



Réflexionsport

Scientifique & technique

27

Décembre
2021

Détente verticale

*Approche
individualisée
de l'entraînement
basée sur le profil
force-vitesse*

page 22

ENTRAÎNEMENT

La force utile,
une nécessité
de terrain

page 38

ENTRAÎNEMENT

Pierre Paganini:
« Créer un équilibre
entre momentum
et continuité »

page 58



Rédaction
Réflexions Sport

INSEP – 11, avenue du
Tremblay
75012 Paris

<http://www.insep.fr>



- Renseignements :
reflexions.sport@insep.fr
- Directeur de la publication :
Fabien Canu
- Comité d'édition :
Anne-Marie Courtaud
Stéphane Fukazawa-
Cockuyt
Serge Guémard
Gaël Guilhem
Sébastien Le Garrec
Véronique Leseur
Jean-François Robin
Patrick Roult
Thierry Soler
Florentine Valton
- Responsable éditoriale :
Anne-Solweig Gremillet
- Relectrice-éditrice :
Raphaëlle Lamy
- Rédacteurs :
Christopher Buet
Pauline Raul
François-Xavier Mas
- Graphiste-maquettiste :
Myriam Bierry
- Plateforme de diffusion
numérique :
Calaméo®
- Crédits photos :
Couverture : ©iStockphoto
Intérieur : ©IconSport –
©iStockphoto – ©RiBlanc –
©Keystone – ©X. Mondenx

SCIENCES DU SPORT

4



La reprise du sport
après une blessure :
l'apport de la
psychologie

Par Coline Régnault
et Alexis Ruffault



Détente verticale :
approche
individualisée
de l'entraînement
basée sur le profil
force-vitesse

Par Jean-Benoît Morin
et Pierre Samozino

ENTRAÎNEMENT

38



La force utile,
une nécessité
de terrain

Par Xavier Mondenx

Les Défis de l'Olympisme, entre héritage et innovation

*Approches historique, sociale et managériale
du mouvement olympique*

Sous la direction de
Nicolas CHANAVAT, Arnaud WAQUET
et Arnaud RICHARD, de l'Académie
nationale olympique
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection : Savoirs Sciences
Date de parution : février 2021
ISBN : 978-2-86580-259-3
Nombre de pages : 246 p.
Prix : 24 €



58

ENTRAÎNEMENT

Pierre Paganini:
« Créer un équilibre
entre momentum
et continuité »

Interview Christopher Buet



74

TECHNOLOGIES, RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

du labo au terrain...

Le type de surface sportive influence le comportement des muscles et des tendons lors d'un mouvement de réception ■ Les stratégies de récupération du sportif de haut niveau: focus sur la quantité et la qualité du sommeil ■ Déterminants mécaniques sur et hors glace dans le sprint en patinage chez des joueuses de hockey sur glace

78

Focus

Livres

DVD

Les parutions INSEP-Éditions

Sports à haute intensité

*Mieux comprendre la performance
pour mieux l'entraîner*

Sous la direction de Christine HANON
Avec la collaboration de
Claire THOMAS-JUNIUS et Caroline GIROUX
Éditeur: INSEP-Éditions
Collection: Savoirs Sciences
Date de parution: mars 2019
ISBN: 978-2-86580-238-8
Nombre de pages: 384 p.
Prix: 35 €



Revue disponible
uniquement en ligne:

➤ Calaméo®

Ont contribué
à ce numéro:

Xavier Mondenz

Jean-Benoît Morin

Mathieu Nédélec

Jérôme Pérez

Giuseppe Rabita

Coline Régnauld

Alexis Ruffault

Pierre Samozino

#27 décembre 2021

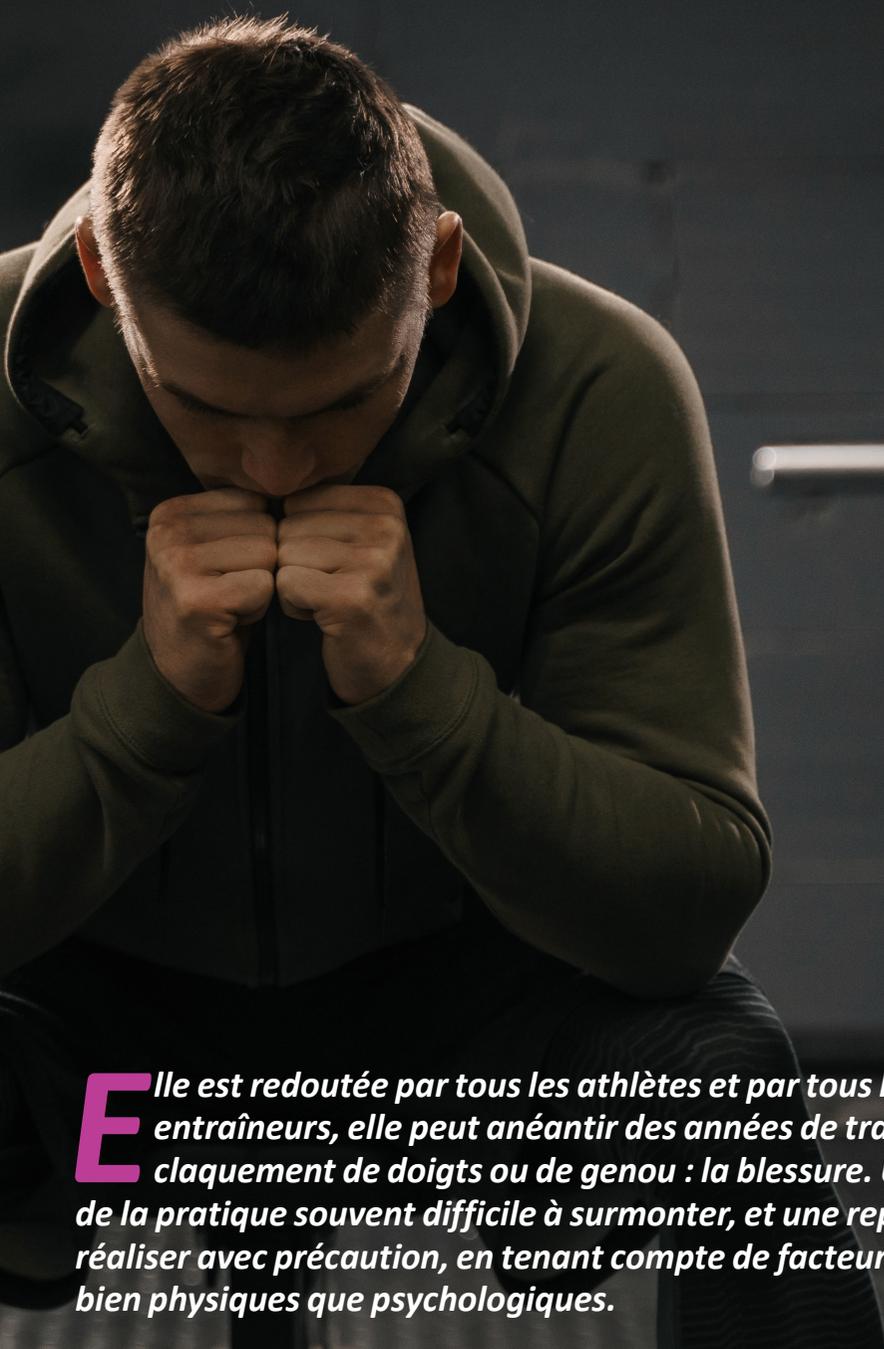
La reprise du sport après une **blessure** : l'apport de la psychologie



Par Coline Régnault,
Psychologue et préparatrice mentale,
pôle Médical / unité Psychologie du sport



Alexis Ruffault
Chercheur en psychologie appliquée au sport de haut niveau à l'INSEP,
pôle Performance / unité Recherche et laboratoire SEP.



Elle est redoutée par tous les athlètes et par tous les entraîneurs, elle peut anéantir des années de travail en un claquement de doigts ou de genou : la blessure. Un arrêt de la pratique souvent difficile à surmonter, et une reprise à réaliser avec précaution, en tenant compte de facteurs aussi bien physiques que psychologiques.

Une chute, une mauvaise réception, l'accumulation de fatigue, un échauffement mal négocié, un mouvement adverse trop appuyé, une seconde d'inattention... tant de grands faits et de petits détails qui font la cruauté et la beauté du sport, qui font basculer un match, une course, un combat, qui font passer un athlète du terrain à l'infirmerie, de la lumière des podiums à l'ombre de la rééducation.

Djibril Cissé ou Yoann Gourcuff en football, Samir Aït-Saïd en gymnastique, Marion Rolland en ski alpin, Paul George en basket, Thibaut Pinot en cyclisme sur route, Juan Martín Del Potro en tennis, Pauline Ferrand-Prévoit en VTT, ou encore Teddy Tamgho en athlétisme : la liste des athlètes aux palmarès prestigieux mais dont la carrière a été jalonnée, freinée ou brisée par des blessures, est longue, si ce n'est infinie. On pourrait qualifier certains de ces grands noms de « maudits du sport », d'autres de « phénix du sport », renaissant de leurs cendres pour s'envoler vers d'autres médailles dorées. Qu'elle soit légère, grave ou à répétition, la blessure reste un événement traumatisant pour tout athlète, une expérience douloureuse qui vient bousculer son quotidien, son rapport au corps et au temps, ses objectifs et ses rêves. Elle signifie bien souvent un arrêt brutal de l'entraînement, de la compétition, de la vie d'athlète de haut niveau. Ce sont alors des jours, des semaines, des mois que l'athlète va devoir accepter et gérer aussi bien physiquement que

psychologiquement. La blessure, chez certains, pourra laisser place à l'incertitude, au sentiment de vide, à la perte de motivation, avec des cicatrices aussi bien visibles qu'invisibles. À l'inverse, d'autres feront passer la blessure de pire ennemie à amie bon gré mal gré, s'en servant comme source de remise en question positive, voire de progrès, afin de revenir « plus vite, plus haut, plus fort » selon la devise chère à Coubertin. Mais alors pourquoi tant de disparités entre les athlètes ?

Du soin à la reprise : le rôle de la réathlétisation

D'après Brown (2005), il y a deux types de sportifs : ceux qui ont été blessés, et ceux qui ne l'ont pas encore été. La blessure fait en effet partie de la vie de tout athlète, son risque de survenue est d'autant plus élevé que la pratique du sport est intensive (Sumilo et Stewart-Brown, 2006), ce qui peut avoir d'importantes conséquences sur la santé de l'athlète.

Mais qu'est-ce qu'une blessure ? Le nouveau consensus de 2020 du Comité international olympique la définit comme « *une lésion tissulaire ou un autre dérèglement des fonctions physiques normales, dû à la pratique d'un sport, résultant d'un transfert rapide ou répétitif d'énergie cinétique* » (Bahr et al. 2020). D'après la littérature, on qualifie la blessure comme ►

étant à l'origine d'un arrêt de l'activité d'au moins trois jours dû à une surcharge. Par ailleurs, en médecine du sport, la gravité de la blessure est, la plupart du temps, mesurée en durée de perte de temps, c'est-à-dire le temps durant lequel l'athlète n'est pas disponible pour l'entraînement à intensité habituelle et pour la compétition, à partir de la date de début de la blessure jusqu'à ce que l'athlète soit entièrement disponible pour reprendre l'entraînement et la compétition. Lorsqu'un athlète se blesse, il doit entrer dans un circuit de prise en charge où il va rencontrer plusieurs acteurs médicaux et paramédicaux ainsi que des préparateurs physiques (réathlétiseurs) qui vont lui permettre un retour au sport adapté et durable. Ce circuit comporte trois grandes étapes :

- le soin ;
- la rééducation ;
- la réathlétisation.

Le médecin du sport est le premier acteur que l'athlète blessé va rencontrer. Il a pour mission de poser un diagnostic sur la blessure et d'identifier sa nature afin de proposer un protocole d'examen et de soin adapté, permettant à l'athlète de retrouver le plus rapidement et durablement possible sa mobilité ainsi que ses capacités sportives d'avant blessure. Un entretien clinique va ainsi permettre d'identifier les différents déterminants et facteurs de risque de la blessure mais aussi d'évaluer l'impact de cette dernière sur la carrière de l'athlète (arrêt de l'entraînement, de la compétition, etc.). Une fois le diagnostic posé, l'athlète est dans

un premier temps pris en charge par les kinésithérapeutes. Leur travail consiste à soigner la partie lésée du corps en utilisant des techniques manuelles couplées à du matériel professionnel afin de guider les différentes phases de guérison que sont la cicatrisation, la régénération, le renforcement, la proprioception, et ce jusqu'à retrouver une mobilité permettant à l'athlète un retour à l'entraînement et à la compétition.

“ ... on qualifie la blessure comme étant à l'origine d'un arrêt de l'activité d'au moins trois jours dû à une surcharge. ”

Parallèlement à la période de rééducation ou à l'issue de celle-ci, en accord avec l'équipe médicale, l'athlète pourra effectuer une étape de réathlétisation sur plusieurs séances afin de reprendre graduellement l'activité physique. La réathlétisation est réalisée à partir d'un protocole permettant à l'athlète blessé une reprise d'activité précoce, efficace et sécurisée de sa pratique. Cet accompagnement, individualisé, a pour objectif de travailler sur la ▶

condition physique et les facteurs de force, de mobilité et de puissance de l'athlète, afin de lui permettre un retour plus rapide et durable à la performance de haut niveau tout en diminuant le risque d'aggravation de la blessure ou la survenue de nouvelles. Ce retour à la performance s'effectue en trois étapes successives :

le retour au sport

préparation physique générale

le retour à l'entraînement mixte

préparations physiques générale et spécifique

le retour à la performance

Le travail de réathlétisation ne s'axe pas exclusivement sur la partie du corps lésée mais également sur les différents paramètres de la condition physique globale du sportif, de manière à offrir une préparation physique adaptée, destinée à lutter contre les déséquilibres, les compensations et les facteurs de rechute, prévenant les risques de nouvelles blessures.

“... limiter le temps d'arrêt complet de la pratique mais aussi tout risque de rechute.”

Le profilage :

une photographie instantanée à dimensions physiologique, biomécanique et psychologique

Après la réathlétisation, l'athlète peut également bénéficier d'une séance de profilage à partir de différents tests d'indicateurs physiques. Le profilage regroupe un ensemble de moyens paramédicaux qui vont être mis en œuvre afin de rétablir complètement l'efficacité motrice ou fonctionnelle de l'athlète en le rapportant au contexte de sa discipline. Il est composé de différents exercices qui permettent d'avoir une photographie instantanée de l'athlète afin d'élaborer avec les staffs concernés, un travail de prévention optimal des déséquilibres et des risques de blessures.

Les équipes médicales et paramédicales travaillent de concert pour offrir une prise en charge individualisée de l'athlète destinée à limiter le temps d'arrêt complet de la pratique mais aussi tout risque de rechute. Toutefois, si cette prise en charge contient différents indicateurs de suivi physiologiques, biomécaniques ou encore médicaux sur l'évolution de la rémission d'une blessure, les avancées scientifiques soulignent que les athlètes blessés peuvent atteindre des capacités fonctionnelles leur permettant un retour au sport avant même d'être psychologiquement prêts à le faire. De plus, de nombreux athlètes ne ▶

parviennent pas toujours à retrouver leur niveau de performance pré-blessure, et ce phénomène peut être attribué à des facteurs psychologiques (J. Taylor et S. Taylor, 1997). Il était ainsi intéressant de porter notre attention sur ces différents facteurs psychologiques déterminant la blessure, afin de tendre vers une prise en charge des athlètes pluridisciplinaire et complète, pour un accompagnement optimal.

Vers un modèle intégratif biopsychosocial

La littérature scientifique sur les déterminants de la blessure montre que les contraintes liées à la pratique du sport de haut niveau induisent diverses réactions sur le plan psychologique telles que du stress, mais aussi des difficultés d'ajustement ou encore l'adoption de comportements à risque par les athlètes. Le modèle intégratif biopsychosocial de la blessure en sport de Wiese-Bjornstal *et al.* (2018) permet une approche multifactorielle et pluridisciplinaire de la blessure (Fig. 1).

D'après ce modèle, plusieurs facteurs régulateurs interagissent les uns avec les autres et influencent les réponses cognitives, émotionnelles et comportementales de l'athlète à la blessure. Certains facteurs identifiés trente ans auparavant par Andersen et Williams (1988) dans leur modèle « stress-blessure » sont désormais intégrés comme des prédicteurs de la survenue de blessures :

Les facteurs personnels que sont :

- (1) l'expérience de l'athlète (blessures antérieures, blessure actuelle et sa sévérité, origine perçue de la blessure) ;
- (2) les différences individuelles en termes de personnalité, motivation et tolérance à la douleur ;
- (3) les facteurs démographiques (âge, genre) et physiques (santé physique, troubles alimentaires ou consommation de compléments).

Les facteurs situationnels qui correspondent :

- (1) au sport pratiqué (type de sport, niveau de compétition ou encore statut en tant qu'athlète) ;
- (2) à l'environnement social (relation avec l'entraîneur, les coéquipiers ou le support social) ;
- (3) environnemental (disponibilité, accessibilité aux infrastructures) de l'athlète.

Ces facteurs situationnels peuvent influencer ses réactions cognitives, émotionnelles et comportementales après la blessure.

Lors de la survenue de la blessure et tout au long du processus de rééducation, l'athlète évalue cognitivement de nombreux paramètres tels que la cause de la blessure, la vitesse de récupération, son niveau de performance actuel en comparaison à ses coéquipiers et adversaires, mais également ses capacités à faire face à la blessure ou le soutien social disponible perçu. Ces paramètres peuvent évoluer au cours du processus de rééducation et leurs ►

Dans ce modèle, un stressueur est un événement pouvant provoquer un stress, c'est-à-dire un déséquilibre pour l'athlète entre la perception de la difficulté d'une situation et la perception de ses capacités à y faire face. **La blessure est donc un stressueur.**

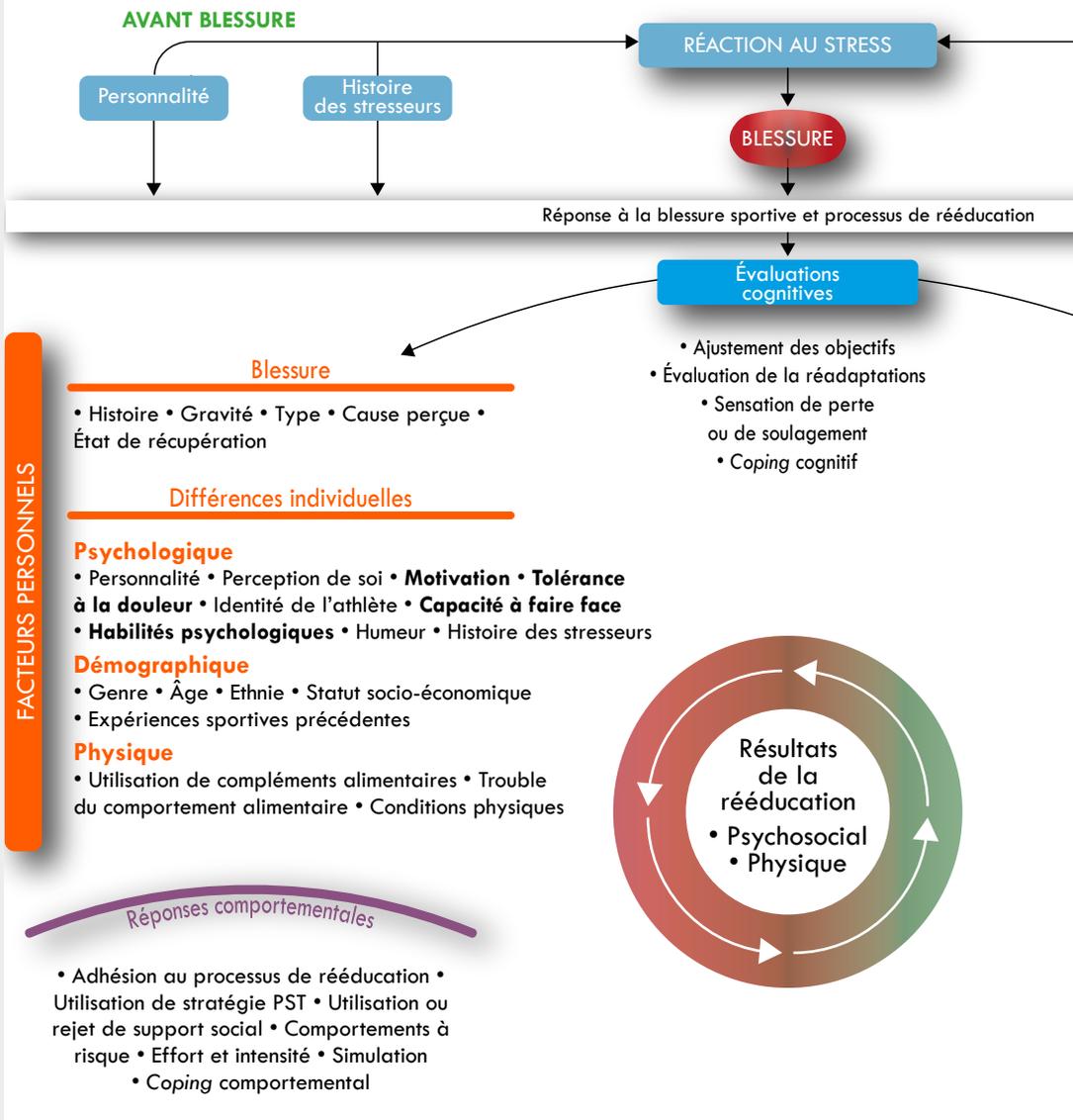
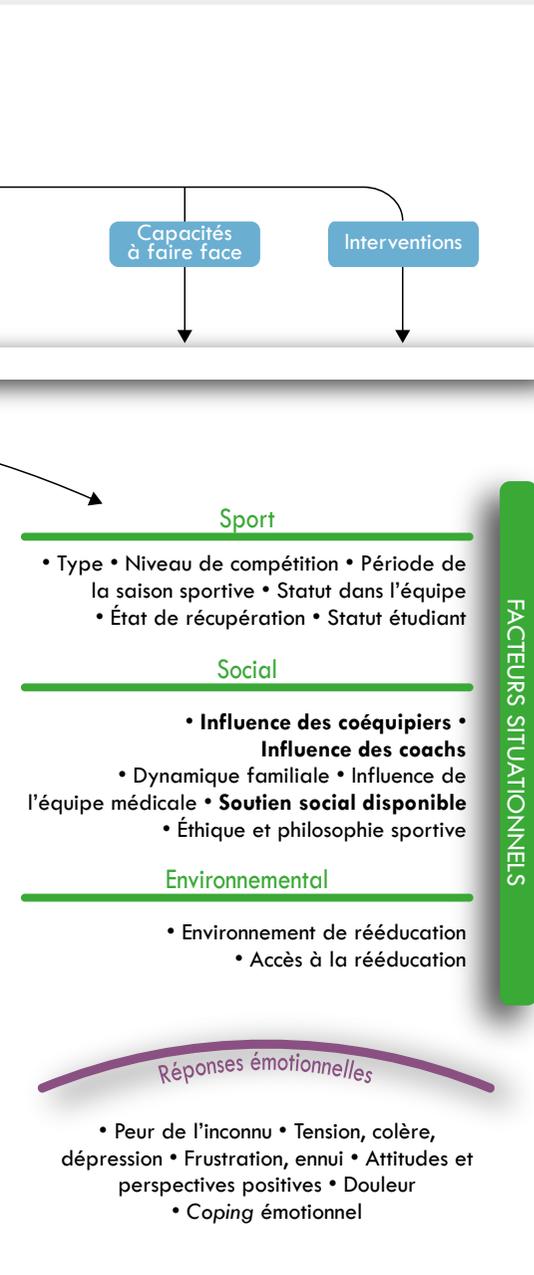


Figure 1 – Modèle intégratif biopsychosocial de la blessure en sport (adapté de Wiese-Bjornstal *et al.* 2018).



évaluations cognitives vont jouer un rôle important sur les réponses émotionnelles et comportementales que l'athlète va fournir face à la blessure, à savoir :

Les réponses émotionnelles telles que :

- la peur de l'inconnue ;
- la frustration ;
- la colère ;
- ou, à l'inverse les attitudes positives.

Les réponses comportementales telles que :

- l'adhésion aux séances de rééducation et de réathlétisation ;
- les comportements à risque ;
- ou encore les capacités à faire face à la situation.

Ces deux types de réponses évoluent tout au long du processus de soin.

Des facteurs stables : l'anxiété et les compétences émotionnelles

Ce modèle intégratif identifie divers traits de personnalité stables, qui semblent être impliqués dans le risque de survenue de blessure et dans la reprise post-blessure. Au cours de sa vie, chaque individu éprouve de l'anxiété, définie comme un « état ►

émotionnel négatif qui s'accompagne de nervosité, d'inquiétude et d'appréhension, associé à une activation de l'organisme » (Weinberg et Gould, 1997). Il s'agit donc d'une réponse complexe mêlant les dimensions cognitive et somatique. La dimension cognitive correspond aux attentes négatives quant à la situation (p. ex., inquiétude, concentration sur soi et sur les autres), tandis que la dimension somatique se traduit par des réactions physiques et physiologiques (p. ex., tensions somatiques et hyperactivité du système nerveux autonome). Cheng *et al.* (2009) identifient une troisième dimension – la régulation –, qui représente le potentiel d'adaptation de l'athlète à une situation de compétition. En effet, leurs travaux ont permis de constater que la dimension de régulation a des effets sur la performance sportive, c'est-à-dire que plus l'athlète perçoit qu'il contrôle la situation, plus ses performances seront élevées.

D'autre part, on distingue deux formes d'anxiété (Spielberger, 1972) :

1. L'anxiété trait

qui est liée au sentiment d'appréhension, d'inquiétude et de nervosité que l'athlète ressent habituellement ;

2. L'anxiété état

qui est un état émotionnel lié à une situation particulière, provoquant un sentiment d'appréhension, de tension, d'inquiétude à un moment précis.

Par exemple, une compétition importante, avec de forts enjeux, peut créer

un sentiment d'appréhension et de nervosité chez l'athlète, faisant naître chez lui un sentiment de stress. D'après Lazarus et Folkman (1984), le stress est « *une relation particulière entre la personne et son environnement évaluée par la personne comme excédant ses capacités et mettant en danger son bien-être* ». En effet, moins l'athlète estimera avoir les capacités et les ressources nécessaires pour contrôler ou non la situation, plus il sera stressé. Au cours de sa carrière, l'athlète est régulièrement exposé à des situations qu'il peut percevoir comme stressantes. Cette exposition au stress crée un état de vigilance qui augmente le risque de se blesser. Et lorsqu'il fait face à une blessure, l'athlète va traverser différents états psychologiques, que ce soient le stress, l'anxiété, la peur ou encore le doute. La façon de réagir face aux différentes émotions éprouvées, agréables ou désagréables, sera différente d'un athlète à un autre, selon sa personnalité et ses précédentes expériences. Les recherches montrent que les états psychologiques résultant de l'exposition à une situation stressante sont fonction des compétences intrinsèques des individus à gérer leurs émotions.

En 1920, Thorndike souligne l'importance de « *l'habileté à identifier ses propres états internes, motivations et comportements (ainsi que ceux des autres), et à interagir avec autrui de manière optimale sur la base de ces informations* ». La variété des modèles théoriques empêche de trouver un consensus quant à la définition des compétences émotionnelles ; toutefois, un consensus relatif se dégage ►

“... si un athlète a identifié être préoccupé, la capacité de compréhension des émotions lui permettra de bien comprendre ce qui le préoccupe...”

autour de l'idée que, selon Mikolajczak et al. (2009), « les compétences émotionnelles désignent les différences dans la manière dont les individus identifient, expriment, comprennent, utilisent et régulent leurs émotions et celles d'autrui ». Elles jouent donc un rôle important dans la santé mentale et physique, mais aussi dans la performance au travail et les relations sociales d'un individu. Cinq dimensions ont été identifiées :

- La première dimension est l'identification des émotions, qui est essentielle pour l'adaptation de l'individu à son environnement. Un athlète qui n'a pas de bonnes compétences émotionnelles saura s'il se sent bien ou mal mais aura des difficultés à identifier s'il s'agit d'anxiété, de frustration ou encore de joie. Deux prérequis sont indispensables afin de lui permettre d'identifier efficacement ses émotions : l'ouverture aux émotions, c'est-à-dire accepter de ressentir des émotions, et la richesse du vocabulaire émotionnel afin d'évaluer l'intensité des émotions. Ainsi, si l'athlète identifie des tensions musculaires ou encore des inquiétudes comme étant des symptômes de l'anxiété liés à la reprise de la compétition après une blessure, il peut alors anticiper et gérer ses émotions beaucoup

plus efficacement afin que celles-ci n'impactent pas sa performance.

- La seconde dimension est la compréhension des causes et des conséquences des émotions, ce qui implique deux composantes : l'accueil des émotions et l'identification des besoins qui leur sont sous-jacents. Par exemple, si un athlète a identifié être préoccupé, la capacité de compréhension des émotions lui permettra de bien comprendre ce qui le préoccupe (p. ex., ne pas avoir le niveau). Cette habileté lui facilitera ensuite la capacité à se réguler.
- La troisième dimension est l'expression des émotions, qui repose sur la capacité d'acceptation et d'écoute véritable des émotions d'autrui. Selon Kennedy-Moore et Watson (1999), le fait d'exprimer ses émotions permettrait à l'individu de réorganiser cognitivement les représentations de son expérience émotionnelle. Lors de la reprise de l'entraînement après une blessure, il est nécessaire que l'athlète communique ses émotions à son entraîneur ou son préparateur physique, qu'elles soient positives ou négatives, afin qu'ils aient toutes les informations et puissent ajuster, si besoin, la prise en charge afin de ne pas mettre en difficulté l'athlète. ▶

- La quatrième dimension est la régulation des émotions, qui est un processus complexe intervenant lorsqu'un individu est confronté à une émotion dysfonctionnelle (c'est-à-dire en désaccord avec les objectifs de l'individu et/ou inappropriée au contexte). Ainsi, la régulation recouvre l'ensemble des processus par lesquels une personne va modifier différents paramètres de l'émotion (valence, intensité, durée ; Gross et Thompson, 2007). Un athlète qui ressent de la peur à l'idée de reprendre l'entraînement après une blessure peut, grâce à la régulation des émotions, augmenter son plaisir en se projetant sur le fait qu'il va pouvoir recommencer à s'entraîner après une longue période d'arrêt, ce qui lui permettra d'appréhender plus facilement son retour au sport.
- La cinquième dimension est l'utilisation des émotions. De façon générale, les émotions influencent la perception, les souvenirs ou encore la façon dont les informations sont traitées. Elles jouent également un rôle sur les jugements, l'interprétation des événements, les décisions prises et les actions mises en œuvre. Il est donc nécessaire pour l'athlète blessé de connaître et repérer ses émotions (p. ex., la peur de se reblesser), afin de pouvoir s'en servir, et ainsi optimiser son fonctionnement, ou de s'en libérer lorsqu'elles peuvent compromettre son jugement ou sa performance.

Il est important de noter qu'un déficit au niveau de l'identification et de l'expression des émotions n'est pas sans conséquence sur la santé physique, psychologique et sociale. De plus, si l'athlète a des compétences émotionnelles développées, il aura de meilleures capacités à faire face aux situations stressantes et à réduire les signes d'anxiété liés au stress. En effet, il a été observé dans plusieurs études que des compétences émotionnelles élevées permettaient notamment une plus grande estime de soi et une diminution du risque de développer des troubles psychologiques, avec également pour effet de diminuer la réactivité neuroendocrinienne au stress (Mikolajczak *et al.* 2007).

S'adapter : les stratégies de coping (faire face) et l'impulsivité

La blessure se révèle être un événement stressant pour l'athlète, provoquant des changements importants dans sa vie et sa gestion du quotidien. Il fait face à de nombreuses incertitudes quant à sa rémission, l'impact que cette blessure aura sur sa saison, sa place au sein du collectif sportif, ses objectifs ou encore sur ses finances et sa vie personnelle. Ainsi, face à une blessure, l'athlète va devoir élaborer des stratégies d'adaptation, ou de *coping*, pour réduire le stress et ainsi répondre aux exigences de sa situation de sportif ►

de haut niveau. Selon Lazarus et Folkman (1984), les stratégies de *coping* représentent « *l'ensemble des efforts cognitifs et comportementaux constamment changeants que déploie l'individu pour gérer les exigences spécifiques internes ou externes, évaluées comme consommant ou excédant ses ressources* ».

“... appréhender plus facilement son retour au sport.”

L'athlète peut faire appel à de nombreuses stratégies de *coping*, notamment orientées vers la tâche, avec pour objectif d'affronter directement la source de stress ou les pensées et affects qui en découlent. Les stratégies orientées vers la tâche sont soit centrées sur les émotions, ce qui permet de gérer les réponses émotionnelles induites par la situation, soit centrées sur le problème, ce qui permet de réduire les exigences de la situation et d'augmenter ses propres ressources pour y faire face. Ainsi, les processus d'adaptation passent aussi bien par l'action (efforts comportementaux : résolution de problème, recherche d'informations, recherche d'aide, consommation de substances) que par des processus de pensée (efforts cognitifs : réévaluation de la situation

stressante). Par ailleurs, un athlète ayant tendance à être anxieux aura davantage recours à des stratégies orientées vers l'évitement, notamment le déni, le désengagement comportemental ou encore le blâme. Or, l'utilisation de ces stratégies d'évitement peut être considérée comme inadaptée, rendre l'athlète plus vulnérable, et ainsi l'amener à adopter des comportements à risque tels que le désengagement du processus de soin, le blâme de soi ou de ses autres, ou encore l'utilisation de substances illicites.

Outre des stratégies d'adaptation efficaces, des études ont démontré qu'un niveau de compétences émotionnelles élevé permettait de modérer certains comportements à risque chez les athlètes de haut niveau, notamment dus à l'impulsivité. Par exemple, des études ont montré que des compétences émotionnelles développées permettent de réduire la probabilité d'adopter des comportements à risque pour la santé comme la consommation excessive d'alcool et de substances, ou encore les conduites dangereuses (Brackett, Mayer et Warner, 2004 ; Trinidad et Johnson, 2002). Confronté à des situations stressantes, un athlète peut avoir des difficultés à se contrôler et avoir des comportements entraînant un risque accru de blessure ou de reblessure. Lorsqu'il fait face à des émotions négatives, l'athlète peut être amené à prendre une décision dans l'urgence et à agir sans prendre le temps de réfléchir ou de penser aux conséquences de ce qu'il fait. Il peut également avoir tendance à rechercher ▶

de nouvelles expériences qui pourraient s'avérer dangereuses, ou encore avoir des difficultés à rester concentré sur une activité qu'il perçoit comme difficile ou ennuyante (p. ex., lors de la réalisation d'exercices répétitifs et peu ludiques avec des effets qui sont dilués dans le temps).

Au cours de la prise en charge médicale et paramédicale de l'athlète, de nouveaux facteurs psychologiques vont apparaître et connaître des évolutions au fur et à mesure des séances de rééducation et de réathlétisation, et surtout au fur et à mesure que l'athlète récupère ses capacités physiques, faisant face à de nouvelles préoccupations.

Perception de la douleur et anxiété de reblessure

La perception de la douleur est différente d'un athlète à l'autre, notamment en fonction des expériences douloureuses passées et du type de blessure (Flint, 1998), mais sera aussi évolutive entre le début et la fin de la prise en charge. D'après le modèle « peur-évitement » (Lethem *et al.* 1983), la perception de la douleur implique deux composantes : une composante sensorielle, qui se réfère à la sensation de douleur, et une composante en lien avec la réaction émotionnelle, pouvant conduire à un évitement respectivement des activités physiques et d'une expérience douloureuse. Ainsi, différents facteurs tels que les stratégies pour faire face à la douleur, l'expérience personnelle de la douleur ou encore la personnalité vont jouer un

rôle important dans la réponse comportementale de l'athlète face à la douleur : il peut alors décider de l'affronter (p. ex., en effectuant efficacement ses séances de rééducation, en reprenant son entraînement sportif) ou de l'éviter (p. ex., en repoussant son retour à l'entraînement, en manquant une séance de rééducation), ce qui induit une limitation de l'exposition à la douleur et une impossibilité de calibrer la sensation douloureuse, entraînant une perception de la douleur exagérée. De plus, si l'athlète ne perçoit pas d'amélioration de son état physique (retour de sa mobilité, douleurs moins importantes), il risque de moins adhérer au processus de soin, retardant son retour à l'entraînement et à la compétition.

“... l'anxiété de reblessure est un facteur psychologique susceptible d'influer les résultats de rééducation et de réathlétisation...”

De même, l'anxiété de reblessure est un facteur psychologique susceptible d'influer les résultats de rééducation et de réathlétisation, et ainsi de provoquer un ►

risque accru de blessure (Walker et Thatcher, 2011). Elle représente un frein psychologique chez les athlètes blessés qui retournent au sport, et fait partie de leurs préoccupations les plus importantes (Podlog, Dimmock et Miller, 2011 ; Wadey et Evans, 2011 ; Walker *et al.* 2010). L'anxiété de reblessure est une réponse émotionnelle négative avec des manifestations cognitives (pensées et images négatives) mais aussi somatiques (sensations de nausée et de tension). Ces symptômes peuvent apparaître si l'athlète perçoit un risque de reproduction ou d'aggravation de sa blessure. Ainsi, s'il se considère comme susceptible de se blesser à nouveau, il aura tendance à chercher à se protéger. À l'inverse, s'il se considère comme ayant peu de risques de se blesser à nouveau, il n'aura pas tendance à chercher à se préserver dans l'effort (Walker et Thatcher, 2011). Il a également été suggéré que, lors de la reprise de la compétition post-blessure, certains athlètes ressentent une anxiété de

compétition plus élevée et ont tendance à se concentrer majoritairement sur la partie du corps blessée plutôt que sur les indices pertinents dans leur performance (Wadey *et al.* 2014).

À l'approche de la reprise : l'engagement et les croyances de l'athlète

Cette nervosité peut représenter un frein dans l'engagement de l'athlète lors de sa reprise, et notamment menacer sa motivation à reprendre l'entraînement et la compétition. En effet, se projeter dans la reprise de sa pratique peut être un processus difficile pour certains athlètes car ils doivent faire face à l'inquiétude et à l'incertitude concernant leurs capacités à retrouver leur niveau pré-blessure. Ils doivent aussi faire face à des pressions internes ou externes afin de respecter le délai de retour au sport imposé (p. ex., compétition, qualification, etc.). En effet, des études ont montré qu'un athlète peut reprendre l'entraînement et la compétition afin de satisfaire des motivations externes telles que la culpabilité de laisser tomber ses coéquipiers, ou en vue de répondre aux attentes de son entraîneur (Podlog et Eklund, 2005), agent ou encore sponsors. Selon le modèle intégratif biopsychosocial de la blessure en sport (Wiese-Bjornstal *et al.* 1998), le type de motivation (interne ou externe) guide le comportement de l'athlète et peut affecter les résultats mais ▶



Teddy Tamgho (triple-saut), blessé pendant le championnat de France en 2016. ©IconSport

aussi ses expériences cognitives, émotionnelles et comportementales. Ainsi, il est possible d'observer des athlètes qui font retarder leur reprise en n'adhérant pas, ou partiellement, au processus de prise en charge de leur blessure ; ou bien des athlètes qui, au contraire, vont tout faire pour reprendre le plus vite possible en cachant parfois certaines douleurs et préoccupations.

En 1991, Ajzen a développé la théorie du comportement planifié qui met en relation les déterminants de l'adoption de comportements pro-sociaux. Des liens ont été observés entre les croyances liées au comportement, l'intention de l'adopter et l'adoption de celui-ci. Ainsi, plus l'athlète aura confiance en sa capacité et sa détermination à réaliser ses séances de soin, à reprendre l'entraînement et la compétition, plus il aura de facilités à mener à son terme le travail de rééducation et de réathlétisation. Parmi les croyances liées au comportement, Ajzen en a identifié trois principales :

- Les attitudes comportementales, qui correspondent aux jugements que les individus portent sur le comportement à adopter. Par exemple, un athlète blessé peut penser que les séances de réathlétisation sont bonnes ou bien mauvaises, que la reprise est dangereuse, ou au contraire bénéfique.
- Les normes sociales perçues, qui sont les perceptions que l'individu peut avoir concernant l'adoption du comportement par les autres, ou bien de ce

que son entourage pense de ses comportements. Par exemple, un athlète blessé peut percevoir que ses partenaires d'entraînement pensent qu'il devrait attendre pour reprendre l'entraînement ; il pourrait aussi percevoir que d'autres sportifs de haut niveau adoptent également un protocole de réathlétisation.

- Le contrôle comportemental perçu, quant à lui, correspond à la perception que l'individu a de sa capacité à adopter un comportement. Par exemple, un athlète peut penser que sa reprise de l'entraînement ne dépend pas de lui, ou au contraire qu'il est le principal décisionnaire. ▶



“... évaluer si l’athlète fait face à des difficultés dans sa reprise du sport, de l’entraînement et de la performance...”

Ces croyances, si elles sont majoritairement positives, permettent aux individus d’avoir l’intention d’adopter tel ou tel comportement. L’intention comportementale est définie dans la théorie d’Ajzen comme la probabilité que perçoit un individu d’adopter un comportement dans un laps de temps donné. Ainsi, en mesurant l’intention d’un athlète de reprendre la compétition, par exemple, on peut savoir s’il se sent prêt à performer de nouveau au plus haut niveau.

Des questionnaires psychométriques : un outil d’évaluation à la reprise

La prise en charge médicale et paramédicale des athlètes de haute performance se doit d’être complète, et cela même avant que l’athlète ne soit blessé, *via* notamment un profilage, des séances de réathlétisation préventive, une rééducation et une réathlétisation post-blessure. Mais dans l’optique d’offrir une prise en

charge pluridisciplinaire et intégrative, il convient de prendre en compte l’aspect multifactoriel de la blessure, avec des déterminants psychologiques et leurs mécanismes sous-jacents, de plus en plus étudiés et à identifier individuellement, afin d’accompagner au mieux l’athlète dans son retour à la performance. Un travail sur le long terme qui nécessite une méthodologie précise, encore peu systématisée et mise en œuvre sur le terrain. En France, Thierry Dumaine (responsable de l’unité d’Accompagnement à la performance à l’INSEP) a sollicité l’expertise de psychologues et chercheurs en psychologie du sport pour travailler sur la création d’une batterie de questionnaires psychométriques permettant d’évaluer les différents indicateurs psychologiques liés à la reprise du sport afin de savoir si l’athlète blessé est prêt à reprendre l’entraînement et la compétition. À l’issue d’une revue de littérature dont vous avez eu un aperçu, plusieurs indicateurs ont ainsi été identifiés pour permettre d’évaluer si l’athlète fait face à des difficultés dans sa reprise du sport, de l’entraînement et de la performance, mais aussi pour savoir si sa prise en charge nécessite de faire appel à d’autres ressources ou experts issus de divers champs disciplinaires (p. ex., en modifiant certains exercices pendant la réathlétisation, ou en orientant les athlètes vers des psychologues ou préparateurs mentaux), afin d’offrir un protocole de prise en charge adapté, individualisé et sécurisé, permettant un retour à la performance optimal, tant sur le plan physique que psychologique. ■

Bibliographie

AJZEN I, « The theory of planned behavior », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1991, 50(2), p. 179-211. DOI : [10.1016/0749-5978\(91\)90020-t](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-t).

ANDERSEN MB et WILLIAMS JM, « A model of stress and athletic injury: Prediction and prevention », *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 1988, 10(3), p. 294-306. DOI : [10.1123/jsep.10.3.294](https://doi.org/10.1123/jsep.10.3.294).

BAHR R, CLARSEN B, DERMAN W *et al.*, « International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance [STROBE-SIIS]) », *British Journal of Sports Medicine*, 2020, 54, p. 372-389. DOI : [10.1136/bjsports-2019-101969](https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101969).

BRACKETT MA, MAYER JD et WARNER RM, « Emotional intelligence and its relation to everyday behaviour », *Personality and Individual Differences*, 2004, 36(6), p. 1387-1402. DOI : [10.1016/S0191-8869\(03\)00236-8](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(03)00236-8).

BROWN C, « Injuries: The psychology of recovery and rehab », S. Murphy (éd.), *The Sport Psych Handbook*, Champaign, IL: Human Kinetics, 2005, p. 215-35.

CHENG WNK, HARDY L et MARKLAND D, « Toward a three-dimensional conceptualization of performance anxiety: Rationale and initial measurement development », *Psychology of Sport and Exercise*, 2009, 10(2), p. 271-278. DOI : [10.1016/j.psychsport.2008.08.001](https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2008.08.001).

FLINT A, « Integrating sport psychology and sports medicine in research: The

dilemmas Article », *Journal of Applied Sport Psychology*, 1998, 10(1), p. 83-102. DOI : [10.1080/10413209808406379](https://doi.org/10.1080/10413209808406379).

GROSS JJ et THOMPSON RA, « Emotion regulation: Conceptual foundations », *Handbook of Emotion Regulation*, Guilford Press, New York, 2007, p. 3-24.

KENNEDY-MOORE E et WATSON JC, *Expressing Emotion*, Guilford Press, New York, 1999.

LAZARUS R et FOLKMAN S, *Stress, Appraisal and Coping*, Springer, New York, 1984.

LETHEM J, SLADE PD, TROUP JDG et BENTLEY G, « Outline of a fear-avoidance model of exaggerated pain perception », *Behaviour Research and Therapy*, 1983, 21(4), p. 401-408. DOI : [10.1016/0005-7967\(83\)90009-8](https://doi.org/10.1016/0005-7967(83)90009-8).

MELZACK R et DENNIS SG, « Neurophysiological foundations of pain », *The Psychology of Pain*, Sternbach RA, Raven Press, New York, 1978, p. 1-26.

MIKOLAJCZAK M, MENIL C et LUMINET O, « Explaining the protective effect of trait emotional intelligence regarding occupational stress: Exploration of emotional labor processes », *Journal of Research in Personality*, 2007, 41(5), p. 1107-1117. DOI : [10.1016/j.jrp.2007.01.003](https://doi.org/10.1016/j.jrp.2007.01.003).

MIKOLAJCZAK M, QUOIDBACH J, KOTSOU I et NÉLIS D, *Les compétences émotionnelles*, Dunod, Paris, 2009.

PODLOG L et EKLUND RC, « Return to sport after serious injury: A retrospective examination of motivation and psychological outcomes », *Journal of Sport Rehabilitation*, 2005, 14(1), p. 20-34. DOI : [10.1123/jsr.14.1.20](https://doi.org/10.1123/jsr.14.1.20).

PODLOG L, DIMMOCK J et MILLER J, « A review of return to sport concerns following injury rehabilitation: Practitioner strategies for enhancing recovery outcomes », *Physical Therapy in Sport*, 2011, 12(1), p. 36-42. DOI : [10.1016/j.ptsp.2010.07.005](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.07.005).

SPIELBERGER CD, « Current trends in theory and research on anxiety », *Anxiety: Current Trends in Theory and Research*, Academic Press, New York, 1972, p. 3-19.

SUMILO D et STEWART-BROWN S, « The causes and consequences of injury in students at UK institutes of higher education », *Public Health*, 2006, 120(2), p. 125-131. DOI : [10.1016/j.puhe.2005.01.018](https://doi.org/10.1016/j.puhe.2005.01.018).

TAYLOR J et TAYLOR S, *Psychological approaches to sport injury rehabilitation*, MD, US : Aspen Publishers, 1997.

THORNDIKE EL, « Intelligence and its uses », *Harper's Magazine*, 1920, 140, p. 227-235.

TRINIDAD DR et JOHNSON CA, « The association between emotional intelligence and early adolescent tobacco and alcohol use », *Personality and Individual Differences*, 2002, 32, p. 95-105. DOI : [10.1016/S0191-8869\(01\)00008-3](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(01)00008-3).

WADEY R et EVANS L, « Working with injured athletes: research and practice », S. Hanton et S.D. Mellalieu (éds), *Professional Practice in Sport Psychology: A Review*, Routledge, Londres, 2011.

WADEY R, PODLOG L, HALL M, HAMSON-UTLEY J, HICKS-LITTLE C et HAMMER C, « Reinjury Anxiety, Coping, and Return-to-Sport Outcomes: A Multiple Mediation Analysis », *Rehabilitation Psychology*, 2014, 59(3), p. 256-266. DOI : [10.1037/a0037032](https://doi.org/10.1037/a0037032).

WALKER N, THATCHER J et LAVALLEE D, « A preliminary development of the re-injury anxiety inventory (RIAI) », *Physical Therapy in Sport*, 2010, 11(1), p. 23-29. DOI : [10.1016/j.ptsp.2009.09.003](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2009.09.003).

WALKER N et THATCHER J, « The emotional response to athletic injury: re-injury anxiety », *Coping and Emotion in sport, Second Edition*, J. Thatcher, M. Jones et D. Lavallee (éds), Routledge, New York, 2011, p. 236-260.

WEINBERG RS et GOULD D, *Psychologie du sport et de l'activité physique*, Éditions Vigot, Paris, 1997.

WIESE-BJORNSTAL DM, SMITH AM, SHAFFER SM et MORREY MA, « An integrated model of response to sport injury: Psychological and sociological dynamics », *Journal of Applied Sport Psychology*, 1998, 10(1), p. 46-69. DOI : [10.1080/10413209808406377](https://doi.org/10.1080/10413209808406377).

WIESE-BJORNSTAL DM, WHITE AC, WOOD KN et RUSSELL HC, « Sport medicine psychology », T.S. Horn et A.L. Smith (éds), *Advances in sport and exercise psychology* (4^e éd.), Champaign, IL : Human Kinetics, 2019, p. 287-408.

Détente verticale

*Approche
individualisée
de l'entraînement
basée sur le profil
force-vitesse*





Par Jean-Benoît Morin

Professeur des universités,
laboratoire interuniversitaire de biologie de la motricité,
Institut régional de médecine et ingénierie du sport,
université Jean-Monnet, Saint-Étienne.



Pierre Samozino

Maître de conférences,
laboratoire interuniversitaire de biologie de la motricité,
université Savoie-Mont-Blanc.

Action essentielle dans de nombreux sports, le saut requiert des qualités physiques très particulières, mélange de force, de vitesse et de puissance. Toutefois, développer ces qualités ne s'improvise pas et nécessite une réflexion adaptée à la biomécanique de chaque athlète. Car si tout le monde peut sauter, chacun le fait avec sa propre technique, et ses propres qualités physiques.

Dans l'inconscient collectif, sauter haut, à l'instar de courir vite ou soulever de lourdes charges, fait partie des capacités physiques de base caractérisant le potentiel athlétique des sportifs. Certes, la « détente verticale » n'est qu'une des qualités physiques des athlètes, qui ne sont elles-mêmes qu'une des composantes de la performance sportive, notamment en sports collectifs. Cependant, de nombreuses actions décisives sont permises par une performance de saut vertical importante, en basket-ball ou volley-ball, mais également dans des sports *a priori* moins concernés comme le rugby ou le football. Nul n'a oublié la détente de Cristiano Ronaldo pour exécuter son retourné parfait face à la Juventus Turin en avril 2018 ou sa tête estimée à 2,56 m de hauteur en décembre 2019. Tout comme la performance individuelle en sprint, la capacité de détente verticale n'est donc pas un élément central de la performance, mais une qualité physique nécessaire et parfois limitante. Demandez à n'importe quel athlète si une amélioration de leur performance en saut vertical

leur semble utile, peu répondront négativement. Bien entendu, le « champion du monde de détente verticale » ne sera pas forcément un bon footballeur ou basketteur, mais si l'ensemble d'une équipe de volley-ball, basket-ball, football, rugby, ou même une troupe de danse classique gagne 5 ou 10 % de détente (Escobar Álvarez *et al.* 2019), cela contribuera *in fine* à des gains de performance globale...

“ ... être fort à basse vitesse » ne veut pas forcément dire « être fort à haute vitesse... ”

Se méfier des idées reçues

Comment produit-on un saut ? La performance en saut demande l'expression de hauts niveaux de force à de grandes vitesses, développée sur une durée très courte, limitée par la distance de déploiement du membre inférieur ou « distance de poussée » (Hpo). La qualité ▶



Cristiano Ronaldo (Juventus Turin, 2018). ©IconSport

physique traduisant cette combinaison de force et de vitesse est la puissance mécanique, exprimée en watts (W), que l'on peut considérer comme représentant le produit sur un temps donné de la force et de la vitesse exprimées. Dès lors, on pourrait imaginer que pour tout programme ou exercice visant à développer la production de force (F_0) et/ou de vitesse (V_0) chez des jeunes athlètes, les marges de progression minimales des athlètes entraînés nécessitent une approche plus fine, individualisée, et basée sur l'exploration des qualités de force et vitesse sous-tendant la production de puissance. La capacité d'un sportif à produire de la force à différentes vitesses est très bien décrite par la relation décroissante force-vitesse. Cette relation part de la force maximale qu'il est capable de produire à vitesse nulle (F_0) et diminue jusqu'à la vitesse maximale jusqu'à laquelle il peut

produire de la force (V_0). Contrairement à une idée reçue dans le monde de l'entraînement qui veut que pour décoller vite, il faut créer de l'accélération et donc produire de grandes quantités de force, une étude récente menée chez plus de 500 athlètes dans 14 sports différents identifie la très faible corrélation entre la force maximale (représentée par la valeur extrême du profil côté force : F_0) et la qualité de production de force à vitesse maximale (valeur extrême du profil côté vitesse : V_0), cette corrélation est d'autant plus faible que le niveau de pratique est élevé (Fig. 1) [Jiménez-Reyes *et al.* 2018].

Ainsi, « être fort à basse vitesse » ne veut pas forcément dire « être fort à haute vitesse », et dans de nombreuses disciplines sportives la question cruciale est bien : « À quelle vitesse pouvez-vous être fort ? »

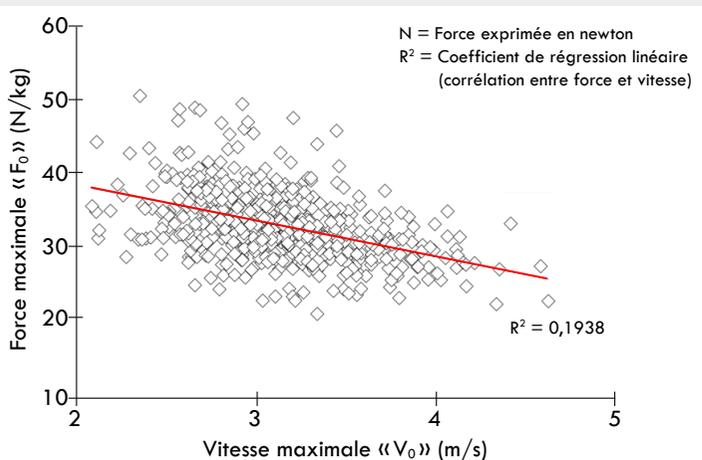


Figure 1 – Faible corrélation entre les qualités de force maximale (F_0) et de force à vitesse maximale (V_0) pour une population de 553 athlètes pratiquant 14 sports différents à des niveaux allant d'amateur à international (Jiménez-Reyes *et al.* 2018).

Contexte

Dans cet article, nous ne nous intéresserons pas à la puissance musculaire exprimée au niveau de la fibre, du muscle « isolé » ou d'un exercice non spécifique de type mono-articulaire (flexion du coude, extension du genou). Bien que ces approches « microscopiques » permettent la compréhension des mécanismes neurophysiologiques de la production de puissance ou le ciblage de certains groupes musculaires, nous placerons notre analyse à une échelle macroscopique, plus proche de la spécificité de la motricité « corps entier » (Alcazar *et al.* 2019). Ainsi, nous analyserons la résultante externe de la production de force et de puissance par les muscles lors du mouvement d'extension balistique (c'est-à-dire avec intention et vitesse maximale) du membre inférieur en saut. Ce choix est dicté par un compromis entre ce qu'il est possible de mesurer précisément (malgré de récentes avancées expérimentales [Martin *et al.* 2018], la mesure de force et de puissance produites par le muscle en cours d'exercice sportif est à ce jour impossible) et ce qui va directement impacter la performance motrice en respectant la spécificité gestuelle propre à chaque action sportive. Une limite de cette approche macroscopique est qu'elle englobe tous les mécanismes sous-jacents à la production de force et de vitesse (types d'unités motrices, coordinations, synergies, architecture musculaire, interactions muscle-tendon, taux de montée en force...) dans un nombre limité de variables représentant ce que nos membres inférieurs sont capables de produire d'un point de vue mécanique.

Définitions et mesures classiques en laboratoire

Depuis les études en chronophotographie d'Étienne-Jules Marey dans les années 1890-1920 (Marey, 2002), un modèle d'analyse biomécanique du mouvement « corps entier » consiste à étudier le déplacement du corps (réduit à son centre de masse) dans le temps. Ainsi, lorsqu'un athlète accélère sa masse contre la gravité lors d'un saut, un travail mécanique est produit. La puissance mécanique est cette quantité de travail produite ramenée à l'unité de temps qui a été nécessaire pour la produire. Sur un geste donné comme la poussée préalable au décollage en saut, un athlète puissant va produire beaucoup de travail mécanique en une durée très courte. Cela implique qu'en pratique, il est nécessaire de mesurer le travail mécanique appliqué au centre de masse (force externe générée) et la vitesse de déplacement du corps (assimilé à son centre de masse). Aujourd'hui, les approches principales pour évaluer force, vitesse, et donc puissance en saut, sont (Giroux *et al.* 2015) :

- la mesure de position par encodeurs linéaires ;
- l'analyse vidéo pour les segments corporels ou le centre de masse ;
- le « *gold standard* » plateforme de force.

S'ils présentent des niveaux de précision et de reproductibilité globalement élevés, ces outils présentent deux inconvénients majeurs pour l'étude de la ►

performance sportive et son suivi : ce sont des équipements de laboratoire coûteux et ne permettant pas de mesures sur le terrain.

“... un athlète puissant va produire beaucoup de travail mécanique en une durée très courte.”

À portée de smartphone

Nos récents travaux ont permis de valider des méthodes et des concepts pour une évaluation et un développement individualisé des qualités de force, vitesse et puissance (Morin et Samozino, 2016, 2018). En nous basant sur le calcul du travail mécanique nécessaire pour élever la masse corporelle lors d'une extension en saut vertical sans élan (*squat jump*), nous avons abouti en 2008 à l'élaboration des équations simples permettant d'évaluer force (F en N), vitesse (v en m/s) et puissance (P en W) produites lors de ce geste d'extension du membre inférieur :

$$F = mg \left(\frac{H}{H_{po}} + 1 \right) \quad v = \sqrt{\frac{gH}{2}} \quad P = F \cdot v$$

Avec m la masse de l'athlète (en kg), g la constante d'accélération due à la gravité ($9,81 \text{ m/s}^2$), H la hauteur de saut (en mètres) et H_{po} la distance de poussée (différence de longueur du membre inférieur entre position d'extension maximale et position de départ préférée de l'athlète avec genoux à environ 90°).

Des équations validées en comparaison à des données de référence de plateforme de force (Samozino *et al.* 2008), et depuis confirmées par d'autres études (p. ex. Giroux *et al.* 2015 ; Palmieri *et al.* 2015 ; Jiménez-Reyes *et al.* 2017a, Garcia-Ramos *et al.* 2019). Ces équations sont également valides lors de sauts avec charge additionnelle sur les épaules, ce qui rend possible la détermination du profil force-vitesse en saut (Samozino *et al.* 2014) et le calcul des variables de force (F_0), vitesse (V_0) et puissance ($P_{\max} = F_0 \cdot V_0 / 4$) maximales théoriques de chaque athlète, ainsi que l'orientation de son profil force-vitesse (S_{fv} = pente de la droite force-vitesse). On notera que la précision du calcul de P_{\max} a été également validée en comparaison aux données de plateforme de force (Samozino *et al.* 2014 ; Morin et Samozino, 2018).

Hormis la masse (corps + charges additionnelles éventuelles) et la longueur du membre inférieur, la seule variable d'entrée requise est la hauteur de saut, qui doit être mesurée précisément, ce qui est possible avec de nombreux appareils (p. ex., plateformes de force), les systèmes opto-électroniques (de type Optojump) ou une application comme « MyJump 2 ». Sur ►

“... il est possible d'établir le profil force-vitesse-puissance en onditions de terrain avec une grande justesse.”

la base de cette dernière, validée par plus de dix études depuis 2015 (Balsalobre-Fernández *et al.* 2015), et de l'utilisation d'une feuille de calcul gratuite (*Force-Velocity Profile*), il est possible d'établir le profil force-vitesse-puissance en conditions de terrain avec une grande justesse. On notera que toute caméra présentant un ralenti de 120 images par seconde ou plus et permettant une analyse temporelle des gestes sportifs pourra être utilisée également. La hauteur atteinte par

le centre de masse peut alors être déterminée en suivant les lois de la chute des corps comme $H = g/8 \cdot t_v^2$ avec t_v le temps passé par l'athlète « en l'air » entre décollage et atterrissage (le mouvement doit être symétrique avec des positions de départ et d'arrivée identiques).

L'ensemble des calculs, approches et validations présentées ici pour la modalité de saut sans élan (*squat jump - SJ*) ont été validés pour la modalité avec ▶

Date		Nom		Masse corporelle (kg)	85
Heure		Prénom		Longueur membres inf. (m)	1,12
				Hauteur artic. H (m)	0,7
				Dist. de poignée Hpo (m)	0,44

Condition (% BW)	Masse additionnelle (kg)	Masse totale (kg)	Essai S-1 (m)	Essai S-2 (m)	Essai S-3 (m)	Hmax (m)	F (N)	V (m·s ⁻¹)	P (W)
0	0	85,0	0,344	0,347	0,347	1491,5	-1,30	1946	
20	105,0	190,0	0,239	0,237	0,239	1589,5	1,08	1721	
40	125,0	210,0	0,19	0,187	0,19	1755,8	0,97	1695	
60	145,0	230,0	0,12	0,12	0,12	1816,9	0,77	1405	
Charges utilisées	80	165,0	0,088	0,088	0,088	1946,1	0,66	1286	

$y = -698,41x + 2388,6$
 $R^2 = 0,9611$

Fo (N/kg)	28,1
Vo (m/s)	3,42
Pmax (W/kg)	24,0
Sfv (N.s/m/kg)	-8,22

Profil F-V à 30° =	81 %
optimisés	
La FORCE est à développer	
Profil F-V à 90° =	61 %
optimisés	
La FORCE est à développer	

Charges utilisées

r ²	0,96
r	-0,98
Fo (N)	2389
Fo (N/kg)	28,1
Sfv (N.s/m)	-696
Sfv (N.s/m/kg)	-8,22
Vo (m/s)	3,42
Pmax (W)	2042
Pmax (W/kg)	24,0
Sfv opt (N.s/m/kg)	-13,4

Profil force-vitesse complet, réel et optimal

- 1 Mesurer la longueur des membres inférieurs (par exemple de la crête iliaque à la pointe des arêtes)
- 2 Mesurer la hauteur initiale avec une position confortable
- 3 Vérifier que la hauteur de départ est utilisée à chaque essai de saut (utiliser les marquages)
- 4

jean-benoit.morin@unice.fr
pierre.samozino@univ-savoie.fr

élan (*countermovement jump – CMJ*) par les travaux de Pedro Jiménez-Reyes *et al.* en 2014 et 2017a. Enfin, des travaux récents ont montré que la qualité d'information était maintenue en établissant le profil linéaire force-vitesse non pas avec plusieurs charges, mais seulement deux (Fig. 2) : charge nulle (*squat jump*) et charge avec laquelle l'athlète est capable de produire une hauteur de saut d'environ 10 cm (environ 75 à 100 % de la masse corporelle [García-Ramos *et al.* 2018]). Lorsque plus de deux conditions de charges sont utilisées, le coefficient d'ajustement de la relation doit être supérieur à $R^2 = 0,95$ (comme dans la figure 2) pour une bonne fiabilité des interprétations.

Bases scientifiques :	Téléchargements :
Samozino <i>et al.</i> 2008	A simple method for measuring force velocity and power output during squat jump
Samozino <i>et al.</i> 2010	Jumping ability: A theoretical integrative approach
Samozino <i>et al.</i> 2012	Optimal Force-Velocity Profile in Ballistic Movements-Altius
Samozino <i>et al.</i> 2014	Force-Velocity Profile: Imbalance Determination and Effect on Lower Limb Ballistic Performance
Samozino <i>et al.</i> 2016	Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training

Figure 2 – Feuille de calcul *Force-Velocity Profile*. Exemple de profil force-vitesse en *squat jump*. Pour cet athlète : $F_0 = 28,1$ N/kg, $V_0 = 3,42$ m/s, $P_{\max} = 24$ W/kg ; il présente un déficit force-vitesse (FV_{imb}) d'environ 40 % pour optimiser sa performance en saut vertical (voir plus loin).

Un profil force-vitesse propre à chacun

Sur la base de l'équation $P_{\max} = F_0 \cdot V_0 / 4$ (vue précédemment) permettant d'estimer le sommet de la relation puissance-vitesse, on remarque qu'une même puissance maximale (P_{\max}) peut être obtenue par une infinité de combinaisons entre les capacités maximales de force et de vitesse du système neuromusculaire, traduites par les variables F_0 et V_0 (Samozino *et al.* 2014). Il a été montré, d'abord de façon théorique (Samozino *et al.* 2010) puis par des données expérimentales (Samozino *et al.* 2012 ; Jiménez-Reyes *et al.* 2017a), qu'il existait, pour chaque individu caractérisé par ses valeurs de P_{\max} et H_{po} , un profil force-vitesse qui maximise la performance en saut et représente le bon équilibre à avoir entre force et vitesse. On parle de « profil force-vitesse individuel optimal » (Fig. 3) qui, au-delà d'améliorer P_{\max} , se veut la cible à atteindre par l'entraînement pour améliorer la performance en saut.

Dès lors, il est possible de calculer le profil force-vitesse optimal d'un athlète (S_{FVopt}) et de le comparer à son profil réellement mesuré. L'écart entre ces deux profils est appelé « déficit force-vitesse » (FV_{imb}) (Fig. 4). Une étude récente a ainsi révélé chez des joueurs de rugby, de football et des sprinters de haut niveau que les meilleures performances en *squat jump* étaient accomplies par les athlètes présentant la plus grande P_{\max} , mais aussi le plus faible déficit FV_{imb} , c'est-à-dire le ►

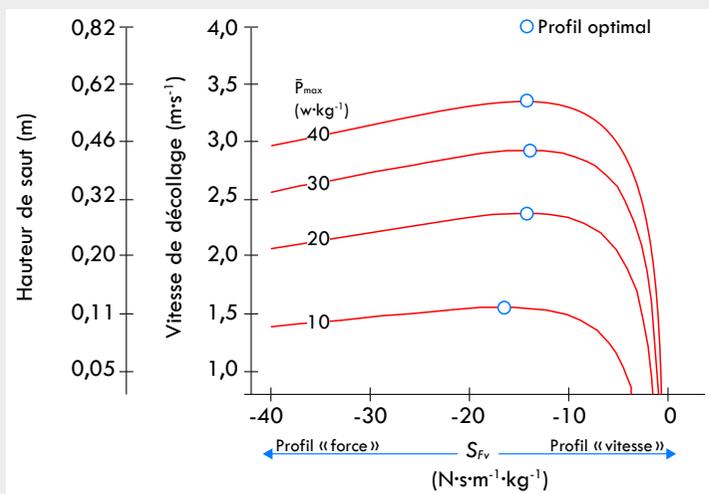
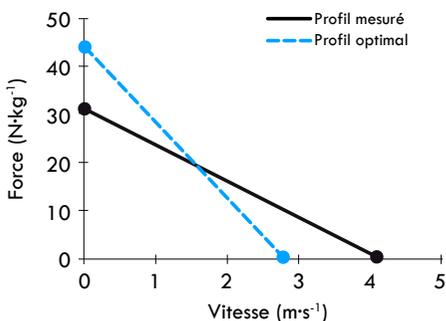


Figure 3 – Effet de la puissance maximale et du profil force-vitesse des membres inférieurs sur la performance en saut vertical. Il existe, pour chaque individu (caractérisé par ses valeurs de P_{max} et H_{po}), un profil force-vitesse optimal qui maximise la performance en saut (points blancs sur les courbes). D'après Samozino *et al.* 2010, 2012.

Athlète A

Hauteur en squat jump	27,0 cm
Masse corporelle	90 kg
Distance de poussée	0,25 m
Puissance maximale	24,5 W·kg ⁻¹
Déficit force-vitesse FV_{imb}	40 %



Athlète B

Hauteur en squat jump	27,0 cm
Masse corporelle	80 kg
Distance de poussée	0,35 m
Puissance maximale	20,0 W·kg ⁻¹
Déficit force-vitesse FV_{imb}	1 %

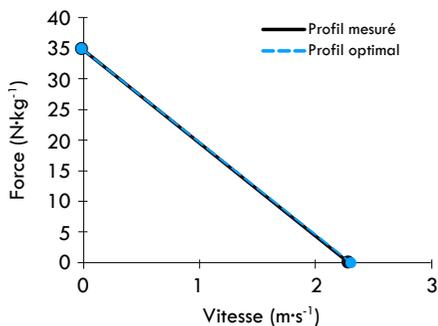


Figure 4 – Deux athlètes présentant la même hauteur de saut en *squat jump* (27 cm) peuvent présenter des valeurs de P_{max} très différentes, et *vice versa*. Dans cet exemple, l'athlète A présente une P_{max} 20 % plus élevée, mais un grand déficit force-vitesse, une masse corporelle plus élevée, et une distance de poussée plus faible. Ces facteurs expliquent en grande partie leur performance égale malgré un écart de P_{max} marqué.

profil force-vitesse le plus proche de leur profil optimal (Samozino *et al.* 2014). Une hypothèse éprouvée en CMJ chez des athlètes (sprinters, sauteurs) de haut niveau, donc dans un contexte plus en lien avec la performance de saut spécifique à certains sports comme le volley-ball ou le basket-ball (Jiménez-Reyes *et al.* 2017a).

La hauteur de saut peut être trompeuse

Afin de mieux comprendre l'importance pratique de déterminer et suivre l'évolution des profils force-vitesse-puissance du membre inférieur, il faut noter que les marqueurs indirects « classiques » de P_{\max} , basés sur des tests de performance, peuvent aboutir à des erreurs d'interprétation sur les causes de cette performance, en termes de capacités neuromusculaires. La hauteur de saut, très classiquement utilisée dans les batteries d'évaluation comme un indicateur de P_{\max} , peut être biaisée par plusieurs variables. Dans un article publié en 2019 (Morin *et al.* 2019), nous avons montré de façon théorique (mais de nombreux exemples ont été observés dans notre suivi de joueurs et d'athlètes depuis quelques années) que deux individus sautant à la même hauteur de saut peuvent présenter des valeurs de P_{\max} différentes, dans une marge parfois supérieure à 20 %. Les principaux facteurs pouvant influencer P_{\max} (pour une même hauteur enregistrée en saut) sont les suivants :

La masse corporelle et le ratio masse grasse/masse maigre. Pour une capacité musculaire des membres inférieurs identique, le travail mécanique (et donc la puissance) nécessaire pour porter la masse corporelle à une hauteur donnée ne sera pas le même, et deux joueurs de masses (corporelle et/ou grasse) différentes auront des niveaux de P_{\max} différents, masqués par une détente verticale *a priori* identique.

La distance d'extension du membre inférieur lors de la phase de poussée. Cette variable anthropométrique (nommée H_{po} dans la figure 2) dépend des longueurs segmentaires, mais également de la mobilité articulaire, et influence grandement le temps de production de puissance par les extenseurs du membre inférieur, et donc la puissance, à travail mécanique égal (hauteur de saut et masse corporelle égales). Par exemple, nous avons calculé que deux athlètes présentant une même hauteur au *squat jump* peuvent voir leur P_{\max} varier de 20 % pour une différence de H_{po} de 10 cm (25 cm contre 35 cm), cas assez fréquent lors d'évaluations sur des équipes de football, rugby, basket-ball ou volley-ball. Cette source d'erreur aboutit à une sous-estimation marquée de la P_{\max} des athlètes de plus petite taille, qui pour une même hauteur au *squat jump* sont en fait bien plus puissants que leurs coéquipiers plus grands à masse corporelle égale. Ce fait remet en cause l'utilisation de la hauteur de saut comme un index de puissance musculaire dans le cadre de détection-suivi des athlètes en phase de croissance notamment. ▶

“... Certains athlètes, très orientés en force notamment, ont besoin d’une charge plus élevée que leur masse corporelle.”

Le « profil force-vitesse optimal » et la « charge optimale », enfin, influencent fortement la performance au *squat jump*. En effet, la puissance maximale des membres inférieurs dépend de la vitesse à laquelle ces derniers s’étendent, celle-ci étant liée à la charge à mobiliser. Un *squat jump* peut être considéré comme un saut avec une charge « additionnelle » égale à la masse corporelle. Or chez certains athlètes, ces conditions de résistance ne sont pas celles permettant d’étendre ses membres inférieurs à la vitesse associée à P_{\max} . Certains athlètes, très orientés en force notamment, ont besoin d’une charge plus élevée que leur masse corporelle (typiquement 10 à 20 kg) pour être dans les conditions de production de P_{\max} . À l’opposé, les athlètes présentant des profils force-vitesse orientés en vitesse développent leur P_{\max} pour des charges inférieures à leur masse corporelle, autrement dit lorsqu’ils sont assistés dans leur mouvement (p. ex., avec des élastiques les tirant vers le haut ou lors de *squats* horizontaux). Ces deux types d’athlètes sont donc défavorisés lorsqu’on infère leur capacité de P_{\max} sur la base de leur hauteur de saut, car le *squat jump* représente une condition sous-optimale de charge pour eux. Ainsi, la performance en *squat jump* dépend certes de P_{\max} , mais également de l’orientation du profil force-vitesse de l’individu. De ce fait, tous les athlètes présentant un déséquilibre force-vitesse (vers la force ou la vitesse)

présentent des hauteurs de *squat jump* « sous-optimales » pour leur capacité de P_{\max} . On peut alors dire qu’ils n’exploitent pas toute leur puissance et que la hauteur de saut n’est pas un indicateur fiable de P_{\max} .

En parallèle, la même étude (Morin *et al.* 2019) a établi que le lien statistique de corrélation entre la P_{\max} en *squat jump* ou *countermovement jump* et la hauteur de saut atteinte lors de ces tests est limitée chez les athlètes. Dans ces populations, une part faible (< 20 %) de la différence inter-individuelle en P_{\max} est associée à la différence inter-individuelle de hauteur de saut. Une préparation physique sérieuse, moderne et efficace ne peut pas souffrir d’une telle approximation.

Une amélioration de près de 10 % et conservable plusieurs semaines

Afin d’améliorer la performance en saut vertical (avec ou sans élan), il s’agirait de déterminer le profil force-vitesse de l’athlète, puis de calculer le « profil force-vitesse optimal » et le « déficit force-vitesse », soit le pourcentage d’écart entre les deux. Ces calculs sont donnés directement par la feuille décrite dans la figure 2, et la modulation de la préparation ►

Catégorie de déficit (FV_{imb})	Seuils de déficit (valeur absolue en % par rapport au profil optimal de 100 %)	Répartition des charges d'entraînement (Fig. 5)
Déficit en force élevé	< 60	3 Force max
		2 Force-puissance
		1 Puissance max
Déficit en force modéré	60-90	2 Force max
		2 Force-puissance
		2 Puissance max
Profil équilibré	90-110	1 Force max
		1 Force-puissance
		2 Puissance max
		1 Puissance-vitesse
Déficit en vitesse modéré	110-140	1 Vitesse max
		2 Vitesse max
		2 Puissance-vitesse
Déficit en vitesse élevé	> 140	2 Puissance max
		3 Vitesse max
		2 Puissance-vitesse
		1 Puissance max

Tableau 1 – Proposition de répartition des charges d'entraînement (la présentation sous forme de proportions globales la rend adaptable à l'échelle d'une séance, d'un micro ou macrocycle) en fonction de la catégorie de déficit. Les cinq catégories possibles sont établies en fonction de l'écart observé entre profil réel et optimal de l'athlète (Jiménez-Reyes *et al.* 2017b et 2019).

physique pourra alors être indexée, sur une base individuelle, sur le déficit force-vitesse. On divise en pratique l'intégralité du spectre force-vitesse en cinq zones (Fig. 5) : force maximale, force-puissance, puissance maximale, puissance-vitesse et vitesse maximale. De même, cinq catégories de déficit force-vitesse sont déterminées (Tab. 1). Quelle que soit la zone, le travail doit être fait à vitesse maximale, même si cette vitesse est très lente (zone de force maximale). On parle alors d'intention maximale. Le principe de base de cette approche sera donc de faire correspondre le stimulus en termes d'entraînement (quels points améliorer en priorité ? quels points chercher à maintenir ?) au déficit individuel observé. Dans le cas d'un athlète présentant un déficit en force d'environ 40 % (Fig. 2), la modulation de

son entraînement devra contenir des charges induisant une stimulation spécifique de la partie gauche (côté force maximale) de son profil. Il faudra donc envisager un travail d'extension explosive du membre inférieur contre des charges très élevées, permettant au mouvement de se dérouler dans la zone de vitesse (basse) correspondante.

Il est important de noter que la force et la vitesse développées en *squat jump* sans charge additionnelle placent ce « point » du spectre force-vitesse au centre, dans la zone de puissance maximale P_{max} (Fig. 5). Ceci a une conséquence pratique fondamentale : pour stimuler le côté « vitesse » de la courbe (p. ex., pour corriger un déficit en vitesse), il faudra utiliser des modalités d'exercices induisant ces extensions très rapides. Un *squat jump* représentant ►

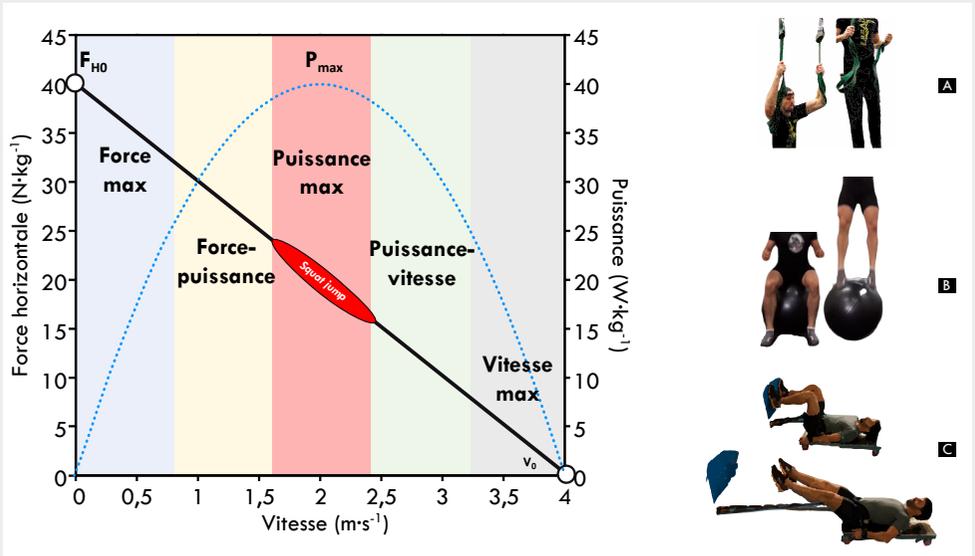


Figure 5 – Exercices et charges pour l’individualisation. En divisant le spectre force-vitesse-puissance en cinq zones, il est possible d’organiser les charges et types d’exercices en respectant le principe de spécificité. Par exemple, un demi-squat à force maximale sera dans la zone « Force max » : poussée très lente mais production de force maximale. Un *squat jump* horizontal proposé par Samozino *et al.* (2018) ou un saut après prise d’élan par la déformation d’un swissball rentreront dans la production de force à haute vitesse (zone « Vitesse max »).

des conditions de force-vitesse « intermédiaires », il sera nécessaire de trouver des stimuli plus rapides (Fig. 3).

Après un entraînement spécifique de neuf semaines, avec cette approche d’individualisation de la programmation en fonction du déficit force-vitesse (Jiménez-Reyes *et al.* 2017b), à raison de deux sessions par semaine d’environ 30 minutes, nous avons observé clairement que le déficit force-vitesse pouvait être réduit, voire corrigé (profil en fin de programme plus proche ou égal au profil optimal), qu’il s’accompagnait d’une

amélioration systématique de la performance en saut (plus de 10 % en moyenne) et, pour certains sujets, de P_{max} . Cette étude pilote atteste la pertinence d’une approche modulée individuellement, en fonction des besoins de chaque athlète et profil, par rapport à une démarche standard « taille unique », dans laquelle tous les athlètes suivent le même programme. Récemment, notre équipe a renouvelé ce type d’étude expérimentale (Jiménez-Reyes *et al.* 2019), en cherchant tout d’abord à tester de nouveau notre hypothèse, mais en y ajoutant trois éléments méthodologiques :

- un suivi de la cinétique d'adaptation individuelle (avec changement de groupe et donc de programme pour suivre l'évolution du déficit force-vitesse) ;
- une durée de programme individualisée (jusqu'à atteindre une zone optimale de +/-10 % autour du profil individuel optimal) ;
- une étude de la possible « désadaptation » dans les trois semaines suivant l'atteinte du profil optimal et l'arrêt de cet entraînement spécifique.

Les résultats obtenus ont confirmé ceux de l'étude pilote et ajouté des informations importantes. Il a ainsi été constaté que le temps d'atteinte du profil optimal variait selon les individus, ce qui induit une approche individualisée de la durée des programmes. Le nombre de semaines/séances de travail spécifique était fortement corrélé à la magnitude du déficit force-vitesse : plus le déficit est important plus la durée d'atteinte du profil optimal est longue (trois à plus de vingt semaines dans l'étude). De plus, le contenu du programme doit être adapté semaine après semaine pour suivre l'évolution du déficit force-vitesse selon les recommandations de Jiménez-Reyes *et al.* (2017b). Ensuite, cette étude a montré que lors des trois semaines ayant suivi l'arrêt de l'entraînement spécifique, la performance en saut était globalement similaire et le déficit force-vitesse maintenu dans la zone optimale. Ainsi, en cas de préparation d'une compétition, type tournoi, avec phase de préparation puis d'affûtage, ces résultats suggèrent qu'un profil optimal

peut être conservé quelques semaines sans entraînement spécifique de « maintien » ou « rappel ».

“... la pertinence d'une approche modulée individuellement, en fonction des besoins de chaque athlète et profil...”

Les doutes d'une approche en « polarisation »

L'établissement du profil individuel force-vitesse-puissance permet donc d'identifier les composantes de la performance et de P_{max} , et de savoir quelles marges de développement sont envisageables pour chaque athlète. Ce travail peut être mis en place à toutes les étapes du développement physique d'un athlète : détection, développement, maintien en cours de saison, retour de blessure et réathlétisation... Toutefois, l'angle de développement de la zone P_{max} reste encore incertain. Si nous avons opté ces dernières années pour une approche basée sur la spécificité du stimulus appliqué, c'est-à-dire sur la « vitesse optimale » ▶

et la plage de résistance correspondante à P_{max} , Jiménez-Reyes *et al.* (2017b, 2019) ont ciblé la zone spécifique de charge et vitesse de P_{max} , en y adjoignant des exercices destinés à stimuler les autres zones du profil, d'un extrême à l'autre. Cette approche globale nous a semblé justifiée pour développer toutes les composantes de P_{max} , mais des recherches sont encore nécessaires pour comparer son efficacité à des programmes d'entraînement plus contrastés ou « polarisés » visant un développement de P_{max} par l'amélioration des qualités de force et vitesse maximales. Ces points, comme par exemple le développement de méthodes d'évaluation des propriétés du membre supérieur (Rahmani *et al.* 2018), sont l'objet de travaux en cours et à venir.

En conclusion, la dernière décennie de recherches en biomécanique du sport a permis, sur la base d'une « variable d'entrée » communément évaluée (la hauteur de saut), d'approfondir l'individualisation du développement des qualités de puissance basé sur le profil force-vitesse individuel. La mise en œuvre de cette approche en situation réelle d'entraînement, sur le terrain, a été potentialisée par le développement d'outils de mesures fiables et précis de la hauteur de saut, permettant à chaque athlète et entraîneur d'expérimenter directement. À vos marques, prêts, sautez ! ■

Bibliographie

ALCAZAR J, CSAPO R, ARA I et ALEGRE LM, « On the shape of the force-velocity relationship in skeletal muscles: The linear, the hyperbolic, and the double-hyperbolic », *Front Physiol*, 2019, 10. DOI : [10.3389/fphys.2019.00769](https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00769).

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ C, GLAISTER M et LOCKEY RA, « The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance », *J Sports Sci*, 2015, 33(15), p. 1574-1579. DOI : [10.1080/02640414.2014.996184](https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184).

ESCOBAR ÁLVAREZ JA, FUENTES GARCÍA JP, DA CONCEIÇÃO FA et JIMÉNEZ-REYES P, « Individualized training based on force-velocity profiling during jumping in ballet dancers », *Int J Sports Physiol Perform*, 2019, 7, p. 1-7. DOI : [10.1123/ijsp.2019-0492](https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0492).

GARCÍA-RAMOS A, PÉREZ-CASTILLA A, MORALES-ARTACHO AJ, ALMEIDA F, PADIAL P, BONITCH-GÓNGORA J, DE LA FUENTE B et FERICHE B, « Force-velocity relationship in the countermovement jump exercise assessed by different measurement methods », *J Hum Kinet*, 2019, 67(1), p. 37-47. DOI : [10.2478/hukin-2018-0085](https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0085).

GARCÍA-RAMOS A, PÉREZ-CASTILLA A et JARIC S, « Optimisation of applied loads when using the two-point method for assessing the force-velocity relationship during vertical jumps », *Sports Biomech*, 2018, p. 1-16. DOI : [10.1080/14763141.2018.1545044](https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1545044).

GIROUX C, RABITA G, CHOLLET D et GUILHEM G, « What is the best method for assessing lower limb force-velocity relationship? », *Int J Sports Med*, 2015, 36(2), p. 143-149. DOI : [10.1055/s-0034-1385886](https://doi.org/10.1055/s-0034-1385886).

JIMÉNEZ-REYES P, SAMOZINO P et MORIN JB, « Optimized training for jumping performance using the force-velocity imbalance: Individual adaptation kinetics », *PLoS One*, 2019, 14(5), p. e0216681. DOI : [10.1371/journal.pone.0216681](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216681).

JIMÉNEZ-REYES P, SAMOZINO P, GARCÍA-RAMOS A, CUADRADO-PEÑAFIEL V, BRUGHELLI M et MORIN JB, « Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice », *PeerJ*, 2018, 6, p. e5937. DOI : [10.7717/peerj.5937](https://doi.org/10.7717/peerj.5937).

JIMÉNEZ-REYES P, SAMOZINO P, PAREJA-BLANCO F, CONCEIÇÃO F, CUADRADO-PEÑAFIEL V, GONZÁLEZ-BADILLO JJ et MORIN JB, « Validity of a simple method for measuring force-velocity-power profile in countermovement jump », *Int J Sport Physiol Perform*, 2017a, 12(1), p. 36-43. DOI : [10.1123/ijspp.2015-0484](https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0484).

JIMÉNEZ-REYES P, SAMOZINO P, BRUGHELLI M et MORIN JB, « Effectiveness of an individualized training based on force-velocity profiling during jumping », *Front Physiol*, 2017b, 7, p. 677. DOI : [10.3389/fphys.2016.00677](https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00677).

JIMÉNEZ-REYES P, SAMOZINO P, CUADRADO-PEÑAFIEL V, CONCEIÇÃO F, GONZÁLEZ-BADILLO JJ et MORIN JB, « Effect of countermovement on power-force-velocity profile », *Eur J Appl Physiol*, 2014, 114(11), p. 2281-2288. DOI : [10.1007/s00421-014-2947-1](https://doi.org/10.1007/s00421-014-2947-1).

MAREY EJ, *Le Mouvement*, Éditions Jacqueline Chambon, Arles, 2002.

MARTIN JA, BRANDON SCE, KEULER EM, HERMUS JR, EHLERS AC, SEGALMAN DJ, ALLEN MS et THELEN DG, « Gauging force by tapping tendons », *Nat Commun*, 2018, 9(1592). DOI : [10.1038/s41467-018-03797](https://doi.org/10.1038/s41467-018-03797).

MORIN JB et SAMOZINO P, *Biomechanics of Training and Testing: Innovative Concepts and Simple Field Methods*, Springer International Publishing, Cham, 2018.

MORIN JB et SAMOZINO P, « Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training », *Int J Sports Physiol Perform*, 2016, 11(2), p. 267-272. DOI : [10.1123/ijspp.2015.0638](https://doi.org/10.1123/ijspp.2015.0638).

MORIN JB, JIMÉNEZ-REYES P, BRUGHELLI M et SAMOZINO P, « When jump height is not a good indicator of lower limb maximal power

output: Theoretical demonstration, experimental evidence and practical solutions », *Sports Med*, 2019, 49(7), p. 999-1006. DOI : [10.1007/s40279-019-01073-1](https://doi.org/10.1007/s40279-019-01073-1).

PALMIERI G, CALLEGARI M et FIORETTI S, « Analytical and multibody modeling for the power analysis of standing jumps », *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 2015, 18(14), p. 1564-1573. DOI : [10.1080/10255842.2014.930135](https://doi.org/10.1080/10255842.2014.930135).

RAHMANI A, SAMOZINO P, MORIN JB et MOREL B, « A simple method for assessing upper-limb force-velocity profile in bench press », *Int J Sports Physiol Perform*, 2018, 13(2), p. 200-207. DOI : [10.1123/ijspp.2016-0814](https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0814).

SAMOZINO P, RIVIÈRE JR, ROSSI J, MORIN JB et JIMÉNEZ-REYES P, « How fast is a horizontal squat jump? », *Int J Sports Physiol Perform*, 2018, 13(7), p. 910-916. DOI : [10.1123/ijspp.2017-0499](https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0499).

SAMOZINO P, EDOUARD P, SANGNIER S, BRUGHELLI M, GIMENEZ P et MORIN JB, « Force-velocity profile: Imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance », *Int J Sport Med*, 2014, 35(6), p. 505-510. DOI : [10.1055/s-0033-1354382](https://doi.org/10.1055/s-0033-1354382).

SAMOZINO P, REJC E, DI PRAMPERO PE, BELLI A et MORIN JB, « Optimal force-velocity profile in ballistic movements. *Altius: Citius or Fortius?* », *Med Sci Sports Exerc*, 2012, 44(2), p. 313-322. DOI : [10.1249/MSS.0b013e31822d757a](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822d757a).

SAMOZINO P, MORIN JB, HINTZY F et BELLI A, « Jumping ability: A theoretical integrative approach », *J Theor Biol*, 2010, 264(1), p. 11-18. DOI : [10.1016/j.jtbi.2010.01.021](https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.01.021).

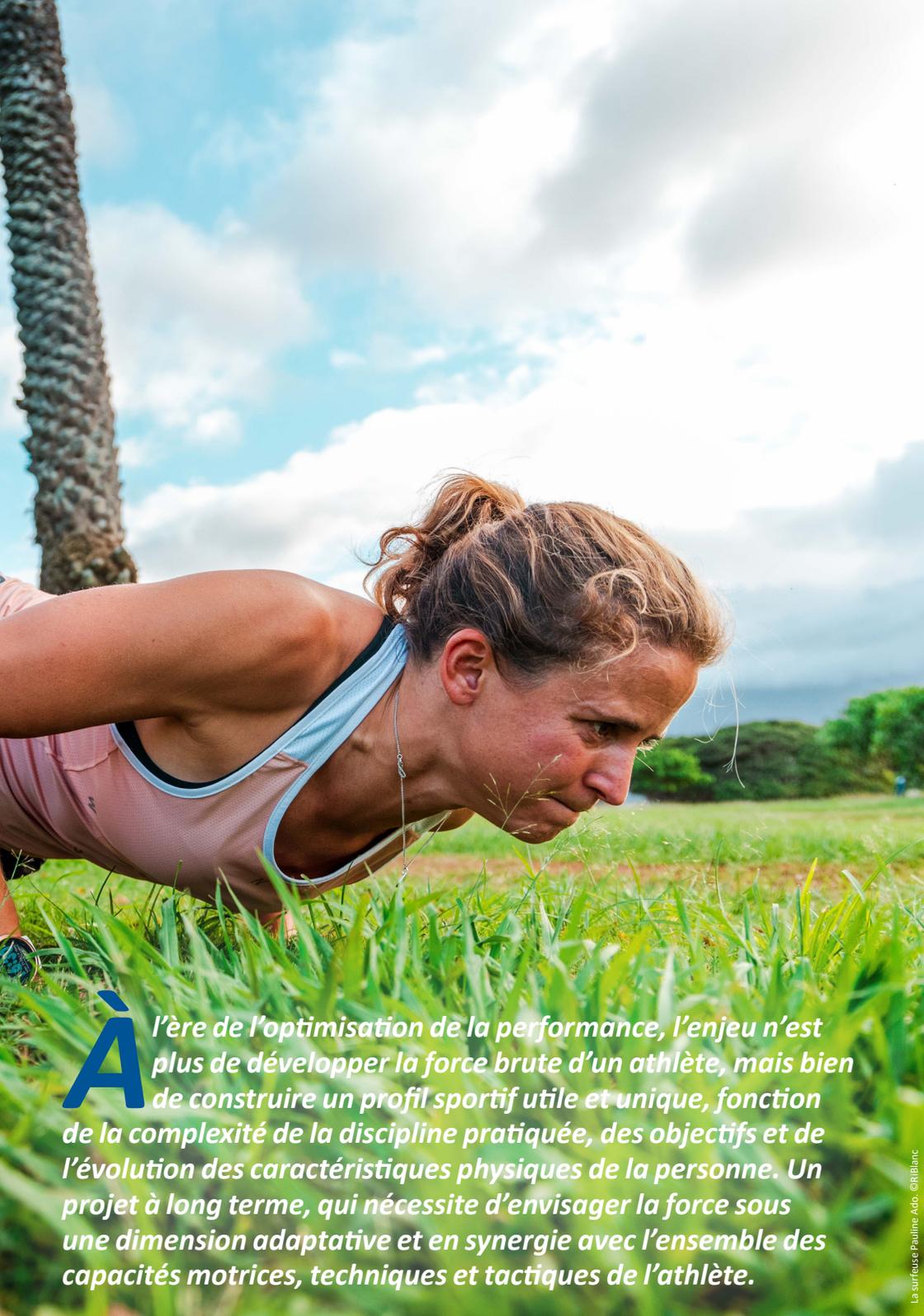
SAMOZINO P, MORIN JB, HINTZY F et BELLI A, « A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump », *J Biomech*, 2008, 41(14), p. 2940-2945. DOI : [10.1016/j.biomech.2008.07.028](https://doi.org/10.1016/j.biomech.2008.07.028).

La force utile, une nécessité de terrain



Par Xavier Mondenx

Entraîneur spécialisé dans la préparation physique,
préparateur physique des équipes de France de surf et de voile,
ancien préparateur physique du pôle Espoir rugby de Talence, de l'équipe de France
de judo et entraîneur national de judo.



À l'ère de l'optimisation de la performance, l'enjeu n'est plus de développer la force brute d'un athlète, mais bien de construire un profil sportif utile et unique, fonction de la complexité de la discipline pratiquée, des objectifs et de l'évolution des caractéristiques physiques de la personne. Un projet à long terme, qui nécessite d'envisager la force sous une dimension adaptative et en synergie avec l'ensemble des capacités motrices, techniques et tactiques de l'athlète.

C'est un raccourci souvent emprunté. D'aucuns diront, dans une vaine tentative de dissocier deux éléments de la performance si intimement liés, que la force brute d'un athlète traduit souvent son incompetence technique. Brièvement, le cliché a collé au personnage de Rafael Nadal, lors de son explosion sur le circuit, en 2004. Le Majorquin affichait alors une attitude toute bestiale, son bras gauche musculeux maltraitant balles et adversaires. Nadal était l'archétype du joueur puissant, mais sans grande finesse technique. Une analyse à l'emporte-pièce, qui n'a pas pu résister longtemps au parcours de ce joueur hors-norme, combinaison exceptionnelle de force et de technique.

Le rôle du préparateur physique est de rendre le corps capable de supporter les contraintes que va imposer la technique d'un athlète, qu'il soit joueur de tennis, judoka, surfeur ou encore « voileux ». Autant d'univers nécessitant des qualités physiques diverses, que ce soit en termes de force, d'endurance ou de vitesse. Autant d'univers

nécessitant d'identifier et de se concentrer sur chacun des muscles sollicités, de les appréhender en tant qu'« outils fonctionnels » au service de la performance sportive, et non au service de la seule composante de force. Or ce travail n'a rien d'une sinécure et répond à un cahier des charges strict. S'il est ainsi possible et parfois indispensable d'engager un travail analytique pour développer une chaîne musculaire localisée, le travail à mener doit nécessairement s'inscrire dans un projet plus global, construit avec l'athlète, en lien avec son profil physique, mental et technique, tout en répondant à la complexité du sport pratiqué. Cette conjugaison d'actions et de connaissances, qui s'inscrit dans le temps, suppose la maîtrise de certaines bases, à la fois chez l'athlète et le préparateur physique ; ce dernier, à l'image d'un professeur de solfège, fait répéter leurs gammes aux athlètes afin que ceux-ci, à l'entraînement ou en compétition, puissent interpréter la composition et réussir la performance la plus aboutie.

Une éducation physique en danger

Dès l'Antiquité, de Sparte aux écoles de gladiateurs de Rome, les conceptions d'entraînement étaient déjà bien connues. Rappelons que dès 776 avant J.-C., les Jeux olympiques devinrent le lieu de prédilection des affrontements ▶



Alexandre Iddir lors du Grand Slam, 2019. ©IconsSport

sportifs pour les athlètes de la Grèce antique, au gré d'épreuves gymniques (sprint et courses de fond) et hippiques (courses de chars) ou combinées (pentathlon). Organisés tous les quatre ans, ces Jeux étaient préparés sérieusement par les différents champions en quête de gloire auprès des dieux et des populations du territoire grec. Ils se devaient de refléter alors un équilibre idéal entre le corps et l'esprit inculqué dès leur enfance. La plupart des cités grecques étaient dotées d'un gymnase et d'une palestres, lieu destiné à l'entraînement sportif et à l'éducation des jeunes garçons placés sous la direction d'un pédotribe, où l'apprentissage d'activités physiques (lutte, gymnastique, course, sauts, lancer du disque, etc.) et de l'hygiène corporelle avait une place prépondérante aux côtés de la musique, de l'arithmétique, ou encore de la grammaire.

Qu'en est-il de cette culture de l'entraînement et de l'éducation physique aujourd'hui ? Que signifie le concept de force, mais aussi celui d'endurance ou de vitesse chez un adolescent, sportif ou non ? Que sait-il de son corps, de ses capacités, de ses faiblesses ? Sur quelles bases, outre sociologiques, choisit-il ses activités physiques ? Avec toutes les adaptations nécessaires au monde actuel, une éducation physique et une culture de l'entraînement doivent se transmettre le plus tôt possible chez l'athlète, certes pour des questions de développement et de maturation neuromusculaires, mais aussi afin qu'il puisse cerner le contenu, les objectifs

et les enjeux de l'entraînement sur ses performances et sa carrière. L'école, avec l'EPS, pourrait apparaître comme le lieu idoine pour s'approprier les notions de condition physique notamment liées à la santé, pour apprendre à connaître son corps et les ressources neuromotrices utilisées lors d'une activité, tout en les développant dans le respect de certaines précautions, en particulier en ce qui concerne la force musculaire.

“... une éducation physique et une culture de l'entraînement doivent se transmettre le plus tôt possible chez l'athlète...”

Pour autant, le constat établi par les enseignants et les chercheurs indique que les performances accomplies dans le registre des activités athlétiques scolaires sont à la baisse. Ainsi, Cazorla (1998) évoque une diminution importante au cours des vingt dernières années du niveau de condition physique de l'enfant et de l'adolescent d'âge scolaire, due à une quantité d'activité physique effective à l'école largement insuffisante. 87 % des adolescents français scolarisés, âgés de 11 à 17 ans, présenteraient ainsi une ►

“ La construction de la force d'un athlète réclame du temps et un investissement conséquent, qui peut démarrer dès l'enfance. ”

activité physique trop faible, ne répondant pas aux recommandations de l'OMS (soit au moins 60 minutes cumulées par jour d'activité physique d'intensité modérée à soutenue) (Guthold *et al.* 2019). Un certain nombre de formateurs constatent la difficulté rencontrée lorsqu'on souhaite atteindre un niveau supérieur d'efficacité : l'EPS, à la base de la culture et du développement physique du jeune athlète, ne serait plus correctement effectuée et limiterait sa capacité d'apprentissage, en plus de ces capacités physiques. Une étude comparative menée par l'université d'Essex en Grande-Bretagne sur des enfants âgés de 10 ans entre 1998 et 2014 montrait notamment une baisse moyenne de 20 % de la force musculaire sur ces seize années, baisse qui se serait accélérée entre 2008 et 2014, atteignant 1,6 % par an (Sandercock et Cohen, 2018). De plus, une diminution de l'endurance cardiorespiratoire de près de 0,43 % par an a été observée entre 1980 et 2000 (Tomkinson *et al.* 2003).

Face à un jeune athlète, il s'agira ainsi pour l'entraîneur physique d'être le garant à la fois de son développement psychomoteur et de cette transmission culturelle de l'entraînement, d'agréger ses savoirs, hors des modes et du marketing facile, pour établir un programme cohérent, efficace et éprouvé, mais aussi pédagogique. « Ce n'est pas parce que

les choses sont anciennes, qu'elles sont vieilles », dis-je souvent pour rappeler que l'attrait de la nouveauté n'est pas toujours gage de qualité. Avant tout, la posture du professionnel doit être pragmatique et jamais dogmatique, fondée sur les notions de travail, d'abnégation, de patience et de répétition, ouverte sur les sciences et sur l'athlète afin de lui transmettre, au-delà des contenus, une certaine philosophie et une compréhension transversale de l'entraînement (Quoi ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?). Par exemple, dans le cadre du développement de la force, il pourra s'agir de lui faire comprendre les différentes expressions de la force (force maximale, force vitesse – puissance –, endurance de force), les différents régimes de contraction musculaire, les types d'exercice de musculation ou de renforcement que ces notions sous-tendent.

Le renforcement musculaire à poids de corps dès le plus jeune âge

La construction de la force d'un athlète réclame du temps et un investissement conséquent, qui peut démarrer dès l'enfance. À condition d'être très prudent. « Une activité physique raisonnée ►

développe la croissance. Un enfant très sportif grandira aussi bien voire mieux qu'un enfant qui ne fait pas d'activité physique. Ça stimule la croissance. Il leur faut des activités qui stimulent le dynamisme, impliquant des sauts, des réflexes. À un jeune âge, le but est surtout de développer l'appareil locomoteur, cardiovasculaire, la conscience neuromusculaire qui comprend la coordination des mouvements, la gestion de l'espace, etc. », confiait Joffrey Drigny, médecin du sport au CHU de Caen, dans *Ouest-France*. La musculation avec un travail avec charge, elle, est à proscrire avant 14 ans, au profit d'un travail de tonicité (Tab. 1).

« Porter des charges lourdes risque de diminuer le potentiel de croissance d'un enfant », souligne le médecin caennais. « Prenons une image : un clou, représentant le cartilage, et une ficelle qui y est accrochée, qui symbolise le tendon. Faire de la musculation trop jeune, c'est prendre le risque de tirer sur la ficelle et de faire céder le clou, c'est-à-dire le tendon, au niveau de son attache (enthèse) [...]. C'est la principale pathologie. Le cartilage est arraché, effrité. L'autre risque de pratiquer trop tôt, c'est de ressentir des douleurs musculaires post-effort importantes (bien

plus que de simples courbatures), qu'on appelle doms », illustre un autre spécialiste, Walter Pagliano, pour lequipe.fr. Les capacités motrices se développent principalement pendant l'enfance et l'adolescence, les qualités de force augmentant proportionnellement à la masse musculaire, dépendante des concentrations hormonales (hormone de croissance chez les garçons et les filles, testostérone chez les garçons) et de l'activité physique, avec une accélération en période post-pubertaire. En s'y prenant tôt et via une pratique éclectique, le sportif ou la sportive aspirant au haut niveau va acquérir les bases d'une culture motrice et sportive indispensable à la pratique élite mais aussi dans la prévention des blessures, avant de pouvoir se spécialiser entre 16 et 18 ans.

Aussi il convient, pour le préparateur physique, de proposer un programme orchestrant une progression cohérente et équilibrée. De l'Antiquité à nos jours, le sport a évolué, mais ses fondements sont restés sensiblement les mêmes, avec comme problématique centrale la construction de l'athlète le plus performant possible. Avec le recul et l'expérience accumulée, les méthodes se sont affinées et l'encadrement s'est ►

Âge	Charge	Durée
Dès l'enfance	Poids de corps	Toute l'enfance
14-15 ans	Poids de corps + charge inférieure à 60 % du 1RM	1 an
15-16 ans	Charge inférieure à 80 % du 1RM	1 an
16 ans et +	70 à 120 % du 1RM	Toute la vie

Tableau 1 – Étapes d'apprentissage de la musculation.

professionnalisés. À un certain empirisme a succédé une approche plus précise de l'entraînement, qui, sur des bases scientifiques éprouvées, tend à préparer l'athlète dans sa globalité, afin de lui faire acquérir des bases motrices indispensables avant de basculer vers le développement de qualités propres à la discipline choisie. Rafael Nadal est peut-être une force de la nature, au même titre que Teddy Riner ou Shaquille O'Neal, mais cette force a été développée et adaptée pour servir le tennis et une stratégie de jeu. La force seule n'a pas d'importance, c'est le sens que l'on donne à celle-ci qui prévaut.

Développer une force intelligente, adaptée à la discipline

Dans ce processus d'adaptation, la première mission est donc de bien cerner la discipline dans laquelle évolue le sportif ou la sportive. En effet, l'entraînement de force n'a rien d'une production standard. Celui-ci doit se concevoir comme une expérience mouvante, au service d'un sport avec ses exigences, avec un développement de la force général mais aussi orienté et spécifique, fonction de la discipline pratiquée, basé sur des critères anatomiques, de contractions musculaires ou de gestuelle, tout en respectant les qualités techniques et les autres qualités physiques (vitesse, coordination, etc.). Par exemple, un sprinteur ne pourra travailler comme une volleyeuse ou un biathlète.

François Lecastrec, entraîneur national de voile olympique, définit ainsi les spécificités de la navigation au près (vent de face) : « *établir un équilibre statique entre la force du bateau et celle du barreur assuré par une contraction iso-dynamique des quadriceps et un gainage qui permet cette transmission. Cet exercice d'endurance de force dure 20 min et déclenche une fatigue neuromusculaire locale. Ces différentes actions (au près ou au portant, vent de face ou dans le dos) demandent une dissociation des ceintures afin de permettre un pilotage très précis du bateau qui résulte de la coordination des mouvements de barre et du placement du corps dans un milieu de grande incertitude, ce qui demande disponibilité et relâchement.* »

Mais pour une autre discipline, la logique sera différente, les types de force mobilisés tout autres. En tant qu'entraîneur national de judo, je dois prendre en compte la notion de combat et de duel. Le judoka doit répondre à la problématique posée par son adversaire. Ce combat se matérialise notamment par des phases intenses de saisie où il faut être capable de produire et répéter des actions maîtrisées à des niveaux de force élevés pour contrôler ou surpasser celle de l'opposition. Il convient donc de développer une force « intelligente et réactive », avec la capacité de s'adapter à haute intensité, tant physiquement et psychologiquement que techniquement, à des contraintes et des forces adverses en perpétuelle évolution. ►

L'athlète, une force à polir avec rigueur

La compréhension de l'athlète, de son histoire, de son physique, est un second prérequis. Ces vingt dernières années, non seulement les jeunes générations sont devenues plus urbaines et sédentaires, mais leur profil sportif a également évolué vers une hyperspécialisation plus précoce, à l'encontre d'un développement optimal des différents systèmes organiques. Si la connaissance de la discipline permet une meilleure orientation des exercices à mettre en place en vue de répondre musculairement aux contraintes techniques, la connaissance de l'athlète a pour enjeu de préparer son duo corps/esprit à intégrer et soutenir ces mêmes contraintes. Pour performer, mais aussi pour éviter de se blesser. Un enjeu d'autant plus fort que cette hyperspécialisation précoce a construit des sportifs en fort déficit dans les fondamentaux d'une « formation sportive » chère aux auteurs russes des années 1960, tels que Platonov ou Letounov, qui prônaient l'acquisition de techniques de base et la multiplicité des pratiques afin de développer différentes habiletés motrices (Matveiev, 1980 ; Platonov, 1984), ce qui apparaît encore pertinent.

Pour préserver le capital physique de chaque athlète, un travail prophylactique s'impose donc en parallèle de l'entraînement physique spécifique, afin de préparer le corps à réagir. Le travail de la force ne doit pas être envisagé de manière

isolée mais en coordination avec d'autres qualités physiques et données physiologiques. Pour les sports demandant une force plus importante comme le rugby, l'enjeu sera de privilégier un ratio pertinent notamment entre poids, puissance et coordination. Ainsi, pour un rugbyman, il pourra être intéressant de se pencher sur le développement des différents régimes de contraction musculaire. Contrairement à un sprinteur ou un haltérophile, le joueur de rugby n'emploiera jamais 100 % de ses ressources, du fait de l'interaction induite par l'adversité (mêlée, *ruck*...), la tactique et/ou la technique (manipulation du ballon). À la maximisation isolée des capacités physiques, on privilégiera ainsi la recherche d'une adaptation chronique de la force, sous-tendue notamment par un développement fonctionnel de la filière aérobie. La logique est alors d'agréger le plus haut niveau de force « utilisable » (avec un travail sur les différents régimes de contraction) et « réitérable » (développer la « capacité tampon » des muscles pour limiter la baisse du pH sanguin), non de force absolue. ▶

“... des contraintes et des forces adverses en perpétuelle évolution.”

“... une construction méthodique qui s'appuie sur une analyse précise de la performance et de la discipline.”

S'il est vain de croire que nous pouvons éliminer toutes les blessures, il semble qu'en couvrant les espaces méthodologiques de la régénération de l'organisme (via des efforts aérobies), en traitant le registre des équilibres fonctionnelles (renforcements proprioceptifs des étages articulaires, tonicité de la sangle abdominale, balance segmentaire des chaînes musculaires agonistes et antagonistes), une réponse plus efficace aux problématiques liées aux effets délétères de la pratique à haut niveau sera donnée, avec pour effet de réduire les arrêts d'entraînement, de préparation et de compétition liés aux blessures. La préparation physique, avec le développement d'une force utile adaptative, se place avant tout au service d'une expression efficace et sécurisée de la technique, en conjonction avec le développement d'autres qualités physiques et énergétiques, d'habiletés répondant aux contraintes de l'activité. Le processus d'entraînement doit donc être une construction méthodique qui s'appuie sur une analyse précise de la performance et de la discipline. On parle d'une

modélisation qui doit permettre à l'entraîneur de gérer différents secteurs d'intervention, dont la préparation physique agrégée aux interactions particulières de la discipline et de l'adversité. Cette conception systémique permet d'épouser la complexité de la discipline et place l'entraînement de force en soutien des facteurs techniques et tactiques.

S'entraîner plus pour se blesser moins

L'entraînement ne s'improvise pas. Il serait même bénéfique de s'entraîner à s'entraîner. À en croire les publications de Matveiev (1981), sans oublier Krüger (2016), la sommation de séances d'entraînement aurait des effets spécifiques, avec des phénomènes de surcompensation, pour amener les athlètes à s'entraîner plus durement sans rogner sur les délais de récupération nécessaires à l'organisme pour encaisser une certaine charge de travail. Aussi, il conviendrait de mieux intégrer cet aspect dans le projet de performance. L'objectif n'est pas tant de s'entraîner plus, mais d'assurer une forme de continuité entre les séances afin d'augmenter graduellement les charges et de mieux préparer aux exigences du haut niveau. La nature des exercices proposés est très importante dans ce processus. Il faut aller du développement de la ressource à l'entretien des qualités acquises, le tout articulé au sein de cycles précis. Dans ce cadre, en particulier pour ▶

le rugby, une vigilance particulière doit être observée sur plusieurs points :

- le métabolisme aérobie ;
- le renforcement musculaire et le souci de l'équilibre agoniste/antagoniste ;
- la protection des ligaments croisés antérieurs (LCAE) ;
- le traitement de la ceinture pelvienne ;
- le traitement de la ceinture scapulaire ;
- la préservation du rachis cervical (pour certains postes ou profils).

Sans oublier d'offrir une forme de variété afin de stimuler l'athlète dans son engagement et sa pratique quotidienne, et ainsi d'éviter tout risque de lassitude qui entraînerait un plafonnement, voire une régression. C'est pourquoi la mise en place des séances multi-objectifs, plus motivantes et rentables s'avère pertinente. Mobilisant différentes qualités motrices, celles-ci doivent suivre un ordre particulier afin d'en maximiser les bénéfices. Par exemple, la première partie d'une séance pourra être consacrée au travail de vitesse et d'acquisition technique, quand la seconde sera tournée vers l'endurance de vitesse et l'engagement du système lactique ou aérobie. Si l'on souhaite mobiliser les trois systèmes dans une même séance, l'ordre sera : vitesse, système lactique et système aérobie. Une séance de force pourra être constituée de divers exercices mobilisant différents régimes de contraction.



©X. Mondenx

Le judoka Alexandre Iddir lors de séances d'entraînement de force.

En haut : épaulé
À gauche : arraché

« L'adaptation est un processus d'accoutumance »

La planification joue un rôle important, notamment pour diminuer les interférences entre des qualités physiques qui peuvent apparaître antinomiques. Elle consiste à organiser les contraintes d'entraînement biochimiques et biomécaniques (charges d'entraînement), les unes par rapport aux autres, pour stimuler des processus d'adaptation de l'organisme pour produire des efforts spécifiques, dans le but de faire progresser l'athlète ►

dans tous les domaines de la performance, de réduire les pathologies pour atteindre une zone de forme pérenne. « *L'adaptation est un processus d'accoutumance de l'organisme aux contraintes du milieu dans lequel il évolue. Les stimuli de l'entraînement sollicitent une réaction organique, psychique et affective ; une adaptation vers plus de performance* », a formalisé Platonov (1984).

On distingue une adaptation à court terme, également appelée ponctuelle ou aiguë. Elle consiste pour l'organisme à répondre immédiatement au stress d'une sollicitation provoquée lors d'un entraînement. La répétition de ces adaptations à court terme et des charges de travail induit une autre adaptation, à long terme (ou chronique), permettant une amélioration des qualités physiques. En raison de l'accoutumance et du développement de certaines qualités sollicitées, ainsi que de l'augmentation structurelle du muscle cardiaque, le stress des séances sera moindre dans le temps.

Cette dernière forme d'adaptation est au cœur de la réflexion des entraîneurs et, notamment dans le cadre du développement de la force, elle doit s'articuler autour de trois principes :

■ La quantité de travail

On estime que pour atteindre le haut niveau, près de 1 000 heures par an sont nécessaires pour développer ses qualités de force, à raison de 3 à 4 séances (4 à 6 heures) par semaine.

■ La continuité

Afin que les adaptations à court terme se transforment en acquis à long terme, les stimuli doivent être réguliers et à intervalles proches. Les vacances représentent un danger qu'il convient de contrôler.

Quatre semaines de repos complet par an sont un compromis raisonnable pour ne pas nuire au développement des qualités du sportif.

■ La progressivité

La charge d'entraînement doit augmenter par palier en jouant sur la durée des séances, l'intensité des exercices ainsi que la fréquence des sollicitations.

Planifier... la récupération

S'il est entendu qu'une forte quantité de travail couplée à des exercices exigeants en termes de qualité est indispensable pour progresser, et que, dans ce processus, le dépassement de ses capacités de départ est nécessaire, un autre domaine ne doit pas être oublié : la gestion de la fatigue et la récupération (Tab. 2).

La fatigue peut se définir par la diminution de la capacité d'un muscle à générer de la force ou une puissance maximale (Bigland-Ritchie et Woods, 1984). Elle est la combinaison d'un ensemble de facteurs intervenant du niveau central (p. ex., depuis la génération de l'ordre moteur au ▶

niveau du cerveau) jusqu'au niveau périphérique (p. ex., diminution de l'activité des ponts actine-myosine et de la production de force par le muscle). Elle peut être liée à l'accumulation de métabolites dans le muscle (phosphate inorganique), qui perturbe l'homéostasie (facteurs métaboliques), entraînant une diminution de l'excitabilité de la cellule musculaire, du couplage excitation-contraction et de l'interaction des myofibrilles, et/ou à un défaut de la commande motrice, qui ne permet plus de stimuler les muscles de façon adéquate (facteur nerveux).

Sa gestion est primordiale et passe par une bonne récupération, qui permet d'assimiler les charges de travail et d'ancrer les apprentissages technico-tactiques. Cette récupération peut être organisée par la planification des déséquilibres inhérents à l'entraînement et qui occasionnent les (sur)compensations de l'organisme. On parle d'établir un ratio « fraîcheur physique », qui conduira à rester dans une « zone proximale de développement » propre à chaque athlète. Ce ratio sera la variable avec laquelle l'entraîneur et le préparateur physique devront ►

Types d'efforts	Influence sur le système neuromusculaire	Estimation de la charge	Récupération
Vitesse	élevée	moyenne	24 h
Force explosive	moyenne	moyenne	24 h
Force maximale	élevée	élevée	48 h
Lactique	moyenne	élevée	48-72 h
Technique individuelle	basse	basse	basse
PMA	élevée	moyenne	élevée

Tableau 2 – L'exigence selon le type d'effort, d'après Soldatow (cité par Vaast, 2003).

Fraîcheur indispensable	Fatigue peu importante	Fatigue modérée
Vitesse	Endurance de vitesse athlétique et technique	Capacité lactique
Vitesse gestuelle spécifique	Stabilisation des habiletés techniques	Puissance aérobie
Force vitesse	Force maximale	Hypertrophie
Acquisition habiletés techniques +++	Acquisition habiletés techniques ++	Acquisition habiletés techniques +
Situations d'oppositions spécifiques +++	Situations d'oppositions spécifiques +++	Situations d'oppositions spécifiques +++

Tableau 3 – Récapitulatif des bénéfices permis par la gestion des états de fraîcheur et de fatigue (d'après Bompa et Buzzichelli, 2015).

jouer afin de réguler au mieux les dynamiques de charge. Certains niveaux de fatigue (Tab. 3) permettent tout de même de développer et/ou travailler des qualités physiques précises telles que la force maximale. *A contrario*, un certain niveau de fraîcheur est indispensable pour développer d'autres qualités comme la vitesse.

Ce travail sur la gestion de la fatigue est également un levier dans l'orientation de la séance. Ainsi, programmer des séquences difficiles quand les réserves d'énergies physique et psychique de l'athlète sont entamées peut s'avérer un bon moyen d'entraîner le mental, d'éprouver la notion de dépassement de soi et les limites de chacun. Ces séances seront également l'occasion de resserrer les liens entre les sportifs et sportives en créant un vécu commun fort et de faire émerger des personnalités « moteur » au sein du groupe.

Physique et mental sont indissociables dans l'optique de la performance au plus haut niveau. En effet, bien souvent, les athlètes disposent de niveaux techniques similaires et la différence peut s'opérer sur la résilience ou la capacité à se sublimer quand l'enjeu noue les pensées et tétanise les muscles. De même, la mise en place des séances d'aérobic à faible intensité pour tamponner les sollicitations intenses peut faciliter la récupération post-exercice. Cet effort en aérobic participe à une récupération, le plus souvent incomplète, mais qui favorise l'enchaînement de séances intenses et donc une certaine continuité dans le travail.

Le mariage compliqué de la force et de l'aérobic

Inclure de l'aérobic dans une préparation athlétique doit se faire intelligemment (Robineau, 2013 ; Fleury, 2018), car les développements de qualités physiques antagonistes chez le sportif ou la sportive peuvent se révéler compliqués. En effet, pour performer, l'athlète a besoin d'une certaine force de départ, d'un capital de vitesse, mais aussi d'endurance pour pouvoir soutenir les efforts dans la durée (on parle d'ailleurs d'endurance de force). Or, le travail aérobic induit des adaptations multifactorielles impactant les systèmes cardiovasculaire, respiratoire, neuromusculaire et endocrinien, nécessaires à la performance. Un entraînement en endurance favorise ainsi une augmentation du débit cardiaque maximal et du volume d'injection systolique, de même qu'une baisse du débit cardiaque au repos. Ces évolutions s'accompagnent d'une amélioration de la capillarisation, optimisant la diffusion de l'oxygène des substrats énergétiques aux muscles (Baechle et Earle, 2008), et d'une augmentation de la capacité oxydative de la musculature entraînée. Ce facteur est déterminant dans la capacité de répétition d'efforts intenses. En effet, plus la capacité de récupération entre les efforts brefs et intenses est élevée, plus la capacité de répétition s'élève. Celle-ci se traduit par une augmentation de la taille et du nombre de mitochondries ainsi que de la teneur en myoglobine du muscle ►

(Mathews et Fox, 1984). La myoglobine est une protéine qui transporte l'oxygène au sein de la cellule. Les mitochondries sont les organelles responsables de la production d'ATP *via* l'oxydation du glyco-gène. La capacité du muscle à extraire et utiliser l'oxygène est alors dépendante de la densité mitochondriale et de la concentration en myoglobine. Cette capacité est également liée à l'équipement des mitochondries en enzymes oxydatives, à la fonction des mitochondries (Zoll *et al.*, 2003) et à l'augmentation des stocks de glycogène (Gollnick, 1982) et de triglycérides (Morgan *et al.*, 1971). Autant d'adaptations qui permettent au muscle de maintenir une charge de travail et de résister à la fatigue.

“... un bon moyen d'entraîner le mental, d'éprouver la notion de dépassement de soi et les limites de chacun.”

Au-delà des simples bienfaits physiologiques, ce travail en aérobic semble essentiel aussi pour permettre à l'athlète de mobiliser au mieux ses capacités cognitives (intelligence situationnelle, gestion du stress, lucidité, prise d'information et de décision, etc.). Ainsi, à partir de 80 % de la PMA (puissance maximale aérobic

ou la puissance atteinte à $VO_2\max$, exprimée en watt), il est noté une dégradation sensible des dites capacités (McMorris *et al.* 2011).

Toutefois, au niveau musculaire, ce travail aérobic peut venir interférer avec le travail de force. En effet, il aurait pour conséquence, selon certaines études (Green *et al.* 1984, 1999), une transformation des fibres musculaires de type II, à contraction rapide, sollicitées pour les efforts explosifs comme le sprint et peu durantes, en fibres de type I, à contraction lente et adaptées à des efforts prolongés. D'autres équipes de chercheurs ont également montré que ce type d'entraînement amènerait une diminution de la taille des fibres musculaires (Putman *et al.* 1995) par la création d'un environnement catabolique (p. ex., une diminution du ratio testostérone:cortisol), inhibant le développement de la masse musculaire et de la force (Leveritt *et al.* 1999). De même, l'interférence entre le développement de la force et de l'endurance se retrouve au niveau chimique avec un conflit entre deux enzymes, mTOR et AMPK, mises en jeu dans les processus respectivement d'hypertrophie musculaire, pour l'amélioration de la force, et d'augmentation des mitochondries lors d'un exercice aérobic. Or, il semblerait que l'AMPK inhiberait l'activité de la mTOR (Kraemer *et al.* 1995).

Pour programmer, planifier, articuler le développement des qualités aérobic et le développement de la force, il s'agit donc de prendre en compte, ou du moins de connaître, ces effets d'interférence ►

de l'endurance sur la force, notamment au niveau de l'hypertrophie des fibres musculaires et plus généralement sur l'ensemble des adaptations neuromusculaires. Si ces adaptations physiologiques conflictuelles sont bien connues, la gestion de leur interférence et leur compatibilité sont aussi dépendantes du temps de récupération entre une séance d'endurance et une séance de force, ainsi que de leur ordre chronologique. La fatigue induite par un travail d'endurance impactera le travail de force suivant, 6 à 8 heures après (Sporer et Wenger, 2003), ce qui semble ainsi être le délai de récupération minimal entre ces deux séances de travail. De plus, lors des cycles qui visent un développement de la force notable, l'ordre préférentiel des séances sera un entraînement en force suivi d'un entraînement en aérobie plutôt que l'inverse (Bell *et al.* 1998).

L'entraînement biquotidien

Selon la science, un délai de récupération de 24 heures entre une séance de force et une autre d'endurance permettrait d'obtenir les meilleures réponses en termes de développement musculaire. Toutefois, cette journée idéale d'intervalle se heurte à la réalité du haut niveau où une séance d'exercices quotidienne se révèle souvent trop légère. L'entraînement biquotidien, plus adapté en privilégiant une succession de séances courtes (entre 45 minutes et 1 h 15), exige toutefois une certaine rigueur méthodologique

afin d'espérer les gains souhaités par des adaptations chroniques. Pour une meilleure articulation des séances, il s'agit de se référer à un cadre d'applications pratiques qui balisera l'enchaînement des séances tout au long du processus d'entraînement et de matchs. Ainsi, il est conseillé :

- d'éviter de planifier, dans la même journée, une séance de musculation mixte (bas et haut du corps) après un effort d'endurance type intermittent court ;
- de ne pas programmer de séance de musculation du haut du corps, au sein d'une même journée, après l'effort de répétition de sprints longs. Il sera alors plus pertinent de programmer les routines des ceintures scapulaire et pelvienne ;
- d'éviter les exercices de musculation du bas du corps dans les 24 heures après l'exercice de sprint ;
- de placer l'entraînement de musculation en premier comme solution pour optimiser le temps d'entraînement ;
- d'éviter de planifier deux séances aux exigences antagonistes (force/puissance vs aérobie), avec moins de 6 heures de récupération entre elles.

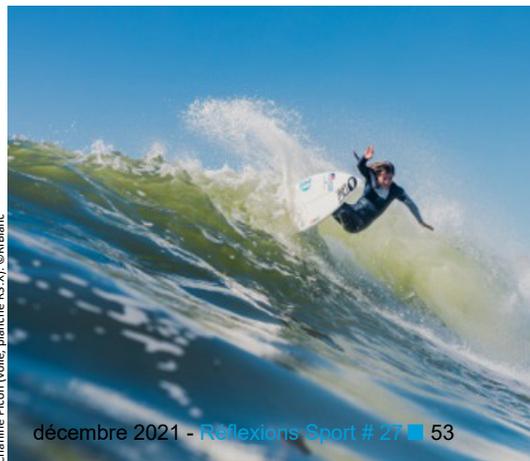
“... de nombreux sports demandent une production de force à un haut niveau de vitesse...”

Force et vitesse, parents de la puissance

L'association du travail d'endurance et du travail de force nous permet de nous pencher sur la troisième grande composante de la préparation physique : le vecteur vitesse. Aujourd'hui, de nombreux sports demandent une production de force à un haut niveau de vitesse, en combinaison avec diverses habiletés (coordination, précision, etc.). En rugby par exemple, où les capacités d'accélération, de changement de direction et de pénétration sont prépondérantes, les joueurs doivent développer une explosivité et une vitesse élevées sur des distances courtes, avec une puissance importante tant au niveau des membres inférieurs que de la partie haute du corps. Or, une puissance optimale, ou force vitesse, ne s'obtient qu'en modulant de manière très précise les qualités de force et de vitesse dont les caractères s'avèrent antinomiques : plus l'athlète produit de vitesse, plus il lui est difficile de produire une force importante, et *vice versa*. En effet, au niveau musculaire, la force produite lors d'un mouvement dépend du nombre de ponts actine-myosine créés au sein des sarcomères¹. Plus la réalisation du mouvement est lente, plus ce nombre

de ponts augmente, donc plus la force est importante. À l'inverse, pour réaliser un mouvement à vitesse maximale, l'objectif sera de limiter le nombre de ponts actine-myosine pour raccourcir au plus vite les sarcomères. Ainsi, la puissance maximale développée sera fonction de cette interdépendance entre force et vitesse, propre à chaque individu. Deux athlètes peuvent ainsi produire le même degré de puissance sans développer les mêmes degrés de force et de vitesse, privilégiant l'expression de l'une ou l'autre de ces qualités. Chaque athlète possède en effet un profil musculaire dépendant notamment du rapport entre ses capacités de force et de vitesse maximales. Avant toute programmation d'entraînement et de séances de renforcement musculaire, il conviendrait ainsi de déterminer l'équilibre, le compromis le plus adéquat entre ces deux qualités pour produire une performance maximale (Samozino *et al.* 2012), avec la définition d'un profil musculaire optimal, plutôt orienté vers la vitesse ou plutôt vers la force, selon les besoins de l'athlète et les contraintes de son activité, de son poste... ▶

1- Un sarcomère est l'élément constitutif des myofibrilles, structure cellulaire responsable de la contraction des fibres musculaires. Chaque sarcomère est formé notamment de filaments (myofilaments) protéiques fins (actine) et épais (myosine) glissant les uns le long des autres pour permettre le raccourcissement du sarcomère, induisant celle des myofibrilles et la contraction de la fibre musculaire.



“... la capacité du joueur à répéter un haut niveau de vitesse sera déterminante.”

L'endurance, la clé d'une vitesse durable ■

Relation Force/Endurance, relation Force/Vitesse... Un triangle d'interrelations entre des facteurs de la condition physique (Weineck, 1992) dont nous ne pouvons pas ne pas évoquer en quelques mots le troisième mariage, à première vue contre nature : celui de l'endurance et de la vitesse. On oppose souvent ces deux qualités, car l'une prône la brièveté et l'intensité alors que l'autre est un éloge de la durée. Mais, dans le cadre d'un sport à efforts brefs et intermittents, les qualités de vitesse viendront s'associer aux capacités d'endurance pour être répétées tout au long d'une épreuve sportive. En effet, la capacité du sportif à répéter un haut niveau de vitesse sera déterminante. Par exemple, la modélisation du profil d'effort de l'activité rugby met en évidence un effort de type explosif intermittent avec des durées d'effort maximal comprises entre 5 et 15 s et une récupération passive à semi-active avoisinant les 40 s à une échelle différente le

judoka rencontre les mêmes problématiques avec des efforts explosifs intermittents sur des durées d'actions de 15 à 40 s pour des récupérations de 5 à 10 s pour un temps effectif de 4 mn. D'après diverses études, ce type de performance est directement relié à la typologie musculaire, au potentiel énergétique anaérobie alactique ainsi qu'aux réserves en ATP et phosphocréatine (PCr). Si les performances vont diminuer au fur et à mesure des phases de combat, sprints ou courses à intensité, il sera plus ou moins facile de reproduire, qualitativement parlant, ces efforts intenses, selon la tolérance à la fatigue musculaire de chacun. On parle alors du potentiel aérobie, influençant directement le débit de resynthèse de la phosphocréatine dont Yquel *et al.* (2002) ont mis en évidence l'importance sur le maintien de la performance musculaire au cours d'efforts brefs, intenses et intermittents, comme en rugby ou en judo. Or la consommation maximale d'oxygène des sujets influence significativement leur capacité à reconstituer ces stocks de phosphocréatine pour maintenir une puissance élevée lors de sprints répétés. Il est donc possible d'améliorer cette resynthèse entre plusieurs exercices courts et intenses, avec, en corollaire la favorisation de leur répétition grâce à un bon développement de la capillarisation et de la capacité oxydative des muscles sollicités *via* un entraînement en endurance spécifique. Par ces développements conjoints, l'athlète sera en mesure de mieux récupérer entre deux séances, d'encaisser les charges et de mieux enchaîner. ■

Le cadre pour un développement de la force optimal

1. L'adaptation chronique : chaque jour proposer des contenus d'entraînement adaptés vers une adaptation chronique des qualités.
2. La continuité : en dépit des rythmes scolaires, le principe de continuité est seul garant d'une progression. Un athlète ne doit pas s'arrêter plus de 15 jours consécutifs et pas plus de 5 semaines de congés par an.
3. La quantité : 3 × 1 h de pratique par semaine est un minimum pour développer la force.
4. La progressivité : aucune charge lourde au-delà de 85 % avant 150 heures de pratique (soit un an à raison de 3 heures de pratique par semaine).
5. La sécurité : il faut porter une attention particulière aux règles ergonomiques et biomécaniques dans la réalisation des exercices. L'intégrité du rachis cervical, notamment, s'impose comme un objectif de prévention fondamental pour les premières séances.
6. La précocité : on sait que les capacités physiques perdurent si elles ont été obtenues pendant l'enfance et l'adolescence. Il s'agit de débiter un développement adapté de la force le plus tôt possible.
7. L'apport en protéines et l'hydratation : les besoins quotidiens en protéines dans les exercices de force se situent entre 1,3 et 1,5 g par kg de poids de corps. Ils doivent, d'une part, assurer les synthèses protéiques liées aux phénomènes de croissance, de masse musculaire et de synthèse enzymatique et, d'autre part, compenser l'oxydation des acides aminés (comme les substrats énergétiques). Un apport de protéines dans les 40 minutes qui suivent la fin de la séance de musculation favorise ladite synthèse. Un déficit en eau de 2 % du poids corporel réduit par exemple les aptitudes aérobies de 20 %. Il s'agit d'insister sur ce principe d'apport en protéines et d'hydratation. Les effets délétères de l'entraînement de la force doivent être impérativement tamponnés par une alimentation adaptée. Les jeunes, notamment les gros gabarits, peinent à respecter ces fondamentaux. Aussi, il semble cohérent d'observer un « régime de Hobbit » avec six repas par jour répartis ainsi : petit-déjeuner, déjeuner et dîner, complétés par trois collations.

Bibliographie

BAECHLE TR et EARLE RW, *Essentials of Strength Training and Conditioning*, Human Kinetics Publishers, 3^e édition, 2008.

BELL GJ, PETERSEN SR, QUINNEY HA et WENGER HA, « Sequencing of endurance and high velocity strength training », *Can J Sport Sci*, 1988, 13(4), p. 214-219.

BIGLAND-RITCHIE B et WOODS JJ, « Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue », *Muscle Nerve*, 1984, 7(9), p. 691-699. DOI : [10.1002/mus.880070902](https://doi.org/10.1002/mus.880070902).

BOMPA T et BUZZICHELLI C, *Periodization training for sports*, Human Kinetics, 3^e édition, 2015, p. 169.

CAZORLA G, « État du développement des capacités motrices et conditions de la pratique des activités physiques et sportives des jeunes français d'âge scolaire. Mission nationale France-Eval 1987-1988 », *Rapport pour le ministère de la Jeunesse et des Sports*, 1998.

FLEURY A, *Les facteurs physiologiques associés à la performance en surf*, thèse de doctorat en Médecine humaine et pathologie, université de Bordeaux, 2018, <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01716583>.

GOLLNICK PD, « Relationship of strength and endurance with skeletal muscle structure and metabolic potential », *Int J Sports Med*, 1982, 3(1), p. 26-32. DOI : [10.1055/s-2008-1026102](https://doi.org/10.1055/s-2008-1026102).

GREEN HJ, DAHLY A, SCHOEMAKER K, GOREHAM C, BOMBARDIER E et BALL-BURNETT M, « Serial effects of high-resistance and prolonged endurance

training on Na⁺-K⁺ pump concentration and enzymatic activities in human *vastus lateralis* », *Acta Physiol Scand*, 1999, 165(2), p. 177-184. DOI : [10.1046/j.1365-201x.1999.00484.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.1999.00484.x).

GREEN HJ, HOUSTON ME, THOMSON JA et FRASER IG, « Fiber type distribution and maximal activities of enzymes involved in energy metabolism following short-term supramaximal exercise », *Int J Sports Med*, 1984, 5(4), p. 198-201. DOI : [10.1055/s-2008-1025905](https://doi.org/10.1055/s-2008-1025905).

GUTHOLD R, STEVENS GA, RILEY LM et BULL FC, « Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1,6 million participants », *Lancet Child Adolesc Health*, 2019. DOI : [10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2).

KRAEMER WJ, PATTON JF, GORDON SE, HARMAN EA, DESCHENES MR, REYNOLDS K, NEWTON RU, TRIPLETT NT et DZIADOS JE, « Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations », *J Appl Physiol*, 1995, 78(3), p. 976-989. DOI : [10.1152/jappl.1995.78.3.976](https://doi.org/10.1152/jappl.1995.78.3.976).

KRÜGER A, « Bons baisers de Russie ? Soixante années d'expansion du concept de planification sportive de L.P. Matwejew », *Staps*, 2016/4, 114, p. 51-59. DOI : [10.3917/sta.114.0051](https://doi.org/10.3917/sta.114.0051).

LEVERITT M, ABERNETHY PJ, BARRY BK et LOGAN PA, « Concurrent strength and endurance training. A review », *Sports Med*, 1999, 28(6), p. 413-427. DOI : [10.2165/00007256-199928060-00004](https://doi.org/10.2165/00007256-199928060-00004).

MATHEWS DK et FOX EL, *Bases physiologiques de l'activité physique*, Éditions Vigot, Paris, 1984.

MATVEIEV LP, *La Base de l'entraînement*, Éditions Vigot, Paris, 1980.

MATVEIEV LP, *Fundamentals of Sports Training*, Progress publishers, Moscou, 1981.

MCMORRIS T, HALE BJ, CORBETT J, ROBERTSON K et HODGSON CI, « Does acute exercise affect the performance of whole-body, psychomotor skills in an inverted-U fashion? A meta-analytic investigation », *Physiology & Behavior*, 2015, 141, p. 180-189. DOI : [10.1016/j.physbeh.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.01.010).

MORGAN TE, COBB LA, SHORT FA, ROSS R et GUNN DR, « Effects of long-term exercise on human muscle mitochondria », *Muscle Metab Exerc*, 1971, 11, p. 87-95.

PLATONOV VN, *L'Entraînement sportif. Théorie et méthodologie*, Éditions Revue EPS, Paris, 1984.

PUTMAN CT, JONES NL, LANDS LC, BRAGG TM, HOLLIDGE-HORVAT MG et HEIGENHAUSER GJ, « Skeletal muscle pyruvate dehydrogenase activity during maximal exercise in humans », *Am J Physiol*, 1995, 269, p. 458-468. DOI : [10.1152/ajpendo.1995.269.3.E458](https://doi.org/10.1152/ajpendo.1995.269.3.E458).

ROBINEAU J, *Gestion des interférences liées au développement des qualités énergétiques et neuromusculaires*, thèse de doctorat en Médecine humaine et pathologie, université de Grenoble, 2013, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01146042>.

SAMOZINO P, REJC E, DI PRAMPERO P-E, BELLI A et MORIN J-B, « Optimal Force-Velocity Profile in Ballistic Movements—Altius », *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2012, 44(2), p. 313-322. DOI : [10.1249/MSS.0b013e31822d757a](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822d757a).

SANDERCOCK G et COHEN D, « Temporal trends in muscular fitness of English 10-year-olds 1998-2014 an allometric approach », *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2018. DOI : [10.1016/j.jsams.2018.07.020](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.020).

SPORER BC et WENGER HA, « Effects of aerobic exercise on strength performance following various periods of recovery », *J Strength Cond Res*, 2003, 17(4), p. 638-644.

TOMKINSON GR, LEGER LA, OLDS TS et CAZORLA G, « Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries », *Sports Medicine*, 2003, 33(4), p. 285-300. DOI : [10.2165/00007256-200333040-00003](https://doi.org/10.2165/00007256-200333040-00003).

VAAST C, *Les fondamentaux du cyclisme : compétition, cyclo-sport, cyclotourisme*, Amphora, Paris, 2003.

WEINECK J, *Biologie du sport*, Éditions Vigot, Paris, 1992.

YQUEL RJ, ARSAC LM, THIAUDIERE E, CANIONI P et MANIER G, « Effets de l'ingestion de créatine sur la puissance musculaire pendant un exercice maximal intermittent : une étude en RMN 31P », *Science & Sports*, 2002, 17(3), p. 143-145. DOI : [10.1016/S0765-1597\(02\)00144-2](https://doi.org/10.1016/S0765-1597(02)00144-2).

ZOLL J, KOULMANN N, BAH I, VENTURA-CLAPIER R et BIGARD AX, « Quantitative and qualitative adaptation of skeletal muscle mitochondria to increased physical activity », *J Cell Physiol*, 2003, 194(2), p. 186-193. DOI : [10.1002/jcp.10224](https://doi.org/10.1002/jcp.10224).

A photograph of tennis player Pierre Paganini in a grey t-shirt and white shorts, captured in a dynamic pose on a tennis court. He is looking upwards with his right arm raised, reaching for a yellow tennis ball. The background shows a dark stadium with blue seats and a large green KIA logo on a wall. The text is overlaid on the left side of the image.

Pierre Paganini:

*« Créer un équilibre
entre momentum
et continuité »*

Propos recueillis
le 28 novembre 2019
à Lausanne

par Christopher Buet
Rédacteur-éditeur à l'INSEP

Préparateur physique de Roger Federer et Stan Wawrinka, Pierre Paganini incarne l'une des références dans son domaine d'expertise. Personnage discret, il a accepté d'évoquer avec nous la philosophie qui irrigue son travail. Une philosophie qu'il veut exigeante, reposant sur une vision à long terme et où l'humain prévaut.



« Pierre Paganini mérite une médaille d'or pour le travail accompli depuis toutes ces années avec Roger Federer. » L'hommage de McEnroe, lancé lors de l'US Open 2014, met en lumière un homme peu connu du grand public. Préparateur physique d'exception, Pierre Paganini exerce son art en toute discrétion, en périphérie du terrain et des tournois, dans ces longues semaines où le joueur se prépare, en amont des quêtes et des gloires. Il est l'un des piliers des succès de Roger Federer (103 titres en simple, 8 en double, 20 titres en Grand Chelem, médaillé d'or en double aux JO de Pékin 2008 avec Stan Wawrinka et vice-champion olympique à Londres en 2012), Stan Wawrinka (16 titres en simple, 2 en double, 3 titres en Grand Chelem, médaillé d'or en double aux JO de Pékin 2008), ou encore Marc Rosset (15 titres en simple, 8 en double, 1 médaille d'or aux JO de Barcelone 1992).

Depuis le début des années 2000¹, Paganini façonne le physique des deux meilleurs tennismen suisses. Une longévité singulière, qui a vu naître une belle amitié entre le préparateur et ses joueurs. Le sexagénaire, qui partira à la retraite en même temps que Federer et Wawrinka, revient sur son parcours et surtout sur la philosophie qui le guide au quotidien. Une conversation sur un métier privilégié, auprès de joueurs exceptionnels, dont il tire de nombreuses réflexions sur le rapport à la carrière, à la performance, mais aussi à l'autre.

Les débuts : « je suis tombé dans le tennis par hasard »

Comment en êtes-vous venu à la préparation physique ?

Gamin, je regardais tous les sports à la télévision. Le petit truc qui m'a montré que j'étais différent de mes copains, c'est que, pendant un match, je regardais déjà ce qu'il se passait sur le banc. Je voulais toujours savoir ce qu'il se passait en coulisses. À la pause, je disais à mes parents : « Mais pourquoi n'y a-t-il pas de caméra dans les vestiaires ? » Comme je venais de l'athlétisme, je voulais toujours voir comment les joueurs s'échauffaient. Je voulais être entraîneur physique dans le football et je suis tombé dans le tennis par hasard. ▶

1—Il est devenu le préparateur physique de Roger Federer en 2000 et celui de Stan Wawrinka en 2002.



Roger Federer pendant l'Open de Madrid en 2019. © IconSport

“... de nombreuses réflexions sur le rapport à la carrière, à la performance, mais aussi à l'autre.”

Comment tombe-t-on par hasard dans le tennis ?

Étudiant, il y avait un tableau avec des affiches où étaient proposés des stages, des remplacements pour des entraînements. Je ne le regardais jamais et un camarade m'a dit un jour qu'on cherchait un entraîneur physique dans un club de tennis à côté de mon village. J'y suis allé pour me faire un peu d'argent de poche. C'était le centre national mais pour les jeunes. J'ai fait une semaine et à la fin, j'ai décidé que ça serait le tennis parce que j'avais découvert la même chose que dans le foot, à savoir que c'est un jeu, mais en sport individuel. Ça te donne une plus grande latitude pour approfondir le travail à long terme, alors qu'en foot, ça peut être complexe. En individuel, tu peux exposer ta philosophie et trouver quelqu'un qui l'accepte ou non. Par ailleurs, le physique y est encore plus au service du jeu. Il y a moins de schémas. En foot, quand on les entraîne, on sait déjà combien de mètres courent les athlètes, combien de mètres ils sautent...

Quels choix avez-vous faits, au début de votre carrière, pour poursuivre votre formation ?

Après avoir eu ma spécialisation en athlétisme et football à Macolin, je suis allé énormément sur le terrain. J'ai fait beaucoup de remplacements dans des écoles en tant qu'enseignant de sport. J'y ai beaucoup appris sur l'adaptation, les différents types de dialogue et sur la coordination. Il faut être créatif avec les enfants, imaginer des exercices pour les faire progresser alors qu'ils sont débutants et que le sport n'est pas leur spécialité. Cela aide beaucoup pour des choses que vous utilisez au haut niveau. Je suis également allé beaucoup à l'étranger. J'ai entraîné chez Eric Van Harpen à Majorque. Il s'agissait de camps et les joueurs changeaient constamment, avec des profils très différents. Je donnais jusqu'à soixante-dix entraînements par semaine et j'ai emmagasiné beaucoup d'expérience. Je suis aussi allé rencontrer Frédéric Roche, alors entraîneur national et chargé de la préparation physique à la Fédération française de tennis à l'INSEP. Ce sont des moments de dialogue et d'échange qui apportent beaucoup. Enfin, j'ai donné beaucoup d'entraînements dans d'autres sports, en football surtout, mais aussi en équitation ou en ski. Cela permet d'apprendre d'autres approches. Certaines choses sont similaires d'un sport à l'autre bien sûr, mais il existe des spécificités. En football par exemple, l'œil et le pied sont importants et on interprète l'agilité différemment. ▶

La philosophie : « au service d'une façon de s'exprimer athlétiquement »

Quelle est votre philosophie en matière de préparation physique ?

La meilleure méthode, c'est la réalisation de la méthode. Mais il faut la préparer cette méthode pour la réaliser correctement. Pour ça, c'est très important d'avoir une philosophie d'entraînement claire. Nous ne pouvons pas avoir la précision scientifique et suivre le même raisonnement que pour quelqu'un qui prépare un marathon ou un triathlon. Je fais un métier très subjectif. Aussi, je dois avoir une méthode objective, extrêmement rigoureuse au niveau des définitions et de la philosophie, mais avec une grande flexibilité pour m'adapter à la discipline et à la personne que j'entraîne. En termes de physique, je suis lié à certaines lois de la physiologie et des principes de l'entraînement. Chez moi, il faut tant d'unités d'entraînement pour un bloc de travail. Ça, c'est objectif. Et je dois trouver comment les imbriquer harmonieusement avec un sport aussi subjectif que le tennis, qui s'appuie aussi sur la technique, la tactique, la créativité et la spontanéité.

Quel processus mettez-vous en place pour adapter votre travail objectif avec un sport particulier ?

Ma chance, c'est de travailler dans un sport qui est aussi un jeu. Au départ, nous devons parler de condition physique et des facteurs conditionnels : la vitesse, l'endurance, la force... Ensuite, il faut se poser la question : pourquoi entraîne-t-on l'athlète ? Pas pour être fort, mais pour jouer au tennis. Tout est au service d'une façon de s'exprimer athlétiquement sur le court. C'est là qu'intervient la philosophie. Si je travaille dans le contexte de la force, quelles méthodes de force vais-je utiliser pour obtenir le résultat que je veux par rapport à un joueur de tennis ? Ce n'est pas un lanceur de poids ou de javelot, donc il y a une approche de la force très différente. La force n'est pas utilisée seulement pour être fort, mais parce qu'on a besoin d'être réactif longtemps. Quand on parle de réactivité, on parle d'explosivité, qui a un lien avec la force. Après, nous allons adapter cette interprétation de l'explosivité et la structurer afin d'obtenir l'endurance de la réactivité, qui peut définir le jeu de jambes du joueur de tennis. Le tout au service d'une personne qui a une personnalité, un jeu avec ses points forts et ses points faibles. Il faut tenir ▶

“... je dois avoir une méthode objective, extrêmement rigoureuse [...] mais avec une grande flexibilité.”

compte de cela, mais aussi, d'une part, du *momentum*, comme si vous donniez un entraînement unique à la personne, et, d'autre part, de la continuité, comme si vous alliez le faire pendant dix ans.

Aucune préparation n'est la même ?

Vous pouvez travailler avec trois personnes différentes qui font du tennis et les trois approches seront différentes. Cela aura aussi une influence sur les choix d'exercices sur un même thème. L'objectif est d'utiliser les mêmes thèmes, mais en fonction des points forts et points faibles de chacun. Certains vont avoir des capacités coordinatrices très élevées, d'autres auront une ténacité particulière. On utilise les points forts pour essayer, à la fin, d'améliorer les points faibles.

La méthode : « englober un maximum de situations »

Vous parlez de capacités de coordination, d'attitude. Cela nécessite-t-il une phase d'observation au début de la relation de travail ?

Quand je commence à travailler avec un joueur que je ne connais pas, je donne une gamme d'exercices pour regarder les différents aspects de la coordination par rapport aux différents facteurs conditionnels, pour voir s'il s'exprime dans l'inconnu, la spontanéité pour développer l'amélioration de quelque chose de complexe. Cela me permet de connaître plus

vite certains aspects de la personne. Cela fait partie de ma méthode. Je divise le travail dans un contexte général, orienté, intégré et spécifique avec des définitions qui me permettent de choisir les bons exercices par rapport à une évolution éventuelle dans l'entraînement.

Avant le terrain, vous prônez une phase d'échanges. Pourquoi ?

Il faut prendre beaucoup de temps pour parler au début, se mettre d'accord sur une philosophie. Si vous vous mettez d'accord dès le début sur plein d'aspects, vous vous connaissez beaucoup plus vite que si vous aviez juste réglé le volume et les conditions de travail qui sont une banalité. Dans un sport aussi subjectif, vous dépendez cruellement des informations que vont vous donner les joueurs et joueuses. Il faut donc faire en sorte que l'athlète ait tellement confiance en vous, et réciproquement, qu'il ose dire les choses telles qu'elles sont. Par exemple, on ne dit pas qu'on est fatigué parce qu'on n'a pas envie de travailler et, à l'inverse, qu'on n'est pas fatigué alors qu'on est crevé juste pour passer pour Rambo. L'athlète doit savoir que ses informations seront prises comme telles, à son service et pour qu'il s'améliore.

Le doute est-il constamment présent dans l'esprit du préparateur physique ?

Je doute jour et nuit. J'en suis moi-même surpris. Au début de ma carrière, je doutais de ma compétence. Après, j'avais ►

le doute du *momentum*, surtout dans le tennis. Nous n'allons pas mesurer ce qui est fait physiquement sur le court. Le joueur va jouer des matchs, les gagner, les perdre. Ça va être une histoire d'appréciation pour savoir pourquoi. Vous pouvez gagner des matchs en étant mauvais physiquement par rapport à ce dont vous êtes capable, et vous pouvez être très bon physiquement et passer à côté. Cette subjectivité dans le jugement agrandit le doute, mais elle permet aussi d'approfondir le dialogue. Ce qui me surprend le plus c'est qu'en prenant de l'expérience, cette même expérience me fait encore plus douter car je connais plus d'options.

Comment vit-on avec cette peur ?

Il faut apprendre à respecter cette peur relative, peut-être se dire que c'est ça qui vous donne l'adrénaline, vous fait réfléchir deux fois avant de dire quelque chose. C'est ça qui vous habitue à exprimer vos convictions, en étant sûr de vous, savoir qu'à ce moment-là, vous n'avez pas forcément raison, mais vous avez une bonne raison de dire quelque chose. L'aboutissement d'une sérénité est peut-être là.

Tout entraîneur est tenté d'anticiper, mais il doit aussi ressentir le temps présent.

C'est primordial, mais ce *momentum*, surtout pour les entraîneurs physiques, est toujours lié à du moyen terme. En tennis, vous avez trois à quatre blocs par année et du travail foncier. Donc tout ce qu'on décide, là, peut avoir une influence sur ce

qu'on fait après, comme nous changeons de surface. Il faut se rappeler ce qu'on peut reprendre du premier bloc en fonction de la nouvelle surface. Vous ne pouvez jamais rester dans le *momentum*. Vous devez toujours y répondre en jetant un coup d'œil sur le passé et le futur de la saison pour créer un équilibre entre *momentum* et continuité. Dans cette réflexion, la confiance du joueur est importante aussi. S'il perd des matchs, il ne bouge pas de la même façon, ne s'exprime pas de la même façon, mais cela ne veut pas dire que son potentiel n'est plus le même. Là non plus, il ne faut pas trop respecter le *momentum*, mais rester lucide sur ce qui est un problème présent ou ce qui pourrait devenir un problème quotidien. Il faut savoir voir avant et après, mais ne pas être aveugle au moment.

Vous parlez de joueur en manque de confiance. Votre rôle peut-il être aussi de le rassurer physiquement ?

Exactement, ou avoir le courage de lui dire qu'il est à la rue et qu'il faut peut-être modifier quelque chose dans la planification. ▶



Stan Wawrinka à Wimbledon en 2019. ©IconsSport

“ Je doute jour et nuit. J’en suis moi-même surpris. ”

Le statut du joueur entre-t-il en compte dans votre manière de vous adresser à lui ?

Federer ou Wawrinka, au moment où je les entraîne et malgré tout le respect que j’ai pour eux, c’est simplement « Rodge », Stan et Pierre et on travaille. Le joueur sait pourquoi il est venu et je sais pourquoi je suis là. C’est la meilleure façon, la plus juste, de faire les choses. Je peux vous dire qu’un vrai champion a aussi envie qu’on le challenge, d’entendre qu’on n’est pas d’accord. Il ne veut pas toujours qu’on lui « mette du beurre ». Il ne faut pas dire pour dire, mais être convaincu, et ça peut aider à accroître la confiance car on sait qu’on peut compter sur vous le jour où vous pensez le contraire.

En quoi est-il important d’établir un lien entre la pratique du sportif et la manière dont vous allez construire la préparation ?

Par exemple, pour une amortie, vous avez un démarrage que l’on pourrait qualifier d’athlétique. À quoi bon s’entraîner avec un *starting block*, alors qu’il n’y en aura jamais un sur un court ? Cela montre déjà que les leviers à utiliser sont différents. Deuxième chose, si vous faites un 100 m, c’est d’une précision que nous n’aurons jamais en tennis. Par contre, ce sera de la vitesse pure de A à Z. Au

tennis, vous avez un blocage, l’allègement, un démarrage athlétique. Vous avez une balle qui arrive donc un instinct à avoir pour faire un choix de jeu, dépendant aussi de la vélocité et de la réaction tactique. En fonction de cela, vous allez courir en ayant une dissociation presque antagoniste entre le haut et le bas. Il y a une notion de complexité qui s’associe à la vélocité et qu’il faut absolument introduire à l’entraînement pour faire les progrès au bon moment. Il faut se mettre au service de l’utilité. Un stylo ne sert à rien s’il n’écrit pas.

Vous avez dit précédemment suivre une méthode. Pourriez-vous nous l’expliquer plus en détail et nous dire dans quelles mesures vous l’avez fait évoluer ?

J’ai commencé en 1985 et je l’ai fait évoluer dans sa structure jusqu’en 1999. À partir de là, l’ossature y était et j’ai introduit des variantes en fonction des évolutions de l’entraînement, du tennis. Je travaille depuis très longtemps avec les mêmes joueurs. C’est une chance. Mais au niveau neuromusculaire, il a fallu renouveler les stimulus. Cela a beau être un jeu, il faut faire en sorte que les exercices connus soient présentés d’une façon surprenante pour obliger le joueur à s’adapter. Concernant la méthode en elle-même, ce serait trop long à expliquer. Disons qu’elle s’articule autour d’une approche de la condition physique générale, orientée, intégrée et spécifique. Pour la condition physique générale, il faut aller ▶

à la salle de musculation, courir en forêt, faire des sprints. La condition physique orientée regroupe des exercices liant des aspects athlétiques à des semblants de mouvements tennistiques, avec l'objectif de travailler un facteur conditionnel. Il y a alors un mélange entre complexité et intensité. Vous pouvez être sur un court, mais pas encore avec raquette et balles. La condition physique intégrée est la notion de condition physique incluant les courses, les exercices orientés ou généraux avec une situation de jeu (partiellement avec raquette de tennis). La condition physique spécifique consiste à travailler un facteur conditionnel sur le court avec la raquette. Partant de là, la force est placée au centre de la planification. Même si elle n'est pas l'élément le plus volumineux à entraîner dans le tennis, vous mettez votre cercle de force au milieu d'un schéma et vous créez les liens avec les autres facteurs conditionnels.

de l'athlète. Ces variantes vont me permettre de dire des choses par rapport à la vitesse, l'endurance, l'agilité, l'explosivité et m'aider dans la périodisation, la répartition des unités d'entraînement. Il peut y avoir des exceptions comme avec un athlète qui a grandi rapidement. J'ai travaillé pendant dix-sept ans avec Marc Rosset et, une année, il avait pris presque vingt centimètres. Il était presque dans un état de mononucléose en raison de sa croissance. Là, il fallait tout restructurer et faire très attention. La planification est la bible du sportif.

La gestion de la croissance d'un athlète est-elle simple à appréhender ?

Ce n'est pas un problème si vous avez une vision globale. C'est de s'arrêter sur un seul élément qui peut être problématique. C'est pour ça qu'il vaut mieux bien réfléchir au début pour englober un maximum de situations.

Le rôle : « l'entraîneur physique doit participer à la planification »

« La planification est la bible du sportif. »

Pourquoi privilégier ce travail en force d'abord ?

Vous devez toujours voir qui vous entraînez et quelle est sa structure musculaire. Partant de là, vous choisissez une méthode de force correspondante. Je privilégie souvent la même, mais avec de multiples variations au service

Les joueurs et joueuses changent régulièrement d'entraîneur. Est-ce que cela peut vous influencer dans votre planification à long terme ?

Un joueur change plus facilement d'entraîneur que de jeu. En tant qu'entraîneur physique, dans les filières spécifiques ►



Marc Rosset à Wimbledon en 1995. ©IconSport

que vous travaillez, ça ne modifie pas tellement. Il peut toutefois y avoir certaines approches qui changent mais peuvent s'incorporer. Cela ne change pas la philosophie de travail. Une philosophie de travail ne se change pas. C'est le seul moment où vous devez camper sur vos positions. Vous collaborez avec un entraîneur de tennis et inversement, mais vous ne travaillez pas pour lui. Cette continuité est presque égoïste car vous devez être concentré sur votre athlète.

**Quelle place avez-vous dans la structure qui encadre le joueur ?
Quelle doit être la place du préparateur physique ?**

Le plus important, c'est d'avoir une bonne équipe autour du joueur et que chacun reste à sa place et y soit crédible. Si vous avez ça, vous aurez la chance d'avoir un dialogue constructif. Et si vous

ajoutez une continuité de travail, les différents rôles ne sont jamais imposés. Je préfère parler d'équipe car un entraîneur de tennis peut très bien m'interpeller sur un élément physique du jeu qui va m'aider dans mon travail. Et je suis convaincu que l'entraîneur physique doit participer à la planification. Si une planification a une crédibilité tennistique mais pas physique, toute la philosophie d'entraînement est compromise. Par contre, je n'ai encore jamais vu une planification où on tenait compte des périodisations (de l'entraînement physique) et où cela gênait l'entraîneur de tennis. Le physique étant plus objectif que l'aspect tennis, autant le placer. Il est au service du jeu. Vous verrez que si vous avez parlé de la philosophie de travail avec le joueur, si au début vous discutez, vous écoutez et acceptez de vous adapter à certaines spécificités de l'athlète, alors ces questions sur les rôles de chacun sont déjà résolues.

Traite-t-on un jeune athlète différemment d'un autre plus confirmé ?

Quand le joueur a entre 16 et 20 ans, vous êtes un mentor dans le domaine de la condition physique. Parce que le joueur ne peut avoir l'expérience, quelle que soit son intelligence. À ce moment-là, c'est important de lui proposer les différentes variantes qui existent au sein d'une philosophie de travail, d'essayer d'exposer les pour et les contre et d'essayer d'installer un chemin sur lequel évoluer. Dans cette situation, vous ne faites pas qu'entraîner, ►

vous aidez à être. Il faut comprendre que vous travaillez dans un sport où le joueur doit avoir son propre charisme. Il faut à tout prix respecter le futur de la personne, au même titre que vous pensez au futur de la planification. Quand on connaît un Federer à 18 ans, on sent qu'il y a des étincelles à l'intérieur. Il faut se mettre de côté et laisser ça se développer. Il ne faut pas être trop mentor sinon vous êtes étouffant, mais il faut aussi avoir un pouvoir de conviction assez solide.

Et avec l'âge ?

Vous devenez de plus en plus un conseiller tout en restant entraîneur. Vous êtes le patron de votre matière et vous travaillez pour quelqu'un qui est le patron de la sienne. Quand ça évolue encore, que le joueur a 40 ans, quatre enfants, 20 victoires en Grand Chelem (Federer, NDLR), là, vous apprenez à savoir quand taire et quand intervenir. Au niveau des entraînements, il faut tenir compte de tout ce qui a déjà été fait, toutes les séquelles que le corps a accumulées à force d'entraînements, de matchs, de stress, de blessures, mais aussi d'une vie qui a changé. Il faut prendre en compte la complexité d'une carrière. Les joueurs que j'entraîne sont des entreprises, avec des managers, des sponsors, des fondations et une famille... Ces éléments rentrent dans une planification aujourd'hui.

Cela revient à toujours bien cerner le contexte général et la personne avec qui on évolue.

L'entraîneur aime parler et je pense qu'aujourd'hui, il faut de plus en plus écouter. Plus la carrière avance, plus il faut écouter car vous parlez avec des gens qui, soyons honnêtes, ont plus de maturité dans le contexte précis de ce qu'ils font. Quand ils rentrent sur un court de tennis, ils savent trop ce qu'ils veulent et ont trop prouvé pour qu'on ne les écoute pas. L'avis du joueur est capital. Tout part de là.

Vous travaillez essentiellement loin du circuit. Pourquoi ?

Ce n'est pas en tournoi que vous faites les grandes séances de physique, surtout avec la philosophie que je propose. À quoi cela sert d'être là en loge ou sur le court ? Pour échauffer un joueur ? Pour lui tenir la main avant de rentrer sur le terrain ? Pour lui dire comment bouger avant de rencontrer Djokovic ? C'est inutile. Par contre, quand le joueur revient, pour retravailler, il y a beaucoup à dire. Un joueur qui doit gérer ces difficultés, même s'il perd le match, va apprendre tellement plus et donner en retour tellement plus, que si quelqu'un lui souffle quelque chose juste ou faux et qu'au final, on ne sait pas pourquoi il a gagné ou perdu.

L'objectif à terme du préparateur physique est-il de rendre l'athlète le plus autonome possible ?

Ce serait une faute professionnelle de ne pas le faire. Tout ce que vous faites, modestement, c'est aider le joueur à décider et à être le patron. ►

“ Si je change de « langue » pendant un exercice et qu’il ne s’y attend pas, ça peut le perturber un dixième de seconde. ”

Avez-vous déjà modifié une séance que vous aviez préparée car le joueur estimait qu’il devait davantage travailler sur un autre aspect de son physique ?

Si vous avez décidé, par exemple, que le travail serait intermittent, cela doit le rester. Ce qui pourra changer, c’est la façon dont vous allez utiliser les exercices. Vous pouvez toujours arranger un thème, pas le changer. Les joueurs, ceux que j’entraîne en tout cas, veulent cette fermeté. Ils seraient déçus si on fuyait le thème.

Quelle posture adopte-t-on selon la personnalité du joueur ? Les ingrédients vont-ils être les mêmes selon que le joueur est introverti ou extraverti ?

Je fais tout pour être seul avec le joueur. Dans ce cadre, s’il est toute la journée avec vous, l’introverti ne le sera pas. Être introverti ne signifie pas ne pas avoir de caractère, au contraire. Pour l’extraverti, il sera peut-être tout content d’être pour une fois tranquille. Je ne fais pas de différence.

Pourquoi rechercher une telle intimité ?

Le plus grand privilège de mon métier, c’est que je suis souvent seul avec le

joueur. Cette forme d’intimité est fructueuse, mais elle ne doit pas devenir monotone. C’est aussi pour ça que je suis content que le joueur ne me voie pas en tournoi. Quand ils vont à Melbourne, je ne les vois pas pendant 3-4 semaines. Je suis en contact régulier avec l’entourage, mais au final, il y a des choses que je ne vais pas savoir sur cette période, d’autres que je saurai et d’autres qui n’ont rien à voir avec le *momentum*. À chaque fois que je les retrouve, je les redécouvre un peu. On se raconte plein d’histoires et ce n’est pas monotone.

Le travail avec les joueurs : « Rodge a une coordination que je n’ai jamais vue » ■

Dans une précédente interview, vous avez dit que Roger Federer avait été un grand défi pour vous et que l’entraîner était complexe. Pourquoi ?

« Rodge » a une coordination que je n’ai jamais vue. C’est comme s’il parlait simultanément de multiples langues. J’ai dû complètement adapter les exercices de base pour avoir d’autres manières de le surprendre, de le mettre en défaut. Comme un jeu. Si je change de « langue » ►

pendant un exercice et qu'il ne s'y attend pas, ça peut le perturber un dixième de seconde. Mais c'est cette hésitation dans un exercice tonique qui lui redonne son essence et peut mettre en alerte le joueur. Il y a certains exercices que je ne peux faire qu'avec lui, comme d'autres seulement avec Stan, d'ailleurs. Stan a cette capacité d'écouter avec la spontanéité d'un enfant tout en agissant avec la maturité du champion qu'il est.

Quels ont été les défis dans la construction du physique de Roger Federer ?

Quand vous êtes aussi fort que lui dans les capacités coordinatrices, cela sous-tend que votre potentiel est inouï. Votre rôle est de faire la différence avec ce potentiel. On a tendance à sous-estimer l'énorme travail qu'il fournit pour en faire un atout et créer la différence. Ses atouts, ce sont la variété, la créativité. Donc si on se concentre juste sur le jeu de jambes, ces jambes font plus de choses que les autres par balle jouée parce qu'il ne joue jamais la même balle et donc ne bouge pas de la même façon. Cela demande une coordination différente. Puis, il y a l'intensité du match qui détermine l'intensité de la coordination. Or, cette intensité est aussi décidée par votre propre intensité. Par exemple, « Rodge » va utiliser quatre entités de coordination athlétique et trois entités d'athlète pur, quand un autre va utiliser quatre entités d'athlète pur pour trois de coordination athlétique. Dans un cas, l'effort de l'un va paraître facile et l'autre aura donné l'impression de s'être battu, mais, au final, les deux

auront dépensé la même énergie. Quand vous allez au ballet, vous ne pouvez pas dire que ce ne sont pas des athlètes parce qu'on ne voit pas l'effort. C'est justement parce qu'on ne le voit pas qu'ils sont tellement doués et forts. Pour revenir à la question, il devait énormément travailler et le doit encore, sur le court et à côté, parce qu'il doit faire plus que l'autre pour imposer son jeu.

En quoi les dix-sept années passées avec Marc Rosset ont-elles influencé votre travail avec Federer et Wawrinka ?

Je devrais dire merci à Marc et à chaque joueur que j'ai pu entraîner avant, car ça m'a rendu moins mauvais ou meilleur pour le prochain. Cela fait partie de l'évolution. Vous ne faites qu'apprendre.

“ Il faut se mettre au service de leur caractère ”

Sur quels points avez-vous le sentiment d'avoir progressé au fil de ces années ?

Je me suis amélioré dans la façon d'utiliser l'entraînement de force parce que j'ai entraîné des joueuses WTA, un joueur de plus de deux mètres (Marc Rosset)... Je travaille avec un joueur costaud, qui ne doit pas être lourd, mais très puissant musculairement car, même s'il n'était pas ▶

le plus véloce au départ, il a développé une fantastique endurance de réactivité (il parle de Wawrinka, NDLR). Et « Rodge » est un spectacle de coordination, mais un moteur fragile car tellement performant et complexe. À partir d'un même thème, les joueuses, Rosset, Federer et Wawrinka me racontent des histoires différentes. Ça montre qu'il faut vraiment écouter la personne pour savoir comment l'entraîner au mieux.

Comment êtes-vous parvenu à faire aimer la préparation physique à Federer ou Wawrinka ?

J'ai la chance d'entraîner actuellement deux champions. Être champion signifie qu'ils savent ce qu'ils veulent et ce qu'ils doivent faire. Par contre, j'ai commencé à entraîner Federer différemment de Wawrinka. Avec Federer, je suis face à quelqu'un qui a envie de travailler car il sait qu'il en a besoin, même si ce n'est pas ce qu'il aime le plus. J'ai donc imaginé au début beaucoup plus d'exercices joués mais exigeants, qui lui donnent des informations sans que ce soit trop facile pour qu'il sente qu'il doit travailler. Quand un joueur a beaucoup de potentiel, vous savez qu'il va assez vite progresser au début. Quand il va voir le progrès, cela va multiplier sa motivation. Le travail peut alors être lui aussi multiplié, « Rodge » étant aussi travailleur qu'artiste. Pour un joueur comme Stan, un champion hyper à l'écoute, quand il sent qu'il y a une structure, comprend qu'il fait ça dans un but précis, il se sent fort, il aura une

motivation à toute épreuve, ne lâchera jamais rien avant d'avoir atteint son objectif. Il faut se mettre au service de leur caractère.

Récupération et blessures : « La récupération est aussi importante que le travail »

Quelle importance accordez-vous à la récupération dans votre planification ?

C'est une part active de l'entraînement. Il faut la placer au bon endroit, au bon moment, pas juste parce qu'il y a une fête. En revanche, s'il y a une fête et que le joueur veut sortir, il faut le savoir en amont pour anticiper. Encore une fois, c'est du dialogue. La récupération est aussi importante que le travail car elle permet le travail. Et grâce au travail, vous méritez la récupération. Et grâce à la somme du travail et si la récupération a permis de l'encaisser, vous serez prêt pour le tournoi.

Comment expliquez-vous la longévité de Federer et Wawrinka ?

Dans le sport, on parle beaucoup de passion chez les jeunes... Mais entre exprimer ce terme et le vivre tous les jours, il existe un fossé. Ces deux-là sont prêts à tous les sacrifices pour elle. C'est ça, la différence. ►

Ils ont tous deux connu peu de blessures sérieuses. Pourquoi ?

La planification a aidé. Quand ils étaient jeunes, nous avons mis les pauses. À 20 ans, même après quatre semaines de tournoi, si vous lui proposez une pause, le jeune va avoir encore envie de travailler. Il faut lui dire non et qu'il vaudrait mieux ne rien faire. Je me souviens, au début, quand nous nous sommes mis autour d'une table avec Stan, avec « Rodge », nous avons dû parler entre deux et trois heures sur la façon dont nous voulions travailler, et cinq minutes de contrats, de business. Si au début vous mettez des jalons, si vous dites qu'en cas de problème majeur nécessitant un travail foncier, on est d'accord pour renoncer à un tournoi même important, alors vous et le jeune apprenez à anticiper.

Les périodes de blessure sont souvent délicates pour les athlètes. Comment les gérez-vous avec eux ?

Il faut être plus offensif dans le soutien car vous avez un champion qui a besoin d'aide, mais qui ne doit pas avoir l'impression de dépendre de vous. Vous devez venir avec de nouvelles étincelles, contribuer à installer une ambiance de mission. Il faut proposer une planification dès le lit d'hôpital pour montrer comment seront les prochains mois.

Ces blessures sont-elles aussi une chance ?

On a le temps de travailler à fond. De faire chaque thème deux fois. Il y a un

confort, malgré le stress de la situation, car nous n'avons pas à être prêt le lundi suivant. Cela donne aussi le temps à certaines autres usures de guérir.

Quelle importance donnez-vous à l'humain dans la relation de travail ?

C'est la base de tout. Dans le sport aujourd'hui, on parle de cryothérapie, de salles d'oxygène, d'entraînements en altitude, de tests cardio, etc., mais pas du dialogue et des progrès que l'on peut déjà faire par lui. Quand on fait du physique avec « Rodge » ou Stan, on passe souvent beaucoup de temps à parler et échanger avant et après les séances.

Mettez-vous une certaine limite dans la relation que vous tissez avec vos joueurs ?

L'élément principal, c'est le respect mutuel dans la durée. Si vous avez vécu ça dans le temps, dans un contexte où vous faites un maximum d'efforts pour vous montrer loyal et que le joueur fait la même chose, alors au fil des années, il m'apparaît normal qu'une amitié puisse naître. J'ai passé ces étapes avec ces joueurs. Nous sommes devenus des amis en attendant de devenir des amis sous une autre forme, quand nous ne travaillerons plus ensemble. Il existe une différence entre une amitié amicale et une amitié professionnelle, mais elle ne doit pas empêcher le mot « amitié ». Il faut comprendre les rôles de chacun. ►

Quelles sont les qualités d'un bon préparateur physique ?

Il a intérêt à avoir une méthode solide, créative. Il doit être ouvert au dialogue. On doit beaucoup plus entendre sa compétence que sa voix. Un entraîneur physique doit être très flexible. Il ne doit jamais perdre sa personnalité, mais doit la mettre au service des autres. C'est être au service sans être serviteur. Vous devez être un leader dans votre domaine, mais ce n'est pas vous le leader. ■

“... on passe souvent beaucoup de temps à parler et échanger avant et après les séances.”

P. Pagani entouré de R. Federer et de S. Wawrinka. © Keystone



TECHNOLOGIES, RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT : du labo au terrain...

Modérateur : Franck Brocherie, chercheur à l'INSEP

Le type de surface sportive influence le comportement des muscles et des tendons lors d'un mouvement de réception

Giuseppe Rabita

est responsable du thème



Optimisation de la performance au laboratoire Sport, Expertise et Performance de l'INSEP. Ses problématiques de recherche sont principalement liées à l'implication des propriétés mécaniques

musculo-tendineuses sur la performance sportive, à l'évaluation de la charge mécanique en sports collectifs et à la caractérisation de la mécanique du sprint.

Lorsque nous nous déplaçons au quotidien, nous interagissons avec un grand nombre de surfaces. Ce constat s'applique aussi au domaine sportif où les différences entre deux parquets de basket ou deux pelouses de football ne sont pas toujours évidentes. Pourtant ces différences existent, principalement en raison des différences de matériaux et de construction entre les surfaces, et les sportif(ve)s savent s'adapter rapidement. Mais à quel prix ? C'est ce que nous avons voulu découvrir dans cette étude réalisée sur une population de

12 sportifs occasionnels lors de réceptions de 50 cm de hauteur consécutive à un saut en contrebas à deux jambes et une jambe, sur trois surfaces sportives différentes : une surface en tartan, une pelouse synthétique et une pelouse dite hybride¹. Nous nous sommes particulièrement intéressés à la cinématique articulaire de la cheville, du genou et de la hanche, ainsi qu'aux comportements d'un muscle du mollet (gastrocnémien médial, Fig. 1) et du quadriceps (vaste latéral, Fig. 1).

Il ressort de nos résultats que, lors d'une réception à deux jambes sur les trois surfaces, il n'y a pas ou très peu de différences au niveau cinématique et musculo-tendineux. Toutefois, lors d'une réception à une jambe, la surface la plus raide (tartan) augmentait la contrainte appliquée au complexe musculo-tendineux du vaste latéral et ainsi l'allongement du muscle et son niveau d'activation pendant la réception. À l'inverse, la plus grande déformation des pelouses au moment de l'impact permettait de limiter la contrainte sur ces surfaces. De façon intéressante, nous avons également

1- Gazon naturel enraciné dans un substrat artificiel composé de sable, liège et microfibrilles synthétiques (AirFibr®, Natural Grass, Paris).

Les recherches en sciences du sport conduites à l'INSEP visent à fournir aux entraîneurs et aux athlètes de nouvelles connaissances et un soutien scientifique dans le but d'améliorer les performances et/ou réduire l'apparition de blessures. La divulgation des résultats d'études et leurs liens avec le terrain permettent de combler l'écart entre théorie et pratique et ainsi optimiser l'accompagnement des sportifs vers le succès.



Figure 1 - Vue latérale d'un athlète lors de la réception d'un saut en contrebas à deux jambes (à gauche) avec représentation schématique des outils utilisés (échographie ultra-rapide, capteurs de pression, électromyographie de surface et analyse cinématique) (à droite).

observé de légères différences entre les deux pelouses avec plus d'étirement du vaste latéral sur la pelouse synthétique comparée à l'hybride lors de la réception à une jambe.

Les propriétés mécaniques des surfaces influencent donc principalement les muscles du quadriceps lors d'un mouvement de réception. En particulier, la combinaison de réceptions à une jambe sur surface dure ou raide apparaît comme la plus contraignante pour le système musculo-tendineux. Dans de nombreuses disciplines sportives où l'action de sauter (et donc de se réceptionner) est étroitement liée à la performance (ex. basket-ball, volley-ball, handball, triple-saut, gymnastique), la répétition de ces actions (des milliers de fois) au cours d'une saison augmente le risque de blessure.

Lors de certaines séances de pliométrie, le choix de surfaces plus souples comme l'herbe ou le sable apparaît comme un moyen simple permettant de diminuer la charge appliquée au niveau des membres inférieurs. Restera alors à trouver le compromis idéal entre les stimuli et adaptations recherchées et la gestion de cette charge tout au long d'une saison (ex. après une reprise).

Les stratégies de récupération du sportif de haut niveau : focus sur la quantité et la qualité du sommeil

Mathieu Nédélec



est chercheur au sein du laboratoire Sport, Expertise et Performance (SEP) de l'INSEP. Ses travaux de recherche portent principalement sur les mécanismes de fatigue à l'issue de l'exercice et les stratégies de récupération, avec un intérêt tout particulier pour le sommeil.

Une augmentation du nombre de compétitions et une charge d'entraînement importante sont constatées dans le sport de haut niveau. Il est ainsi rapporté que certains triathlètes internationaux réalisent un volume d'entraînement hebdomadaire de 35 heures. Les sportifs doivent équilibrer une charge importante avec une récupération efficace afin de limiter le risque de surentraînement et de blessure. L'influence de deux matchs de football par semaine sur la performance physique et l'incidence des blessures de joueurs de haut niveau a été étudiée. Si la performance physique en match n'était pas significativement affectée par le nombre de matchs par semaine, l'incidence des blessures était significativement plus importante lorsque les joueurs réalisaient deux matchs par semaine comparativement à un match par semaine (25,6 contre 4,1 blessures pour 1 000 heures de pratique). Différentes stratégies susceptibles d'accélérer la récupération existent. Les stratégies nutritionnelles, l'immersion en eau froide et le sommeil sont efficaces afin de limiter les mécanismes de fatigue, et ainsi retrouver plus rapidement un niveau de performance de référence. Afin de bénéficier au maximum des adaptations liées à son entraînement, et afin de récupérer d'un jour

d'entraînement à l'autre, le sportif de haut niveau devrait viser entre 9 et 10 heures de sommeil par jour, une quantité supérieure à la recommandation en vigueur pour la population générale (entre 7 et 9 heures). Cependant, une quantité et une qualité de sommeil insuffisantes, voire un sommeil pathologique, se retrouvent fréquemment chez le sportif de haut niveau, indépendamment de sa discipline, en particulier au cours de périodes d'entraînement très intense, de déplacements à l'international et lors d'événements compétitifs majeurs. Un sommeil de quantité et/ou de qualité insuffisante(s) a des répercussions négatives sur le processus de récupération, à savoir un ralentissement de la resynthèse glycogénique musculaire ; une majoration des dommages musculaires et/ou un ralentissement de la cicatrisation des dommages musculaires ; une altération de la fonction cognitive ; et une augmentation de la fatigue mentale et des blessures. Des stratégies d'hygiène de sommeil susceptibles d'améliorer la récupération, d'optimiser la performance et de prévenir la blessure sont requises. Elles concernent : i) l'extension de sommeil et la sieste ; ii) l'environnement de sommeil (ex. luminothérapie, literie) ; et iii) les stratégies de récupération post-exercice (ex. immersion en eau froide, nutrition). De futures études sont nécessaires afin d'évaluer l'intérêt de telles interventions pour réduire le risque de blessure.

Déterminants mécaniques sur et hors glace dans le sprint en patinage chez des joueuses de hockey sur glace

Jérôme Pérez



(@PREZ66) est doctorant au sein du laboratoire Sport, Expertise et Performance de l'INSEP et également préparateur physique à la Fédération française de hockey sur glace avec laquelle il réalise sa thèse dans le cadre d'une convention CIFRE. Il étudie les contraintes biomécaniques appliquées aux joueuses lors de la pratique du hockey sur glace.

L'évaluation des qualités physiques en hockey sur glace est majoritairement réalisée à l'aide de tests hors glace (force, sauts, sprint et VMA en course à pied). Évaluer les déterminants physiques à l'aide de tests plus spécifiques sur glace et établir des corrélations entre les performances sur et hors glace apparaissent donc comme de réels enjeux afin d'optimiser l'entraînement des hockeyeuses. Récemment, l'application du profil force-vitesse lors du sprint en patinage a permis de mieux évaluer les déterminants mécaniques de la performance durant cette tâche (Pérez *et al.* 2019). L'objectif de cette étude était de comparer les différents profils force-vitesse en sprint, en *squat jump* et en patinage afin d'établir des corrélations entre les différents déterminants mécaniques.

Pour cela, 17 joueuses de l'équipe de France féminine de hockey sur glace ont effectué les 3 types de profils force-vitesse lors d'un stage de pré-saison. Les résultats ont montré que chaque profil était dépendant de la tâche. Seules la puissance relative (P_{\max}/kg) et les performances à chaque test (temps sur 30 m en course, hauteur de saut et temps sur 40 m en patinage)

étaient significativement et très largement corrélées ($r > 0,72$) entre elles. Concernant le sprint en patinage, les qualités de force horizontale et de puissance apparaissaient comme déterminantes de la performance. Ces qualités étaient significativement et largement corrélées à la performance sur 5 m (i.e. phase d'accélération; $r > 0,5$) et très largement corrélées à la performance sur 40 m ($r > 0,8$). Il apparaissait également que les joueuses les plus performantes sur la phase d'accélération étaient celles qui étaient aussi les plus performantes sur 40 m ($r = 0,8$).

L'utilisation des différents profils force-vitesse sur et hors glace permet une évaluation complète des qualités physiques des joueuses de hockey sur glace. Cependant, et au vu du principe de spécificité, l'évaluation du profil en patinage doit être priorisée afin de déterminer les qualités de force horizontale et de puissance qui apparaissent comme les qualités mécaniques déterminantes de la performance sur glace.

Bibliographie

HOLLVILLE E, NORDEZ A, GUILHEM G, LECOMPTÉ J et RABITA G, « Surface properties affect the interplay between fascicles and tendinous tissues during landing », *European Journal of Applied Physiology*, 2020, 120(1), p. 203-217, DOI: [10.1007/s00421-019-04265-9](https://doi.org/10.1007/s00421-019-04265-9).

NÉDÉLEC M, « Recovery strategies in elite sport: Focus on both quantity and quality of sleep », *Revue Médicale de Liège*, 2020, 75(1), p. 49-52.

PÉREZ J, GUILHEM G, HAGER R et BROCHERIE F, « Mechanical determinants of forward skating sprint inferred from off- and on-ice force-velocity evaluations in elite female ice hockey players », *European Journal of Sport Science*, 2020, p. 1-12, DOI: [10.1080/17461391.2020.1751304](https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1751304). [Epub ahead of print]

PÉREZ J, GUILHEM G et BROCHERIE F, « Reliability of the force-velocity-power variables during ice hockey sprint acceleration », *Sports Biomechanics*, 2019, p. 1-15, DOI: [10.1080/14763141.2019.1648541](https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1648541).

Livres



WILLARDSON Jeffrey
Développer le gainage : construisez les fondations de la performance musculaire

4Trainer, 2019, 288 p.

Prix : **26,90 €**

Cote INSEP : **ASB3 WIL**

La performance physique repose sur des fondations solides que le gainage permet de construire et de consolider. Écrit par seize scientifiques et spécialistes de la préparation physique américains, cet ouvrage se veut la somme de leur expérience et le résultat d'années de recherche. Il propose d'explorer les bases anatomique et biomécanique du corps, de nombreux exercices applicables à des profils multiples et des programmes selon le niveau de chacun pour un souci de progression individualisé.



BOURG Jean-François, GOUGUET Jean-Jacques
La société dopée - Peut-on lutter contre le dopage sportif dans une société de marché ?

Le Seuil, 2018, 224 p.

Prix : **17 €**

Cote INSEP : **SHC11 BOU**

Dans une société de marché fondée sur la compétition et le culte de la performance individuelle, la pratique dopante dans le sport ne relève pas de l'absurdité mais d'un désir de réussite effrénée. Le dopage est une dérive d'une civilisation avide de résultats. Dans cet ouvrage, les auteurs invitent à s'interroger sur la nature du sport et de la société que nous créons, envisageant un sport où le dopage serait accepté, tout comme un sport moins à la recherche de performance mais de plus d'éthique.



BOYLE Michael
Entraînement fonctionnel pour le sportif

Amphora, 2018, 208 p.

Prix : **29,95 €**

Cote INSEP : **ASB3 BOY**

Coach renommé, Michael Boyle présente concepts, exercices et programmes pour développer votre potentiel à l'entraînement comme en compétition. À la lumière des dernières recherches scientifiques et de sa propre expérience, il propose également des conseils sur la planification de l'entraînement ainsi que sur les étirements et les échauffements dynamiques. Est inclus un accès en ligne à des vidéos de démonstration, des commentaires et des analyses des exercices.



BEROJAN Thomas
La révolution Stephen Curry

Marabout, 2018, 232 p.

Prix : **19,90 €**

Cote INSEP : **B CUR**

Meilleur basketteur en NBA en 2015 et 2016, Stephen Curry a remporté trois titres de champion avec Golden State, une franchise qu'il a transformé en profond pour l'amener au sommet. Malgré un physique banal (1,90 m pour 85 kg), dans un univers peuplé de monstres athlétiques, le meneur des Warriors a révolutionné sa discipline par la grâce d'une technique et un tir hors du commun forgés dans sa jeunesse. Ce livre raconte son histoire.

Documentaires



FLORENVILLE Jérôme

Chatouilleuse d'obstacles (52 min)

Kanari Films et Invent-Oi, 2017

Cote INSEP : ASG2 FLO

Le sport est bien plus qu'une simple activité destinée à se divertir. Il est un créateur de lien social, un espace protégé où chacun peut se mélanger et s'extraire de sa condition. À Mayotte, les femmes commencent tout juste à l'investir. Ce film va au-delà d'un portrait de nouvelles sportives de tous âges, il dessine l'évolution des mentalités et l'émancipation d'une société. Quand le sport dépasse les terrains et porte les rêves d'un monde nouveau pour toutes les générations.



FÉLY Renaud

La loi du sport (52 min)

Les Films du Relief et France Télévisions, 2016

Cote INSEP : ASA4 FEL

L'arrêt de la carrière d'un sportif est un moment pivot dans une vie. Durant 10 mois, ce film suit l'une des promotions du Centre de droit et d'économie du sport (CDES) de Limoges. De Frédéric Weiss à Yannick Souvré en passant par Fabien Pelous, ces anciens champions témoignent de leur volonté d'apprendre et de se former afin d'acquérir les outils pour investir le management sportif. Des paroles qui aident aussi à comprendre leur cheminement et l'apport d'une telle structure.



METZ Janus

Borg McEnroe (104 min)

SF Studios Productions, 2017

Cote INSEP : ASH2 MET

Réaliser un film de sport est un exercice périlleux car la performance demeure l'affaire d'un instant et d'un talent unique, non reproductible. Peu d'œuvres parviennent à retranscrire l'émotion d'un événement singulier. Dans la lignée du très réussi Rush sur la rivalité entre Nikki Lauda et James Hunt, Borg McEnroe ressuscite la légendaire finale de Wimbledon 1980 avec un sens du détail remarquable. Plus que de tennis, il parle d'hommes, de champions habités jusqu'au tourment.



AN HABASK Kenan

Warren Barguil, en route vers les sommets (52 min)

Tita Productions et France Télévisions, 2016

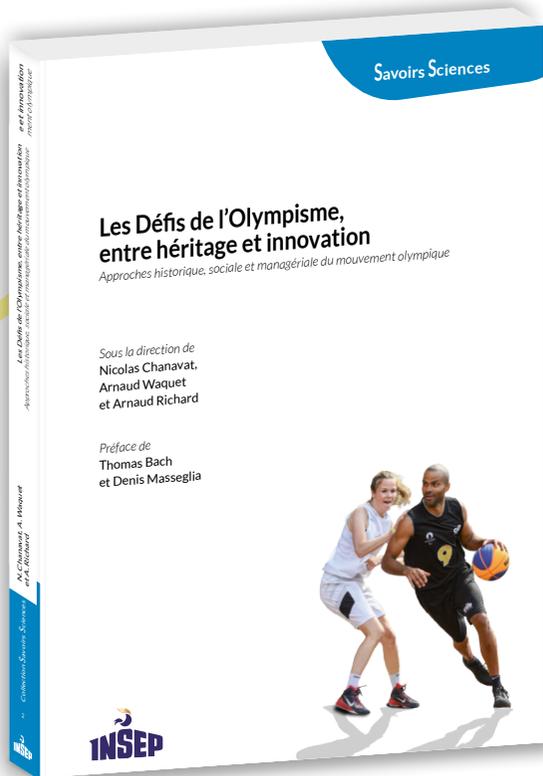
Cote INSEP : B BAR

Les « Wawa » ont résonné dans les cols du Tour de France escortant Warren Barguil vers les sommets et un maillot à pois rapporté sur les Champs-Élysées fin juillet 2017. Le Breton a conquis les cœurs de France et gagné sa place dans le peloton. Ce film raconte, non pas l'épopée de 2017, mais la genèse du champion chez Giant-Alpecin et la saison des apprentissages en 2015 pour sa découverte de la Grande Boucle. Un portrait juste et touchant d'un coureur racé et de caractère qui ne (se) ment pas.

Les Défis de l'Olympisme, entre héritage et innovation

Approches historique, sociale et managériale du mouvement olympique

DERNIÈRE PARUTION



Sous la direction de Nicolas CHANAVAT, Arnaud WAQUET et Arnaud RICHARD, de l'Académie nationale olympique.

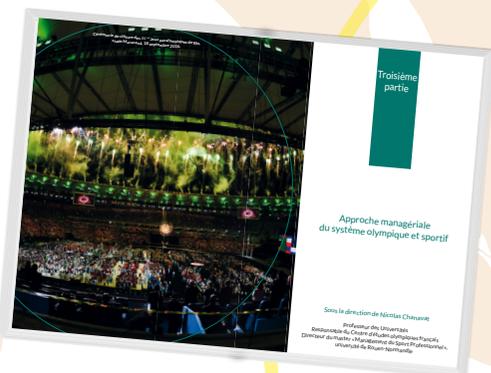
Préface de Thomas BACH et Denis MASSEGLIA



Quel est l'héritage culturel laissé par les Jeux olympiques et paralympiques ? Quelle est la place du genre et de la construction de la représentativité féminine dans le sport de haut niveau ? Quid de la stratégie de responsabilité sociale olympique ? Comment l'esport s'intègre-t-il à la marque olympique ? Toutes ces questions et bien d'autres sont abordées dans cet ouvrage.

Dans un système olympique et sportif confronté à de nombreux enjeux, l'Académie nationale olympique française (ANOF) occupe un rôle majeur en étant garante des valeurs de l'Olympisme en France. En son sein, le Centre d'études olympiques français (CEOF) a pour principal objectif de soutenir les recherches olympiques. Pour ce faire, cette société savante propose, entre autres, un programme annuel de bourses de recherche et facilite la publication de recherches scientifiques. Cet ouvrage rassemble une partie des travaux produits par les lauréats du programme. Forts de bases théoriques solides et de cas concrets, les auteurs, spécialistes de différents domaines allant de l'histoire au marketing, en passant par la sociologie, ou encore la littérature, dressent un état des lieux et proposent des réflexions inédites afin de mieux comprendre le système olympique et les nouveaux défis auxquels il doit faire face. Ils interrogent ainsi l'Olympisme à travers le prisme de leurs connaissances.

Ce livre s'adresse aux chercheurs travaillant sur le mouvement olympique, aux professionnels du monde sportif, aux acteurs socio-économiques en lien avec ce secteur, et aux étudiants désireux de mieux cerner la richesse et les innovations en matière de recherches olympiques.



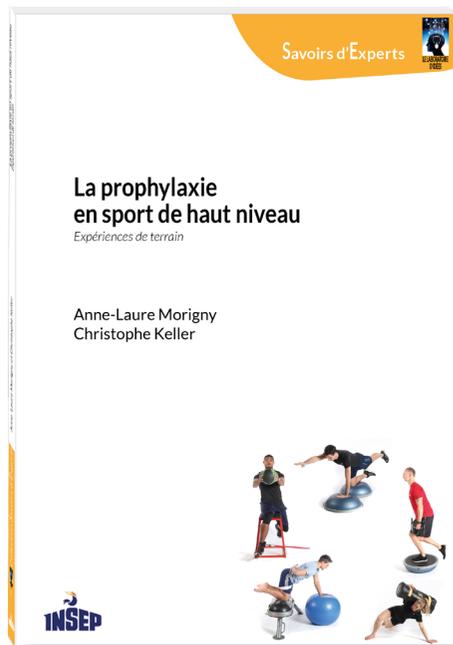
Contributeurs : Julie GAUCHER, Grégory QUIN, Gil MAYENCOURT, Stanislas FRENKIEL, Anaïs BOHUON, Elsa DORLIN, Sandy MONTAÑOLA, Aurélie OLIVESI, Nicolas DELORME, Aurélien FRANÇOIS, Alain FERRAND, Emmanuel BAYLE, Florian LEFEBVRE, Nicolas BESOMBES, Mickaël TERRIEN, Nicolas LORGNIER, Arnaud WAQUET et Jean-Loup CHAPPELET

Éditeur : INSEP-Éditions
Collection : Savoirs Sciences
Date de parution : février 2021
ISBN : 978-2-86580-259-3
Nombre de pages : 246 p.
Prix : 24 €



La prophylaxie en sport de haut niveau

Expériences de terrain



En sport, la prophylaxie ou athlétisation préventive couvre le domaine de la prévention de la blessure. À l'heure de la construction d'une performance, repoussant toujours davantage les limites humaines et dans un contexte de concurrence internationale pressant, se prémunir contre la blessure est devenu un enjeu majeur du haut niveau. Si cet ouvrage n'a pas vocation à prêcher « parole d'évangile », il se veut assurément un appui pour tous les acteurs du sport de compétition. Plus que le rappel des facteurs pouvant conduire à la blessure ou l'apport de diverses notions théoriques, le travail des auteurs a été d'apporter leurs propres expériences de terrain. L'ouvrage présente de nombreux outils pratiques destinés à l'accompagnement de tous les acteurs sportifs, qu'ils soient entraîneurs, éducateurs, préparateurs physiques, kinésithérapeutes ou athlètes.

Auteurs : Anne-Laure MORIGNY
et Christophe KELLER
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection : Savoirs d'Experts (Le Laboratoire
d'idées)
Date de parution : juillet 2019
ISBN : 978-2-86580-237-1
Nombre de pages : 208 p.
Prix : 19 €

Sports à haute intensité

Mieux comprendre la performance pour mieux l'entraîner

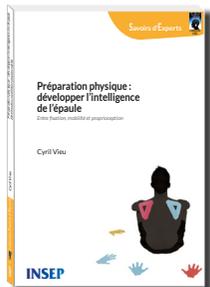


Sous la direction de Christine HANON
Avec la collaboration de Claire THOMAS-JUNIUS
et Caroline GIROUX
Préface de Stéphane Diagana
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection : Savoirs Sciences
Date de parution : mars 2019
ISBN : 978-2-86580-238-8
Nombre de pages : 384 p.
Prix : 35 €

Alors que les ouvrages guidant les pratiquants des sports d'endurance sont très nombreux et faciles d'accès, les ouvrages de physiologie d'entraînement centrés sur les pratiques intenses sont beaucoup plus rares. Dans ce titre ambitieux car unique sur le marché et pourvoyeur de données scientifiques et d'entraînement de référence, les autrices livrent les clés des bases physiologiques de ces sports pratiqués à haute intensité continue (athlétisme, natation, aviron...) ou discontinue (sports duels, collectifs ou d'expression) avec la volonté d'apporter un éclairage dans le choix de ces objectifs de préparation. Appuyé d'exemples de séances et cycles d'entraînement, cet ouvrage est un guide pour comprendre les mécanismes de production d'énergie à haute intensité, la gestion du capital énergétique et les moyens de répéter ses efforts dans le temps grâce à des exercices adaptés.

Préparation physique : développer l'intelligence de l'épaule

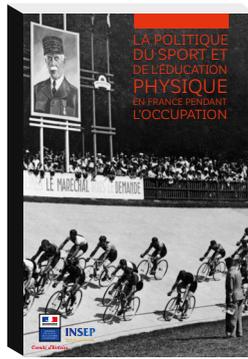
Entre fixation, mobilité et proprioception



Auteur : Cyril VIEU
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection :
Savoirs d'Experts
(Le Laboratoire d'idées)
Date de parution :
février 2018
ISBN : 978-2-86580-235-7
Nombre de pages : 136 p.
Prix : 19 €

L'épaule est l'articulation la plus mobile du corps humain, mais aussi la plus instable. La pratique du sport et les contraintes spécifiques associées augmentent de manière importante sa sollicitation et s'éloignent souvent du programme de préhension et d'expression dévolu à cette articulation. Cette hypermobilisation entraîne souvent des pathologies. Cet ouvrage est un partage d'expériences et d'expertises d'acteurs du monde sportif confrontés à ces problématiques. Grâce à des exercices transversaux (dont certains sont inspirés de la gymnastique), l'auteur souhaite interpeller les lecteurs sur la possibilité et l'importance d'accorder du temps au travail prophylactique, et ce, dès le plus jeune âge.

La politique du sport et de l'éducation physique en France pendant l'Occupation



Coord. : Jean-Pierre AZÉMA
Éditeur : INSEP-Éditions
Hors collection
Date de parution : juin 2018
ISBN : 978-2-86580-233-3
Nombre de pages : 324 p.
Prix : 30 €

Dans ce livre, se voulant comme une large rétrospective, les auteurs se sont efforcés de prendre en compte toutes les facettes de la politique sportive de Vichy et ses retombées sur les pratiques du sport. Sans s'en tenir à la seule France vichyste, le lecteur pourra également lire ce que pensaient du sport les hommes de la France libre comme ceux de la Résistance intérieure.

Cet ouvrage est, à l'origine, un rapport remis à Marie-George Buffet, la ministre de la Jeunesse et des Sports au début de l'année 2002. Il a été réalisé par une commission de douze universitaires, présidée par Jean-Pierre Azéma, historien et ancien professeur des universités à l'Institut d'études politiques de Paris.

La machine humaine : évaluation et prévention

Tests fonctionnels sans matériel

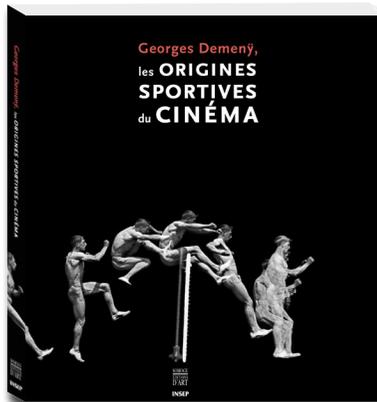


Auteurs : Mathieu CHIRAC,
Norbert KRANTZ
et Geoffrey MEMAIN
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection :
Savoirs d'Experts
(Le Laboratoire d'idées)
Date de parution :
janvier 2018
ISBN : 978-2-86580-236-4
Nombre de pages : 136 p.
Prix : 19 €



La prévention de la blessure est une question centrale de la préparation des sportifs de haut niveau. Il existe aujourd'hui un attrait vis-à-vis de toutes les approches qui proposent une évaluation individualisée, la plus rationnelle possible, des forces et faiblesses du corps humain. Le système proposé dans cet ouvrage représente une alternative intéressante, accessible à tous, n'importe où et sans aucun matériel sophistiqué. La méthode n'a certainement pas le niveau de précision que peuvent atteindre certains protocoles mais elle a un avantage, celui de prendre en considération la façon complexe dont les pièces et systèmes du corps fonctionnent. Au travers des différents tests illustrés, le lecteur pourra s'évaluer et verra apparaître des « insuffisances » potentielles. Celles-ci pourront alors servir d'axes de travail afin de guider la pratique des athlètes.

Georges Demenÿ Les origines sportives du cinéma



Sous la direction de Patrick DIQUET
Recherches iconographiques : Christophe MEUNIER
Éditeurs : Somogy éditions d'art / INSEP-Éditions
Hors collection
Date de parution : octobre 2017
ISBN : 978-2-75721-222-6
Nombre de pages : 240 p.
Prix : 35 €

Et si le cinéma puisait ses origines dans le sport ? C'est en tout cas dans le cadre de ses recherches sur les performances sportives que Georges Demenÿ fut amené à pousser la capture d'images plus loin que jamais. Avec Étienne-Jules Marey, ce précurseur du cinéma a mis au jour l'univers fascinant de l'étude du corps humain en pleine action par l'analyse et la décortication des mouvements et fait naître une véritable encyclopédie visuelle de la mécanique des corps. De ses travaux est né le phonoscope, appareil capable de projeter un mouvement sur écran.

Jeunesse et Sports

L'invention d'un ministère (1928-1948)



Auteur : Marianne Lassus
 Éditeur : INSEP-Éditions
 Hors collection
 Date de parution :
 juin 2017
 ISBN : 978-2-86580-230-2
 Nombre de pages : 672 p.
 Prix : 25 €

En 2016, Jeunesse et Sports a fêté ses 70 ans. Du sous-secrétariat d'État à l'Éducation physique en 1928 à la direction des Sports en 1948, ce sont les ruptures politiques, le Front populaire, Vichy, la Libération, et les continuités administratives au cours de ces vingt années qui ont fondé ce nouveau segment ministériel. Interrogeant l'évolution des labels (éducation physique, sports, jeunesse, loisirs, éducation populaire) significative d'affichage ou de programme politique et les rattachements successifs souvent en accordéon (Armée, Éducation nationale, Santé), l'ouvrage accorde également une place essentielle aux hommes qui « ont fait » Jeunesse et Sports : les ministres ou secrétaires d'État et leurs entourages, les directeurs d'administration centrale mais aussi « sur le terrain », les inspecteurs de la Jeunesse et des Sports.

Cet ouvrage, issu de la publication d'une thèse, rend accessible à tous cette histoire mouvementée d'un ministère en construction.

Comprendre l'athlétisme

Sa pratique et son enseignement

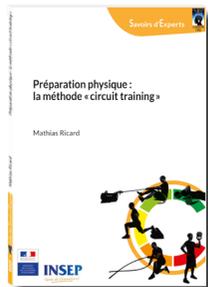


Auteurs : Jean-Louis HUBICHE et Michel PRADET
 Éditeur : INSEP-Éditions
 Collection : Savoirs Pratiques
 Date de parution : mars 2017
 ISBN : 978-2-86580-231-9
 Nombre de pages : 360 p.
 Prix : 30 €

Ce livre s'adresse aux pratiquants et aux éducateurs, qu'ils visent ou non la performance en compétition. Les auteurs ont souhaité faire partager leur expérience pratique tout en présentant une analyse précise et logique de l'activité athlétique. L'ouvrage envisage les différentes spécialités selon plusieurs approches. Après une évocation historique et un exposé des règlements en vigueur, une analyse technique précise est désormais complétée par une approche pédagogique importante, qui propose à la fois des situations d'apprentissage abondamment illustrées et des systèmes d'évaluation simples et fiables. L'athlétisme demeure une activité vivante et particulièrement adaptée aux valeurs de notre société.

Jean-Louis Hubiche et Michel Pradet contribuent, par cet ouvrage, à diffuser la pratique et l'enseignement de la discipline.

Préparation physique : la méthode « circuit training »



Auteur : Mathias RICARD
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection :
Savoirs d'Experts
Date de parution :
décembre 2016
ISBN : 978-2-86580-232-6
Nombre de pages : 100 p.
Prix : 13 €

Depuis les années 1950, le *circuit training* s'est, au fil du temps, imposé comme un procédé incontournable de la préparation physique de par le haut degré de liberté qu'il permet. En effet, le choix des possibles est très large *via* cette méthode, mais une certaine rigueur est de mise afin de les organiser avec pertinence.

Cet ouvrage jette les bases d'une méthodologie afin de trouver le cheminement adéquat vers l'élaboration et la mise en place de *circuit training*. Reposant sur une pratique de terrain, le livre propose une réflexion sur les notions de logique interne de l'activité, de planification, d'évaluation des points forts/faibles des athlètes et de gestion de la charge d'entraînement.

À destination des entraîneurs, des préparateurs physiques (le livre propose un panel de témoignages d'experts réputés), des étudiants et des sportifs recherchant des idées nouvelles pour la suite de leur parcours, il sera un outil idéal pour trouver des clés et des pistes de réflexion menant vers la réussite.

La musculation combinatoire

Épuisé



Auteurs :
Norbert KRANTZ
et Anne-Laure MORIGNY
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection :
Savoirs d'Experts
Date de parution :
novembre 2015
ISBN : 978-2-86580-216-6
Nombre de pages : 64 p.
Prix : 13 €

À force de mobiliser les muscles dans des conditions de réalisation qui sont très éloignées de la réalité des contraintes, on ne les prépare pas à être efficaces. Pour combler cette lacune, nous avons inventé « la musculation combinatoire ». Elle est à la fois un nouveau concept et une nouvelle façon de pratiquer la musculation. En associant des problématiques liées à la coordination à celle du développement de la force, par variation des conditions d'exercice ou par couplage, nous faisons émerger l'idée qu'il existe une voie de travail se situant dans l'interaction des différents processus. Avec cette nouvelle approche, nous ne prétendons pas révolutionner les pratiques – chacune d'elles ayant son intérêt – mais simplement ouvrir « une brèche » dans le panel des méthodologies de la préparation physique. Que chacun s'imprègne bien de la philosophie de cette réflexion et qu'il conçoive ensuite en fonction des circonstances qui lui sont imposées, l'ensemble des « super-exercices » dont il aura besoin.

Le 800 mètres

Analyse descriptive et entraînement



Coord. :
Christine HANON
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection :
Savoirs d'Experts
Date de parution :
novembre 2015
ISBN : 978-2-86580-215-9
Nombre de pages :
200 p.
Prix : 20 €

Déjà publié en 2000 par plusieurs experts de la discipline, l'ouvrage est devenu une référence pour le demi-fond. Cette réédition dévoile un contenu réactualisé.

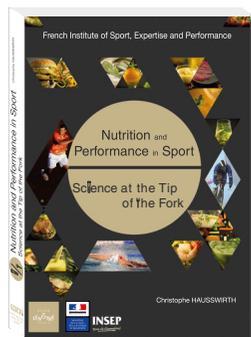
Elle propose :

- une large part aux athlètes féminines ;
- une approche détaillée de l'évolution de la discipline ;
- une étude statistique des stratégies de course ;
- les points de vue de dix entraîneurs reconnus de la discipline concernant l'entraînement ;
- des contenus de formation du coureur de 800 m en devenir élaborés par l'équipe fédérale de demi-fond.

Ce livre offre, non pas des recettes, mais des pistes de réflexion aux entraîneurs en formation ou en questionnement. Il sera un outil de travail idéal pour répondre aux attentes non seulement des entraîneurs de 800 m, mais aussi plus largement des disciplines sportives au croisement des secteurs énergétiques.

Nutrition and Performance in Sport

Science at the Tip of the Fork



Auteur :
Christophe HAUSSWIRTH
Éditeur : INSEP-Éditions
Collection :
Hors collection
Date de parution :
septembre 2015
ISBN : 978-2-86580-229-6
Nombre de pages : 476 p.
Prix : 35 €

Version e-book : OpenEdition Books

Date de mise en ligne : septembre 2015

ISBN : 978-2-86580-210-4

Nombre de pages : 476 p.

Prix : 24,99 €



Comment bien récupérer par l'alimentation ?
Comment se nourrir à l'étranger ou en altitude ?
Comment préserver son capital osseux ?
Comment concilier Ramadan et entraînement ?
Comment perdre du poids intelligemment ?
Quels sucres ? Quelles protéines ?

C'est pour répondre aux questions des sportifs et des entraîneurs que Christophe Hausswirth a réuni les plus grands spécialistes mondiaux de la nutrition sportive. Pour y parvenir, l'auteur a découpé son ouvrage en deux parties. La première est une compilation d'entretiens avec les plus éminents spécialistes en nutrition du sport qui témoignent des avancées dans leur discipline. La seconde s'articule autour d'un jeu de questions/réponses autour de thèmes, complété de fiches pratiques et de recettes élaborées par le chef Alain Despinois, de la maison Lenôtre !

Les anciens numéros sont toujours disponibles [sur le site de l'INSEP](#).





**INSTITUT NATIONAL DU SPORT,
DE L'EXPERTISE ET DE LA PERFORMANCE**

11, avenue du Tremblay - 75012 PARIS

Tél. 01 41 74 41 00

www.insep.fr



TOYOTA