

OBJECTIF STAPS



Licence
et
Master

L'entraînement en sport

Les exercices intermittents
aspects scientifiques et pratiques

Hervé Assadi
Georges Gacon



1.1. Approche historique : des origines de la méthode, de l'entraînement par intervalles aux exercices intermittents

Selon le physiologiste Tim Noakes (Noakes, 2001) Franz Stampfl serait le premier entraîneur à avoir utilisé la méthode d'entraînement par intervalles, appelée « Interval Training ». Stampfl proposait déjà au début des années 50 (Stampfl, 1955) un entraînement composé, par exemple, de 10 × 400 mètres entrecoupés de courtes périodes de récupération de 2 minutes de course lente. Cet entraînement permettait de réaliser des distances importantes à des vitesses supérieures à celle de la compétition. Roger Banister s'entraîna sous la direction de Stampfl, (Newsholme et coll, 1994) et devint le premier coureur en moins de 4 minutes au mile (1 609 mètres). Dans les années 1920 et 1930, Pavoo Nurmi (recordman du monde du 5 000 en 14 minutes et 36 secondes, i.e. 20,6 km.h⁻¹) réalisait déjà des répétitions de 6 × 400 mètres en 60 secondes (24 km.h⁻¹) à l'intérieur d'un footing en nature de 10 à 20 km (Billat, 2001a). Rudolf Harbig en 1933, entraîné par Woldemar Gerschler selon la méthode par intervalles, amena le record mondial du 800 mètres à l'excellent temps, de 1 min 46,6 s (ce qui constituerait encore aujourd'hui une performance de référence au niveau Européen). Cependant, il faut attendre la période qui suivra la deuxième guerre mondiale pour que la méthode par intervalles se généralise dans la pratique des coureurs de demi-fond, avec en particulier l'athlète Tchécoslovaque Emil Zatopek (Triple Champion Olympique du 5 000, 10 000 et marathon en 1952). Celui-ci effectuait des séries d'intervalles, jusqu'à 100 × 400 m en 1 min 12 s (20 km.h⁻¹), ce qui correspondait à sa vitesse critique (Billat, 1999b) calculée à partir de ces records personnels du 3 000 m au 10 km (Ettema, 1962).

1.2. La popularisation de la méthode d'entraînement par intervalles

À partir des années 1970, Fox et Mathews (1974) ont contribué à populariser l'utilisation de l'Interval-Training dans différents milieux comme la préparation physique des militaires, l'entraînement des coureurs et autres sportifs, et même la réhabilitation des patients (Kavanaugh, 1973). Pour ces auteurs : « L'Interval-Training, a probablement produit plus de grands athlètes qu'aucun autre système d'entraînement de mise en condition physique. » (Fox et Mathews, 1974). Dans leur ouvrage, ils décrivent l'intérêt de cette méthode d'entraînement par rapport à la méthode des efforts continus : « supposez qu'un jour vous couriez au maximum de vos capacités, et sans vous arrêter, pendant 5 min, jusqu'à épuisement ; puis qu'un autre jour, vous couriez, de façon intermittente, 5 périodes d'une minutes chacune, à la même vitesse, avec après chaque période un intervalle de repos

d'une minute. La même quantité de travail à même intensité a été produite dans les deux conditions cependant la fatigue suivant le travail intermittent sera notablement moindre. ». Fox et Mathews (1974), décrivent l'Interval-Training comme des fractions d'exercices alternées avec des périodes de repos. La durée de l'intervalle de repos servant à restaurer les réserves d'adénosine tri-phosphate (ATP) et de créatine phosphate (PC_R) utilisées pendant l'effort. Les auteurs suggéraient aussi que la durée de la récupération devrait permettre à la fréquence cardiaque (FC) de redescendre jusqu'à une valeur inférieure à 150 bpm, pour les hommes et femmes, de moins de 20 ans. Le tableau I résume les différents types d'intervalles de travail et de récupération en fonction des filières énergétiques sollicitées et le nombre de séries et de répétitions totales pouvant être réalisées dans une séance d'entraînement. Dans cette méthode d'entraînement il faut concevoir que sous un même vocable (Interval-Training) se retrouvent des formes d'exercices aussi différentes que: réaliser 5 séries de 10 répétitions de 10 s d'efforts maximaux entrecoupés de 30 s de récupération et 3 efforts maximaux de 5 min entrecoupés de 2 min 30 s de récupération. Dans cette classification des exercices d'intensités différentes et qui provoquent des adaptations différentes se côtoient. Dans cet ordre d'idée, nous pouvons dire que « tout ce qui n'est pas continu est un entraînement par intervalles », c'est donc la forme qui prévaut, quid de l'intensité et des sollicitations énergétiques de ces exercices.

À la fin des années 60 et au début des années 70, deux coureurs Australiens dominent les courses de demi-fond: Herb Elliot (champion Olympique du 1500 en 1960, devant un certain Michel Jazy) et John Landy (détenteur du record du monde du 1500 et du mile en 1954 et premier homme avec Banister à descendre en dessous de 4 min au mile). Ils sont tous les deux entraînés par P. Cerutti. La particularité de cet entraîneur fut d'introduire dans l'entraînement des coureurs de demi-fond un travail par intervalles, axé sur le développement de la force. Il était demandé à ces athlètes de réaliser des intervalles d'effort comprenant des montées dans des dunes de sable. Le tiers du volume global d'entraînement devait selon Cerutti, être réalisé par des activités où l'athlète ne court pas, mais réalise un travail de développement de la force, sous la forme d'intervalles qu'il appela: « circuit training » (Billat, 2001a). Dès 1953, Morgan et Adamson ont proposé un cadre théorique et pratique afin que ces circuits atteignent un double objectif: une augmentation de la force musculaire et de la consommation maximale d'oxygène (Morgan et Adamson, 1961). Les circuits qui permettent une alternance de situation de travail, d'une durée de 30 secondes, et de récupération, de 30 secondes, permettent d'obtenir de très bons résultats en référence aux deux objectifs (Poumarat et Dabonneville, 1989).

| Zone d'effort | Filière énergétique dominante | Temps d'effort (min : s) | Nombre de répétitions par séance | Nombre de séries par séance | Nombre de répétitions par séries | Rapport travail-repos | Type d'intervalle de repos |
|---------------|-------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|
| 1 | ATP-CP | 0:10 0:15 0:20 0:25 | 50 45 40 32 | 5 5 4 4 | 10 9 10 8 | 1:3 | Repos proprement dit (marche, étirements). |
| 2 | ATP-CP-AL | 0:30 0:40 – 0:50 1:00 – 1:10 1:20 | 25 20 15 10 | 5 4 3 2 | 5 5 5 5 | 1:3 1:2 | Récupération active (activité modérée, footing). |
| 3 | AL et O ₂ | 1:30 – 2:00 2:10 – 2:40 2:50 – 3:00 | 8 6 4 | 2 1 1 | 4 6 4 | 1:2 1:1 | Repos actif. Repos proprement dit. |
| 4 | O ₂ | 3:00 – 4:00 4:00 – 5:00 | 4 3 | 1 1 | 4 3 | 1:1 1:1/2 | Repos proprement dit. |

Tableau 1.1. Instruction pour la mise au point des programmes d'entraînement par intervalles à partir des temps d'entraînement selon Fox et Mathews (1974). ATP-CP : pour filière anaérobie alactique. AL : pour filière anaérobie lactique. O₂ : pour filière aérobie.

Bien sûr l'évolution des pratiques et des méthodes n'est pas quelque chose de linéaire et à la même époque le célèbre entraîneur et médecin allemand E. Van Aaken (1980) prônait au contraire une méthode essentiellement basée sur l'augmentation du travail continu à allure modérée. Il allait même jusqu'à prédire la fin prochaine de la méthode par intervalles. Si l'histoire ne lui donne pas raison et qu'au contraire de disparaître, l'entraînement intermittent est entré dans la vie de tous les sportifs, il n'en reste pas moins que le travail continu reste essentiel

De son côté J. Humphreys (1980), entraîneur et physiologiste britannique réputé, présentait dans sa méthode d'entraînement pour coureur, un équilibre parfait (50% du volume d'entraînement pour chacun des deux types d'exercices) entre les exercices continus et les exercices par intervalles. Les succès des méthodes d'entraînement sont, aujourd'hui encore, une combinaison entre travail continu et intermittent, entre travail à des intensités élevées et travail à de faibles intensités. Jack Daniels (1998) a présenté un modèle d'entraînement, pour améliorer les performances des coureurs, basé sur 6 plages d'intensité : 1) Travail continu à une intensité proche de 70% de VO_{2max} , 2) Travail continu allure marathon, 3) Travail au seuil, travail continu à 90% de VO_{2max} , 4) Intermittent réalisé à la vitesse à la VO_{2max} , 5) Intermittent réalisé à une vitesse supérieure à vitesse à la VO_{2max} , 6) Repos.

1.3. De l'entraînement par intervalles vers l'entraînement intermittent

La prise en compte dans le calcul de la charge d'entraînement de la durée et de l'intensité de la récupération, en plus de la durée et de l'intensité des périodes d'effort est une approche plus récente de l'entraînement par intervalles. Au début des années 1980, Georges Gacon (entraîneur national français de 1984 à 1994), s'appuyant sur les travaux de P.O. Astrand (1970), introduit le terme « d'entraînement intermittent » (Gacon, 1983). Cette approche particulière consiste à prendre en compte le fait que la durée de la récupération influence directement l'intensité de l'effort. Les entraîneurs cherchent une forme d'exercice qui permet d'obtenir une sollicitation globale (effort + récupération) qui soit élevée, c'est-à-dire qu'au cours de la récupération la diminution de la FC soit limitée (Figure 1), l'exercice intermittent qui alterne des efforts d'une durée de 30 secondes avec des récupérations d'une durée de 30 secondes (30s-30s) apparaît alors comme une méthode appropriée pour améliorer les performances (Gacon, 1993). **Dans cette conception, ce qui distingue un « entraînement intermittent » de « l'interval-training », c'est le fait que la FC ne redescende pas de plus de 10 à 15 battements lors de la récupération dans un exercice intermittent alors que dans l'interval-training original de Gerschler, il est préconisé un retour de la FC aux alentours de 120 bpm.** Ceci a d'ailleurs comme conséquence de modifier considérablement la sollicitation du processus aérobie en pourcentage de la consommation maximale d'oxygène (Karlsson et coll, 1967). La classification des exercices intermittents que nous proposerons dans la suite de cet ouvrage s'appuie sur cette conception, qui au-delà de la forme (alternance d'effort et de récupération comme dans l'entraînement par intervalles), met surtout l'accent sur des aspects fonctionnels avec comme objectif une sollicitation maximale du système aérobie, ou assez proche (entre 85 % et 100 % de la PMA), pendant toute la durée de l'exercice.

Sebastien Coe, athlète Britannique champion Olympique du 1 500 mètres en 1980 et 1984, détenteur en 1980 des records du monde du 800 mètres, 1 000 mètres, 1 500 mètres et mile, mais surtout premier coureur au monde à descendre sous la barrière des 1 min 42 s au 800 mètres (1 min 41s 73 en 1981, record qu'il conservera jusqu'en 1997), était également un adepte du travail intermittent. Aux questions posées à son père et entraîneur Peter Coe, celui-ci répondait qu'il réalisait, lors d'une séance, de 20 à 30 fois une distance de 200 mètres, courues en 27 s, entrecoupées de période de 30 s de récupération: « La caractéristique de l'entraînement de Sebastien Coe est une très grande intensité avec de très faibles temps de récupération et non une quantité importante. » (Coe, 1982).

À la même époque l'intermittent 30s-30s trouvera des applications dans le milieu scolaire et plus particulièrement dans l'amélioration de la vitesse maximale aérobie (VMA) (Gacon et Assadi, 1990; Assadi, 1996). Le développement de

la VMA, comme facteur de la performance en course à pied (Lacour, 1989), et l'utilisation des exercices intermittents dans l'entraînement, sont souvent devenus indissociables (Gacon, 1990 et 1995; Corbi, 1994).

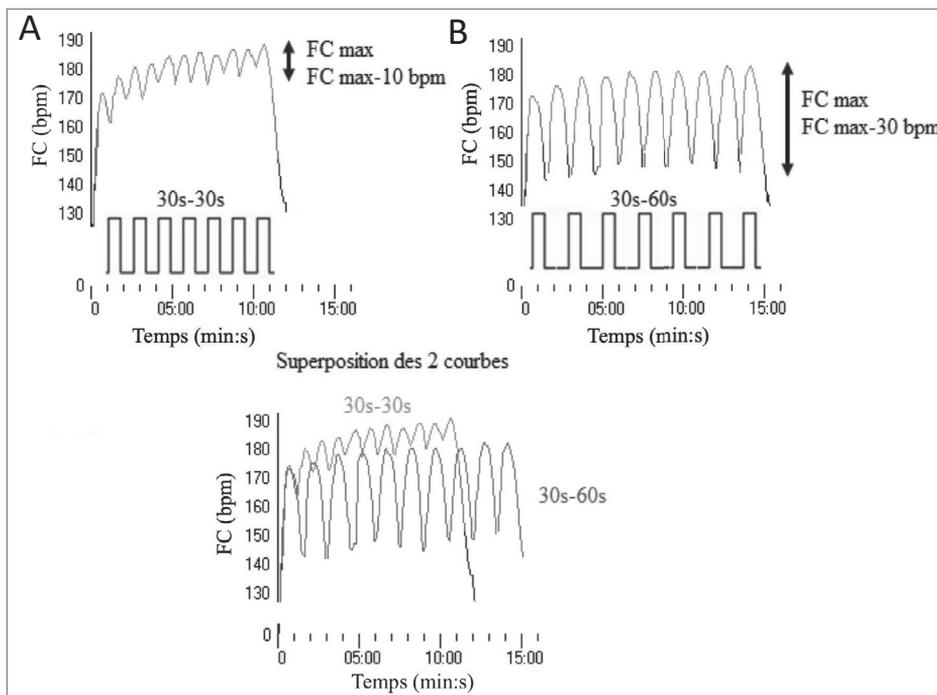


Figure 1.1. Enregistrement de la FC au cours d'un exercice (A) dans lequel un athlète alterne des périodes de 30 s courues à 18 km.h⁻¹ avec des périodes de récupération passive de 30s, et d'un exercice (B) dans lequel le même athlète alterne des périodes de 30 s courues à 18 km.h⁻¹ avec des périodes de récupération de 60 s. En comparant la courbe (A) et la courbe (B), nous observons que, la fréquence cardiaque dans le cas (A), non seulement, baisse moins entre la fin de l'effort et la fin de la récupération, mais atteint également un niveau plus élevé au cours de l'effort, que dans le cas (B) (Assadi, 2007)

Guy Thibault (2009) va même, dans une présentation sur l'entraînement des sports d'endurance, jusqu'à proposer un modèle pour calibrer une séance d'entraînement par intervalles en fonction d'un pourcentage de la puissance maximale aérobie (PMA) souhaité (Figure 1.2, exemple pour 100% de PMA). Selon cet auteur, il existe une infinité de formules d'entraînement par intervalles susceptible de mener à de bons résultats. Dans cette approche de l'entraînement par intervalles (EPI), il n'y a pas de distinction entre « intermittent » et « interval-training », les deux termes sont utilisés comme des synonymes, ce qui d'ailleurs était déjà le cas précédemment (Fox et Mathews, 1974). La proposition complète de Thibault, que l'on trouve dans son ouvrage « Entraînement cardio sports d'endurance et performance » (2009) propose dans une même classification, EPI, de regrouper des séances très différentes: « Les séances comptent entre 3 et 30 répétitions. Les périodes d'effort durent entre 30 s et 6 min 30 s. L'intensité des

séances est respectivement de 110, 105, 100, 95, 90 et 85 % de la PMA, comme l'indiquent les six courbes. ». Cette modélisation a l'avantage de regrouper, sur une courbe, un ensemble de séances dont la charge d'entraînement est identique, mais dont les objectifs peuvent être très différents si nous comparons les séances d'une courbe à l'autre. D'autre part quid des exercices intermittents courts comme le 30s-30s, 15s-15s, 5s-15s, qui sont pourtant, comme nous le montrerons plus en avant, des formes d'exercices utilisées couramment.

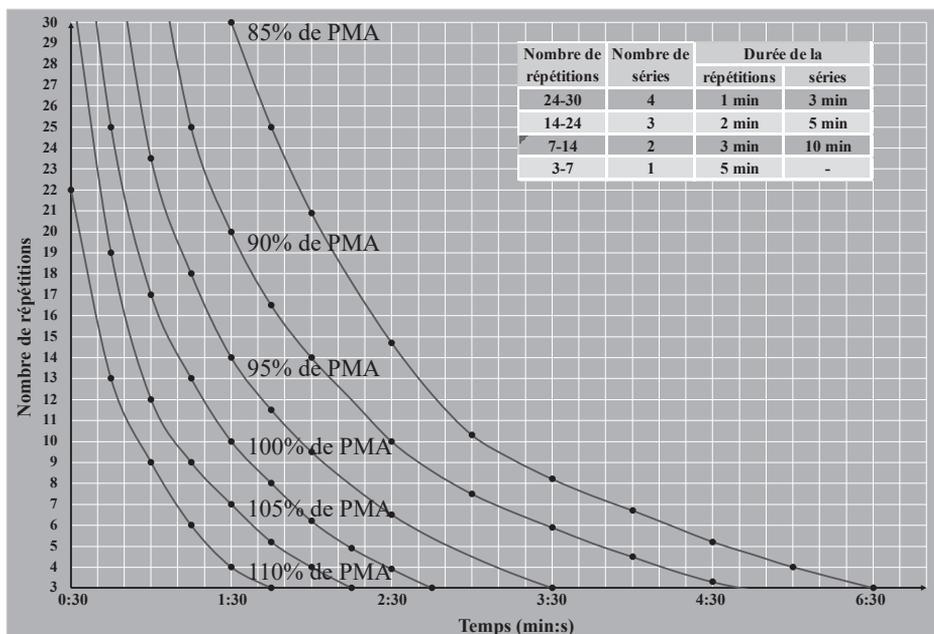


Figure 1.2. – Schéma de l'entraînement par intervalles (EPI) pour une intensité de 110 % à 85 % de la PMA. Chaque point de la courbe représente une séance qui est une combinaison particulière entre durée de l'effort, nombre de répétitions, nombre de séries, durée de la récupération entre chaque effort et entre les séries. L'ensemble des séances, qui appartiennent à cette courbe, seront réalisées à une intensité similaire (d'après Thibault, 2009)

En même temps qu'il favorisa considérablement l'utilisation du 30s-30s par les entraîneurs de demi-fond Français, Georges Gacon, développa également dans les années 1980 ce qu'il appellera « l'intermittent-force » (Gacon, 1983 et



1990). Ce travail intermittent mettait en avant des situations permettant d'augmenter les tensions pliométriques (foulées bondissantes, sauts en contrebas...) au cours des « appuis athlétiques » (Piron, 2008) effectués par le coureur. Ce travail sera repris et utilisé dans le cadre de la préparation des joueurs de sport collectifs par G. Cometti (Assadi et Cometti, 2007) qui lui a

d'ailleurs donné une appellation quelque peu différente : « force-intermittent » pour souligner davantage le rôle de la force.

D'autres auteurs comme Dupont et Bosquet (2007), proposent de classer les exercices intermittents en trois catégories qui dépendent du temps d'effort (court, moyen ou long) et de l'effet recherché (Augmentation de l'endurance, de la VO_{2max} , de la capacité anaérobie). À noter que dans cette proposition de classification des exercices intermittents, s'il y a de nombreuses similitudes avec la proposition de Fox et Mathews (1974), le fait que soient données des recommandations sur la vitesse (en pourcentage de la VMA) à laquelle les exercices sont courus est une précision supplémentaire. Certaines des propositions paraissent cependant très théoriques, il nous semble très improbable de pouvoir courir un exercice intermittent de 10 s de course à 130 % de VMA alterné avec des récupérations de 10 s, comme le proposent ces auteurs.

CE QU'IL FAUT RETENIR

À partir des années 1930, quelques-uns des meilleurs coureurs du monde intègrent dans leur entraînement des exercices alternant des périodes d'effort avec des périodes de récupération. Cette méthode, mise au point par un cardiologue le Professeur Reindell, a ensuite été popularisée par des entraîneurs de renom comme Stampfl et Gerschler sous l'appellation « d'Interval-Training ». Cette méthode d'entraînement par intervalles regroupe des formes d'exercices assez différentes, qui sont constituées de période d'effort de 10 s à 10 min alternés avec des périodes de récupération de 30 s à 5 min (Fox et Mathews, 1974 ; Thibault, 2009). L'entraînement par intervalles a pour intérêt de permettre aux coureurs d'augmenter l'intensité d'entraînement, pour un volume donné, par rapport à l'entraînement continu. Dans cette méthode d'entraînement par intervalles, une forme particulière se distingue lorsque les temps de récupération sont courts et que les efforts sont courus à la VMA, il s'agit des exercices intermittents (Gacon, 1984 ; Dupont et Bosquet, 2007). L'entraînement intermittent consiste à prendre en compte le fait que la durée et la forme de la récupération influencent directement l'intensité de l'effort.

Ce qui distingue un entraînement intermittent d'un entraînement par intervalles est le degré de sollicitation du système cardio-vasculaire. Les exercices intermittents visent à soumettre durablement le système de transport et d'utilisation de l'oxygène non seulement à une charge optimale élevée mais également pendant une durée optimale. En fait les objectifs techniques sont très différents, dans l'intermittent « mode scandinave », il faut rechercher à maintenir la FC proche de la FC max pendant l'effort et même pendant les récupérations (zone Fc max-10 à 20 bpm), alors que dans l'interval-training il est recherché une récupération quasi complète pendant la récupération (retour de la FC aux alentours de 120 bpm) ce qui abaisse notablement le pourcentage de sollicitation de VO_{2max} .