

SCIENCE DU SPORT

L'aviron
sur la ligne numérique

page 20



INSEP

RéflexionsSport # 19

Scientifique & technique

Mai 2018

L'érythropoïétine (EPO), à l'épreuve scientifique

page 4

VIE DU SPORTIF

Julien Bahain :
« Nous sommes
tous touchés
par cette
transition,
cette petite
mort »
page 40



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



Renseignements :
reflexions.sport@insep.fr

Directeur de la
publication :
Abdelghani Yalouz

Comité d'édition :
Patrick Birocheau
Emmanuelle Coubat
Serge Guémard
Gaël Guilhem
Véronique Leseur
Jean-François Robin
Patrick Roult
Thierry Soler
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 : ©iStockphoto
©Icon sport –
©Katie Steenman

SCIENCES DU SPORT

4



L'érythropoïétine
(EPO),
à l'épreuve
scientifique

avec la participation
de Michel Audran



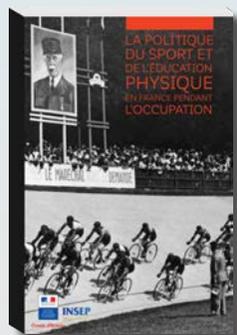
L'aviron
sur la ligne
numérique

20

Par Sophie Barré
avec la participation
de Alban Leroyer
et Alexis Besançon

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

À PARAÎTRE



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

40

VIE DU SPORTIF

Julien Bahain :

« *Nous sommes tous touchés par cette transition, cette petite mort* »

avec la participation de Lise Anhoury, Nadine Debois et Laurence Blondel



62

TECHNOLOGIES, RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

du labo au terrain...

Est-ce que des athlètes avec un niveau initial élevé de masse d'hémoglobine bénéficient de l'entraînement en altitude ? ■ L'entraînement en altitude guidé par l'analyse quotidienne de la variabilité de la fréquence cardiaque

66

Focus

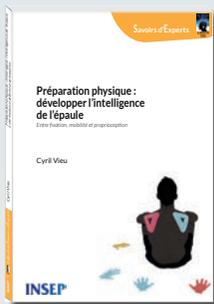
Livres

DVD

Les parutions INSEP-Éditions

NOUVEAUTÉ

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 :

Lise Anhoury

Michel Audran

Julien Bahain

Sophie Barré

Alexis Besançon

Laurence Blondel

Franck Brocherie

Nadine Debois

Alban Leroyer

Laurent Schmitt

#19 mai 2018

L'érythropoïétine (EPO), à l'épreuve scientifique

Par Christopher Buet
Rédacteur-éditeur de *Réflexions Sport*

Avec la participation de

Michel Audran
directeur du laboratoire anti-dopage de Châtenay-Malabry.





Hormone clé dans la régulation de l'érythropoïèse, l'EPO s'est invité dans le paysage sportif par la voie du dopage. Décryptage d'une substance réputée miracle mais également complexe, dangereuse et interdite.

Janvier 2013. Dans une chambre d'hôtel, Lance Armstrong, costume sombre sur une chemise pastel, a l'air grave. Face à lui, Oprah Winfrey, la papesse des talk-shows outre-Atlantique égrène les questions dans une mise en scène calibrée. Devant les yeux du monde entier, celui qui est alors encore septuple vainqueur du Tour de France dévoile enfin la vérité. Acculé et après des années de suspicions, Armstrong confesse s'être dopé durant l'ensemble de sa carrière et raconte le système US Postal, l'organisation et les attitudes mafieuses adoptées pour mettre le monde du cyclisme au pas, les protocoles mis en place pour s'administrer des substances interdites tout en contournant les contrôles. Un cocktail détonnant à base d'autotransfusions, de cortisone, de testostérone, d'hormones de croissance et d'EPO, notamment.

L'EPO ou érythropoïétine est loin d'être une petite nouvelle dans la sphère sportive. Utilisée depuis le début des années 1990 et révélée en 1998 lors de l'affaire Festina, qui avait ébranlé la « Petite Reine » et mis au ban des personnalités comme Richard Virenque, cette substance s'est invitée partout dans les médias comme le nouveau produit miracle du sport mondial. Plus de 20 ans après sa découverte (le gène de l'EPO fut isolé et cloné pour la première fois en 1985, NDLR), l'EPO a évolué, s'est transformé, les athlètes s'en sont allégrement servis et les scandales se sont multipliés (affaire Balco, dopage équin...). Pour autant, il apparaît aujourd'hui difficile de démêler ce qui relève de la réalité ou du fantasme concernant ce facteur de croissance essentiel au bon fonctionnement du corps.



“ ... l'EPO demeure une protéine produite naturellement essentiellement par les reins... ”

Quand le corps produit de l'EPO

Avant d'être une substance employée dans les protocoles de dopage, l'EPO demeure une protéine produite naturellement par les reins essentiellement, stimulant la synthèse des globules rouges au niveau de la moelle osseuse afin de permettre à l'organisme de s'adapter à différentes situations physiologiques, en régulant le stock des globules rouges et de l'hémoglobine sanguine. Dans

le détail, elle se structure en une chaîne polypeptidique composée de 165 acides aminés et dispose d'une masse moléculaire pouvant varier jusqu'à 40% (Cf. Figure 1).

Cela signifie qu'il n'existe pas une seule forme d'EPO mais plusieurs (on parle d'isoformes, NDLR). La production d'EPO répond à une régulation (Cf. Figures 2 et 3) très stricte liée à la quantité d'oxygène transportée par le sang et délivrée aux tissus (notamment les reins). En cas d'hypoxie, la ►

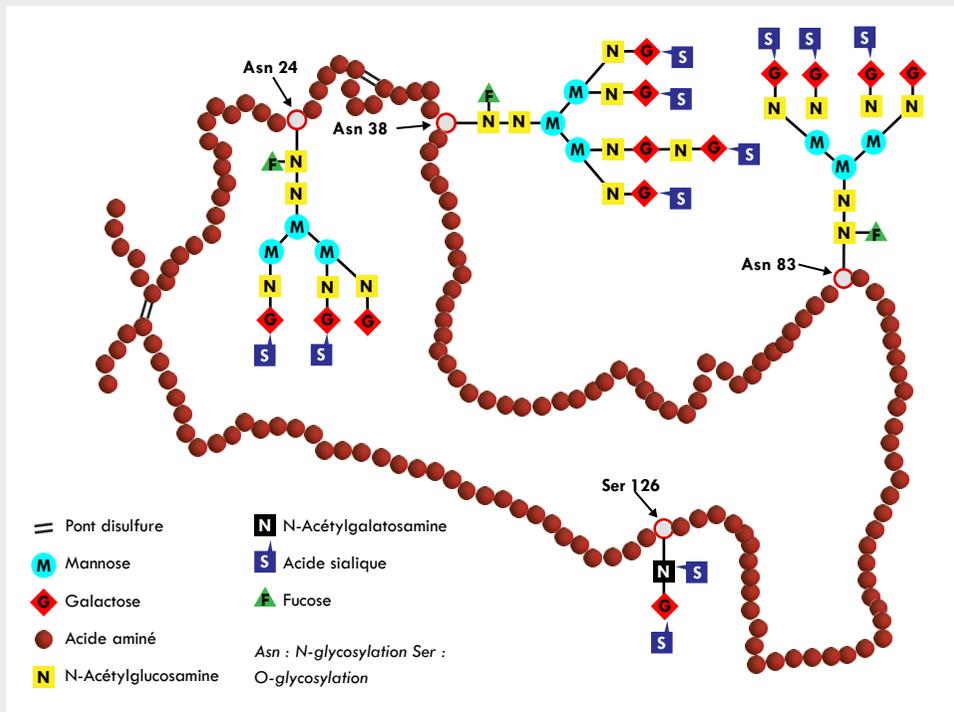
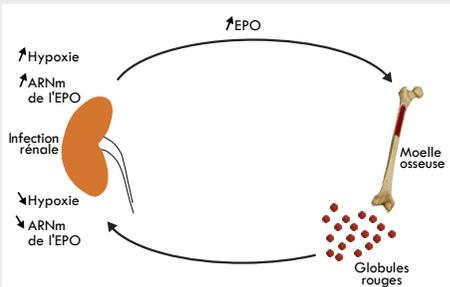


Figure 1 – Structure de l'EPO (source : Wikipedia).

synthèse d'EPO augmente ainsi que la production d'érythrocytes. Et, inversement, elle diminue ainsi que le nombre de globules rouges, en cas d'hyperoxygénation tissulaire. Une atteinte de la fonction respiratoire ou cardiaque, perturbant la perfusion normale des reins, peut augmenter la production de l'EPO et stimuler l'érythropoïèse.

Chez l'adulte, 90 % de l'EPO circulante (taux normal : 5-25 mUI*.ml-1) est produite par les fibroblastes péri-tubulaires au niveau du cortex rénal. Si le foie représente le principal site de production extrarénale d'EPO avec 10-15 % de la production endogène, l'EPO est également produite dans d'autres organes (cerveau, rate, poumons, gonades, utérus ou moelle osseuse).



* Unité Internationale (UI) : Unité de mesure pour la quantité d'une substance, basée sur l'activité biologique mesurée. Elle est établie par convention internationale (sous la responsabilité de l'OMS) et varie selon les produits.

Figure 2 – Régulation de la production d'EPO (© Cold Spring Harbor Laboratory Press, d'après Bunn HF, 2013).

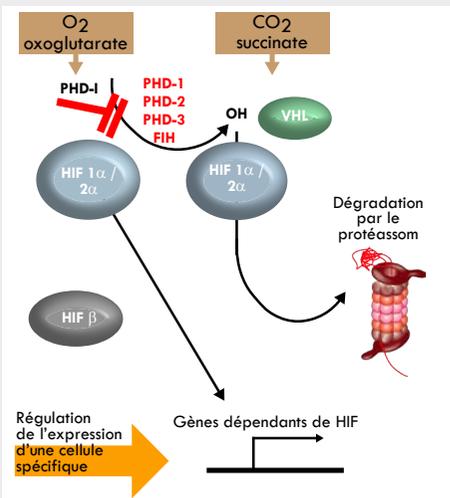


Figure 3 – Le gène humain de l'EPO (sur le chromosome 7q22) est sous le contrôle de plusieurs facteurs de transcription. Le promoteur de l'EPO est inhibé par GATA-2 et par le facteur nucléaire κ B qui réduisent la production d'EPO dans les maladies inflammatoires. L'amplificateur du gène dépend d'un activateur qui possède un élément répondant à l'hypoxie et est activé par le complexe de facteurs inductibles par l'hypoxie (HIFs) HIF-2 α /HIF- β . Ainsi, il existe au moins 3 isoformes de la sous-unité HIF- α , les plus répandues étant HIF-1 α et HIF-2 α , mais seule l'isoforme HIF-2 α semble impliquée dans la production de l'EPO au niveau des fibroblastes rénaux. En condition hypoxique, les sous-unités HIF- α passent dans le noyau et forment un dimère* avec la sous-unité HIF- β . C'est ce dimère, HIF- α /HIF- β , qui va activer la production d'un certain nombre de gènes dont celui de l'EPO (Cf. Figure 3). Les sous-unités HIF- α n'existent généralement pas dans des conditions de normoxie (d'après Eckardt KU, Nephrology and Hypertension University of Erlangen-Nürnberg).

* Molécule résultant de la fusion de deux molécules identiques.

“ ... assurer le transport de l'oxygène des poumons vers les autres tissus de l'organisme. ”

L'érythropoïèse permet la formation des globules rouges (ou érythrocytes) dont la fonction principale est d'assurer le transport de l'oxygène des poumons vers les autres tissus de l'organisme. Environ 1 % des 25.10^{12} globules rouges d'un adulte sont détruits tous les jours, ce qui nécessite un renouvellement permanent doublé d'une régulation fine et précise de leur production afin de maintenir l'homéostasie¹ du système. Dans cette mécanique, l'EPO se trouve être le

Concrètement, l'EPO est transportée par le sang jusqu'à la moelle osseuse où elle va agir au niveau des étapes précoces de l'érythropoïèse, notamment sur les BFU-E (*Burst Forming Unit Erythroid*) et surtout les CFU-E (*Colony Forming Unit Erythroid*) dont elle inhibe l'apoptose³ et stimule la différenciation et la prolifération. (Cf. Figure 5).

L'action de l'EPO est terminée quand le complexe EPO/EPO-R est internalisé suite à la déphosphorylation de EPO-R par la tyrosine phosphatase SHP-1. Il s'agit du mécanisme principal du retrait de l'EPO de la circulation. Il faut savoir que seulement 10 % de l'EPO est éliminé par le rein et se retrouve dans les urines (Chateauvieux et

al. 2011 ; Jelkmann, 2011 ; Debeljak et Sythoswski, 2012 ; Bunn, 2013 ; Koury et Haase, 2015 ; Jelkmann, 2016 ; Salamin *et al.* 2017).

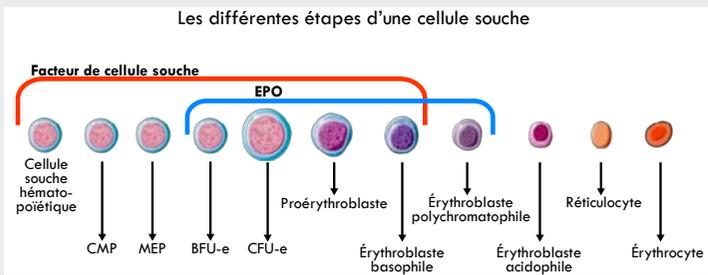


Figure 4— Les cytokines majeures de l'érythropoïèse (Courtois *et al.* 2007).

principal des nombreux facteurs moléculaires intervenant dans la régulation de l'érythropoïèse (Cf. Figure 4). Un rôle suggéré dès 1906².

1—Processus de régulation permettant à l'organisme de maintenir les différentes constantes du milieu intérieur entre les limites des valeurs normales.

2—En 1906, au cours d'une expérience sur des lapins, la Française Clothilde Deflandre sous la direction de Paul Carnot, découvrit que l'augmentation des

érythrocytes, ou globules rouges, est liée à une substance circulant dans le corps. Elle l'appela hémopoïétique (<http://visualiseur.bnf.fr/Cadres-Fenetre?O=NUMM-3097&I=385&M=tdm>).

3—Mécanisme de mort cellulaire programmée (Larousse).

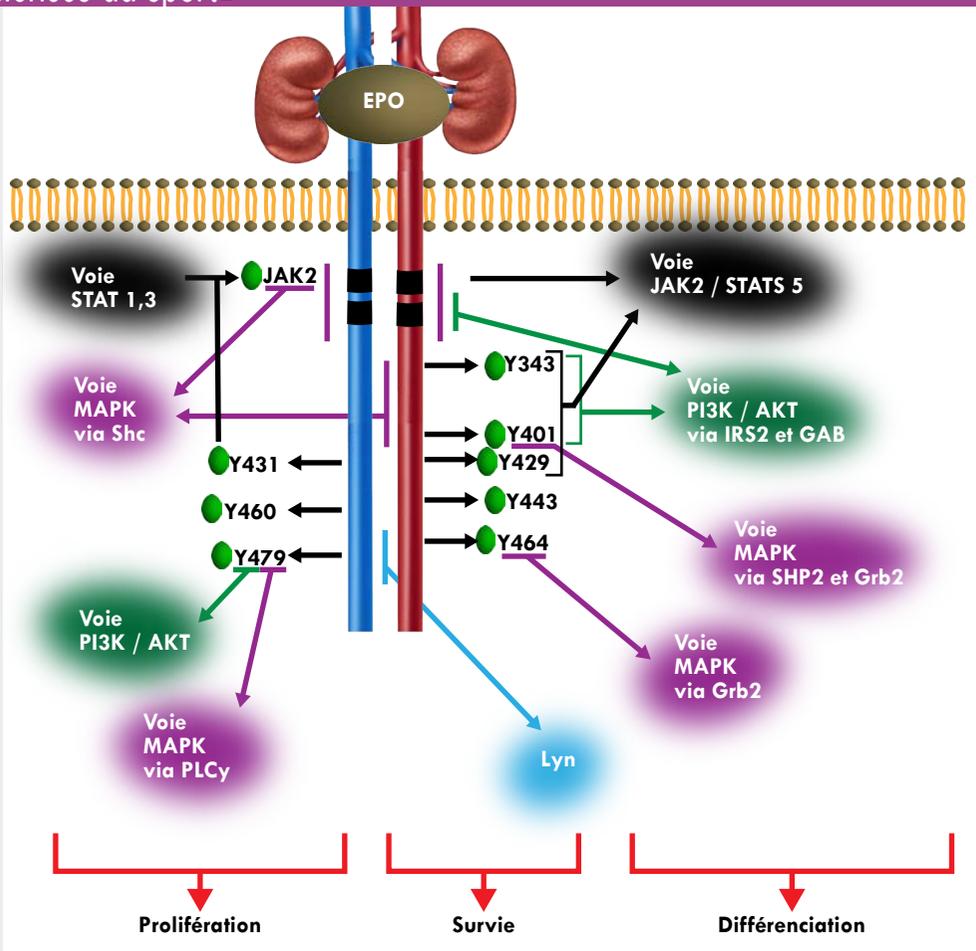


Figure 5 – Mécanismes de régulation de la balance prolifération/différenciation erythroïde par les facteurs de transcription GATA-1, FOG-1, E2F et la voie de signalisation Akt (Lefevre C, thèse Paris Sud - Paris XI, 2013).

L'EPO ne sert pas qu'à stimuler la production des globules rouges. En effet, la découverte de l'expression de l'EPO-R dans différents tissus non hématopoïétiques (muscles squelettiques, adipocytes, macrophages du tissu adipeux, neurones POMC et pancréas) laisse supposer que l'EPO

exerce ses fonctions sur la prolifération, la survie et la protection des cellules également dans ces tissus. À côté de ses effets neuroprotecteurs, cardioprotecteurs et sur l'angiogenèse⁴, elle aurait une action sur le métabolisme ▶

4–Formation de nouveaux vaisseaux sanguins.

et l'homéostasie énergétique. La distribution étendue du récepteur à EPO parmi divers organes au-delà du système érythroïde, suggère que l'EPO est non seulement une cytokine requise pour l'érythropoïèse, mais aussi un facteur important impliqué dans de nombreuses activités physiologiques (Cf. Figure 6) [Chateauvieux et al. 2011 ; Broxmeyer, 2013 ; Woo et Hawkins, 2014].

“ ... l'EPO exerce ses fonctions sur la prolifération, la survie et la protection des cellules, également dans ces tissus... ”

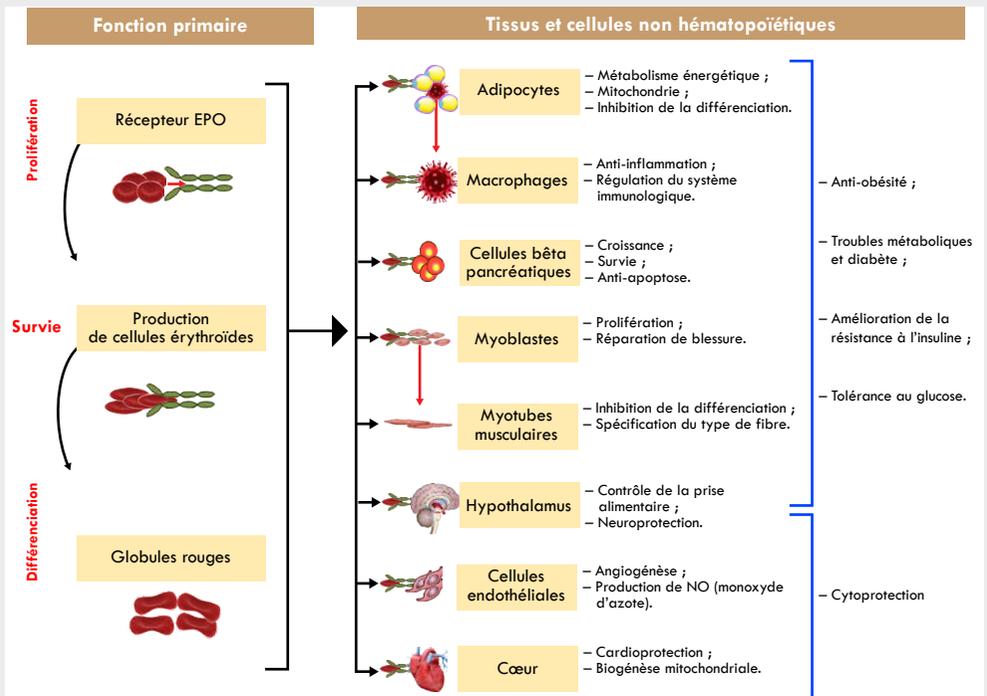


Figure 6 – Autres fonctions de l'EPO (©Ivyspring International Publisher, d'après Li Wang et al. 2014).

“ *Un recensement fait dans les années 2010-2012 avait ainsi dénombré l’existence de plus de 150 molécules.* ”

L’EPO se décline

(Jelkmann, 2016 ; Macdougall, 2008 et 2012 ; Fischer, 2010)

Grâce aux progrès de la technologie, les scientifiques ont rapidement été en mesure de créer artificiellement des molécules et autres composants du corps. L’EPO n’échappe pas à cette règle et a fait l’objet de diverses manipulations. On ne parle plus d’EPO mais d’EPO recombinante humaine (rHu-EPO). Depuis le milieu des années 1980, trois générations ont déjà vu le jour et des essais cliniques perdurent.

Première génération des rHu-EPO

Le gène de l’EPO humaine fut isolé et cloné pour la première fois en 1985, ce qui permit la transfection⁵ de lignées cellulaires de mam-mifères telles que les cellules d’ovaires

de hamsters chinois (CHO) et de reins de bébés hamsters (BHK), pour la production d’EPO recombinante humaine (rHu-EPO). La glycosylation de la protéine étant dépendante du contenu enzymatique des cellules transfectées, il existe des différences entre le rHu-EPO selon la lignée cellulaire à partir de laquelle elles ont été produites. Les rHu-EPO sont regroupées sous le terme d’époïétines et selon la nature de la glycosylation ce terme est suivi de la lettre grecque α , β , δ , ω , ζ . Ces époïétines possèdent une masse moléculaire très légèrement supérieure à celle de l’EPO endogène (36-38 kDa⁶ contre 34 kDa, NDLR).

L’époïétine α , produite à partir de CHO, fut la première rHu-EPO commercialement disponible. En 1989, elle reçut une autorisation de mise sur le marché de la part de la Food and Drug Administration (FDA) pour le traitement de l’anémie secondaire à l’insuffisance rénale chronique. Cette autorisation fut étendue au traitement de l’anémie associée à la chimiothérapie chez les patients cancéreux, au traitement de l’anémie associée au traitement antiviral chez ceux atteints du sida et pour la préparation d’une transfusion autologue programmée chez les patients adultes ▶

5—Introduction d’un fragment d’ADN étranger à l’intérieur d’une cellule au cours d’une expérience, d’un traitement par thérapie génique.

6—Dalton (Da) : Unité de mesure de la masse des atomes, nommé ainsi en l’honneur des travaux menés par le chimiste et physicien britannique John Dalton (1766-1844).

devant subir une intervention chirurgicale. Sa demi-vie est approximativement de 8 h ou 24 h selon qu'elle est administrée par voie intraveineuse ou sous-cutanée. Elle est généralement administrée 3 fois par semaine, la dose étant adaptée individuellement de manière à maintenir le taux d'hémoglobine dans les limites de 10 à 12 g.dL⁻¹ chez l'adulte.

L'époïétine β fut disponible en 1990. Bien qu'également produite à partir de CHO, sa glycosylation et son activité sont quelque peu différentes mais ne modifient guère les caractéristiques thérapeutiques. Depuis 2004, date d'expiration des brevets des époïétines α et β , des biosimilaires et des copies sont apparues sur le marché. Un recensement fait dans les années 2010-2012 avait ainsi dénombré l'existence de plus de 150 molécules.

Deuxième génération de rHu-EPO

Pour réduire la fréquence des administrations, l'industrie pharmaceutique a cherché à développer des molécules de demi-vie plus longues. Cet objectif fut atteint avec la *Nouvel Erythropoiesis Stimulating Protein* (NESP) ou darbepoétin α qui possède deux chaînes glycosylées supplémentaires (Cf. Figure 7). Cette molécule, de masse moléculaire 37,5 kDa, vit trois fois plus longtemps que les époïétines de première génération et permet de réduire le nombre d'administration à une injection par semaine ou toutes les deux semaines.

Troisième génération de rHu-EPO

Lancée en 2007, la *Continuous Erythropoietin Receptor Activator* ou CERA est constituée d'une époïétine β liée à une molécule de méthoxy

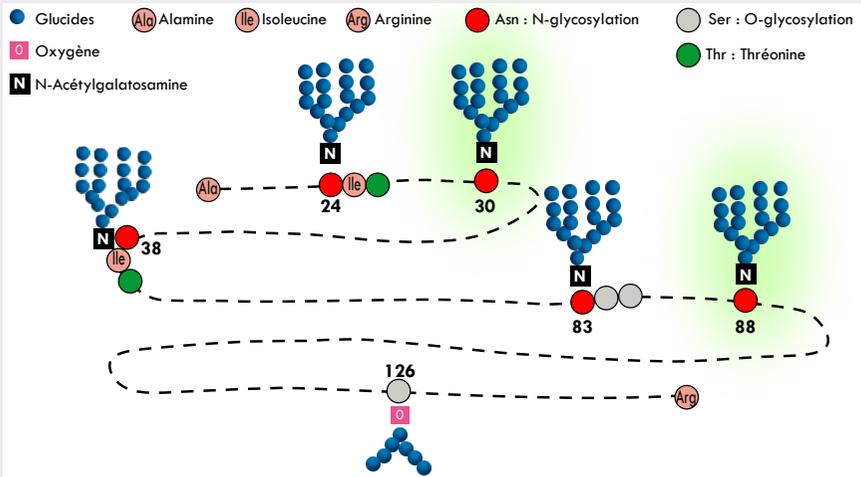


Figure 7 – Structure du NESP.

polyéthylène glycol (PEG). Sa masse moléculaire d'environ 60 kDa, qui ne permet pas, sauf conditions particulières, son élimination rénale, et sa grande stabilité dans le sang lui confèrent une demi-vie de l'ordre de 70 à 122 h, réduisant le traitement à une administration mensuelle ou moins. Elle devint tristement « célèbre » dans le monde du sport quand à la fin des années 2000, l'Italien Riccardo Riccio fut épinglé lors d'une étape du Tour de France 2008. À 25 ans, celui que l'on surnommait « le Cobra » avait été suspendu 20 mois avant d'être à nouveau contrôlé positif à son retour à la compétition en 2011. L'Italien est à présent interdit de compétition jusqu'en 2023, année de ses 40 ans.

EPO-FC

Il s'agit d'une protéine hybride recombinée comprenant une partie peptide d'érythropoïétine humaine (deux molécules de rHu-EPO) liée à une partie peptide d'immunoglobuline. La protéine hybride présente une demi-vie *in vivo* prolongée par rapport à l'érythropoïétine humaine native naturelle ou recombinée. Cette molécule n'a pas d'autorisation de mise sur le marché mais est commercialisée sur internet.

EPO et thérapie génique

Une technique de thérapie génique *ex vivo* autologue a été étudiée dans un essai clinique. Elle consistait à

prélever de petits cylindres de derme (biopompes), de les transfecter⁷ *in vivo* avec l'EPOcDNA inséré à l'aide d'un vecteur viral et à les implanter dans l'abdomen de patients en fin de stage d'insuffisance rénale chronique. Cependant, après de nombreuses années d'étude, cette méthode n'a pas dépassé le stade des essais cliniques.

Une « efficacité » remise en question ?

Dans les disciplines d'endurance, deux facteurs semblent prépondérants quant à l'accomplissement d'une performance : le transport d'O₂ aux muscles et la consommation d'O₂ par les muscles. Ces paramètres peuvent être évalués par la mesure du débit maximal d'oxygène que peut consommer l'organisme durant un effort (ou VO₂max), qui est une des caractéristiques majeures déterminant la performance dans ces disciplines. Le VO₂max est lié à la masse totale d'hémoglobine (tmHb). Une augmentation de cette masse se traduira par une augmentation du VO₂max (+ 1 g de tmHb = + 4 ml.mn⁻¹ de VO₂max). Il n'est donc pas surprenant que toutes les études concernant l'effet de l'administration d'époétines sur le VO₂max aient conclu qu'une administration de ▶

7—Introduction d'un fragment d'ADN étranger à l'intérieur d'une cellule au cours d'une expérience, d'un traitement par thérapie génique.

doses thérapeutiques d'EPO, pendant environ 4 semaines, conduit à une augmentation de 6 à 12 % du $VO_2\text{max}$ et une augmentation du temps d'épuisement pouvant aller jusqu'à 50 % (Sgrò *et al.* 2017) [Cf. Tableau 1]. Après arrêt de l'administration, l'effet sur le $VO_2\text{max}$ reste élevé au moins pendant trois semaines.

Néanmoins le $VO_2\text{max}$ n'est pas une mesure de la performance, et des études ont mis en évidence que l'administration d'époïétine augmentait davantage la performance en endurance qu'elle n'augmentait le $VO_2\text{max}$, laissant supposer que ses effets ergogéniques ne seraient pas exclusivement liés à l'augmentation du transport de l' O_2 par le sang. D'autres effets tels que l'augmentation de la diffusion de l' O_2 au niveau des poumons et des tissus, l'augmentation du nombre de jeunes globules rouges, l'augmentation du pouvoir tampon du sang ou des effets sur le muscle (angiogénèse, stimulation de la biogénèse des mitochondries, réparation), le cerveau (augmentation des capacités cognitives), et le métabolisme (augmentation de l'oxydation des lipides pendant l'exercice, propriétés antioxydantes) ont été évoqués (Chateauvieux *et al.* 2011 ; Sgrò *et al.* 2017 ; Lundby *et al.* 2008 ; Anaheim *et al.* 2016 ; Katavetin *et al.* 2007 ; Rasmussen *et al.* 2010).

S'il est courant de penser que le dopage à l'EPO et/ou à ses analogues

ne présente de l'intérêt que dans les sports d'endurance, il s'avère que la rhu-EPO était utilisée par certains sprinteurs – l'Américaine Marion Jones et le Britannique Dwayne Chambers entre autres – pour accroître les charges d'entraînement (Cf. l'affaire Balco).

Néanmoins, certaines études mettent en doute ces effets ergogéniques, particulièrement dans le cyclisme (Heuberger *et al.* 2013 et 2017 ; Hademan *et al.* 2014 ; Lodewijkx, 2014). La plus récente d'entre elles présente toutefois un écueil puisqu'elle n'a prouvé un manque d'efficacité que sur des cyclistes... amateurs.

Un dopage non sans risque

Par ces propriétés, l'EPO se veut donc comme un allié du corps mais se pose aussi comme une excellente candidate à l'amélioration des performances, malgré certaines voix dissonantes. En s'injectant des doses de cette substance, le sportif malintentionné va augmenter ses capacités à produire des globules rouges et mécaniquement augmenter l'apport en oxygène vers ses muscles. Ainsi, il disposera de plus d'énergie et d'une meilleure capacité à produire et récupérer de ses efforts. Toutefois, cette hausse bénéfique peut-elle avoir son revers. ▶

Période 1	Période 2	Période 3	+ Fer	Pre Hct et Hb valeurs	Post Hct et Hb valeurs	↑ VO ₂ max
■ Réf. Berglung (1991)						
20-40 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 6 sem.)			Non	44,5 % 152 g.L ⁻¹	49,7 % 169 g.L ⁻¹	6,4 %
■ Réf. Audran (1999)						
50 UI.kg ⁻¹ (1 fois/jour pdt 3 sem.)			Oral	44,5 % 151 g.L ⁻¹	49,5 % 165 g.L ⁻¹	7,9 %
■ Réf. Bierkland (2000)						
60-77 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 4 sem.)			Non	42,7 %	50,8 %	7 %
■ Réf. Parisotto (2000)						
50 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 4 sem.)			Oral	150 g.L ⁻¹	166 g.L ⁻¹	6-7 %
50 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 4 sem.)			IV	148 g.L ⁻¹	159 g.L ⁻¹	6-7 %
■ Réf. Russel (2002)						
50 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 3 sem.)	20 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 3 sem.)		Oral	41,9 % 142 g.L ⁻¹	48,6 % 168 g.L ⁻¹	4,7 %
50 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 3 sem.)	20 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 3 sem.)		IV	43,6 % 142 g.L ⁻¹	49,1 % 168 g.L ⁻¹	9,7 %
■ Réf. Connes (2002)						
50 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 3 sem.)	20 UI.kg ⁻¹ (3 fois/sem. pdt 2 sem.)		Oral	44,4 % 146 g.L ⁻¹	48,1 % 160 g.L ⁻¹	7 %
■ Réf. Lundby (2007)						
5 000 UI (3 fois/sem. pdt 2 sem.)	5 000 UI (3 jours consécutifs)	5 000 UI (1 fois/sem. pdt 11 sem.)	Oral	42 % 142 g.L ⁻¹	49 % 171 g.L ⁻¹	
5 000 UI (3 fois/sem. pdt 2 sem.)	5 000 UI (1 fois/sem. pdt 2 sem.)		Non	43,9 % 922 g	46,8 % 1 016 g	6,7 %
■ Réf. Durszel (2013)						
50 UI.kg ⁻¹ (Tous les 2 jours pdt 4 sem.)				41,9 % 144 g.L ⁻¹	49,2 % 167 g.L ⁻¹	8,4 %
■ Réf. Christensen (2015)						
40 µg.kg ⁻¹ Darbe (1 fois/sem. pdt 3 sem.)	20 µg.kg ⁻¹ (1 fois/sem. pdt 7 sem.)		Oral	144 g.L ⁻¹	164 g.L ⁻¹	10,5 % 34 %

Tableau 1 – Résultats d'études d'administration d'époïétines sur des sujets volontaires sains (Sgrò *et al.* 2017).

En effet, l'EPO est indiquée dans le traitement des anémies, en particulier celles des insuffisants rénaux, dialysés ou non, mais aussi celles des prématurés, dans la prise en charge des anémies symptomatiques chez les patients cancéreux adultes traités par chimiothérapie pour des tumeurs solides (un lymphome malin ou un myélome multiple) et à risque de transfusion en raison de leur état général (ex : état cardiovasculaire, anémie préexistante au début de la chimiothérapie). Elle est utilisée chez les adultes, sans carence martiale, participant à un programme de transfusions autologues différées, chez les patients devant subir une intervention chirurgicale orthopédique majeure programmée, ainsi que chez les patients atteints du sida. La drépanocytose homozygote peut également constituer une indication. En revanche, l'EPO n'entre pas dans le régime d'une personne en bonne santé. La raison en est assez simple.

L'administration d'EPO entraîne une augmentation de la masse globulaire et une diminution du volume plasmatique causant une augmentation de la viscosité sanguine. Cette augmentation est susceptible de provoquer une hypertension, voire la formation de caillots. Chez le sujet sain, on observe aussi d'autres problèmes, bien que rares : maux de tête, syndrome grippal, nausées, diarrhées, douleurs au point d'injection. Le recours à des doses plus

élevées, de même qu'un usage régulier, peut être la cause de phénomènes plus graves et même mortels tels que risques d'évènements vasculaires thrombotiques (thrombose veineuse, embolie pulmonaire, thrombose rétinienne et infarctus du myocarde), réactions cutanées sévères, aplasie globulaire. Son rôle dans le développement de certains cancers est aussi bien établi (Del Vecchio et Locatelli, 2016). Une douce ironie quand on sait que Lance Armstrong, avant de devenir le « parrain » du peloton et de mettre en place l'un des plus importants et puissants systèmes de dopage du sport, avait vaincu un cancer des testicules. ▶

“ L'administration d'EPO entraîne une augmentation de la masse globulaire et une diminution du volume plasmatique... ”



Conclusion

La disponibilité de l'érythropoïétine, dès la fin des années 1980, a révolutionné le traitement de l'anémie en particulier chez l'insuffisant rénal chronique. Du fait de ses caractéristiques et en raison de nombreux enjeux notamment économiques, ce produit, augmentant la masse totale en hémoglobine et mécaniquement la performance sportive notamment dans les sports d'endurance, fut très rapidement détourné de ses applications médicales à des fins de dopage. Bien que la possibilité de détecter son usage, aussi bien par des méthodes directes qu'indirectes, ait, chez les tricheurs, grandement réduit l'emploi de doses thérapeutiques ou supra-thérapeutiques, son usage n'a pas disparu. En effet, l'utilisation de microdoses, difficiles à détecter, fait perdurer la pratique. Et la lutte est loin d'être terminée. D'autres stimulants de l'érythropoïèse vont apparaître sur le marché :

- les stabilisateurs d'HIF qui vont entraîner une production d'EPO endogène même en normoxie ;
- les piègeurs d'activine qui agissent sur la phase tardive de la lignée erythroblastique (Del Vecchio et Locatelli, 2014 ; Jelkmann, 2015 ; Kurth et Wojchowski, 2015 ; Maxwell et Eckhardt, 2016 ; Bonomini *et al.* 2016 ; Gupta et Wish, 2017).

Toutefois l'origine exogène de ces substances fait que leur détection par les méthodes directes est aisée. Des cas de dopage aux stabilisateurs d'HIF ont d'ailleurs déjà été déclarés alors que ces substances n'ont pas encore obtenu d'autorisation de mise sur le marché (Buisson *et al.* 2016). ■

Bibliographie

ANNAHEIM S, JACOB M, KRAFFT A, BREYMANN C, TEHM M et BOUTELLIER U, « RhEPO improves time to exhaustion by non-hematopoietic factors in humans », *Eur J Appl Physiol*, 2016, 116(3), p. 623-633, doi:10.1007/s00421-015-3322-6.

BONOMINI M, DEL VECCHIO L, SIROLI V et LOCATELLI F, « New Treatment Approaches for the Anemia of CDK », *Am J Kidney Dis*, 2016, 67(1), p. 133-142, doi:10.1053/j.ajkd.2015.06.030.

BROXMEYER HE, « Erythropoietin: multiple targets, actions and modifying influences for biological and clinical considerations », *J Exp Med*, 2013, 210(2), p. 205-208, doi:10.1084/jem.20122760.

BUISSON C, MARCHAND A, BAILLOUX I, LAHAUSOIS A, MARTIN L et MOLINA A, « Detection by LC-MS/MS of HIF stabilizer FG-4592 used as a new doping agent: Investigation on a positive case », *J Pharm Biomed Anal*, 2016, 121, p. 181-187, doi:10.1016/j.jpba.2016.01.029.

BUNN HF, « Erythropoietin », *Cold Spring Harb Perspect Med*, 2013, 3(3), doi:10.1101/cshperspect.a011619.

CHATEAUVIEUX S, GRIGORAKAKI C, MORCEAU F, DICATO M et DIEDERICH M, « Erythropoietin, erythropoiesis and beyond », *Biochemical Pharmacology*, 2011, 82(10), p. 1291-1303, doi:10.1016/j.bcp.2011.06.045.

COURTOIS G, VANDEKERCKHOVE J, DUSSIOT M, KERSUAL J, COULON S, BELAID Z, ZERMATI Y, RIBEIL JA et HERMINE O, « L'érythropoïèse tardive : une mort avortée ? », *Hématologie*, 2007, 13(6), p. 400-408, doi:10.1684/hma.2007.0190.

DEBELJAK N et SYTKOSWSKI AJ, « Erythropoietin and erythropoiesis stimulating agents », *Drug Testing*

Analysis, 2012, 4(11), p. 805-812, doi:10.1002/dta.1341.

DEL VECCHIO L et LOCATELLI F, « An overview of safety issues related to erythropoiesis-stimulating agents for the treatment of anemia in patients with chronic kidney disease », *Expert Opin Drug Saf*, 2016, 15(8), p. 1021-1030, doi:10.1080/14740338.2016.1182494.

DEL VECCHIO L et LOCATELLI F, « New Treatment Approaches in Chronic Kidney Disease-associated Anaemia », *European Oncology & Haematology*, 2014, 14(5), p. 687-696, doi:10.1517/14712598.2014.892577.

FISHER JW, « Landmark advances in the development of erythropoietin », *Experimental Biology and Medicine*, 2010, 235(12), p. 1398-1411, doi:10.1258/ebm.2010.010137.

GUPTA N et WISH JB, « Hypoxia-Inducible Factor Propyl Hydroxylase Inhibitors: A Potential New Treatment for Anemia in Patients With CKD », *Am J Kidney Dis*, 2017, 69(6), p. 815-826, doi:10.1053/j.ajkd.2016.12.011.

HADEMAN M, ALEXY T, BROUWER B, CONNES P, JUNG F, KUIPERS H et BASKURT OK, « EPO or PlacEPO? Science versus Practical Experience », *Biorheology*, 2014, 51(2-3), p. 83-90, doi:10.3233/BIR-140655.

HEUBERGER JA, ROTMANS JI, GALP, STUURMAN FE, VAN'T WESTENDE J, POST TE, DANIELS JMA, MOERLAND M, VAN VELDHOVEN PLJ, DE KAM ML, RAM H, DE HON O, POSTHUMA JJ, BURGGRAAF J et COHEN AF, « Effects of erythropoietin on cycling performance of well trained cyclists : a double-blind, randomised, placebo-controlled trial », *Lancet Haematol*, 2017, 4(8), p. e374-e386, doi:10.1016/S2352-3026(17)30105-9.

HEUBERGER JA, COHEN TERVAERT JM, SCHEPERS FM, Vliegenthart AD, ROTMANS JI, DANIELS JM, BURGGRAAF J et COHEN AF, « Erythropoietin doping in cycling : lack of evidence for efficacy and negative risk-benefit », *Br J Clin Pharmacol*, 2013, 75(6), p. 1406-1421, doi:10.1111/bcp.12034.

JELKMANN W, « Erythropoietin », *Front Horm Res*, 2016, 47, p. 115-127, doi:10.1159/00045174.

JELKMANN W, « The ESA scenario gets complex: from biosimilar epoetins to activin traps », *Nephro Dial Transplant*, 2015, 30(4), p. 553-559, doi:10.1093/ndt/gfu089.

JELKMANN W, « Regulation of erythropoietin production », *J Physiol*, 2011, 589(6), p. 1251-1258, doi:10.1113/jphysiol.2010.195057.

KATAVETIN P, TUNGSANGA K, EIAM-ONG S et NANGAKU M, « Antioxydative effects of erythropoietin », *Kidney international*, 2007.

KOURY MJ, HAASE VH, « Anaemia in kidney disease: harnessing hypoxia responses for therapy », *Nat Rev Nephrol*, 2015, 11(7), p. 394-410, doi:10.1038/nrneph.2015.82.

KURTH D et WOJCHOWSKI M, « Emerging EPO and EPO receptor regulators and signal transducers », *Blood*, 2015, 125(3), p. 3536-3541, doi:10.1182/blood-2014-11-575357.

LODEWIJKX H, « The Epo Fable in Professional Cycling: Facts », *Fallacies and Fabrications », J Sports Med Doping Stud*, 2014, 4(141), doi:10.4172/2161-0673.1000141.

LUNDBY C, ROBACH P, BOUSHEL R, THOMSEN JJ, RASMUSSEN P, KOSKOLOU M et CALBET JA, « Does recombinant human Epo increase exercise capacity by means other than augmenting oxygen transport? », *J Appl Physiol*, 2008, 105(2), p. 581-587, doi:10.1152/jappphysiol.90484.2008.

MACDOUGALL IC, « Novel Erythropoiesis-Stimulating Agents: A new Era in Anemia Management », *Clin J Am Soc Nephrol*, 2008, 3(1), p. 200-207.

MAXWELL PH et ECKARDT K, « HIF propyl hydroxylase inhibitors for the treatment of renal anaemia and beyond », *Nature Reviews Nephrology*, 2016, 12(3), p. 157-168, doi:10.1038/nrneph.2015.193.

RASMUSSEN P, FOGED EM, KROGH-MADSEN R, NIELSEN J, NIELSEN TR, OLSEN NV, PETERSEN NC, SØRENSEN TA, SECHER NH et LUNDBY C, « Effects of erythropoietin administration on cerebral metabolism and exercise capacity in men », *J Appl Physiol*, 2010, 109(2), p. 476-483, doi:10.1152/jappphysiol.00234.2010.

SALAMIN O, KUURANNE T, SAUGY M et LEUENBERGER N, « Erythropoietin as a performance-enhancing drug/Its mechanistic basis, detection and potential adverse effects », *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2017, 464, p. 75-87, doi:10.1016/j.mce.2017.01.033.

SGRÒ P, SANSONE M, SANSONE A, ROMANELLI F et DI LUIGI L, « Effects of erythropoietin abuse on exercise performance », *The Physician and Sportmedicine*, 2017, 46(1), p. 105-115, doi:10.1080/00913847.1402663.

WOO M et HAWKINS M, « Beyond Erythropoiesis: Emerging Metabolic Roles of Erythropoietin », *Diabetes*, 2014, 63(7), p. 2229-2231, doi:10.2337/db14-0566.

L'aviron sur la ligne numérique



Par Sophie Barré

Ingenieur de recherche au CREPS des Pays de la Loire, chercheur associé au Laboratoire de recherche en hydrodynamique énergétique et environnement atmosphérique (LHEEA) à Centrale Nantes et attachée scientifique de la Fédération française d'aviron (FFA).



Soutenu par le
ministère des Sports,
le programme
OPTIPERFAviron entend
offrir une approche
scientifique de l'aviron avec
l'objectif d'améliorer les
performances des rameurs
et de leurs embarcations.
Au-delà de ses spécificités, il
interroge sur la recherche de
la performance dans le sport
d'élite.

Avec la participation
de Centrale Nantes, la FFA,
le CREPS des Pays de la Loire,
le ministère des Sports, l'INSEP
et la Région des Pays de la Loire.

“ ... la démarche couplée expérimentale et numérique enrichit les approches méthodologiques...” ”

La simulation numérique en aviron, un pari ?

La genèse des travaux de recherche sur l'aviron à Centrale Nantes

La rencontre d'une étudiante, d'un sport et d'un laboratoire

Ma formation initiale ne me prédestinait pas *ipso facto* à une carrière professionnelle en relation avec le sport, ayant réalisé des études scientifiques, en physique (licence et maîtrise). Aussi bizarre que cela puisse paraître, c'est la découverte d'un sport universitaire dans le cadre d'un enseignement optionnel qui a orienté progressivement et définitivement la poursuite de mon cursus, vers l'obtention d'un diplôme d'étude approfondie (DEA) en « Dynamique des fluides et transfert » à l'École Centrale

de Nantes et le suivi d'une formation complémentaire en parallèle dénommée « Section spéciale d'hydrodynamique navale avancée ».

Le choix de Centrale Nantes s'est naturellement imposé. En effet, dès les années 1960, l'établissement se prend au jeu de la voile. Trois raisons à cela : la présence du laboratoire de mécanique des fluides et de « ses » bassins des carènes¹, le développement des codes de calcul hydrodynamique et l'intérêt traditionnel des étudiants et des enseignants pour la pratique de ce sport.

L'activité de recherche était initialement consacrée au voilier plutôt qu'à la pratique de la voile avec, dans un premier temps, des essais en bassin pour les architectes et les concepteurs, puis des calculs des écoulements sur les carènes grâce au développement des codes de calcul à partir des années 1980 via la réalisation de plusieurs logiciels (REVA, ICARE) et le code ISIS-CFD utilisé dans le cadre de notre programme.

La recherche sur le sport dans le laboratoire

Le sport en général propose un vaste champ de questionnements et d'applications dans différents

1- Bassin d'essai sur lequel sont tractées des maquettes de bateau pour mesurer et vérifier expérimentalement leur performance et leur comportement.

domaines scientifiques avec une spécificité en hydrodynamique pour les sports nautiques. On peut également citer le calcul des structures composites qui participent à de nombreux projets de bateaux de compétition, monocoques et multicoques au palmarès prestigieux.

Le voilier est un des bateaux au fonctionnement le plus complexe et le bateau d'aviron a un fonctionnement atypique pour ne citer que ces deux cas. Ces sujets permettent ainsi de développer des matériels d'essais et des procédures expérimentales sophistiquées et originales qui doivent répondre à une exigence de précision (nous y reviendrons plus tard). Il en va de même pour les calculs CFD (*Computational Fluid Mechanics*). Avec l'aviron, par exemple, les écoulements fortement instationnaires autour de la palette d'aviron et dans une moindre mesure autour du bateau (vitesse d'avance fluctuante) permettent de tester les codes numériques dans des configurations atypiques.

Outre la renommée internationale du laboratoire dans le domaine de la mécanique des fluides numérique, la présence des installations expérimentales constitue un atout supplémentaire. En effet, la démarche couplée expérimentale et numérique enrichit les approches méthodologiques et les possibilités de validation des outils numériques. C'est dans ce contexte que nous avons

construit le programme de recherche OPTIPERFAviron avec Centrale Nantes et la Fédération française d'aviron qui a soutenu la démarche dès 1994.



© Icon sport

OPTIPERFAviron : enjeux et objectifs

L'objectif général du projet est de développer des connaissances et des outils destinés à apporter aux experts sportifs des pistes pertinentes d'optimisation des réglages et de la technique. Deux questions ont guidé notre réflexion :

- Quelles approches technique et scientifique peuvent aider les entraîneurs et les rameurs de haut niveau à répondre à leurs questions concernant l'amélioration de la performance individuelle et collective ?
- Avec quels moyens et quelle méthodologie pouvons-nous dégager des pistes d'amélioration de la performance et vérifier leur pertinence ? ▶

Une approche purement expérimentale ?

Dans une démarche d'optimisation individualisée, les études statistiques sur des populations, même ciblées, ne sont pas d'une grande utilité. Ce type d'études fournit des résultats généraux inadaptés dans le processus final d'optimisation fine pour un rameur ou un équipage donné. Cette démarche ne peut se développer que sur une base déterministe et individuelle. Dans le cas d'une approche purement expérimentale, pour trouver et évaluer des solutions, il faudrait en effet recourir à des plans d'expérience complets et rigoureux. Étant donné le nombre de paramètres à explorer, la mise en œuvre de tels plans monopoliserait rameurs et équipages concernés sur de très longues périodes. Incompatible avec les impératifs techniques et organisationnels des entraînements des équipages de haut niveau.

Même en supposant que cela soit possible, puisque l'objectif est de progresser en compétition, il faudrait également que les expérimentations se fassent en conditions. Or la mise en œuvre d'un plan d'expérience avec des cadences de compétition est difficilement compatible avec les protocoles d'entraînement. Autre point d'achoppement, toute variation des paramètres de réglage ou de style perturbe les acquis des rameurs et leur

demande une période d'adaptation pour en tirer le meilleur parti et cela même si en définitive la solution est à rejeter. Une adaptation incomplète risque de biaiser les résultats.

“ ... des cadences de compétition est difficilement compatible avec les protocoles d'entraînement. ”

On peut ajouter à cela les difficultés liées à l'instrumentation embarquée sur les bateaux. Celle-ci serait complexe et devrait être permanente et abondante puisqu'il conviendrait de mesurer le torseur complet des forces appliquées par la propulsion et toutes les composantes de la cinématique. De plus, des expérimentations étalées dans le temps sont inévitablement soumises aux aléas naturels.

Dans ces conditions, on voit bien la difficulté que présenterait une démarche scientifique purement expérimentale pour aider les experts sportifs dans la recherche de l'amélioration individualisée de la performance. ▶

Le pari de la simulation numérique

La solution alternative est d'avoir recours à une méthodologie mixte utilisant la simulation numérique du fonctionnement mécanique du système complet bateau-avirons-rameurs (Leroyer, 2012). Cette technique rend plus productive la recherche d'amélioration en permettant un tri virtuel des solutions. Cette démarche, courante dans l'industrie pour l'étude des systèmes complexes et leur optimisation, est également utilisée pour l'apprentissage du pilotage de ces systèmes. Elle permet de réaliser des études de sensibilité et des plans d'expérience à moindre coût, de maîtriser tous les paramètres et d'éviter les biais de l'expérimentation faisant appel à l'humain en milieu réel.

Ce projet demande, en revanche, des investissements théoriques importants notamment pour la modélisation des efforts en présence (Leroyer, 2010). Pour l'aviron, nous pouvons citer les forces hydrodynamiques sur les palettes et sur le bateau, la force aérodynamique, la modélisation du déplacement du centre de gravité du rameur... Avec les modèles simples communément utilisés, le comportement typique des bateaux d'aviron (Rongere, 2011) peut être rapidement mis en évidence mais les résultats, aussi didactiques soient-ils, ne vont pas au-delà de ce que les experts sportifs savent déjà. Comme l'objectif d'application de la méthode concerne le haut niveau, la démarche demande des efforts considérables, et continus, pour améliorer les modèles physiques et obtenir ainsi une sensibilité plus en rapport avec la finesse d'exécution des sportifs concernés et valider expérimentalement la démarche.

Cela étant dit, les avancées dans le domaine de la modélisation des efforts n'auraient qu'un intérêt théorique pour les aspects sportifs si elles n'étaient pas valorisées par une intégration dans un environnement de simulation complet. Un tel environnement est le seul capable

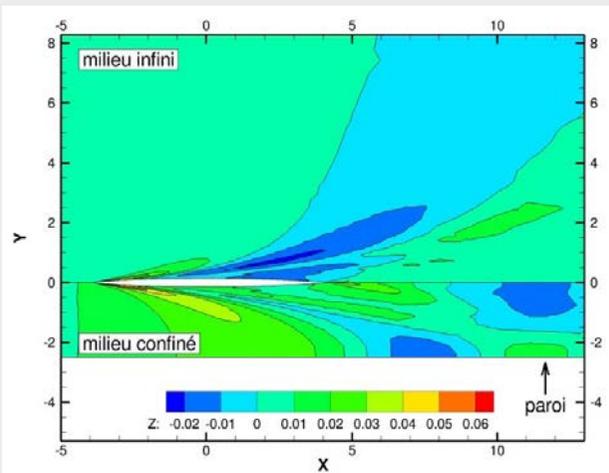


Figure 1 - Simulation d'un skiff (vitesse : 5,5 m.s⁻¹).

de générer des applications pratiques d'amélioration de la connaissance d'un système complexe et fortement couplé, et d'aborder ensuite la recherche de l'amélioration de la performance (Serveto, 2009) ; L'option fondamentale de ce programme est de conjuguer le recours à la simulation numérique, les mesures en laboratoire et en navigation ainsi que les techniques d'analyse mises au point dans le cadre de ce projet.

Sur le fond, la démarche repose sur un pari scientifique, à savoir : fonder la recherche d'amélioration de la performance sur une modélisation déterministe et individualisée du fonctionnement, considéré comme un problème multiparamétrique de propulsion instationnaire. L'approche est ambitieuse et le problème d'une grande complexité mais c'est à cette condition qu'il est intéressant aussi bien d'un point de vue fondamental par la maîtrise des phénomènes physiques en jeu que d'un point de vue appliqué avec l'optimisation de la performance.

Comment, dès lors ; concilier cet objectif de recherche à long terme avec le besoin à court terme de renforcer les connaissances et les pratiques expertes actuelles sur la base de critères quantifiables et d'indicateurs de performance ?

Les mesures, un dénominateur commun ?

Les mesures et/ou les datas constituent un champ d'expertise transversal utiles tant aux scientifiques qu'aux experts sportifs. Sur le terrain, elles permettent d'objectiver la performance et de donner des indicateurs pour les experts sportifs. Elles ont également l'avantage de faire entrer progressivement dans les pratiques d'entraînement l'habitude du recours à l'observation scientifique et d'affiner les questionnements. L'amélioration des connaissances théoriques acquises par le travail de recherche et son transfert permet, par ailleurs, de développer les outils d'analyse et d'interprétation des résultats des mesures.

Pour notre programme de recherche, elles sont nécessaires pour valider dans un premier temps, les modèles physiques avec une comparaison des grandeurs calculées et mesurées, et pour valider, dans un second temps, le simulateur numérique du fonctionnement du système complet bateau-rameur-avirons.

Le casse-tête des capteurs

Les mesures en navigation, dans le cadre de nos recherches, ont démarré dès 2000. La conception et la mise en œuvre d'un ensemble de ▶



© Icon sport

capteurs² pour un skiff ont été réalisées à Centrale Nantes. Bien que très performante, cette instrumentation ne constituait pas un outil d'aide à l'entraînement proprement dit. En effet, elle nécessitait une installation compliquée et la manipulation de l'ensemble s'avérait très exigeante en temps et en technicité.

La principale difficulté des essais en navigation et particulièrement à l'entraînement est qu'ils ne doivent pas perturber le déroulement et la

programmation des séances. Aussi, dès 2006, la Fédération française d'aviron (FFA) s'est dotée d'un ensemble de capteurs (réalisés par *Peach Innovations*, NDLR) dédiés à l'aviron et permettant des mesures en navigation sans entrave. ▶

“ L'approche est ambitieuse et le problème d'une grande complexité... ”

²— Cette première instrumentation avec les évolutions technologiques de ces dernières années est désormais dépassée.

Un support de plus pour aider les entraîneurs

Pour l'athlète comme pour l'entraîneur, l'analyse quantitative de l'influence du geste sur la performance est parfois difficile à réaliser en temps réel à l'entraînement. Depuis de nombreuses années, les entraîneurs ont recours à l'outil vidéo. Ils analysent et commentent les images avec les sportifs sur des séances individuelles ou collectives. Même si son apport est incontestable pour l'analyse de la performance en aviron, la vidéo ne fournit toutefois pas de données quantitatives et objectives sur la cinématique et ne permet pas l'évaluation des paramètres dynamiques (force, puissance, accélération).

C'est pourquoi les mesures en navigation sont très utilisées en France et à travers le monde. L'Allemagne (pionnière dans ce domaine), l'Australie, la Grande-Bretagne ou l'Italie ont ainsi conçu leur propre ensemble de capteurs et beaucoup d'autres nations achètent maintenant les capteurs disponibles sur le marché. Des capteurs

permettant de mesurer l'angle de balayage horizontal de l'aviron (amplitude du geste), la force propulsive sur la dame de nage (composante de la force dans le sens d'avance du bateau), la vitesse et l'accélération du bateau. Dans cette configuration « nominale », cette instrumentation se veut légère (1,6 kg pour un skiff et 2 kg pour un double), simple d'utilisation et s'installe en 30 à 45 min environ pour un bateau court. Ce sont ces mesures qui ont été principalement utilisées lors des stages de l'équipe de France. À noter que d'autres appareillages sont disponibles pour la barre de pieds, la coulisse ainsi que la télémétrie.

Le principal écueil des mesures en navigation mais aussi plus généralement de l'aide à la performance, en dehors de données erronées (ex : capteurs non validés ou non étalonnés), réside dans la surabondance d'informations, qui peut potentiellement égarer l'entraîneur. La plus-value n'est pas dans les mesures mais bien dans le choix des protocoles, des indicateurs et des analyses. Pour être pertinentes, les informations données à ►



“ ... que la profusion d’informations ne rende pas les entraîneurs trop dépendants... ”

l’entraîneur doivent être sélectionnées et « digérées » en fonction du modèle de performance choisi et qui sera différent suivant le rameur ou l’équipage dont il a la responsabilité.

Attention également à ce que la profusion d’informations ne rende pas les entraîneurs trop dépendants ni des moyens de mesures, ni des résultats. Cela doit absolument rester une aide et seulement une aide. D’autant plus que, même si le nombre de paramètres mesurés est de plus en plus important, ce n’est pas encore suffisant pour répondre de façon déterministe à l’ensemble des questions qu’ils se posent. Et puis n’oublions pas que la performance sportive n’est pas une science exacte.

Des modèles et un simulateur à valider

En mettant la simulation numérique au cœur du programme de recherche pour les raisons évoquées précédemment, il est impératif de valider les codes de calcul numériques élaborés par les chercheurs du laboratoire avec notamment le logiciel ISIS-CFD. Ces validations se font par comparaison entre les résultats d’une simulation et d’une expérimentation. Le but

est de reproduire les mêmes cinématiques et de comparer les forces et les moments obtenus.

À titre d’exemple, nous présentons ici la validation du code de calcul ISIS-CFD pour les forces hydrodynamiques sur les palettes d’aviron (Robert, 2014). Sans entrer dans les détails, deux types d’essais expérimentaux vont être utilisés. D’une part, des essais réalisés *in situ* sur un bateau instrumenté et d’autre part, des essais effectués en bassin des carènes avec un dispositif spécifiquement dédié à l’étude de l’écoulement autour des palettes d’aviron (Leroy, 2008).

► Les mesures en bassin des carènes

Pour les essais en bassin, un mouvement simplifié est imposé. L’avantage réside dans le fait que l’environnement et les paramètres sont maîtrisés, avec une confiance dans la précision et la répétabilité des mesures (Barré, 2010). ►





Bassin des carènes et banc de mesure installé sur le chariot du bassin des carènes.

► Les mesures en condition écologique

Cette caractéristique n'est pas aussi présente dans les essais *in situ*. De plus, certains paramètres difficiles à mesurer sur l'eau manquent pour caler parfaitement les simulations. En revanche, leur atout est de ne faire aucune simplification sur le

mouvement. Dans ce cas, le rameur agit directement en tant que système propulsif et la cinématique qu'il impose est modifiée continûment par les contraintes imposées par le fluide.

Les difficultés rencontrées pour valider les simulations avec le niveau ►

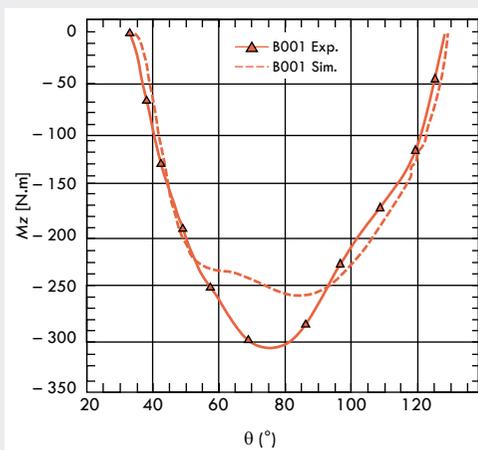
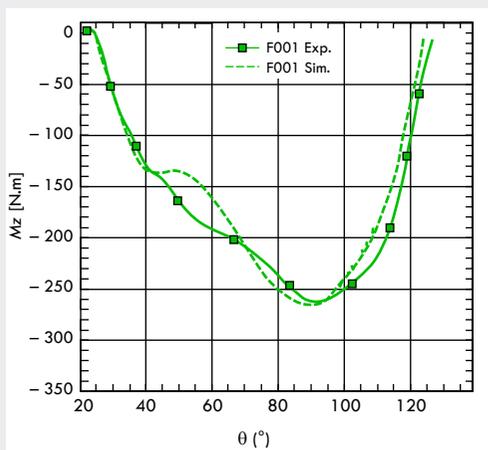


Figure 3 - Comparaison des moments M_z mesurés et calculés pour deux rameurs différents.

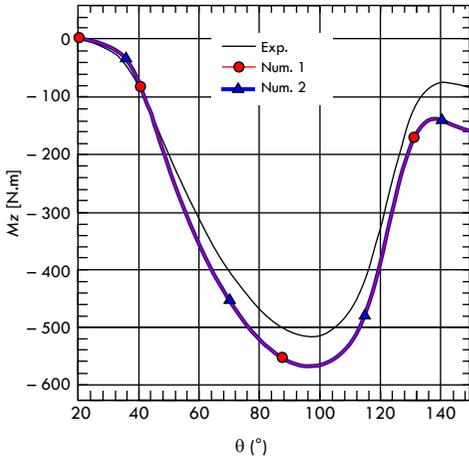


Figure 2 - Comparaison du moment M_z calculé et mesuré.

de précision souhaité vont nous obliger à explorer des dispositifs plus pertinents et performants permettant une mesure directe du mouvement de la palette par rapport à l'eau (et non la somme de deux grandeurs qui se compensent partiellement : la vitesse du bateau ou du chariot et la vitesse de rotation de la pelle).

Dire que les mesures sont au centre de nos préoccupations reste d'actualité et elles constituent le dénominateur commun entre d'un côté les attentes des sportifs et de l'autre celles des scientifiques même si les exigences de précision et les grandeurs mesurées ne coïncident pas systématiquement. Néanmoins, le savoir-faire en matière de mesures est transférable et capitalisable pour l'ensemble des besoins répertoriés. ►

Une approche qui fonctionne ?

La performance sportive est l'aboutissement d'un processus complexe et multiforme qui comporte une bonne part d'intuition et d'aléas. Bien présomptueux serait le chercheur qui penserait pouvoir améliorer la performance par la seule application des méthodes et des connaissances de sa spécialité. Toutefois, il est intéressant de noter que durant l'olympiade écoulée (2012-2016), deux bateaux ont fait preuve d'une assiduité particulière dans les mesures : le deux de couple hommes poids léger et le 4 sans barreur hommes poids léger. Coïncidence ou non, ces derniers ont aussi ramené les meilleurs résultats de la flotte française. En effet, le premier cité, emmené par Jérémie Azou et Pierre Houin, s'est paré d'or, quand le second a vogué vers le bronze aux Jeux olympiques de Rio en 2016.



Si aucune conclusion hâtive ne peut être tirée, les résultats semblent dessiner une tendance. Malgré tout, il convient de préciser que ce ne sont pas tant les mesures mécaniques, considérées comme partielles vu les nombreux paramètres de la performance, que la démarche globale de l'entraîneur à laquelle elles sont associées, qui font que ces bateaux sont performants.

“ En 2016, nous ne nous sommes intéressés qu’aux rameurs ayant réussi les sélections. ”

Après le bilan qualitatif, voici quelques données quantitatives détaillant le travail effectué à partir des mesures mécaniques autour des rameurs au cours des deux dernières olympiades.

2009	2010	2011	2012	Total
Nombre de stages (durée moyenne de 10 jours)				
3	5	7	5	20
Nombre de jours				
26	39	72	40	177
Séquences d’entraînement mesurées				
30	49	78	49	206
Séquences analysées				
60	96	188	146	490
Nombre de parcours				
4	9 ^(a)	2 ^(b)	2	17
Nombre de rameurs concernés				
34	29	46	46	

(a) rameurs handisport.

(b) mesures en compétition.

2013	2014	2015	2016	Total
Nombre de stages (durée moyenne de 10 jours)				
4	7	5	5	21
Nombre de jours				
34	40	43	45	162
Séquences d’entraînement mesurées				
60	51	40	54	205
Séquences analysées				
130	100	80	165	475
Nombre de parcours				
5	17 ^(c)	10 ^(d)	5	37
Nombre de rameurs concernés				
37	37	27	18 ^(e)	

(c) dont 7 rameurs handisport.

(d) dont 2 mesures en compétition.

(e) dont 6 rameurs handisport.

Quelques éléments complémentaires d’analyse à partir de ce tableau :

On remarque que les chiffres globaux sont similaires d’une olympiade à l’autre excepté sur le nombre de mesures en compétition ou en situation de compétition. En effet, la pertinence et la maîtrise de l’outil et son acculturation dans le milieu ont permis d’envisager de façon plus prégnante ces actions.

Néanmoins, si on observe plus en détails les chiffres, on remarque que les deux olympiades n’ont pas été exactement similaires dans l’utilisation de l’outil. ▶

Sur la première olympiade, on note une augmentation significative des mesures tant en termes de rameurs que de séquences analysées sur les deux dernières années. Il faut noter que sur cette période, nous avons fonctionné à deux sur les mesures mécaniques avec une personne dédiée au montage des capteurs et une autre dédiée exclusivement à l'analyse des données. Après les deux premières années d'utilisation et de période probatoire, la volonté du terrain était de passer un maximum de rameurs.

Sur la deuxième olympiade, même si nous avons diminué le nombre de rameurs par rapport à la fin de la précédente, il est resté conséquent sur les deux premières années. Cela se vérifie encore plus chez les femmes avec un secteur en reconstruction après 2012 (pas de femmes aux JO). On observe toutefois que le nombre de rameurs a fortement diminué entre 2015 et 2016. C'est la conséquence des sélections olympiques. En 2016, nous ne nous sommes intéressés qu'aux rameurs ayant réussi ces sélections.

Les mesures avec le secteur handisport ont été réalisées exclusivement l'année des JO lors d'un stage d'entraînement et de préparation à la Coupe du monde de Poznan.

L'interface, une nécessité ? ■

Les mesures menées sur le terrain ne sont pas encore en lien direct avec le programme OPTIPERFAviron puisque les outils – en particulier l'utilisation de la simulation – ne sont pas encore opérationnels. Néanmoins, l'expertise et la technicité acquises dans les mesures en navigation depuis quelques années et l'amélioration des connaissances associées aux travaux de recherche font que les analyses deviennent de plus en plus pertinentes.

Par ailleurs, les collaborations entre chercheurs et experts sportifs ont eu le mérite d'introduire progressivement le recours à la démarche scientifique en maintenant un lien permanent et en rendant un service de qualité majoritairement reconnue. Une collaboration construite et développée en veillant à maintenir un équilibre entre l'aide active au terrain et les actions de recherche. Mais cette dynamique et ce cercle vertueux peuvent difficilement s'organiser durablement s'il n'y a pas une « interface » entre les parties prenantes. En effet, la performance sportive est complexe et s'appuie sur ►



un savoir-faire, des compétences et de l'expertise dans des domaines scientifiques, techniques et technologiques très variés. De ce fait, un grand nombre d'acteurs de divers horizons dont les motivations et enjeux peuvent être différents voire parfois divergents, doivent être mis à contribution.

Structuration de l'interface à la FFA

Même si la Fédération française d'aviron a été sensible aux aspects de la recherche dès 1998 (et même dès 1994 en me soutenant dans mes initiatives) en créant un poste de chargé de recherche et en nommant un responsable de la recherche en son sein, on peut considérer que la structuration de ce secteur n'a commencé qu'au début de l'olympiade 2008-2012 avec la constitution d'une cellule d'aide à la performance.

Cette cellule, quoique modeste, était impliquée dans les mesures de terrain avec les équipes de France, dans la vidéo (organisation d'une banque d'images techniques), avec la veille internationale (récupération de données des autres pays, l'analyse des compétitions nationales et internationales) et enfin *La Revue des entraîneurs* (diffusion d'articles).

Puis à la fin de l'olympiade et comme très souvent dans les fédérations, les cartes ont été redistribuées

avec l'arrivée d'un nouveau DTN. La Mission d'aide à la performance (MAP) naît dans la continuité de la cellule d'aide à la performance. La MAP passe de deux personnes à environ 30 (chefs de secteur, entraîneurs nationaux, médecins, ressources externes ponctuelles) dont 3 collaborateurs principaux et 4 collaborateurs réguliers. La mission a pour objectif de « mener et accompagner des projets concrets au service de la performance des rameurs de l'équipe de France (soigner les détails qui font la différence) ». Par conséquent, elle centralise l'ensemble des actions concernant la recherche et l'aide à la performance. Ce regroupement doit assurer la cohérence des projets développés au sein de la fédération et permet également de créer une dynamique, favorable aux échanges, à la définition de nouveaux projets, à la veille internationale et à la diffusion de connaissances.

À travers la structuration de la fédération, on s'aperçoit que l'interface peut prendre différentes formes mais doit disposer si possible de personnes ayant la double culture sportive et scientifique. Quelques fédérations sont déjà organisées et chacun avec sa propre instance et histoire. De plus, beaucoup de fédérations – même si elles souhaitent s'investir dans la recherche et/ou l'aide à la performance – n'ont ni les ressources humaines nécessaires en nombre ni en compétences. ►

C'est pourquoi, je pense qu'un établissement – sous réserve qu'il développe et qu'il dispose en son sein d'une personne qui pilote une « mission » recherche – peut aider les fédérations soit à se structurer, soit à jouer de façon plus générale ce rôle d'interface entre le sport et la recherche.

Les établissements, un rôle d'interface ?

Il est important que les fédérations sportives se structurent autour des questions de la recherche et de l'aide à la performance afin d'assurer la coordination et la cohérence des actions mises en place pour qu'*in fine* elles servent au mieux les intérêts des sportifs et plus précisément l'amélioration de leur performance. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, plusieurs fédérations le font déjà mais encore faut-il avoir les moyens et les compétences pour organiser cette mission.

Les établissements peuvent aider les fédérations à s'organiser et aussi contribuer à un maillage régional qui permettra de démultiplier le potentiel d'actions à condition que tout cela soit organisé.



“ ... beaucoup de fédérations [...] n'ont pas les ressources humaines nécessaires en nombre mais aussi en compétences. ”

Le Centre de ressources, d'expertise et de performance sportive (CREPS) des Pays de la Loire s'inscrit dans cette démarche et peut être garant de la coordination, de la cohérence et de la continuité des actions en lien étroit avec les fédérations sportives et par l'intermédiaire de ses structures et des projets de performance fédéraux (PPF). Les relations professionnelles qu'il entretient avec le haut niveau lui confèrent une connaissance de la performance et aussi une bonne compréhension des attentes des experts sportifs. LE CREPS peut jouer ce rôle d'interface privilégiée entre les différents acteurs de la performance sportive que sont les institutions, les fédérations sportives, les laboratoires de recherche et enfin les entreprises déjà impliquées dans le milieu sportif ou susceptibles de l'être par l'intermédiaire de l'innovation.

Dans ce cadre, le CREPS avec sa réimplantation dans des nouveaux ►

locaux, prévue à l'automne 2020, décline ce rôle d'interface avec les actions suivantes :

- coordonner et contribuer à l'élaboration et au suivi de projets de recherche, d'expertise et d'innovation dont l'objectif est la performance sportive ;
- être un laboratoire de terrain et une plateforme d'expérimentation ;
- être un centre de ressources et de diffusion de la connaissance sur le sport de haut niveau et un lieu d'échanges et de rencontres de professionnels ;
- assurer une veille technologique, scientifique et pédagogique et surtout favoriser le transfert vers les formations.

De plus, il est important de rappeler que le CREPS des Pays de la Loire participe à deux réseaux que sont :

- le réseau régional Recherche et Sport dans les Pays de la Loire (RSPDL) pour lequel il peut jouer un rôle d'interface entre les experts sportifs et les chercheurs ;
- le réseau « Grand INSEP », piloté par l'INSEP qui rassemble les centres labellisés au service de la performance sportive.

Ces réseaux peuvent contribuer à mettre du lien, mutualiser les moyens et capitaliser les connaissances afin de servir *in fine* la performance sportive.

“ ... un modèle numérique du système complet suffisamment fin pour être pertinent reste un pari de longue haleine qui nécessite humilité, rigueur et persévérance. ”



Alban Leroyer,

Maître de Conférences au Laboratoire de recherche en hydrodynamique, énergétique et environnement atmosphérique (LHEEA), Centrale Nantes :

« Les sports nautiques comme l'aviron sont un terrain de jeu passionnant pour la mécanique des fluides numérique car cela amène à éprouver les modèles physiques et les méthodes numériques dans un cadre applicatif à la fois atypique et complexe, et qui plus est attractif pour les étudiants. »

La littérature scientifique pertinente et les mesures expérimentales exploitables se font rares au sujet de ces embarcations singulières du monde de l'hydrodynamique navale que sont l'aviron et le ▶



©iStockphoto

kayak, caractérisées notamment par une vitesse d'avance fortement variable, des mouvements secondaires importants, une déformation violente de la surface libre à proximité des pagaies et des rames. À cela, il faut ajouter la complexité provenant de l'interaction forte avec l'athlète et dont la modélisation est moins aisée qu'un système purement mécanique.

D'un point de vue plus personnel, après avoir rattaché les pelles et décroché mes diplômes, contribuer à l'analyse et l'optimisation de la performance en aviron relève

à la fois d'un juste retour de ce que m'a apporté ce sport et de la recherche technologique pour objectiver un retour plus juste, une prise d'eau plus fine, une phase propulsive plus efficace... Et même, si cette double compétence facilite la démarche de modélisation et la communication avec l'ensemble des acteurs concernés, l'objectif visant à développer un modèle numérique du système complet suffisamment fin pour être pertinent reste un pari de longue haleine qui nécessite humilité, rigueur et persévérance. Mais n'en est-il pas de même pour la quête d'un titre olympique ? » ▶



« *Un élément essentiel de cohésion* »

Entraîneur national du secteur Hommes, notamment du deux de couple poids légers, champion olympique 2016, créateur et coordonnateur de la MAP de 2012-2016, Alexis Besançon explique en quoi les travaux de Sophie Barré et ses équipes l'aident dans la haute performance.

En tant qu'entraîneur des équipes de France, que vous ont apporté les mesures de terrain ?

Les mesures biomécaniques ont été un atout dans la conquête du titre olympique du double comme dans la domination internationale de cette embarcation de 2013 à 2017. Les mesures ont permis d'affiner l'installation de Jérémie, Pierre et Stany (Delayre, partenaire de Jérémie Azou jusqu'au printemps 2016, NDLR), de valider leurs progrès et de conforter

des axes de travail et des intentions techniques. Jérôme Déchamp (responsable des équipes de France junior, NDLR) a aussi beaucoup travaillé avec Sophie Barré pour affiner la préparation du quatre sans barreur poids léger médaillé de bronze à Rio.

En tant que coordonnateur de la MAP, quels enseignements tirez-vous de ce rôle d'interface ?

La MAP a été un élément essentiel de cohésion des trois secteurs de l'équipe de France (femmes, hommes, poids léger hommes) senior de 2012 à 2016 tant sur la programmation de l'entraînement que le partage d'outils, de méthodes ou des fruits de recherches. Le nouveau lien avec les entraîneurs de club au travers de la création d'un site d'accès privé de la MAP a élargi l'interface nécessaire entre tous les acteurs de la performance pour l'obtention de l'or. ■

Alexis Besançon avec Jérémie Azou et Pierre Houin (de gauche à droite)



Bibliographie

Textes produits sur les aspects mécaniques de la performance à destination des entraîneurs depuis la création de la Mission d'aide à la performance. (Disponibles à la demande auprès de l'auteur).

BARRÉ S, BESANÇON A et PURIER G, *Des nouvelles pelles pour les jeunes ?*, 2016.

BARRÉ S, *Mécanique et performance en 2015*, 2015.

BARRÉ S, LEREBOULET D et BESANÇON A, *Préparer la surface d'une coque*, 2015.

BARRÉ S et BARATHAY S, *Mesures mécaniques en compétition*, 2014.

BARRÉ S, *SpeedCoach GPS – Banc d'essai et outils*, 2013.

BARRÉ S, *Mesures de terrain en mécanique – Stage terminal des U23*, 2013.

BARRÉ S, *Mesures de terrain en mécanique sur le huit*, 2013.

BARRÉ S, *Mesures de terrain en mécanique*, 2013.

DECHAMP J, *Le LM4- français mesuré en compétition*, 2014.

DECHAMP J, *Optimisation de l'amplitude efficace*, 2014.

DESLAVIÈRE Y et MOREL PL, *La mécanique du huit*, 2015.

LEREBOULET D, BARRÉ S et BESANÇON A, *La télé-métrie en progrès ?*, 2014.

LEROYER A et BARRÉ S, *Influence de la salinité de l'eau*, 2016.

LEROYER A et BARRÉ S, *Température et résistance à l'avancement*, 2015.

LEROYER A, *Le regard d'un scientifique sur l'intervention de V. Kleshnev*, 2013.

Publications scientifiques du programme de recherche OPTIPERF'AVIRON (2008-2016).

Publications de rang A

BARRÉ S et KOBUS JM, « Comparison between common models of forces on oar blades and forces measured by towing tank tests », *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 2010, 224(1), p. 37-50, doi:10.1243/17543371jset43.

LEROYER A, BARRÉ S et KOBUS JM, « Mesures et simulations : démarche et étapes vers une meilleure connaissance de l'hydrodynamique des palettes d'aviron », *Movement & Sport Sciences - Science et Motricité*, 2012, 75(75), p. 85-96, doi:10.1051/sm/2011160.

LEROYER A, BARRÉ S, KOBUS JM et VISONNEAU M, « Influence of free surface and unsteadiness on oar blade hydrodynamic loads », *Journal of Sports Sciences*, 2010, 28(12), p. 1287-1298, doi:10.1080/02640414.2010.485646.

LEROYER A, BARRÉ S, KOBUS JM et VISONNEAU M, « Experimental and numerical investigations of flow around and oar blade », *Journal of Marine Science and Technology*, 2008, 13(1), p. 1-15, doi:10.1007/s00773-007-0256-7.

ROBERT Y, LEROYER A, BARRÉ S, RONGERE F, QUEUTEY P et VISONNEAU M, « Fluids Mechanics in Rowing : The Case of the Flow around the Blades », *Procedia Engineering*, 2014, 72, p. 744-749, doi:10.1016/j.proeng.2014.06.126.

RONGÈRE F, KOBUS JM, BABARIT A et DELHOMMEAU G, « Étude comparée de méthodes de calcul des efforts de radiation pour une application à l'aviron », *La Houille Blanche*, 2011, p. 44-51, doi:10.105/lhb/2011052.

SERVETO S, BARRÉ S, KOBUS JM et MARIOT JP, « A three-dimensional model of the boat-oars-rower system using ADAMS and LifeMOD commercial software », *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 2009, 224, p. 75-88, doi:10.1243/17543371jset42.

Julien Bahain :

« Nous sommes tous touchés par cette transition, cette petite mort »

Propos recueillis par Christopher Buet
avec la participation de



Lise Anhoury

Psychologue clinicienne,
Unité de psychologie du sport, pôle médical, INSEP.



Nadine Debois

Chargée de mission, Licences STAPS 1-2-3
option entraînement à l'INSEP.



Laurence Blondel

Responsable de l'accompagnement aux projets de
formation des sportifs de haut niveau à l'INSEP.



Médaillé de bronze olympique en aviron, Julien Bahain a raccroché quelques mois après les Jeux olympiques de Rio. À 32 ans, l'ancien rameur évoque l'après-carrière et la complexité de cette période pour un athlète de haut niveau, en perte de repères.

“ On focalise sur la performance, les échecs mais on parle peu de cet « après ». ”

Voilà près d'un an que Julien Bahain a retrouvé une vie « normale ». Un an qu'il a définitivement rangé les avirons et remisé son embarcation. Un an qu'il se cherche aussi, oscillant entre petites joies et les sombres errements d'une après-carrière plus difficile qu'imaginée. En effet, le médaillé de bronze olympique du quatre de couple à Pékin en 2008 peine. Dans une longue tribune publiée sur son blog, le natif d'Angers qui avait choisi de finir sa carrière sportive sous les couleurs du Canada, étalait le mal-être qui le rongeaient, faisant part des difficultés pour un sportif de haut niveau de retrouver la banalité du quotidien, expliquant ses rapports tumultueux avec un corps qui lui échappe quand son esprit, lui, se perd, incapable de définir qui il est. Avec pudeur et malgré un océan de distance, l'ancien champion d'Europe d'aviron a accepté d'évoquer avec nous ce qui l'empoisonne depuis la fin de sa carrière et parler sans fard de l'après, quand le sportif disparaît, et du défi de se réinventer physiquement, socialement et mentalement. Un témoignage rare d'un homme en quête de lui-même.



Six mois après avoir annoncé votre retraite sportive, vous avez publié un long texte sur votre blog où vous faites part de vos difficultés au quotidien. Pourquoi avoir eu cette démarche de vous épancher sur votre mal-être ?

J'écris beaucoup. Je me suis rendu compte qu'on oublie facilement ce qui se passe, des détails, des dates... Aussi je mets certaines choses sur mon blog, d'autres pas. Je filtre pas mal. Celui-là, notamment, j'ai beaucoup hésité et pour plein de raisons. La première c'est que c'est quelque chose de très personnel. *(Il hésite et reprend)* Ce n'est pas qu'on n'en parle pas parce qu'on le fait de plus en plus mais ce n'est ▶



©Katie Steenman

pas quelque chose sur lequel on focalise. On focalise sur la performance, les échecs mais on parle peu de cet « après ». Souvent, quand c'est fini, on passe à autre chose. Ce qui m'a poussé à publier c'est que je me suis dit que je ne pouvais pas donner le « très bon » sans donner le « moins bon » aussi. Il faut être honnête avec soi-même. Ensuite, la deuxième raison, c'est la réalité du terrain, c'est-à-dire les coéquipiers qui ont arrêté et sont dans la même situation, tous les gens que j'ai rencontrés et avec qui je parle. On se rend compte qu'après 10, 15, 20 ans ou plus encore, des gens ont encore du mal et si j'en parle, ça peut aider. On m'a dit : « Attention, c'est personnel, tu

ne devrais pas écrire ça ». Ce n'est pas tabou mais c'est une manière de dire que je dépassais les limites. D'autres, en revanche, m'ont dit avoir enfin pu parler avec leur femme en leur faisant lire le texte car en plusieurs années depuis leur arrêt, c'est le seul moyen qu'ils avaient trouvé pour leur exprimer ce qu'ils ressentaient sans parvenir à mettre des mots dessus. J'ai eu les deux extrêmes et c'est ce que je recherchais. Ce n'est pas un coup de pub, c'est vraiment une réalité. J'ai encore du mal aujourd'hui et j'avais envie de le partager car c'est aussi ma manière de parler avec les gens, peut-être d'aller mieux et de me rendre compte que je ne suis pas tout seul.



La précision de Nadine Debois, chercheuse à l'INSEP :

« Ce vécu corrobore ce qu'on a pu observer en recherche (Stéphan et al. 2003 ; Debois, Ledon et Wylleman, 2014) où on a identifié trois phases dans une transition « normale » d'arrêt de carrière : une phase de manque / émotions et vie de groupe en entraînement et compétition, une phase de déstabilisation liée à la perte des repères habituelles et à la recherche d'un nouvel équilibre, une phase d'équilibre dans un nouveau mode de vie. Cette transition dite normale ou positive (sans besoin d'une assistance psychologique particulière) dure environ 1 an. »



©Icon sport

Il y a autant une volonté de partage derrière ces écrits que la nécessité pour vous de faire une sorte de thérapie ?

C'est ma façon d'opérer. Je mets des mots sur les choses. J'ai des carnets remplis, pour moi. Le fait de publier, c'est encore autre chose. Je voulais expliquer qu'il n'y a rien qui nous y prépare vraiment. Même si on nous dit qu'il y a des gens autour de nous, quand la porte se ferme, elle se ferme. Le train, lui, continue à toute vitesse. Et toi, tu es un peu seul dans ton coin. Il y a des psychologues à l'INSEP, par exemple, mais le problème, c'est la capacité de l'athlète à se dire qu'il doit aller voir quelqu'un. Même moi, c'est encore quelque chose que j'ai du mal à accepter. Car je ne suis pas malade, je n'ai pas de « problèmes » et en fait, je me rends compte que mes réactions sont celles de quelqu'un en dépression, en détresse. C'est

l'extrême du sport et on en parle assez peu car l'athlète est très bon pour souffrir en silence, faire le travail sans rien dire. Quand un challenge se présente, l'athlète le relève, puis quand il est fini, le challenge devient la transition. Et ce qu'il sait faire de mieux, c'est attaquer le problème frontalement. Je le vis et je ne suis pas le seul.

En août 2016, vous disputiez vos troisièmes Jeux olympiques, les premiers avec le Canada (8^e en quatre de couple, NDLR). Saviez-vous, à cet instant, que c'était votre dernière compétition et la fin de votre carrière ?

Je sais que je suis plus proche de la fin que du début. Troisième JO, quatre ans, c'est loin, tu fais le compte des années, tu es marié, tu as un gamin... Mais tu ne te confrontes pas à la réalité car si tu le fais, c'est déjà faire des plans (sur l'avenir) et autre chose qu'être ►

concentré sur la compétition. Quand je suis à Rio, en 2016, je suis concentré sur ma prochaine course et il n'y a que ça qui compte. Même si au fond de moi, je me dis que c'est peut-être la dernière, que je dois en profiter ; il y a aussi la réalité de se dire : « *Est-ce que c'est vraiment la fin ?* ». Il y a tellement de paramètres... Des gens m'ont dit, on se lève un matin et on sait que c'est fini. Je n'ai jamais senti ça. Je ne me suis pas levé en me disant : « C'est fini, allez next ! ». Gentiment, j'ai ressenti que ça pesait d'être loin de la famille. Par exemple, j'ai assisté à la naissance de ma fille et deux jours après je suis parti pour 3-4 semaines en Europe. Ce sont des choses qui finissent par rentrer en ligne de compte. Je me lève certains matins et je me dis : « *Non, ce n'est pas possible que j'aie m'entraîner* » et puis je rentre le soir et je vais ramer parce que j'en ai besoin. Et je vois que je fais encore ça... Ce ne sont que des hauts et des bas. Certains se lèvent le matin et se disent c'est bon, d'autres non. Certains arrêtent à cause d'une blessure... On le vit tous différemment.



©iStockphoto

“ ... l'athlète est très bon pour souffrir en silence, faire le travail sans rien dire. ”



La précision de Nadine Debois :

« *Les études montrent en effet que les transitions sont d'autant plus difficiles à franchir qu'elles n'ont pas été planifiées (Cf. Alferman et Stambulova, 2007). Et ce travail de préparation à l'arrêt de carrière est rarement fait en France.* »

Est-ce que le fait d'avoir arrêté à 31 ans, en pleine maturité physique, n'a pas ajouté à la difficulté de se retirer et de tourner la page ?

C'est ce que j'écrivais : le combat entre la tête et le corps. À 31 ans, marié, un enfant, un crédit sur la maison, tu regardes ta vie et tu te demandes si tu es encore capable de continuer « une vie d'adolescent » dans des dortoirs entre copains à l'autre bout du monde, payé trois sous pour vivre quelque chose... C'est la beauté du sport mais il n'y a aucune garantie. Il y a une chose que je sais à présent et que j'ai apprise, c'est que si je continue et que je suis ►

champion olympique à Tokyo, ça ne fera que retarder le problème. Je vais me dire : « *Je suis champion olympique. Je suis encore bon. Je peux continuer* ». La fin, c'est celle qu'on choisit et celle avec laquelle on doit vivre. Je sais que j'ai 31 ans et que je suis encore bon, que je suis capable d'aller vite, par contre je ne suis pas prêt à faire tous les sacrifices. C'est là que c'est dur. J'aurais presque préféré que ce soit mon corps qui ne puisse plus. Je ne le souhaite à personne mais au moins, ça aurait été clair.

Vous écrivez que vous pensiez être prêt, imaginant que « la transition serait naturelle et fluide ». Pourtant, vous enchaînez en expliquant que « rien, ni personne ne vous prépare à la suite ». Pouvez-vous nous en dire plus ?

J'ai émigré au Canada où l'approche du sport est plus professionnelle, sans lien avec l'entreprise, quand en France, j'avais un CIP (Contrat d'insertion professionnelle, NDLR) avec un temps partiel, mais je ne pense pas que ça aurait changé grand-chose. Même en étant en entreprise, même (*Il s'interrompt.*) C'est un arrêt face à soi-même. Qu'est-on intrinsèquement ? En quoi est-on un athlète ? Et quand ça s'arrête : comment faire la transition entre cet état-là et un état différent ? Quand je dis que rien ne nous prépare, je ne dis

pas que rien n'est fait, ce serait mentir. Mais la réalité, c'est l'individu face à lui-même. Je ne dis pas qu'il ne faut pas mettre d'argent dans les CIP, les emplois aidés, etc. Ça j'y crois et il faut continuer d'y investir, en revanche, en tant qu'athlète, la « petite mort » existe et il faut la gérer.

“ *Le fait de ne pas avoir cette pratique régulière, tu as l'impression de perdre le contrôle de ton corps...* ”

Vous évoquiez votre physique, cette capacité que vous avez à encore être performant. Au moment d'arrêter, quelle relation développe-t-on avec ce corps ?

Suite à l'arrêt, il n'est pas rare que le physique d'un sportif change radicalement parce que le sport est un moyen artificiel de créer un corps. On s'habitue à peser tant de kilos, à sentir que le corps renvoie telle image. Un ►

gymnaste, il est comme ça, un judoka, comme ça, un rameur, comme ça parce que le sport le demande. Quand on arrête, on redevient « normal » et quelqu'un de normal, ce n'est pas un rameur de haut niveau. J'ai moins de pec (pectoraux, NDLR), moins d'abdos, moins de cuisses... Et ça, le miroir ou les gens autour de nous, ils te le disent sans te le dire. Tu remarques aussi que dans tes vêtements, tu commences à flotter. Tu te sens mal parce que tu ne fais pas de sport, que tu prends du poids. Personnellement, j'ai le souci inverse, je perds du poids. Artificiellement, j'étais plus gros que ce que je ne devais et je fonds. En même temps, j'ai l'impression de me sentir sale, de prendre du gras.



©Katie Steenman



L'œil de Lise Anhoury, psychologue à l'INSEP :

« Le sport agit sur le corps comme une drogue. Le sportif de haut niveau fait subir à son corps plusieurs heures d'entraînement par jour. Lorsque cette intensité s'arrête, c'est finalement comme arrêter une substance, ce qui engendre une privation. Qui dit privation, dit nécessité de sevrage. Hormis ce manque physique, c'est toute l'image de son corps que le sportif devra se réapproprier. »



La précision de Nadine Debois :

« Ceci rejoint les conclusions de l'étude de Stéphan et al. (2003) qui ont effectivement montré qu'à l'arrêt de carrière, il y a une phase de perte de l'estime de soi physique avec ensuite une réaugmentation qui traduit l'adaptation à la transition. »

Pourquoi vous sentez-vous « sale » ?

Le fait de ne pas avoir cette pratique régulière, tu as l'impression de perdre le contrôle de ton corps, qu'il n'est plus à même de répondre de la même façon. Le simple fait de manger, tu te dis : « Faut que j'aille le suer » (*rires*). Si tu ne le fais pas, à la fin de la journée, tu ne te sens pas bien. Quand je dis que je me sens sale, ce n'est pas littéral. C'est la sensation d'avoir des toxines. J'ai peur de prendre du poids en plus. C'est une relation au corps bizarre, un peu extrême.

En vous écoutant, on en vient à penser que l'entraînement à haut niveau s'apparente à une sorte

de drogue. Êtes-vous d'accord avec ça ?

Complètement. C'est une drogue. On aborde des cures de désintox que ce soit pour l'alcool, la drogue, etc., avec des produits pour ne pas passer de tout à rien. Au Canada, il y a une crise autour des opiacés et on donne aux gens de la méthadone, par exemple. Je suis persuadé que pour le sport, il faudrait la même chose. C'est pour ça que je me force, que je continue (à m'entraîner). Tout arrêter d'un coup, ce serait violent. J'ai été diagnostiqué avec un cœur plus gros que la moyenne donc si je stoppe tout, on m'a dit que je risquais un arrêt cardiaque et qu'il fallait que mon cœur se « désentraîne ». On n'est pas suivi là-dessus. Il y a l'aspect mental, certes, mais le jour où on ▶



“ ... nous donner les outils pour avoir un plan au lendemain de la dernière compétition... ”

arrête ; du jour au lendemain, il n’y a plus de programme d’entraînement. On n’existe plus pour les coaches. On est en dehors du système. Pendant un ou deux ans, il faudrait presque encore continuer à avoir un suivi et un programme d’entraînement, quelque chose qui nous permet de voir la fin. Aujourd’hui, je le fais de mon côté, j’écris mon propre programme avec 5-6 séances par semaine à telle intensité. J’essaye de me « désentraîner », d’avoir ces paliers de désintox pour le cœur, le corps, le mental.

Vous sous-entendez que, dans l’idéal, il faudrait qu’une structure d’entraînement reste auprès du sportif pour accompagner sa retraite ?

Aujourd’hui, on parle beaucoup du cycle de vie d’un produit, le fait que quand on développe un produit, on pense aussi à son recyclage et sa destruction. C’est horrible de dire ça mais on devrait presque regarder l’athlète de cette façon. Le cycle de vie de l’athlète, ce n’est pas jusqu’à 6 minutes après la course. Derrière, il y a des années de travail pour sortir de 10-15 ans d’intensité, d’utilisation par un système qui devrait mieux prendre en compte le cycle de vie de l’athlète, à savoir sa carrière puis sa reconversion

professionnelle avec mise en place d’un accompagnement individualisé psychologique, physique et même physiologique. C’est compliqué et je ne sais pas dans quelle mesure on peut le faire car on est tous différents, que certains peuvent le faire seul, d’autres en groupe..., mais je pense que c’est important. Je vois des collègues qui ont arrêté, aujourd’hui, ils reprennent l’ergo car ils ont pris du poids ou ne se sentent pas bien, et personne ne les accompagne. On est laissé à l’abandon. Sans forcément aller jusqu’au suivi, ne serait-ce que nous donner les outils pour avoir un plan au lendemain de la dernière compétition te disant : « Voilà comment on arrête ». On parlait de drogue tout à l’heure mais cette sensation d’extrême, il faut bien la retrouver quelque part. Certains arrivent à gérer, d’autres souffrent.

De quelle manière, ce manque resurgit-il sur le comportement au quotidien ?

Ça se manifeste par des sautes d’humeur, de l’irritabilité... Je suis plus lunatique que je ne pouvais l’être quand je faisais du sport. Pendant une ou deux heures, je vais avoir l’impression de trouver mon compte dans cette vie, puis d’un coup, je me rends compte que ça n’avance pas comme ►

je voudrais, que je ne me suis pas entraîné... Il y a cette recherche de la sensation, de l'accomplissement (Cf. Debois et al. 2015). En aviron, on ne faisait pas beaucoup de courses mais on s'entraînait tous les jours avec toujours ce but de pouvoir faire la course. Du coup, à la fin de la journée, il y avait cette sensation en ayant fait 30, 40 km, de la musculation, de se rapprocher de l'objectif. Actuellement, je travaille dans mon entreprise à plein temps, j'ai 31 ans, je suis en bas de l'échelle avec des jeunes qui sortent de l'université... C'est quoi mon but là-dedans ? Prendre une promotion dans 2-3 ans ? Ai-je vraiment envie de faire ça ?

“... l'impression de retomber tout en bas et d'avoir à tout remonter.”



La précision de Nadine Debois :

« C'est une des raisons pour lesquelles une approche holistique de la carrière sportive, type projet de vie intégrant le double projet-formation ou insertion professionnelle mais aussi développement psycho-social,

est conseillée. Plusieurs propos plus haut (ex : « Mais tu ne te confrontes pas à la réalité car si tu le fais, c'est déjà faire des plans (sur l'avenir) et autre chose qu'être concentré sur la compétition ») laissent penser que pour lui la réussite sportive ne pouvait passer que par une concentration exclusive sur son sport... avec le risque de développer une identité sportive exacerbée (Cf. travaux de Vallerand sur la passion exclusive versus harmonieuse) et du coup de vivre une transition d'arrêt de carrière plus difficile. »

Il y a aussi ce sentiment de devoir tout reconstruire dans un autre univers après avoir connu l'excellence dans le sport de haut niveau. N'est-ce pas dur à accepter de devoir tout recommencer au milieu de jeunes de 20 ans alors que vous avez plus de 30 ans et ce passé « prestigieux » ?

Une autre carrière commence. Tu savais que tu étais bon à quelque chose et ça s'arrête. On a acquis toute une expérience qu'on a du mal à retranscrire dans le monde de l'entreprise. La continuité n'est pas perceptible. C'est juste qu'on a l'impression de retomber tout en bas et d'avoir à tout remonter. Après, c'est aussi ça qui est excitant, ►



©Icon sport

j'apprends tous les jours mais c'est un rythme différent. Il y a tout un processus long, comme dans le sport. Ce n'est pas évident.

D'un point de vue plus personnel, le fait de raccrocher redéfinit beaucoup de choses notamment en termes de calendrier. Ce vide doit être délicat à gérer.

J'ai toujours vécu mon sport comme mon métier et ma passion. Je ne me posais pas la question de ne

pas avoir de week-end. Quand je partais en compétition à l'étranger, pour moi, c'était des vacances. N'ayant plus ça, j'ai énormément de mal à planifier de week-end en week-end comme certains se disent qu'ils vont partir à tel endroit. C'est quelque chose que je ne comprends pas parce que ma vie ne faisait qu'un avec mon travail. Maintenant, il y a le boulot et le perso. Comme je n'arrive pas à planifier, j'ai acheté une maison et je passe mes week-ends à la retaper mais au ►

quotidien, le fait de ne plus avoir cette routine... Quand il pleut et qu'il fait froid, je suis content car je n'ai plus besoin d'être sur l'eau mais en même temps, ça me manque. Il n'y a rien de mieux que la douche après 20 km d'entraînement dans le froid. Aujourd'hui, il faut se reconnecter avec son conjoint. On s'est défini avec l'aviron autour, ma femme m'a suivi au Canada pour ça et d'un coup, il n'y a plus l'aviron. Notre passion commune, c'est l'aviron, on s'est connus comme ça. Alors qu'est-ce qu'on est à deux là-dedans ?

Sauf que la vitrine nous fait souvent oublier que derrière, le magasin est bel et bien ouvert, sous-entendu que l'individu est toujours en vie !

Il s'agira alors de réfléchir à comment alimenter cette vitrine vide. Cette situation peut être assez inconfortable mais ouvre également de larges possibilités (après tout, on peut y mettre ce que l'on veut). Cet inconfort est, selon moi, nécessaire pour ensuite aller mieux, prendre le temps de retrouver ce que l'on aime, ce qui nous fait plaisir et reconstruire sa propre vitrine telle que l'on veut la voir. »



L'œil de Lise Anhoury :

« Je prends souvent l'image de la vitrine de magasin. La vitrine est la façon dont on se montre au monde, "ce que je suis aux yeux des gens". Lorsque le sportif est en activité, ce qui prend le plus de place dans sa vitrine, c'est le sport. C'est comme ça que les gens le définissent : "il fait du sport de haut niveau".

Lorsqu'il arrête sa carrière, la vitrine se vide, il n'est plus sportif aux yeux du monde. Se pose alors la question de comment remplir à nouveau cette vitrine ? Qu'est-ce que je mets dedans ? Si je ne suis plus sportif, qui suis-je ? C'est bien souvent à ce moment-là que le sportif peut ressentir une grande angoisse.



©Katie Steenman



La précision de Nadine Debois :

« Dans l'idéal, il est bien que la vitrine ne soit pas que sportive au départ de manière à ce qu'elle ne soit pas vide à l'arrêt de la carrière. Certains sportifs ont su se faire reconnaître sur d'autres dimensions que la seule dimension sportive, notamment à l'approche de la fin de leur carrière. Ils n'ont donc pas à remplacer un vide par autre chose, mais à alimenter progressivement leur vitrine en cours de carrière (ex : Tony Estanguet a validé des diplômes puis s'est progressivement investi professionnellement en cours de carrière, ce qui ne l'a pas empêché de gagner 3 fois l'or olympique).

La capacité à planifier est apparue comme un domaine de compétences clefs pour la réussite du double projet (Cf. projet européen GEES), et effectivement en France, il est encore négligé (Debois, Perrus et Leseur, 2017). Mais des travaux en psychologie du travail ont également montré que les départs en retraite étaient plus mal vécus par les personnes ayant arrêté sans aucune planification et préparation de l'après-carrière. Entre arrêt de la carrière sportive et départ en retraite, on est dans un registre similaire. Pour reprendre la métaphore de Lise, il y aura toujours une part de vide à l'arrêt de carrière et l'inconfort qui en résulte est comme un tremplin pour se lancer vers autre chose. Ce qu'il faut dans l'accompagnement des athlètes, c'est éviter qu'ils aient le sentiment de repartir de rien. »

“ J'essaye d'être fort même sans repère mais avec cette idée de se retrouver sur une ligne de départ. ”

Pour combler cette sensation, retrouver cette adrénaline du haut niveau, avez-vous été tenté de vous lancer dans des activités extrêmes ?

J'ai déjà traversé un océan à la rame sur un coup de tête (en 2013, NDLR) [rires]. Ce qui me manque, c'est cette sensation d'urgence, de me retrouver face à la montagne et de devoir la grimper. C'est comme ça que je m'imaginai les compétitions. Du coup, je me lance des défis. Je vais faire un 10 km à pied dans 2 semaines (l'entretien a eu lieu fin 2017, NDLR). J'essaye d'être fort même sans repère mais avec cette idée de se retrouver sur une ligne de départ. C'est là où j'ai toujours été bon. J'étais peut-être doué pour l'aviron mais là où j'excellais, c'était sur les lignes de départ, dans la compétition. Je n'ai jamais été hors norme physiologiquement mais tu me mets à un départ, je ne lâcherai pas le morceau. Ça, ça me manque car c'est là que je suis bon, où je trouve mon adrénaline. ▶

“ On se bat contre soi-même donc on ne prend pas le temps d’être une bonne personne avec l’autre. ”

Vous recherchez finalement encore ce qui vous fera vibrer comme l’aviron mais sans cet aspect haut niveau ?

C’est ça la complexité. Le meilleur moyen pour que je me mette un « tarif »¹ : c’est de faire de l’aviron. C’est ma zone de confort. En une heure, je suis capable de dire si j’ai fait un bon entraînement. Si tu me mets dans une équipe de handball, je ne sais pas si je finirai la séance avec la même sensation. J’ai essayé de faire du yoga, des arts martiaux, mais à chaque fois, je n’arrive pas à maîtriser le sport et donc je n’arrive pas à faire d’entraînement. Avec la course à pied, j’ai trouvé quelque chose de simple, que je peux faire entre 12 h et 14 h avec juste une paire de chaussures. Le souci, c’est qu’en courant, tu maigris vite, tu perds des muscles.

1 – Se mettre dans le dur, aller au bout de soi-même.

On en revient à ce « complexe » de la fonte du corps abordé plus tôt. En maigrissant, auriez-vous presque l’impression de devenir anorexique ?

(Il enchaîne dans un éclat de rire.) Exactement. Je vois la course à pied comme un moyen de faire du sport et le poids est un ennemi de la course mais j’ai du mal à m’imaginer dans un corps de coureur de fond. Le truc, c’est de retrouver un équilibre loin du sport de prédilection, la sensation de progresser. J’en parlais récemment avec un collègue qui a arrêté depuis 5 ans, et il me disait qu’il n’était plus capable d’aller dans la « zone rouge », là où on repousse ses limites. Je suis dans cette période où je peux encore l’atteindre mais sans pouvoir m’y maintenir. C’est frustrant. Le mieux c’est d’être complètement désentraîné mais faut en arriver là...

Est-ce que votre arrêt de carrière a eu un effet sur le rapport que vous entreteniez avec vos proches ?

(Il laisse quelques secondes s’écouler.) On se bat contre soi-même donc on ne prend pas le temps d’être une bonne personne avec l’autre. On veut cacher des sentiments. C’est encore plus complexe avec les très proches, les intimes. Avec ma femme, c’est très difficile de cacher des choses car elle peut aider mais on le fait quand même ▶

parce qu'on se dit qu'on va gérer ça. J'enfouis, j'enfouis, je n'en parle pas... C'est comme la douleur dans les 500 derniers mètres d'une course. Mais la réalité... Les gens appartenant au cercle plus éloigné, ont l'impression que tout va bien car on est souriant, on parle mais on est en souffrance derrière. Je n'ai pas donné et je ne donne toujours pas assez de crédits à ma femme pour me supporter actuellement. Je sais que je ne suis pas le meilleur de ce que je pourrais être. Or, comme on n'est pas heureux dans cette transition, ça se répercute sur notre relation. J'ai la chance d'avoir une femme plus que conciliante et compréhensive, qui me soutient et une fois que je serai sorti de ça, je pourrai la remercier. Pour être bien avec les autres, il faut déjà l'être avec soi-même. Et des fois, je ne suis pas sûr de m'aimer. Une fois que je serai heureux dans ce que je fais, ce que je suis, j'aurai plus de chance d'aimer les autres.

Percevez-vous ces efforts que vos proches font pour vous soutenir ? Cela vous aide-t-il

ou au contraire, est-ce plus dur encore car vous sentez que vous ne leur rendez pas ce qu'ils vous donnent ?

C'est une bonne question. (*Il cherche ses mots.*) Je crois qu'effectivement, ça aide à aller mieux parce qu'on se dit qu'on est soutenu et qu'on peut passer à travers ça. Mais des fois, quand ça va moins bien, tu te rends compte que tu n'agis pas comme il faudrait. Tu commences à te dire : « *Je ne suis pas une bonne personne, pas un bon mari, pas un bon père !* » et tu t'enfonces un peu plus. On fait le yo-yo. Après, je sais que j'ai la chance d'avoir une compagne qui me soutient beaucoup et ça m'aide. Je ne le lui redonne pas en ce moment mais j'espère pouvoir le faire au quintuple plus tard.

Parvenez-vous à vous ouvrir sur ce qui vous ronge avec votre compagne ou certains proches ?

Par période, je parle beaucoup, j'écris aussi. Comme je disais, il va y avoir deux semaines où ça va aller super bien et tout d'un coup... En ce moment, il y a les championnats du Canada, tous les copains courent, ça commence demain et ils sont là-bas. Je sens au fond de moi qu'il y a ce feu qui me dit que j'aurais pu le faire. Je sais où je me serais situé... Puis, après, ça va aller parce que tu vas te sentir bien au travail, que tu vas accomplir quelque chose sur le plan personnel. Ce sont ►



des phases. Quand ça va moins bien, je m'en rends compte et je me dis : « Viens, on va ouvrir une bouteille de vin et parler un peu. » Faut être capable de le faire et on en revient à cette capacité de l'athlète à pouvoir encaisser les moments durs sans rien dire. On est très bon à ça car ça fait partie du sport.

À travers toutes ses dissimulations, peut-on parler d'une forme de fuite de votre passé, de votre présent et d'une certaine manière aussi de votre avenir ?

Il y a forcément une fuite en avant. Certains sportifs, et je suis là-dedans actuellement, veulent prendre plein de projets car ils le peuvent ou le veulent depuis longtemps. Finalement, tu te retrouves à faire plein de choses sans forcément les faire bien. Tu veux fuir le passé en te tournant vers l'avenir. L'avenir est incertain car tu ne sais pas trop ce que tu as envie de faire. Puis en même temps, il faut être conscient que le futur, tu le construis dans le présent et que tes actions maintenant auront des conséquences sur la suite. On en revient à : Quels sont les objectifs ? Où vais-je ? Qu'est-ce qui me définit ? Il faut se donner le temps. C'est compliqué de le prendre.



La précision de Nadine Debois :

« On revient ici à l'absence de projection et de planification en cours de carrière. La notion de double projet est parfois mal interprétée. Certains sportifs ont un besoin de faire autre chose que leur sport pour être performant, ce dont témoignait par exemple Tony Estanguet ; d'autres ont le sentiment de devoir se concentrer à 100% sur leur sport. Dans les 2 cas, un élément fondamental à respecter est que cela soit inscrit dans une projection sur l'après-carrière (qu'est-ce que je veux faire après ? / quels sont mes centres d'intérêt ?) et sur une planification par rapport à la carrière sportive (quels sont les moments propices et le temps que je peux consacrer à ma formation ou mon travail pour ceux qui veulent une activité pré-sportive ? / quelles compétences puis-je développer pour me préparer à l'après-carrière et quel est le moment le plus favorable pour préparer mon après-carrière ?). Une étude d'Irlinger et al. (1996) sur « La vie après le sport » décrivait déjà 3 profils de SHN : (a) ceux qui construisent l'après-carrière tout au long de leur carrière sportive, (b) ceux qui la construisent sur la fin de leur carrière sportive, (c) ceux qui s'y penchent après l'arrêt de carrière. Ce sont ces derniers qui rencontrent les transitions de carrière les plus difficiles. »





©Katie Steenman

S'arrêter, perdre son identité sportive, cela peut-il, selon vous, créer une spirale autodestructrice ?

Je peux complètement le concevoir. Je reviens à mon cas mais je pensais que c'était pour les autres car j'avais une famille, un toit sur la tête, un métier. Il n'y avait pas de raison que ça aille mal et tu te rends compte que nous sommes tous touchés par cette transition, cette petite mort. Si on n'a pas de cadre social, qu'on est déjà pré-disposé à certains problèmes, si, si... Tout le monde peut sombrer.

Au début, vous disiez que rien ne vous préparait à l'« après ». Qu'auriez-vous aimé avoir et que vous souhaiteriez voir mis en place pour les générations à venir ?

Tu peux toujours dire qu'il n'y a pas assez mais c'est la solution de facilité. La réalité, c'est que des choses sont là mais c'est un travail individuel à faire. Il faut se demander bien en amont quels athlètes vont avoir besoin d'aide plus que d'autres. Personnellement, je n'ai pas été demander d'aide car je pensais que je n'allais pas en avoir besoin.

Et finalement, tu te tapes le mur aussi. Comment faire pour identifier ça ? C'est un premier paramètre. Le second, c'est que je reste persuadé qu'on ne prend pas en compte l'ensemble des composants. Souvent les organisations, les fédérations sont focalisées sur le développement, la performance mais assez peu sur le cycle de vie complet et notamment l'après-carrière. En aviron, la Fédération française promeut le double projet, accompagne les athlètes dans les CIP, la formation professionnelle... Il y a des choses mais... Je pense qu'il pourrait y avoir plus de « mentorat » des athlètes par les athlètes. Peut-être qu'on pourrait créer un réseau d'anciens qui seraient capables d'exprimer ce qu'ils ont vécu et d'accompagner, d'être dédiés à un « jeune » pendant sa carrière, pour être une ressource potentielle, pour créer un lien. C'est compliqué à mettre en place d'autant qu'à mon époque, on m'aurait proposé ça, j'aurais dit : « Je n'ai pas besoin d'un mentor, ça va aller ».

“ ... j'avais une famille, un toit sur la tête, un métier. Il n'y avait pas de raison que ça aille mal. ”



La précision de Nadine Debois :

« Effectivement, cela n'existe pas ou peu chez nous alors que ce genre d'initiative existe depuis le début des années 2000 dans différents pays, comme la Grande-Bretagne, l'Australie, la Nouvelle-Zélande. »



L'œil de Lise Anhosury :

« À l'INSEP, nous interrogeons l'arrêt de carrière lors des bilans psychologiques obligatoires. Souvent, les sportifs évoquent le moment où ils s'imaginent arrêter leur pratique, leurs plans de carrières en quelque sorte. Cela ne veut pas dire que l'arrêt arrivera forcément à ce moment-là, cependant le verbaliser permet déjà de l'anticiper et de se familiariser avec l'idée. Lorsqu'ils ont pris la décision d'arrêter ou qu'ils sont contraints de le faire, nous les informons du dispositif qui existe au sein de l'INSEP sur la reconversion. Ils

peuvent être reçus par Gwendoline Plisson avec qui ils pourront travailler sur leur projet de carrière. Quant à moi, je leur propose un bilan psychologique "d'après-carrière" lors duquel nous revenons sur la carrière sportive, la vie psychique, la vie sociale, leurs projets professionnels. Cela permet de créer un espace dans lequel ils vont pouvoir s'exprimer sur leur ressenti, évoquer leurs difficultés et surtout identifier les personnes-ressources qu'ils pourront contacter en cas de besoin. »

“ On ne fait plus partie de l'équipe olympique qui ira à Tokyo ou ailleurs mais on a participé à x compétitions... ”

Le fait de les connaître, de savoir qu'ils peuvent être là en cas de besoin, cela peut constituer une ressource supplémentaire.

Complètement mais je vois aussi la limite de ça. Quand tu penses à l'après, tu n'es déjà plus dans l'optique de performer maintenant. Pour certains, peut-être que de savoir qu'il y a un ►



« filet de sécurité » derrière leur permettra d'être meilleur. Cela demande clairement plus de réflexion mais savoir qu'il y a quelqu'un qui est passé par là, être capable d'identifier des ressources avec différents profils car certains vont très bien le vivre, d'autres horriblement, certains vont témoigner qu'ils auraient dû faire autre chose.

En imaginant que cette idée de « mentorat » prenne corps, quel discours tiendriez-vous aux sportifs en activité ?

Premièrement, on n'est jamais assez préparé. Ne lâchez pas les études, identifiez ce que vous aimez faire, faites le maximum. Avoir des « armes », ça ne veut pas forcément dire qu'on va les utiliser ou qu'on saura les utiliser, mais les avoir c'est le meilleur moyen d'être un peu préparé. Si on sort sans rien, c'est encore plus dur. La deuxième chose, c'est qu'on ne parle jamais assez. Ça n'a pas besoin d'être une psychanalyse mais soyez capables de parler autour de vous ; que ce soit avec un ami, un coach, un ancien. Parler, c'est déjà faire 50 % du chemin.

Quel message adresser aussi aux entraîneurs et aux staffs qui ont aussi leur responsabilité dans l'accompagnement du sportif ?

Je ne dis pas que rien n'est fait mais n'oubliez pas qu'en face de vous, il y a certes des athlètes capables de

produire des chiffres et de la performance, mais ça reste des êtres humains, des personnes qui un jour seront des parents, des gens investis dans une fédération ou dans des clubs. Je pense que prendre en compte l'humain, du début à la fin, c'est hyper important. Quand la carrière se termine, et personne n'est meilleur qu'un autre là-dessus, je suis persuadé qu'une fédération ne fait pas assez pour accompagner l'athlète. Un communiqué de presse et un e-mail, c'est bien, ça fait plaisir mais ce n'est pas ça de l'accompagnement. Je n'ai pas la recette toute faite mais je pense que l'accompagnement, le sentiment d'appartenance doivent être là. On ne fait plus partie de l'équipe olympique qui ira à Tokyo ou ailleurs mais on a participé à x compétitions, on a rapporté des médailles. On a de la valeur. On a de la valeur en termes de performance pour les jeunes. Peut-être faut-il nous faire intervenir auprès des jeunes, peut-être dans une logique de « désentraînement » nous laisser ramer avec les juniors, les moins de 23 ans. Until a de l'expérience dans tel domaine, est-ce que ça t'intéresse de t'investir ?... Être plus proactif, regarder l'humain et la valeur acquise au cours des années. Actuellement, quand tu as de la chance, c'est une poignée de mains, un e-mail, un communiqué de presse et c'est fini. Si on veut éviter que trop s'écartent du sport, car on a besoin de ▶

bénévoles, de gens qui font des dons, les jeunes en ont besoin, il faut garder les anciens. Si on est capable d'aller chercher les gens dès qu'ils ont fini, d'identifier les potentiels car on en a tous et de garder ce lien... (Julien Bahain a accompagné l'équipe olympique canadienne à Pyeongchang où il faisait office de mentor des athlètes avec pour rôle de leur faire partager son expérience des JO, NDLR.)



Où en êtes-vous du deuil de votre vie de sportif de haut niveau ?

(Il réfléchit quelques instants.)
Aujourd'hui, j'ai avancé. Plus j'avance, plus je me rends compte de ce que je veux, de ce que je ne veux pas, de qui je suis en dehors et de comment je vois ma vie dans 5, 10 ans. Je me reconstruis des objectifs qui ne sont plus les Jeux olympiques. Peut-être que mes prochains JO, ce sera de monter mon business. Où j'en suis ? Encore des hauts et des bas, des compétitions à droite, à gauche qui te rappellent que tu ne fais plus (d'aviron)... Mais il y a un objectif dehors et maintenant faut travailler pour essayer d'être le meilleur que je puisse être. Et le meilleur que je puisse être, ce n'est pas forcément dans l'aviron. Une fois que tu as compris ça, tu peux être toi-même. ■

Bibliographie

DEBOIS N, LEDON A et WYLLEMAN P, « A lifespan perspective on the dual career of elite male athletes », *Psychology of Sport and Exercise*, 2014, doi:10.1016/j.psychsport.2014.07.011.

DEBOIS N, PERRUS L et LESEUR V, « Projet européen Erasmus + "Gold in Education and Elite sport" », Compte rendu des résultats français, Rapport de recherche, INSEP-Paris, 2017.

IRLINGER P, AUGUSTINI M, DURET P et LOUVEAU C, « La vie après le sport », Rapport de recherche pour le ministère de la Jeunesse et des Sports, Laboratoire de sociologie de l'INSEP, Paris, 1996.

STEPHAN Y, BILARD J, NINOT G et DELIGNIÈRES D, « Bodily transition out of elite sport: A one year study of physical self and global self-esteem among transitional athletes », *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2003, 2, p.192-207.

Un accompagnement global de l'athlète à l'INSEP



Laurence Blondel

Responsable de l'accompagnement aux projets de formation des sportifs de haut niveau à l'INSEP.

Laurence Blondel porte un regard pointu sur les propos de Julien Bahain. Concernée par les préoccupations de l'ancien rameur – vivant au Canada – elle livre quelques clés de compréhension et expose comment elle s'occupe au quotidien des sportifs de

haut niveau et les guide pour envisager un avenir épanoui :

« Depuis 2015, il est obligatoire qu'au sein de chaque fédération, un cadre soit en charge du suivi socioprofessionnel. Ce dernier a un rôle très précis et se doit d'accompagner le sportif pour la mise en place de son double projet au regard de toutes les contraintes sportives et de vie personnelle de l'athlète.

Le regard sur les compétences du sportif de haut niveau est essentiel. Lors des entretiens sur les projets de formation et/ou professionnels, le sportif reçu n'a pas ou peu conscience de ce qu'il est en dehors de son activité sportive. Un des axes de travail pour cette prise de conscience est de les faire réfléchir sur ce qu'ils sont en termes de "je", de ce qu'ils font, de ce qu'ils ont fait et de ce qu'ils souhaitent faire. L'idée n'est pas qu'ils se représentent ce qu'ils sont et ce qu'ils ont acquis à travers uniquement de leur activité sportive mais de ce qu'ils ont acquis en tant qu'individu. Une autre problématique doit aussi être abordée : la réalité de "l'après". Lors de cette phase préliminaire, comme ils n'ont pas conscience de leur personne en dehors de sa discipline, les sportifs de haut niveau ne se rendent pas compte de ce qui les attend une fois qu'ils auront raccroché. Il est de notre devoir de les sensibiliser à cela aussi.

À l'INSEP, l'accompagnement n'est pas "envisagé" uniquement sous l'angle de la performance, il se veut global et entend la prise en compte de tous ces éléments permettant d'appréhender ce qu'est le sportif. On s'intéresse ainsi tant à la compétition et aux résultats qu'aux blessures, à l'emploi, aux formations ou aux tracas de la vie privée. L'accent est mis sur l'humain et la temporalité de l'individu. Un champion à l'approche de la retraite n'aura pas le même traitement qu'un espoir ou qu'une sportive en plein milieu de carrière. On parle alors d'un travail et d'un accompagnement longitudinal qui est mené pour les sportifs de haut niveau.

L'accompagnement s'effectue durant la carrière sportive, mais chaque sportif est également pris en charge lors de sa transition de carrière, pour qu'il puisse bien en amont réfléchir et appréhender ce moment très particulier.

À l'heure actuelle, il est très difficile de pouvoir travailler avec un sportif sans rassembler "autour de la table" tous les acteurs pour qu'il mette en place "son" projet de formation. Ainsi, ce travail complexe s'effectue en lien avec les psychologues cliniciens, les staffs sportifs et parfois également l'entourage proche du sportif. La "photographie" à l'instant "T" est faite pour mettre en place les conditions optimales de son accompagnement et envisager avec lui son avenir. Un projet n'est toutefois jamais figé. Il est interrogé et réinterrogé en fonction des avancées, des arrêts, des "reculs" du sportif. Il évolue en permanence.

De nos jours, le sportif est envisagé dans toutes ses composantes. Charge aux accompagnateurs de rassembler toutes les données pour les interroger, les mettre en perspective et permettre au sportif d'atteindre les objectifs qu'il s'est fixés. »

TECHNOLOGIES, RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

du labo au terrain...

Modérateur : Franck Brocherie, chercheur à l'INSEP

Est-ce que des athlètes avec un niveau initial élevé de masse d'hémoglobine bénéficient de l'entraînement en altitude ?

Franck Brocherie

(@brocherieF) est



chercheur au laboratoire SEP depuis août 2016, après plus de 15 ans d'expérience en préparation physique dans

les sports collectifs. Ses axes de recherches s'articulent autour de la compréhension des mécanismes neurophysiologiques et biomécaniques de la résistance à la fatigue, en particulier en situation de stress environnemental (chaleur, hypoxie).

Les athlètes ayant des valeurs initiales élevées de masse d'hémoglobine (Hb_{mass}) seraient supposés avoir une augmentation plus faible

de l' Hb_{mass} en réponse à un entraînement en altitude de type LHTL (Live High-Train Low ou « vivre en altitude et s'entraîner au niveau de la mer »).

Pour vérifier cette hypothèse, la relation entre les valeurs initiales absolues et les valeurs relatives d' Hb_{mass} et leur augmentation respective à la suite d'un camp LHTL a été testée chez des athlètes d'endurance et de sports collectifs. Au total, 58 athlètes masculins (35 sportifs d'endurance bien entraînés et 23 joueurs élite de hockey sur gazon) ont suivi un camp d'entraînement LHTL avec des doses hypoxiques similaires (200-230 h). Les mesures de l' Hb_{mass} ont été réalisées pré- et post-LHTL par l'intermédiaire de la méthode de réabsorption du monoxyde de carbone (Schmidt et Prommer, 2005 ; Steiner et Wehrli, 2011).



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

Bien qu'il n'y ait pas d'association ($r = 0,02$) entre l'Hb_{mass} absolue initiale (exprimée en grammes) et l'augmentation de l'Hb_{mass} absolue (exprimée en %), une relation modérée ($r = -0,31$) entre l'Hb_{mass} relative initiale (exprimée en grammes par kilogramme de poids de corps) et le pourcentage d'augmentation de l'Hb_{mass} relative a été détectée. Les moyennes d'Hb_{mass} absolue et relative ont augmenté de façon similaire chez les athlètes d'endurance (respectivement de 916 ± 88 g à 951 ± 96 g, soit + 3,8 % et de $13,1 \pm 1,2$ g.kg⁻¹ à $13,6 \pm 1,1$ g.kg⁻¹, soit + 4,1 %) et chez les joueurs de hockey sur gazon (de 920 ± 120 g à 957 ± 127 g, soit + 4 % et de $11,9 \pm 0,9$ g.kg⁻¹ à $12,3 \pm 0,9$ g.kg⁻¹, soit + 4 %) après un camp d'entraînement LHTL.

Conclusion :

La comparaison directe de données individuelles d'athlètes d'endurance et de sports collectifs démontre que même avec une Hb_{mass} initiale plus élevée, des athlètes peuvent raisonnablement espérer un gain d'Hb_{mass} à la suite d'un stage d'entraînement en altitude du type LHTL.

L'entraînement en altitude guidé par l'analyse quotidienne de la variabilité de la fréquence cardiaque

Laurent Schmitt



est responsable du département

Performance-Recherche au Centre national de ski nordique de Prémanon depuis 1984. Entraîneur

national de ski de fond pendant 12 ans (groupes espoirs puis seniors). Professeur agrégé EPS et CTPS, docteur en biologie, ses axes de recherche sont orientés sur les effets physiologiques des différentes intensités en endurance, l'entraînement en hypoxie, l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque et la fatigue (www.hrperformance.fr).

Il a été montré que l'entraînement individualisé via l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) induisait une amélioration plus importante des capacités aérobies que l'entraînement standardisé classique. Par ailleurs, de nombreux athlètes d'endurance utilisent l'entraînement en altitude du type « vivre en altitude – s'entraîner au niveau de la mer » [ou *Live High-Train Low* en anglais

(LHTL)] pour son efficacité dans l'amélioration des performances d'endurance au niveau de la mer.

Afin de vérifier l'intérêt de la mesure quotidienne de la VFC pour optimiser la méthode LHTL, 24 skieurs nordiques élite, membres des équipes de France de ski de fond et de combiné nordique, ont effectué 15 jours de stage LHTL. Les athlètes ont été répartis en trois groupes : entraînement en hypoxie VFC-guidé (H-VFC ; n = 9 ; nuit en altitude simulée équivalent à 2 700 m) vs. entraînement pré-planifié en hypoxie (H ; n = 9 ; nuit à 2 700 m) vs. entraînement pré-planifié en normoxie (N ; n = 6 ; nuit à 1 200 m). Les athlètes ont réalisé un test maximal de 10 km en ski à roulettes avant (Pré), après (Post-1) et 21 jours après (Post-2) le stage. En complément, un test incrémental sur tapis roulant planifié à Pré et Post-1 permettait de mesurer la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) et le second seuil ventilatoire (VO_{2VT}). Enfin, la saturation périphérique en oxygène (S_pO_2) et la fréquence cardiaque (FC) nocturne, la VFC au réveil, et la charge d'entraînement étaient enregistrées chaque jour.

Les résultats indiquent que la dose hypoxique quotidienne était identique entre H-VFC et H

($14,3 \pm 1,6$ h vs $14,1 \pm 1,8$ h). De même, la S_pO_2 nocturne était similaire entre H-VFC et H ($90,4 \pm 1,3$ % vs. $91,1 \pm 1,6$ %), tout en étant logiquement plus basse que pour N ($94,2 \pm 0,8$ %). Bien que dépendant de l'analyse VFC pour H-VFC, la charge d'entraînement était identique entre H-VFC et H, et plus basse que pour N [$3\,365 \pm 425$ unité arbitraire (ua) vs. $3\,481 \pm 179$ ua vs $3\,847 \pm 433$ ua]. Les mesures de la VFC, en position couchée, révélèrent des réponses différentes entre H-VFC et H : énergie de basse fréquence ($-3,8 \pm 10,1$ nu vs. $53,0 \pm 19,5$ % nu), énergie de haute fréquence ($6,3 \pm 6,8$ % vs $-13,7 \pm 8,0$ %) et FC ($3,7 \pm 6,3$ % vs. $12,3 \pm 4,1$ %). En termes de performance, seul le groupe H-VFC a réduit le temps pour parcourir 10 km en ski à roulettes ($-2,7 \pm 3,6$ % à Post-1). Comparé à N ($+0,9 \pm 5,1$ % et $-2,8 \pm 4,0$ %), les gains en $VO_2\max$ et VO_2VT étaient supérieurs pour H-VFC ($+3,8 \pm 3,1$ % et $+6,9 \pm 5,7$ %) et H ($+2,9 \pm 4,4$ % et $+4,6 \pm 6,1$ %).

Conclusion :

Il ressort que l'ajustement quotidien et individualisé des charges d'entraînement à partir de la VFC induit une réduction des perturbations du système nerveux autonome communément associées à

l'entraînement en altitude, tout en améliorant la performance chez des athlètes d'endurance élite. Quel que soit le groupe (H-VFC ou H), l'amélioration de la $VO_2\max$ et de la performance confirment l'efficacité de la méthode LHTL pour améliorer la performance, y compris chez des athlètes de « très » haut niveau.



Bibliographie

HAUSER A, TROESCH S, STEINER T, BROCHERIE F, GIRARD O, SAUGY JJ, SCHMITT L, MILLET GP et WEHRLIN JP, « Do male athletes with already high initial haemoglobin mass benefit from 'live high-train low' altitude training? », *Experimental Physiology*, 2018, 103(1), p. 68-76, doi:10.1113/ep086590.

SCHMIDT W et PROMMER N « The optimized CO-rebreathing method: a new tool to determine total haemoglobin mass routinely », *European Journal of Applied Physiology*, 2005, 95(5-6), p. 486-495, doi:10.1007/s00421-005-0050-3.

SCHMITT L, WILLIS SJ, FARDELA C, COULMY N et MILLET GP, « Live high-train low guided by daily heart rate variability in elite Nordic-skiers », *European Journal of Applied Physiology*, 2018, 118(2), p. 419-428, doi:10.1007/s00421-017-3784-9.

STEINER T et WEHRLIN JP, « Does hemoglobin mass increase from age 16 to 21 and 28 in elite endurance athletes? », *Medicine and Sciences in Sports and Exercise*, 2011, 43(9), p. 1735-1743, doi:10.1249/mss.0b013e3182118760.

Livres



DEMONTFAUCON Frédéric,
WEISS Stéphane

Technique du judo : de la ceinture blanche à la ceinture noire, 57 techniques incontournables

Amphora, 2017, 143 p.

Prix : **22,50 €**

Cote INSEP : **ASMS DEM**

Six ans après sa première édition et déjà adopté par 25 000 judokas, « Le grand livre des techniques de judo » revient dans un format plus pratique où les différentes techniques de judo sont illustrées image après image par plusieurs champions français (Automne Pavia, Pénélope Bonna, Élena Benard, Benjamin Darbelet, Ugo Legrand et David Larose). Pour chaque technique, l'auteur Frédéric Demontfaucon livre ses conseils. Ce livre, complet et accessible, vous suivra durant votre apprentissage, quels que soient votre niveau et votre expérience.



CHARITAS Pascal, FONTAYNE Paul,
LE NOÉ Olivier

Licence STAPS Tout-en-un (APSA, Sciences de la vie, Sociologie, Histoire, Psychologie)

Dunod, 2017, 595 p.

Prix : **37 €**

Cote INSEP : **ASA4 LIC**

Cet ouvrage fait la synthèse de 120 fiches de l'ensemble des concepts fondamentaux enseignés au cours des trois années de licence STAPS : pratiques et techniques sportives, sciences humaines et sociales, sciences de la vie. Écrit par un collectif d'auteurs spécialistes des différentes disciplines, il constitue un outil de référence indispensable. Près de 60 QCM et sujets de synthèse corrigés sont aussi proposés afin de s'évaluer.



MURRAY Bob, KENNEY Larry W.

La préparation physique du sportif

Vigot, 2017, 208 p.

Prix : **34 €**

Cote INSEP : **SVE4 MUR**

Destiné aux professionnels du sport comme aux sportifs amateurs, cet ouvrage explique les phénomènes qui se produisent dans le corps lors d'une activité physique. Des manifestations physiologiques jusqu'à l'élaboration de programmes d'entraînement en passant par l'évocation de cas particuliers (chaleur, froid, altitude, personnes âgées, femmes enceintes...), chaque donnée est expliquée en termes simples et illustrée de schémas.



RATEL Sébastien

La préparation physique du jeune sportif

Amphora, 2017, 200 p.

Prix : **24,50 €**

Cote INSEP : **ASAG RAT**

En raison des exigences du sport du haut niveau, la plupart des entraîneurs, éducateurs sportifs et préparateurs physiques s'interrogent sur la manière de conduire les enfants dans leur pratique sportive vers le plus haut niveau tout en veillant à préserver leur capital santé. Le présent ouvrage entend apporter connaissances scientifiques, techniques et pratiques pour assurer le meilleur suivi possible de cette population sensible.



DOUTRIAUX Claire

Karambolage n° 438 – Le Tour de France (12 min)

Arte France, 2017

Cote INSEP : ASQ3 GAN

Quelques jours avant le Tour de France qui s'élançait de Düsseldorf en Allemagne, Arte proposait un film court à destination de son public allemand pour leur présenter cet événement dont le pays n'avait plus accueilli le départ depuis 1987 (à Berlin). Une évocation de l'histoire et des symboles de la Grande Boucle sous la forme d'un dessin animé à la fois instructif et sympathique pour le néophyte.



PISCAREL Damien et BODIN Florent

Le K Benzema (120 min)

Black Dynamite Production, Troisième Œil Production et Canal+, 2017

Cote INSEP : B BEN

Esthétique et formellement abouti, ce documentaire retrace la carrière de Karim Benzema, de Bron où il a débuté, à Madrid où il s'épanouit, et invite dans l'intimité du footballeur. Ce dernier s'y livre et donne ses vérités sur une carrière hors norme. Une interrogation majeure : le timing et la sincérité de ce film aux élans hagiographiques et dérangeants et qui ressemble à une tentative (désespérée) de réhabilitation d'une image écornée.



BATTAGLIA Jérémie

Parfaites (78 min)

M2 Production et Les Productions du Rapide-Blanc Inc., 2016

Cote INSEP : AS14 BAT

Servi par une esthétique irréprochable, Parfaites (Perfect) immerge dans le quotidien de l'équipe canadienne de natation synchronisée des mondiaux 2015 aux Jeux olympiques 2016, de Kazan à Rio et fait partager les doutes et les joies d'une bande de filles épatantes, déterminées et si attachantes dans un sport jugé kitsch mais incroyablement exigeant. Ceci n'est pas simplement un film, c'est un manifeste de sport. Une petite perle scintillante de valeurs et d'humanité.



BERG Alexis et DELFOSSE Aurélien

La Barkley, sans pitié (20 min)

L'Équipe, 2018

La Barkley est une folie. Une folie née dans l'esprit de l'iconoclaste Gary Cantrell, vieil homme aux airs de George RR Martin (créateur de Game of Thrones, NDLR), dont seulement 16 « finishers » ont triomphé en 30 ans. S'appuyant uniquement sur des photographies et des témoignages, L'Équipe Explore livre un reportage en tout point remarquable tant dans la réalisation que la production et l'habillage sonore, rendant grâce à la sublime cruauté de cette épreuve et au courage de ses participants.

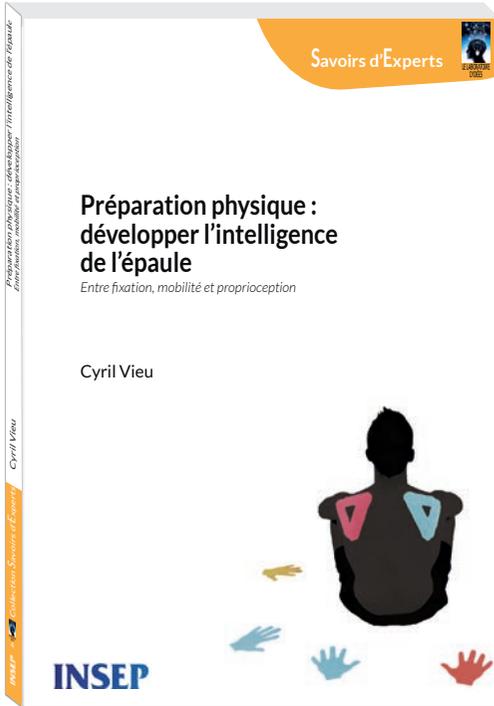
Préparation physique : développer l'intelligence de l'épaule

Entre fixation, mobilité et proprioception



LE LABORATOIRE
D'IDÉES

NOUVEAUTÉ



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.

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 €

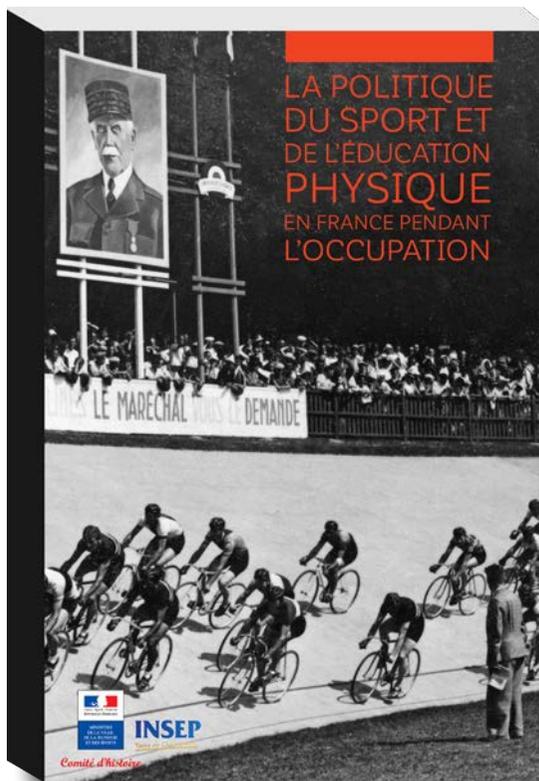
INSEP

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

À PARAÎTRE

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.

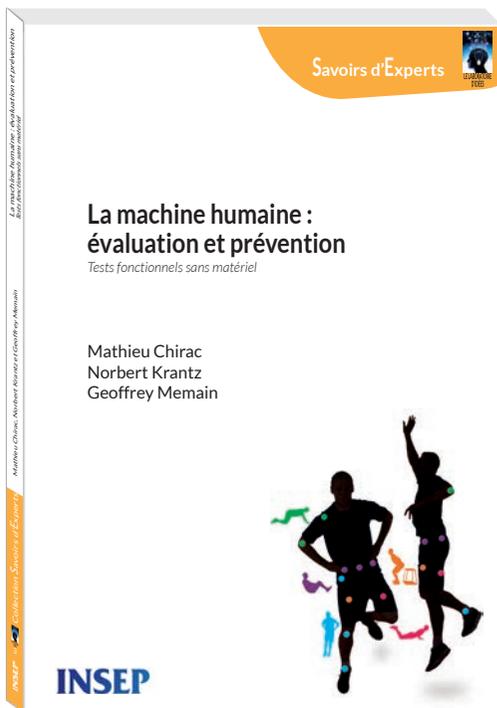


Coord. : Marianne LASSUS
 Éditeur : INSEP-Éditions
 Hors collection
 Date de parution : juin 2018
 ISBN : 978-2-86580-233-3
 Nombre de pages : 324 p.
 Prix : 30 €

INSEP

La machine humaine : évaluation et prévention

Tests fonctionnels sans matériel



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 €

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.

INSEP

Georges Demenÿ

Les origines sportives du cinéma

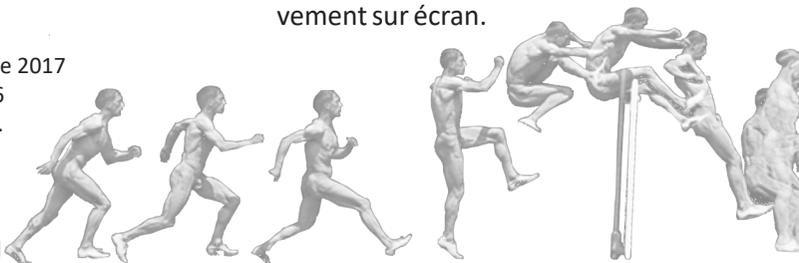


Sous la direction : Patrick DIQUET
 Recherches iconographiques : Christophe MEUNIER
 Éditeurs : Somogy éditions d'art / INSEP-Éditions
 Hors collection
 Date de parution : octobre 2017
 ISBN : 978-2-75721-222-6
 Nombre de pages : 240 p.
 Prix : 35 €

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.

INSEP



Jeunesse et Sports

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



Auteurs :
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 »



Coord. : 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 €

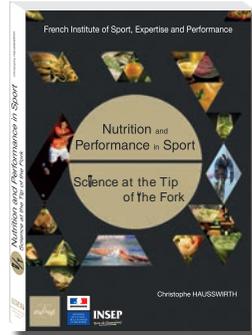
Déjà publié en 2000 par plusieurs experts de la discipline, l'ouvrage est devenu une référence pour le demi-fond. Cette réédition dévoile un contenu réactualisé.

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 et 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.





INSEP

INSTITUT NATIONAL DU SPORT, DE L'EXPERTISE ET DE LA PERFORMANCE
11, AVENUE DU TREMBLAY - 75 012 PARIS - TÉL. 01 41 74 41 00

WWW.INSEP.FR    

