elles constituer une discipline scientifique à part entière?

Achim Conzelmann est souvent confronté à cette question. Car même après avoir été institutionnalisées, les sciences du sport n'ont pas fini de devoir justifier leur existence et restent fréquemment perçues comme une «science de deuxième classe». Elles ne sont toutefois pas seules dans ce cas: «Tous les domaines moins traditionnels doivent démontrer leur pertinence pour la société», constate-t-il. Les sciences du sport ont l'avantage de traiter d'un sujet hautement pertinent. Les questions ont de nombreuses facettes et le sport est un phénomène complexe, ce qui exige de l'aborder sous un angle interdisciplinaire. «C'est justement à ce niveau que résident la force et la légitimation des sciences du sport.»

Elles partent du principe que l'activité sportive est une activité complexe, biologique, sociale et psychologique qui nécessite une observation globale sous un angle scientifique. «Le sport favorise le développement de la motricité des enfants, il fait partie intégrante du système d'éducation et d'instruction, remplit des fonctions sociales importantes notamment sous forme de clubs sportifs et contribue à un mode de vie sain», résume Uwe Pühser. Professeure à l'ETH, Christina Spengler ajoute: «Les différentes facettes du sport doivent être considérées comme un tout.» Une condition essentielle également pour qu'il soit perçu à sa juste valeur dans les milieux académiques.

L'intérêt pour les études en sciences du sport montre que cette branche jouit d'une grande popularité. D'après l'Office fédéral de la statistique, plus de 2000 étudiantes

et étudiants étaient inscrits dans ce domaine pour l'année 2020/21 dans les universités et hautes écoles de Suisse. C'est peu comparé à des branches très courues comme l'économie (près de 23 000 étudiants). Pourtant, certaines hautes écoles ont même introduit des tests d'aptitude. Cela, d'une part, parce que le nombre d'inscriptions dépasse les capacités d'accueil, comme à Bâle. Et, d'autre part, parce que de nombreux étudiants et étudiantes potentielles souhaitent toujours enseigner le sport et doivent donc posséder certaines aptitudes motrices.

Ces tests physiques ne privent-ils pas les universités de futurs scientifiques potentiellement doués? «Non», estime Roberta Antonini Philippe, spécialiste en psychologie du sport à l'Université de Lausanne et responsable de la promotion de la relève au comité de la Société suisse des sciences du sport. «Une grande partie des étudiants souhaitent enseigner le sport, et ne veulent pas devenir académiciens, ce qui justifie la vérification des compétences physiques.» De son côté, Christina Spengler souligne que les sciences du sport sont loin d'avoir un problème de relève, au contraire: «Après avoir obtenu leur diplôme, bon nombre de nos doctorants poursuivent la recherche scientifique en dehors de la sphère universitaire, par exemple dans des cliniques ou des centres de réhabilitation. Dans les hautes écoles, le nombre de postes pour les jeunes scientifiques est insuffisant.»

Le manque d'activité physique, ce grand défi sanitaire

Les sciences du sport sont une discipline encore relativement jeune en pleine expansion. Et bien qu'elles soulèvent régulièrement le scepticisme, les augures au sein de la société leur sont favorables: la grande importance de l'activité physique pour la santé apparaît toujours plus nettement, surtout dans le contexte du vieillissement de la population.

Parallèlement, le manque d'exercice physique est considéré comme l'un des plus grands défis sanitaires actuels. Et le sport possède le potentiel d'agir comme un médicament pour la santé physique et mentale. La poursuite des recherches sur ces phénomènes et leurs liens sera donc d'une importance encore grandissante à l'avenir.

«Beaucoup souhaitent enseigner le sport, ce qui justifie la vérification des compétences physiques.»

Roberta Antonini Philippe,
Université de Lausanne

Julia Richter est journaliste à Bâle.

C'est vraiment trop injuste!

Des chances égales pour tous. A y regarder de plus près, ce qui semble être une évidence se révèle n'être qu'une illusion. Trois exemples.

Texte Yvonne Vahlensieck Illustrations Joël Roth

Deux femmes athlètes s'affrontent – à conditions égales. La motivation, la discipline et la volonté décideront de la victoire ou de la défaite et la rencontre pourrait devenir passionnante. C'est cela qui attire sans cesse des millions de spectateurs dans les stades ou devant leur petit écran.

Mais peut-être qu'ici le public se laisse tromper. Car ce n'est souvent pas la performance personnelle qui décide qui va l'emporter, mais l'équipement, le programme d'entraînement ou, tout simplement, la bonne disposition génétique. Quand une compétition est-elle équitable? Les avis divergent, même parmi les scientifiques.

Médicaments dopants pour compenser des désavantages?

Prenons par exemple l'érythropoïétine (EPO), une substance naturellement présente dans l'organisme, qui stimule la formation de globules rouges et accroît ainsi l'absorption d'oxygène et la performance. Les cyclistes qui produisent naturellement plus d'EPO ont donc un avantage certain. Ne serait-il pas équitable d'autoriser les autres à prendre des doses d'EPO complémentaires afin qu'ils ne soient pas désavantagés dès le départ?

«L'équité signifie en fait simplement que dans une compétition les mêmes règles valent pour tous», dit Alexandre Mauron, professeur émérite de bioéthique à l'Université de Genève. Selon cette définition, interdire ou autoriser de manière générale la consommation d'EPO sont deux solutions justes. Par contre, il serait injuste de permettre à quelques cyclistes privés par la nature de compenser artificiellement ce déficit.

D'un point de vue éthique au moins, l'autorisation du doping sous surveillance médicale est défendable, estime Alexandre

Mauron. «D'autres sports tels que la boxe ou le base jump sont eux aussi dangereux pour la santé. Mais la société accepte que les adultes responsables décident eux-mêmes des risques qu'ils veulent prendre. Il est évidemment légitime de se demander si, en soi, cette large acceptation est éthiquement défendable, mais ce n'est pas une question d'équité.»

Le physiologiste du sport et ancien entraîneur cycliste Raphaël Faiss voit les choses tout autrement. En tant que directeur de recherche au Centre de recherche et d'expé-

tise des sciences antidopage de l'Université de Lausanne, il cherche de meilleures méthodes de détection des substances interdites. «Dans notre société, le sport a après tout aussi pour fonction d'apprendre à nos enfants qu'on peut atteindre un objectif par le travail et la discipline», dit-il. A ses yeux, il est parfaitement inacceptable d'y couper court en avalant des pilules.

«En prenant des mesures antidopage, nous donnons aux athlètes qui s'entraînent dur une chance équitable de gagner», estime Raphaël Faiss. Le dopage ne pourra jamais être évité complètement, mais les mailles du filet se sont resserrées ces dernières années. Le spécialiste considère toutefois comme admissible de s'entraîner en altitude, par exemple, ce qui favorise également la production de globules rouges. «Contrairement au dopage, cette pratique exige aussi un certain effort de la part des athlètes et c'est un processus naturel.» Les personnes qui ne peuvent pas compenser naturellement un désavantage génétique doivent donc renoncer à une carrière en sport d'élite.

«L'équité signifie que les mêmes règles s'appliquent à tous les participants d'une compétition.»

Alexandre Mauron



Genre – Qui doit pouvoir participer chez les femmes?

Toutefois, l'argument du caractère naturel ne suffit pas toujours pour établir des règles équitables, ce que montre le cas de la Sud-Africaine Caster Semenya, une coureuse de demi-fond de pointe. Nombre de ses concurrentes se sentent désavantagées parce qu'elle profite d'un taux de testostérone élevé qui résulte d'une variation du développement du genre.

La question de savoir si elle doit néanmoins être autorisée à courir dans les compétitions féminines occupe depuis des années le Tribunal arbitral du sport (TAS). Et en 2020, le Tribunal fédéral suisse a confirmé un règlement de l'association internationale d'athlétisme (World Athletics) qui prescrit pour les coureuses de demi-fond un taux supérieur limite de testostérone de 5 nanomoles. Les femmes diagnostiquées intersexuées ont la possibilité de réduire leur taux de testostérone par un traitement hormonal si elles veulent participer aux compétitions.

Mais cette règle est-elle vraiment adéquate pour classer les sportives dans la bonne catégorie de genre? Les avis sont partagés. Le physiologiste du sport Raphaël Faiss admet qu'il n'y a pas de fondement scientifique clair pour la justifier: «Baser la classification sur une seule substance n'est certainement pas idéal.» Mais la testostérone est très efficace pour augmenter la performance et, de plus, il y a un écart clair entre les taux de concentration de testostérone masculins et féminins. Ce critère s'impose donc de lui-même. A ses yeux, une alternative serait de créer une nouvelle catégorie pour les athlètes dont le taux de testostérone se situe entre ceux des hommes et ceux des femmes.

«Ces femmes ne veulent pas concourir à part dans une catégorie alternative, mais participer aux épreuves féminines», affirme pour sa part la juriste Lena Holzer, qui fait son doctorat sur les questions de genre dans le sport à l'Institut de hautes études internationales et du développement (IHEID) de Genève et au King's College de Londres. «On peut faire autant d'études scientifiques qu'on veut, mais il faut aussi se poser la question de l'image que nous avons de l'équité dans le sport, dit-elle. Est-il important pour nous d'établir une égalité des chances qui cible un seul critère tel que la testostérone et qui exclut certaines femmes? Ou voulons-nous au contraire un sport inclusif et qui représente les groupes les plus différents de la population?» Pour cela, un changement de mentalité de la société serait aussi nécessaire, remarque la juriste. Les manifestations sportives mettraient ainsi à nouveau un accent sur la coopération plutôt que sur la compétition. C'est ce que font déjà avec succès les Jeux olympiques de la jeunesse: on y voit par exemple des compétitions de curling avec des équipes internationales mixtes. L'accent y est mis sur l'expérience partagée.



Equipement - Certaines chaussures font-elles les médaillés?

Dans d'autres compétitions cependant, les victoires et les records restent l'enjeu principal. Et ce n'est pas un secret qu'une technique novatrice peut donner ici un avantage décisif. Ainsi, un nouveau type de chaussures de course fait sensation depuis quelques années. Grâce à une mousse spéciale et une plaque de carbone dans la semelle, les coureurs récupèrent davantage d'énergie de leur foulée, ce qui représente une économie d'environ 4%.

Ces petits gains peuvent faire une différence considérable dans la course à pied où souvent des fractions de seconde s'avèrent décisives, dit le spécialiste de la biomécanique Jess Snedeker de l'Université et de l'ETH Zurich. Cette chaussure a effectivement permis de nombreux nouveaux records ces dernières années. Les coureurs et les coureuses qui ont d'autres sponsors en ont fait les frais.

A côté de l'équipement adéquat, la loterie génétique peut aussi être à l'origine d'une différence décisive entre



sportifs amateurs et superstars. L'équipe de Jess Snedeker a découvert récemment une variation génétique qui confère plus de fermeté aux tendons, ce qui leur permet d'emmager plus d'énergie élastique, tout comme les nouvelles chaussures. Les personnes qui portent ce gène peuvent ainsi sauter plus de 13% plus haut que les autres. Jess Snedeker suppose que cette variation génétique pourrait être surreprésentée chez les sprinteuses et les basketteurs professionnels. A son grand regret, la National Basketball Association américaine lui a refusé l'autorisation de procéder à des tests génétiques sur ses joueurs. On sait cependant que l'occurrence de ce gène est supérieure à la moyenne dans les populations d'Afrique de l'Ouest - d'où viennent de nombreux athlètes d'élite.

«En fait, nous glorifions donc aussi les stars du sport pour leur génome et leur accès aux meilleures technologies», commente le spécialiste. Jusqu'à présent, les inégalités de ce genre ne sont guère prises en compte dans les compétitions, mais le philosophe du sport norvégien Sigmund Loland a déjà une ébauche de solutions: dans les sports où l'équipement joue un rôle décisif, il devrait être standardisé, comme c'est déjà le cas en voile. Et les qualités physiques sur lesquelles les athlètes et leurs efforts n'ont pratiquement pas d'influence - telles que la taille ou le niveau de testostérone - doivent être compensées par des handicaps ou la création de catégories. Il pourrait par exemple y en avoir plusieurs en basket, en fonction de la taille. Ce principe est déjà appliqué dans le sport handicap où il existe des classifications et des handicaps basés sur les différentes capacités physiques afin de donner une chance égale de départ à tous les concurrents.

Pour Jess Speeder, ce n'est certainement pas une mauvaise idée et il peut même s'imaginer que cela puisse conférer un plus grand attrait à de nombreuses disciplines sportives: «En lutte, par exemple, chaque catégorie de poids a son propre style et c'est ce qui en fait l'intérêt.» Par contre, si la compétition n'était plus qu'une question de meilleur équipement ou de bonne prédisposition génétique, le public n'y trouverait plus son compte.

C'est également le point essentiel pour l'éthicien Alexandre Mauron: «En définitive, la question la plus importante est de savoir si l'essence du sport est préservée. La compétition se déroule-t-elle encore entre les athlètes ou oppose-t-elle des compétiteurs cachés dans les laboratoires pharmaceutiques ou les départements de développement des sponsors?» Parce que, dès lors, plus personne ne s'y intéressera.

Yvonne Vahlensiek est rédactrice à Horizons.

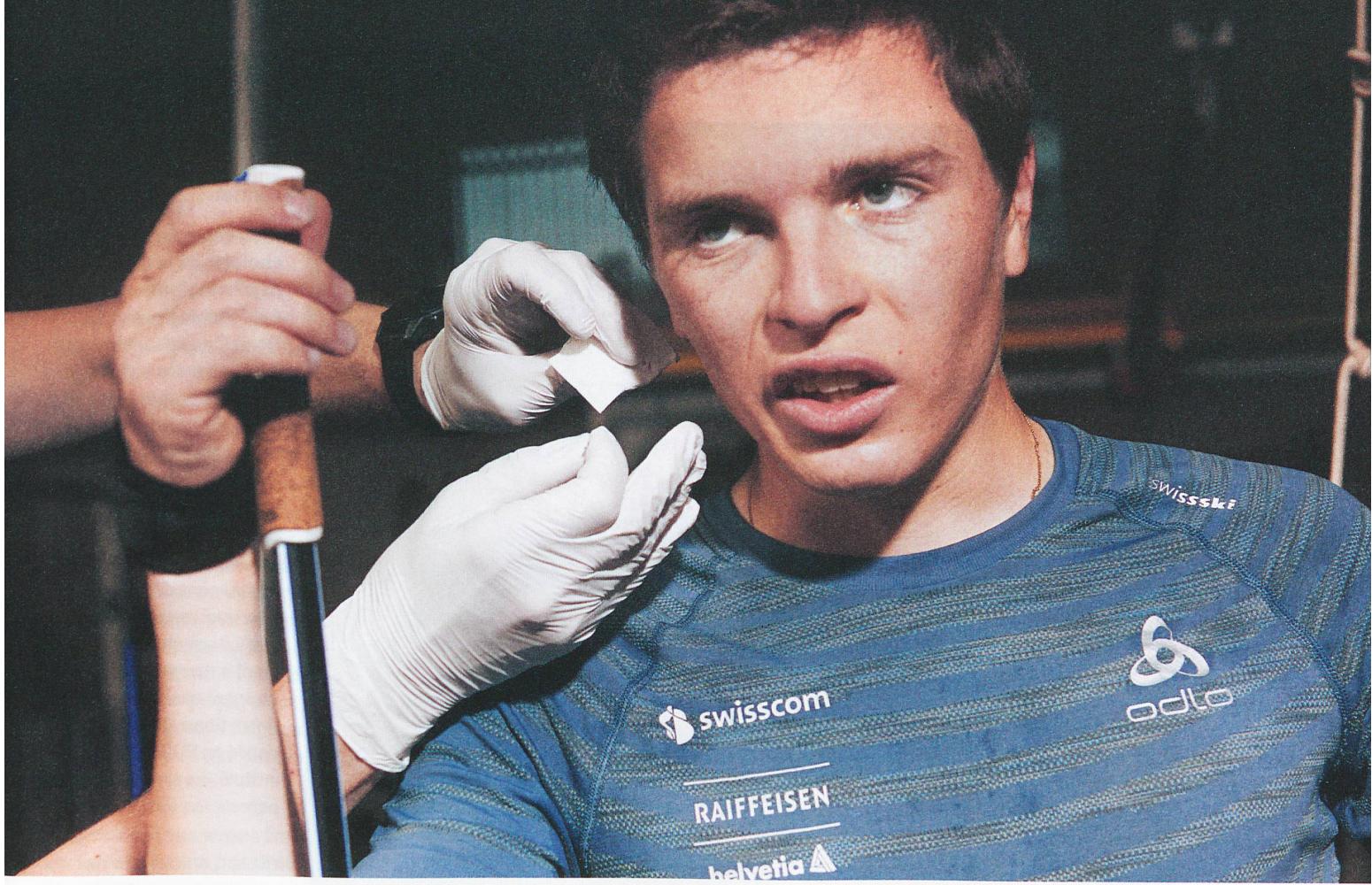


A gauche: Dans le simulateur de tennis de l'Institut des sciences du sport de l'Université de Berne, on enregistre le regard et la perception de la position de la balle de la participante à l'étude.

En haut à gauche: On prélève du sang huit fois en cinq minutes sur le lobe de l'oreille de ce coureur de fond pour un test de lactose.

En bas à droite: Au Centre suisse des paraplégiques de Nottwil, on compte un jour rééduquer les patientes et entraîner les athlètes par un travail de freinage musculaire.

Photos: Gian Paul Lozza





Un homme actif explore notre tendance à la paresse

Chercheur en neuropsychologie de la santé, psychologie du sport et épidémiologie sociale, **Boris Cheval** s'intéresse aux liens entre activité physique et santé. Depuis deux ans, il oriente ses recherches sur la minimisation de l'effort au **Swiss Center for Affective Sciences** de l'Université de Genève. Il tente notamment d'expliquer pourquoi les personnes qui souhaitent être physiquement actives ne parviennent pas à passer de l'intention à l'action. Il a publié en 2020 un livre intitulé «Le syndrome du paresseux» (Ed. Dunod).

«Ce n'est pas ma santé qui me motive à courir trois fois par semaine»

Boris Cheval décortique les effets positifs du sport sur la santé. Il explique pourquoi il est paradoxalement difficile de s'y mettre. Et donne quelques excuses aux adeptes de l'oisiveté.

Texte Elise Frioud Photo Hervé Annen

Boris Cheval, vous êtes un expert des bienfaits de l'activité physique sur la santé. J'imagine que vous êtes plutôt du genre sportif?

En effet! Je pratique la course à pied et le football.

Ce qui n'est pas le cas de tout le monde... Quel est notre rapport à l'activité physique?

Il est ancien: à un moment de l'évolution, notre espèce est partie à la découverte de son environnement. Depuis lors, l'activité physique fait partie intégrante de son mode de vie. L'espèce humaine est une des seules qui a besoin d'activité physique – ou de sport, même si je réserve plutôt ce terme à une activité physique pratiquée dans un cadre précis, en club par exemple – pour rester en bonne santé. Les dernières recommandations de l'Organisation mondiale de la santé sont de trente à soixante minutes d'activité physique par jour. En comparaison, les grands singes sont très peu actifs sans pour autant que cette inactivité physique menace leur santé.

Pourtant, nous avons tendance à en faire le moins possible.

L'explication se trouve aussi dans notre histoire évolutive. Longtemps, éviter les efforts superflus a été une question de survie puisque les ressources étaient limitées. Ce n'est en général plus le cas aujourd'hui, mais notre cerveau a conservé cette habitude: il évalue les dépenses énergétiques, et si elles ne sont pas justifiées, il cherche à les éviter. Nous sommes donc spontanément attirés vers les opportunités sédentaires, malheureusement de plus en plus nombreuses. Et même dans l'activité physique, nous convergeons toujours vers un optimum énergétique. De multiples études en physiologie ou biomécanique le confirment. D'ailleurs, si l'on observe des athlètes de haut niveau, on remarque que leurs gestes sont beaucoup plus efficaces que ceux des débutants.

Qu'est-ce qui nous motive dès lors à pratiquer une activité sportive?

Nous avons besoin d'un déclencheur fort. La pression sociale par rapport à l'image de notre corps et les messages de promotion de la santé peuvent favoriser le commencement de l'activité physique, rarement son maintien. Vous devez ressentir que vous êtes à l'origine de votre activité physique, que c'est votre propre choix, autrement vous ne la maintiendrez pas. Cela peut être le plaisir éprouvé, le fait d'être

en groupe, ou un autre but. Ce sont les motivations internes qui fonctionnent pour la pratique d'une activité physique. Et elles résultent de la satisfaction des besoins psychologiques fondamentaux. Si le comportement permet de satisfaire ces besoins, les individus vont chercher à le reproduire.

Des exemples de telles motivations internes?

Prenez un enfant qui commence à marcher: il ne veut plus s'arrêter. Il fournit des efforts importants, mais il a un objectif précis: apprendre. Une fois la marche acquise, vous allez observer qu'il préfère se faire porter: c'est un gain d'énergie! Les parents vont ensuite faire cette expérience: leurs enfants ralentissent pour aller à pied à la place de jeux, et une fois sur place, ils courront, sautent, se dépensent. Ça paraît contradictoire mais ça ne l'est pas: en chemin, marcher est une dépense d'énergie inutile, alors qu'à l'aire de jeux, l'activité est associée à des émotions positives, à de la socialisation: dans ce genre de situation, l'engagement dans l'effort est facile.

«Même pendant les activités physiques, nous avons toujours tendance à optimiser notre énergie.»

Et vous, qu'est-ce qui vous encourage à faire du sport?

Le plaisir et le bien-être que cela me procure. Je vais aussi courir lorsque je sens que mes capacités cognitives ont besoin d'être re-boosterées. Je garde ma santé en ligne de fond, mais ce n'est pas ce qui me motive à courir trois fois par semaine.

Justement, quels sont les effets de l'activité physique sur la santé?

On observe des bénéfices chez la plupart des personnes. Plusieurs études montrent qu'elle a une influence positive sur les symptômes dépressifs et améliore les fonctions cognitives telles que la mémoire, l'attention, les capacités de raisonnement ou l'orientation spatiale. Elle a également des répercussions sur la santé

physique, en réduisant les cas de maladies cardiovasculaires, de certains cancers, ou encore de diabète. On observe d'ailleurs des bénéfices à tout âge, même si, en étant actif dès l'enfance, on se constitue un meilleur capital santé. Des recherches mettent même en évidence que l'activité physique de la femme enceinte a des effets positifs sur le foetus. Chez les personnes malades, l'activité physique aide à mieux gérer la fatigue et les effets secondaires des traitements. Les études les plus récentes montrent qu'elle contribue aussi à réduire les risques de covid grave.

Peut-on mesurer l'impact qu'ont ces bénéfices?

Ce qu'on peut signaler, c'est que l'Organisation mondiale de la santé indique qu'en 2020, 5 millions de décès dans le monde ont été causés par le manque d'activité physique.

L'activité physique peut-elle aussi avoir des effets négatifs?

Elle peut entraîner une dépendance. C'est le cas chez environ 2 à 3% des personnes physiquement actives. Certaines études suggèrent même que ces dernières pourraient être prédisposées pour expérimenter de façon relativement intense ce que l'on nomme le «runner's high». Chez ces personnes, le bien-être éprouvé est tel qu'il les conduit à répéter l'effort, et cela, de façon toujours plus intense. On est exactement dans la mécanique de l'addiction que l'on peut retrouver dans d'autres types de comportements. En parallèle, cet excès d'activité physique peut entraîner blessures, isolement social et problèmes de sevrage.

Ce n'est pas qu'en courant qu'on éprouve du plaisir. Cela peut aussi être le cas en assistant à un match de foot, alors qu'on est dans ce cas plutôt inactif...

En effet, et c'est une pratique ancienne. A l'époque des jeux romains, on allait au spectacle, on voyait des gens mourir, et c'était peut-être un moyen d'assouvir certaines pulsions. Aujourd'hui, dans un stade de football, on peut déverser plus librement qu'ailleurs son plaisir ou sa haine. Au-delà de la pratique personnelle avec un bénéfice sur la santé, le sport peut aussi être utilisé à des fins politiques ou pédagogiques. C'est un excellent moyen de toucher le grand public.

Elise Frioud est rédactrice à Horizons.

Ici, le secret des pros est révélé grâce à l'eye-tracking

Scientifiques et sportives peuvent s'en donner à cœur joie sur des terrains de jeu virtuels et découvrir en même temps, par exemple, l'influence d'infimes mouvements oculaires sur les performances. Visite au laboratoire de sensori-motricité de l'Université de Berne.

Texte Santina Russo

L'adversaire sert à nouveau. Cette fois, il tire légèrement sur la droite. L'étudiant en sport Nicola touche la balle, mais avec le cadre de sa raquette de tennis et elle part dans les tribunes. Peu importe, on continue et déjà arrive le service suivant. Nicola parvient à le capter, mais la boule de feutre jaune sort de nouveau, cette fois au-delà de la ligne de fond. Nicola conserve son calme et s'efforce de toucher la balle suivante, presque stoïque. Car finalement il ne s'agit ici que d'un test, le court de tennis et l'adversaire sont virtuels.

Nous nous trouvons dans le laboratoire d'étude de la sensori-motricité de l'Institut des sciences du sport de l'Université de Berne et Nicola, âgé de 20 ans, s'y démène comme personne test pour aider les scientifiques à établir ce qui détermine le comportement des joueurs de tennis et d'autres sportifs. Au plus haut niveau surtout, les sportifs sont sans cesse sous pression et doivent agir et faire des choix dans l'urgence – que ce soit pour renvoyer un service au tennis, parer un smash au volley-ball ou choisir le bon côté pour un penalty. Mais les prérequis nécessaires à ces actions, à savoir leurs perceptions sensorielles et leur évaluation de l'adversaire, restent flous. Comment les sportifs prennent-ils ces décisions sur le terrain? Qu'est-ce qui influence leur comportement et quelles sont les différences entre athlètes de haut niveau et amateurs? C'est à ces ques-

tions que les scientifiques réunis autour d'Ernst-Joachim Hossner veulent répondre avec leurs essais virtuels.

Le regard dirige le mouvement

Le laboratoire d'étude de la sensori-motricité permet à l'équipe de reproduire des situations de jeu et de les étudier. «Cela serait impossible dans des parties réelles où la même situation ne se répète pour ainsi dire jamais», précise le responsable du laboratoire Ralf Kredel. Aujourd'hui, il s'intéresse plus particulièrement au regard: où les joueurs dirigent-ils leurs yeux dans l'action et quelle influence cela exerce-t-il sur la qualité de leur jeu? Pour l'analyse, Nicola porte des lunettes 3D avec un système de suivi des yeux. D'une part, elles rendent pour lui aussi réel que possible le court de tennis virtuel qui est projeté sur le sol et contre les parois, adversaire et balles fusantes compris. D'autre part, elles intègrent deux petites caméras à infrarouge dirigées sur les yeux de l'étudiant. Les images permettent à un logiciel de déterminer la position des pupilles et de reconstruire la direction de son regard.

L'adversaire sert à nouveau. Nicola, dont les larges épaules et les bras musculeux trahissent un sportif polyvalent, bouge la raquette virtuelle avec la manette qu'il tient à la main – un peu comme celle d'une console de jeux Wii. Et il marque le point. La manette lui permet aussi de

Collecter des données sur les performances et établir un profil numérique



Qu'elles soient skieuses ou cyclistes, qu'ils pratiquent l'athlétisme ou la gymnastique, tous les sportifs de compétition veulent être au clair sur leur condition physique, connaître leurs

forces et leurs faiblesses et ce qui peut encore être amélioré par l'entraînement. Les tests médicaux, de diagnostic de performance et de psychologie du sport de la Haute école fédérale de sport de Macolin les y aident. «Plus de 1100 athlètes représentant plus de 20 disciplines sont déjà venus ici se faire tester et conseiller», indique Silvio Lorenzetti, chef de la

section Sport d'élite. Les tests d'endurance mesurent notamment le taux maximal d'oxygène, la quantité d'hémoglobine dans le sang ou la tolérance des muscles à l'acide lactique pendant que les sportifs et sportives se donnent à fond sur un vélo ou un tapis de course. Les spécialistes peuvent aussi tester les caractéristiques de force, par exemple la force rapide lorsque les sujets sautent le plus haut possible sur une plateforme dotée de capteurs de force.

Au fil des ans, les scientifiques ont ainsi réuni un ensemble exceptionnel de données. «Pour nombre d'athlètes, nous disposons de données de performance sur dix, quinze ans»,

indique Silvio Lorenzetti. Les données sont évaluées en permanence dans le but de définir les paramètres physiques déterminants pour les différents types de sports et d'établir des corrélations avec la compétitivité ou les risques de blessure.

A long terme, l'objectif est d'établir le profil numérique des athlètes. Pour cela, l'équipe veut rassembler toutes les données disponibles – issues des tests de performance, de l'entraînement, des compétitions et des éventuelles rééducations – afin d'en tirer des conclusions sur l'évolution de la performance, l'efficacité de l'entraînement et la santé des athlètes à long terme.

désigner l'endroit où, à son avis, la balle a touché le sol. Parce que «nous voulons également savoir dans quelle mesure sa perception correspond ou non au véritable point d'impact de la balle et de quoi cela dépend», dit Ralf Kredel.

Le plafond du laboratoire est en outre équipé de caméras à infrarouge. Elles sont capables d'enregistrer les mouvements au millimètre près grâce à des marqueurs réfléchissants. Actuellement, dans la phase pilote du projet, les chercheurs suivent ainsi les positions respectives des lunettes de traçage et de la manette pour les associer aux données sur le regard.

Lors d'essais antérieurs, les scientifiques bernois avaient déjà procédé à des études analogues sur les élites du beach-volley. Dans ce sport, l'un des joueurs essaye en général de parer au filet l'attaque de l'adversaire alors que son partenaire couvre le reste du terrain. Il doit pour cela prendre une décision: souvent, il devra contrer un long smash tiré en diagonale, parfois courir après un petit lobe ou un ballon placé sur une courte diagonale. «Même les joueurs rapides doivent s'élancer le plus tard possible, au moment où l'adversaire touche le ballon, sans quoi ils n'ont aucune chance», explique Joachim Hossner. Les scientifiques ont analysé l'anticipation des athlètes auprès d'un échantillon de 64 protagonistes – amateurs pour moitié, et 16 joueuses et 16 joueurs parmi les meilleurs de Suisse. Dont notamment Nadine Zumkehr, une joueuse de classe internationale, et Paul et Martin Laciga, qui ont été plusieurs fois champions d'Europe.

Le calme est la clé du succès

Les tests sur le terrain virtuel ont montré que les regards des volleyeurs d'élite suivent toujours le même parcours: ils regardent brièvement le passeur adverse, puis l'attaquant qui s'élance et ensuite le point au-dessus du filet où ils estiment que la balle sera frappée. Chez les débutants et les joueurs moyens, les yeux sont bien plus agités, allant une fois ici et une autre là. Ils saisissent donc la situation de façon moins fiable.

Dans ce contexte, le spécialiste du sport Joachim Hossner parle du «Quiet Eye» (réd. l'œil calme) des pros, dont l'importance se manifeste le mieux dans les processus plutôt statiques tels que les lancers francs au basket: celui qui fixe longtemps le panier avant de tirer a plus de succès. Il en va de même au volley-ball: qui tourne tôt son regard vers le point névralgique, donc précisément là où l'adversaire touchera la balle, défendra mieux. Les scientifiques bernois ont montré lors d'expériences antérieures que le point de fixation Quiet Eye joue aussi un rôle au tennis. Celui dont le regard saute rapidement sur le point où la balle adverse touchera le sol dans sa moitié du court a plus de chances de bien la renvoyer.

Tout serait donc parfait si l'on pouvait s'entraîner à adopter ce mode de regard des joueurs professionnels, mais «malheureusement cela ne marche pas directement comme ça», note Joachim Hossner. Des essais ont montré que les personnes qui s'entraînent sont trop concentrées sur les mouvements de leurs yeux et ne sont plus assez attentives à l'essentiel, soit à leur frappe de la balle. Non seulement elles ne s'améliorent pas, mais elles deviennent moins bonnes. «C'est une faute fréquente à l'entraînement, note le chercheur. Plutôt que d'apprendre aux joueurs où regarder, il vaut mieux leur donner des exercices plus subtils qui attirent automatiquement le regard au bon endroit.»

Mais comment les joueurs expérimentés anticipent-ils le point de fixation névralgique du Quiet Eye? Les scientifiques bernois ont obtenu des éléments de réponse lors d'entretiens avec les joueurs et les joueuses lors du Beach Volleyball World Tour de Gstaad – un tournoi où se mesure l'élite mondiale. Les pros ont indiqué se baser non seulement sur la position et l'attitude de l'adversaire, mais aussi

«Qui fixe longtemps le panier avant de tirer a plus de succès.»

Ernst-Joachim Hossner,
Université de Berne

Entraîner les muscles respiratoires apporte du carburant aux jambes



Quand la skieuse Michelle Gisin dévale un slalom, elle a besoin d'une bonne dose d'énergie dans les jambes. Toutefois, «même les meilleures jambes dépendent d'une respiration

solide», assure Christina Spengler, spécialiste du mouvement à l'ETH Zurich. Avec son équipe du Laboratoire de physiologie humaine et sportive, elle étudie en détail l'influence de la respiration sur la performance et comment déterminer au cas par cas si un entraînement de la musculature respiratoire est indiqué. Pour cela, l'équipe a mené des tests sur des

coureurs avant et après un ultra-marathon, et également sur des sportives amatrices. En préalable à une activité sportive, les sujets ont respiré par le biais d'appareils à résistance intégrée qui fatiguent la musculature respiratoire – en particulier le diaphragme et les muscles intercostaux. Les scientifiques ont ainsi montré que les personnes dont les muscles respiratoires ont dû travailler beaucoup étaient ensuite moins endurantes, que ce soit à pied ou à vélo, et que les muscles de leurs jambes étaient plus fatigués. «Cette fatigue se mesure par la force de la contraction d'un muscle en réaction à un stimulus externe», explique Christina Spengler. Son

équipe a donc développé un nouvel appareil d'entraînement des muscles respiratoires. Le P100 est constitué d'un embout pour la bouche, d'une petite commande avec écran et d'un sachet dans lequel on expire et inspire. En réglant la résistance et le volume d'air, on peut ainsi renforcer la puissance et l'endurance respiratoire, ce qui améliore la performance sportive globale. Le modèle précédent avait déjà convaincu des vedettes du sport suisse: les championnes olympiques Dominique et Michelle Gisin et l'octuple champion du monde de cross-country VTT Nino Schurter s'étaient notamment entraînés avec lui.

sur son comportement antérieur, à savoir par exemple son côté préféré ou la direction dans laquelle il ou elle frappe en étant sous pression. «A partir d'ici, ça devient vraiment passionnant, dit Joachim Hossner. Parce qu'il n'y a pas encore eu beaucoup de recherches sur la manière dont le comportement d'un joueur est influencé par ce qu'il attend de l'adversaire et sur la fréquence à laquelle ces hypothèses sont avérées.»

C'est précisément ce que l'équipe veut étudier avec ses tests tennistiques actuels. Au fil du temps, l'adversaire de Nicola servira toujours plus fréquemment d'un même côté. Les scientifiques chercheront alors à déterminer dans quelle mesure le fait que Nicola le sache influencera son regard, sa perception de l'endroit où la balle a touché le sol et finalement le succès de ses retours de service. «L'idéal serait que ces anticipations aident les joueurs à diriger leur regard sans biaiser leur perception», explique le chercheur.

Le soutien familial aide les talents

Dans un coin du laboratoire où les services continuent de pleuvoir sur Nicola traîne un ballon de football esseulé, reliquat des tests précédents qui portaient, eux, sur la créativité. «C'est actuellement un concept extrêmement populaire dans le football», dit Joachim Hossner. Toutefois, les tests menés avec les jeunes joueurs U12 et U13 de la relève du club bernois des Young Boys ont montré que la créativité sur le terrain dépendait presque exclusivement des capacités techniques des joueurs. «Ce résultat est utile pour les entraîneurs. Il leur indique qu'ils ne doivent pas chercher des têtes créatives, mais un savoir-faire.»

A l'Université de Berne toujours, Achim Conzelmann et son équipe cherchent, eux aussi, à savoir comment découvrir de nouveaux talents de football et ce qu'est réellement ce talent. Il ressort en particulier de leurs résultats que les capacités motrices ou physiques seules ne suffisent pas. Chaque sport requiert évidemment des dispositions minimales à qui veut vraiment arriver au sommet. Les sports d'endurance tels que le cyclisme ou le ski de fond re-

quièrent un certain niveau de consommation maximale d'oxygène par kilo de masse corporelle. Pour le volley-ball ou le basket, les jeunes dont les parents ne font pas une certaine taille ne sont même pas pris en considération pour la relève. «C'est un peu plus compliqué pour des sports tels que le football et le tennis, parce que la performance résulte de différents facteurs», explique Achim Conzelmann. «Roger Federer et Rafael Nadal ont des aptitudes physiques totalement différentes, mais accumulent tous deux les succès.»

Ces deux athlètes ont toutefois en commun une motivation extraordinaire – ce qui est le facteur de succès par excellence, ont montré les résultats de l'équipe d'Achim Conzelmann. Elle a soumis de jeunes footballeurs âgés de 12 ans et plus à des tests mentaux et physiques, puis, plus tard, a examiné lesquels d'entre eux avaient été sélectionnés pour l'équipe suisse U15. Elle a ainsi constaté que ceux qui cherchent d'eux-mêmes en permanence à s'améliorer réussissent mieux et ont plus de chances de passer professionnels que ceux qui sont pour l'essentiel motivés par leur volonté de gagner.

Les chercheurs ont mis en évidence un autre facteur important: l'entourage familial. «Pour devenir vraiment bons, les enfants doivent s'entraîner si souvent et si durement que cela ne fonctionne pas sans le soutien de la famille», indique Achim Conzelmann. «C'est une des raisons pour lesquelles ceux qui parviennent au niveau professionnel sont plutôt issus de familles de migrants.» Celles-ci voient souvent dans le talent de leur enfant une chance pour toute la famille. Tandis que les Suisses accordent beaucoup plus de valeur à la formation scolaire.

Manifestement, Nicola ne manque pas non plus de motivation. Calmement, il essaie à chaque fois de renvoyer la balle virtuelle. La séance dure aujourd'hui deux heures et il reviendra la semaine prochaine. Au total, il aura tenté de capter 760 services, tout comme 39 autres joueurs tests.

Santina Russo est journaliste scientifique libre à Zurich.

La recherche sur le sport d'élite pour faire progresser le sport de masse



Il suffit parfois de peu, surtout dans les sports très durs pour les genoux tels que le ski ou le basketball: le fémur et le tibia se heurtent si violemment que le cartilage du ménisque se déchire. Contrairement aux muscles et aux os, le cartilage ne contient pas de vaisseaux sanguins et guérit difficilement de lui-même. C'est pourquoi des scientifiques du Laboratoire de biomécanique en orthopédie de l'EPFL cherchent une nouvelle méthode pour traiter ce type de lésions. Ils ont développé un coussin de gel qui aide le cartilage à se

régénérer, mis en place grâce à une simple opération mini-invasive (lire en page 12).

A l'EPFL, plus de 40 équipes de recherche travaillent en sciences du sport. Le Laboratoire de mesure et analyse des mouvements LMAM a de son côté développé un système combinant capteurs et algorithmes qui déduit l'état psychologique des sportifs et sportives à partir des mouvements corporels et indique donc leur ressenti subjectif d'une activité. Le but: aider les personnes à bien se sentir quand elles pratiquent un sport afin d'être motivées à persévérer. D'autres projets portent sur la façon dont les athlètes féminines peuvent éviter le surentraînement, sur la manière dont

les coureuses peuvent surveiller leur niveau d'énergie à l'aide d'un système de capteurs portables, ou sur la façon dont les schémas de mouvement des athlètes peuvent être lus à partir de vidéos.

Dans ce travail, l'EPFL accorde une importance particulière à la mise en réseau des équipes de recherche et des disciplines, note le coordinateur du projet Pascal Vuillimont. Car à l'avenir les développements tels que les nouveaux coussins de gel ou les capteurs de l'état mental ne doivent pas bénéficier qu'aux sportifs et sportives d'élite, mais aussi au grand public – et déclencher à leur tour de nouvelles évolutions.



Les capteurs sur les jambes permettent aux chercheurs du Laboratoire d'analyse et de mesure du mouvement de l'EPFL de déterminer la charge sur l'articulation du genou. Photo: Gian Paul Lozza