

Manger ou c

Pour beaucoup d'observateurs avertis, la progression spectaculaire des meilleurs chronos sur marathon serait à mettre au crédit d'une nouvelle méthode d'entraînement: le «*low glycogen training*».

La parabole des ânes

A sa manière, ce dialogue absurde pose bien le débat du «*low glycogen training*» dont le principe consiste, en résumé, à priver transitoirement l'athlète de nourriture pour le rendre plus performant. Est-ce que cela marche? Oui! Des expériences montrent une nette amélioration des performances en

Une fois n'est pas coutume, commençons par une histoire drôle. Enfin drôle. Disons... plutôt éclairante. Elle met en scène deux paysans qui parlent de leur âne.

- Le mien, dit l'un. Il mange comme quatre. Et cela me coûte cher en avoine.

- Avec le mien, dit l'autre. Je n'ai pas ce problème. Petit à petit, je lui apprendrais à vivre sans manger.

Quelques semaines plus tard, les deux hommes se retrouvent.

-Et alors ton âne, dit le premier. Comment il se porte?

-Quel malheur! répond l'autre. Mon apprentissage faisait merveille. Je lui donnais de moins en moins de nourriture et nous faisons de belles économies. A la fin, je ne lui donnais plus rien du tout... Et il est mort!



ourir, il faut choisir!

situation de rationnement calorique. Mais ce n'est pas sans risque. Dans la seconde partie de l'article, nous pointerons les dangers de la méthode. Mais d'abord un petit mot sur son origine. Pendant des années, les coureurs à pied se sont entraînés selon des programmes qui ne tenaient pas véritablement compte de leur spécialité. Dans les

années 60, par exemple, l'entraîneur néo-zélandais Arthur Lydiard préconisait de soumettre les coureurs de 800 mètres à des régimes de marathoniens. Peter Snell faisait des semaines à plus de 160 kilomètres et couvrait parfois 40 bornes dans la même sortie. L'idée sous-jacente était qu'il fallait faire de la course un mode naturel de déplacement avant même



Arthur Lydiard (en chemise à carreaux) et ses poulains

de songer à grimper dans les tours. Lydiard qui était un communicateur hors pair convainquit un grand nombre de gens autour de lui, notamment l'Américain Bill Bowerman qui relaya son enseignement aux Etats-Unis et déclencha ainsi la première vague d'enthousiasme pour le jogging au début des années 70. Il obtint aussi d'étonnants résultats en compétition. En treize participations aux Jeux olympiques, la Nouvelle-Zélande n'avait obtenu jusqu'alors qu'une seule médaille d'or, en boxe précisons-le, laquelle remontait à l'année 1928. Aux Jeux de Rome en 1960, elle décroche l'or avec Peter Snell sur 800 mètres et l'or encore avec Murray Halberg une heure plus tard sur 5000 mètres. Deux athlètes entraînés par Lydiard. Du jamais vu! Après ces succès, la méthode essaima dans le monde entier et on assista au plus haut niveau à un net durcissement des programmes et l'introduction presque systématique de séances biquotidiennes plutôt rares auparavant. Au cours des cinquante dernières années, les coureurs de demi-fond ont ainsi accumulé les kilomètres à l'entraînement, tandis que de leur côté les coureurs de fond faisaient de la vitesse. Le monde à l'envers! Ici l'explication tient à l'historique des protagonistes. Lorsqu'on



regarde l'évolution des chronos sur marathon au fil des saisons, on s'aperçoit que les meilleurs d'entre eux sont, pour la plupart, signés d'anciens coureurs de 5000 et de 10.000 mètres passés sur la distance supérieure en fin de carrière tout en conservant leurs habitudes de pistard. Bien sûr, ils font la démarche d'adapter leur programme à la perspective d'un effort beaucoup plus long, mais sans remettre en cause les fondements de leur approche. A cet égard, l'avènement d'un nouveau mode de préparation connu en anglais sous l'expression «*low glycogen training*», que l'on pourrait traduire en français par «*l'entraînement à bas niveau de glycogène*», marque une vraie nouveauté, dans la mesure où il est tout à fait spécifique aux contraintes rencontrées dans les efforts de plus de deux heures et n'aurait par conséquent aucun sens sur des durées inférieures. «*Pour la première fois de l'histoire, on entraîne des marathoniens comme des marathoniens*», disent les adeptes de la méthode.

De fait, leur argumentation théorique est excellente. Ils rappellent d'abord que, lorsqu'on se lance dans un marathon, on dispose de

réserves limitées en glycogène. Comptons +/-400 grammes stockés dans les muscles et dans le foie, ce qui permettra de produire 1600 Calories environ (*). En réalité, c'est moins que cela! L'organisme supporte mal d'abaisser ses réserves en deçà de 20% de leur maximum. Le potentiel énergétique lié au stock de glycogène ne devrait donc pas être évalué au-delà de 1200 Calories environ. Quant aux dépenses, on peut les estimer à la louche elles aussi en comptant une Calorie par kilo et par kilomètre parcouru, soit

70 x 42 pour un coureur de gabarit moyen (70 kilos). Cela fait 2940 Calories pour un marathon. On le comprend aisément, le glycogène seul ne suffit pas à assumer la totalité de la dépense! Dès le début de la course, on se trouve donc condamné à brûler des graisses dans une proportion qui va d'ailleurs grandissant au fil de la course. Elle est de 20% après une demi-heure et elle grimpe à 35% après 2 heures et demie. Puis arrive le moment où le glycogène commence à manquer. Les marathoniens font souvent référence à cette expé-



Patrick Makau
après son record du monde
de marathon à Berlin :
2 heures 3 minutes et 38 secondes.

COMMENT ÇA MARCHE?

Le «*low glycogen training*» vise à améliorer la capacité des muscles à utiliser les graisses comme carburant durant un effort d'endurance. Fort bien! Mais où cela se passe-t-il exactement? Les recherches en biochimie menées sur la question pointent toutes des améliorations dans le système d'acheminement des acides gras en provenance des réserves en triglycérides, ainsi qu'une meilleure efficacité de la fonction mitochondriale, c'est-à-dire toutes les réactions qui prennent cours dans un organe que l'on présente souvent comme la centrale énergétique de la cellule. Deux substances tirent surtout profit de la situation: la citrate synthase (CS) et la 3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenase (HAD). Il apparaît en effet que les gènes qui codent pour ces enzymes sont activés par l'épuisement glycogénique. Comment? A ce stade, il n'existe que des hypothèses qui ont comme caractéristique de ne pas s'exclure les unes les autres.

Hypothèse 1: La plus grande production de catécholamines active la protéine kinase A, ce qui va libérer les sites nécessaires à la transcription des gènes.

Hypothèse 2: La libération des acides gras induite par cette forme d'entraînement agit sur des facteurs de transcription (PGC-1 α et PPAR) qui se lient sur les sites des gènes préalablement libérés grâce à l'action des catécholamines, favorisant ainsi la production d'enzymes impliqués dans une meilleure utilisation des graisses.

Hypothèse 3: PGC-1 α est également activé par l'AMPK qui est le détecteur énergétique de la cellule. Or cette AMPK est inhibée par le glycogène. Le «*low glycogen training*» lève cette inhibition et active donc l'AMPK qui va à son tour activer PGC-1 α qui lui-même va stimuler la formation des mitochondries. C'est ce que l'on appelle la biogenèse mitochondriale.

rience comme à un choc extrêmement brutal que reflète la célèbre expression du «*mur*». A ce stade, ils sont littéralement en état de manque et ne peuvent boucler la fin du parcours qu'à force de volonté et en réduisant leur vitesse de course. L'oxydation des graisses qui prend alors le relais de celle des sucres ne permet pas d'amener autant d'énergie par unité de temps. Parfois même les quelques kilomètres qui restent à couvrir prennent des allures de chemin de croix. Et, bien sûr, cela impacte le chrono final! Sur base de ce constat, des entraîneurs ont imaginé une méthode qui consiste à exercer le corps à surmonter ce passage difficile. Autrement dit, les coureurs s'habituent à fonctionner avec des réserves basses en glycogène. En d'autres termes, on les envoie expressément dans le mur à l'entraînement dans l'espoir qu'ils s'adaptent et qu'ensuite ils vivent mieux la phase souvent pénible de transition énergétique. L'objectif consiste évidemment à ce qu'ils soient capables de courir toute la distance sans lever le pied. C'est d'ailleurs ce qu'on observe au plus haut niveau. Dans son temps record établi au marathon de Berlin en 2011, Patrick Makau ne fléchit quasiment pas et couvre ses cinq derniers kilomètres en 14 minutes 48 secondes, à peine moins vite donc que les cinq premiers qu'il a effectués en 14 minutes et de 37 secondes.

Comment remettre le glycogène à zéro

L'idée de se familiariser avec la phase d'épuisement du glycogène n'est pas vraiment nouvelle. Depuis des décennies, elle pousse les marathoniens à programmer des

sorties à jeun. En sortant tôt le matin, sans prendre de petit-déjeuner, ils pensent qu'ils se lancent dans l'effort avec des réserves en glycogène à zéro. Mais ce n'est pas le cas. Seul le glycogène hépatique a été brûlé pendant la nuit, soit une centaine de grammes sur un total quatre fois supérieur. Les réserves musculaires (+/- 300 grammes), elles, restent pour ainsi dire intactes. Pour épuiser les stocks, il faut obligatoirement procéder différemment en couplant deux séances d'entraînement intenses dans la même journée, sans collation glucidique entre les deux! Dans les camps d'entraînement comme celui de Renato Canova à Eldoret (Kenya), il n'est pas rare de programmer des journées qui débutent avec une première séance le matin, soit une heure de course à 75% de VMA, afin d'épuiser les réserves en glycogène. Puis une autre l'après-midi deux à trois fois plus longue et surtout beaucoup plus intense où l'on demande par exemple aux athlètes d'enchaîner des 800 ou des 1000 mètres sur piste avec un minimum de récupération. Histoire de bien s'épuiser. Entre les deux, les athlètes ont pour consigne de ne rien manger ou très peu. En tout cas de boycotter les sources de glucides. Ils peuvent avaler quelques œufs ou un bon morceau de fromage. Mais pas de riz, pas de pâtes et surtout pas d'ugali, cette farine de maïs typique de l'alimentation kényane. Un tel programme est comparable au régime de l'âne en introduction de l'article. Les athlètes doivent courir dans un état proche de l'inanition! Ils auront l'autorisation de se sustenter seulement à la fin de l'effort avec pour recommandation cette fois de privilégier les glucides et les protéines afin

de booster leur sécrétion d'insuline et de favoriser les processus de mise en réserve. Jusqu'à la prochaine fois!

Ca vous fait une belle jambe!

Disons-le tout de go, un tel programme est difficile à appliquer. Mais les résultats sont avérés. Petit à petit, on s'habitue à mieux résister à cette fatigue qui s'installe insidieusement dans les courses de fond et on améliore ses performances. Des chercheurs danois ont voulu évaluer scientifiquement le bénéfice (1). Ils testèrent donc un groupe de sept personnes non sportives dans des conditions standards. Elles devaient réaliser pendant une heure un exercice d'extension de la jambe à 75% de la puissance maximale aérobie. On travaillait d'abord d'un côté, puis de l'autre. Ces cobayes avaient ensuite deux heures pour récupérer. Sans manger! Ils pouvaient seulement se réhydrater. Ensuite, on recommençait l'exercice, d'un côté seulement. On entraînait ainsi une



Le marathonien Duncan Kibet (vainqueur à Milan et à Rotterdam) peut enfin se payer une bonne tranche d'ugali.

jambe en situation de «*glycogène bas*» (c'est d'ailleurs le nom qui lui a été attribué) alors que l'autre restait au repos. Le lendemain, on entraînait la jambe restée inactive dans le deuxième test de la veille. Entretemps, les sujets s'étaient nourris correctement. On suppose que les réserves en glycogène du muscle étaient revenues à leur maximum et donc cette jambe fut désignée par l'expression «*glycogène haut*». L'expérience fut répétée à raison de deux à trois fois par semaine pendant dix semaines au total. Au bout du compte, les deux jambes produi-

(*) Un gramme de glycogène apporte 4 Calories



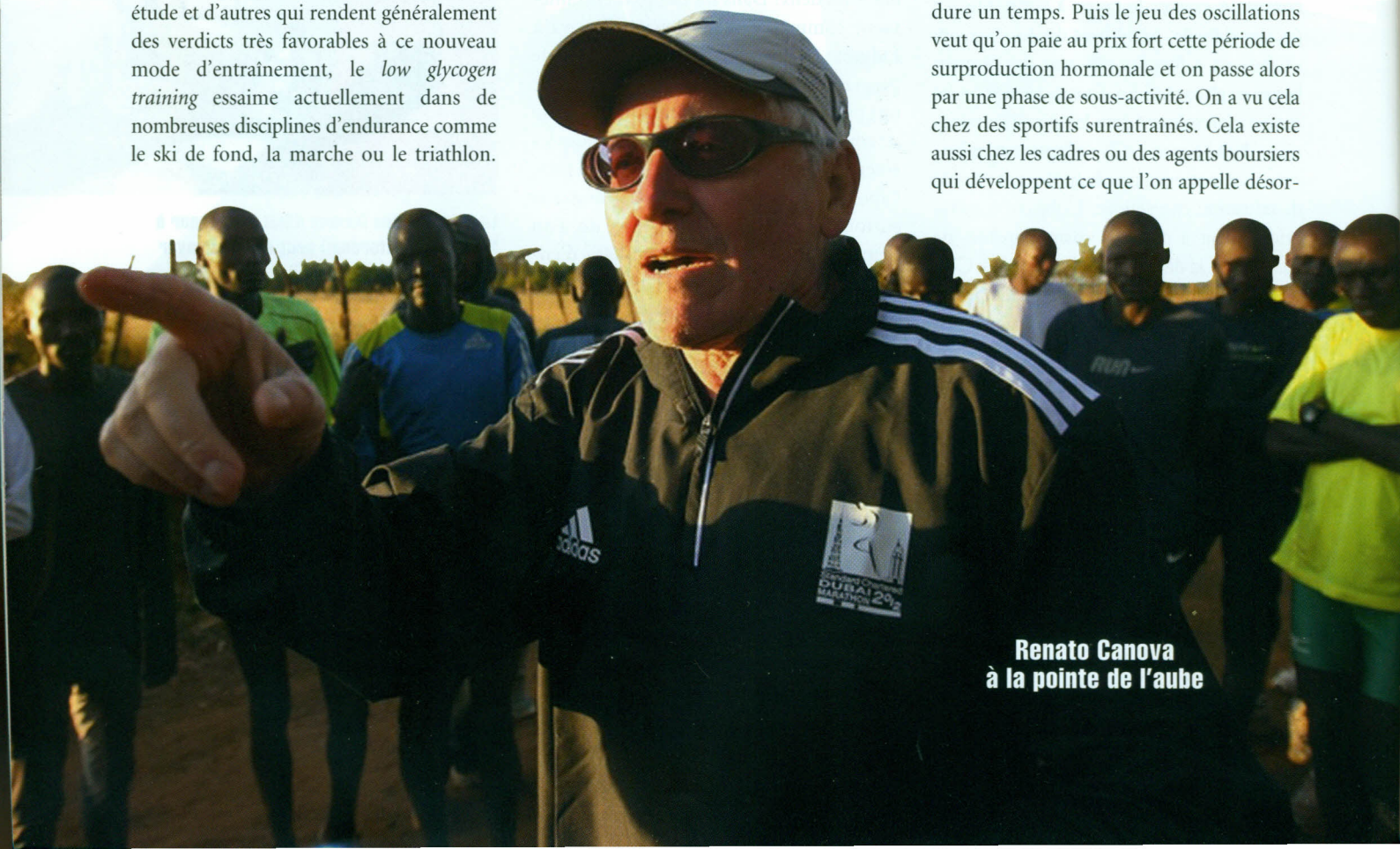
Une méthode réservée aux efforts de plus de deux heures !

saient exactement le même travail. Mais l'une se trouvait systématiquement en situation de manque d'énergie, tandis que l'autre bénéficiait de conditions plus favorables. A la fin de cette période, les deux jambes avaient augmenté leur force maximale de la même manière. En revanche, la résistance à la fatigue était environ deux fois meilleure dans la jambe «glycogène bas» par rapport à sa consœur «glycogène haut». Sur base de cette étude et d'autres qui rendent généralement des verdicts très favorables à ce nouveau mode d'entraînement, le *low glycogen training* essaime actuellement dans de nombreuses disciplines d'endurance comme le ski de fond, la marche ou le triathlon.

Evidemment, il n'est intéressant que dans l'optique d'un effort de longue durée. Il ne servirait à rien de l'adopter pour un effort plus court ou trop peu intense pour atteindre le stade d'épuisement. Un autre conseil va sans dire (mais mieux encore en le disant). Le jour de la compétition, on veillera à se présenter au départ avec des réserves en glycogène à leur zénith et pas amoindries comme on en aura pris l'habitude à l'entraînement. Le *low glycogen training* ne change rien fondamentalement aux nombreux travaux qui montrent que la performance dépend en grande partie du niveau de stockage. Il permet juste de faciliter la transition. Alors, on connaissait déjà l'adage «*live high, train low*» qui recommandait de faire des stages en altitude mais de redescendre en plaine pour s'entraîner. Voici celui du «*train low, compete high*» qui recommande désormais de jouer avec ses réserves en glycogène en préparation d'un marathon. Les physiologistes anglo-saxons adorent manifestement ce genre de citations. Mais à présent que la méthode fait de plus en plus d'émules, on redoublera d'efforts pour qu'une nouvelle formule ne vienne pas relayer les précédentes: «*train low, get sick*». Ou encore, «*train low, get injured*». En français: «*entraînez-vous en situation de carence glyco-génique et tombez malade, ou blessez-vous.*»

Un bulletin complètement déprimant

Il faut donc être très prudent lorsqu'on introduit le «*low glycogen training*» dans son planning. Et cesser dès que l'on constate des indices inquiétants comme par exemple une baisse de la motivation, une humeur vacillante ou un manque d'énergie et surtout un recul au niveau des prestations. Des tests ont été mis sur pied permettant de dépister ces symptômes précurseurs de pathologies plus graves. On doit répondre à une série de questions comme «*portez-vous moins d'intérêt à vos occupations?*»; «*avez-vous des problèmes de concentration?*»; ou encore «*avez-vous des problèmes de fatigue?*» Pour chaque item, on attribue une note de 0 (pas de problème) à 3 (gros problème). Plus le score sera élevé, plus le niveau de perturbation est important (2). En soumettant des sportifs de l'élite au test, on s'aperçoit que nombre d'entre eux se débattent dans des situations instables au plan psychique. Plusieurs causes ont été évoquées à l'origine de ce surmenage, au premier rang desquelles se trouve évidemment l'excès d'entraînement. Lorsqu'on fait du sport de manière intensive, on libère plus de cortisol et de catécholamines. Surtout dans les situations d'exigence attentionnelle très élevée comme en période de compétition. Cela dure un temps. Puis le jeu des oscillations veut qu'on paie au prix fort cette période de surproduction hormonale et on passe alors par une phase de sous-activité. On a vu cela chez des sportifs surentraînés. Cela existe aussi chez les cadres ou des agents boursiers qui développent ce que l'on appelle désor-



**Renato Canova
à la pointe de l'aube**

UNE JOURNÉE PARTICULIÈRE

Le principe du «low glycogen training» consiste à coupler deux sorties d'entraînement dans la même journée: la première pour vider les stocks de glycogène musculaire, la seconde pour stimuler la combustion des graisses de réserve. Idéalement, cette deuxième séance devrait inclure un travail à haute intensité. Nous écrivons bien «idéalement» car avant de se lancer dans ce genre de programme, il vaut mieux s'essayer au premier défi qui consiste simplement à enchaîner les efforts. A titre d'exemple, voici quelques séances-types conçues pour les adeptes de différentes disciplines par Keith Barr, chercheur en physiologie de l'effort à l'Université de Californie (Davis).

Discipline	Session de déplétion	Session adaptative
Marathon	1h à 75% FCmax	- 6 x 800m à allure 1500m (R = 90s) - ou 4 x 1200m à allure 3000m (R = 3min) - ou 2 x 3000m à allure 10km (R = 10min) - ou 1h à 75% FCmax
Cyclisme	1h à 70% FCmax	- 6 x 5min à 95% FCmax (R = 2min) - 2 x 20min côtes à 80% Pmax
Triathlon	4h vélo sans apport de glucides + souper contenant peu de glucides	- matin: 3h vélo avec 3 x 10min à 90% Pmax - ou 1h course avec 2 x 1500m à allure 10km
Natation	20 x 150m ou 30 x 100m à intensité moyenne voire élevée (R = 15s)	- 15 x 50m (R = 10s) - ou 10 x 200m (R = 20s) - ou 4 x 400m (R = 40s) Intensité croissante pour terminer proche de l'allure compét lors de la dernière répétition

mais le «burn-out syndrom». Physiologiquement parlant, il s'agit d'un épisode de sous-régime qui touche notamment la production de dopamine et se manifeste par une inquiétante aboulie: on manque d'entrain, de joie, d'envie et de projets. Le fait de s'entraîner avec des niveaux faibles de glycogène complique formidablement la donne. En situation de manque de glucose, l'organisme réagit par l'activation des filières palliatives, c'est-à-dire qu'il se met à fabriquer du carburant avec d'autres molécules. Ce seront les graisses qui seront principalement utilisées pour combler le manque de glycogène mais, étant donné la quantité de graisses dont nous disposons, cela ne pose généralement pas de soucis. Plus problématique est l'utilisation des acides aminés. Notamment des acides aminés dits essentiels parmi lesquels on trouve la «tyrosine». Or, cette tyrosine est précurseur de la dopamine. Ainsi le couplage d'un effort intensif et de privations alimentaires affecte le moral, comme le démontrent les travaux menés depuis plus de quarante ans par l'Américain Robert Wurtmann. Les conséquences se font aussi sentir sur le plan immunitaire. La consommation à des fins énergétiques d'acides aminés qui servent habituellement de précurseurs aux agents du système, nous fragilise face aux microbes. Ici, la glutamine semble jouer un rôle particulièrement important. Des infections sont plus susceptibles de survenir et d'entraîner un phénomène curieux par lequel se



Ca passe ou
ça coule !

produisent des interférences au niveau des récepteurs. Certains «sosies» moléculaires trouvent le moyen de se substituer aux messagers originels. Cela se produit souvent en présence de toxines microbiennes, comme avec la candidine (fabriquée par le *Candida albicans*) laquelle vient occuper les récepteurs à la dopamine et contribue à l'état d'épuisement rencontré en cas de mycose chronique par exemple (3). L'interféron gamma, libéré en masse en cas d'infection virale, exerce un effet similaire. Dans le cas particulier de la sérotonine, des situations encore plus étonnantes peuvent voir le jour. En cas d'inflammations chroniques (dents, tendons, organes digestifs), le précurseur principal de cette molécule (le tryptophane) se trouve détourné de sa filière neuronale et l'on voit poindre une série de symptômes qui tous expriment un déficit sérotoninergique: forte envie d'aliments

sucrés, irritabilité, impatience, difficulté à supporter les contraintes, vulnérabilité au stress. Ce même phénomène apparaît chez les personnes qui associent les toxiques (médicaments, dopage, alcool, tabac) et qui, sans le savoir, épuisent leur foie. Ajoutons, pour être complet, que les enzymes les plus importants de ces voies de synthèse des neurotransmetteurs dépendent du fer. Or de nombreux sportifs sont en état de carence ferrique. On comprend mieux le désarroi, les accès de colère ou simplement la lassitude que ressentent de nombreux champions alors que, dans le grand public, on considère souvent qu'ils mènent des vies de rêve. Tous sont menacés. Répétons-le, le

raisonnement énergétique en marge de l'effort multiplie les problèmes! A force de «taper» dans ses acides aminés pour fabriquer du glucose, on court le risque de se détraquer l'humeur et de se blesser. Sans toutefois connaître l'issue tragique de l'âne de la fable, ces athlètes passeront par des moments très difficiles. Loin, très loin des rêves de performance alimentés par le spectacle des cavalcades échevelées des Kényans ou des Ethiopiens.

Gilles Goetghebuer, Denis Riché,
Louise Deldicque, Marc Francaux

Références

- (1) Hansen AK, Fischer CP, Plomgaard P, Andersen JL, Saltin B and Pedersen BK. Skeletal muscle adaptation: training twice every second day versus training once daily. *J Appl Physiol.* 2005; 98: 93-99.
- (2) Riché D (2012): *Ne nourrissez plus votre douleur*, De Boeck Ed., à paraître.
- (3) Campbell Mc Bride N (2008): *Gut and psychology syndrome*. Oxford Univ. Press.