

## L'endurance en trail: savoir durer ou savoir endurer ?

L'apparition de moyens de locomotion mécanisée a certainement fait disparaître la nécessité pour l'homme d'utiliser ses capacités d'endurance. Cependant certaines études ont permis d'explorer les capacités « extrêmes » physiologiques d'endurance de l'homme et notamment les limites de l'endurance humaine. Ainsi les explorateurs polaires du début du XXe siècle parcouraient plus de 2500 km en 160 jours dans des conditions météorologiques souvent désastreuses. On s'est alors rendu compte des possibilités impressionnantes d'adaptation de l'Homme et de sa qualité à pouvoir tenir longtemps un effort modéré, avec des ressources mentales parfois insoupçonnées.

L'avènement récent et exponentiel de la pratique du trail et de l'ultra trail est donc en quelque sorte un petit retour en arrière, car il oblige à s'intéresser de nouveau aux effets des parcours parfois ahurissants en matière de kilométrage et de dénivelé sur l'organisme, ainsi qu'aux allures de plus en plus soutenues. La qualité d'endurance revient donc au-devant de la scène sans que l'on en connaisse réellement son champ d'action et surtout ses effets.

## Bref historique

Le terme d'endurance a souvent été connoté comme une manière de courir «longtemps et lentement». Ainsi le docteur Ernst Van Aaken fût un des pionniers dans les années 60 de la méthode «*d'endurance pure*» impliquant un entraînement quotidien de l'endurance en «*état stable, dans des conditions respiratoires les plus favorables, sans augmentation de la dette d'oxygène, ni de formation «d'acide lactique» et surtout avec une Fc moyenne de 120 pls/mn par minute*». On y parvenait en effectuant de longues courses continues de 10 à 80km. Les longues courses quotidiennes étaient suivies pendant toute l'année d'une course rapide sur une partie de la distance de compétition, «*à une vitesse qui ne dépassait pas la vitesse de compétition prévue*» (Van Aacken, Ernst, *Speed Through Endurance*, Athletics Weekly, London, 1968). Puis, Joe Henderson, l'éditorialiste de «*Runner 's World*» à conforté cette méthode au début des années 70 en affirmant que cet entraînement long et lent n'était pas qu'une simple méthode d'entraînement mais bien une conception à part entière de la course à pied. L'expression alors employée «*LSD* » renvoyait en fait à la pratique quasi exclusive de l'entraînement de longue durée à allure lente («*Long Slow Distance*») en même temps qu'elle constituait un clin d'œil aux effets euphorisants consécutifs à la libération d'endorphines. Il y eut donc toute une époque où les athlètes s'entraînaient avec de gros (voire d'énormes) volumes de travail en matière de kilométrages ou d'heures passées à allure lente<sup>1</sup>. En France Serge Cottreau a popularisé cet entraînement lors de l'éclosion des épreuves de 100km au début des années 80.

Plus récemment les recherches de Stephen SEILER, Professeur en sciences du sport à l'Université d'Agder (Norvège), nous amènent de nouveau à percevoir l'intérêt de cette méthode dans le modèle d'entraînement polarisé. Il parle ainsi de «*trou noir*», qui s'explique par le fait que les athlètes écartent leur entraînement du centre, en privilégiant, soit le travail à haute intensité, au dessus du seuil ventilatoire 2, soit le travail en endurance pure, c'est-à-dire au dessous du seuil ventilatoire 1 (cf. Lexique).

## Explications scientifiques

Il existe diverses formes d'endurance et il est nécessaire d'en définir une qui puisse vous éclairer dans votre démarche d'entraînement. En fait, la notion d'endurance est une notion mal interprétée. En effet, au premier abord elle semble extrêmement simple, car elle renvoie à des souvenirs personnels tels le traditionnel cycle d'endurance à l'école ou bien à des sports où l'on produit un effort prolongé tel que le vélo ou le ski de fond. On associe donc l'endurance au métabolisme aérobie, c'est-à-dire au transport de l'oxygène des poumons jusqu'aux muscles, et pourtant, elle ne se limite pas à ce schéma. Car d'un point de vue théorique, vous pouvez améliorer votre endurance en adoptant diverses stratégies:

- en élevant le plus possible votre niveau d'énergie utilisée pour une durée donnée
- en augmentant la quantité totale d'énergie disponible
- en augmentant le temps limite (% de la puissance maximale)
- en augmentant le travail mécanique utile fourni pour un même niveau de dépense énergétique

<sup>1</sup> Par exemple Derek Clayton (2h08'34" au marathon) effectuait entre 200km à 250km par semaine en allure stable, parfois rapide. Jérôme Drayton (2h12' en 1969) courait quant à lui 220 à 240km par semaine avec des allures progressives de 14 à 17km/h, parfois jusqu'à 19km/h. Alberto Salazar, actuel entraîneur des meilleurs coureurs Américains (et auteur d'un remarquable chrono de 2h08' effectué à New York) couvrait quant à lui chaque jour 30km à 16km/h avec des accélérations.

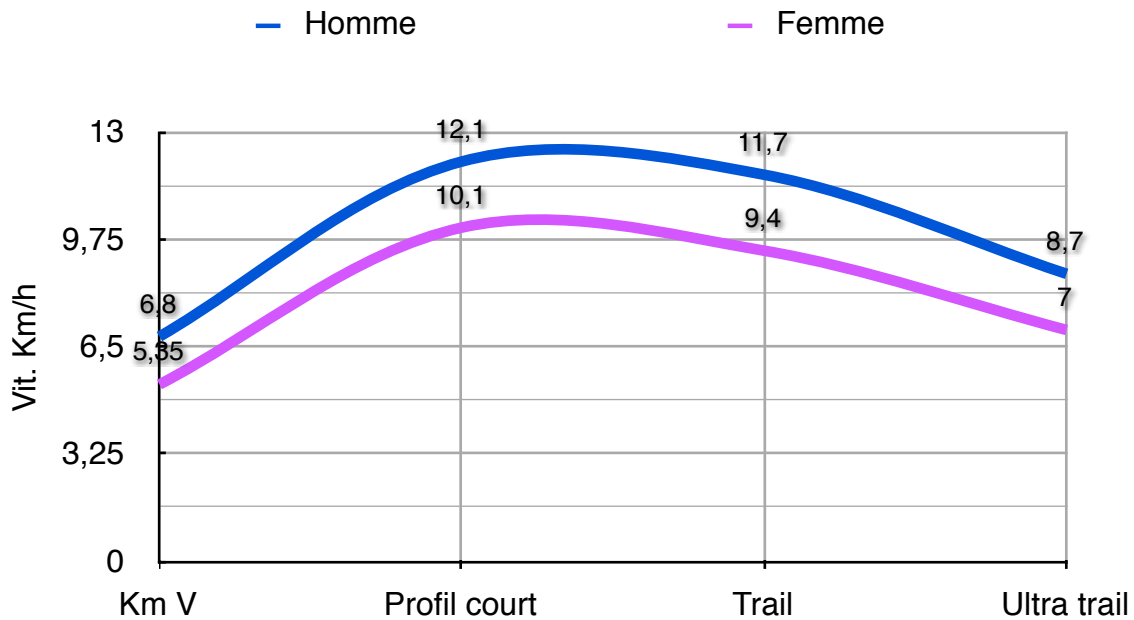
En résumé, tous les types de motricité, tous les types énergétiques se caractérisent par un niveau d'endurance. Pour le trail, la définition de Jürgen Weineck (1992) nous semble la plus proche de la réalité, car il avance en effet que «*l'endurance est considérée, en général, comme la capacité psychique et physique que possède l'athlète à résister à la fatigue*».

### Observations et analyses

Afin de se rendre compte des effets de la pratique sur cette notion d'endurance et de résistance à la fatigue, nous avons choisi de vous présenter des indicateurs visibles comme l'allure de course ou la dérive cardiaque.

#### Des allures de course de plus en plus rapides

Dans un premier temps nous avons calculé la vitesse des vainqueurs sur diverses courses françaises lors de la saison 2013, avec des profils différents comme le kilomètre vertical, la course de montagne, le trail court, le trail et enfin l'ultra trail. Pour cela, nous avons pris en compte les moyennes des vitesses de course pour les hommes comme pour les femmes (figure 1).



Vitesses Hommes et Femmes en Km/h selon les profils de courses

Dans ce tableau, on s'aperçoit que les vitesses des athlètes élités varient de 5 à 10 km/h chez les femmes et de 7 à 12 km/h chez les hommes, selon les profils affichés (distances et dénivelés). Lorsque l'on connaît la pratique de la course de montagne et du trail, on peut s'apercevoir que les allures de course ont fortement augmenté, surtout celle du format trail qui se rapproche désormais de l'allure des formats courts.

L'évolution de ces allures incite donc à percevoir une tendance générale du peloton à maintenir désormais des allures élevées sur de plus longues distances comme en témoigne la moyenne impressionnante de 12 km/h de Kilian Jornet au marathon du Mont Blanc. Cela peut ainsi poser problème notamment dans la mise en place des barrières horaires qui semble être de plus en plus influencée par l'allure des premiers. Dans ce cadre la balade en endurance peut vite se transformer en panique générale et devenir catastrophique en terme de gestion d'effort, notamment sur une épreuve d'ultra trail.

#### Des variations d'allures conséquentes en ultra trail

Cependant, si l'on observe de plus près les moyennes kilométriques sur une épreuve comme le Grand Raid de La Réunion, on peut s'apercevoir qu'elles restent très basses (entre 6 et 7 km/h). Bien sûr on peut comprendre que le terrain se prête mal à effectuer des vitesses élevées, car les sentiers y sont très abrupts. Mais lorsque l'on analyse les divers secteurs, on s'aperçoit qu'il existe en fait une grande fluctuation de l'allure durant toute l'épreuve.

Pour vérifier cela, nous avons collecté plusieurs vitesses de course sur l'édition 2012 (figure 2):

- celles des 3 premiers athlètes (entre 6 et 7 km/h),
- celle d'un coureur du milieu de peloton (4,5 km/h)
- et enfin celle du dernier concurrent (3 km/h).

Nous nous sommes aperçu que les vitesses pouvaient osciller entre 4 et 13 km/h pour le premier, et entre 1 et 10 km/h pour le dernier. Il existe donc des différences de vitesses qui oscillent entre 8 à 10 km/h sur la

durée totale, ce qui nous paraît assez significatif d'une grande alternance d'allures, et donc d'une certaine irrégularité.

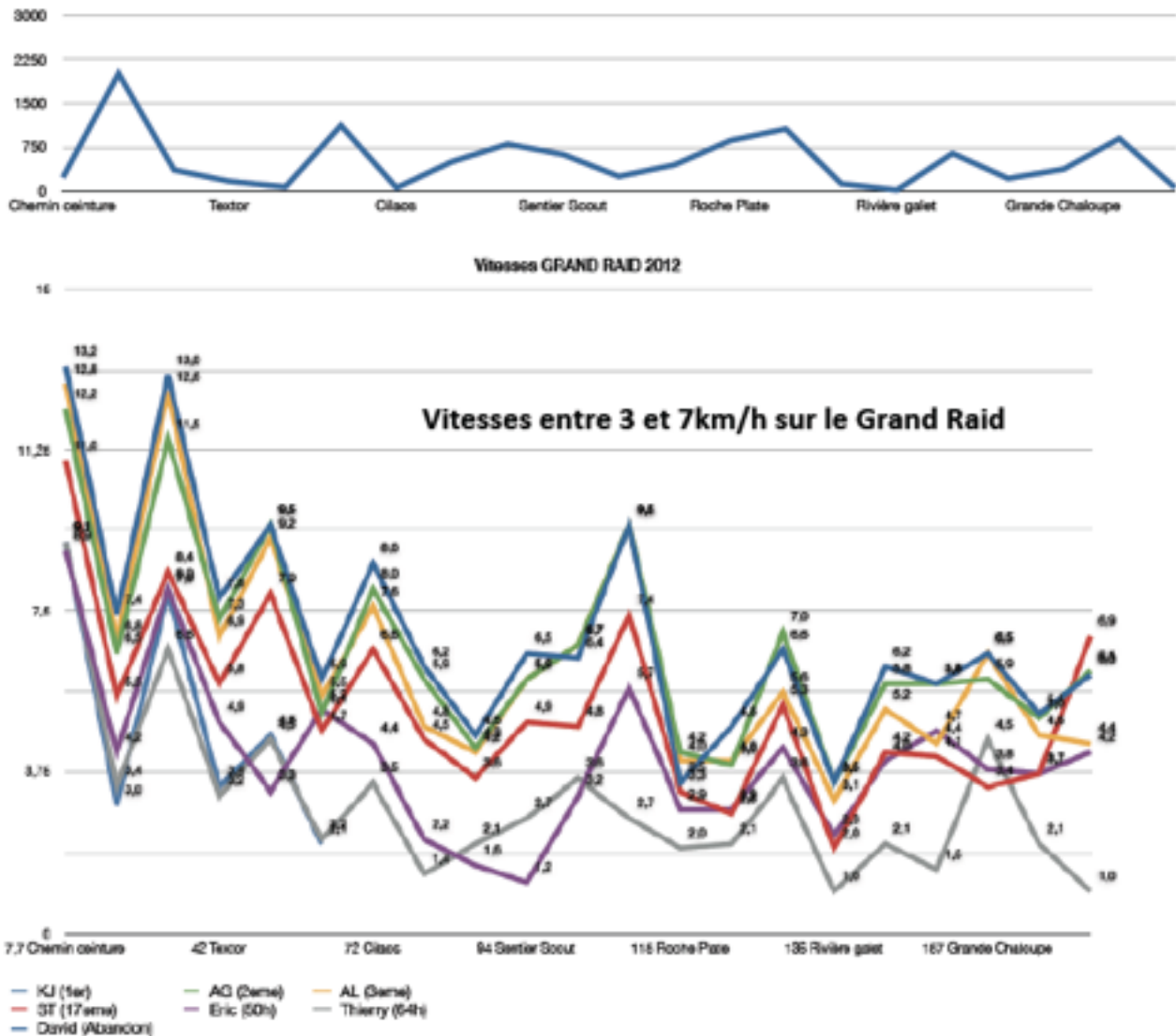


Fig. 2: Allures de courses sur l'épreuve du Grand Raid 2012

Des phases d'endurance différentes

Au regard de ce graphique nous avons également observé une chute progressive des vitesses de course en deux périodes:

- une période plutôt dynamique, où les vitesses restent élevées, jusqu'au 40-50ème kilomètre, même avec une forte montée au départ (plus de 2300m de dénivelé positif)
- une période où les vitesses ne remontent plus vraiment, avec de grosses chutes notamment sur le dernier 1/3 du parcours.

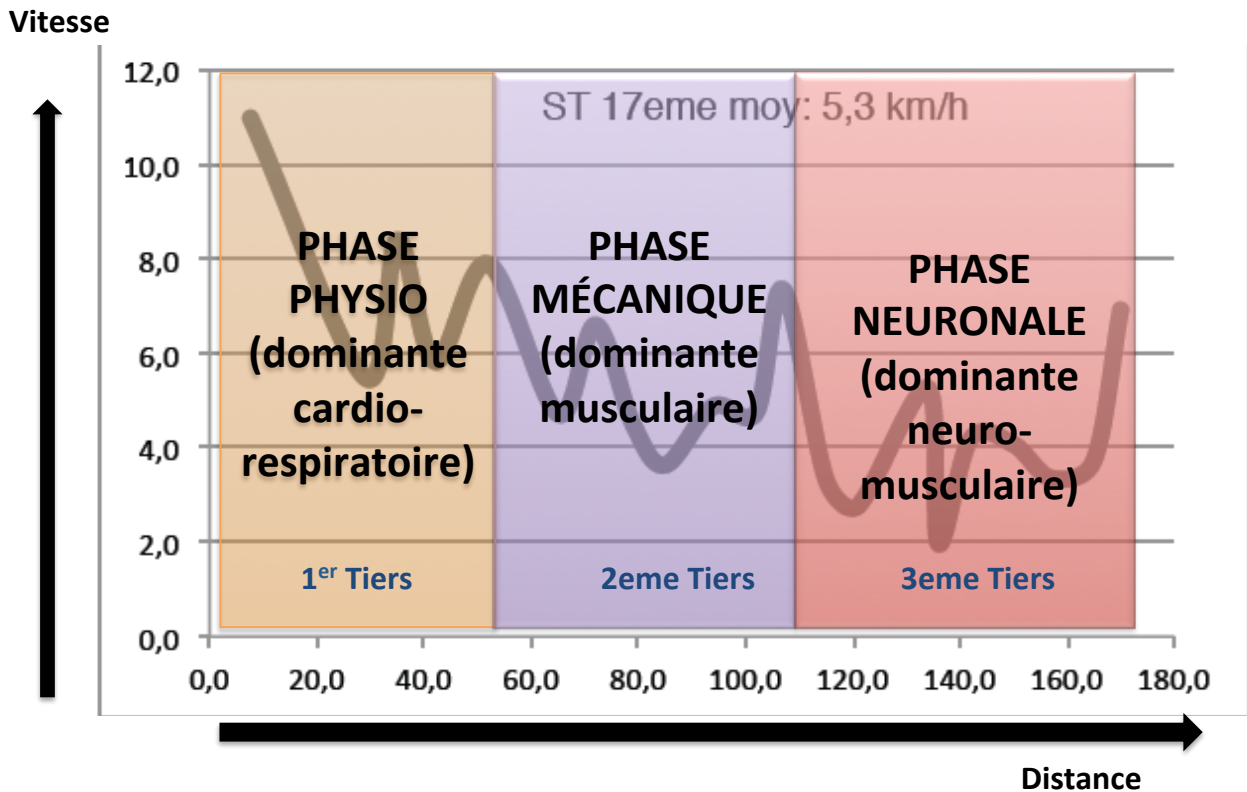
Nous en avons déduit l'hypothèse de l'existence de diverses phases dans l'épreuve, sans doutes décalés selon les profils de coureurs, mais qui traduisent ce genre de course:

- premièrement un état de fraîcheur en début de course, avec des réserves en glycogène élevées, et donc la possibilité pour l'athlète de tenir des allures hautes. C'est une phase que l'on nomme la «**phase physio**» ;
- deuxièmement, une chute progressive de l'allure due à la fatigue mécanique du corps (fatigue ostéo-articulaire), ce que l'on appelle la «**phase mécanique**»
- puis troisièmement, et même s'il existe une certaine porosité avec la deuxième phase, un maintien plus ou moins individuel de l'allure, grâce notamment au contrôle mental et à la commande du cerveau de continuer tant bien que mal, sorte de «**phase neuromusculaire**»

Cette hypothèse n'est pas dénuée de conséquences pour l'entraînement. Car si l'on souhaite optimiser la performance en ultra-trail, il est aussi nécessaire de se soucier des phases que l'on nomme «*mécanique*» et «*neuromusculaire*». Un entraînement construit sur une préparation musculaire, voire neuromusculaire

semble donc se profiler, et l'endurance se travaille non seulement par un maintien de l'allure mais aussi par un maintien de la puissance musculaire et de la commande neuromusculaire. Le «savoir durer et endurer» en quelque sorte.

Fig. 3: Analyse de la courbe d'un coureur terminant 17eme au Grand Raid, et interprétation des phases successives



Des dérives cardiaques négatives

Si l'on observe la plupart des courbes cardiaques sur des formats de course proche des 70/80 km (fig.4), on s'aperçoit que la fréquence cardiaque baisse progressivement. On peut alors constater, contrairement à l'entraînement en intensité, l'existence d'une dérive cardiaque négative. La longueur de l'épreuve semble donc provoquer une érosion des fonctions cardio-vasculaires. On peut l'expliquer par le fait que le coeur soit juste un organe effecteur, et que le système nerveux central face office de contrôle sur celui-ci en le déconnectant lorsque le corps commence à endurer fortement la fatigue. Il semble donc souhaitable de s'éprouver de temps en temps sur des distances longues afin de faire connaître à votre organisme ces mécanismes de préservation.

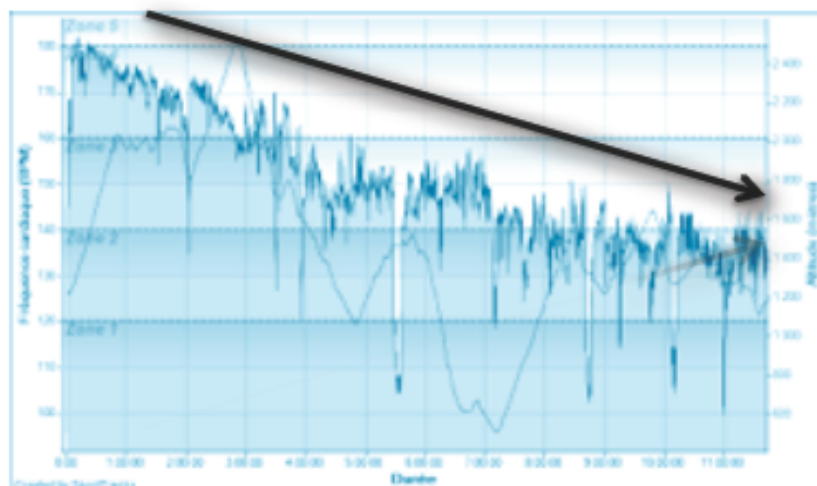


fig. 4: dérive cardiaque une épreuve de trail de 80km

## Mise en oeuvre

### Que veut-on développer pour entraîner l'endurance en trail ?

L'entraînement en trail consiste en une répétition de sorties et d'exercices hebdomadaires ou quotidiens. En ce sens il induit une adaptation des fonctions cardiovasculaires et respiratoires (augmentation de la demande énergétique) et contribue donc à améliorer les qualités d'endurance. Dans notre démarche (et dans notre modélisation RAIDER), on s'aperçoit également que les thématiques d'intensité, de renforcement musculaire et d'alimentation sont en fait fortement liées à l'endurance. En effet:

- l'Interval Training (IT) est une méthode très efficace pour développer l'endurance en s'appuyant sur la vitesse à  $VO_{2max}$  ( $vVO_{2max}$ ), le temps limite ou les accélérations-décélérations comme proposées dans les séances de Jerk
- le renforcement musculaire permet également d'optimiser la performance aérobie car il engendre des adaptations nerveuses et structurelles (amélioration de l'activation du muscle et de son recrutement, synchronisation des unités motrices<sup>2</sup>)
- l'alimentation quant à elle, doit permettre d'habituer l'organisme à puiser dans les divers substrats tout en s'économisant au maximum: amélioration de la lipolyse, adaptation à la réplétion glycogénique et protéique.

### Les footings réguliers

Tous les footings effectués dans la semaine vous permettent de polariser et donc d'équilibrer votre entraînement en endurance. En résumé, faire des footings régulièrement permet d'oxygéner l'organisme, de développer plus de mitochondries, et surtout de vous relâcher nerveusement.

### Les sorties longues traditionnelles

Le fait de réaliser des sorties longues, voire très longues à l'entraînement provoque par contre la qualité d'endurance au sens générique du terme. En ce sens les objectifs de ces séances sont:

- d'améliorer la rapidité de fourniture d'énergie
- de maintenir votre équilibre énergétique et thermique dans le temps
- et enfin de vous économiser (rendement de course).

Pour apprendre à courir long, il faut donc en quelque sorte que vous appreniez à courir longtemps. Dans ce sens, la sortie longue doit être courue au moins une fois tous les 15 jours, voire une fois par semaine.

Pour être efficace, on peut dire qu'une sortie longue doit durer au minimum de 1h30 à 2h, et qu'elle doit être courue à une faible intensité (de 50% à 70% de la  $F_c$  cardiaque de réserve). Ce travail d'endurance permet de maintenir des efforts de longue, voire de très longue durée, et dans ce sens il demeure un des facteurs déterminants pour améliorer les qualités aérobies et la performance.

C'est pourquoi et si vous êtes un débutant vous devez vous y habituer progressivement (pendant quelques années parfois) pour être vraiment performant sur les trails longues distances. Il faut également faire attention de ne pas trop en abuser car ces longues sorties peuvent devenir traumatisantes dans le sens où elles peuvent provoquer des microlésions musculaires (notamment lors des parcours sur des sols durs ou en descente), voire de nombreux symptômes gastro-intestinaux (souvent initiateur d'abandons dans les ultra trails). Si vous démarrez dans la pratique du trail, soyez progressif dans ces sorties. L'objectif étant de réussir à effectuer une sortie de 1h15' à 1h30' au début, puis d'augmenter progressivement les durées avec une fréquence tous les 15 jours pour faire au maximum 2h30' à 3h au bout de 5-6 mois.

### Les sorties longues spécifiques

Ces sorties, que l'on dénomme aussi des sorties en «rando-course», sont tout à fait comparables par leurs contraintes, aux sorties longues "classiques", telles que les pratiquent les marathoniens. Mais l'intérêt de cette sortie est de greffer progressivement tout ce qui ralentit votre allure dans un trail: le dénivelé, la technicité des sentiers, les passages en altitude. Bien sûr cela va dépendre du temps disponible accordé à votre entraînement, mais il est important d'être progressif dans les paramètres de charge (durée-intensité-dénivelé).

Deux principes importants pour réussir ces entraînements:

- la progressivité au niveau du temps d'effort au fur et à mesure des sorties, mais aussi dans le cumul du dénivelé: nous vous conseillons d'effectuer au début des sorties de 1h30' à 2h pour 200 à 400m D+, puis au fur et à mesure on peut progresser de 1h tous les mois en ajoutant 200m à 400m D+. On peut ainsi

---

<sup>2</sup> L'entraînement en endurance stimule également davantage les fibres lentes (ST) que les fibres rapides (FT). En conséquence les fibres lentes augmentent de volume.

déboucher au final sur des sorties du type ultra trail de 10h à 15h avec 2000m à 5000m D+ (à réaliser par ailleurs au moins 2 mois avant l'échéance importante).

- la course lente et la marche rapide doivent rester des priorités au cours de votre sortie dans les sentiers afin d'économiser votre potentiel énergétique mais aussi dans le but de progresser dans ce secteur indispensable de la locomotion bipède dans un environnement escarpé. Ce «pattern gestuel» va être progressivement intégré et va donc vous permettre d'être plus économique.

### Les sorties longues cumulées

On emploie ici la terminologie de «WEC» comme «week-end choc». En fait, il s'agit de cumuler plusieurs sorties longues afin d'obtenir un gros volume de travail dès que le week-end arrive avec un cumul de sorties (par exemple 2h à 3h le samedi et 4h à 8h le dimanche en sortie trail).

Ce travail permet à votre organisme de lui faire découvrir une grande fatigue, notamment le 2e jour, qui est proche de la situation que vous allez vivre le jour de la compétition (notamment les phases de grande fatigue musculaire). Ces sorties vont vous permettre:

- «**de durer**»: par la mise en route de votre lipolyse (en consommant davantage dans les graisses) et en améliorant votre capillarisation (augmentation du réseau capillaire de vos muscles, et donc une meilleure oxygénation)

- «**d'endurer**»: en intégrant le versant psychologique du «courir longtemps» qui va vous permettre ainsi de vous forger un gros mental, mais aussi de supporter la grande fatigue musculaire, voire neuromusculaire.

Ce genre de préparation doit être éloignée de votre échéance finale, et réalisée avec un minimum de préparation sur les sorties longues. Nous pensons qu'il est judicieux de placer cette préparation 2 à 3 mois avant un gros objectif. Par ailleurs, vous devez absolument vous reposer quelques jours dans la semaine qui suit cet entraînement car vos facultés de récupération sont très affectées par la charge de travail demandée. Son efficacité est certainement avérée dans le sens où elle demeure assez rare, car fidèle à la théorie de Tim NOAKES (chercheur Sud Africain) sur la prédominance du cerveau sur le physique, nous recommandons très peu de séances de ce genre, histoire de bien régénérer les forces musculaires et surtout mentales.

Avantage de cette sortie cumulée:

- habituer l'organisme en situation en se rapprochant de la fatigue de l'épreuve d'un trail ou d'un ultra trail
- possibilité de planifier son emploi du temps afin de choisir les 2 journées consécutives d'entraînement, suivies de 2 à 4 jours de récupération.

Niveaux	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4
Débutant	1h30' à 2h	2h à 3h	Repos	Repos
Initié	2h à 3h	3h à 5h	Repos	Vélo
Expert	3h à 4h <i>dont dernière heure plus appuyée</i>	5h à 8h	Repos	Vélo ou footing

Fig.5: Exemple de séances cumulées en trail

### Les sorties longues en vélo, en ski alpinisme ou en ski de fond

Les avantages à réaliser des sorties longues à vélo, voire dans d'autres «sports portés» comme le ski alpinisme ou le ski de fond sont désormais bien connus dans le milieu du trail (on parle d'entraînements croisés). En effet, elles présentent certains avantages :

- le coût énergétique est moins élevé qu'en course à pied
- elles provoquent moins de chocs et donc moins de traumatismes musculaires: du fait de la position portée et du contact intermédiaire des roues ou des skis au sol, c'est un bon moyen d'éviter les chocs des pieds lors de l'effort (et donc les traumatismes excentriques en partie liés aux descentes)
- elles permettent de compléter ou de conforter des sorties plus longues: étant donné qu'elles provoquent moins de chocs et de traumatismes musculaires, il semble évident que vous pouvez concevoir de réaliser des sorties plus longues et donc travailler fortement votre capacité à durer dans le temps.