

N°116 Septembre-Octobre 2009 / Bimestriel / www.sport-et-vie.com

NUTRITION

**Mangez
du baobab**

PSYCHOLOGIE

**Pourquoi
tant de haine ?**

ENTRAÎNEMENT

**Apnée et
performances**

DOPAGE

**Les cheveux
disent tout**

Tout savoir sur l'endurance

Importance relative VO_2 max / endurance

Les plus grands champions de l'histoire

Toutes les équations indispensables



En fait, on voulait montrer que les performances augmentent avec la taille de la population dans toutes les disciplines, y compris dans le marathon pour lequel on dispose de données plus précises sur le siècle écoulé que pour le 100 mètres.

On vous l'avait bien dit

Juste un mot pour vous dire qu'en 1989 (vingt ans déjà!), Guy Thibault et moi-même, nous avons projeté que les records du 100 et du 200 mètres continueraient d'évoluer et seraient aux alentours de 9'57 et 19'10 en 2028. Il semble que l'avènement de Bolt ait accéléré un peu les choses!

François Péronnet

AGENDA

Samedi 12 et Dimanche 13 septembre

7^{ème} édition de Lyon Free VTT

Ce raid 100% urbain avec dénivelés à gogo, escaliers, pavés, singles, parcs et parkings souterrains, offre trois possibilités de parcours: un "sportif" (50 km) qui emprunte quelques pentes escarpées du côté de Caluire et conduit jusqu'à Collonges au Mont D'or; un "découverte" (28 km) qui propose une balade dans le 5^{ème} arrondissement; et un "relax" (22km), qui joint de façon ludique le Parc de Gerland à celui de la Tête d'Or, avec un mémorable tour de vélodrome. Pour plus d'infos:

www.lyonfreevtt.com/course-vtt-lyon

Samedi 24 et Dimanche 25 Octobre 2009

Salon des sports de l'extrême

Lieu: Toulouse, Parc des expositions. Le rendez-vous incontournable des amoureux du sport qui pourront s'initier à de nouvelles pratiques grâce à une zone skate park (2000m²), des murs d'escalade, un terrain de paintball, une zone bodybuilding/bodyfitness (1500m²), une carrière équestre (400m²), une piscine (200m²), etc.

Pour plus d'infos:

www.salon-sports-extremes.com

Du 24 octobre 2009 au 4 novembre 2009

Championnat de France de planche à voile

Lieu : SIX FOURS LES PLAGES (83), plage de Bonnegrâce.

Pour tous renseignements, consultez la page: www.six-fours.net/calendrier/championnat-de-france-de-planche-a-voile-a-six-fours-4090.html

Libérez le guide

Voici l'histoire de Gonpo Tserang, un guide tibétain condamné à trois ans de prison par les autorités chinoises. Son crime? Avoir fait circuler des informations sur la situation au Tibet.

Dans un précédent numéro de Sport et Vie, nous vous parlions de Tibétains formés aux métiers de la montagne par des guides de Chamonix (1). Pour ces jeunes gens, comme pour l'ensemble des montagnards tibétains, l'apprentissage se déroule pour le mieux tant qu'ils ne suscitent pas le courroux des autorités chinoises. Car s'ils ont le malheur de déplaire, leur sort peut très vite basculer. En témoigne la dramatique mésaventure de Gonpo Tserang (33 ans), guide de la préfecture autonome tibétaine de Dêqên, située dans la province du Yunnan (2). Il travaillait pour l'agence Xianggelila Travel Service. Son métier consistait à conduire des clients étrangers vers les sommets de la région, notamment le Mont Meili qui culmine à 6740 mètres d'altitude. Les autorités chinoises lui ont reproché d'avoir envoyé des SMS et courriers électroniques à six personnes à l'étranger (sans doute des clients avec lesquels il avait noué des liens d'amitié) dans les jours qui ont suivi les émeutes de Lhasa de mars 2008. Selon l'accusation, il s'agirait de "textes enflammés qui déformaient les faits" (3). Il est arrêté le 23 mars pour incitation au "séparatisme", un crime contre-révolutionnaire –ou plutôt devrait-on dire crime "contre la sûreté de l'Etat" (4)- qui, au regard de la loi chinoise, peut même valoir la peine de mort. En un sens, Gonpo Tserang l'a échappé belle, puisque le 27 octobre 2008, il n'a été condamné "qu'à" 3 ans de prison. Que s'est-il passé au juste? A-t-il été dénoncé? A-t-il été victime du système de surveillance chinois, espionnant tout à la fois les SMS et les courriels? L'heure est aux supputations. Mais ce qui frappe dans cette affaire, c'est l'empressement de la justice. Le procès a eu lieu en catimini. Le parquet n'a pas vraiment étayé ses accusations. Bref les principes fondamentaux de justice ont été bafoués. Les émeutes de juillet 2009 au Xinjiang ont déjà donné lieu au même type de jugement à l'emporte-pièce. Ainsi les autorités chinoises ont-elles accusé sans la moindre preuve Rebiya Kader (5), une femme d'affaires ouïgoure, d'avoir fomenté les troubles. Elle avait déjà été condamnée en

août 1999 à 8 ans de prison pour avoir divulgué des secrets d'Etat. En guise de secrets d'Etat, des coupures de journaux qu'elle avait envoyée à son mari aux USA. Ce qui est en cause ici, ce n'est pas le bien-fondé des mouvements de révolte tibétain et ouïgour, mais le fonctionnement inquiétant de la justice chinoise. Et le problème se pose dans toute la Chine.

Patrice Victor

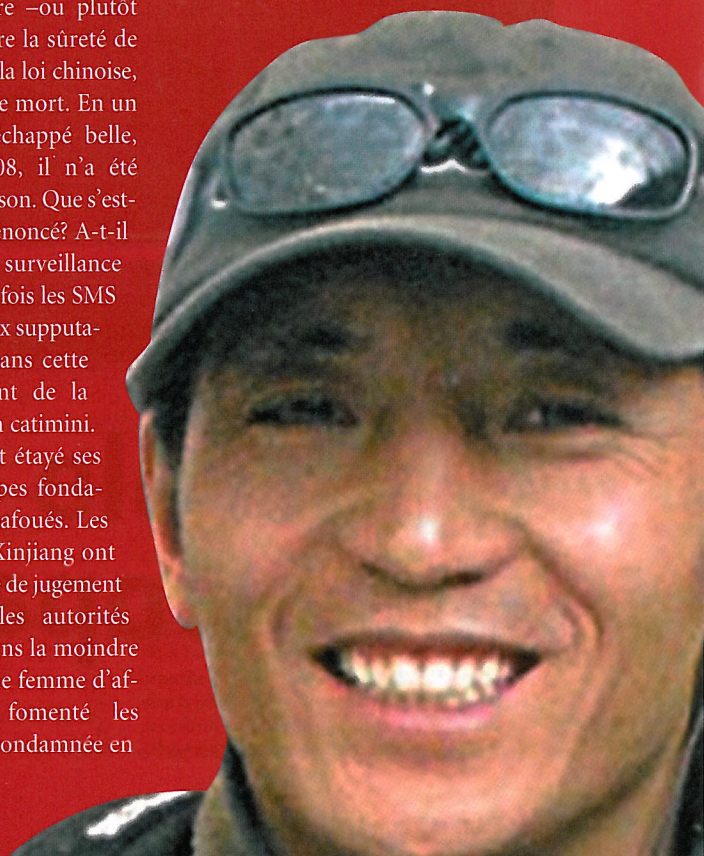
(1) Lire Sport et Vie n°108

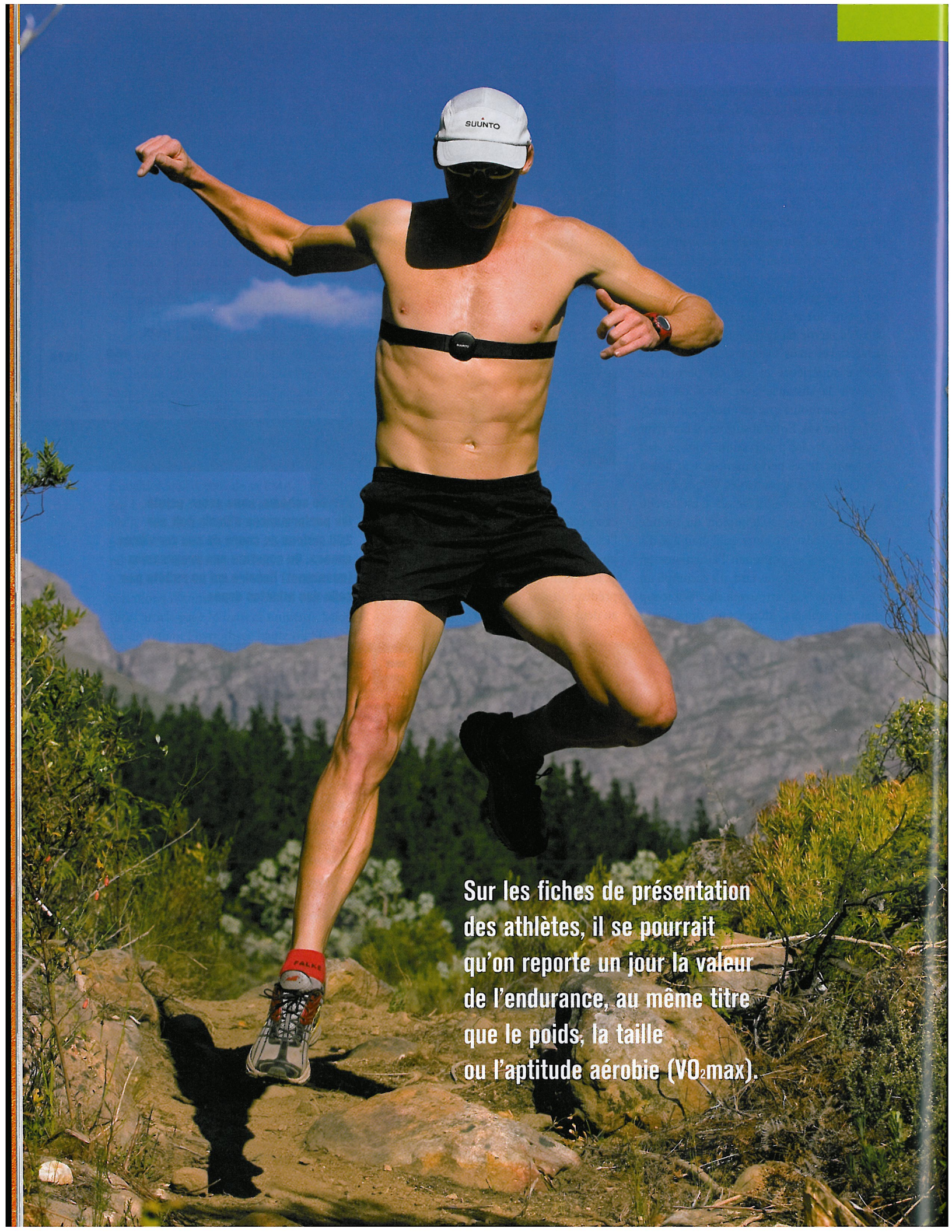
(2) Le Tibet s'étend géographiquement bien au-delà de la province autonome du Tibet et englobe une partie de la province du Yunnan au sud-ouest de la Chine.

(3) On trouvera ici les attendus du jugement: www.duihua.org/work/verdicts/indictment_verdict_Gonpo-Tserang_en.htm

(4) Le délit de crime "contre-révolutionnaire" qui désignait "tout acte qui met en danger la République populaire de Chine... dans le but de renverser le pouvoir politique de la dictature du prolétariat et le système socialiste" est aboli depuis 1997. Il a été remplacé par la notion de crime "contre la sûreté de l'Etat". La différence? Bonne question!

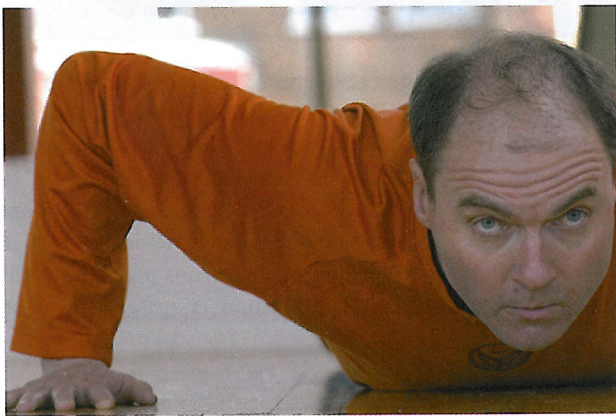
(5) Rebiya Kader a été libérée et expulsée de Chine le 14 mars 2005. Elle vit désormais auprès de son mari aux Etats-Unis où elle est présidente du Congrès mondial des Ouïghours. Chaque année, son nom figure sur la liste des personnes proposées pour le prix Nobel de la paix. Le gouvernement chinois utilise ses enfants restés au Xinjiang (5 sur 11) comme moyen de pression. Actuellement, 3 d'entre eux sont emprisonnés.





Sur les fiches de présentation des athlètes, il se pourrait qu'on reporte un jour la valeur de l'endurance, au même titre que le poids, la taille ou l'aptitude aérobie ($VO_2\text{max}$).

Quelle est votre capacité d'endurance?



Guy Thibault (surpris ici en plein effort) est professeur associé au département de kinésiologie de l'Université de Montréal. En collaboration étroite avec son collègue François Péronnet, il mène des travaux quelques-uns des mystères de l'endurance.

Comment définissez-vous l'endurance?

Même sans être un grand spécialiste de l'effort de longue durée, chacun sait bien que la vitesse maximale d'un athlète ne peut que diminuer à mesure que les distances des compétitions augmentent. On court plus rapidement sur 5000 mètres que sur marathon, c'est une évidence. Seulement, on constate des différences dans le déclin de cette vitesse selon les individus. Pour certains, la chute est très brutale. On dira alors qu'ils sont dotés d'une endurance faible. Pour d'autres, la pente est beaucoup plus douce. Ils se caractérisent alors par une endurance élevée. A titre d'exemple, j'ai entraîné la marathoniennne canadienne Jacqueline Gareau (NB: notamment lauréate à Boston en 1980). A l'époque, elle se caractérisait par la meilleure valeur d'endurance jamais mesurée au sein de l'élite: -4,54! Cela signifie que, chez elle, l'augmentation des distances n'affectait presque pas

sa vitesse de croisière. Elle a même réussi l'exploit peu banal de battre son record sur 10 kilomètres alors qu'elle était engagée sur un semi-marathon.

Détient-elle toujours ce record?

Non. Depuis, j'ai élargi mon panel de recherche et j'ai trouvé un résultat encore meilleur chez le marathonien kényan William Kiplagat (NB: vainqueur à Rotterdam en 2003 et à Séoul en 2005). Son endurance est de -4,43.

Que représentent ses chiffres exactement?

Disons qu'ils traduisent la décroissance de la relation qui relie la durée d'effort et l'intensité exprimée en pourcentage de la VO_2 max. Si on pointe ces deux données sur un schéma, on obtient une courbe qui descend d'abord de façon abrupte, avant de s'écraser progressivement à mesure que les distances augmentent. Pour obtenir une droite, on

utilise un petit subterfuge qui consiste à exprimer les durées non plus en valeurs brutes mais sur une échelle logarithmique (*). Cela permet d'aligner les points. L'endurance désigne alors l'inclinaison de la pente (voir encadré p. 18). Tout simplement.

Un peu comme les pancartes routières qui annoncent les grandes descentes?

Si l'on veut. Mais il ne s'agit pas ici d'une dénivellation exprimée en mètres. En fait, cette valeur d'endurance donne un pourcentage de la baisse de l'intensité relative sur l'axe des ordonnées pour une progression d'un point sur l'axe des abscisses. En clair, Kiplagat perd un peu moins de 4,5% sur l'échelle de la VO_2 max à chaque fois qu'on avance d'un point la valeur logarithmique de la durée des épreuves. La valeur de cette endurance est donc toujours négative et s'exprime en $\%VO_2 \text{ max}/\ln(T)$. Bien sûr, je comprends que, formulée ainsi, cette donnée n'est pas très éloquent. Il suffit de retenir qu'une valeur très négative révèle une chute brutale des vitesses et donc une endurance faible... et inversement à mesure que l'on se rapproche de zéro. Le zéro ou, plus extraordinaire encore, les valeurs positives étant évidemment inaccessibles. Cela signifierait qu'on court de plus en plus vite à mesure qu'augmentent les distances. Un non-sens!

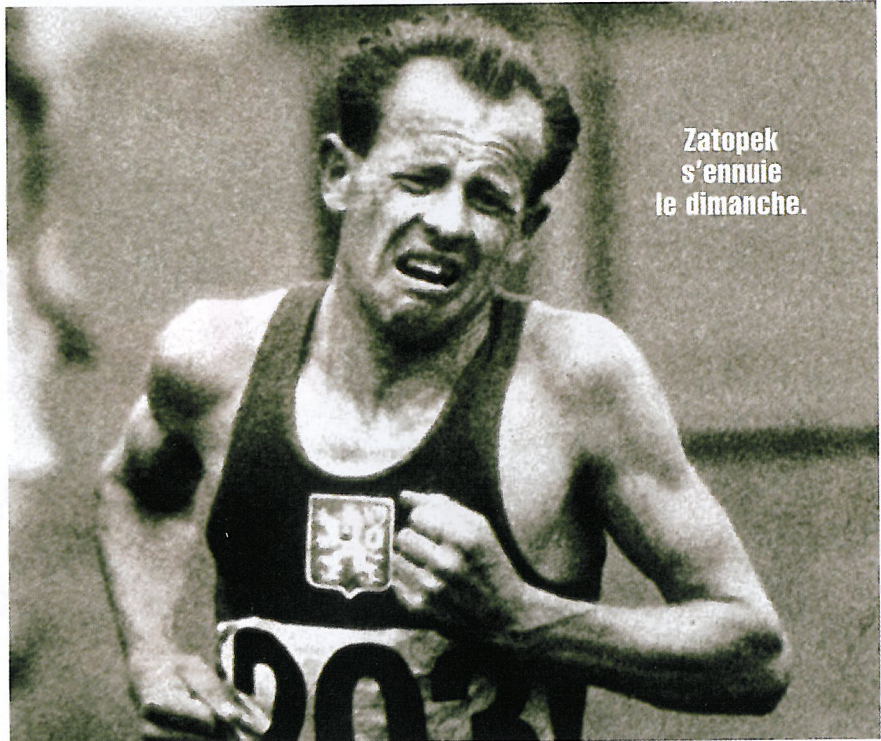
(*) Sur une échelle logarithmique, les chiffres sont remplacés par leur exposant en base e ($e = 2,71828...$). Cette fonction baptisée "Log" (avec majuscule) ou "ln" se retrouve dans les logiciels comme "Excel".

Est-ce un calcul difficile à faire?

Pas vraiment. N'importe qui équipé d'une calculatrice peut se lancer. Mais il faut impérativement disposer de chronos vraiment représentatifs de la valeur de l'athlète, réalisés sur des distances différentes, entre 3000 mètres et un marathon. On doit alors pointer ces performances sur le schéma tel qu'on vient de le définir et calculer la pente de la droite déclinante. Évidemment, l'idéal serait de se référer à plusieurs chronos, en utilisant, par exemple, les meilleurs temps sur 3000, 5000, 10.000, semi et marathon. Là, cela deviendrait très précis!

Et d'après vous, ces points s'aligneront toujours sur une droite.

Normalement, oui. A condition, bien entendu, de disposer de chronos qui reflètent vraiment le potentiel athlétique de la personne. Avec François Péronnet, nous avons concocté un petit logiciel (NB: nous l'avons appelé "Hermann") permettant à chacun de mesurer son endurance. Nous étions présents lors de grands événements et les coureurs étaient invités à venir nous consulter gratuitement. Cela nous a permis de recueillir des données sur 2464 sujets des deux sexes. On s'est aperçu que nos pronostics étaient absolument fiables pour des efforts en endurance sur des distances courtes, moyennes et longues.



Zatopek s'ennuie le dimanche.

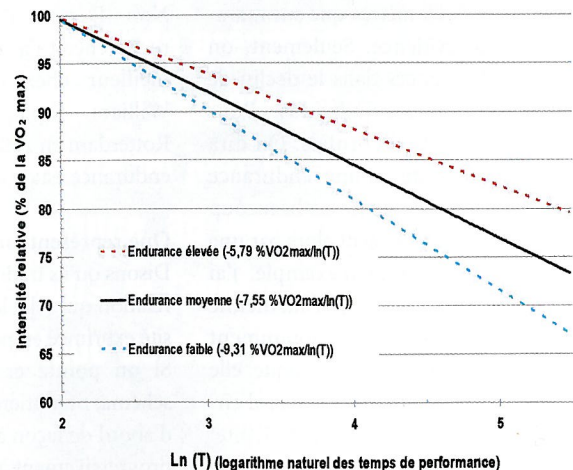
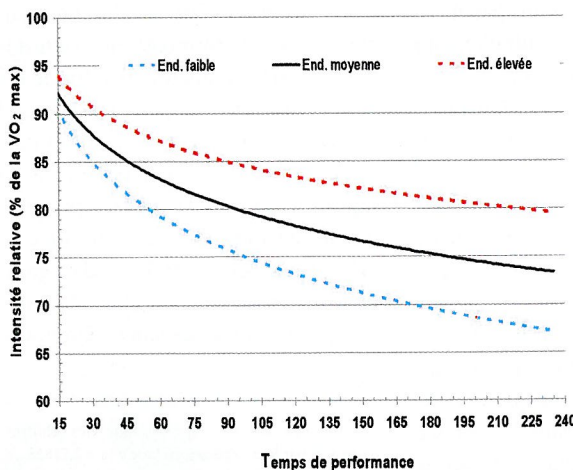
Vous avez aussi appliqué votre modèle aux chronos des plus grands champions?

Là encore, on obtient des résultats très précis. Mais toujours à condition de disposer d'informations fiables sur les coureurs. Prenons un exemple: lorsque je travaille sur le cas du Tchèqe Emil Zatopek, je dispose d'un record sur mara-

thon (2 heures 23 minutes) qui ne correspond pas à sa valeur intrinsèque. Zatopek n'était pas un spécialiste de la distance. Il trouvait que cette course était "ennuyeuse" et n'a participé qu'à deux marathons au cours de sa vie, ceux des Jeux d'Helsinki en 1956 et de Melbourne quatre ans plus tard. Avec plus de motivation et un entraînement

COMMENT REDRESSER UNE COURBE

Lorsqu'on pointe la diminution de l'intensité de l'exercice en fonction de la durée de l'effort, on obtient une courbe de ce type, plus ou moins écrasée selon que les athlètes jouissent d'une endurance basse, moyenne ou élevée (dessin de gauche). En exprimant, les durées d'effort sur une échelle logarithmique, la relation prend l'allure d'une droite, ce qui facilite ensuite l'utilisation des fonctions arithmétiques (dessin de droite). Cette seconde figure est issue d'observations faites sur 2464 coureurs amateurs. L'endurance moyenne correspond au trait plein et noir. Seulement 15% des sujets affichent une endurance plus élevée que celle du trait hachuré rouge et 15% se situent en dessous du trait pointillé bleu.



LES PLUS GRANDS CHAMPIONS

Alors que les entraîneurs sérieux soumettent régulièrement leurs athlètes à des tests d'évaluation de la VO_{2max} , rares sont ceux qui font une évaluation rigoureuse de l'endurance. On a généralement tendance à négliger cette valeur car d'une part, on sait qu'il s'agit d'un déterminant de la performance aérobie moins important que la VO_{2max} et de l'autre, on craint d'épuiser son athlète avec des protocoles d'évaluation très éprouvants. Heureusement, on peut procéder autrement et se baser sur les résultats antérieurs.

À titre d'exemple, nous avons analysé ci-dessous les performances du coureur John Treacy: un marathonien irlandais qui a participé aux quatre Jeux olympiques entre 1980 et 1992, finissant notamment deuxième au marathon de Los Angeles de 1984. Un type capable de couvrir la distance en 2 heures et 10 minutes, ce qui représente un excellent niveau de performance. Son cas est intéressant parce que l'on possède à la fois l'ensemble de ses records personnels sur toutes les distances (*) et les valeurs de VO_{2max} mesurées en laboratoire (**).

● Dans un premier temps, on calcule le coût en oxygène pour chacune de ses performances. On utilise pour cela la formule proposée par le Britannique Pugh (prononcer "Piou"): VO_2 (mL/kg/min) = $-3,99 + 0,2194 \times$ vitesse de course (en mètres par minute). On relie ces données à celles d'une échelle logarithmique du temps. Par analyse de régression, on obtient dans son cas l'équation suivante:

$$V = 436,06 - 22,865 \times \ln(T)$$

● Ensuite, on voudra déterminer sa VMA. Comment faire? C'est assez simple. On procède à l'estimation de la vitesse maximale qu'il sera capable de tenir sur une durée de 7 minutes. On sait en effet que les athlètes peuvent tenir leur consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) pendant cette durée. La formule s'écrit ainsi: $VMA = V_{7min} = 436,06 - 22,865 \times \ln(7) = 391,56$ m/min.

● Pour obtenir la VO_{2max} , il suffit alors de reprendre la formule de Pugh avec la vitesse virtuelle sur 7 minutes obtenue par calcul.

$$VO_{2max} = -3,99 + 0,2194 \times VMA = -3,99 + 0,2194 \times (391,56) = 81,92 \text{ mL/kg/min}$$

Remarque: cette valeur est un peu plus basse que les 88,4 mL/kg/min mesurés par Cunningham dans son laboratoire du Fitchburg State College au Massachusetts. Mais cela n'a rien d'étonnant. Lors du test, Treacy n'avait réussi à maintenir cette VMA que pendant 4 minutes. Dans notre approche, l'évaluation se fait en prenant pour acquis que c'est précisément sur 7 minutes qu'on peut tenir 100 % de la VO_{2max} . Cela explique la différence. C'est d'ailleurs un des gros problèmes de ces tests d'évaluation en laboratoire: leur manque de fiabilité! Au Canada, un ambitieux travail de validation des centres qui reçoivent des athlètes de haut niveau a été mis en place. Des experts ont alors fait le tour du pays pour valider les différentes machines. Les résultats variaient tellement qu'aujourd'hui des chercheurs comme Guy Thibault en arrivent à penser qu'en se basant sur les performances de terrain des coureurs de fond et de demi-fond, on obtient des mesures plus fiables qu'avec des appareils à 80 000 dollars.

● A présent que l'on connaît sa VO_{2max} , on peut traduire toutes les vitesses en un pourcentage du maximum aérobie et dessiner la fonction $\%VO_{2max} = A + B \ln(T)$

A l'aide d'une nouvelle analyse de régression, on obtient pour Treacy: $\%VO_{2max} = 111,92 - 6,12 \ln(T)$. Cela nous permet de lui attribuer une endurance de -6,12.

En procédant de la sorte pour tous les grands champions de l'histoire, Guy Thibault a établi ce palmarès intergénérationnel.



John Treacy (Irl) et Charles Spedding (UK) sur les traces de Carlos Lopes (Por) au marathon des Jeux olympiques de Los Angeles en 1984

(*) Sur 5000 mètres: 13 minutes et 16 secondes. Sur 10 000 mètres: 27 minutes et 46 secondes. Sur marathon: 2 heures 9 minutes et 56 secondes.

(**) Il existe aussi une autre formule, peut-être un peu plus précise à grande vitesse dans la mesure où l'on tient compte de l'augmentation au carré de la résistance de l'air par rapport à la vitesse. $VO_2 = 14,49 + 2,143 V$ (en km/h) + $0,0324 V^2$

Attention: dans cette formule, la vitesse s'exprime en kilomètres/heure.

	Endurance	VO_{2max}
William Kiplagat	-4,43	78,94
Jacqueline Gareau	-4,54	67,55
Dionisio Castro	-4,65	79,95
Paula Radcliffe	-4,85	74,59
Émilie Mondor	-5,33	72,13
Benjamin Limo	-5,75	82,31
Emil Zatopek	-5,82	77,93
Domingos Castro	-5,85	82,00
Paul Tergat	-5,98	84,38
John Treacy	-6,12	81,92
Henry Rono	-6,14	83,02
Haile Gebrselassie	-6,15	85,26
Bekele Kenenisa	-6,85	85,29
Steve Prefontaine	-6,97	81,74
Saïd Aouita	-7,15	84,29
Benjamin Limo	-7,43	84,10
Ron Clarke	-7,56	82,12

Références

- Alvarez-Ramirez J (2002) An improved Péronnet-Thibault mathematical model of human running performance. Eur J Appl Physiol 86(6):517-25, 2002.
- Péronnet F et al. (1987) Correlation between ventilatory threshold and endurance capability in marathon runners. Med Sci Sports Exerc 19:610-5.
- Péronnet F et Thibault G (1987) Analyse physiologique de la performance en course à pied : révision du modèle hyperbolique. J Physiol (Paris) 82:52-60.
- Péronnet F et Thibault G (1989) Mathematical analysis of running performance and world running records. J Applied Physiol (Modeling Methodology Forum) 67:453-65.
- Pugh LGCE (1970) Oxygen intake in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance. J Physiol (London) 207(3):823-35.
- Thibault G (2009) Entraînement cardio; Sports d'endurance et performance. Collection Géo Plein Air. Parution prévue : octobre 2009.
- Tokmakidis S et al. (1987) New approaches to predict VO_{2max} and endurance from running performances. J Sports Med Phys Fitness 27:401-9.
- Ward-Smith AJ (1999) The bioenergetics of optimal performances in middle-distance and long-distance track running. J Biomech 32(5):461-5.



Marocain Saïd Aouita (-7,15). C'est à peine supérieur à la moyenne relevée chez nos 2464 coureurs amateurs (-7,55). Mais cela ne m'étonne pas. Le Marocain était extrêmement fort dans des épreuves de demi-fond. A mon avis, il aurait été incapable de performances de ce niveau sur les épreuves plus longues comme le marathon.

Est-ce que cela signifie qu'une endurance exceptionnelle n'est pas absolument nécessaire pour s'imposer sur la scène internationale?

C'est exactement cela. On peut être champion avec une endurance moyenne. A condition, bien sûr, de disposer d'une excellente aptitude aérobie. A l'analyse, on s'aperçoit que tous les athlètes de l'élite possèdent une VO_2 max très élevée alors que les valeurs d'endurance varient selon un large spectre avec des valeurs très hautes qui en côtoient d'autres parfaitement ordinaires.

L'idéal étant, je suppose, de concilier les deux?

Sans doute. Mais c'est rarement le cas. En fait, on pourrait presque dire que l'endurance joue un rôle accessoire dans une performance essentiellement déterminée par les variations de l'aptitude aérobie. En d'autres termes, une petite différence de VO_2 max va entraîner de grandes différences dans les chronos. On peut retenir par exemple qu'un gain d'un millilitre de VO_2 max représente 30 secondes à l'arrivée

spécifique, il est probable qu'il ait été plus rapide. Je n'ai donc pas retenu sa performance dans mes calculs. Heureusement, je disposais d'autres chronos pour lui, ce qui me permettait d'effectuer des calculs suffisamment précis. J'en ai conclu qu'il avait une endurance de -5,82.

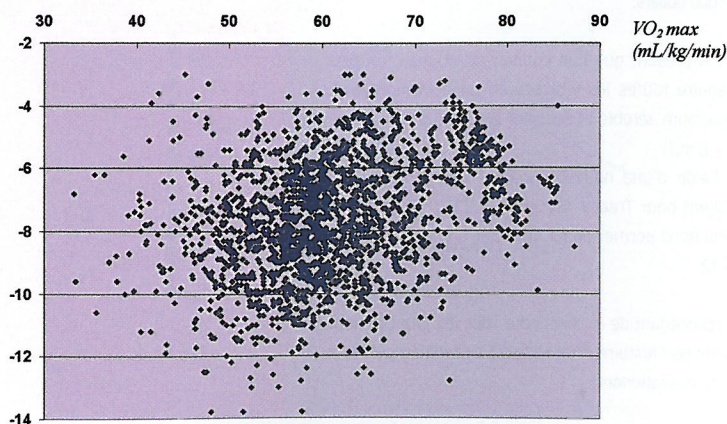
Ce n'est pas exceptionnel.

Si, c'est pas mal. Je pourrais donner l'exemple d'un tas de champions qui font moins bien que lui. L'Éthiopien Kenenisa Bekele ne brille pas non plus par une endurance très forte (-6,85). Et l'une des valeurs les plus basses que j'ai relevée au sein de l'élite appartient au

SUR UN PETIT NUAGE

L'enquête sur 2264 coureurs a révélé une très grande dispersion des résultats comme on le voit sur ce tableau, autant en ce qui concerne la VO_2 max que l'endurance. Les coureurs les plus performants se situent évidemment en haut à droite de la figure.

Endurance



d'un 10 kilomètres! Pour obtenir un tel résultat, il faudrait améliorer l'endurance dans une proportion bien plus importante.

Lorsqu'on examine plus attentivement les tableaux des athlètes classés par les qualités d'endurance et de VO_2 max, on constate une forme d'incohérence: ceux qui apparaissent en tête d'un classement sont généralement à la traîne dans l'autre. Pourquoi?

En fait, ces deux caractéristiques sont totalement indépendantes l'une de l'autre et l'im-

pression d'une incompatibilité provient d'un biais de recrutement. Au sein de l'élite, toutes les performances se valent plus ou moins. Une caractéristique plus élevée se trouvera donc forcément contrebalancée par une autre plus faible.

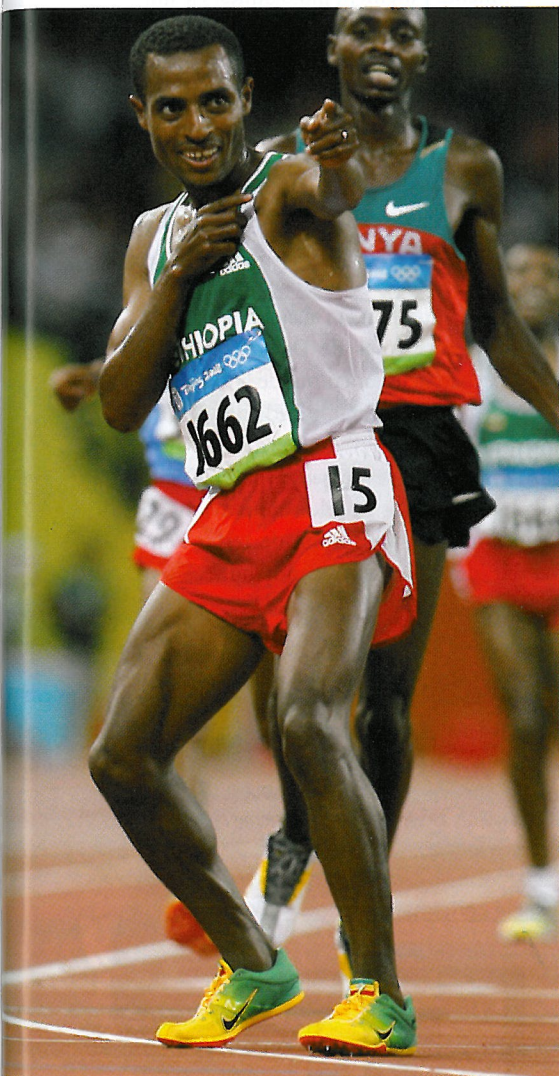
Les avis divergent. Pour ma part, j'envisage l'endurance comme la taille de la personne ou la couleur de ses yeux: bref il s'agit d'une caractéristique essentiellement héréditaire. Chacun de nous se trouverait caractérisé par une seule et unique endurance. Bien sûr, il peut arriver que, pour des raisons diverses, nous ne soyons pas à même d'exprimer cette endurance. Cela nécessite aussi un minimum d'entraînement. Mais si toutes les bonnes conditions sont réunies, on peut assez facilement se baser sur la VO_2 max et l'endurance pour prédire des performances sur n'importe quelle distance.

Mais comment expliquez-vous alors que les performances varient autant selon qu'on se trouve dans un bon ou un mauvais jour?

Au quotidien, les variations de performances s'expliquent par une multitude de facteurs: une petite douleur, un surcroît de fatigue, une mauvaise reconstitution des réserves énergétiques ou un manque d'adaptation à la chaleur, au froid, à l'altitude. A l'échelle des saisons, il faut surtout incriminer les fluctuations de VO_2 max. Mais l'endurance, elle, demeure relativement stable. Je vous donne un exemple. Vous vous souvenez sûrement du coureur français Jacky Boxberger qui a connu une fin tragique, piétiné par un éléphant lors d'un safari en Afrique. Si l'on reprend le fil de sa carrière, on observera d'importantes variations de performances qui reflètent les épisodes de blessures, les périodes de méforme et tous les autres problèmes qu'il a traversés. Mais si j'analyse ses performances d'une année à l'autre, je m'aperçois que son endurance n'a presque pas bougé. Seule sa VO_2 max montait et descendait.

Cette valeur d'endurance reste-t-elle identique sur toutes les distances?

Jusqu'au marathon, oui. Du moins, c'est ce que l'on a pu observer sur nos milliers de sujets. Lorsqu'on s'aventure au-delà des distances du marathon, on observe effectivement un décrochage entre la performance réelle et celle prédite par nos formules. Je pense qu'on mesure là l'influence d'autres paramètres qui deviennent déterminants à mesure que l'effort se prolonge, à commencer par la baisse de motivation et l'apparition de douleurs de moins en moins supportables.

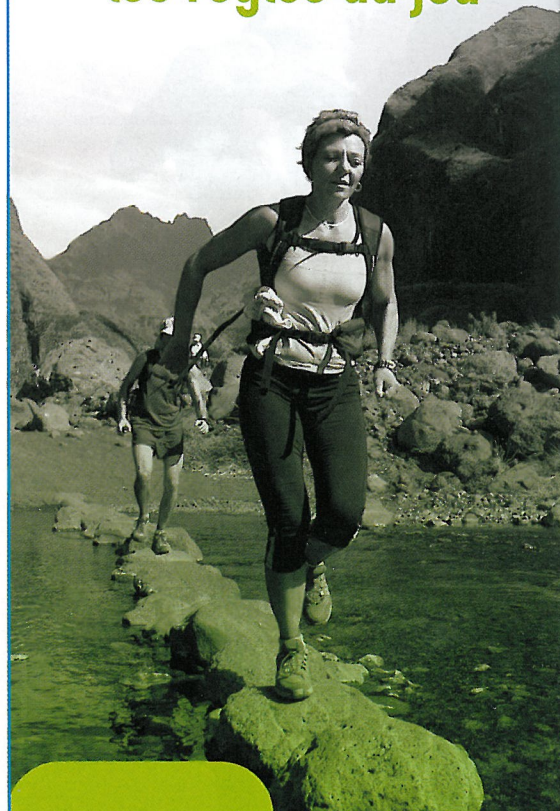


Bekele à la chasse aux records

pression d'une incompatibilité provient d'un biais de recrutement. Au sein de l'élite, toutes les performances se valent plus ou moins. Une caractéristique plus élevée se trouvera donc forcément contrebalancée par une autre plus faible.

Qu'est-ce qui définit biologiquement cette endurance?

Comme vous, nous respectons les règles du jeu



Respect de la physiologie :

20 ans d'expérience en nutrition pour accompagner au mieux votre corps dans l'effort.

Respect de l'éthique sportive :

1^{ère} gamme garantie antidopage par un organisme indépendant.

Respect de l'environnement :

Des produits d'origine naturelle conçus par une entreprise engagée dans une démarche écologique globale : électricité éolienne, voitures hybrides, tri sélectif.

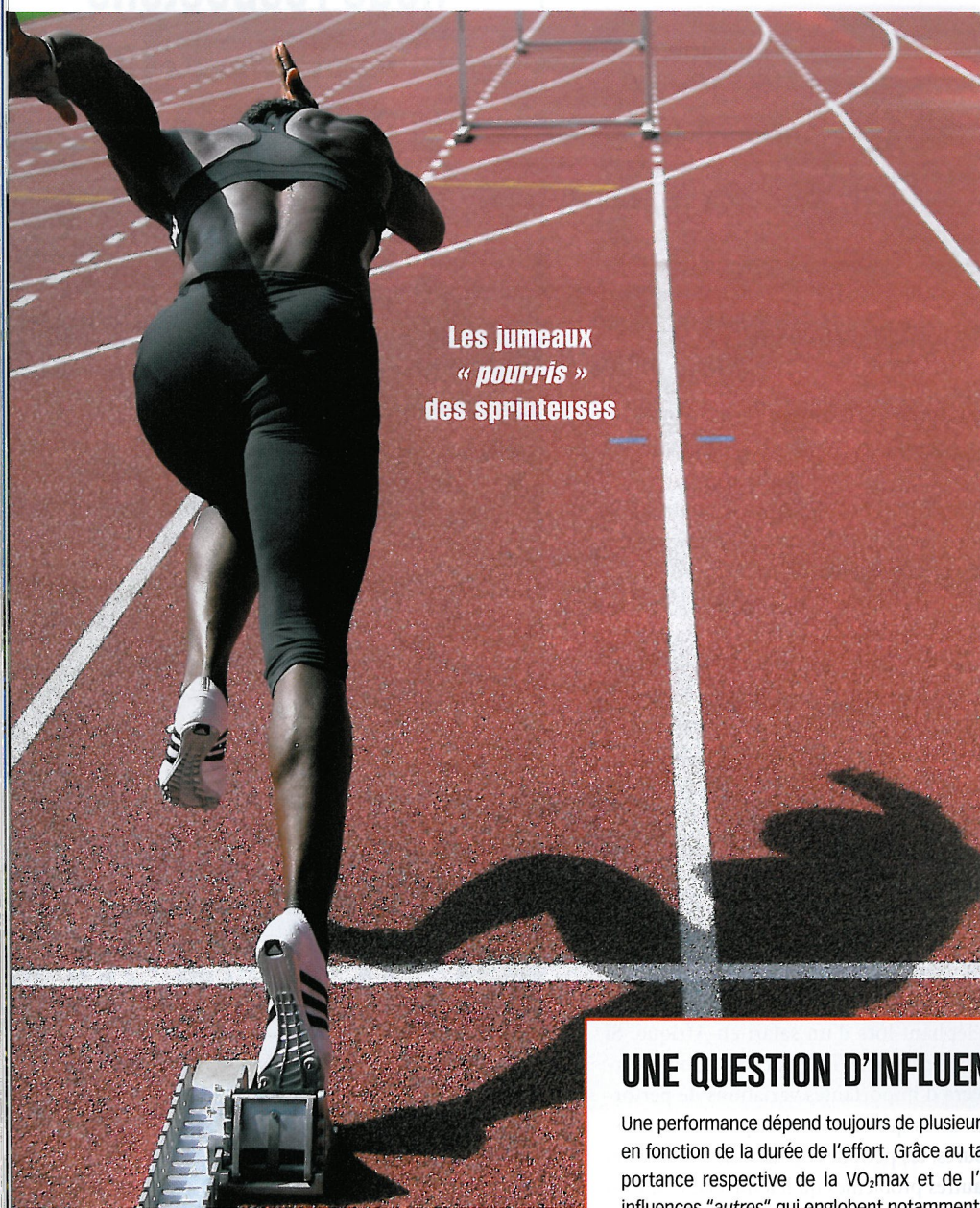
PRODUITS DISPONIBLES EN PHARMACIE :
LISTE DES POINTS DE VENTE AU 05.65.64.71.51

www.ergysport.com



ERGYSPORT EST LA 1^{ère} GAMME
LABELLISÉE WALL-Protect®,
LA GARANTIE ANTIDOPAGE INDÉPENDANTE.





Les jumeaux
« pourris »
des sprinteuses

de l'élite dépassera évidemment de beaucoup celle de l'homme sédentaire représentatif de la population générale. Mais par rapport à son alter ego masculin, la différence sera toujours du même ordre, soit 10 mL d'O₂/kg.min.

L'endurance ne serait-elle pas aussi liée à la capacité à mieux supporter la souffrance? Je ne crois pas. Mon impression serait plutôt que tous les athlètes affichent sensiblement la même motivation et la même résistance à la souffrance. Mais ils sont confrontés à des phénomènes purement biologiques. Ce que l'on présente classiquement comme une meilleure aptitude à la souffrance m'apparaît plutôt comme le résultat d'une empreinte physiologique qui caractérise différemment les individus.

Est-il possible de relier cette endurance à des paramètres physiologiques précis?

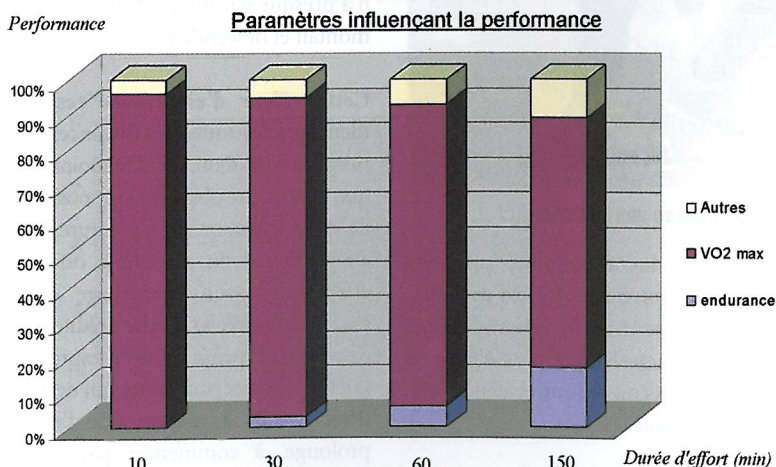
A ma connaissance, il n'existe qu'une seule étude sur la question et j'ai eu l'honneur d'y participer aux côtés de David Costill, le fameux chercheur américain de la Ball State University dans l'Etat d'Indiana et Phil Sparling de l'Université de Georgia près d'Atlanta. Cela se passait avant les Jeux olympiques de Los Angeles. Nous avions eu la formidable opportunité de tester l'ensemble des coureuses commanditées par

Existe-t-il une endurance féminine différente de celle des hommes?

Non. C'est d'ailleurs une observation intéressante. Lorsqu'on classe les champions sur base de leur endurance, les deux sexes sont mélangés. Si on procède à un classement sur base de l'aptitude aérobique (VO₂ max), la différence est flagrante et on la retrouve à tous les niveaux de pratique. Lors d'une récente conférence, François Péronnet a mis ce problème en lumière de façon très interpellante. Il montrait que cette différence entre hommes et femmes était d'environ 10 mL d'O₂/kg.min, tant dans la population générale qu'au sein de groupes d'athlètes confirmés au niveau régional, voire national. C'est curieux. Car la valeur de VO₂ max de l'athlète féminine faisant partie

UNE QUESTION D'INFLUENCES

Une performance dépend toujours de plusieurs paramètres. Mais leur importance relative change en fonction de la durée de l'effort. Grâce au tableau ci-dessous, on peut se faire une idée de l'importance respective de la VO₂ max et de l'endurance selon les distances. Sans oublier les influences "autres" qui englobent notamment la part des filières anaérobies dans les épreuves de courte durée ou le rendement gestuel pour les courses plus longues.



Nike. Du sprint jusqu'au marathon, nous nous sommes aperçus que leur valeur d'endurance reflétait très précisément leur composition musculaire et le rapport entre les fibres lentes et rapides du gastrocnémien (ou "muscles jumeaux") du mollet: un groupe très important dans la course à pied. Les sprinteuses avaient une endurance "pourrie" comme on dit au Québec alors que les coureuses de fond présentaient de bien meilleurs résultats. La corrélation était excellente (*). Dans le cas de Jacqueline Gareau dont nous parlions précédemment, on n'a trouvé dans son muscle pour ainsi dire que des fibres lentes.

notamment d'une recherche de mon collègue Jean-Marc Lavoie à l'Université de Montréal qui nécessitait de faire des biopsies dans le triceps brachial de nageurs de haut niveau. Il faut savoir que le triceps est un petit muscle qui souffre beaucoup lorsqu'il est soumis à des techniques d'analyse invasives. En tant qu'athlète, j'aurais moi-même été assez réticent à l'idée de me prêter à ce genre d'expérience. Or, les nageurs se sont soumis à l'expérience sans faire d'histoires.

Cette étude a donc permis de vérifier que l'endurance était corrélée au pourcentage de fibres lentes et rapides.

Exactement!

Est-ce également le cas de la VO₂ max?

Si l'on procède à des analyses sur de larges populations, on trouvera sans doute une corrélation entre l'aptitude aérobie et la composition musculaire. Mais cela ne joue quasi plus lorsque vous comparez des athlètes au sein de l'élite. D'autres facteurs entrent en ligne de compte, notamment le cardiaque et le respiratoire. Les muscles ne sont plus seuls en cause.

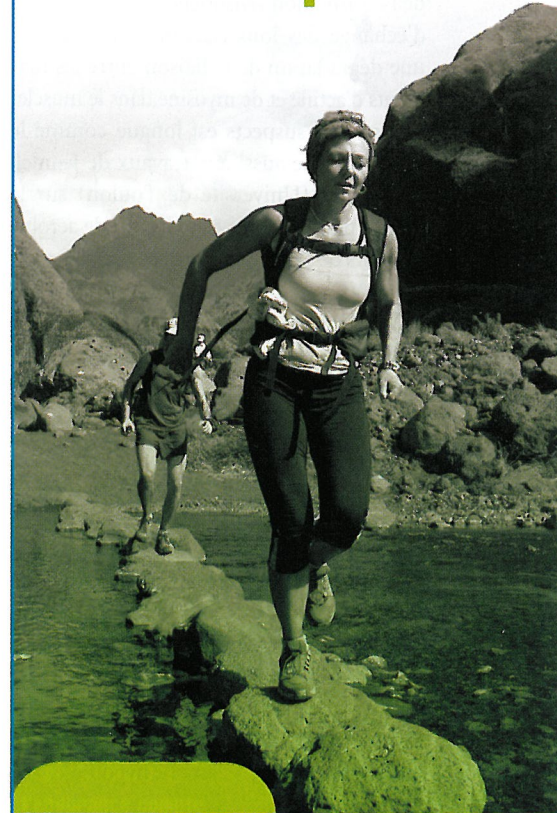
On sait que les fibres lentes sont plus résistantes que les fibres rapides. L'endurance ne serait-elle pas tout simplement liée à cette plus grande robustesse? Les muscles composés d'une grande proportion de fibres lentes conserveraient mieux leurs propriétés contractiles au cours de l'effort prolongé et celui-ci se poursuivrait donc à des vitesses plus homogènes. Qu'en pensez-vous?

Disons plutôt que le coureur qui possède beaucoup de fibres rapides sera capable de produire un effort très intense sur des distances courtes. Alors qu'un muscle composé essentiellement de fibres lentes se révélera peu performant dans ces conditions mais sera capable de maintenir sa vitesse plus longtemps. Qu'est-ce qui se passe exactement? Nous en sommes toujours au stade des hypothèses. Est-ce une affaire de maintien des propriétés contractiles comme vous le suggérez? Est-ce

(*) Le chiffre précis de corrélation était de 0,673 ce qui constitue une valeur très élevée sur une échelle allant jusqu'à 1 (corrélation parfaite). Les groupes des coureuses dont le pourcentage de fibres à contraction lente était le plus petit (45,6 %) et le plus élevé (90,1 %) affichaient respectivement les durées la plus faible (-11,41) et la plus élevée (-4,54).

(**) Le test consiste à prélever une petite carotte de muscle de quelques millimètres de diamètre ce qui suppose l'enfoncement d'une grosse seringue profondément dans les chairs.

Se dépasser, Se respecter



Jacqueline Gareau, médaille d'argent de l'endurance

Je suis étonné que ces athlètes aient accepté de se prêter à une biopsie musculaire (**). C'est tout de même un examen assez douloureux!

A vrai dire, moi aussi. Au cours de ma carrière, j'ai souvent été épaté par l'ouverture d'esprit et la curiosité des athlètes à l'égard de leur propre physiologie. Je me souviens



Une gamme de nutrition sportive développée pour répondre aux besoins du sportif à chaque étape de sa pratique



► PRÉPARATION ► PERFORMANCE ► RECUPÉRATION ►

Des produits formulés dans le respect...

- de la physiologie du sportif
- du fonctionnement cellulaire
- de l'environnement

PRODUITS DISPONIBLES EN PHARMACIE :
LISTE DES POINTS DE VENTE AU 05.65.64.71.51

www.ergysport.com



ERGYSPOUR EST LA 1^{ère} GAMME LABELLISÉE WALL-Protect[®]. LA GARANTIE ANTIDOPAGE INDÉPENDANTE.



lié à d'autres causes? A une plus grande fatigabilité nerveuse? A un mauvais traitement de l'information sensorielle? A un problème d'échange des ions calcium-potassium? A une dégradation de la liaison entre les filaments d'actine et de myosine dans le muscle? La liste des suspects est longue comme le bras. Je pense aussi aux travaux de Jeanick Brisswalter (Université de Toulon) sur la diminution progressive de l'aptitude aérobie au cours de l'effort. Normal. Si vous mesurez votre VO_2 max après un marathon, vous aurez une valeur sensiblement moins élevée qu'avant la course. On sait aussi que le coût énergétique de l'effort augmente en fonction de la durée pour une vitesse donnée, ce que l'on appelle la "dérive énergétique". Pour garder la même allure, on doit brûler plus de calories. L'endurance pourrait ainsi dépendre de la conjugaison de ces deux paramètres. Prenons deux athlètes très différents en termes d'endurance comme William Kiplagat (-4,43) et Ron Clarke (-7,56). D'après Brisswalter, Clarke terminerait ses épreuves avec un coût énergétique plus élevé que Kiplagat. Et une aptitude aérobie plus fortement entamée. C'est une hypothèse.

Peut-on améliorer son endurance par l'entraînement?

Pas de beaucoup. Cette valeur est relativement stable pour une personne entraînée. En clair, nous sommes dotés d'une certaine endurance et on ne parviendra pas à la modifier fondamentalement. J'ai personnellement fait l'expérience de privilégier pendant un certain temps un entraînement orienté vers une amélioration de l'endurance avec des séquences d'efforts de plus en plus longues, de l'ordre de plusieurs minutes, à une intensité moyenne (entre 75 et 90% de VO_2 max), entrecoupées de phases de repos assez courtes. Le résultat n'a pas été très convaincant. Ma VO_2 max avait diminué et au bout du compte, j'avais perdu une dizaine de minutes sur marathon (*).

Que faut-il faire alors?

L'année précédente, je m'étais entraîné sur la piste de façon hyper contrôlée avec un programme tout orienté vers le gain de VO_2 max sur base de séances avec des efforts à la fois plus intenses (jusqu'à 110 et même 120% de VO_2 max) et plus courts (quelques dizaines de secondes). Mes performances étaient bien meilleures.

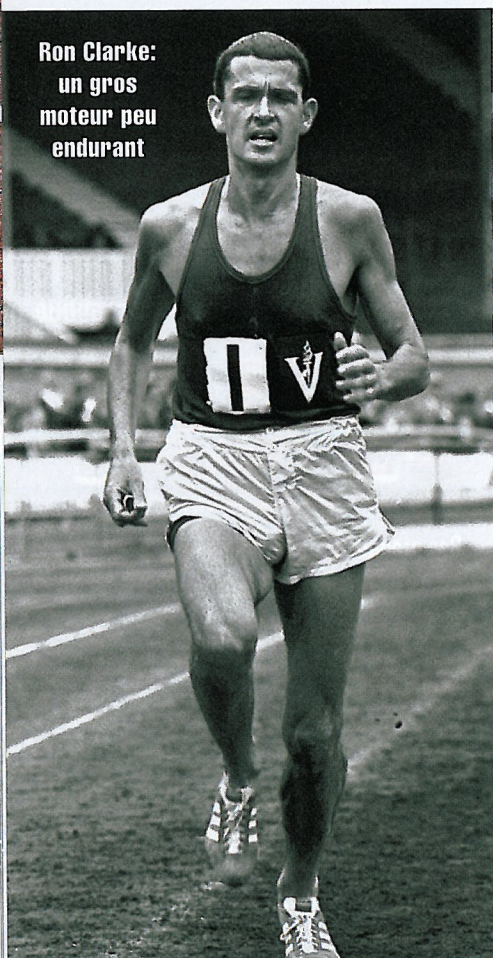
Il est donc préférable de s'entraîner à haute intensité?

En termes de rentabilité, l'idéal consiste effectivement à s'entraîner à 100% de son aptitude aérobie. D'un autre côté, le volume de travail est de loin supérieur lorsqu'on baisse un peu d'intensité. A mes étudiants, je propose souvent cette analogie financière. Je leur dis que celui qui s'entraîne à 80 ou 85% de son maximum aérobie se trouve dans la situation de l'épargnant qui place beaucoup d'argent sur un compte qui rapporte peu d'intérêts. A l'inverse celui qui travaille tout le temps à 100% de VO_2 max investit moins mais sur un compte qui rapporte beaucoup plus. Au bout du compte, les gains seront plus ou moins identiques pour des stratégies totalement différentes. Tout l'art consiste dès lors à associer les deux approches pour bénéficier à chaque fois des zones d'activité les plus payantes.

Propos recueillis par Gilles Goetghebuer

(*) Guy Thibault a lui-même été un sportif accompli qui se caractérisait par une VO_2 max à 72 mL d'O₂/kg.min et une endurance à -5,98. Meilleur temps sur 20 kilomètres: 1 heure 5 minutes et 23 secondes. Meilleur temps sur marathon: 2 heures 30 minutes et 8 secondes!

Ron Clarke:
un gros
moteur peu
endurant



William Kiplagat
(à droite) et
Luke Kibet
(à gauche)
progressent en
pente douce.

L'ÉNIGME DES DUPONT ET DUPOND

Nul besoin d'être docteur en physiologie de l'exercice pour savoir que l'endurance est un déterminant fondamental de la performance en course à pied. Par définition, un athlète endurant sera capable de maintenir un effort intense pendant une longue période de temps. Bref, le concept se confond avec cette aptitude particulière qui consiste à "durer". S'agit-il d'une grandeur mesurable? Pour tous ceux qui considèrent que cette qualité relève essentiellement de la psychologie, la chose paraît assez mal engagée. Difficile en effet de concevoir un instrument de mesure pour ce genre de particularismes. Dans le cas de l'endurance, on se trouve tout aussi démuné que s'il s'agissait de mesurer scientifiquement des traits de caractère comme la franchise ou la générosité. Ces notions échappent en effet aux modèles mathématiques. Dans le grand public, le mot "endurance" sera souvent perçu dans son acception la plus large comme synonyme d'"assiduité" ou d'"opiniâtreté". Cette qualité influence évidemment la performance. On conçoit très aisément qu'une personne qui n'éprouve aucune envie de pousser son organisme au-delà des habituelles sensations de confort se condamne effectivement à ne pas briller dans les efforts en endurance.

De la même façon, on remarquera qu'au sein d'un groupe de personnes aux aptitudes physiques, techniques et tactiques équivalentes, ce seront toujours les plus motivées qui décrocheront les meilleures places. Voilà pour le grand public. Mais lorsqu'on s'intéresse à la population des athlètes de haut niveau, le critère de motivation cesse d'être pertinent. De fait, ils sont tous dévorés d'ambition. Progressivement, la psychologie s'efface pour laisser la place à des déterminants d'ordre purement physiologique. Or, ceux-là sont mesurables. A condition bien entendu de trouver les bonnes formulations. Dans la définition traditionnelle, l'endurance se présente soit comme "l'aptitude à maintenir pendant longtemps une puissance relative donnée", soit comme "l'aptitude à maintenir une haute puissance relative pendant un temps donné".

Pour les filières biochimiques mises en jeu, cela revient au même. Mais les valeurs physiques divergent. Dans le premier cas, l'indicateur d'endurance est ce que l'on appelle la "temps limite" ou la "durée critique". Pour mesurer votre endurance, on devra d'abord évaluer votre $VO_2\max$. Puis, après un ou deux jours de repos, on vous demandera de maintenir un pourcentage donné de celle-ci jusqu'à épuisement. La performance se mesure en minutes. Dans le second cas, le temps est fixé (30, 60 ou 90 minutes) et l'exercice consiste à maintenir la plus haute intensité d'effort. Cette fois, la réponse est donnée non plus en minutes mais en pourcentage de la consommation maximale d'oxygène ($VO_2\max$).

Prenons l'exemple de deux athlètes, appelons-les Dupont et Dupond et testons-les selon l'une ou l'autre de ces deux manières classiques d'apprécier l'endurance.

Première étape: ils passent tous les deux un test d'évaluation de leur $VO_2\max$. Le premier (Dupond avec d) réalise un score de 50 mL d' O_2 /kg.min. Le second (Dupont avec t) le dépasse avec 70 mL d' O_2 /kg.min. Puis vient l'heure du premier test. Il leur faut tenir le plus longtemps possible à 90% de $VO_2\max$.

Dupont tient 21 minutes et 40 secondes (NB: il est à 45 mL/kg/min).

Dupond abandonne au bout de 16 minutes 30 secondes (NB: à 63 mL/kg/min). On leur laisse quelques jours pour récupérer avant de les ramener sur la piste. Cette fois, il faut courir le plus vite possible pendant une heure.

Dupont tient une moyenne à 81% de sa $VO_2\max$ (NB: à 40,5 mL/kg/min). Dupont plafonne à 70% seulement (NB: à 52,5 mL/kg/min).

Conclusion: la $VO_2\max$ de Dupont est nettement inférieure à celle de Dupond. Mais l'endurance de Dupond est nettement meilleure.

Question: à l'issue d'un marathon, lequel des deux franchira la ligne en premier?

Réponse: Le plus rapide sera clairement Dupont. Grâce à son aptitude aérobie supérieure, on peut s'attendre à ce qu'il couvre la distance du marathon en 2 heures 41 minutes, ce qui lui laisse une marge tout à fait confortable par rapport à Dupond qui devrait terminer en 3 heures et 55 minutes. Ainsi, même dans les compétitions dites pourtant "d'endurance", l'endurance demeure un déterminant de la performance moins important que la $VO_2\max$.



En terme de performances, l'endurance compte moins que la $VO_2\max$.