

# De l'euphorie à la crise de confiance face au... : "seul anaérobie"

Autor(en): **Bueno, Manuel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Macolin : revue mensuelle de l'École fédérale de sport de Macolin  
et Jeunesse + Sport**

Band (Jahr): **46 (1989)**

Heft 6

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-998670>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



## De l'euphorie à la crise de confiance face au... «seuil anaérobie»

Manuel Bueno

*Manuel Bueno, né à Saragosse en 1927, est depuis de longues années entraîneur d'athlétisme qualifié et écouté, à Genève, où l'on apprécie tout particulièrement ses solides connaissances dans le domaine de la physiologie du sport. Une de ses préoccupations premières est de faire profiter la science de ses observations sur le terrain où il expérimente, avec ses protégés, les «découvertes» des chercheurs. Son itinéraire est donc suivi avec attention, autant par les pratiquants que par les gens de laboratoire. Aujourd'hui, parvenu au... «seuil anaérobie», il se donne le temps de la réflexion et fait le point. (Y.J.)*

### Introduction

Depuis une vingtaine d'années, la notion de «seuil anaérobie» semble être le paramètre clé pour définir l'aptitude d'un sujet à maintenir un exercice d'intensité submaximale. Cependant, au cours de ces dernières années, on assiste à une sorte de désenchantement en la matière. Le «seuil anaérobie» est devenu un sujet propre à susciter la polémique. Les critiques tout comme les remises en question abondent dans la littérature. Cet article poursuit un autre but: après avoir résumé le débat, il se propose avant tout de rassurer les entraîneurs, souvent désorientés par des interprétations de tests peu claires ou par des résultats divergents, de leur rappeler, aussi, qu'à côté des vérités dites «absolues» issues de la recherche, il existe une vérité «relative», plus intéressante pour eux mais qui doit être maniée avec prudence, cela va de soi.

### Définition

Le «seuil anaérobie» est défini comme le niveau d'intensité d'un exercice à partir duquel les besoins énergétiques de l'organisme ne peuvent plus être couverts exclusivement par le métabolisme aérobie, et aussi comme l'intensité «critique», au-delà de laquelle un état stable de la lactatémie ne peut pas être maintenu. Exprimé en pourcentage du  $\dot{V}O_2$  max, le niveau du «seuil» varie selon les individus. Il se trouve aussi que, par l'entraînement, ce niveau peut être amélioré davantage que celui du  $\dot{V}O_2$  max, même si ces deux variables ne sont pas totalement indépendantes (di Prampero, 1987).

### Les méthodes

Les problèmes qui entourent le «seuil anaérobie» sont nombreux et complexes, tout comme les méthodes susceptibles de déterminer l'intensité critique d'un exercice provoquant la rupture de linéarité de certaines données physiologiques ou biologiques lors d'un effort progressif par paliers. Les plus utilisées sont les suivantes:

– la méthode «ventilatoire» (fig. 1, courbes 1 et 2) basée sur des paramètres respiratoires (Wasserman, 1964);

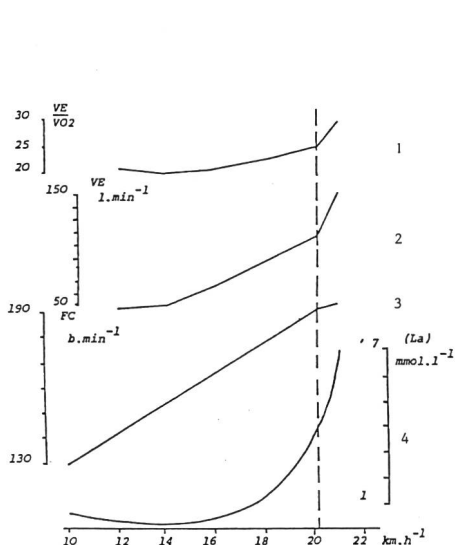


Fig. 1  
En fonction de la vitesse en abscisse ont été tracés: évolution des lactates (La), fréquence cardiaque (FC), débit ventilatoire (VE) et équivalent respiratoire de l'oxygène ( $\frac{VE}{VO_2}$ )

(E. Jussellin, AEFA 94, 1986)

– la méthode «lactique» (courbe 4) favorisée tout particulièrement par l'Ecole allemande;

– la méthode «Conconi», qui fait appel à la fréquence cardiaque (courbe 3).

Si la notion de «seuil» était tout à fait claire, les points de rupture de la linéarité devraient coïncider, peu importe la méthode utilisée, comme dans l'exemple idéal présenté par la fig. 1. En réalité, c'est assez loin d'être le cas: non seulement ils divergent mais, en plus, les auteurs se contredisent.

L'Ecole allemande (seuil «lactique») offre plusieurs modalités (fig. 2) selon que l'intensité critique est définie:

– par une valeur de lactatémie fixe égale à 4 mmol/l (Mader, 1976);

– par un point fixe d'inclinaison de la courbe lactate-intensité, dont la tangente est égale à 51° (Keul, 1979) ou à 45° (Simon, 1981);

– par un point de cette courbe déterminé en fonction de la cinétique totale du lactate, étant donné que, contrairement aux cas précédents, on continue d'analyser la lactatémie, après l'effort, pendant la phase de récupération. Le point variant avec le sujet, ce procédé est connu sous le nom de méthode du «seuil individuel» (Stegmann, 1981).

### Difficultés

La méthode «ventilatoire» présente des difficultés lorsqu'on veut utiliser, pour la planification de l'entraînement, des paramètres spirométriques. Parmi les autres méthodes, la plus simple à appliquer est celle de «Conconi», alors que la plus précise, même si elle est aussi la plus controversée, reste celle du «lactate».

L'estimation de la vitesse de course dérivée du seuil à 4 mmol/l n'est pas toujours satisfaisante. Elle ne permet pas, en effet, d'obtenir un état stable de la lactatémie (Stegmann, 1982). Dans ce cas, le «seuil» paraît se situer à un niveau trop élevé pour des sujets entraînés (les marathoniens particulièrement) et, inversement, à un niveau trop bas pour les sujets sédentaires (Kindermann, 1984; Hedtkamp, 1984; Simon, 1984; Marti, 1985).

Mais les problèmes ne se limitent pas à cela. Pour être parfaitement significatif, par exemple, un diagnostic de per-

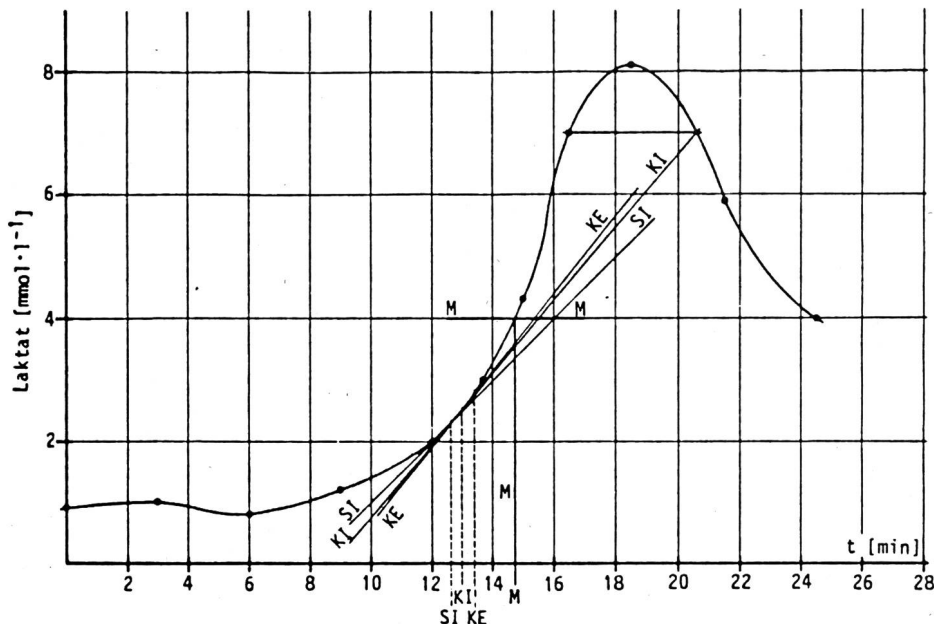


Fig. 2  
Détermination du seuil lactique selon différentes méthodes:  
M: Mader (4 mmol/l)  
KE: Keul (tangente à 51 degrés sur la courbe lactate-intensité)  
SI: Simon (tangente à 45 degrés)  
KI: Kindermann-Stegmann (seuil individuel)  
(Hedtkamp, 1984)

formance en laboratoire requiert une méthode de mesure précise et spécifique, et l'ergomètre devra être adapté le plus possible à la spécialité de l'athlète (tapis roulant pour les coureurs à pied, par exemple). La nature de l'exercice a, en effet, une incidence sur le résultat du test: le niveau du «seuil» s'abaisse lorsqu'il est exécuté sur ergocycle plutôt que sur un tapis roulant. En outre, la diversité des protocoles utilisés et la variabilité des résultats obtenus augmentent la confusion. Lorsqu'il s'agit de protocoles de type triangulaire sur tapis roulant, en d'autres termes lorsque les exercices sont exécutés par paliers d'intensité, la courbe lactatémie-puissance varie en fonction de la charge initiale, de la durée des paliers (plus elle est importante, plus le niveau du «seuil» s'abaisse), des pauses intermédiaires, de la pente, etc. (Heck, 1985).

Si l'on ajoute, à ce manque de standardisation des procédés techniques, la diversité du matériel utilisé (il faut savoir, en effet, que les caractéristiques mécaniques du tapis roulant modifient la valeur du «seuil» et empêchent donc de comparer les résultats provenant de différents instituts – Heck, 1984) et la difficulté de passer du laboratoire au terrain, on conçoit qu'on hésite à accorder une fiabilité définitive à ces tests.

Une estimation rigoureuse du lactate total de l'organisme et de sa cinétique est extrêmement difficile. La complexité de tous ces phénomènes est mise en évidence par les différences de concentration lactique observées dans

les muscles, dans le sang veineux et dans le sang artériel (Yoshida, 1982; Rieu, 1986; Duvallet, 1987). Un modèle mathématique compliqué («Modèle à deux compartiments», Zouloumian, 1981) a été proposé pour répondre à ce problème.

Un cas particulier très intéressant est présenté par les altérations de la concentration intramusculaire du glyco-gène. Après un régime pauvre en glucides ou en état d'hypoglycémie (fatigue ou surentraînement), la dissociation entre le seuil «ventilatoire» et le seuil «lactique» peut s'accroître et altérer la forme de la courbe de lactate (il en est de même pour celle de «Conconi») alors déviée vers la droite. Normalement, on interprète ce phénomène comme exprimant une amélioration de la capacité de performance alors que, dans ce cas, il équivaut à un signe d'alarme, le risque existant de la surestimer et de suggérer des vitesses d'entraînement totalement inadaptées à son état réel (Busse, 1986; Braumann, 1987; Lehnertz, 1988; «Leichtathletik», numéros 38, 41, 47/1987: revue allemande présentant une polémique sur le sujet).

La concentration du lactate sanguin ne dépend pas seulement de l'intensité de l'effort, mais aussi de sa durée. Elle n'a donc pas la même signification après 30 secondes qu'après 10 minutes. En outre, si on la vérifie à l'un ou à l'autre de ces deux moments, on ne sait pas pour autant ce qui s'est passé au cours de l'exercice (di Prampero, 1986).

Ceci nous amène à reconsidérer les problèmes de fond qui se posent et qui sont loin d'être clairs: rapports existant entre lactatémie et anaérobiose, pas aussi étroits qu'on pouvait le penser; répartition du lactate entre la cellule musculaire et le milieu extracellulaire; signification de la lactatémie qui, en fait, ne représente qu'un équilibre instantané entre les processus responsables de l'apparition du lactate dans le sang ou de sa disparition (Brooks, 1985; Rieu, 1986; Rusko, 1986) pour ne citer que ces cas.

Les aspects biochimiques liés au métabolisme du lactate sont très complexes. Dans l'état actuel des connaissances, il est difficile de maîtriser dans leur intégrité les phénomènes qui se présentent dans ce domaine (Poortmans, 1986).

Les protocoles d'efforts brefs et répétés dont les effets biologiques s'additionnent peuvent-ils permettre de déterminer l'aptitude d'un athlète à réaliser un effort de longue durée? Trop d'incertitudes subsistent, à l'heure actuelle, pour que l'on se permette de l'affirmer.

## Tendances actuelles

La littérature récente abonde en recommandations sur la prise en compte du «seuil individuel», plus fiable, semble-t-il, pour établir un diagnostic de performance et, en conséquence, une structure d'entraînement plus sûre (Stegmann, 1981; Kindermann, 1984; Hedtkamp, 1984; Simon, 1984; Marti, 1985). Selon les mêmes auteurs, la désignation du «seuil» à 4 mmol/l peut conduire à une fausse évaluation de la capacité aérobie du sujet concerné, celle-ci pouvant être aussi bien surestimée que sous-estimée.

La fig. 3 illustre les résultats d'un double test d'effort prolongé réalisé avec un même groupe de sujets. Dans le premier cas l'effort, adapté au niveau du «seuil individuel» a pu se poursuivre sans difficulté pendant 50 minutes; dans le second cas, adapté au niveau de 4 mmol/l, il a dû être interrompu, un état stable de lactatémie n'ayant pu être obtenu (Stegmann, 1982).

Il est absolument indispensable que les tests de laboratoire soient complétés par des «tests de terrain». Ces derniers sont plus spécifiques et ils fournissent, donc, des indications bien plus précises pour la structuration de l'entraînement. Ils présentent, par contre, l'inconvénient d'être plus difficilement répétés dans les mêmes conditions, donc d'être plus difficilement «standardisés». Contrairement à ce qui se passe en laboratoire, sur le terrain, la «constante» est la distance (elle peut être de 2000 mètres), alors que la «va-

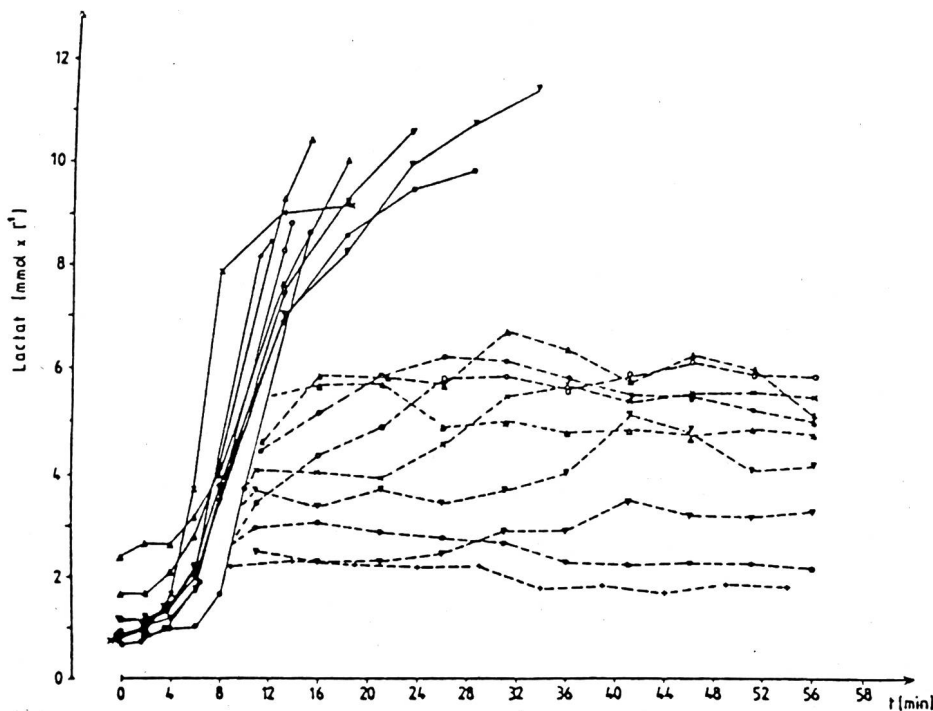


Fig. 3  
Test effectué sur 7 rameurs:  
- Ligne continue: seuil à 4 mmol/l  
- Ligne traitillée: seuil individuel de Stegmann (Stegmann, 1982)

riable» est le temps, qui diminue progressivement, à 4, 5 ou 6 reprises, d'une répétition à l'autre (Schwaberg, 1984; Föhrenbach, 1984; Szögy, 1986; Schmid, 1984; Jakob, 1988). Le test de terrain dit «à deux vitesses» (Mader, 1980) peut être utilisé aussi bien pour établir un diagnostic de performance que pour contrôler l'entraînement.

### Lactatémie à l'état stable

Jusqu'ici, nous nous sommes surtout référés aux tests de laboratoire avec protocoles d'effort triangulaires (exercices brefs et répétés d'une durée de 3 à 4 minutes). De type «transitoire», leurs effets s'additionnent et, au plan de la méthode, cela a déjà été dit, ils laissent planer des doutes quant à leur fiabilité à déterminer l'aptitude d'un sujet à soutenir un effort isolé.

Actuellement, un certain nombre d'auteurs préfèrent une approche à «régime stationnaire», approche consistant à déterminer l'intensité maximale constante d'un effort, permettant de maintenir, ainsi, la lactatémie à l'état stable (Pinto Ribeiro, 1986; di Prampero, 1986; Chassain, 1986; Antonini, 1987). Pour cela on utilise une épreuve dite «rectangulaire» (paliers longs et pauses longues, voire très longues) sur tapis, d'intensité croissante (par exemple: 70, 80 et 90 pour cent du  $\dot{V}O_2$  max); la durée de l'effort se situe, à chaque palier, entre 10 et 40 minutes (selon les

auteurs) avec un temps de 30 à 40 minutes de récupération entre deux - lorsque l'intensité de l'effort est supérieure à celui qui marque le point critique, l'augmentation de la lactatémie entraîne automatiquement son arrêt (fig. 4).

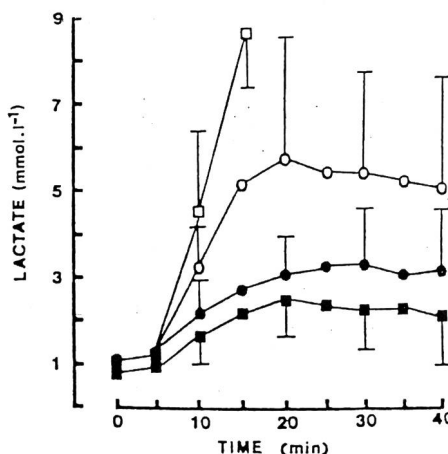


Fig. 4  
Mesure de la lactatémie sur le même sujet à quatre différentes intensités d'effort. (Pinto Ribeiro, 1986)

Mais l'intensité de l'effort qui marque le «point critique» où la lactatémie reste constante avec le temps à des niveaux plus ou moins élevés diffère d'un organisme à l'autre. Elle est donc «individuelle». Certains auteurs la situent au

niveau du «seuil anaérobie» (Rusko, 1986), d'autres aux environs de 70 à 80 pour cent du  $\dot{V}O_2$  max (Rieu, 1986; Antonini, 1987) avec des valeurs très variables de lactatémie oscillant entre 1,8 et 6,1 mmol/l pour Stegmann (1982), allant même jusqu'à 10 mmol/l pour di Prampero (1987). Pour ce dernier, une situation dans laquelle production et élimination de lactate vont de pair est entièrement aérobie sur le plan de l'organisme entier, quelle que soit la concentration de lactate en valeur absolue.

En considérant que la cinétique du lactate est d'interprétation difficile, pourrait-on accepter le concept de lactatémie maximale à l'état stable comme indicateur de la capacité aérobie d'un sujet, sans préjuger de la valeur effective de cette lactatémie? Rien ne le prouve (Rieu, 1986).

### La méthode «Conconi»

Le seuil respiratoire demande un spiromètre pour sa détermination et le seuil lactique un laboratoire biochimique. Or, tout ceci est compliqué et cher. La méthode «Conconi» représente une solution de rechange simple et ayant l'avantage de pouvoir être utilisée par les entraîneurs et les athlètes. Toutefois, cette simplicité n'est peut-être qu'apparente. On a constaté, en effet, qu'elle donnait lieu à beaucoup de fausses appréciations dues à un manque de rigueur et de précision dans son application. Et, il faut le dire, elle a aussi ses détracteurs (Pinto Ribeiro, 1985; Jakob, 1986; Léger, 1987; Kindermann, 1987; Uhrhausen, 1988). Les principaux reproches émis à son encontre sont le manque de fiabilité, l'absence, dans certains cas, d'un véritable point de déflexion et la difficulté d'adapter la vitesse de course par paliers de progression aux exigences du protocole. J'ai personnellement résolu ce dernier problème, en 1986, d'une manière relativement simple: l'athlète porte, dans une poche spéciale, un miniordinateur commercial, programmé pour produire des «bips» au rythme exigé par le protocole; des balises placées tous les 25 mètres, autour de la piste, donnent les points de repère (fig. 5).

### Collaboration

L'analyse des résultats des tests physiologiques et l'orientation à donner à l'entraînement demandent une collaboration étroite entre le médecin et l'entraîneur. Elle est seulement possible si la compétence du premier en matière d'entraînement est suffisante pour juger le travail effectué par l'athlète sur le terrain, et si le second a des connaissances solides en physiologie de l'effort. Dans la relation «médecin-entraî-

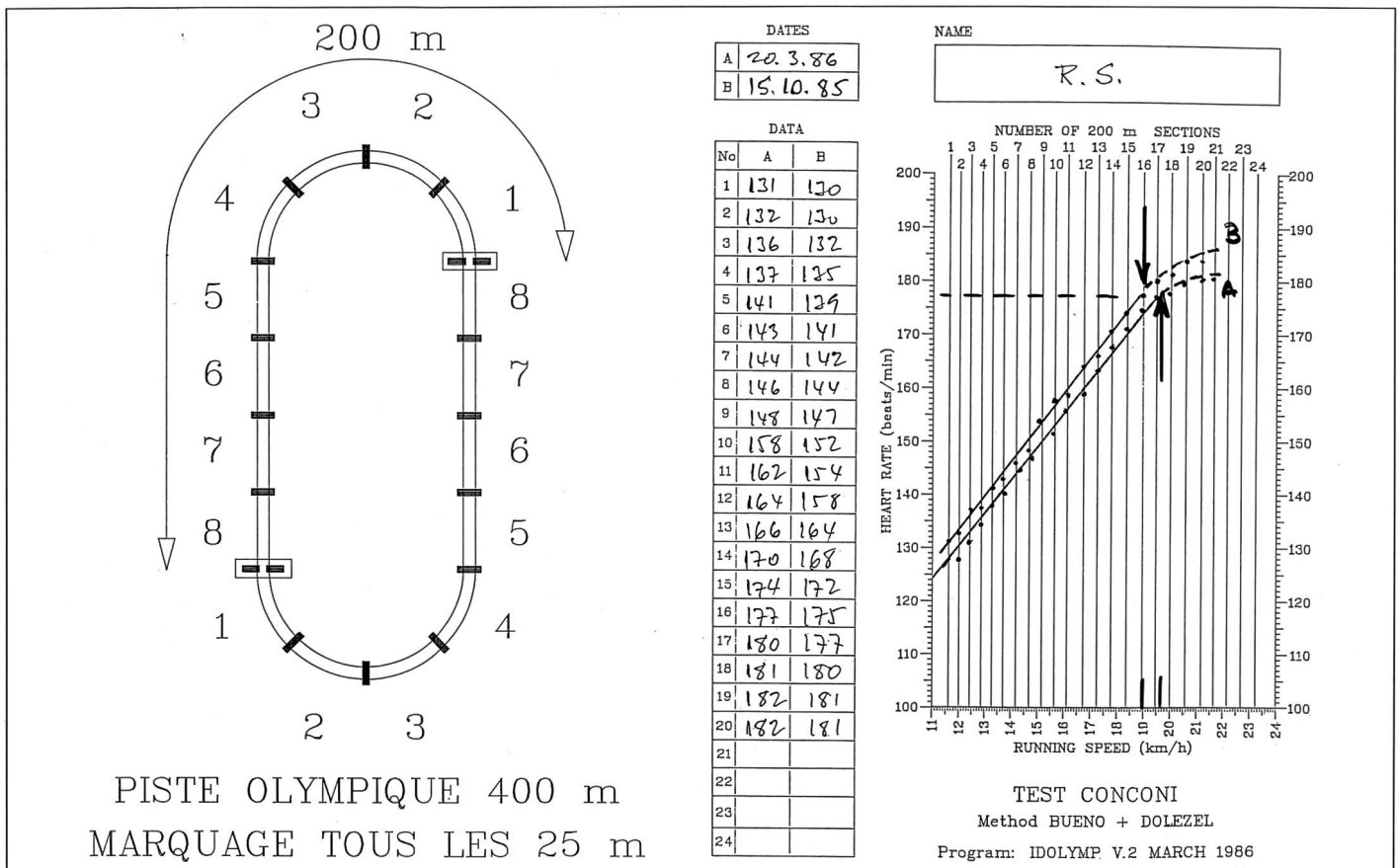


Fig. 5

neur-athlète», chacun a un rôle à jouer. Il ne faut pas oublier, non plus, que l'athlète a des «sensations», et celui qui dirige sa préparation une «intuition» qui n'appartiennent qu'à eux et qui ne sont pas à sous-estimer.

## Discussion

L'aspect le plus attrayant du «seuil» est sa corrélation avec le niveau de performance du coureur de longue distance, corrélation d'autant plus forte que la distance est élevée, comme c'est le cas pour le marathon par exemple (Gaisl, 1980; Davis, 1985; Tanaka, 1986; Rieder, 1986; Yoshida, 1987; di Prampero, 1987). Au cours de ces dernières années toutefois, il s'est produit un courant de remise en question accompagné d'un manque d'intérêt croissant de la part des entraîneurs et des athlètes. Les difficultés méthodologiques déjà mentionnées, l'interprétation incorrecte des résultats et les diagnostics imprécis ont sans doute contribué, à des degrés divers, à créer un climat d'insécurité (Busse, 1987).

Il faut donc admettre que la notion de «seuil» n'est pas irréfutable, trop d'incertitudes subsistant encore pour pouvoir lui accorder une signification physiologique certaine (Rieu, 1986). Même en prenant des précautions, il existe plusieurs sources d'erreur possibles tout au long de la chaîne des opéra-

tions impliquées dans le procédé utilisé (Lehnertz, 1988). Or, si un «seuil» est mal fixé à la suite d'une erreur de diagnostic, l'intensité d'entraînement prescrite sera fautive, elle aussi, avec tous les risques que cela implique (athlète «brûlé»!).

Si l'on fait appel à la méthode «lactique», on peut obtenir des différences allant jusqu'à 2 mmol/l au «seuil», selon la modalité choisie, comme le montre la fig. 2 (Hedtkamp, 1984; Simon, 1985; Heck, 1985).

Reste la méthode «Conconi», qui ne requiert pas de laboratoire biochimique. Elle est, en principe, à la portée de tout entraîneur ayant suffisamment assimilé sa technique et connaissant bien les conditions exigées par le protocole, ceci afin d'éviter toute irrégularité dans la relation «fréquence cardiaque – vitesse de course», lorsque le vent souffle par exemple. Il est en tout cas généralement admis que, s'il se déroule correctement, ce test convient particulièrement bien à la course à pied. Son application est, par contre, moins évidente dans d'autres sports (Howald, 1986). Malgré cela, la méthode «Conconi» suscite toujours des polémiques au niveau scientifique, par le fait que l'on cherche les raisons du comportement de la fréquence cardiaque au point de flexion, voire les rapports entre cette fréquence et le métabolisme anaérobie (Cerretelli, 1986).

## Conclusion

En écrivant cet article, je n'ai pas pour intention de faire le procès du «seuil anaérobie», mais, tout en soulignant la fragilité et les limites des méthodes qui servent à le déterminer, de dédramatiser un sujet propice à la polémique. Le concept de «seuil» n'a rien d'un dogme. Ce qui s'y rattache n'est donc pas «impératif» mais peut donner de précieuses «indications». Ceci dit et malgré les difficultés d'interprétation auxquelles il donne lieu, malgré les sources d'erreurs qui lui sont liées et malgré les incertitudes qui subsistent en ce qui concerne sa véritable signification physiologique, le «seuil», quelle que soit la modalité retenue pour le déterminer mais à condition que ce soit à partir d'une certaine standardisation, est utile – voire important – pour évaluer l'aptitude d'un sujet à l'effort prolongé. Interprété avec prudence et répété dans le contexte d'un suivi médical régulier il peut, sur le plan pratique, constituer un paramètre intéressant pour la planification de l'entraînement, surtout lorsqu'il est confirmé par des tests complémentaires de terrain.

J'aimerais conclure par une idée qui me semble revêtir une grande importance: l'utilité de connaître où se situe le niveau du «seuil anaérobie» est admise mais sans oublier qu'elle se limite exclusivement à l'aide qu'elle peut ap-



porter pour déterminer la «qualité» (intensité) de l'entraînement d'endurance et qu'elle ne renseigne en rien sur la «quantité» (volume) du travail que peut supporter un athlète. Ceci est en étroite relation avec les notions de fatigue et de régénération consécutives à des efforts physiques intenses. Cet aspect est d'ailleurs abondamment traité dans la littérature la plus récente, reflétant ainsi l'orientation prise délibérément par les travaux de recherche qui essaient de plus en plus de déceler, dans le domaine de la biologie, les «indicateurs de fatigue». Il s'agit d'un point capital car, aujourd'hui, alors que toutes les écoles de préparation à la course à pied se ressemblent et utilisent plus ou moins les mêmes méthodes, on est conscient du fait que ce n'est pas nécessairement l'athlète qui s'entraîne «le plus» qui va connaître le succès, mais celui qui récupère «le mieux». ■

## Bibliographie

Antonini M.T./Billat V./Blanc P./Chassain A.P./Dalmay F./Menier R./Virot P.: Comparaison de la lactatémie en régime transitoire et en régime stationnaire d'exercice musculaire. *Science et Sports*, 2 (1987), 41-44.

Brooks G.A.: Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1 (1985) 22-31.

Braumann K.M./Busse M./Maassen N.: Zur Interpretation von Laktat-Leistungskurven. *Leistungssport* 4 (1987) 35-38.

Busse M./Maassen N./Böning D.: Die Leistungslaktatkurve, Kriterium der aeroben Kapazität oder Indiz für das Muskelglykogen? *Dtsch. Sportmed. Kongr. Kiel*, 1986.

Busse M./Maassen N./Braumann M./Konig T.: Neuorientierung in der Laktatdiagnostik: Laktat als Glykogenindikator. *Leistungssport* 5 (1987) 33-37.

Cerretelli P.: Vle Séminaire de bioénergétique: La zone de transition aérobie-anaérobie, Paris, 1986, 40.

Chassain A.P.: Méthode d'appréciation objective de la tolérance de l'organisme à l'effort: application à la mesure des puissances critiques de la fréquence cardiaque et de la lactatémie. *Science et Sports*, 1 (1986) 41-48.

Conconi F./Ferrari M./Ziglio P.G./Droghetti P./Codega L.: Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners. *J. appl. Physiol.* 52 (1982), 4, 869-873.

Davis J.A.: Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1 (1985) 6-18.

di Prampero P.E.: The anaerobic threshold concept: a critical evaluation. *Adv. Cardiol. (Karger Basel)* 35 (1986) 24-34.

di Prampero P.E.: Rapport entre seuil et performance. Analyse critique. Vle Séminaire de bioénergétique, Paris (1986).

Duvallet A./Ferry A./Thieulart J.C./Verdier J.C./Rieu M.: Cinétique du lactate sanguin veineux et artériolisé au cours d'épreuves triangulaires avec et sans période de récupération entre les paliers. *Science et Sports*, 2 (1987) 49-50.

Föhrenbach R./Mader A./Liesen H./Heck H./Vellaje E./Hollmann W.: Marathonläuferinnen und -läuferinnen mittels leistungsdiagnostischer Feldtestuntersuchungen. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin*, 1984.

Gaisl G./König H./Pessenhofer H./Schwaberg G.: Die Trainingsoptimierung im Mittel- und Langstreckenlauf mit Hilfe der Bestimmung des aerob-anaeroben Schwellenbereiches. *Dtsch. Z. Sportmed.* 5 (1980), 131-140.

Heck H./Hollmann W.: Methodische Probleme der Leistungsdiagnostik im Labor. *Schweiz. Z. Sportmed.* 32 (1984) 78-84.

Heck H./Hollmann W.: Zur Standardisierung der Laufbandergometrie. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin* 1984.

Heck H./Mader A./Hess G./Mücke S./Müller R./Hollmann W.: Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *Int. J. Sports Med.* 6 (1985) 117-130.

Hedtkamp M./Götte M./Zipf K.E.: Bestimmung verschiedener aerob-anaeroben Schwellen und ihre Überprüfung im Dauertest, durchgeführt an 16 Mittel- und Langstreckenläufern und 10 Langstreckenläuferinnen. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin* 1984.

Howald H.: Méthodes de mesure indirecte. Vle Séminaire de bioénergétique, Paris (1986).

Jakob E./Berlis M./Huber G./Glittenberg K./Keul J.: Die Bestimmung der anaeroben Schwelle mittels des Conconi-Test in Labor- und Feldversuchen. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Kiel* 1986.

Jakob E./Arratibel I./Stockhausen W./Huber G./Keul J.: Die Herzfrequenz als Kenngröße der Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung. *Leistungssport* 5 (1985) 23-25.

Keul J./Simon G./Berg A./Dickhuth H.H./Goertler I./Kübel R.: Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle zur Leistungsbewertung und Trainingsgestaltung. *Dtsch. Z. Sportmed.* 7 (1979) 212-217.

Kindermann W.: Laufbandergometrie zur Leistungsdiagnostik im Spitzensport. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin* 1984.

Kindermann W.: Problemfelder im internistisch-leistungsphysiologischen Bereich sportmedizinischer Betreuung. *Die Lehre der Leichtathletik* 24 (1987).

Léger L./Tokmakidis S.: Validité externe de la méthode Conconi pour déterminer le seuil anaérobie en fonction de la fréquence cardiaque lors d'efforts triangulaires. *Science et Sports*, 2(1987) 309-310.

Lehnertz K./Martin D.: Probleme des Schwellenkonzeptes bei der Trainingssteuerung im Ausdauerbereich. *Leistungssport*, 4 (1988), 5-12.

Mader A./Liesen H./Heck H./Philippi H./Schürch P.M./Hollmann W.: Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit. *Sportarzt. Sportmed.* 4, 5 (1976), 80-88, 109-112.

Mader A./Madsen O./Hollmann W.: Zur Bedeutung der laktaziden Energiebereitstellung für Trainings- und Wettkampfleistungen im Sportschwimmen. *Leistungssport*, 4 (1980), 263-279.

Marti B./Abelin T./Howald H.: Maximale aerobe Kapazität und anaerobe Schwelle bei 16-km-Volksläufern. *Schweiz. Z. Sportmed.* 2 (1985), 41-46.

Pinto Ribeiro J./Fielding R.A./Hugues V./Black A./Bochese M.A./Knuttgen H.J.: Heart rate break point may coincide with the anaerobic and not the aerobic threshold. *Int. J. Sports Med.* 6 (1985) 220-224.

Pinto Ribeiro J./Hugues V./Fielding R.A./Holden W./Evans W./Knuttgen H.J.: Metabolic and ventilatory responses to steady state exercise relative to lactate threshold. *Eur. J. Physiol.* (1986) 55:215-221.

Poortmans J.: Signification de la lactatémie: aspects biochimiques fondamentaux. Vle Séminaire de bioénergétique. Paris 1986.

Rieder R./Weiler B./Kindermann W.: Beziehung zwischen Marathonzeit und Laufgeschwindigkeit der anaeroben Schwelle. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Kiel* 1986.

## Adresse de l'auteur

Manuel Bueno  
14, rue des Bugnons  
1217 Meyrin (Suisse)  
Téléphone: 022/826226 (privé) ou  
7305319

Rieu M.: Le concept de seuil: les définitions et les méthodes de mesure directe. Vle Séminaire de bioénergétique. Paris 1986.

Rieu M.: Lactatémie et exercice musculaire. Signification et analyse critique du concept de seuil aérobie-anaérobie. *Science et Sports* 1 (1986) 1-23.

Rieu M./Miladi J./Ferry A./Jebabli A./Duvallet A.: Epreuves d'effort triangulaires et rectangulaires: étude comparée de la lactatémie. *Science et Sports*, 2 (1987) 51-52.

Rusko H./Luhtanen P./Rahkila P./Viitalo J./Rehunen S./Härkönen M.: Muscle metabolism, blood lactate and oxygen uptake in steady state exercise at aerobic and anaerobic thresholds. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1986) 55: 181-186.

Schmid P./Berg A./Lehmann M./Huber G./Jakob E./Schwaberg G./Keul J.: Feldtest zur sportartspezifischen Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit. *Leistungssport*, 4 (1984) 15-17.

Schwaberg G./Pessenhofer H./Schmid P./Sauseng N./König H./Konrad H./Tschetschounik R./Frisch Ch./Keul J.: Vergleichende Labor- und Felduntersuchungen zur trainingsbegleitenden Leistungsdiagnostik bei Mittelstreckenläufern und Schwimmern. *Leistungssport* 4 (1984) 24-31.

Simon G./Berg A./Dickhuth H./Simon A./Keul J.: Bestimmung der anaeroben Schwelle in Abhängigkeit von Alter und von der Leistungsfähigkeit. *Dtsch. Z. Sportmed.* 32 (1981) 7-14.

Simon G./Haaker R./Jung K./Bockhorst J.: Verhalten von Laktat, Atem- und Blutgasen an der aeroben und anaeroben Schwelle. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Berlin* 1984.

Stegmann H./Kindermann W./Schnabel A.: Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *Int. J. Sports Med.* 2 (1981) 160-165.

Stegmann H./Kindermann W.: Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol/l lactate. *Int. J. Sports Med.* 3 (1982) 105-110.

Szögy A.: Sportärztliche Trainingsberatung anhand von aeroben und anaeroben Feldtests. *Dtsch. Sportmed. Kongr. Kiel* 1986.

Tanaka K./Watanabe H./Konishi Y./Mitsuzono R./Sumida S./Tanaka S./Fukada T./Nakadomo F.: Longitudinal associations between anaerobic threshold and distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1986) 55:248-252.

Urhausen A./Coen B./Kindermann W.: Kritische Anmerkungen zum Conconi-Test in der Trainingssteuerung bei Leistungssportlern. *Die Lehre der Leichtathletik*, Nr. 19 (1988).

Wasserman K./McIlroy M.B.: Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am. J. Cardiol.* 14 (1964) 844.

Yoshida T./Takeuchi N./Suda Y.: Arterial versus venous blood lactate increase in the forearm during incremental bicycle exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 50: 87-93 (1982).

Yoshida T./Chida M./Ichioka M./Suda Y.: Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 56: 7-11 (1987).

Zouloumian P./Freund H.: Lactate after exercise in man: II Mathematical model. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1981) 46: 135-147.