

## ENTRAÎNEMENT

Frédéric Vergnoux :

« On ne triche pas avec quelqu'un  
qui veut gagner les JO »



page 42



# RéflexionsSport

Scientifique & technique

# 21

Novembre  
2018

## SCIENCES DU SPORT

Les sensations  
durant l'effort,  
un processus  
complexe

page 4

# Fendre l'air de la performance

page 24

## ENTRAÎNEMENT

Les outils de  
la stratégie  
d'entreprise,  
une opportunité  
pour le sport de  
haut niveau ?

page 60

Rédaction  
Réflexions Sport  
INSEP – 11, avenue  
du Tremblay  
75012 Paris  
<http://www.insep.fr>



Renseignements :  
[reflexions.sport@insep.fr](mailto:reflexions.sport@insep.fr)

Directeur de la  
publication :  
Abdelghani Yalouz

Comité d'édition :  
Emmanuelle Coubat  
Stéphane Fukazawa-  
Cockuyt  
Serge Guémard  
Gaël Guilhem  
Sébastien Le Garrec  
Véronique Leseur  
Jean-François Robin  
Patrick Roult  
Thierry Soler  
Anne-Marie Vansteen  
Laure Veyrier

Responsable éditoriale :  
Anne-Solweig Gremillet

Rédacteur-éditeur :  
Christopher Buet

Éditrice :  
Lucie Vergnes

Graphiste-maquettiste :  
Myriam Bierry

Plateforme de diffusion  
numérique :

**Calaméo®**

**Crédits photos :**

Couverture : ©iconsport  
©Icon sport – ©iStockphoto –  
©P. Pichon pour FFC –  
©Stéphane Kempinaire – ©Pikawil  
(Otakuthon 2014 : Haikyuu) – ©Creative  
Commons CC0 via Pixabay

N° 21 – e-ISSN : 2265-5441

## SCIENCES DU SPORT

4



Les sensations  
durant l'effort,  
un processus complexe  
Par Frédéric Grappe



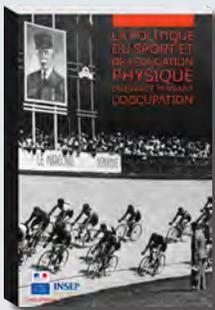
Fendre l'air  
de la performance 24  
Par Emmanuel Brunet

## ENTRAÎNEMENT

42



Frédéric Vergnoux :  
« On ne triche pas  
avec quelqu'un  
qui veut gagner  
les JO »



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 €

60

## ENTRAÎNEMENT

Les outils de la stratégie  
d'entreprise,  
une opportunité  
pour le sport  
de haut niveau ?



Par Alexandre Guyon des Diguères  
et Stéphane Fukazawa-Couckuyt

76

## TECHNOLOGIES, RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

du labo au terrain...

Coordinations individuelles des ischiojambiers  
et leur relation avec la performance  
(Simon Avrillon) ■ Mesurer la vitesse maximale  
de contraction : pas si simple ! (Robin Hager)

80

## Focus

Quand l'animation japonaise  
se met au sport

Livres

DVD

Les parutions INSEP-Éditions

### Préparation physique : développer l'intelligence de l'épaule

*Entre fixation, mobilité et proprioception*

Auteurs : Cyril Vieu

Éditeur : INSEP-Éditions

Collection : (Le Laboratoire d'idées)

Savoirs d'Experts

Date de parution : février 2018

ISBN : 978-2-86580-235-7

Nombre de pages : 136 p.

Prix : 19 €



Pour recevoir  
les prochains  
numéros



Revue disponible  
uniquement  
en ligne :

➔ [Calaméo®](#)

Ont contribué  
à ce numéro :

Simon Avrillon

Emmanuel Brunet

Stéphane Fukazawa-  
Couckuyt

Frédéric Grappe

Alexandre Guyon  
des Diguères

Robin Hager

Frédéric Vergnoux

# #21 novembre 2018

# Les sensations durant l'effort, un processus complexe



Frédéric Grappe  
Directeur de la Performance de l'équipe  
cycliste Groupama-FDJ



**A**u plus haut niveau, le sportif met à rude épreuve un corps, qui ne cesse de lui communiquer diverses sensations bonnes ou mauvaises. Celles-ci sont un enjeu majeur pour comprendre la performance et la stimuler.

## Les sportifs et les réponses à leur corps

« Je mesure la chance que j'ai de pouvoir si souvent exploiter à cent pour cent tout ce que j'ai en moi. » Dans *L'Équipe* du 7 mars 2016, le biathlète Martin Fourcade se félicite de sa capacité à mobiliser son corps quand la compétition l'exige. En filigrane, le Pyrénéen dessine aussi toute la complexité qu'il y a, pour un athlète, à exploiter ses propres qualités physiques à un moment donné. Bien que le sport de haut niveau tende à se rationaliser, cette activité n'en demeure pas moins humaine et donc incertaine. S'engager dans un exercice musculaire volontaire engendre des sensations subjectives qui sont directement reliées à cet effort. Or, la façon dont sont générées ces sensations reste encore très controversée car le processus est complexe. Les bases neuronales des sensations ont été étudiées et examinées depuis plusieurs décennies, la principale discussion étant focalisée sur la contribution respective des signaux périphériques et centraux. Ainsi lors des Mondiaux en 2016 à Oslo, Marie Dorin-Habert confiait

à *L'Équipe* son plaisir d'évoluer sur la neige. « C'était lié à la sensation d'avoir les jambes et de pouvoir accélérer quand je le voulais. C'est assez grisant et on accepte mieux la douleur dans ces conditions-là », appréciait-elle. Des sensations en complète opposition avec celles de Missy Franklin. « J'étais dans la meilleure forme de ma vie. À l'entraînement, j'avais des sensations incroyables, mais ça n'a servi à rien parce que mentalement, ça n'allait pas. Mon corps était inutile, il obéissait à ma tête et ma tête était incontrôlable », se désolait la quadruple championne olympique de Londres, victime non pas de son physique mais bien de son esprit qui ne suivait plus. Teddy Riner ne dit pas autre chose à Rio : « Ça faisait près de deux ans que j'étais en panne de sensations. L'an dernier, j'en avais d'ailleurs zéro. C'est dingue ! Je savais que ça reviendrait. »

Par la force des choses, le sportif professionnel est à l'écoute de son corps, son « *outil de travail* » comme le qualifie le quintuple champion olympique de biathlon. Une écoute qui donne des informations mais aucune vérité. Les sensations et leurs logiques sont tel un brouillard que l'on s'amuserait à attraper à mains nues. Quelque chose d'impalpable, échappant à la compréhension scientifique. Alors quelle clé employer pour déverrouiller cette porte sur la performance ? ▶

Les biathlètes Marie Dorin-Habert et Martin Fourcade.



## Autorégulation, auto-efficacité, motivation et régulation des émotions au centre de la stimulation du sportif

Briller au plus haut niveau exige que les sportifs s'engagent dans des processus psycho-physiologiques complexes durant l'effort et lors de la préparation des objectifs, allant de la manière dont ils sont prêts à s'investir à la façon de gérer la douleur et l'inconfort. Ces processus où les athlètes modifient leurs propres réponses ou états internes pour atteindre un but, convoquent le concept d'autorégulation (Carver et Scheier, 2009). L'autorégulation renvoie aux pensées autogénérées, aux sensations et actions planifiées et adaptées cycliquement à l'atteinte de buts personnels (McCormick *et al.* 2018).

Quand on se fixe un objectif, autorégulation et motivation se nourrissent pour l'atteindre. En tenant compte de la nature volontaire de l'autorégulation, on peut considérer que la motivation est indispensable pour sa mobilisation car elle permet au sportif de surveiller et d'ajuster ses activités vers un but dans différents contextes, par l'évaluation de son propre comportement en fonction de ses normes et de l'environnement. L'autorégulation demande au sportif de générer des actions requérant un

contrôle des pensées, des sensations et des comportements sur lesquels il a une influence, tout en tenant compte de l'environnement (McCormick *et al.* 2018). En d'autres termes, le sportif doit apprivoiser ses sensations et son environnement direct pour répondre de façon optimale aux différentes situations et progresser, le tout à partir d'une motivation tournée vers un objectif précis.

“ Mon corps était inutile, il obéissait à ma tête et ma tête était incontrôlable...”

Les croyances du sportif en ses propres capacités à mobiliser motivation, ressources cognitives et moyens d'action nécessaires pour répondre aux demandes situationnelles sont extrêmement importantes et réfèrent à l'auto-efficacité (Wood et Bandura, 1989). Celle-ci se rapporte à la quantité d'effort qu'il est disposé à fournir et à sa persévérance face à des difficultés. Son rôle n'est pas neutre dans l'autorégulation. En effet, les sportifs possédant un haut degré d'efficacité personnelle seraient plus susceptibles de répondre par un effort important et moins d'affects négatifs. Il semble ▶

que ceux ayant un faible sentiment d'efficacité personnelle attribueront probablement leurs faibles performances à des facteurs internes et stables (ex : manque de capacité), alors que les autres les justifieront davantage par des facteurs instables (ex : engagement) ou externes et incontrôlables (météo, adversaires, chance) [Gist et Mitchell, 1992 ; Weiner, 1986]. L'auto-efficacité aurait également une influence sur les sensations à l'effort (McAuley et Courneya, 1992), des niveaux élevés d'auto-efficacité étant susceptibles d'améliorer la tolérance à la douleur (Bandura, 1989).

## Des émotions à double tranchant

Les sportifs rencontrent de nombreux facteurs de stress (météo, température, matériel...) avant et pendant les épreuves qui peuvent avoir des conséquences utiles ou néfastes. L'anxiété, la frustration et le découragement sont autant de réponses à certains de ces facteurs et s'avèrent avoir des conséquences préjudiciables sur la motivation et la concentration. Néanmoins, certaines réponses émotionnelles sont potentiellement utiles pour les athlètes, comme lorsque des émotions (colère, anxiété, joie...) favorisent la concentration, la motivation, la confiance, les états corporels (relaxation) et les comportements adaptatifs. Ce qui rend une stratégie de régulation des émotions particulièrement utile dépend donc de la situation, ainsi que des caractéristiques du sportif et des objectifs qu'il poursuit.

“ ... mieux comprendre comment un sportif peut et va s'engager dans l'effort en fonction d'un objectif fixé. ”

## La motivation, un puissant stimulant du potentiel physique

La motivation est un puissant déterminant de la performance sportive. Or elle constitue un ensemble complexe, variant d'un sportif à l'autre, mais aussi selon le contexte et le moment (Sheehan *et al.* 2018).

Brehm et Self (1989) ont distingué le potentiel de motivation et l'intensité de la motivation. Le premier évoque la limite supérieure de ce qu'un sportif serait prêt à consentir pour satisfaire à un objectif fixé ; quand la seconde se réfère davantage à l'effort produit et varie avec la difficulté de la réponse comportementale, d'abord en augmentant puis en chutant précipitamment. La figure 1 illustre l'évolution de l'effort en fonction de différents niveaux de potentiel de motivation. On note que dès que ▶

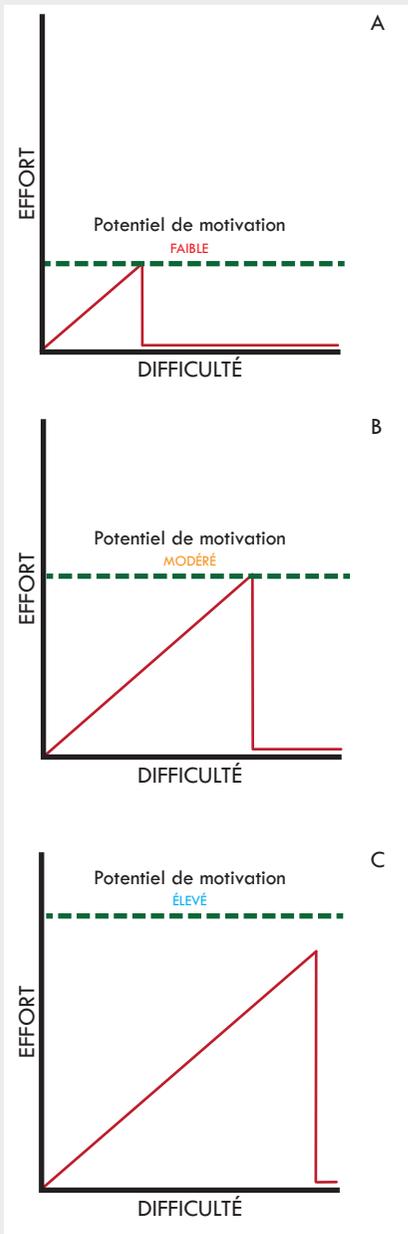


Figure 1 – Évolution de l'effort (intensité de la motivation) en fonction de la difficulté de l'objectif à des niveaux faibles, modérés et élevés de potentiel de motivation (Wright, 2008).

le potentiel de motivation est atteint, l'engagement s'effondre, le sportif n'ayant plus les ressources nécessaires pour maintenir son effort. À noter que plus ce potentiel est élevé, plus le sportif est en mesure de s'engager dans la difficulté. Ainsi tenir compte du potentiel de motivation et de l'intensité de la motivation, c'est mieux comprendre comment un sportif peut et va s'engager dans l'effort en fonction d'un objectif fixé.

La figure 2 montre que pour deux sportifs ayant des capacités physiques différentes, pour un niveau de difficulté d'objectif identique, l'intensité de la motivation sera supérieure chez celui possédant le plus faible niveau d'habileté physique. Cela signifie pour lui un engagement dans l'effort supérieur car la difficulté de la tâche à réaliser est beaucoup plus élevée. Prenons l'exemple d'une montée de col avec un équipier roulant en tête de course pour imprimer un rythme très soutenu afin de préparer l'attaque de son leader. Lorsque l'équipier est allé au bout de son travail (intensité de la motivation maximale) et a probablement atteint son potentiel maximum de motivation, il stoppe net son effort n'ayant plus une intensité de motivation suffisante pour le poursuivre. Du côté du leader, dans certaines situations de compétition, il lui arrive de se désengager brusquement de l'effort, même si ce dernier est faible, sans pour autant ►

atteindre son potentiel de motivation, lorsqu'il sent le succès impossible. En d'autres termes, le leader a cette capacité à exprimer son plein potentiel selon l'objectif fixé et sa faisabilité. Derrière cette analyse, on devine toute l'importance que peut avoir l'engagement des équipiers envers un leader et vice versa ainsi que la nature du coaching externe.

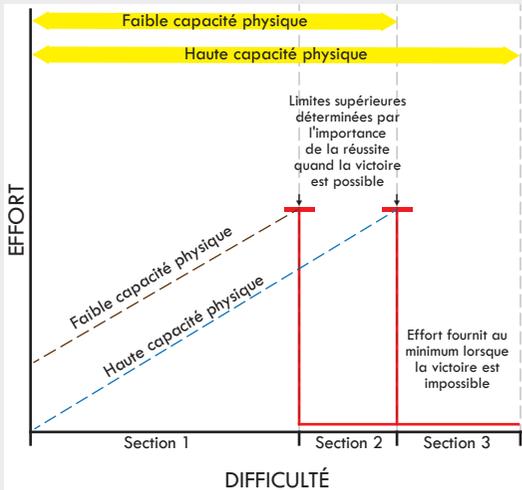


Figure 2—Évolution de l'intensité de la motivation (effort) en fonction de la difficulté de l'objectif pour des sportifs à faibles et hautes capacités physiques (Wright et Franklin, 2004).

## La sensation de l'effort comme outil de mesure et de régulation

Toutes les actions volontaires sont provoquées par des processus cognitifs. Chaque fois qu'une action est décidée, elle génère un mouvement et engendre une réponse perceptive (sensations) ressentie par l'athlète. La perception de l'effort (PE) d'un sportif lors d'un exercice reflète sa conscience des commandes motrices centrales envoyées aux muscles locomoteurs et respiratoires (Marcora, 2009). Cette conscience de l'effort est un paramètre clé de la performance car une performance se veut la somme des facteurs négatifs (fatigue, douleurs musculaires) ressentis plus ou moins fortement et des facteurs positifs relatifs à la motivation et la volonté (Ikai et Steinhaus, 1961). Toutefois, aussi importante soit-elle, la PE est encore sujette à débat.

Le point de vue le plus grandement répandu parmi les physiologistes de l'exercice, les athlètes et les entraîneurs, veut que les informations périphériques afférentes (provenant des muscles et des organes périphériques) seraient un contributeur majeur de la PE (Tucker, 2009; Hampson *et al.* 2001). Cependant, il a été récemment suggéré qu'elles seraient plutôt générées centralement et indépendamment des rétroactions afférentes



(Marcora, 2009). Pourquoi une telle divergence d'analyse ? Une explication pourrait provenir de la confusion qui règne depuis quelques décennies à propos du concept derrière la PE mesurée par la célèbre échelle de Borg (Borg, 1970), *Ratings of Perceived Exertion* (échelle RPE), devenue très populaire dans le milieu sportif. En 1970, à l'époque où Borg a sorti son échelle, celle-ci renvoyait bien à la quantification de « *subjective feeling* », soit la sensation originaire de la somme de tous les systèmes fonctionnels étant en action durant l'effort (Borg, 1970, 1982). Avec les années, le concept original de Borg qui renvoie à la PE comme générée centralement, a été quelque peu oublié !

Aujourd'hui, la PE proviendrait d'un processus prédictif de la commande centrale fonctionnant *via* des décharges corolaires s'appliquant entre différentes zones du cerveau et qui induiraient une copie des informations envoyées aux muscles en action (modèle du *feedforward control*). La zone motrice supplémentaire serait étroitement reliée à la commande motrice alors que le cortex pariétal serait impliqué dans les prédictions sensorielles du mouvement (Desmurget *et al.* 2009). D'un autre côté, le contrôle homéostatique du milieu intérieur lors de l'effort requiert un *feedback* afférent afin d'autoriser les processus neuronaux à maintenir la balance physiologique. Smirmaul

(2010, 2012) supporte le concept selon lequel la caractéristique la plus remarquable du contrôle homéostatique serait notre capacité de conscience des multiples conditions corporelles, capable de produire des réponses appropriées.

“ ... le cortex pariétal serait impliqué dans les prédictions sensorielles du mouvement. ”

En 2002, Craig a défini le concept d'« intéroception » comme une nouvelle approche pour comprendre la perception humaine des sensations. Il a proposé une voie qui transmet des signaux provenant d'afférences primaires de petit diamètre, transmettant ainsi des informations sur l'état physiologique de tous les tissus du corps (température, douleur, sensations viscérales et musculaires, etc.) à des sites spécifiques situés dans le cerveau. Cette voie pourrait représenter une composante clé du contrôle homéostatique. De plus, les régions du cerveau impliquées dans la régulation des conditions corporelles internes semblent être liées aux processus émotionnels (Damasio *et al.* 2000), qui renforcent encore la capacité de maintenir l'homéostasie. ▶

“ *Le corps humain ne peut être considéré comme rigide.* ”

À la lumière des différentes études scientifiques, on peut solidement avancer que la conscience des différentes sensations (température, douleur, ressentis musculaires) participe à améliorer les réponses décisionnelles au cours de l'exercice. Toutefois, à ce jour, les travaux scientifiques manquent encore pour mieux comprendre l'importance des sensations durant l'effort sur la performance sachant que ce sont elles qui guident les prises de décision du sportif pour produire l'action.

Dans la pratique, selon le contexte, il est fort probable que la PE et d'autres sensations plus ou moins désagréables se dissocient, s'assemblent ou se complètent. Après une montée intense, par exemple, un coureur débute une descente et arrête de pédaler. Bien qu'il éprouve encore l'effort consenti pour l'ascension, il ressentira une PE faible. En effet, comme la PE est générée au niveau central par la commande motrice en lien avec un effort volontaire, le fait de ne plus fournir d'effort musculaire moteur dans la descente induit automatiquement une rapide diminution de la PE, sans empêcher la subsistance d'autres sensations

déplaisantes, comme la montée de lactate, la diminution du pH et l'augmentation du travail des muscles ventilatoires encore en action. Si on rentre dans le détail des sensations perçues par le sportif, on observe deux mécanismes neurologiques distincts : le sens de l'effort (relié à PE) et les autres sensations spécifiques (température, douleur et autres sensations musculaires). L'effort est aussi défini comme la quantité d'énergie mentale ou physique délivrée pour réaliser une tâche et doit être distingué des autres sensations qui ont une origine périphérique (Abbiss *et al.* 2015 ; Pageaux, 2016).

## Ces facteurs pouvant altérer les sensations durant l'effort

Si la compréhension des sensations est essentielle, il apparaît que plusieurs paramètres peuvent interférer ▶



et modifier les réponses du sportif durant l'effort. Les vibrations en représentent un rarement évoqué. Le corps humain ne peut être considéré comme rigide. Il s'agit d'un « système » composé de différentes masses suspendues (tête, tronc, membres) reliées entre elles par des ressorts et des amortisseurs (muscles et tendons). Lorsqu'il se met à vibrer, le corps ou une de ses parties peut entrer en résonance si la fréquence d'excitation (des vibrations mécaniques) est proche de sa fréquence propre d'oscillation (la fréquence propre dépend de la raideur du système et de sa masse). Ce phénomène de résonance entraîne une sensation d'inconfort et augmente les contraintes mécaniques sur les tissus et organes. Du fait des variations permanentes de la vitesse et de l'accélération, ces oscillations génèrent des transferts d'énergie mécanique entre l'environnement et

le corps ou avec certaines de ses parties. Les potentiels effets délétères des vibrations dépendent essentiellement de leurs fréquences et de leurs amplitudes. Les vibrations de très basses fréquences (< 2 Hz) sont responsables du mal des transports tandis que celles comprises entre 2 et 20 Hz peuvent affecter la vision, la colonne vertébrale, les systèmes digestifs et urinaires. Bien que les vibrations à hautes fréquences (> 20 Hz) soient amorties par les muscles, elles peuvent causer des troubles ostéo-articulaires (20-50 Hz), vasculaires (50-300 Hz) et neurologiques (> 300 Hz) [Berthoz, 1992].

La fatigue qui augmente au cours de l'effort en endurance, joue également un rôle important. Elle est définie depuis assez longtemps comme une perte de force musculaire. Cette perte de force est multifactorielle et généralement divisée en deux types de fatigues, interdépendantes : centrale (au-dessus de la jonction neuromusculaire) et périphérique (musculaire). Dans ce contexte, la fatigue centrale est une capacité altérée du système nerveux central à recruter des unités motrices à un taux de décharge plus élevé que la fréquence de la fusion tétanique. En d'autres termes, une diminution de l'activation musculaire volontaire maximale (Gandevia, 2001) pourrait être due à un désengagement des unités motrices et/ou à une diminution de la fréquence de ►



“ Des niveaux élevés de cortisol peuvent impacter la mémoire et l'apprentissage, le système immunitaire, la densité osseuse, le poids, la pression artérielle et le cholestérol. ”

décharge au-delà de la fréquence de fusion tétanique (Millet, 2011). Ainsi, la fatigue centrale est impliquée de manière variable dans la fatigue totale. Elle a aussi été présentée comme des modifications neurobiologiques dans le cerveau (Meeusen *et al.* 2006), une modification du contrôle moteur (Forestier et Nougier, 1998) ou des altérations de la fonction cognitive (Brisswalter *et al.* 2002). La fatigue centrale seule ne peut expliquer toute la perte de force après des exercices de longue durée. Des altérations de la propagation neuromusculaire, une défaillance du couplage excitation-contraction et des modifications de la capacité intrinsèque de production de force peuvent également être impliquées. Les indices indirects des lésions musculaires suggèrent l'existence de certaines altérations périphériques.

Aussi, avec l'augmentation de la fatigue musculaire périphérique, le sportif, dans l'obligation de stimuler des muscles locomoteurs affaiblis, doit nécessairement mobiliser davantage la commande motrice centrale (Marcora *et al.* 2008), avec pour effet

d'augmenter la PE en excitant le sens de l'effort (Marcora, 2009). La fatigue peut aussi être générée par l'hyperventilation qui entraîne une baisse de la tension artérielle du dioxyde de carbone et atténue l'augmentation du débit sanguin cérébral, conduisant à un apport insuffisant d'oxygène au cerveau (Nybo et Rasmussen, 2007). Toutes ces modifications peuvent altérer les sensations du sportif pendant l'exercice.

Les sensations peuvent être également perturbées par le stress (aigu et chronique) en augmentant le taux du cortisol et la régulation du système hormonale. Les facteurs de stress peuvent ainsi susciter des réactions émotionnelles utiles ou nuisibles à la performance d'un athlète d'endurance. Des niveaux élevés de cortisol peuvent impacter la mémoire et l'apprentissage, le système immunitaire, la densité osseuse, le poids, la pression artérielle et le cholestérol. Au final, vivre dans un environnement stressant, associé à des niveaux d'anxiété élevés, peut entraîner des dysfonctionnements au niveau central et générer de mauvaises sensations lors ▶

de l'effort. D'autres facteurs peuvent contribuer à altérer les sensations lors d'exercices en endurance : l'hypoglycémie (Davis et Bailey, 1997), la diminution des concentrations cérébrales de catécholamines<sup>1</sup> (Hasegawa *et al.* 2008), l'augmentation de la température interne (Nybo et Nielsen, 2001), l'accumulation d'ammoniac cérébral (Nybo et Rasmussen, 2007), les concentrations en neurotransmetteurs cérébrales altérées (Meeusen *et al.* 2006), la fatigue mentale (Marcora *et al.* 2009), la privation de sommeil, la douleur, les analgésiques, les psychostimulants, les stratégies cognitives ou nutritionnelles.

1- Neurotransmetteurs présents sous 3 formes dans le corps : adrénaline, dopamine et noradrénaline.

## L'importance des conditions environnementales

Les conditions environnementales telles que l'hypoxie et l'hyperthermie peuvent exacerber la fatigue centrale ou l'effort perçu (Millet *et al.* 2009 ; Nybo et Nielsen, 2001). Les saisons sembleraient également entrer en ligne de compte avec une influence directe sur le système chronobiologique via les rythmes circadiens (une machinerie génétique) auxquels le cerveau est réceptif (Meyer *et al.* 2016) [Cf. Figure 3]. Un certain nombre de facteurs qui pourraient affecter directement le fonctionnement du cerveau durant l'année peuvent être contrôlés : l'exposition à la lumière, le rythme veille/sommeil, la température ►

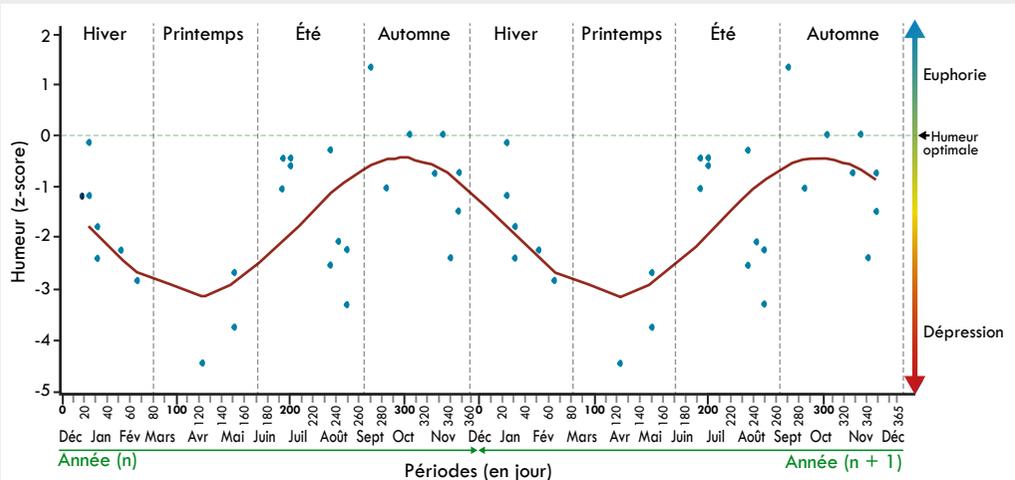


Figure 3 – Évolution de l'humeur chez 28 sujets (habitant à Liège) au cours d'une année. Les points bleus représentent les données individuelles et la courbe représente l'évolution moyenne. La meilleure humeur a été observée le 31 octobre (Meyer *et al.* 2016).

externe, la prise de nourriture, la charge d'entraînement, les interactions sociales.

Alabdulgader *et al.* (2018) ont conduit une étude originale à long terme en examinant l'évolution dans le temps et les retards des réponses du système nerveux autonome (SNA) aux changements de l'activité solaire et géomagnétique. La variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) a été enregistrée pendant 72 heures consécutives chaque semaine sur une période de cinq mois chez 16 participants afin d'examiner les réponses du SNA pendant des périodes environnementales

normales. Les mesures de VFC étaient corrélées avec les variables solaires et géomagnétiques. Les résultats (Cf. Figure 4) indiquent que l'activité quotidienne du SNA répond aux changements de l'activité géomagnétique et solaire pendant les périodes d'activité normale non perturbée et qu'elle est initiée à différents moments après les changements dans les divers facteurs environnementaux, et persiste sur des périodes de temps variables. L'augmentation de l'intensité du vent solaire était corrélée avec l'augmentation de la fréquence cardiaque, ce qui peut être interprété comme ►

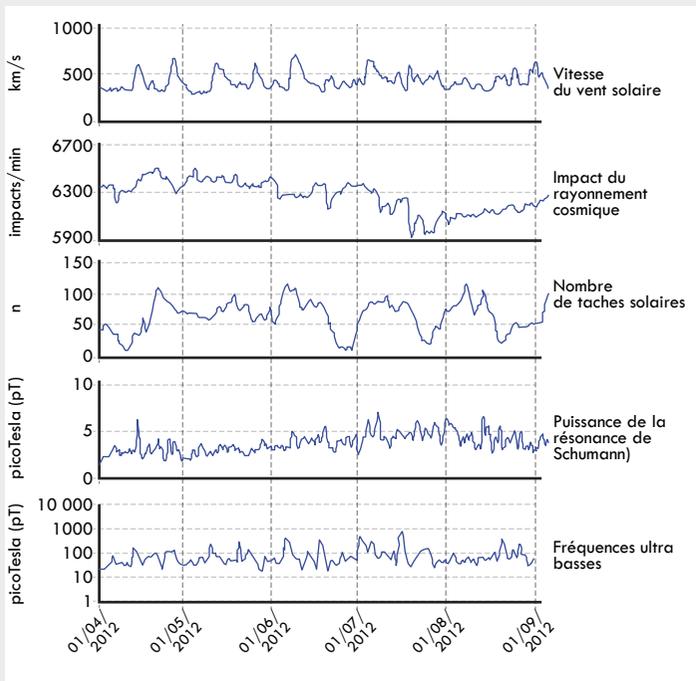


Figure 4—Activité des données environnementales sur 6 mois (ULF: fréquences ultra basses, SRP: puissance de la résonance de Schumann) [Alabdulgader *et al.* 2018].

une réponse au stress biologique. L'augmentation des rayons cosmiques, du flux radio solaire et de la puissance de résonance de Schumann<sup>2</sup> était tous associée à une augmentation de l'activité FVC et de l'activité parasympathique.

Un certain nombre d'études ont montré que les activités géomagnétiques et solaires affectent un large éventail de comportements humains et la santé, et peuvent agir comme des facteurs de stress altérant les processus régulateurs tels que l'équilibre mélatonine/sérotonine (Burch *et al.* 1999 ; Bergiannaki *et al.* 1996), la pression sanguine, la respiration, la reproduction, les processus des systèmes immunitaires, neurologiques et cardiaques (Cherry, 2002 ; Chernouss *et al.* 2001). Cependant, les spécificités des mécanismes biologiques chez les animaux et les humains ne sont pas encore complètement comprises (Babayev *et al.* 2012 ; McCraty *et al.* 2017). Ces éléments montrent que la période de la saison et l'environnement dans lequel évolue un sportif ne sont pas neutre sur sa capacité de performance. Cela peut en partie expliquer pourquoi certains sportifs sont meilleurs à certaines périodes de la saison, eu égard à de meilleures sensations en fonction des charges de travail imposées.

<sup>2</sup>— Ensemble de pics spectraux dans le domaine d'extrêmement basse fréquence (3-30 Hz) du champ électromagnétique terrestre, qui sont excités par les éclairs.

“ ... expliquer pourquoi certains sportifs sont meilleurs à certaines périodes de la saison...” ”

## Différentes façons de produire de la puissance

Maîtriser son environnement et ses sensations n'a qu'un seul but, permettre à l'athlète de produire la meilleure performance possible selon le contexte naturel et sportif, en maintenant un équilibre entre la puissance mécanique (PO) qu'il fournit et les différentes sensations qu'il ressent. La régulation de la PO semble être une réponse comportementale à la fois aux informations de rétroaction (*feedback*) des récepteurs périphériques et des mécanismes d'anticipation (*feedforward*) qui régulent l'intensité de l'exercice. En conséquence, les fluctuations de PO au cours de l'exercice peuvent être une caractéristique importante du processus de régulation, basé sur des informations de divers systèmes périphériques (muscles, respiratoires, récepteurs métaboliques) dans un système de contrôle métabolique assez complexe. ▶

“ ... l'effort autorégulé avec les sensations du sportif induisait un challenge métabolique plus réduit...”

À ce titre, nous suggérons qu'en cyclisme, il peut exister six modes différents de production de PO qui répondent à trois situations comportementales différentes (Cf. Figure 5). Le premier mode consiste à développer de la PO selon un mode de contrôle libre, le second selon un mode en réponse aux autres (adversaires) et le troisième, selon un mode clampé (forcé) qui consiste à faire un effort en maintenant constant une variable donnée (FC, PO, vitesse). Pour les deux premiers modes, l'effort peut être contrôlé, ce qui renvoie à une sensation de puissance (d'aisance), ou subi, renvoyant à une sensation de non puissance (contrainte) alors que pour le dernier, il ne peut être que subi. Les deux types d'efforts s'attachent à des émotions différentes, de plaisir lorsqu'il est contrôlé et de déplaisir lorsqu'il ne l'est pas. Cela revient à dire qu'il est possible de développer un même niveau de PO avec des réponses perceptives très différentes. Cet exemple qui s'applique au cyclisme

peut certainement être transposé dans d'autres disciplines. La question qu'il est intéressant de se poser est de savoir comment le cerveau « manage » ces six modes différents de production de PO lors de l'effort ?

L'étude de Lander *et al.* (2009) aide à répondre en partie à cette question. Elle montre que lors d'un exercice soutenu à une PE égale à 15 (sur l'échelle de Borg), pour un même niveau de PO, les variations de PO n'étaient les mêmes selon que les cyclistes maintenaient une PE constante à 15 ou devaient maintenir constant le niveau de PO identique correspondant à une PE à 15. Dans le premier cas, où l'effort était davantage régulé en fonction de PE sans connaître PO, les variations de PO étaient plus importantes que dans le second cas où les cyclistes devaient développer une PO donnée (PO forcée). Les résultats montrent que développer un même niveau d'intensité soutenue posait des challenges physiologiques et thermorégulateurs significativement plus importants à l'homéostasie lorsqu'il s'agissait de rouler à une PO donnée que d'autoréguler perceptivement le même niveau de PO à partir des sensations et cela, malgré l'absence de différence de performance. Plus précisément, la condition « PO clampée » entraînait des augmentations de la température moyenne du corps, du lactate et de l'activité iEMG (biceps brachial) ▶

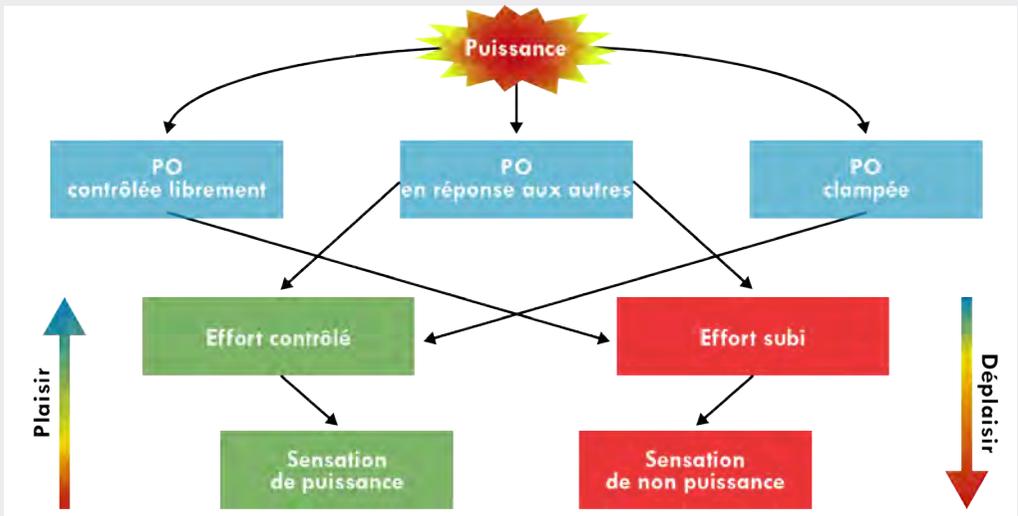


Figure 5 – Les différents modes de production de la puissance en cyclisme.

et vastus lateralis). L'explication la plus probable semble être que l'effort autorégulé via les sensations faciliterait la possibilité pour les sportifs de modifier continuellement leur effort par le biais de mécanismes de *feedback* et de *feedforward* en réponse aux fréquentes réponses homéostatiques. L'originalité de l'étude est d'avoir montré que l'effort autorégulé avec les sensations du sportif induisait un challenge métabolique plus réduit comparé à l'effort forcé (PO clampée) où le cycliste est obligé de maintenir un niveau de PO donné. On peut ici faire une transposition de ce qui peut se passer au niveau métabolique et central lors d'une montée de col, où certains coureurs exercent un effort forcé et d'autres autorégulé.

## Comment mieux maîtriser les sensations ?

Le discours intérieur motivationnel et les programmes d'entraînement aux aptitudes psychologiques peuvent aider à réduire la PE. La douleur et l'inconfort musculaires induits par l'exercice contribuent également aux décisions prises pour contrôler l'effort. La valence affective (plaisir ou déplaisir) est une sensation supplémentaire liée à l'exercice qui influence les décisions et la performance lors des épreuves d'endurance. Des sensations désagréables pourraient influencer les prises de décisions (McCormick *et al.* 2018) et donc la nature même de la stimulation. L'étroite frontière ►

entre la volonté de continuer l'exercice et la décision d'arrêter est probablement influencée par une interaction à la fois du sens de l'effort et d'autres sensations désagréables. Cela renvoie au modèle de la charge affective développé par Baron *et al.* (2011) qui montre clairement la relation entre effort et plaisir lors d'un exercice en fonction du niveau de motivation. Selon leur modèle, le désir de sélectionner une intensité plus ou moins élevée à un moment de l'exercice dépend de la différence entre le niveau d'acceptation de charge affective pour une durée donnée et le niveau de cette charge à ce moment. En comparant le niveau de charge affective imposé avec la PO sélectionnée et la durée d'effort à effectuer, le sportif parvient ainsi à moduler la PO de la façon la plus adaptée à ses capacités.

Comment la sensation de l'effort et les autres sensations déplaisantes interagissent durant l'exercice ? Quelle est la plus importante pour prendre la décision de réduire l'intensité de l'effort choisi ou encore pour arrêter l'exercice ? C'est le sportif qui répond seul à ces questions lorsqu'il se trouve en plein effort. Il convient de noter que les psychostimulants (amphétamines, cocaïne, anti-inflammatoires) pourraient agir en fournissant une sensation de plaisir et venir modifier la valence affective de l'athlète.



Pour conclure, bien se sentir dans l'environnement dans lequel on performe procure de l'envie et du plaisir et par conséquent augmente le niveau de motivation, élève la stimulation du potentiel physique et permet l'atteinte d'un haut niveau de performance. C'est tout le travail du staff d'une équipe de s'assurer de mettre en place un environnement optimal et s'assurer d'équilibrer les principaux déterminants de la performance afin de rendre les athlètes confiants et leur donner les atouts pour performer. Ensuite, les clés de la régulation de la performance seront pour le sportif d'apprendre à bien se connaître pour être en capacité d'interpréter au plus juste ce qu'il ressent lors d'un effort et de produire de bonnes réponses en termes de PO. ■



©Icon sport

## Bibliographie

ABBISSCR, PEIFFERJJ, MEEUSEN R, SKORSKI S, «Role of ratings of perceived exertion during self-paced exercise: what are we actually. Measuring?», *Sport Med*, 2015, 45 (9), p.1235-1243, doi:10.1007/s40279-015-0344-5.

ALABDULGADERA, MCCRATYR, ATKINSON M, DOBYNS Y, VAINORAS A, RAGULSKIS M et STOLC V, «Long-term study of heart rate variability responses to changes in the solar and geomagnetic environment», *Scientific Report*, 2018, 8, p. 2663, doi:10.1038/s41598-018-20932-x.

BABAYEVE, CROSBY N, OBRIDKO V, RYCROFT M, «Potential effects of solar and geomagnetic variability on terrestrial biological systems», dans *Advances in solar and solar terrestrial physics* (eds Georget Maris & Crisan Demetrescu), Research Signpost, Kerala, 2012, p. 329-376.

BANDURAA, «Human agency in social cognitive theory», *The American Psychologist*, 1989, 44(9), p.1175-1184, doi:10.1037/0003-066X.44.9.1175.

BARON B, MOULLAN F, DERUELLE F, NOAKES TD, «The role of emotions on pacing strategies and performance in middle and long duration sport

“... rendre les athlètes confiants et leur donner les atouts pour performer...”

events», *British Journal of Sports Medicine*, 2011, 45(6), p.511-517, doi:10.1136/bjism.2009.059964.

BERGIANNAKID, PAPARRIGOPOULOS TJ et STEFANIS CN, «Seasonal pattern of melatonin excretion in humans: relationship to day length variation rate and geomagnetic field fluctuations», *Experientia*, 1996, 52, p.253-258, doi:10.1007/BF01920718.

BERTHOZA, «Effets des vibrations sur l'homme», dans Scherrer J, *Précis de physiologie du travail*, Éditions Masson, Paris, 1992.

BORG G, «Psychophysical bases of perceived exertion», *Med Sci Sports Exerc*, 1982, 14(5), p.377-381, doi:10.1249/00005768-198205000-00012.

BORG G, «Perceived exertion as an indicator of somatic stress», *Scand J Rehabil Med*, 1970, 2(2), p.92-98.

BREHMJW et SELF EA, «The intensity of motivation», *Annual Review of Psychology*, 1989, 40, p.109-131, doi:10.1146/annurev.ps.40.020189.000545.

BRISWALTER J, COLLARDEAU M et RENE A, «Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance», *Sports Med*, 2002, 32(9), p.555-566, doi:10.2165/00007256-200232090-00002.

BURCHJB, REIFJS et YOSTMG, «Geomagnetic disturbances are associated with reduced nocturnal excretion of a melatonin metabolite in humans», *Neuroscience Letters*, 1999, 266(3), p.209-212, doi:10.1016/S0304-3940(99)00308-0.

CARVERCS et SCHEIERMF, «Action, affect, multitasking, and layers of control», in JP Forgas, RF Baumeister, DM Tice, *Psychology of*

*self-regulation: Cognitive, affective, and motivational processes*, Psychology Press, New York, 2009, p. 109-126.

CHERNOUSS, VINOGRADOVA et VLASSOVAE, « Geophysical hazard for human health in the circumpolar auroral belt: evidence of a relationship between heart rate variation and electromagnetic disturbances », *Natural hazards*, 2001, 23, p. 121-135.

CHERRY N, « Schumann resonances, a plausible biophysical mechanism for the human health effects of solar/geomagnetic activity », *Natural Hazards*, 2002, 26(3), p. 279-331.

CRAIG AD, « How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body », *Nat Rev Neurosci*, 2002, 3(8), p. 655-666, doi:10.1038/nrn894.

DAMASIO AR, GRABOWSKI TJ, BECHARA A, DAMASIO H, PONTOLL, PARVIZIJ et HICHWARD, « Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions », *Nat Neurosci*, 2000, 3(10), p. 1049-1056, doi:10.1038/79871.

DAVIS JM et BAILEY SP, « Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise », *Med Sci Sports Exerc*, 1997, 29(1), p. 45-57, doi:10.1097/00005768-199701000-00008.

DESMURGET M, REILLY KT, RICHARD N, SZATHMARI A, MOTTOLESE C et SIRIGUA, « Movement intention after parietal cortex stimulation in humans », *Science*, 2009, 324, p. 811-813, doi:10.1126/science.1169896.

FORESTIER N et NOUGIER V, « The effects of muscular fatigue on the coordination of a multijoint movement in human », *Neurosci Lett*, 1998, 252 (3), p. 187-190, doi:10.1016/S0304-3940(98)00584-9.

GANDEVIAS C, « Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue », *Physiol Rev*, 2001, 81 (4), p. 1725-1789, doi:10.1152/physrev.2001.81.4.1725.

GIST ME et MITCHELL TR, « Self-efficacy: A theoretical analysis of its determinants and malleability », *Academy of Management Review*, 1992, 17(2), p. 183-211, doi:10.2307/258770.

HAMPSON DB, ST CLAIR GIBSON A, LAMBERT MI et NOAKES TD, « The influence of sensory cues

on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance », *Sports Med*, 2001, 31(13), p. 935-952, doi:10.2165/00007256-200131130-00004.

HASEGAWAH, PIACENTINI MF, SARRE S, MICHOTTE Y, ISHIWATA T et MEEUSEN R, « Influence of brain catecholamines on the development of fatigue in exercising rats in the heat », *J Physiol*, 2008, 586(1), p. 141-149, doi:10.1113/jphysiol.2007.142190.

IKAIM et STEINHAUS AH, « Some factors modifying the expression of human strength », *J Appl Physiol*, 1961, 16, p. 157-163, doi:10.1152/jappl.1961.16.1.157.

LANDER PJ, BUTTERLY RJ et EDWARDS AM, « Self-paced exercise is less physically challenging than enforced constant pace exercise of the same intensity: influence of complex central metabolic control », *Br J Sports Med*, 2009, 43(10), p. 789-795, doi:10.1136/bjism.2008.056085.

MARCORAS, « Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs », *J Appl Physiol*, 2009, 106(6), p. 2060-2062, doi:10.1152/jappphysiol.90378.2008.

MARCORAS, « Last word on viewpoint: perception of effort during exercise is independent of feedback from skeletal muscles, heart and lungs », *J Appl Physiol*, 2009, 106(6), p. 2067, doi:10.1152/jappphysiol.90989.2008.

MARCORAS M, STAIANO W et MANNING V, « Mental fatigue impairs physical performance in humans », *J Appl Physiol*, 2009, 106(3), p. 857-864, doi:10.1152/jappphysiol.91324.2008.

MARCORAS M, BOSIO A et DE MORREE HM, « Locomotor muscle fatigue increases cardiorespiratory responses and reduces performance during intense cycling exercise independently from metabolic stress », *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2008, 294 (3), p. R874-883, doi:10.1152/ajpregu.00678.2007.

MCAULEY E et COURNEYAKS, « Self-efficacy relationships with affective and exertion responses to exercise », *Journal of Applied Social Psychology*, 1992, 22(4), p. 312-326, doi:10.1111/j.1559-1816.1992.tb01542.x.

MCCORMICK A, MEIJEN C, ANTISS PA et JONES HS, « Self-regulation in endurance sports: theory, research, and practice », *Int Rev Sport Exerc Psychol*, 2018, doi:10.1080/1750984X.2018.1469161.

MCCRATY R, ATKINSON M, STOLC V, ALABDULGADERA A, VAINORAS A, et RAGULSKIS M, « Synchronization of human autonomic nervous system rhythms with geomagnetic activity in human subjects », *Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017, 14(7), p. 1-18, doi:10.3390/ijerph14070770.

MEEUSEN R, WATSON P, HASEGAWA H, ROELANDS B et PIACENTINI MF, « Central fatigue: the serotonin hypothesis and beyond », *Sports Med*, 2006, 36(10), p. 881-909.

MEYER C, MUTO V, JASPAR M, KUSSÉ C, LAMBOT E, CHELLAPPA S L, DEQUELDRE C, BALTEAU E, LUXEN A, MIDDLETON B, ARCHER SN, COLLETTE F, DIJK DJ, PHILLIPS C, MAQUET P et VANDEWALLE G, « Seasonality in human cognitive brain responses », *Proc Natl Acad Sci USA*, 2016, 113(11), p. 3 066-3 071, doi:10.1073/pnas.1518129113.

MILLET GY, « Can neuromuscular fatigue explain running strategies and performance in ultra-marathons? The flush model », *Sports Med*, 2011, 41 (6), p. 489-506, doi:10.2165/11588760-000000000-00000.

MILLET GY, AUBERT D, FAVIER FB, BUSSOT et BENOÎT H, « Effect of acute hypoxia on central fatigue during repeated isometric leg contractions », *Scand J Med Sci Sports*, 2009, 19(5), p. 695-702, doi:10.1111/j.1600-0838.2008.00823.x.

NYBOL et RASMUSSEN P, « Inadequate cerebral oxygen delivery and central fatigue during strenuous exercise », *Exercise and sport sciences reviews*, 2007, 35(3), p. 110-118, doi:10.1097/jes.0b013e3180a031ec.

NYBOL et NIELSEN B, « Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans », *J Appl Physiol (1985)*, 2001, 91(3), p. 1055-1060, doi:10.1152/jappl.2001.91.3.1055.

PAGEAUX B, « Perception of effort in exercise science: definition, measurement and perspectives », *Eur J Sport Sci*, 2016, 16(8), p. 885-894, doi:10.1080/17461391.2016.1188992.

SHEEHAN RB, HERRING MP et CAMPBELL MJ, « Associations between motivation and mental health in sport: a test of the hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation », *Frontiers in Psychology*, 2018, 9:707, doi:10.3389/fpsyg.2018.00707.

SMIRMAULBDEP, « Sense of effort and other unpleasant sensations during exercise: clarifying concepts and mechanisms », *Br J Sports Med*, 2012, 46(3), p. 308-311, doi:10.1136/bjism.2010.071407.

SMIRMAULBDEP, FONTES EB et NOAKES TD, « Afferent feedback from fatigued locomotor muscles is important, but not limiting, for endurance exercise performance », *J Appl Physiol (1985)*, 2010, 108(2), p. 458, doi:10.1152/jappphysiol.00976.2009.

TUCKER R, « The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance », *Br J Sports Med*, 2009, 43(6), p. 392-400, doi:10.1136/bjism.2008.050799.

WEINER B, « Attribution, emotion, and action », dans RM SORRENTINO et ET HIGGINS, *Handbook of motivation and cognition: Foundations of social behaviour*, Guilford Press, New York, 1986, p. 281-312.

WOODR et BANDURAA, « Impact of conceptions of ability on self-regulatory mechanisms and complex decision making », *Journal of Personality and Social Psychology*, 1989, 56(3), p. 407-415, doi:10.1037/0022-3514.56.3.407.

WRIGHT RA, « Refining the prediction of effort: Brehm's distinction between potential motivation and motivation intensity », *Social and Personality Psychology Compass*, 2008, 2(2), p. 682-701, doi:10.1111/j.1751-9004.2008.00093.x.

WRIGHT RA et FRANKLIN J, « Ability perception determinants of effort-related cardiovascular response: Mood, optimism, and performance resources », in RA WRIGHT, J GREENBERG, SS BREHM, *Motivational Analyses of social behavior: Building on Jack Brehm's contributions to psychology*, 2004, p. 187-204.

# Fendre l'air de la performance



Par Emmanuel Brunet  
Responsable Recherche et Performance à la  
Fédération française de cyclisme (FFC)

**L'**aérodynamisme relève un enjeu majeur dans le cyclisme au plus haut niveau. Consciente de cette donnée, la Fédération française de cyclisme a étudié les impacts de chaque élément du corps selon leur placement afin d'optimiser au mieux la position des coureurs tricolores.



“ ... certains records cyclistes sont davantage battus en altitude qu’au niveau de la mer. ”

L’image tient de l’anachronisme. Alors qu’il vient d’en finir avec l’ascension du col de Peyresourde, Christopher Froome se jette dans la descente vers Bagnères-de-Luchon et surprend ses adversaires. Plus que l’audace, qui lui a permis de remporter cette 8<sup>e</sup> étape de la Grande Boucle 2016, c’est la technique en descente du Britannique qui étonne. Dans un souci d’aérodynamisme, il s’est assis à l’avant de son cadre, le buste penché sur le guidon, tout en continuant à mouliner avec ses jambes. Peu conventionnelle mais visiblement efficace. Le grand théâtre de juillet en a l’habitude et nous fournit régulièrement de nouveaux cas insolites dont le champ de la dynamique des fluides pourra expliquer et mettre en avant l’ingéniosité (ex : utilisation du guidon de triathlon par LeMond en 1989). Après la stratégie de Froome en descente, quelle sera la prochaine nouveauté ? Avant de pouvoir maîtriser ces techniques de rupture, il est souhaitable de bien expliquer les bases de certains principes physiques pour ensuite comprendre certaines finesses de l’aérodynamisme.

## Aérodynamisme, une histoire de résistances ■

Pour se déplacer, le cycliste produit de la force, non proportionnelle à la vitesse de déplacement (di Prampero *et al.* 1979). Appliquée sur les pédales, elle lui permet d’avancer malgré différentes résistances. On en distingue 5 (Martin *et al.* 1998) :

1. La résistance aérodynamique ( $R_a$ ) due au déplacement du coureur dans l’air ainsi qu’à la rotation des roues ;
2. La résistance au roulement due au contact des pneumatiques sur le sol ;
3. La résistance de friction de l’ensemble des pièces mécaniques en mouvement (roulements) ;
4. La résistance de gravité nécessaire pour vaincre la gravité lorsque le cycliste grimpe ou descend ;
5. La résistance due aux accélérations ou décélérations.

Sur terrain plat, la résistance la plus importante contre laquelle le cycliste doit lutter pour avancer est la résistance aérodynamique (Candau *et al.* 1999). À plus de 40 km/h, 80 à 90 % de la puissance totale est utilisée pour vaincre cette contrainte (Kyle, 1979). Compte tenu des vitesses de déplacement des cyclistes au haut-niveau, l’étude et la réduction de cette résistance s’avèrent ainsi être un enjeu ►



©Icon sport

crucial de la performance. Lorsque nous la décomposons, nous pouvons estimer qu'environ 2/3 de cette résistance est imputable au cycliste et 1/3 au vélo (Oggiano *et al.* 2008 ; Blocken *et al.* 2013). La résistance aérodynamique dépend de plusieurs facteurs qui sont repris dans l'équation suivante (Grappe *et al.* 1997) :

$$R_a = \frac{1}{2} \rho S C_x V^2$$

$\rho$  correspond à la masse volumique de l'air. Elle dépend de la pression barométrique, de la température et de l'hygrométrie<sup>1</sup>. Lorsque la pression et l'hygrométrie augmentent,  $\rho$  augmente. De même quand la température d'immersion,  $\rho$  augmente. Par conséquent, la résistance aérodynamique augmente. En altitude, la pression diminue. Cela explique pourquoi certains records cyclistes sont davantage battus en altitude qu'au niveau de la mer.

$SC_x$  correspond au produit entre la surface frontale (S) et le coefficient de traînée ( $C_x$ ).  $SC_x$  désigne la traînée

aérodynamique et constitue l'objet des convoitises de toutes les études relatives à l'aérodynamisme. S se mesure en mètres et  $C_x$  est un coefficient sans unité.

V correspond à la vitesse d'écoulement du fluide, soit la vitesse de déplacement en absence de vent. Lorsqu'il y a du vent, on admet que V est égal à la vitesse de déplacement moins la composante s'opposant au sens opposé du déplacement provoqué par la force éolienne.

D'après le modèle de Martin *et al.* (1998), si nous considérons des vitesses constantes, nous pouvons estimer quel impact la variation de traînée aérodynamique ( $SC_x$ ) peut avoir sur les performances des cyclistes de haut niveau. Nous pouvons distinguer 4 cas où les épreuves chronométrées, sur piste, se déroulent dans des conditions standardisées :

- **Les sprint hommes** (vitesse par équipes ou le 200 m lancé – épreuve qualificative du tournoi de vitesse). Aux Jeux olympiques de Rio 2016, le Britannique Jason Kenny a battu le record du 200 m lancé en

<sup>1</sup> Partie de la météorologie qui étudie la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air.

9,551 s, soit une vitesse moyenne de 75,38 km/h. Ici, une variation de  $SC_x^2$  de 2 % engendrerait une variation de 0,06 s sur la performance en 200 m ou 0,15 s en vitesse par équipes (si l'on considère uniquement les 2 derniers relayeurs). Ces écarts correspondent en moyenne à 2 places sur 200 m aux Jeux olympiques et l'écart entre 1<sup>er</sup>-2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup>-4<sup>e</sup> lors des finales de vitesse par équipe.

- **Le sprint femmes** avec les mêmes épreuves. À Rio, le meilleur temps était de 10,721 s (les filles ne sont pas moins aérodynamiques, mais produisent des puissances plus faibles). La même variation de  $SC_x$  engendrerait une variation de 0,08 s sur 200 m et 0,010 s en vitesse par équipe (en ne considérant que la dernière relayeuse).

- **La poursuite hommes** (individuelle ou par équipes). La position en poursuite étant légèrement différente, la traînée aérodynamique est un peu plus faible. Lors des phases qualificatives de la poursuite olympique aux JO de Rio 2016, le temps moyen au tour (250 m) de la meilleure équipe correspondait à 14,082 s, soit une vitesse moyenne de 63,91 km/h. Une variation de  $SC_x$  de 2,5 % engendrerait une variation de la performance de l'ordre de 0,11 s au tour, soit 1,64 s sur l'ensemble d'une poursuite (en occultant le 1<sup>er</sup> tour dans le modèle). Comme pour la vitesse par équipes, lors des finales, cet écart permet de changer la couleur d'une médaille.

- **La poursuite femmes** avec les mêmes épreuves. Lors des qualifications à Rio en 2016, le temps moyen au tour de la meilleure équipe était de l'ordre de 15,416 s, soit 58,38 km/h en moyenne. Une variation de  $SC_x$  de 2,5 % engendrerait une variation d'environ 0,13 s au tour, soit 1,89 s sur l'ensemble d'une poursuite.

Différentes méthodes existent pour étudier la résistance aérodynamique (Bouillod *et al.* 2016b). À commencer par la soufflerie. Prisée du monde cycliste (piste et route confondues), elle fut à l'origine investie par l'aviation afin d'étudier la possibilité de voler et ensuite par l'automobile. Ces deux mondes ont ainsi permis au cyclisme de s'appuyer sur de nombreux travaux (Grappe, 2009). Encore aujourd'hui, la soufflerie est présentée comme la méthode la plus précise (Gilbertini *et al.* 2010). Elle n'est toutefois pas la seule à interroger la résistance aérodynamique. On citera ainsi la simulation numérique (Bouillod *et al.* 2016b), la technique de décélération (Candau *et al.* 1999), le test de résistance à la traction (di Prampero *et al.* 1979) ou encore la mesure incrémentale sur le terrain (Grappe *et al.* 1997, Garcia Lopez *et al.* 2013, Bouillod *et al.* 2016b) s'inspirant du modèle d'une épreuve d'effort pour mesurer la puissance maximale aérobie et la consommation maximale d'oxygène. ►

2- Les variations de  $SC_x$  proposées ici correspondent à une valeur absolue de 0,005 m<sup>2</sup>

## Deux positions en question ■

Depuis 2015, nous avons mené un projet ambitieux d'étude de la traînée aérodynamique ( $SC_x$ ) en soufflerie et sur le terrain avec plus de 80 cyclistes de haut-niveau, soutenu par l'INSEP, dans l'objectif de performer aux Jeux olympiques. De nos observations, nous avons fait émerger deux positions typiques :

### 1 La position « chrono »



©P. Pichon pour FFC

Grâce à l'utilisation de prolongateurs sur lesquels ils placent leurs mains et leurs coudes, les coureurs des différentes disciplines chronométrées (contre-la-montre sur route, poursuite sur piste, kilomètre...), adoptent une position profilée avec le dos abaissé. Celle-ci permet généralement d'enregistrer la traînée aérodynamique la plus basse (Defraeye *et al.* 2010) ;

### 2 La position « sprint »



©P. Pichon pour FFC

Surtout utilisée par les spécialistes de la vitesse sur piste, avec un guidon appelé « traditionnel », elle est différente de ce que l'on retrouve généralement dans la littérature (Defraeye *et al.* 2010) car elle implique déjà des stratégies aérodynamiques. Defraeye *et al.* (2010) évoquent les positions « upright » ou « dropped ». Dans la position « sprint », le buste y est plus incliné et les bras fléchis.

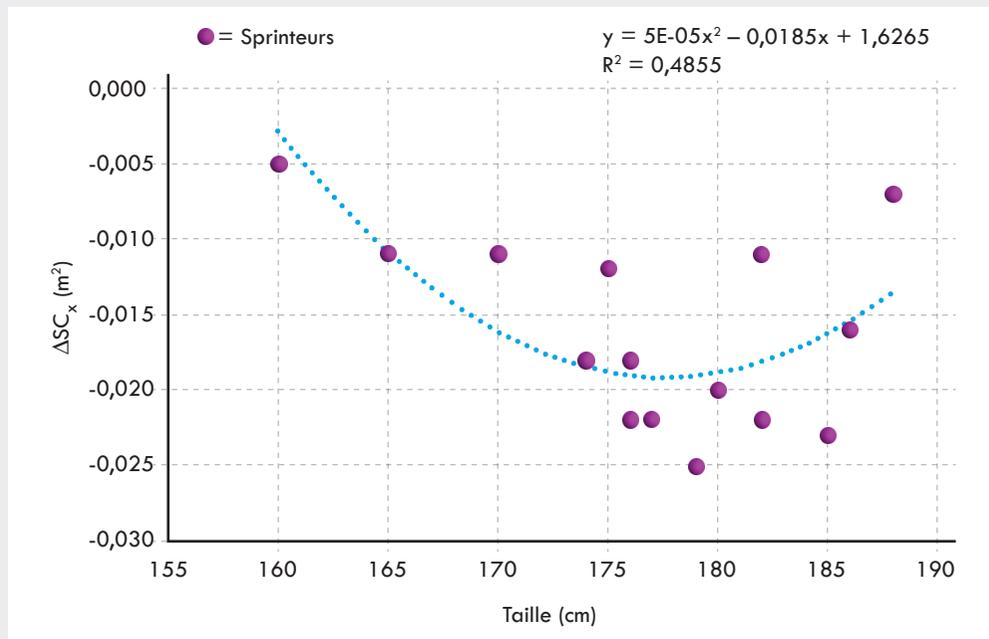


Figure 1 – Relation entre la taille du cycliste pour 15 sprinteurs et les perspectives de diminution de la traînée aérodynamique après étude de la position en soufflerie.

“... il pourrait s'avérer intéressant d'utiliser des positions légèrement redressées si celles-ci n'affectent pas la traînée aérodynamique.”

À l'issue d'une séance en soufflerie, les perspectives pour optimiser la position sur le plan aérodynamique sont apparues plus importantes pour les sprinteurs que pour les poursuivants. En effet, les propositions d'optimisation de la position d'un sprinteur s'appuient sur une diminution de la traînée aérodynamique de 0,016 m<sup>2</sup>, soit -7%. Les perspectives les plus faibles sont de 0,005 m<sup>2</sup> et les plus importantes de 0,025 m<sup>2</sup> pour cette population. Pour les « chronos », la moyenne atteint 0,009 m<sup>2</sup>, soit -4,5%. Les perspectives les plus faibles sont nulles et les plus importantes de 0,030 m<sup>2</sup>. Il ▶

Il y a plus de variabilité dans la position chrono. Comment s'expliquent ces tendances ?

Tout d'abord, la position « sprint » initiale, c'est-à-dire celle que l'athlète utilise pour sprinter. Dans cette position, nous remarquons que la traînée aérodynamique est fortement corrélée au poids de l'athlète ( $r^2 = 0,775$ ) puis à l'aire frontale projetée, d'après la méthode de Faria *et al.* (2005). En d'autres termes, plus l'athlète est lourd, plus sa position risque de « traîner » (on évoque ce terme pour dire que son  $SC_x$  augmente). Les perspectives d'optimisation de la position ne dépendent cependant pas de ce facteur. Au cours de nos études, nous avons pu établir une relation hyperbolique entre la perspective de diminution de la traînée aérodynamique et la taille pour cette position spécifique « sprint ». Ainsi, plus on serait grand, plus on trouverait des solutions pour diminuer la résistance aérodynamique due à sa position. En théorie ; car si les coureurs mesurant 175 à 180 cm semblent être les plus avantageux, au-delà de 180 cm, les bénéfices diminuent.

Concernant la position « chrono », les relations apparaissent moins évidentes. Comme pour les sprinteurs, nous remarquons que la traînée aérodynamique de la position initiale est corrélée au poids de l'athlète et à l'aire frontale projetée. Toutefois, nous ne trouvons pas d'explication dans les

critères morphologiques pour avoir des perspectives d'optimisation. En effet, si une optimisation semble possible pour des sportifs en cours de développement et n'ayant pas encore travaillé leur installation sur leur vélo, pour les athlètes élites expérimentés, la marge est plus réduite car le travail sur la position dite « aéro » est ancré et évolue avec le matériel.

## De la tête aux mains, de multiples variables à ajuster

La façon de se tenir sur le vélo impacte grandement l'aérodynamisme du coureur. Dans la position « chrono », nous avons observé que l'inclinaison du buste était un facteur important mais très délicat. La règle selon laquelle plus il est bas, plus la traînée aérodynamique est réduite (Cappelli *et al.* 1993) ne s'est pas toujours vérifiée. En effet, si globalement, abaisser le buste permet une réduction de la traînée de 3 %, le relever ne modifie généralement pas la traînée aérodynamique d'après nos études. Dorel *et al.* (2009) ont mis en évidence qu'une position trop inclinée pouvait même affecter le pédalage, notamment dans la phase de remontée de la pédale. De ce fait, il pourrait s'avérer intéressant d'utiliser des positions légèrement redressées si celles-ci n'affectent pas la traînée aérodynamique. Cette tendance est d'autant

plus importante qu'elle peut influencer la souplesse globale du cycliste sur sa machine.

Par ailleurs, nous avons pu remarquer que les stratégies de position de la tête, avec un casque dit «aéro», pouvaient augmenter la traînée aérodynamique de 5% lorsque la tête est relevée et donc placée sans aucune attention (si ce n'est celle de regarder au loin!). À l'inverse, la stratégie «tortue», qui consiste à rapprocher les oreilles des épaules, permet de réduire la traînée aérodynamique de 3%. Cette variable a autant d'impact qu'abaisserson buste. Or, il convient de comprendre que la position qu'adopte le cycliste est une résultante de l'ensemble des facteurs. S'il s'abaisse trop, il éprouvera des difficultés à cumuler d'autres stratégies. En conclusion, il serait préférable de se redresser un peu et d'adopter une stratégie performante au niveau de la tête.

La position des bras, elle, peine à faire consensus chez les scientifiques. D'une manière générale, écarter davantage les bras par rapport à la position initiale augmente de 2% la traînée aérodynamique. Les resserrer la diminue de 1,5%. On pourrait ainsi formuler la consigne de resserrer les bras, en réglant les accoudoirs et prolongateurs le plus près du centre. Cependant, cela n'a d'intérêt que si la stratégie de tête n'est pas affectée négativement. On remarque souvent que l'écartement des bras est une



condition pour adopter une bonne stratégie de tête. La règle la plus commune pour qui veut se «poser» correctement serait de dire que les bras doivent être placés au maximum dans l'axe des genoux (jamais à l'extérieur). Il convient également de prendre le temps de vérifier en situation réelle la stabilité que cette position permet. Lors d'une étude, nous avons pu récolter des données contradictoires entre la soufflerie et le terrain (Bouillod *et al.* 2015). Par ailleurs, nous avons pu contrôler plusieurs fois l'effet de l'orientation des avant-bras et le placement des mains sur les prolongateurs. Le fait de relever légèrement les bras permet de diminuer la traînée d'environ 1,5%. Redresser davantage tend à l'augmenter comme le fait de placer les avant-bras vers le bas (+0,5%). Cette tendance va dans le sens des conclusions de Fintelman *et al.* (2015) qui mentionnaient la réduction de la distance tête/mains comme facteur ►



© team sport

sensible de réduction de la traînée aérodynamique.

Les positions des mains sur les prolongateurs peuvent également avoir des impacts sensibles. Globalement, il convient d'aller chercher le plus loin possible les prolongateurs pour un gain estimé à 3 %. À l'inverse, raccourcir sa position a des effets négatifs (+ 0,5 %). Le placement des mains sur les prolongateurs n'est pas neutre. Si une prise en main totalement verticale a un effet positif, nous avons surtout pu remarquer qu'une position légèrement différente avec un rapprochement des mains, et des prolongateurs se courbant vers l'intérieur à l'horizontale, diminuait la traînée aérodynamique de 2 % par rapport à une prise en mains traditionnelle. Ces tendances sont toutefois très singulières et nécessitent une approche individualisée. Elles remettent néanmoins en question l'utilisation de matériels génériques fournis par les équipementiers sans

réglage possible pour une approche du haut-niveau. Le réglage de la position a plus d'incidence sur la traînée aérodynamique que la qualité du matériel. L'enjeu des équipementiers pour la performance est donc de proposer des guidons « chrono » permettant de bien adapter sa position en fonction de ces diverses observations : écartement des bras, orientation des avant-bras, position des mains.

“ ... écarter davantage les bras par rapport à la position initiale augmente de 2 % la traînée aérodynamique. ”

### Le cas particulier du « sprint »

Ces tendances observées en chrono peuvent inspirer les positions de sprint qui sont peu relatées dans la littérature. En effet, si beaucoup ont étudié la position « chrono », la comparant parfois à des positions relevées (Grappe *et al.* 1997 ; Martin *et al.* 1998 ; Candau *et al.* 1999 ; Garcia-López *et al.* 2013 ; Defraeye *et al.* 2010...), la position de ▶

sprint est, elle, très spécifique et peut être « aéro », en appliquant certaines règles. À la lumière du travail effectué avec des sprinteurs de niveau international, nous avons constaté que l'inclinaison du buste était un facteur très sensible à la résistance aérodynamique. Par rapport à la position librement choisie par le cycliste, nous avons constaté qu'un léger redressement augmentait la traînée de 2,7% et qu'un léger abaissement la diminuait de 1,9%. Si ce facteur n'était pas contrôlé, la traînée pouvait augmenter jusqu'à 10%. L'écartement des coudes avait également un impact certain. Un léger écartement et la traînée aérodynamique augmentait de 3,1%. Cela montait à 8% si on les écartait plus franchement (soit presque autant que relever son buste !) tandis que les resserrer légèrement la diminuait de 3,1%. Il ne suffit donc pas de se baisser pour être aéro en sprint !

Grappe *et al.* (1997) avaient montré l'impact de la position employée par Graeme Obree lors du record de l'heure (battu en 1993 et 1994) et notamment les conséquences de l'orientation des bras dans la réduction de la traînée aérodynamique. Dans cette optique, nous avons prolongé ce travail en nous concentrant sur les effets de l'allongement de la position en sprint, à travers l'analyse de coureurs d'omnium, épreuve combinant sprints et poursuite, mais aussi quelques spécialistes du kilomètre

avec une position « chrono ». Chaque sprinteur s'est livré à une étude permettant de faire varier l'allongement de sa potence et de mesurer la traînée aérodynamique en conséquence. Ces études ont été réalisées soit en figeant l'inclinaison du buste, soit en laissant totalement libre la position du cycliste. Dans les deux cas, nous avons pu en conclure qu'allonger la position tendait à diminuer la traînée aérodynamique. De manière globale, 1 cm plus long équivaut à réduire la traînée de 0,5%. Cette tendance a eu un effet collatéral positif concernant la position de la tête. Comme pour la position chrono, en sprint, relever la tête est pénalisant et augmente généralement la traînée de 2%. Or avec une position allongée, la stratégie « tortue » s'en trouve facilitée et permet une diminution de la traînée de 3,7%. ▶

“ Dans les années qui ont suivi, nous avons vu évoluer de nombreux matériels (vélos, guidons, roues, combinaisons, casques...). ”



c'est-à-dire avec peu ou pas d'aération et avec une pointe vers l'arrière, pour une réduction de la traînée (-3,7%). Avec nos observations, nous avons pu distinguer trois formes globales de casques (Cf. Figure 2) :

Pour ces 3 catégories, nous avons comparé 4 positions de tête pour les 2 groupes (chrono et sprint) :

1. **Position relevée**. La tête est placée au-dessus de la ligne prolongeant

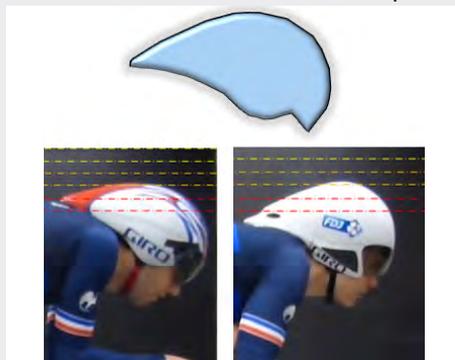
l'inclinaison du buste. Le regard est orienté loin vers l'avant ;

2. **Position baissée**. Le cou est fléchi et le regard orienté vers l'axe de la roue avant ;

3. **Position de référence**. La tête est placée dans l'axe de la ligne prolongeant l'inclinaison du buste et le regard légèrement vers l'avant ;

4. **Position « tortue »**. À partir de la position précédente, le cycliste cherche ▶

## 1 Casques aérodynamiques avec pointe

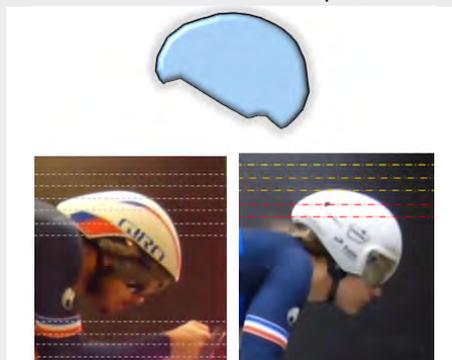


**Sprint**  $SC_x = 0,216 \text{ m}^2 \pm 0,021$   
**N = 12**  $\searrow 0,006 \text{ m}^2 \pm 0,004 (-2,5 \%)$

**Chrono**  $SC_x = 0,189 \text{ m}^2 \pm 0,014$   
**N = 10**

Le casque aérodynamique, comportant peu d'aérations et une longue pointe vers l'arrière. Ce casque couvre généralement les oreilles, en étant le plus fin possible. Les modèles récents comportent une visière.

## 2 Casques aérodynamiques à pointe courte



**Sprint**  $SC_x = 0,215 \text{ m}^2 \pm 0,021$   
**N = 12**  $\searrow 0,008 \text{ m}^2 \pm 0,005 (-3,7 \%)$

**Chrono**  $SC_x = 0,186 \text{ m}^2 \pm 0,014$   
**N = 10**  $\searrow 0,002 \text{ m}^2 \pm 0,001 (-1,3 \%)$

Le casque aérodynamique à pointe courte, comportant également peu d'aérations, avec une pointe très courte, couvrant les oreilles et une visière intégrée.

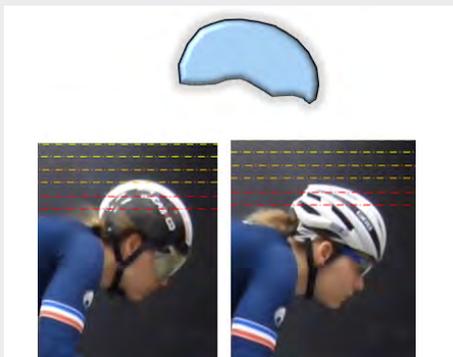
Figure 2 – Comparaison des différentes catégories de casque et variation de la traînée aérodynamique globale pour 4 stratégies de position de la tête.

à rapprocher ses épaules et ses oreilles, en « rentrant la tête ».

Nous avons donc comparé les valeurs pour l'ensemble et avons pu mettre en évidence l'avantage significatif des deux types de casques « aéros ». Celui à pointe courte est souvent plus intéressant dans la position baissée alors que son pendant avec pointe est souvent plus performant dans les positions de référence ou de « tortue ».

3

Casques traditionnels



Sprint

N = 12

 $SC_x = 0,225 \text{ m}^2 \pm 0,028$ 

Le casque traditionnel, comportant de très nombreuses aérations, ne recouvrant pas les oreilles. Certains modèles peuvent avoir une visière. On retrouve également dans cette catégorie de casques, des modèles ronds, sans aération, avec visière et recouvrant les oreilles, mais sans pointe arrière.

“ Si la position reste stable, utiliser des casques avec une pointe aérodynamique semble judicieux. ”

Bouillod *et al.* (2016a) ont mis en évidence que lors d'une épreuve chronométrée, la traînée aérodynamique augmentait de 2 % et que cela pouvait, entre autre, s'expliquer par des mouvements plus prononcés de la tête. Si la position reste stable, utiliser des casques avec une pointe aérodynamique semble judicieux. À l'inverse, si le cycliste a tendance à beaucoup bouger sa tête, il est certainement préférable de privilégier l'utilisation de pointes courtes. Globalement, le choix du bon casque dans la position chrono permet de diminuer la traînée aérodynamique de 1,3 %. Ce choix est très individuel et nécessite d'être testé en soufflerie ou sur vélodrome afin d'adapter le bon casque à l'athlète et ses positions durant l'effort.

## Des combinaisons testées sur des cylindres

Kyle (1985) avait également évoqué l'utilisation de combinaisons pour influencer sur la traînée aérodynamique. En 2009, Brownlie *et al.* ont mis en ▶

évidence la qualité de la surface des combinaisons pour faire évoluer la traînée aérodynamique. Ils ont notamment mis en avant les zones de séparation du flux d'air au contact des bras et l'influence du textile sur ce facteur. De leur côté, Underwood et Jermy (2011) ont étudié la rugosité textile sur des cylindres (utilisés pour simuler bras et jambes, NDLR) pour réduire la traînée aérodynamique à des allures proches de 71 km/h (vitesse atteinte en compétition, NDLR) et analysé les effets variables. Selon eux, à vitesse élevée, une simple modification de la rugosité du textile de la combinaison peut sensiblement amoindrir la traînée du cycliste. Six ans plus tard, Crouch *et al.* (2017) parlent d'une réduction de 4 % de cette dernière à partir de tests sur 5 combinaisons, prenant en compte les aires de séparation du flux sur le cycliste en comparaison des combinaisons traditionnelles non optimisées.

Ces données scientifiques sont toutefois peu accessibles aux équipementiers. Aussi, nous avons entrepris une caractérisation des textiles à leur disposition. Les tissus ont été placés sur des cylindres et cela a permis de mettre en avant l'impact de chacun. Selon la

“ ... individualiser le matériel de sorte qu'il réponde aux réglages de chaque cycliste. ”

matière du tissu, la traînée aérodynamique peut être réduite jusqu'à 50 %, par rapport à un cylindre lisse. À l'issue de cette expérience, plusieurs patrons ont été réalisés par l'équipementier puis mis à l'épreuve sur des cyclistes de différents profils, en soufflerie et sur piste. D'autres, provenant d'autres équipementiers ont également été comparés. Malgré des combinaisons de taille identique et ajustées, nous avons pu remarquer des écarts de 6 % entre les extrêmes. D'une manière générale, vous pouvez faire varier de 2,9 % la résistance aérodynamique en changeant de combinaison.

## Une approche individualisée et humaine

Au-delà de l'habillement, nos travaux ont aussi porté sur l'outil principal du cycliste : son vélo. Nous avons rapidement pu mettre en évidence que les matériels utilisés (roues, cadres...) au haut-niveau étaient très proches d'un point de vue purement aérodynamique. Cependant, les réglages de certaines pièces obligent ▶



parfois à dégrader l'aérodynamisme. Comment réduire cela ? Une des solutions serait de pouvoir individualiser le matériel de sorte qu'il réponde aux réglages de chaque cycliste. Car là réside la clé. À matériel équivalent, c'est la position du sportif et sa morphologie qui importent. À ce titre, il a été étudié l'utilisation de guidons s'adaptant aux cyclistes. Souvent, les équipementiers n'ont pas la possibilité de concevoir leur matériel en considérant l'incidence du cycliste. L'intérêt des études en soufflerie avec les coureurs permet d'étudier l'ensemble humain + vélo comme un tout et d'observer des pistes d'optimisation. C'est ainsi que ces concepts de guidon ont été réalisés ici. Partant de la position optimale de chacun, les guidons imaginés devaient permettre de reproduire la même position sans créer de réglage augmentant la traînée (ex : relever une potence). Les techniques additives ont permis cette innovation, selon le processus suivant :

- La forme centrale du guidon devait reprendre des profils très aérodynamiques obligeant ainsi à imaginer des formes et courbes innovantes ;
- L'approche globale avec le cycliste devait permettre d'optimiser le flux au niveau des bras en sachant qu'un guidon cylindrique risque fortement de dégrader le flux d'air ;
- Les dessins proposés devaient s'inspirer de l'aéronautique avec des profils spécifiques ;
- L'impression 3D en frittage de poudre devait permettre de réaliser des prototypes puis des maquettages et essais en soufflerie permettaient d'optimiser les formes sur le plan aérodynamique ;
- L'utilisation d'un scanner 3D permettait ensuite de reproduire la forme optimale, de la redessiner puis de la produire dans une version définitive en aluminium, utilisable par les cyclistes.

#### Les athlètes olympiques ont bénéficié du projet dès 2016

Initié il y a quelques années, ce projet a déjà eu une application concrète sur le terrain et ses résultats ont pu bénéficier aux représentants tricolores dès les Jeux olympiques de Rio en 2016. Ainsi, chaque sportif envoyé au Brésil avait pu, avant d'être sélectionné, bénéficier d'une à plusieurs études en soufflerie (et parfois également sur vélodrome) de sa position. Chacun a également pu disposer de matériel ou d'équipements validés sur le plan aérodynamique à l'aide des travaux menés (combinaison, casque, guidon...).

Grâce à l'utilisation de ces nouveaux concepts en plus des autres réglages préalables, en moyenne, les sprinteurs pouvaient diminuer leur ►

traînée de 2,3%, et de 2,1% en version chrono. Des études ultérieures internes ont pu montrer que la forme des barres avait un impact très sensible, confirmant l'intérêt d'utiliser les techniques additives afin de pouvoir réaliser des formes inspirées de l'aéronautique.

“... les études ont ce défaut d'être parfois déconnectées et ne s'attardent que sur un détail...”

## Conclusion

Finalement, ce projet a permis de redéfinir l'ordre dans lequel il convenait d'aborder la réduction de la traînée aérodynamique, à savoir la position, les équipements puis les détails matériels, tout en respectant les règlements de l'Union cycliste internationale (UCI). Différentes perspectives pour les années à venir s'ouvrent pour le cyclisme français :

- Poursuivre l'investigation sur les positions, le facteur le plus sensible ;

- Échanges réguliers avec les équipementiers pour que les tenues et matériels du cycliste permettent d'optimiser la position globale ;
- Améliorer de manière plus précise la qualité des tenues des cyclistes en identifiant très précisément les endroits stratégiques de décollement du flux d'air pour chaque athlète médaillable ;
- Former des entraîneurs de cyclisme aux notions de base en termes d'aérodynamisme pour rendre la mesure plus accessible et s'acculturer à ce champ.

Si ces résultats apportent des clés, il convient de les relativiser quelque peu. En effet, les études ont ce défaut d'être parfois déconnectées et ne s'attardent que sur un détail sans prendre en compte la complexité du mouvement et les interactions entre le corps et la machine mais aussi les membres entre eux (Brownlie *et al.* 2009). Dans son étude réalisée en 2003, Broker s'est attaché à mettre en garde contre les comparaisons faites par les équipementiers et ces travaux scientifiques effectués sans cyclistes dont les conclusions différaient une fois appliquées sur le terrain. Si nos observations bien que réalisées avec le concours d'athlètes n'en demeurent pas moins imparfaites et ne peuvent être prises comme vérité absolue, elles peuvent servir de base de réflexions. ■

## Bibliographie

- BLOCKEN B, DEFRAEYET, KONINCKXE, CARMELIETJ et HESPEL P « CFD simulations of the aerodynamic drag of two drafting cyclists », *Computers & Fluids*, 2013, 71, p. 435-445, doi:10.1016/j.compfluid.2012.11.012.
- BOUILLODA, GARBELLOTO L, ACCOP, BRUNETE, SOTO-ROMERO G et GRAPPE F, « The head movements degrade the aerodynamic drag according to the time-trial duration », *J Sci Cycling*, 2016a, 5(2), p. 69-70.
- BOUILLODA, OGGIANO L, SOTO-ROMERO G, BRUNETE et GRAPPE F, « Preliminary study: a new method to assess the effective frontal area of cyclists », *4th International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support*, 2016b, p. 67-71, doi:10.5220/00061044670071.
- BOUILLODA et BRUNETE, « Etude aérodynamique en soufflerie et sur vélodrome d'un cycliste sur piste », Etude interne, Fédération française de cyclisme, 2015.
- BROKERJP, « Cycling power: road and mountain », *High-tech cycling: the science of riding faster*, Human Kinetics, Colorado, p. 147-174, 2003.
- BROWNLIEL, KYLE C, CARBOJ, DEMAREST N, HARBER E, MACDONALD R et NORDSTROM M, « Streamlining the time trial apparel of cyclists: The Nike Swift Spin project », *Sports Technol*, 2009, 2, p. 53-60, doi:10.1080/19346182.2009.9648499.
- CANDAUR, GRAPPE F, MÉNARD M, BARBIER B, MILLET GP, HOFFMAN MD, BELLIER et ROUILLONJD, « Simplified deceleration method for assessment of resistive forces in cycling », *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1999, 31(10), p. 1441-1447, doi:10.1097/00005768-199910000-00013.
- CHABROUX V, « Approche aérodynamique et biomécanique de l'amélioration des performances de cyclistes en course contre la montre », Thèse de doctorat de l'Université Aix-Marseille soutenue le 4 juin 2010, p. 1-127.
- CROUCH TL, BURTON D, LABRYZA et BLAIRKB, « Riding against the wind: a review of competition cycling aerodynamics », *Sports Engineering*, 2017, 20(2), p. 81-110.
- DEFRAEYET, BLOCKEN B, KONINCKXE, HESPEL P et CARMELIETJ, « Aerodynamic study of different cyclist positions: CFD analysis and full-scale wind-tunnel tests », *Journal of Biomechanics*, 2010, 43(7), p. 1262-1268, doi:10.1016/j.biomech.2010.01.025.
- DI PRAMPERO PE, CORTILLI G, MOGNONI P et SAIBENEF, « Equation of motion of a cyclist », *Journal of Applied Physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 1979, 47(1), p. 201-206, doi:10.1152/jappl.1979.47.1.201.
- DORELS, COUTURIER A et HUGF, « Influence of different racing positions on mechanical and electromyographic patterns during pedalling », *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Wiley, 2009, 19 (1), p. 44-54, doi:10.1111/j.1600-0838.2007.00765.x.
- FARIAEW, PARKER DL et FARIAIE, « The science of cycling: Factors affecting performance – Part 2 », *Sports Medicine*, 2005, 35(4), p. 313-337.
- FINTELMAN DM, STERLING M, HEMIDA H, LI FX, « The effect of time trial cycling position on physiological and aerodynamic variables », *J Sports Sci*, 2015, 33(16), p. 1730-1737, doi:10.1080/02640414.2015.1009936.
- GARCIA-LÓPEZ J, OGUETA-ALDAYA, LARRAZABAL J et RODRÍGUEZ-MARROYOJA, « The use of velodrome tests to evaluate aerodynamic drag in professional cyclists », *Int J Sports Med*, 2013; 35(5), p. 451-455, doi:10.1055/s-0033-1355352.
- GRAPPE F, *Cyclisme et optimisation de la performance: Sciences et méthodologie de l'entraînement (2e édition)*, De Boeck Supérieur, Paris, 2009.
- GRAPPE F, CANDAR, BUSSOT et ROUILLONJD, « Effect of cycling posture on ventilatory and metabolic variables », *Journal of Sports Medicine*, 1998, 19(8), p. 336-341, doi:10.1055/s-2007-971927.
- GRAPPE F, CANDAUR, BELLIA et ROUILLONJD « Aerodynamic drag in field cycling with special reference to the Obree's position », *Ergonomics*, 1997, 40(12), p. 1299-1311, doi:10.1080/001401397187388.
- KYLE CR, « Fast fashion: the aerodynamics of bicycle clothing », *Bicycling*, 1985, 26(5), p. 118-124.
- KYLE CR et BURKEER, « Improving the racing bicycle », *Mechanical engineering*, 1984, 9, p. 34-45.
- KYLE CR, « Reduction of Wind Resistance and Power Output of Racing Cyclists and Runners Travelling in Groups », *Ergonomics*, 1979, 22(4), p. 387-397, doi:10.1080/001401397908924623.
- MARTIN JC, MILLIKEN DL, COBBJE, MCFADDEN KL et COGGAN AR, « Validation of a mathematical model for road cycling power », *Journal of Applied Biomechanics*, 1998, 14, p. 276-291, doi:10.1123/jab.14.3.276.
- OGGIANO L, LEIRDALS, SAETRAN L et ETTEMA G, « Aerodynamic optimization and energy saving of cycling postures for international elite level cyclists », ISEA Conference, Biarritz, 2008, doi:10.1007/978-2-287-09411-8\_70.
- UNDERWOOD L et JERMYMC, « Fabric testing for cycling skinsuits », *Procedia Engineering*, 2011, 13, p. 350-356, doi:10.1016/j.proeng.2011.05.097.

# Frédéric Vergnoux :

*« On ne triche pas avec quelqu'un qui veut gagner les JO »*

Propos recueillis par  
Christopher Buet  
Rédacteur-éditeur à l'INSEP





**E**ntraîneur en chef de la natation espagnole, Frédéric Vergnoux a avant tout accompagné le parcours au plus haut niveau de Mireia Belmonte, jusqu'à son sacre olympique à Rio en 2016. Le Français revient sur cette aventure unique et exigeante.

Le parler est doux, posé mais ferme, le regard attentif. Face aux micros ou au bord de la piscine à donner des consignes et à couvrir du regard ses nageurs, Frédéric Vergnoux balade un charisme tranquille. Né à la natation dans le Sud de la France du côté de Privas, où Alain Margirier, son entraîneur, lui « *a enseigné la passion pour ce sport* », il comprend vite qu'il n'est « *pas bon comme nageur* » et décide de prendre du recul par rapport au bassin. Pas trop, simplement un pas de côté, pour se placer au bord un chrono à la main.

Son parcours est atypique. Après des études à Grenoble où il appréhende mieux la complexité de son sport et après avoir secondé Stéphane Bardoux à Paris, il décide de quitter le pays et de franchir l'Atlantique pour enrichir son bagage. Des États-Unis (il a passé deux ans entre la Floride et le Texas, NDLR), il reviendra avec une femme (Alena Popchanka, championne du monde du 200 m nage libre en 2003) et des idées. Des idées qu'il ira mettre à l'épreuve non pas en France mais chez le voisin britannique, de 2005 à 2008 jusqu'aux Jeux olympiques de Beijing. Revenu au Racing, il ne reste que deux ans et repart, franchit les Pyrénées et se pose en Espagne. Là, le Drômois trouve un cadre à sa mesure et un environnement favorable où il se sent bien. Mieux, il y trouve une championne à part, Mireia Belmonte, qu'il a décidé d'accompagner vers les sommets comme toute la natation ibérique. Personnage iconoclaste, au fait des avancées scientifiques, interlocuteur affable et ambiteux – « *je voulais devenir le meilleur dans mon travail d'entraîneur* » –, il a accepté de revenir avec nous sur ce qui fait sa méthode et ses succès, sa relation aux athlètes et les subtilités d'une préparation à l'or olympique.

## Travail au quotidien et philosophie

### Comment qualifieriez-vous votre méthode de travail au quotidien ?

Exigence et encore plus d'exigence. Mon expérience me prouve chaque saison qu'il y a toujours un petit plus que l'on doit chercher. Que ce soit dans l'eau, dans la salle de muscu, lors des repas, pendant le sommeil, on doit être proactif dans cette exigence et cette volonté d'amélioration. Et plus le niveau de pratique s'élève, plus les entraînements invisibles sont d'une importance déterminante.

### En quoi consiste votre travail au quotidien ? Quelle est la séance type, si elle existe, de Fred Vergnoux ?

En règle générale, nous avons deux séances de natation par jour, une séance de travail à sec avec des exercices orientés sur le cardio, des étirements. En fonction de l'époque, on fera aussi du pilates, du yoga, des séances en chambre hypoxique, etc. Je suis avec les nageurs sur toutes les séances, y compris le travail à sec que je ne délègue pas. J'essaie de ne jamais répéter la même séance. Certains thèmes reviennent, c'est logique, mais nous sommes en constante évolution. ►

“ J’essaie de ne jamais répéter la même séance. ”



### Quel rapport entretenez-vous avec vos nageurs ?

On est assez proche. Certains sont avec moi depuis 8 ans et je leur dis souvent : « *Je te connais plus que tu te connais toi-même* ». C’est assez significatif du temps que l’on partage ensemble et de l’intensité de nos relations. J’ai choisi l’honnêteté et je leur dis les choses comme je les pense. Je protège la préparation et ils savent que je vais tout mettre en place pour eux pour que l’on réussisse, mais chacun assume son rôle.

### Le cadre de ces rapports se limite-t-il à la piscine ou peut-il dépasser ?

On fait beaucoup de choses ensemble. Ça va d’aller au resto, ou une après-midi de ski, à participer à une course de montagne, etc. L’entraîneur (de natation) est une personne à plusieurs facettes. On doit parfois faire le travail de plusieurs personnes et je crois que ça nous différencie de

pas mal d’autres sports. Les nageurs attendent de nous que nous soyons présents au bord du bassin, mais aussi que nous soyons leur confident, le chauffeur, parfois on doit agir comme biomécanicien ou bien nutritionniste. Même si nous avons un staff autour de nous, l’entraîneur reste la personne unique qui est présente à 100 % avec les sportifs.

### Cela vous semble-t-il important d’avoir un lien privilégié avec l’athlète ? En quoi cela peut-il aider ?

C’est fondamental. Ça fonctionne avec certains, et pas avec d’autres. Ce n’est pas quelque chose qui s’invente et bien souvent ça vient d’un évènement important, et forcément dans le monde sportif, c’est lié directement aux résultats. L’entraîneur est une personne qui peut dire des choses très fortes aux sportifs, parfois peut-être même plus impactantes que les paroles de ses propres amis ou ▶

parents. La relation devient un privilège puisque les événements auxquels nous aspirons sont accessibles uniquement grâce à une confiance totale.



Dans le dernier numéro de *Réflexions Sport*, paru en juillet, Marc Dellenbach s'attarde longuement sur la relation qui unit l'entraîneur et l'athlète. Il dit notamment sur le thème de la confiance réciproque : « *C'est fondamental qu'il y ait de la confiance réciproque entre l'athlète et l'entraîneur parce que sinon, il n'y a pas d'honnêteté. S'il n'y a pas d'honnêteté, à un moment, on se ment et la compétition n'accepte pas le mensonge. C'est essentiel qu'on se mette d'accord sur le mode relationnel, qu'on se mette d'accord sur l'objectif et qu'on échange autour pour que ça avance.* »

Vous pouvez retrouver l'intégralité de l'entretien avec Marc Dellenbach, [ici](#).

## Existe-t-il, selon vous, une limite à ne pas franchir dans la relation entraîneur-entraîné ?

Le respect passe avant tout. Comme entraîneur, on va peut-être dire des choses qui nous dépassent parfois, mais on travaille avec des personnes.

## Quel est votre sentiment face à l'évolution de la relation entre l'entraîneur et ses sportifs ?

Question difficile. Les groupes d'entraînement voient de plus en plus de personnes impliquées, cela me préoccupe de voir que l'entraîneur ne contrôle pas tous les paramètres de la préparation. Évidemment que les spécialistes doivent nous aider dans notre ▶



quotidien, mais la personne qui doit gérer tout cela doit rester l'entraîneur. Le sportif a absolument besoin de ce référent.

### **Les réseaux sociaux et les nouvelles technologies ont-ils modifié les codes ? Comment vous y êtes-vous habitués ?**

Il faut être à la mode. Je pense que si l'on utilise bien ces ressources-là, c'est plutôt une bonne chose. Mes nageurs ont des comptes sur Instagram et Twitter par exemple. On communique ces jours-ci avec un groupe sur WhatsApp, quand nous sommes en compétition et c'est plutôt pratique. Mais ils savent que quand se terminera le championnat, je clôturerai ce groupe et reprendrai la forme classique de communication avec eux, c'est-à-dire le face-à-face.

### **Avez-vous une philosophie en tant qu'entraîneur ? Si oui, quels sont vos « préceptes » ?**

Je veux que les choses soient bien faites. Trop de sportifs pensent faire les choses bien, mais se trompent. Le sport « élite » et le haut niveau sont 2 choses bien différentes. Beaucoup font du haut niveau mais peu sont des sportifs d'élite. Le sportif d'élite c'est celui qui vit 24/24 h son projet sportif. Et la différence bien souvent s'explique par la discipline personnelle. Les nageurs qui sont avec moi savent

que c'est leur choix, mais que le plan de travail, c'est moi qui le gère, pas eux. Comme on dit en anglais « *optional to join, compulsory to attend* » (on ne vous oblige à rien, mais faut le faire).

### **En 2009, vous disiez qu'un de vos rêves en tant qu'entraîneur serait de prendre un groupe de nageurs entre 11 et 12 ans et de le mener jusqu'au plus haut niveau. Est-ce toujours quelque chose qui vous trotte dans la tête ?**

Oui, cela reste une des nombreuses choses que je souhaite faire.

## **Préparation olympique**

**Vous avez accompagné Mireia Belmonte aux Jeux olympiques et durant toute l'olympiade qui a précédé jusqu'à la mener à l'or à Rio. Cette aventure serait née** ▶

“ ... cela me préoccupe de voir que l'entraîneur ne contrôle pas tous les paramètres de la préparation. ”

“ *Que ce soit les JO ou un championnat d'Europe ou du monde, si le sportif y va pour gagner, l'engagement dans la préparation est la clef pour une possible réussite.* ”



## **au lendemain des deux médailles d'argent décrochées par l'Espagnole à Londres. Racontez-nous ce moment.**

Non, j'ai commencé à entraîner Mireia en septembre 2010 à mon arrivée en Espagne, quand j'ai pris la direction du Club Natacio Sabadell. Cela fait donc 8 saisons que nous travaillons ensemble.

## **Ce jour-là vous vous faites une promesse à chacun. Ce pacte tacite entre vous en dit long sur la relation de confiance qui vous lie. Qu'en pensez-vous ?**

En effet, au moment des JO de Londres, où Mireia vient de gagner 2 médailles d'argent (200 m papillon et 800 m, NDLR), nous sommes au réfectoire et elle me dit : « *Fred, dans 4 ans, je*

*veux gagner l'or olympique* ». Je n'ai pas eu le temps de réfléchir, elle me regardait droit dans les yeux. Ma réponse a donc été : « *Ok Mireia mais ça va être 20 fois plus dur* ». En effet, notre relation est une relation de confiance, et seule Mireia pouvait à ce moment-là se « permettre » de faire un pacte moral avec moi. Ces moments n'existent pratiquement plus dans le monde sportif. Qu'un sportif fasse quasiment un pacte du sang avec un entraîneur, et se projette sur le long terme pour tenter d'aller chercher la gloire olympique...

## **Que ressent-on quand une athlète de cette envergure vous invite à ce défi ?**

Beaucoup d'orgueil. Parce que les JO ne sont pas encore terminés et qu'elle se projette déjà sur son prochain défi. Que c'est sa façon de te remercier de ce qui vient de se passer ▶



©Icon sport

en donnant sa confiance pour la prochaine préparation. Et aussi parce que finalement, on a fait du bon boulot, mais que tous les deux, on veut plus.

### **Qu'avez-vous entrepris de changer dans votre travail au quotidien par rapport au cycle 2008-2012 ?**

Pas grand-chose en fait. Continuer sur notre lancée avec une préparation très complète et beaucoup de volume d'entraînement. Toujours passer le plus de temps possible en altitude, et continuer la préparation mentale qui sera la clef pour réussir à Rio.

### **En quoi une préparation olympique est-elle différente d'une préparation pour une autre compétition ?**

En rien en ce qui concerne la préparation ! Les choix des cycles de travail

se font de la même manière que pour toute autre compétition majeure. Le but est toujours identique : arriver le mieux préparé possible. La différence c'est que les JO, c'est le plus important pour un sportif, et donc forcément ce que cela signifie va devoir être géré de manière peut-être différente.

**Lors d'un reportage diffusé dans l'émission *Intérieur Sport* qui avait suivi sa préparation olympique avant Londres, Camille Muffat racontait notamment que le soir, elle rentrait tellement fatiguée qu'elle s'endormait en 5 minutes sur son canapé. C'est un symbole mais une préparation olympique demande un engagement absolu.**

Que ce soit les JO ou un championnat d'Europe ou du monde, si le sportif y va pour gagner, l'engagement dans la préparation est la clef pour une possible réussite. Si on s'engage à moitié, on aura la moitié de chance de réussir ! L'engagement de Camille a été total parce qu'elle n'y allait pas pour faire deuxième, de même que tout le groupe de Fabrice Pellerin (entraîneur du Olympic Nice Natation, NDLR), et on en connaît les résultats historiques<sup>1</sup>. ▶

1- Camille Muffat a récolté 3 médailles : l'or sur 400 m, l'argent sur le 200 m et le bronze avec le relais 4x200 m femmes. Yannick Agnel, lui, a remporté le titre olympique du 200 m et avec le relais 4x100 m hommes, plus l'argent avec le 4x200 m hommes. Clément Lefert a aussi été titré avec le relais 4x100 m hommes et argenté en compagnie du 4x200 m hommes quand Charlotte Bonnet a partagé le bronze du 4x200 m femmes.

**Elle disait aussi qu'elle faisait l'effort pour cette saison bien spécifique (2011-2012) mais qu'elle ne pourrait pas le refaire ou alors pas avant un certain laps de temps. Comprenez-vous ce qu'elle ressentait ?**

Absolument. Il n'est pas possible de maintenir un niveau d'engagement comme celui-là pendant trop longtemps. Si Camille dit qu'elle mettait 5 minutes à dormir et qu'elle n'arrivait même pas à sa chambre mais tombait sur le canapé, c'est parce qu'elle avait choisi de faire cela et rien d'autre. Mais le sportif doit fonctionner avec des phases d'une extrême intensité comme celle-là, puis d'autres de transition. À nous, les entraîneurs, d'être vigilants sur le plan de carrière. Il faut vraiment bien savoir à quel moment passer la dernière vitesse et foncer !

**Peut-on dire qu'une préparation olympique s'étale sur 4 ans plus qu'elle ne se planifie sur une saison comme on procède pour des championnats continentaux ou mondiaux ?**

Oui et non. Dans notre cas, nous avons fonctionné sur des cycles de 2 ans, mais en respectant le calendrier classique et donc en passant par les étapes internationales de chaque saison. Je pense qu'il est très important de connaître et respecter le calendrier. Les JO c'est bien, mais avant il faut

passer par les championnats d'Europe puis les championnats du monde. En natation, c'est dangereux de sauter les étapes du processus d'arrivée au plus haut niveau.

**Comment avez-vous procédé pour définir ce projet commun ? Avez-vous décidé seul du programme ou avez-vous choisi d'impliquer Mireia Belmonte afin qu'elle donne son avis et participe pour s'approprier le projet ?**

Les projets sportifs dépendent directement de l'objectif de chacun. En règle générale, si le projet d'un nageur est quelque chose qui semble motiver les deux parties, entraîneur et sportif, on marque ensemble le chemin pour y parvenir. Dans le cas de Mireia, on définit ensemble l'objectif de la saison à venir avant d'en terminer une. De cette façon après la coupure on sait exactement pourquoi on est de retour et le chemin à suivre.

**Le fait de viser concrètement l'or olympique a-t-il modifié votre approche de l'entraînement ?**

Sur l'approche générale je ne pense pas, mais effectivement, j'ai dû réviser mes gammes et organiser le travail avec quelques changements. On se devait d'atteindre un niveau précis d'entraînement, et cela nous a ►

permis de faire un bon « reset<sup>2</sup> », qui était nécessaire en amont de la préparation. En gros, j'ai essayé d'anticiper au maximum ce qu'il fallait mettre en place pour arriver en « contrôlant » le mieux possible la compétition.

“ Les JO c'est bien, mais avant il faut passer par les championnats d'Europe puis les championnats du monde. ”



©Icon sport

2- Reset se réfère en français à la notion de réinitialiser.

### **Implicitement, cela ne rajoute-t-il pas une forme d'exigence supplémentaire vis-à-vis de l'athlète mais aussi vis-à-vis de soi-même ?**

Bien entendu, quand un athlète te demande de l'accompagner pour gagner l'or olympique, ce n'est pas tous les jours que ça arrive, donc son propre niveau d'exigence doit être au plus haut. Bien souvent, j'ai dit que l'entraîneur doit être encore plus motivé et impliqué dans la préparation que l'athlète. Nous sommes les responsables directs de la préparation et donc totalement impliqués. Quand ça marche, mais également quand ça ne marche pas aussi bien !

### **Comment cela se matérialise-t-il au quotidien ? Est-on moins permissif, plus pointilleux ?**

Tout dépend de chaque entraîneur. Comme on dit chez nous, 10 entraîneurs c'est 10 façons d'entraîner. Moi, je n'ai pas forcément changé ma façon d'être, mais simplement trouver les points d'amélioration, et mis une exigence totale à ce que l'on soit tous dans le même état d'esprit.

### **En parallèle, l'athlète s'implique à fond. Vous demande-t-il aussi plus en retour ?**

Les athlètes vous veulent à 100%. On ne triche pas avec quelqu'un qui veut gagner les JO. Donc oui il faut être top sur le quotidien, et finalement être ►

en relation avec son objectif. On ne prépare pas les JO depuis son canapé ! C'est un choix que l'on doit faire et assumer. La préparation passe en numéro un dans votre vie. Si on a deux priorités, c'est qu'on n'en a aucune.

“ ... depuis 2 ans, j'ai mis en place un travail d'entraînement mental pendant les séances dans l'eau et en salle. ”

## **Concrètement, comment s'est articulé votre travail en piscine ?**

Nous avons décidé de nager tous les jours, avec l'addition d'une séance le dimanche. D'ailleurs depuis la prépa de Rio, nous nous entraînons presque tous les jours pendant la saison.

## **Avez-vous effectué des stages en altitude et si oui, pourquoi ?**

Depuis 8 ans, nous passons entre 15 et 18 semaines par saison en altitude. Le centre de Sierra Nevada en Espagne est notre seconde maison. L'altitude y est optimale, 2 320 m, et pour nous les Espagnols c'est assez facile d'y travailler. J'ai tout sur place, et l'environnement est propice à la préparation

des événements majeurs. On y mange bien, on y dort bien, on s'y entraîne bien. Entre nos actions en Sierra Nevada, nous allons aussi régulièrement à Font-Romeu. C'est très proche de notre centre d'entraînement, et nous y sommes toujours super bien reçus. L'altitude, c'est un des facteurs déterminants de notre forme de travail, sinon le facteur numéro 1 qui explique nos résultats. On sait depuis très longtemps quels sont les effets de l'entraînement en altitude, depuis nous travaillons sur les phases de récupération et préparation finale en altitude. Avec les Japonais, nous sommes ceux qui passons le plus de temps en altitude.

## **Un titre olympique se construit aussi en dehors de l'eau. Avez-vous sollicité une aide extérieure pour effectuer un suivi psychologique et un accompagnement mental ?**

On préfère appeler cela l'entraînement mental. On entraîne son corps mais aussi sa tête. Au plus haut niveau de pratique peu importe son degré de préparation physique et technique, c'est la « tronche » qui marque la différence. Nous avons des stratégies de préparation mentale collective où nous sommes tous ensemble pendant ses séances, les athlètes, le psy, l'entraîneur et les autres membres du staff. Puis du travail individuel en fonction de chaque athlète. Et enfin ►

depuis 2 ans, j'ai mis en place un travail d'entraînement mental pendant les séances dans l'eau et en salle. C'est un monde fascinant et nous continuons notre évolution de ces entraînements très spécifiques. En résumé, l'idée est de pouvoir simuler les stress mentaux que l'on trouve en compétition, lors de séances très intenses dans l'eau.

### Comment se compose votre équipe ?

Notre équipe est assez étoffée. Nous avons un préparateur mental, un kiné, un préparateur physique, un biomécanicien, un médecin, une nutritionniste, un spécialiste de nutrition moléculaire, un physiologue. Après j'ai aussi pas mal d'intervenants comme la « prof » de pilates, le coach de boxe, etc.

### Quels sont les liens qui vous unissent ?

Ce sont les mêmes personnes depuis 8 ans. On a commencé ensemble et c'est le même staff depuis. On est unis parce que ce sont des pros et les meilleurs que j'ai réunis autour de mon groupe de nageurs et de mon projet sportif.

### Que représente ce travail en équipe ? Est-il essentiel à votre fonctionnement ?

Non, il n'est pas essentiel, il est fondamental. S'il y avait un seul de ces professionnels en moins, on perdrait



un élément clef de la réussite. On n'oubliera jamais que Mireia a gagné les JO pour 3 centièmes de seconde<sup>3</sup> ! Tout compte.

### En vous lisant, on perçoit que vous êtes un entraîneur qui laisse beaucoup de place à l'humain, capable d'adapter sa séance et son plan selon l'état de forme physique et psychologique de son athlète.

On ne travaille pas avec des machines, même si parfois, nous les entraîneurs, on aimerait mieux ! Blague à part, les aspects humain et relationnel sont les plus motivants dans notre travail. D'ailleurs, je n'ai jamais considéré cela comme un travail. C'est ma passion et aussi d'une certaine façon ma responsabilité d'aider les athlètes. Puisque ce sport m'a tout donné, je me dois de leur donner tout ce que je peux. Quand un nageur n'est pas bien, quelle que soit la raison, on a des choix à faire : laisser souffler ►

3— L'Espagnole s'est imposée en 2'4''85, devant de seulement 3 centièmes l'Australienne Madeline Groves. La Japonaise Natsumi Hoshi complète le podium du 200m papillon de Rio en 2'5''20.

ou justement le forcer à faire la séance, si on assume les conséquences donc on va de l'avant. Plus on connaît l'athlète, plus le dialogue est facile, et dans une logique d'adaptation au quotidien.

## **Est-ce votre façon naturelle d'opérer ou l'avez-vous appris au fur et à mesure de votre carrière ?**

J'ai forcément évolué au fil des saisons, et j'ai appris à savoir faire la différence. Il faut être à l'écoute et pouvoir « lire » les athlètes, mais en même temps on se doit de leur faire accomplir la tâche.

## **Il n'est pas toujours évident de décoder le langage d'un sportif, qui par définition, est habitué à cacher ses problèmes, ses bobos, pour paraître « invincible ». Comment vous y prenez-vous ?**

C'est, je pense, une des choses que je fais le mieux. Je crois que cette lecture permet de pouvoir « sonder » son

athlète depuis l'extérieur et pouvoir adapter son attitude et son discours. J'essaie d'être dans la constance, cela me semble fondamental, mais on peut facilement anticiper la disposition de ses athlètes grâce à cette lecture. Le revers c'est que les athlètes savent aussi nous lire. C'est assez facile de les lire puisque l'on passe de nombreuses heures au quotidien avec eux, mais de la même façon, ils savent nous anticiper. Créer des surprises devient alors une tâche assez compliquée à mettre en place.

## **Une telle attitude peut aussi s'avérer dangereuse car en « cachant » un souci, l'athlète peut mettre en péril le travail accompli et la suite. Vous semble-t-il primordial de bien faire comprendre à l'athlète et au groupe que vous et votre équipe êtes là pour eux et qu'ils doivent vous faire remonter tous les problèmes ?**

Je crois que c'est vraiment individuel. Il faut que les athlètes aient bien conscience des choses, effectivement un petit souci peut devenir un problème grave s'il n'est pas discuté en amont. Je crois que dans mon groupe, on sait anticiper les possibles « crises » parce qu'on est tous impliqués dans le même projet. C'est très important pour moi que mes nageurs comprennent que la préparation, on en est tous responsables. ►



“ Si l’athlète n’a pas confiance en la préparation cela ne fonctionnera pas. ”

**Le confort peut être présenté comme l’ennemi de la performance. Vous avez raconté comment vous aviez mis Mireia Belmonte au pied du mur à un moment crucial de sa carrière. Est-ce primordial de savoir piquer ainsi un athlète ?**

C’est parfois la seule option. Et si cela signifie en arriver à une possible situation de rupture, on doit assumer. Avec Mireia, nous avons vécu de nombreux moments de crises. Le sport de haut niveau c’est très compliqué. Mais quand l’objectif reste le même alors on cherche des solutions pour aller de l’avant. Je pense que finalement tous les moments où nous avons douté sont les plus importants et les plus explicatifs des résultats obtenus.

**Cela ne peut se faire que si une relation forte et de confiance existe entre les deux parties ?**

En effet, comme je leur dis souvent, le très haut niveau ce n’est pas fait pour tout le monde. La grande différence entre le haut niveau et l’élite,

c’est la discipline personnelle. On peut très facilement dévier de sa trajectoire. Or l’objectif reste le même et si on a légèrement changé son cap, on va droit dans le mur. Pour éviter cela, il est nécessaire de savoir s’arrêter un instant, analyser la situation, et prendre les bonnes décisions. Si l’athlète n’a pas confiance en la préparation cela ne fonctionnera pas. Le meilleur gage de confiance en arrivant à une compétition c’est de savoir que sa préparation a été parfaite.

**Votre méthode s’appuie sur une sorte de contrat écrit que vous passez avec votre sportif. Celui-ci se compose de 8 engagements. Pouvez-vous nous en dire davantage ?**

Cela change chaque saison, et parfois même en fonction des cycles de travail. Nous avons, en effet, des engagements collectifs, c’est le groupe qui dessine ces objectifs et attitudes à tenir pendant la phase d’entraînement, et aussi des engagements personnels de chaque nageur avec moi l’entraîneur. Ce sont en gros nos règles de travail et nous faisons en sorte de ne pas en sortir.



Dans le *Réflexions Sport* n° 17, Anne Capron explicite son travail auprès des nageuses synchronisées. Afin de garantir une bonne cohésion et une vie de groupe épanouie, elle explique l’importance

“ Nous avons la science pour nous aider à améliorer la technique, la nutrition, la récupération, etc. ”

d'adopter un certain nombre de règles. « Le premier point de ma démarche a été de définir collectivement les règles de fonctionnement. Celles-ci sont au service du groupe et peuvent être changées à tout moment. Le groupe détermine ses propres règles. Il lui est alors plus facile de les respecter. L'entraîneur les rappelle au moment opportun (...) Poser les règles permet un fonctionnement collectif écologique, dans lequel tous les individus se sentent respectés dans leurs valeurs fondamentales. » Vous pouvez (re)lire, l'ensemble du cheminement mis en place par la formatrice de l'INSEP [ici](#). ▶

## **Vous êtes un perfectionniste. Est-ce indispensable pour réussir au plus haut niveau ?**

La perfection c'est quoi ? Je n'en sais rien, mais quand on voit que les athlètes gagnent ou perdent pour un centième de seconde, sur un 50 m ou un 10 km, il est forcément du devoir de l'entraîneur de chercher à faire les choses du mieux possible. Nous avons la science pour nous aider à améliorer la technique, la nutrition, la récupération, etc. Je pense qu'il est fondamental de contempler tous les paramètres associés à la performance. La volonté

de progresser dans les détails va marquer la différence. Parfois, ce n'est pas ce qu'on a fait qui explique une perf, mais comment on l'a réalisée.

## **Quatre ans pour préparer des Jeux olympiques, est-ce un temps très long ou finalement très court ?**

Tout dépend avec quel athlète tu t'engages, et dans quel moment de son plan de carrière il se situe. Cela dépend aussi de son niveau de performance et de ses objectifs à long terme dans cette olympiade. Mais oui, les saisons passent vite. En 4 ans parfois, c'est un peu court pour pouvoir tout mettre en place pour arriver au plus haut.

## **Empruntez-vous aux autres disciplines pour nourrir votre entraînement ?**

Oui, tant que cela reste sans de trop gros risques de blessure. J'essaie de faire beaucoup d'activités en dehors du bassin. On va skier, on fait des courses de montagnes, du vélo, de la boxe, etc. Il s'agit de sportifs avant d'être des nageurs. ▶

## Comment gère-t-on un champion qui vise l'or aux JO et un débutant ? Où résident les différences ?

Si le rêve est le même, il n'y a pas de grande différence. On peut facilement accompagner les deux, d'ailleurs dans nos groupes d'entraînement, il n'y a pas toujours que des champions. Certains plus novateurs intègrent le groupe et font leur place petit à petit.



## Est-ce plus intéressant ou motivant d'accompagner un sportif de haut niveau ?

Je ne pense pas que faire du haut niveau soit plus motivant. Si enseigner à nager à un enfant, ou apprendre à faire les 4 nages, ou gagner une médaille chez les juniors, est la priorité, c'est alors extrêmement motivant de voir les résultats. Bien entendu on en parle moins, voire jamais, mais si nous faisons du haut niveau c'est grâce au travail de formation qui a été réalisé en amont. Moi, je n'ai pas formé Mireia, mais des entraîneurs super motivés ont fait en sorte qu'elle sache bien nager techniquement et qu'elle ait goût à la victoire.

## Quelle est la chose la plus compliquée quand on entraîne au plus haut niveau ? Se réinventer ?

Le plus compliqué, c'est de conserver son énergie. Le haut niveau n'est pas sain. Les carrières des sportifs sont plus ou moins longues, mais nous, c'est notre métier, et les nageurs passent avec toujours le même niveau d'attente. Les saisons défilent et on se rend compte parfois trop tard que l'on n'a pas coupé pendant de très longues années. Il faut être vigilant car cette accumulation nous affecte tous à un moment donné. Pouvoir se réinventer permet de chercher de nouvelles motivations personnelles, et aussi éviter d'entrer dans une routine malsaine du quotidien. ▶



## Se réinvente-t-on vraiment ou ne s'agit-il pas d'adaptation et d'amélioration de son fonctionnement de « base » ?

Excellente question, je pense que chaque entraîneur a son caractère et donc une façon d'entraîner et une présence au bord du bassin, mais en fonction du profil des nageurs, je crois que l'important c'est la capacité de trouver ce qui fonctionne pour chacun. Si on doit nager plus ou moins de volume, quel type de travail doit-on mettre en place en musculation, etc.

## Comment savoir si on prend la bonne direction au moment de définir le plan de départ ? Le sait-on jamais ?

On le sait quand se termine la dernière course de la saison, ou quand se termine la « compétition objectif » de son plan de préparation. Le plus important à mes yeux, est de bien assumer son plan de travail, ne pas changer en permanence de trajectoire. Il faut aller au bout de ses idées, sinon c'est délicat de pouvoir évaluer son propre travail. ►



## Les Jeux olympiques sont une compétition particulière. En quoi sont-ils si différents ?

C'est la compétition où il est très difficile de contrôler tous les paramètres. Les JO de Rio c'est 40 minutes d'attente en sortant de l'entraînement parce que le bus ne vient pas, par 40 degrés, assis sur le bord de la route, puis à 15 degrés dans le bus parce que le chauffeur a décidé de mettre la clim à bloc. Les JO, c'est avoir ta chambre au 18<sup>e</sup> étage, et parfois mettre 15 minutes pour descendre parce que tu t'arrêtes à chaque étage ! Les JO, c'est là où tu

vas marcher le plus de ta vie, et beaucoup vont avoir les jambes « cuites » avant même que ne commence la compétition. Si tu n'es pas super préparé physiquement et mentalement, tu peux avoir de très mauvaises surprises. Et puis les JO, c'est aussi un très (trop) grand nombre de sportifs qui sont là pour passer du bon temps avant d'être performants. Bref, un environnement pas forcément propice et si « idyllique » qu'on le décrit. ■

“ Et puis les JO, c'est aussi un très (trop) grand nombre de sportifs qui sont là pour passer du bon temps avant d'être performants. Bref, un environnement pas forcément propice et si « idyllique » qu'on le décrit. ”

# Les outils de la stratégie d'entreprise, une opportunité pour le sport de haut niveau ?



Par Alexandre Guyon des Diguères

Diplômé d'une école de management (Essec, Master of Science in Management), il a travaillé une dizaine d'années dans l'univers du conseil et est arrivé à l'INSEP en février 2015.



Stéphane Fukazawa-Couckuyt

Docteur, spécialisé dans le sport de haut niveau, diplômé en gestion et développement des organisations sportives, manager sportif et entraîneur.

# Le cas de l'analyse PESTEL



**À** l'heure de se projeter vers Paris 2024 et l'organisation des Jeux olympiques, le sport français doit puiser dans toutes les ressources à sa disposition. Parmi celles-ci, les outils de gestion de projet et de management, issus du monde de l'entreprise, peuvent être mobilisés par les différents acteurs du sport. Dans cet article, l'analyse dite « PESTEL » interroge le macro-environnement de l'entraîneur, du manager ou encore du sportif.

1- Alors que le micro-environnement d'une organisation est constitué d'acteurs en adhérence directe avec son activité (concurrents, clients, partenaires...), son macro-environnement est lui composé de facteurs externes plus distants mais potentiellement tout aussi impactants (politique, législation...)

“ À son domicile, Parker a fait construire une salle d’entraînement pour parfaire sa technique...”

Devant son banc, Arsène Wenger observe avec attention ses ouailles. Toujours avec bienveillance et exigence. De Nagoya à Arsenal en passant par Monaco, l’Alsacien n’a cessé d’évoluer et de réinventer sa fonction pour devenir le manager que le monde entier estime aujourd’hui. Le cas Wenger est d’école et à ce point remarquable qu’il traduit l’évolution du sport au cours des dernières décennies ainsi que de la fonction même de l’entraîneur. Longtemps, ce dernier était vu comme un professeur, un technicien détenteur d’une vérité technique dont le rôle était d’accompagner les athlètes dans leur pratique. Sorte d’enseignant dont le domaine était le terrain et uniquement le terrain. L’image d’Épinal a vécu. Son portrait a changé et dépeint aujourd’hui beaucoup plus celui d’un véritable chef de projet (Fleurance, 2006).

En effet, s’il veut durer dans le temps<sup>2</sup> et être performant, il doit

2— Selon le rapport de Lemieux & Mignon (2006), seuls un tiers des entraîneurs de haut niveau restent en poste plus de 5 ans, reflétant de fait un turnover particulièrement élevé (à titre de comparaison, le turnover dans le milieu du conseil est de l’ordre de 15% par an).

désormais travailler sur un management aux multiples facettes : humaines (sportifs individuellement/collectivement, staffs, écosystème de la performance, savoirs/compétences, implication dans le métier), matérielles (entraînement, logistique des stages et des compétitions, charge médiatique) et de performances (avec les différents facteurs d’entraînement et de performance à gérer dans le cadre d’une vision systémique).

Ces éléments, valables pour les entraîneurs de pôles France, se retrouvent dans les clubs professionnels évoluant également dans le haut niveau. « *Avant son arrivée, Arsenal n’était qu’un club londonien parmi les autres. Depuis, il a changé de catégorie tant au niveau des infrastructures que des ressources financières* », illustre Gilles Grimandi, qui a évolué sous les ordres de Wenger au sein du club. Le football professionnel est un cas particulier mais ce qu’avance l’ancien joueur ne doit pas être ignoré. En arrivant à Arsenal, Arsène Wenger s’est « approprié » le club et a dépassé sa fonction première d’entraîneur. Il s’est intéressé au jeu, bien sûr, mais s’est aussi entouré de professionnels à même d’apporter leur expertise dans des domaines variés comme la nutrition, la préparation physique et mentale... L’Alsacien s’est mué en un manager connecté au terrain, à ses joueurs tout en développant une ►

vision globale avec des réflexions sur les structures du club concernant autant le groupe professionnel que les académies de jeunes.

## L'athlète, un acteur aussi concerné par la mutation

Si l'entraîneur moderne a vu ses fonctions s'élargir tout comme son champ opérationnel, il n'est pas le seul à avoir été impacté par l'évolution du monde du sport et la concurrence exacerbée<sup>3</sup>.

L'athlète a aussi vu sa place évoluer<sup>4</sup>, passant d'une logique d'atteinte de la performance axée principalement sur la pratique intensive de son sport dans le cadre d'une relation étroite et souvent verticale avec son entraîneur à celle plus large de la gestion d'un véritable projet basé sur une responsabilisation et une autonomie accrue. Si l'entraîneur et l'entraîné gardent une place centrale, le sportif doit aussi :

- **Être en mesure d'identifier les compétences** existantes nécessaires à l'optimisation de son projet et de sa performance (préparateur mental, diététicien, *data scientist*...);

3- La concurrence internationale a augmenté quantitativement de 30% en 20 ans, le nombre de pays participants passant de 123 en 1996 à 160 en 2016.

4- À tout le moins dans les discours.

- **Savoir gérer les nombreux autres acteurs** gravitant dans son périmètre (coach, agents, sponsors, médias, réseaux sociaux, attachés de presse, conseillers, avocats, ligue, club, fédération...);
- **Réaliser des choix de carrière**, d'études, prioriser, articuler vies « personnelle », « sportive » et « professionnelle », concilier sphère privée et sphère publique.

Passés par l'INSEP, les basketteurs Tony Parker et Evan Fournier ont bien compris ces dimensions. Sélectionnés lors de la draft 2001 par San Antonio, le meneur n'a pas tardé à structurer sa carrière pour faire vivre son rêve américain, né dans ses jeunes années au bois de Vincennes. À son domicile, Parker a notamment fait construire une salle d'entraînement pour parfaire sa technique et répéter ses gammes et s'est adjoint les services d'un chef à domicile pour optimiser sa nutrition. ▶



Un chemin suivi par son cadet. À Orlando, Fournier a aussi professionnalisé son approche. En plus des entraînements collectifs et du travail avec le club, l'ancien joueur de Poitiers s'est rajouté des séances à domicile. Dans la série documentaire qu'il produit sur son quotidien, il explique ainsi avoir recours à un entraîneur personnel afin de s'exercer en solitaire. Non parce que les exercices ne sont pas assez durs avec ses coéquipiers mais par soucis de confort afin d'avoir son propre rythme et un regard exclusif. Le joueur dispose également de ses propres outils pour la récupération et d'une salle où se faire masser par son kiné. Des détails d'importance que l'athlète prend davantage à son compte aujourd'hui.

Outre les entraîneurs et les sportifs, d'autres acteurs du monde du sport ont pu faire leur (r)évolution afin de rester dans la concurrence internationale allant croissante. Si le métier de manager sportif existe depuis longtemps, sa déclinaison autour de certaines fonctions comme celles de « directeurs de la performance »<sup>5</sup> et « d'ingénieurs du développement fédéral » cristallise ainsi certaines attentes.

5- Terme formalisé dans le rapport dit « rapport Onesta » (Onesta *et al.* 2018) et aussi utilisé dans les fédérations. À titre d'exemple Mehdi Baala (à la FFA) et Jacques Commères (à la FFBB) sont nommés directeurs de la performance en 2017.

Face à ces transformations qui induisent de nouveaux défis, la quête de la performance n'est donc pas une chose aisée :

- Comment aider le sportif à mieux se positionner dans son environnement (ses forces, ses faiblesses, la concurrence, les opportunités...) ?
- Comment répondre aux nouveaux besoins de l'entraîneur en termes d'outillage (analyse du contexte, appréciation de la concurrence, possibilités de développement...) ?
- De manière plus large, quels outils proposer aux managers d'organisations sportives pour travailler avec efficacité dans des temps contraints et à qualité constante ? Quels leviers activer entre ressources individuelles, collectives et organisation ?

L'outil PESTEL, utilisé dans le monde des entreprises et des organisations, est une piste intéressante pour apporter des premiers éléments de réponse à ces questions. Néanmoins, avant de l'aborder, il est nécessaire de s'interroger sur la place qu'il convient de lui accorder.



Politique	Économique	Sociologique
Technologique	Écologique	Légal

## L'objectif dicte tout, l'outil vient en appui

Avant de se lancer dans la quête d'une médaille olympique ou d'un nouveau marché, dans une nouvelle activité, il est primordial de bien définir son objectif et la stratégie pour l'atteindre, en fonction des ressources à disposition et des besoins. Comprendre cette notion d'objectif est essentiel car c'est d'elle dont découle la suite du projet et qui va permettre de déterminer les outils à mobiliser pour atteindre ce que l'on s'est fixé. Les outils, ici l'analyse PESTEL, ne viennent qu'après.

“... une « rationalité contingente » où ils recherchent non pas "la" solution optimale, mais plutôt celle qui est satisfaisante...”

En effet, l'entraînement en sport de haut niveau n'est pas un « long fleuve tranquille » (Krantz, 2008) où il suffirait de se positionner dans une logique applicationniste de ressources, recettes, procédures d'entraînement formalisées, outils issus



Cérémonie de clôture des JO d'hiver 2018.

©Icon sport

de l'expérience ou de la science. Comme le souligne Pérez (2009, p. 125) la prise de décision uniquement rationnelle n'est plus plausible pour les entraîneurs et les directeurs techniques nationaux (DTN). Ces professionnels sont dans une « rationalité contingente » où ils recherchent « non pas "la" solution optimale, mais plutôt celle qui est satisfaisante et qui convient à l'action contextuelle ». L'usage de ce type de rationalité, abandonnant l'utopie de la solution idéale ou idéalisée, est dû à différentes caractéristiques aujourd'hui indissociables de l'activité des entraîneurs, managers et sportifs : dilemmes, prise de décision dans l'urgence/l'incertitude, survenue d'imprévus à gérer. Par ailleurs, une carrière n'est pas rectiligne. Les athlètes grandissent, mûrissent, se blessent, gagnent des grandes compétitions et connaissent des désillusions, tout comme les cadres. À chaque étape, les besoins et les attentes ►

changent. Aussi, il est important de bien comprendre que les ressources et les stratégies mobilisées une fois ne sont pas absolues. Rien n'est figé. Bien au contraire, il s'agit de toujours interroger son approche, ses méthodes et de se remettre en question tant dans la victoire que dans la défaite.

Dans ce contexte complexe et mouvant, l'athlète, l'entraîneur et l'institution gagnent à mobiliser uniquement ce dont ils ont besoin par rapport à un problème donné. Tout outil – ici le PESTEL – est à relier à une vision pragmatique du sport de haut niveau. C'est à chacun d'expérimenter l'outil dans le cadre de son activité quotidienne afin de se l'approprier, si tant est que l'outil apporte une plus-value dans l'atteinte de l'objectif. L'outil est au service du praticien et doit lui être utile sous peine de ne pas être mobilisé.

“ ... tenir compte des croyances, des attentes et du parcours du sportif car il faut « que l'athlète soit persuadé de l'intérêt de ce qu'il fait ».”

## De possibles décalages d'analyse entre entraîneur et sportif ■

Entraîneur national d'haltérophilie et préparateur physique de renom, Yann Morisseau a un point de vue nourri et inédit sur la fixation d'objectifs. En effet, dans le cadre de son activité de préparateur physique, il réalise un audit large menant à la fixation d'objectifs d'entraînement pour répondre aux besoins du sportif. Après avoir fait une analyse de la discipline, il en effectue une autre holistique du pratiquant, de ses besoins et de ses ressources. Sur ce point, il insiste notamment sur l'importance de tenir compte des croyances, des attentes et du parcours du sportif car il faut « *que l'athlète soit persuadé de l'intérêt de ce qu'il fait* ».

Il constate parfois un décalage entre les besoins identifiés par le sportif et ceux identifiés par le professionnel qui complexifie la relation car le sportif peut être tenté de s'accrocher à des pratiques, pensant que cela contribue à le faire performer. Dans certains cas, le sportif a raison dans ce qu'il fait et maintient, avec des résultats à la clef. Mais même si les résultats sont là, la stagnation ou les blessures peuvent suivre de près, du fait de pratiques non appropriées, gênant la réitération de la performance dans le cadre d'une carrière. Il se peut aussi qu'il n'y ait ni les résultats envisagés, ni les résultats envisageables... ▶



©Icon sport

Faut-il alors que le cadre tienne un « langage de vérité à quelqu'un qui se projette sur des échéances majeures » ou vaut-il mieux ne pas contredire le sportif même si on est convaincu d'un manque d'efficacité au regard de l'expérience que l'on a du haut niveau ? Ce dilemme se pose d'autant plus que la tendance est à la sur-publication dans le champ de la forme, de l'entraînement, où le langage de vérité dérange face à « des méthodes miracles où c'est travailler moins (pour) gagner plus ». Le discours de vérité, étayé par des années d'expérience et d'expertise, n'est ainsi pas toujours entendu par le sportif du fait de l'omniprésence du discours social, bien que profane. Yann Morisseau soulève là un dilemme dans le cadre de l'accompagnement du sportif, car « l'athlète n'est peut-être pas forcément en état d'entendre une analyse ou des critiques sincères bousculant son socle référentiel. » Un

travail pourtant nécessaire à mener entre l'athlète et la cellule qui l'appuie, dans un souci d'efficacité et de justesse quant à la détermination des objectifs de chacun dans une démarche de performance. De nouveau, les outils mobilisés pour l'entraînement ne seront pertinents que s'ils répondent à l'analyse réalisée par le préparateur physique et partagée avec le staff et l'athlète.

## La vision panoramique du PESTEL

Si définir les bons objectifs au départ est indispensable, le chemin menant à la réussite n'est pas toujours évident à trouver. De nombreux paramètres, tant individuels que collectifs, sont à prendre en considérations pour établir la bonne marche du groupe ou de l'athlète. Comment bien les identifier et ainsi choisir un chemin permettant d'exprimer les plus hautes performances ? En s'intéressant au macro-environnement d'une organisation, l'analyse « PESTEL » propose de retenir 6 dimensions qui permettent d'éclairer ce raisonnement :



Politique	Économique	Sociologique
Technologique	Écologique	Légal

**P** L'environnement politique permet de déterminer l'influence des politiques gouvernementales sur l'activité aussi bien au niveau national (fiscalités, subventions, politiques emplois jeunes, programmes scolaires, etc...) qu'international (consensus de plusieurs nations, règlement international) [ex : candidature olympique<sup>6</sup>].

**E** L'environnement économique concerne le contexte économique dans lequel évolue l'organisation (taux d'intérêt qui peut faciliter l'emprunt, situation économique entre croissance et crise, inflation, coût des matières premières...) [ex : construction des stades en France suite à l'obtention de la Coupe du monde 1998 ou de l'Euro 2016.]

**S** L'environnement social correspond aux facteurs socio-culturels (modes, styles de vie, croyances, intérêts pour des biens de consommation, loisirs...) et démographiques (vieillesse/rajeunissement de la population, âge moyen, structures familiales...) [ex : une tendance au « tout, tout de suite » chez les jeunes sportifs découlant notamment des avancées technologiques facilitant le partage de l'information (réseaux sociaux...) et des décalages intergénérationnels.]

**T** L'environnement technologique englobe les évolutions technologiques (nouvelles technologies, découvertes, nouveaux produits, brevets...) et toutes les forces qui influencent directement/indirectement leur émergence (dépenses publiques en R&D, investissements privés sur la technologie, cellule expertise ou recherche fédérale...) [ex : les technologies de gestion de la température corporelle avec les t-shirts et gilets réfrigérants.]

**E** L'environnement écologique prend en compte tous les facteurs environnementaux en lien avec l'organisation (lois sur l'environnement, climat...) ou générés par notre activité (consommation d'énergie, empreinte carbone, recyclage...) [ex : les sports mécaniques à énergies fossiles confrontés à la situation écologique mondiale, développement de la Formule E avec des bolides électriques.]

**L** L'environnement légal comprend l'ensemble des contraintes réglementaires qui interfèrent avec notre activité (droit du travail, droit du sport, normes de sécurité, législation sur la santé...) [ex : règles en matière de sécurité pour les salles de pratique des arts martiaux et sports de combat mises à jour en 2009.]

Cet outil permet de disposer d'un aperçu global des influences que peuvent exercer les facteurs macro-environnementaux sur une organisation (et à travers ►

<sup>6</sup>— En 2017, la maire de Rome Virginia Raggi a refusé de soutenir la candidature de la capitale italienne pour l'organisation des Jeux olympiques de 2024. « *Nous n'hypothéquerons pas l'avenir de la ville* », avait-elle déclaré, faisant référence aux coûts d'un tel événement pour une cité déjà fortement endettée.

“... cette analyse doit permettre de mieux appréhender un environnement instable porteur d’opportunités et de menaces...”

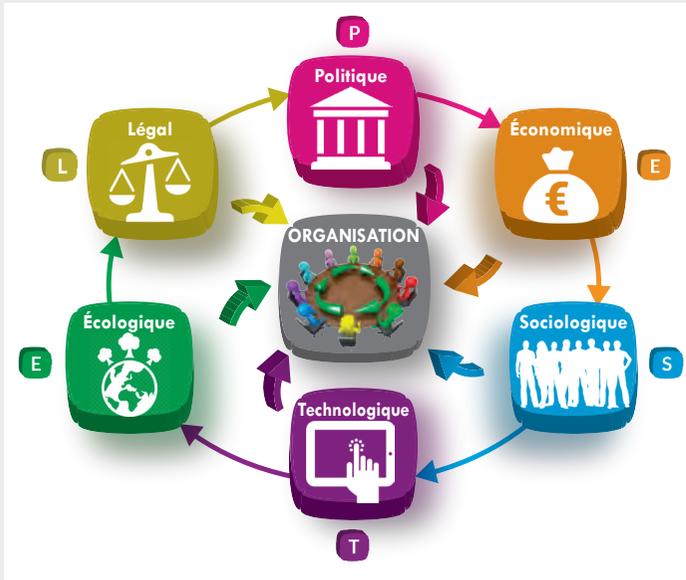


Figure 1 – Modélisation de l’analyse PESTEL.

l’organisation, sur les individus qui évoluent en son sein, comme l’entraîneur à travers la fédération). Concrètement, cette analyse part du principe qu’avant toute réflexion sur une quelconque démarche stratégique – pour atteindre un objectif donné – il est crucial de s’intéresser à son environnement. En effet, dans un monde en constante évolution, fait de repères mouvants où tout s’accélère, où les échanges de tous types (humains, monétaires, de biens...) à une échelle nationale comme internationale ne cessent de croître, il est

devenu quasiment impossible de se développer en autarcie. C’est d’autant plus vrai dans le système de la performance où le travail en réseau a du sens. Dès lors, cette analyse doit permettre de mieux appréhender un environnement instable porteur d’opportunités et de menaces afin de prendre des décisions stratégiques éclairées. Pour autant il n’est pas forcément nécessaire de détailler chaque facteur environnemental. En effet, l’organisation doit avant tout se focaliser sur les facteurs qui ont le plus fort impact sur son environnement et sa problématique. ►

“ ... des entretiens individuels avec chaque athlète pour coucher « noir sur blanc » le plan de carrière sport-étude-professionnel...”



Fenêtre expérientielle

Analyser l'environnement social pour planifier avec chaque sportif

Pour l'entraîneure du pôle France de natation synchronisée Julie Fabre, les sportives dans cette discipline se sentent concernées par les normes et pressions sociales : avoir un travail, cotiser pour sa retraite... Cela amène à des carrières sportives courtes, en parallèle d'études généralement brillantes et prenantes.

L'articulation sport-étude est alors envisagée finement par Julie Fabre afin d'avoir un timing optimal : sportives performantes aux moments clés de l'olympiade et poursuite/réussite des études sur d'autres périodes moins cruciales. Pour arriver à atteindre cet

équilibre personnel satisfaisant, elle a débuté dès novembre 2015 des entretiens individuels avec chaque athlète pour coucher « noir sur blanc » le plan de carrière sport-étude-professionnel jusqu'à 2020. Elle travaille avec chaque nageuse « sur un calendrier qui est plus ou moins étalé dans le temps suivant les athlètes, suivant comme elles sont capables de se projeter. Mais il y a un projet qui leur a été présenté qui est de faire un résultat X à Tokyo 2020 et donc ça elles l'ont, elles connaissent les cibles qu'il faut atteindre chaque année ». L'objectif est ainsi de construire avec chaque nageuse « en amont un rétroplanning études, vie personnelle » en fonction des échéances sportives.





Fenêtre expérientielle

Analyser  
l'environnement  
social pour étoffer  
qualitativement un staff

Alors entraîneur du Pôle France de Strasbourg, Alexis Coquet (Cf. Réflexions Sport n°18) constate le manque d'entraîneurs de plongeon compétents pour former des compétiteurs en France. Ayant besoin d'étoffer son staff pour entraîner les nouvelles générations de plongeurs, cet entraîneur de pôle France et du club de Strasbourg a donc décidé de former un entraîneur de gymnastique (diplômé, expérimenté et compétent dans sa discipline) sur les spécificités du plongeon. Ce dernier transmet ainsi de solides fondations gymniques aux jeunes plongeurs qui *« auront les qualités du gymnaste, mais en faisant du plongeon déjà depuis tout petit donc je pense que ça pourra faire la différence sur le long terme »*.

## La folie des foils

Le cas de la voile en compétition constitue un exemple intéressant. Ce sport a tout d'abord une adhérence très forte avec le développement technologique comme l'ont montré



©Icon sport

les nombreux débats autour des foils<sup>7</sup> durant l'édition 2016-2017 du Vendée Globe. L'équipe qui s'engage dans ce type de courses, aussi bien en solitaire qu'en équipages d'ailleurs (ex : Volvo Ocean Race), doit donc porter une attention toute particulière à cette variable qui peut être déterminante pour la victoire. Mais ce n'est pas la seule... En effet, cette innovation technologique (le foil) est étroitement liée à deux autres facteurs environnementaux : l'économique et le légal. Économique parce que le coût d'accès à ces technologies peut être très élevé. Pour l'America's Cup 2007, par exemple, le bateau K Challenge sponsorisé par l'entreprise Areva a réussi à ►

7- Ailettes placées sous le bateau, servant à augmenter la vitesse par vent fort.

rassembler des fonds pour un montant estimé à 23 millions d'euros là où il en avait initialement prévu 60<sup>8</sup>... Dès lors l'environnement économique peut avoir un fort impact sur mes choix de décideur, avec 23 millions seulement, pour poursuivre l'aventure :

- Comment se situent les taux d'intérêts ? La réponse à cette question va conditionner une de mes options de financements. Si les taux sont bas, je peux envisager d'emprunter ou du moins espérer trouver des investisseurs prêts à le faire. Dans le cas contraire, cela risque d'être plus compliqué.
- Quelle est la situation économique du pays ? En cas de crise, les budgets sponsoring des entreprises sont souvent les premiers à faire les frais de coupes budgétaires...

Légal, ensuite, parce que de nombreuses contraintes réglementaires peuvent encadrer la discipline. Dans le cas du Vendée Globe, par exemple, c'est l'*International Monohull Open Class Association* (IMOCA) qui établit tous les 4 ans l'ensemble des règles régissant la classe de monocoques 60 pieds (longueur, largeur, normes...) autorisés à participer à la course. Fin 2014, la décision de l'IMOCA de ne pas interdire les appendices porteurs (*foils*) et surtout de ne pas modifier cette règle d'ici la fin du Vendée

Globe 2016-2017 a fortement impacté les stratégies des participants. En effet, cette décision a immédiatement suscité des inquiétudes parmi les skippers de bateaux d'ancienne génération anticipant une flambée des coûts nécessaires pour s'équiper de *foils* et ainsi maintenir leur compétitivité<sup>9</sup> (200 à 300 000 euros)<sup>10</sup>.

Mais la voile n'est qu'un cas parmi d'autres. On peut aussi citer l'exemple britannique dans le cyclisme sur piste lors des derniers Jeux de Rio (6 médailles d'or, NDLR). En effet, si l'on suit l'analyse « PESTEL », on voit qu'une attention toute particulière a été posée sur l'axe environnement technologique en choisissant de rapprocher sport de haut niveau et groupes industriels innovants (notamment par le partage des savoirs et le financement de la recherche depuis 2008 avec BAE Systems, un des leaders britanniques dans les secteurs de la défense et l'aérospatiale), sans oublier l'aspect économique avec le soutien du groupe SKY, aussi présent sur la route. ▶

9— Les quatre bateaux qui ont fini la course en tête du Vendée Globe 2016 (<https://www.vendeeglobe.org/fr/classement-et-donnees-de-course>) étaient équipés de *foils* (Armel Le Cleac'h — Banque Populaire VIII, Alex Thompson — HUGO BOSS, Jérémie Beyou — Maître Coq, Jean-Pierre Dick — Saint-Michel-Virbac) <https://www.vendeeglobe.org/fr/classement-et-donnees-de-course>

10— Au final, seul Jérémie Beyou ajoutera des foils sur son bateau « d'ancienne génération » pour un coût de 300 000 €, sachant que pour un bateau déjà équipé le coût d'une paire de foils est compris entre 160 et 180 000 € (presque tous les bateaux ont cassé un ou plusieurs foils) [<http://www.courseaularge.com/il-y-aura-bien-des-foils-sur-les-bateaux-du-vendee-globe.html>] <https://www.letelegramme.fr/autres-sports/vendee-globe-combien-ca-coute-30-10-2016-11274239.php>

8— Source : *Libération* 11/05/2007 (Benoît Baume) [http://www.liberation.fr/sports/2007/05/11/areva-challenge-un-defi-peu-releve\\_92819](http://www.liberation.fr/sports/2007/05/11/areva-challenge-un-defi-peu-releve_92819)



©Icon sport

Enfin, et dans une approche plus analytique, le cas des entraîneurs de natation élite confrontés à la fin des années 1990 à l'arrivée des premières combinaisons concurrençant les traditionnels maillots de bain (apportant entre autres un gainage additionnel au nageur) est une bonne illustration pour conclure sur cet outil.

“... polémiques journalistiques pouvant perturber les athlètes...”

En balayant l'analyse « PESTEL », voilà quelques exemples de menaces/opportunités identifiées dans l'environnement externe :

**E** Environnement économique :

**Impact** (⊖) : Coût d'achat de la matière première plus élevé (combinaison vs maillot)

**Impact** (⊕) : Investissements potentiels des sponsors si de nouveaux records sont battus

**S** Environnement social :

**Impact** (⊖) : Perceptions mitigées du grand public, polémiques journalistiques pouvant perturber les athlètes avant les grandes compétitions, créer des dilemmes pour certains nageurs<sup>11</sup>

**Impact** (⊕) : Nouvelle exposition médiatique de la discipline (records...) qui peut potentiellement amener de nouveaux licenciés au club

**T** Environnement technologique :

**Impact** (⊖) : Multiplication des combinaisons sur le marché complexifiant le choix de l'athlète

**Impact** (⊖/⊕) : Course à l'innovation des équipementiers pour avoir des combinaisons plus performantes (à ►

11- Yannick Agnel sera l'un des rares nageurs à ne pas porter de combinaison aux championnats de France 2009 (il ne réussit pas à atteindre la finale du 200 m nage libre en individuel), estimant qu'à 16 ans il a encore une marge de progression et un physique qui n'est pas forcément favorisé par leur utilisation. Il rappelle en outre qu'il est partisan d'un sport « sain ». (<https://www.candidatarien.com/article/6515-yannick-agnel-interview/>)

relativiser en fonction de la technique de nage, « dé-priorisation » du travail de gainage/ priorisation sur le développement de la masse musculaire, fragilité des combinaisons les rendant difficiles d'utilisation en entraînement)

**E** Environnement écologique :

**Impact** (⊖) : Le polyuréthane qui entre dans la composition des combinaisons est un dérivé du pétrole (énergie fossile limitée)

**L** Légal :

**Impact** (⊖) : Confusion sur des records invalidés puis validés (perturbation des athlètes)

**Impact** (⊖) : Difficultés à identifier les combinaisons autorisées/non autorisées

**Impact** (⊖/⊕) : Polémiques croissantes qui risquent de générer de nouvelles réglementations

On pourrait alors les résumer de manière synthétique dans l'analyse « PESTEL » suivante :



Figure 2 – Le PESTEL appliqué aux combinaisons de natation.

## Conclusion

L'analyse « PESTEL » constitue donc généralement une première étape pertinente de l'analyse stratégique de l'environnement d'une organisation à l'échelle macroscopique. Toutefois, pour la compléter et coller au plus près des problématiques du haut niveau, d'autres outils existent et sont documentés dans les ouvrages et formations à destination des managers d'entreprises et d'organisations sportives : modèle des 5 forces de Porter,



analyse SWOT, matrice BCG, modèle McKinsey, méthode Six Sigma... ■

## Pour aller plus loin

Toutes les offres de formations de l'INSEP sont à retrouver [ici](#).

### Contact :

Stéphane Fukazawa-Couckuyt :  
[stephane.c.w@gmail.com](mailto:stephane.c.w@gmail.com)

Alexandre Guyon des Diguères :  
[alexandre.guyon-des-digueres@insep.fr](mailto:alexandre.guyon-des-digueres@insep.fr)

## Bibliographie

BAUME BENOÎT, « Areva Challenge, un défi peu relevé », *Libération*, 11/05/2007 ([http://www.liberation.fr/sports/2007/05/11/areva-challenge-un-defi-peu-releve\\_92819](http://www.liberation.fr/sports/2007/05/11/areva-challenge-un-defi-peu-releve_92819)).

FLEURANCE P et PÉREZ S, « Rapport d'étude sur les référentiels professionnels et de formation des entraîneurs nationaux « Chef de projet performance » », Ministère de la Jeunesse, des Sports et de la Vie Associative, 2006, p. 101.

FUKAZAWA-COUCKUYTS, « Jean-Pierre Guyomarc'h, « l'alchimiste du pentathlon » », *Réflexions Sport*, 2017, 17, p. 44-63.

FUKAZAWA-COUCKUYTS, « Alexis Coquet, « former les générations futures » », *Réflexions Sport*, 2018, 18, p. 45-61.

KRANTZ N, « Entraîner, un acte de création ? » In P FLEURANCE et SPÉREZ, *Interrogations sur le métier d'entraîneur(e)*, INSEP-Éditions, Paris, 2008, p. 221-246.

LEMIEUX C et MIGNON P, « Être entraîneur de haut niveau. Sociologie d'un groupe professionnel entre marché du travail fermé et marché du travail concurrentiel », *Laboratoire de sociologie du sport*, INSEP, Paris, 2006, p. 171.

ONESTA C, GILOT F, HENARD N, LE FUR MA, NORMAND B et OURAHMOUNE S, « Mission d'étude pour la haute performance sportive », Ministère des Sports, CNOSEF et CPSF, 2018, p. 33.

PÉREZ S, *Cognition et formation en sport de performance : de nouveaux cadres de pensée pour comprendre l'activité et la formation des cadres du sport de haut niveau ?*, Intellectica, Paris, 2009, 52, p. 119-137.

« Le conseil, un marché porteur pour la reconversion », *Le Parisien*, 16/01/2017 (<http://www.leparisien.fr/economie/business/le-conseil-un-marche-porteur-pour-la-reconversion-16-01-2017-6574401.php>).

« Yannick Agnel se confie à Candidat à rien », *Candidat à rien*, 10/12/2011 (<https://www.candidatarien.com/article/6515-yannick-agnel-interview/>).

# TECHNOLOGIES, RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

## du labo au terrain...

Modérateur : Franck Brocherie, chercheur à l'INSEP

### Coordinations individuelles des ischiojambiers et leur relation avec la performance

**Simon Avrillon**



*(@SimonAvrillon) est doctorant au laboratoire SEP. Ses travaux de thèse ont pour objectifs de mieux comprendre les coordinations individuelles des ischiojambiers, leurs impacts sur la performance mais aussi leurs adaptations à la suite d'une blessure, par*

*exemple.*

Cette étude avait deux objectifs initiaux : décrire les coordinations musculaires individuelles des ischiojambiers et établir si ces coordinations impactaient l'endurance au cours d'une tâche fatigante.

Pour y répondre, les auteurs ont mesuré l'activation électrique (électromyographie de surface) de chaque muscle des ischiojambiers et leur capacité de production de force à partir d'images IRM et échographiques (Cf. Figure 1). La combinaison de ces paramètres nous

a permis de déterminer pour chaque individu quel muscle participait le plus à la force globale des ischiojambiers.

Les résultats indiquent une forte variabilité individuelle quant à la contribution de chaque muscle à l'expression de la force globale des ischiojambiers. Par exemple, un participant peut produire plus de la moitié de la force globale avec son biceps fémoral tandis qu'un autre individu générerait moins de 20 % de la force totale avec ce même muscle.

Les auteurs ont observé une relation entre ces coordinations et l'endurance musculaire. Ainsi, plus la répartition de l'activation musculaire était homogène (ex : tous les muscles activés à 20 %), plus la performance d'endurance était élevée. À l'inverse, plus la répartition était variable (ex : un muscle à 30 % et un autre à 10 %), plus la fatigue était précoce.

Cette étude permet de mieux comprendre à quel point les stratégies de coordinations musculaires pour produire un mouvement, même les plus

**L**es 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.

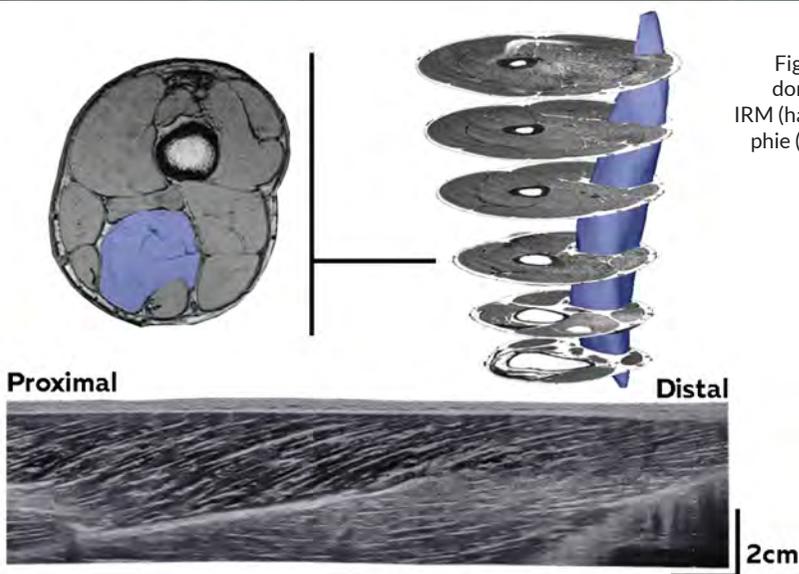


Figure 1 – Exemple de données obtenues par IRM (haut) et par échographie (bas) pour le muscle semi-membraneux.

simples, sont individuelles. De plus, elle a permis d'établir un lien entre ces stratégies et la performance durant un test de fatigue musculaire.

Ces travaux mettent en avant l'intérêt de l'individualisation, que ce soit lors de séances de renforcement musculaire ou de prévention des blessures. Ainsi,

le choix des exercices ou de l'exécution de ceux-ci pourrait être orienté par l'entraîneur, le préparateur physique ou le kinésithérapeute pour que l'athlète cible en particulier les muscles les moins utilisés volontairement.

## Mesurer la vitesse maximale de contraction : pas si simple !

*Robin Hager*



est doctorant au laboratoire SEP, et préparateur physique au sein de la Fédération française d'escrime. Ses travaux de recherche s'intéressent aux solutions technologiques innovantes pour évaluer et améliorer les capacités de vitesse et de puissance musculaire.

La capacité à générer de la vitesse est un facteur clé de la performance dans de nombreuses disciplines sportives. Sa mesure constitue donc un enjeu clé pour mieux orienter et individualiser l'entraînement. Après 4 ans de développements avec une société française spécialisée en mécatronique, l'équipe du laboratoire SEP dispose dorénavant d'un ergomètre innovant. Cet appareil permet de piloter un moteur via une interface tactile, afin de moduler à volonté la résistance utilisée en entraînement musculaire (Cf. Photo ci-contre).

Lors de sa thèse, Robin Hager a ainsi utilisé cette technologie pour appliquer la méthode de référence pour mesurer la vitesse maximale de contraction : le *slack test*. Principalement utilisée chez l'animal ou sur des fibres musculaires isolées, cette technique consiste à appliquer des rotations ultra-rapides sur l'articulation considérée afin de mesurer par échographie haute fréquence (2 000 images/s) la vitesse

à laquelle le muscle se raccourcit en situation de décharge totale.

Les résultats ont montré que la vitesse de raccourcissement des faisceaux musculaires était plus faible en *slack*



test que lors de contractions balistiques à charge faible classiques, et ce en raison d'une contribution importante des tendons à la production de vitesse. L'utilisation de l'échographie

Le *slack test* mesure la vitesse maximale de contraction.



ultra-rapide couplée à l'ergomètre mécatronique a ainsi permis de montrer que le *slack test* n'est pas pleinement applicable chez l'homme.

En revanche, les multiples possibilités offertes par l'appareil en matière de renforcement musculaire (résistances inertielle, élastique et pneumatique, vibrations, modulation dissociée de la charge et de l'inertie...) en font un réel « couteau-suisse » de l'entraînement de demain. Son interface tactile intègre la mesure en continu des performances des sportifs et facilite grandement le suivi et l'individualisation des séances. Le tout est programmable en quelques clics ; ou quand l'électronique remplace la fonte !

## Bibliographie

AVRILLON S, GUILHEM G, BARTHELEMY A et HUG F, « Coordination of hamstrings is individual-specific and is related to motor performance », *Journal of Applied Physiology*, 2018, doi: 10.1152/jappphysiol.00133.2018.

HAGER R, DOREL S, NORDEZ A, RABITA G, COUTURIER A, HAURAIX H, DUCHATEAU J et GUILHEM G. « The slack test does not assess maximal shortening velocity of muscle fascicles in humans », *Journal of Experimental Biology*, 2018, 221(15), doi: 10.1242/jeb.169623.

# Quand L'animation japonaise

par Christopher Buet  
Rédacteur-éditeur à l'INSEP

**S**orti à l'été 2018, *Hanebado* est devenu le premier « animé » traitant du badminton. Une œuvre qui s'inscrit dans une longue tradition japonaise conjuguant sport et animation.



Nankin, Kento Momota devenait le premier japonais de l'histoire à remporter le titre mondial en badminton, un an après Nozomi Okuhara, première japonaise sacrée. Au-delà de la conjonction, *Hanebado* vient s'inscrire dans une longue tradition de l'animation nippone mettant le sport en scène et loin d'être neutre quand on regarde l'histoire récente du pays et l'impact du manga sur sa société.

Le bruit des volants claqués et des chaussures qui crissent résonnent dans le gymnase de Kitakomachi. Depuis début juillet, la plateforme de diffusion en streaming *Crunchyroll* propose *Hanebado*, un animé adapté d'un manga publié en 2013, qui suit l'histoire de la jeune Ayano Hanesaki et ses amies du club de badminton local. Jamais un dessin animé au Japon ne s'était intéressé à ce sport. Par une curieuse ironie, au même moment, à



# SE MET AU SPORT

## La conquête d'Olive et Tom

« On s'est rendu compte, avec les succès des années 1970-1980, que des histoires de sport pouvaient mécaniquement avoir un effet d'inscription dans des clubs et contribuer à faire connaître des sports pas forcément populaires au Japon. L'exemple le plus évident, c'est *Captain Tsubasa* (Olive et Tom en français, NDLR) », témoigne Olivier Fallaix, journaliste spécialiste de l'animation japonaise. En effet, au début des années 1980, le football est anecdotique dans l'empire du « Soleil Levant » où règne le baseball. C'est dans ce contexte que débarque *Captain Tsubasa* en 1981. Son succès est immédiat et le phénomène devient tel qu'il conduit à la professionnalisation du sport au Japon. Onze ans après les débuts de l'épopée *Captain Tsubasa*, la première ligue de football professionnel voit le jour en 1992. Dans la foulée, en 1998, l'équipe nationale nippone se qualifie pour sa première Coupe du monde avec

dans ses rangs certains joueurs venus au football grâce à la série comme Hidetoshi Nakata. « Au Japon, il y a 20 ou 30 ans, le baseball dominait et le football n'en était qu'à ses débuts. Je n'avais aucun héros, aucune équipe favorite mais il y avait ce manga, qui s'appelait *Captain Tsubasa*, et quand je l'ai lu, c'est là que j'ai aimé le football », racontait l'ancienne gloire nippone dans une interview donnée à la FIFA. Depuis, les Japonais n'ont manqué aucune édition, organisant même celle de 2002 avec la Corée du Sud.

Yoichi  
Takahashi,  
le créateur de  
*Captain Tsubasa*



## D'autres sports en profitent

L'exemple d'*Olive et Tom* est emblématique ; et si aucun autre n'a eu une telle répercussion tant dans l'imaginaire collectif que dans la société, les petits footballeurs ont ouvert une voie aux mangas traitant du sport. « Comme les mangas et les dessins animés sont souvent basés sur la vie quotidienne, le sport est vite devenu un sujet pour raconter des histoires », ne s'étonne pas Olivier Fallaix. Après le football, le manga s'intéressa à la boxe (*Hajime no ippo*), au basket (*Slam dunk*, *Kuroko's basket*), au tennis (*Baby step*, *Prince of tennis*), à la natation (*Free*) ou au football américain (*Eyeshield 21*) et au baseball (*Ace of diamond*)... Parmi eux, il en est un qui a particulièrement marqué les esprits ces dernières années : *Haikyuu*. Selon la chaîne nationale NHK, depuis 2012 et la sor-

tie du manga, le nombre de lycéens adhérents au club de volley-ball s'est envolé, passant de 37 000 à près de 44 000, soit une augmentation d'environ 19 %. « Quand ça touche un sport pas forcément très populaire, le succès d'une série comme ça peut avoir une vraie influence », avance Olivier Fallaix.

## Réalisme et Jeux olympiques

Si *Olive et Tom* est resté dans les mémoires pour ses terrains interminables et ses ballons transperçant les filets, aujourd'hui, une tendance se dégage vers plus de réalisme. « Plus la série est crédible, plus cela peut donner envie de pratiquer », explique Olivier Fallaix. Un support pour les fédérations heureuses de voir leur sport mis en avant et de pouvoir s'en servir comme un outil de communication.





©2018 Kousuke Hamada, KODANSHA "HaneBado!" Production Comm

Car derrière le divertissement se dessine autre chose. « *Je crois plus à un effet global de promotion. Ce n'est pas par hasard si cette année, ils ont choisi de refaire la série Captain Tsubasa car il y avait la Coupe du monde* », juge-t-il. Une « publicité » à l'effet double puisqu'elle participe à la préparation de l'événement et dans un second temps déclenche un « *effet d'engouement* » pour la jeune génération. Si le ministère des sports ou les fédérations ne sont pas à la manœuvre, l'apparition de mangas comme *Hanebado* est d'autant moins anodine quand on sait que la Coupe du monde de rugby en 2019 et surtout les Jeux olympiques en 2020 se profilent... au Japon. ■



# Livres



COIGNET Benjamin,  
DUCHETEAU Guillaume,  
LE MEUR Loïc, MASCRET Nicolas,  
MATHÉ Philippe, SÈVE Carole,  
VENET Magali,  
VIEILLE MARCHISSET Gilles,  
VORS Olivier

### **Les contextes difficiles**

Éditions EP&S, 2018, 128 p.

Prix : **15 €**

Cote INSEP : **EPC1 CON**

*Déficit de sens, rapport déviant à la règle, repères institutionnels incertains, incivilités, violences... Les contextes difficiles sont au croisement de réalités sociales, économiques et culturelles. Après avoir posé un cadre de compréhension et d'analyse, cet ouvrage envisage des stratégies d'intervention adaptées aux publics dits « difficiles », en EPS comme dans le domaine de l'éducation et de l'insertion par le sport.*



ATTALI Michaël, BAZOGE Natalia  
**Diriger le sport - Perspectives sur la gouvernance du sport du XX<sup>e</sup> siècle à nos jours**

CNRS éditions, 2012, 340 p.

Prix : **30 €**

Cote INSEP : **ASC1 DIR**

*En France, les modalités d'organisation du mouvement sportif se construisent entre respect de la loi républicaine et autonomie garantie d'une certaine indépendance. Au fil du temps, répondant à des stratégies multiples, des protagonistes étrangers au monde sportif se sont imposés sur des terrains où se mêlent enjeux politiques et économiques, notamment à travers les*

*événements sportifs. Autant de mutations et d'évolutions souvent paradoxales qui tendent aujourd'hui à redéfinir une nouvelle gouvernance du sport pour le XXI<sup>e</sup> siècle.*



SALMI Meriem

### **Croire en ses rêves et trouver son chemin**

Fayard, 2018, 238 p.

Prix : **17 €**

Cote INSEP : **SHB8 SAL**

*Psychologue psychothérapeute, Meriem Salmi s'est fait un nom en devenant la confidente et l'accompagnatrice des plus grands sportifs français, de Teddy Riner à Martin Fourcade, en passant par Charlotte Bonnet. À travers son parcours, celle qui a été la responsable du suivi psychologique à l'INSEP pendant 13 ans donne ses clés pour transformer ses failles en forces et apprendre à croire en soi pour réaliser ses rêves. Un livre préfacé par le double champion olympique de judo.*



DE RENDINGER Arnaud

### **Le pari olympique : chance ou malédiction ? 24 défis à relever**

Vigot, 2018, 250 p.

Prix : **20 €**

Cote INSEP : **ASC2 REN**

*13 septembre 2017, Paris obtient les Jeux olympiques. La ville a sept ans pour confirmer ses ambitions et éviter à la France l'infortune économique qui s'abat le plus souvent sur les JO. Dans cet ouvrage, Arnaud de Rendinger nous présente les 24 défis politiques, financiers, culturels ou éthiques que devront relever les responsables olympiques français pour que le rendez-vous de 2024 soit un succès et non un fiasco. Un livre pour aider le lecteur à suivre et comprendre les préparatifs du plus grand rassemblement sportif du monde.*



FLORENVILLE Jérôme

**Moi, Tonya (120 min)**

Luckychap Entertainment et Clubhouse Pictures, 2018

Cote INSEP : B HAR

Entre le documentaire et la comédie, *Moi, Tonya* est plus qu'un portrait de Tonya Harding. Il dépeint le parcours lamentablement chaotique d'une femme meurtrie à la poursuite de son rêve dans un environnement aussi toxique que dysfonctionnel. Servi par les interprétations impeccables de Margot Robbie et Allison Janney, parfaitement détestable dans un rôle de mère intransigeante et cynique, ce biopic manie drame et burlesque mais pêche dans des séquences de patinage où la caméra se perd et étourdit.



GIMÉNEZ Bernardo

**Silence (17 min)**

AO production, 2018

Sur la paroi, une silhouette élancée se tortille, s'ébroue. Elle lutte contre son adversaire minéral qui se refuse à lui depuis bientôt 4 ans, là-haut au Nord de Trondheim en surplomb du fjord de Flatanger. Prodige de l'escalade, le Tchèque Adam Ondra s'est lancé un défi à sa démesure : dompter Silence et devenir le premier à triompher d'une voie cotée 9c. Servi par des images renversantes, le film, en anglais sous-titré, raconte la quête unique d'un champion d'exception habité par un sport, érigé en art de vivre. À retrouver [ici](#).



Gyss Christian

**Kreatur – Les femmes à la conquête du terrain (33 min)**

Arte, 2018

Bien que nous soyons en 2018, le sport demeure encore (trop souvent ?) une affaire d'hommes. Dans ce contexte, Arte consacre un numéro spécial de *Kreatur* au monde sportif. Le magazine féministe, présenté par des femmes, propose de faire un point sur la parité hommes-femmes sur les terrains. Bien qu'un peu fourre-tout, il permet de sensibiliser à un combat nécessaire et de mettre en lumière inégalités mais aussi initiatives réjouissantes et parcours inspirants. À retrouver [ici](#).



DUFLOS Fabien

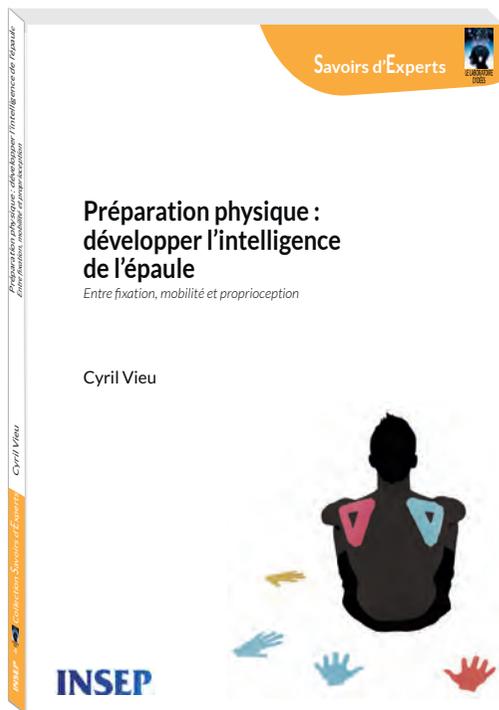
**Une bosseuse en OR (71 min)**

Tangram films, 2018

Personne n'a oublié ce regard incrédule empli de larmes derrière sa visière et cette joie innocente d'une Perrine Laffont dans l'aire d'arrivée. La Pyrénéenne venait d'atteindre le sommet de la bosse, l'or olympique. La récompense d'un investissement sans faille et de plusieurs mois de travail, de doutes et de joies. C'est dans ce quotidien, de saison olympique, que ce film nous plonge avec délicatesse et à propos pour saisir au mieux la vie de « Pep » et de la famille des bosses. À retrouver [ici](#).

# Préparation physique : développer l'intelligence de l'épaule

*Entre fixation, mobilité et proprioception*

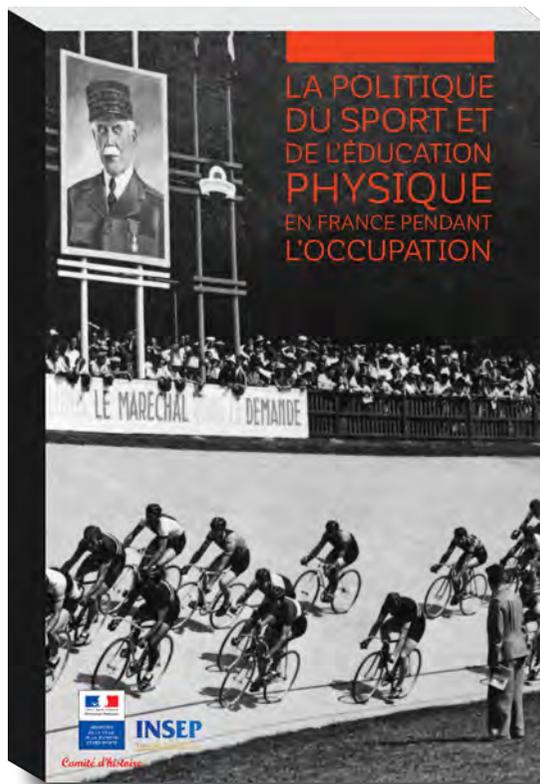


L'épaule est l'articulation la plus mobile du corps humain mais aussi la plus instable. La pratique du sport et les contraintes spécifiques associées augmentent de manière importante sa sollicitation et s'éloignent souvent du programme de préhension et d'expression dévolu à cette articulation. Cette 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.

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



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



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.

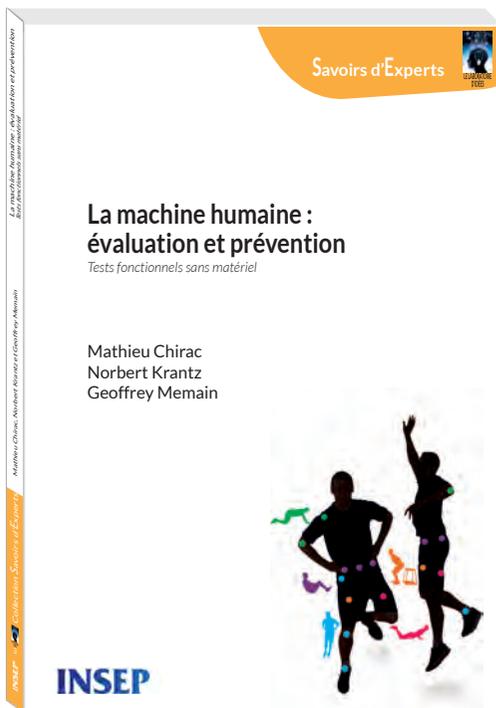
Cet ouvrage est, à l'origine, un rapport remis à Marie-George Buffet, la ministre de la Jeunesse et des Sports au début de l'année 2002. Il a été réalisé par une commission de douze universitaires, présidée par Jean-Pierre Azéma, historien et ancien professeur des universités à l'Institut d'études politiques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

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 €



# La machine humaine : évaluation et prévention

*Tests fonctionnels sans matériel*



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.

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

# Georges Demenÿ

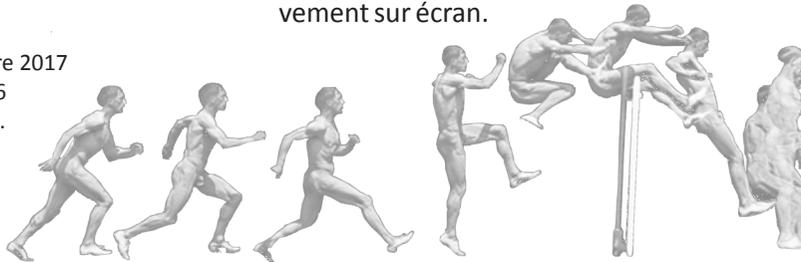
## Les origines sportives du cinéma



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 €

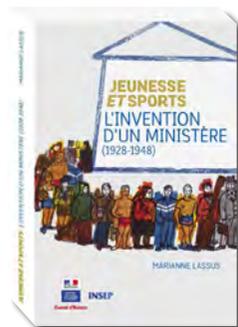
Et si le cinéma puisait ses origines dans le sport ? C'est en tout cas dans le cadre de ses recherches sur les performances sportives que Georges Demenÿ fut amené à pousser la capture d'images plus loin que jamais. Avec Étienne-Jules Marey, ce précurseur du cinéma a mis au jour l'univers fascinant de 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'évaluations 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 circuits 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



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.

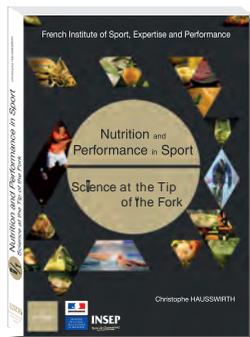
Elle propose :

- 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 [Fnac.com](http://Fnac.com) et [Amazon.fr](http://Amazon.fr)

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.



**SCIENCE DU SPORT**  
Trouble du comportement alimentaire chez le sportif : un enjeu qui a du poids page 4



# Réflexions Sport

Scientifique & technique

# 20  
Juillet 2018

# 19  
Mai 2018

## L'art de communiquer à travers la carrière

page 36



**SCIENCE DU SPORT**  
PRP, mode ou réel progrès ? page 22

**ENTRAÎNEMENT**  
Apprendre par les intentions page 58

**SPORTIF**  
ahain :  
mmes  
uchés  
cette  
tion,  
tite  
rt »  
e 40



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

11, avenue du Tremblay - 75012 Paris- France

Tél. 01 41 74 41 00

[www.insep.fr](http://www.insep.fr)

