

## Adaptation à l'entraînement : surentraînement et récupération

<b>Présentation .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Concept d'adaptation .....</b>	<b>3</b>
<u>1.1. Phénomènes d'adaptation liés à l'entraînement.....</u>	<u>4</u>
1.1.1. Adaptation rapide.....	4
1.1.2. Adaptation à long terme .....	5
<u>1.2. Désadaptation à l'entraînement .....</u>	<u>6</u>
<b>2. Le surentraînement .....</b>	<b>7</b>
<u>2.1. Syndrome du surentraînement .....</u>	<u>7</u>
2.1.1. Les manifestations neuro-végétatives .....	8
2.1.2. Les manifestations hormonales.....	8
2.1.3. Les manifestations immunitaires .....	9
<u>2.2. Détection du surentraînement .....</u>	<u>9</u>
2.2.1. La consommation d'oxygène .....	10
2.2.2. L'électrocardiogramme.....	10
2.2.3. La fréquence cardiaque .....	10
<u>2.3. Prévention du surentraînement : l'évaluation .....</u>	<u>10</u>
<b>3. Les bases thérapeutiques.....</b>	<b>11</b>
<u>3.1. Le sommeil .....</u>	<u>11</u>
<u>3.2. La nutrition .....</u>	<u>12</u>
<u>3.3. La balnéothérapie.....</u>	<u>13</u>

<u>3.4. Le massage .....</u>	<u>13</u>
<u>3.5. L'électrothérapie.....</u>	<u>14</u>
<u>3.6. Les techniques de relaxation.....</u>	<u>14</u>
<u>3.7. Les étirements.....</u>	<u>14</u>
<b>Conclusion .....</b>	<b>15</b>
<b>Références.....</b>	<b>15</b>

## Présentation

Depuis le milieu des années 1960, on assiste à une multiplication des performances sportives et à un essor permanent des records entretenus par l'exacerbation de la concurrence. Contrairement à ce qu'il a été pensé à une époque, le niveau des performances sportives au lieu de se stabiliser, continue sans cesse à s'élever ; dans certaines disciplines, ce phénomène a même tendance à s'accélérer. Il n'y a pas très longtemps, dans la majorité des épreuves, seuls un ou deux compétiteurs pouvaient prétendre à la victoire ; on assiste maintenant à des compétitions où il est difficile de discerner le favori parmi l'ensemble des concurrents.

Cette amélioration des performances est liée pour beaucoup au progrès de la recherche dans les domaines des sciences du sport, à une structuration des entraînements plus rigoureuse, à une amélioration de l'environnement dans lequel évolue l'athlète ainsi qu'à une augmentation du temps appartenant à l'entraînement. Au plus haut niveau et en fonction des périodes, l'athlète doit consacrer à l'entraînement jusqu'à 5 à 7 heures par jour. Cette durée permet de fournir 3 à 4 séances d'entraînement quotidien, entre lesquelles l'athlète doit être capable de récupérer. Dans ce contexte, les adaptations organiques nécessaires à l'évolution des capacités fonctionnelles peuvent se trouver dépassées et conduisent progressivement l'athlète au surentraînement.

### 1. Concept d'adaptation

Ce concept date du milieu du 19<sup>ème</sup> siècle au moment où les théories de l'évolution de Lamarck et de Darwin sont apparues et au moment où Claude Bernard jetait les bases théoriques de la biologie. Ce concept a pris une dimension particulière lorsque la cybernétique, ou science des régulations nous a éclairé sur notre fonctionnement. Cannon avec sa notion d'homéostasie et Selye pour celle de stress ont contribué à expliquer ce concept. Dès 1831, Roux précisait que "par son propre fonctionnement l'organisation des tissus s'adapte à son fonctionnement, modifie la nature des organes en augmentant leur puissance spécifique". L'adaptation peut prendre des formes multiples :

- variations morphologiques,
- variations physiologiques,
- variations comportementales,
- variations techniques.

De ce fait, le champ adaptatif est extrêmement complexe et on ne peut considérer l'adaptation que comme un système à éléments multiples interagissant les uns sur les autres en synergie et traitant un véritable compromis entre eux. Ainsi, toute adaptation a pour fonction de maintenir un état d'équilibre (adaptation-état) ou de définir un nouvel état d'équilibre (adaptation-processus) et l'entraînement est une forme

d'adaptation processus. "Le maintien de l'état global est assuré par tout un jeu de déplacements locaux d'équilibre qui vont chacun dans le sens de la dégradation (entropie). C'est donc un processus dynamique qui doit se créer entre le sujet et le milieu grâce à la création au préalable d'un déséquilibre. Il n'y a adaptation que si le milieu contraint la personne à un régime supérieur et à solliciter ce que Selye appelle son "énergie d'adaptation", pour réagir à ce qu'il appelle le stress, c'est à dire "l'intensité de la demande d'adaptation".

Si le stress est trop faible il n'y a pas d'effort d'adaptation particulier, donc la personne ne progresse pas. Si le stress est d'une intensité supportable, le sujet réagit, s'adapte et progresse. Si le stress est trop fort, la personne réagit mais n'ayant pas assez de ressources, il finit par régresser. L'entraînement fonctionne exactement sur le modèle de l'adaptation, le stress étant la charge de travail (*In Court*).

### 1.1. Phénomènes d'adaptation liés à l'entraînement

L'organisme est capable de s'adapter aux changements du milieu extérieur ou aux modifications de sa propre activité. L'adaptation à l'entraînement sportif peut se traduire par des modifications profondes de l'organisme aussi bien au plan structurel que fonctionnel. On distingue deux types d'adaptation : l'adaptation rapide et l'adaptation à long terme.

#### 1.1.1. Adaptation rapide

Lors des adaptations rapides ou transitoires, les systèmes fonctionnels sont sollicités dès le début de l'exercice et en fin d'activité où ils atteignent des indices d'activité élevés dont les témoins sont soulignés par une élévation du débit sanguin ou encore du débit respiratoire. La notion d'adaptation est étroitement liée à celle de réserve fonctionnelle. Celle-ci exprime les possibilités latentes, ne s'exprimant que dans des conditions extrêmes. On quantifie ces réserves fonctionnelles en établissant le rapport entre le niveau d'activité mesuré au repos et le niveau maximal possible sur le moment. L'amplitude des réactions d'adaptation rapide est étroitement liée à l'intensité de la stimulation et aux réserves fonctionnelles dans le domaine concerné. Les exercices qui dépassent le cadre des possibilités d'adaptation de la personne s'accompagnent très vite de manifestations désagréables et conduisent généralement à la fin de l'activité. On distingue trois phases dans ces réactions d'adaptation :

- La première phase est caractérisée par l'activation des systèmes fonctionnels sollicités. Cela se traduit par une augmentation brusque de la fréquence cardiaque, du débit ventilatoire et de la consommation d'oxygène, de la concentration sanguine de lactates, etc ...

- La seconde phase est caractérisée par l'atteinte d'un état stable : l'activité des différents systèmes fonctionnels se maintient à un niveau constant ;
- La troisième phase est caractérisée par la disparition progressive de l'équilibre entre les besoins liés à l'activité et leur satisfaction du fait de la fatigue du système nerveux central, de l'épuisement des réserves énergétiques, etc. L'atteinte trop fréquente de cette troisième phase peut contrarier les mécanismes d'adaptation et même exercer une influence immédiatement néfaste sur les organes et systèmes concernés.

Naturellement, non seulement les caractéristiques de la personne, c'est-à-dire le niveau de ses capacités fonctionnelles, mais aussi l'intensité et la durée de la sollicitation interviennent pour déterminer les réactions d'adaptation rapide. Par exemple, après des exercices courts, les indices peuvent se normaliser en quelques dizaines de secondes alors qu'une dizaine de jours sont nécessaires après un marathon. L'adaptation rapide n'implique pas du tout que soient stimulés les mécanismes de mise en jeu de l'adaptation à long terme. La stimulation que représente pour l'organisme l'adaptation à court terme à un exercice ne constitue qu'un stimulant de départ. C'est la répétition de cette stimulation qui aboutira à l'adaptation à long terme pendant les exercices et les intervalles qui les séparent. La bonne conduite de cette adaptation impose donc une planification des charges, de leur orientation et de la fréquence de leur répétition (*Platonov, 1988*).

### 1.1.2. Adaptation à long terme

L'adaptation à long terme fait intervenir des mécanismes totalement différents. Lorsqu'une charge supérieure au niveau habituel est imposée à un organe ou à un ensemble d'organes, la synthèse protéinique est accrue au niveau des structures dont l'activité est sollicitée. Lorsque cette charge est régulièrement renouvelée cette synthèse protéinique se maintient. Lorsque les dimensions des structures sollicitées sont devenues telles que les mécanismes d'adaptation rapide à la charge diminuent d'intensité, cette synthèse ralentit puis s'arrête. Si la charge cesse d'être appliquée, la synthèse protéinique nécessaire au simple renouvellement des organes se ralentit et la taille de ceux-ci commence à diminuer (*Meerson, 1981*). Les adaptations à long terme opèrent en quatre phases :

- La première est constituée par la répétition des charges. Elle est destinée à solliciter de façon répétitive les mécanismes d'adaptation rapide.
- Pendant la seconde phase, la répétition planifiée des charges et leur augmentation progressive déterminent l'adaptation des organes et systèmes concernés à leurs nouvelles conditions de fonctionnement.
- La troisième phase est celle de la stabilisation, impliquant une bonne coordination entre les organes d'exécution et les systèmes fonctionnels qui leur sont asservis. Cette coordination assure l'augmentation des réserves fonctionnelles.

- La quatrième phase se produit lorsque l'entraînement est trop lourd ou conduit de façon non rationnelle en ne respectant pas les phases nécessaires de récupération.

Selon Petrowsky (1978), les réactions d'adaptation peuvent se produire de différentes façons :

- Multiplication des structures fonctionnelles dans les organes ou les tissus aboutissant à une augmentation de leur réserve fonctionnelle.
- Perfectionnement de la structure de coordination des mouvements.
- Perfectionnement des mécanismes régulateurs assurant la coordination de l'activité des systèmes fonctionnels.
- Adaptation mentale aux contraintes de l'entraînement ou de la compétition.

Naturellement, l'adaptation à long terme est le strict reflet de la valeur des charges d'entraînement mais aussi de leur orientation, ce qui revient à dire que l'entraînement est spécifique et qu'il l'est d'autant plus que le niveau de l'athlète est élevé. Cette adaptation à long terme est caractérisée non seulement par les modifications structurelles des organes ainsi que par l'augmentation de l'efficacité des systèmes fonctionnels et de leur coordination. Cette coordination des systèmes fonctionnels une fois établie peut-être maintenue par des charges de travail relativement plus légères que celles qui sont nécessaires au maintien de l'adaptation structurelle des organes (*Platonov, 1988*).

### 1.2. Désadaptation à l'entraînement

Il est possible de maintenir longtemps un niveau d'adaptation en utilisant régulièrement des charges de soutien. Par contre, l'arrêt total de l'entraînement ou une réduction importante et prolongée de la charge aboutit inévitablement à une désadaptation. Le processus de désadaptation se développe d'autant plus rapidement que la période de la formation de l'adaptation a été plus courte. Par exemple, après deux mois de travail intensif de la force, l'arrêt total de l'activité détermine une diminution importante des qualités de force en deux semaines et le retour au niveau initial en deux à trois mois. Les qualités d'endurance obtenues par un entraînement spécifique de deux mois peuvent disparaître complètement en un mois et demi ; d'autres restent plus stables et s'effacent en cinq ou six mois. Il est donc impératif dans l'organisation d'un processus d'entraînement d'éviter l'alternance des processus de désadaptation et de réadaptation. C'est malheureusement ce qui se produit dans la pratique sportive actuelle, soit par planification de périodes transitoires trop longues ou mal conduites, soit par l'interruption des activités à la suite de blessures. Il arrive fréquemment par ailleurs que l'athlète continue durant de longues périodes des entraînements intensifs alors qu'il a atteint les limites individuelles d'adaptation à certains processus d'entraînement. C'est ce qui se passe très souvent dans la planification annuelle du travail aérobic ; lorsque ce type d'entraînement est continué de façon intensive par

des athlètes ayant atteint leurs limites dans ce domaine, il conduit progressivement à un processus de désadaptation. On retrouve ce même syndrome dans les sports collectifs où l'entraînement est rarement différencié entre les athlètes. Pourtant, l'entraînement est très individuel présentant des courbes de réponse hétérochronique. En conséquence, un même entraînement à un moment donné peut être très bien toléré par certains alors qu'il est excessif durant cette même période pour un autre. À ce titre, il est essentiel d'évaluer régulièrement ces différences qui fluctuent d'un sujet à l'autre et d'en tenir compte pour la programmation d'un entraînement adapté et profitable. Le processus d'adaptation à long terme doit donc être conduit par étapes, quelle que soit la durée du cycle d'entraînement envisagé (macrocycle, annuel, pluriannuel) pour éviter une désadaptation qui conduit à plus ou moins long terme au surentraînement (*Platonov, 1988*).

## 2. Le surentraînement

Il est habituel pour l'athlète de ressentir différents degrés de fatigue au fur et à mesure des séances qu'il répète jour après jour, semaine après semaine. Mais si la fatigue aiguë survenant à la suite d'un entraînement exhaustif est suivie d'une récupération adéquate, le surentraînement peut être évité. Ainsi, à côté des manifestations de fatigue aiguë liée à la fatigue centrale ou périphérique, on distingue également des manifestations de fatigue chronique, de type local ou général, qui surviennent comme conséquence de la sommation des sollicitations fonctionnelles répétées chaque jour.

### 2.1. Syndrome du surentraînement

Des syndromes de surcharge chronique de différentes natures peuvent se développer comme conséquence d'une récupération insuffisante et ceci aussi bien dans le domaine physique que psychique. Ils peuvent en partie être regroupés sous le terme de surentraînement (*Weineck, 1992*). Les causes du surentraînement peuvent être les suivantes :

- augmentation trop rapide de la quantité ou de l'intensité de l'entraînement ;
- apprentissage technique à rythme trop rapide de mouvements difficiles ;
- trop grande uniformité des méthodes et des contenus d'entraînement ;
- concentration de compétition des intervalles de récupération insuffisants

Dans tous les cas, les signes fonctionnels qui accompagnent le surentraînement sont toujours associés à une réduction de la performance. Majorité de ces signes, parfois plus ou moins subjectifs, sont tout à fait individuels et inconstants. Il est donc difficile, y compris pour l'athlète lui-même et par extension pour l'entraîneur, de les diagnostiquer. En outre, les mécanismes responsables du surentraînement associent

souvent des facteurs à la fois émotionnels et physiologiques. Hans Selye (1956) avait déjà remarqué que la tolérance au stress peut s'effondrer aussi bien lors d'une augmentation soudaine de l'anxiété que lors d'une augmentation des contraintes physiques. L'analyse des effets secondaires induits par le surentraînement conduit à incriminer une perturbation du fonctionnement des systèmes neuro-glandulaire et immunitaire.

### 2.1.1. Les manifestations neuro-végétatives

Différentes études suggèrent l'existence de troubles neuro-végétatifs chez le sportif surentraîné. Chez celui-ci, la réduction de performance s'accompagne des perturbations d'ordre nerveux ou endocrinien de type sympathique ou parasympathique.

Les manifestations sympathiques sont :

- accélération de la fréquence cardiaque de repos et augmentation de la pression artérielle ;
- diminution de l'appétit associée à une perte de poids ;
- troubles du sommeil ;
- instabilité émotionnelle, manque de motivation ;
- augmentation du métabolisme de base.

Chez d'autres, ce sont plutôt des manifestations parasympathiques qui prédominent. Dans ce cas, la performance est aussi altérée, mais les symptômes sont différents :

- fatigabilité accrue ;
- diminution de la fréquence cardiaque de repos ;
- décélération rapide de la fréquence cardiaque à l'arrêt de l'exercice ;
- diminution de la pression artérielle de repos.

Les manifestations de nature sympathique semblent plus fréquentes que celles de nature parasympathique. Nilson et coll. (1981) pensent que les signes sympathiques s'observent plutôt chez les sujets jeunes et les signes parasympathiques chez les sujets plus âgés.

Il faut aussi signaler que la plupart de ces signes peuvent s'observer chez des sujets qui ne souffrent en aucun cas de surentraînement. Ces symptômes ne sont donc pas spécifiques et il faut être extrêmement prudent avant de conclure à un surentraînement.

### 2.1.2. Les manifestations hormonales

Les dosages sanguins des concentrations hormonales effectués en période d'entraînement intense suggèrent que le stress associé à ce type d'entraînement perturbe le fonctionnement normal du système endocrinien.



Quand la charge d'entraînement est multipliée par 1,5 à 2, les niveaux sanguins de thyroxine et de testostérone diminuent alors que les niveaux de cortisol augmentent (*Kirwan et coll., 1988*). Ainsi le rapport testostérone sur cortisol mesuré pendant la récupération est témoin d'une diminution de l'anabolisme donc des facteurs de resynthèse nécessaires à la récupération. L'urée produit de la dégradation des protéines est alors fréquemment retrouvée en excès dans le sang des athlètes surentraînés. L'augmentation du catabolisme protéique pourrait expliquer la diminution de masse et donc de force musculaire alors observée. Il est également habituel de noter en période d'entraînement intense, des taux sanguins d'adrénaline et de noradrénaline particulièrement élevés au repos (*Kirwan et coll., 1988*). Le problème des contrôles hormonaux est qu'ils ne suffisent pas à porter le diagnostic d'un surentraînement car il peut tout simplement s'agir des effets transitoires dus à une charge d'entraînement particulièrement élevée et non d'un dysfonctionnement déjà installé (*In Wilmore*).

### 2.1.3. Les manifestations immunitaires

Le rôle du système immunitaire consiste à éliminer ou neutraliser tout corps étranger pathogène pouvant induire une pathologie. Un des effets essentiels du surentraînement est précisément de diminuer le pouvoir de défense du système immunitaire. Des études récentes confirment en effet que la fonction immunitaire est perturbée chez le sujet surentraîné qui devient alors particulièrement vulnérable aux infections (*Mackinnon, 1989*). Suite à des exercices particulièrement exhaustifs, la dépression immunitaire alors observée se traduit en particulier par des niveaux anormalement bas d'anticorps et de lymphocytes qui deviennent insuffisants pour arrêter toute invasion par les micro-organismes infectieux. En conséquence, l'athlète surentraîné est plus vulnérable aux infections.

### 2.2. Détection du surentraînement

Même si les mécanismes exacts à l'origine du surentraînement restent incomplètement élucidés, il est probable qu'une surcharge physique, émotionnelle ou l'association des deux constitue les facteurs déclenchant. Les signes précurseurs du surentraînement sont trop subjectifs et trop peu spécifiques pour permettre au sportif de pressentir celui-ci. Lorsque l'entraîneur et l'athlète ont en pleinement conscience, il est déjà trop tard. Les dégâts sont faits et il faut alors plusieurs jours voire plusieurs semaines de récupération partielle ou totale pour les arrêter. Afin de détecter au plus tôt le syndrome du surentraînement, de nombreux physiologistes ont effectué un grand nombre de mesures dans les premières phases de son apparition. Ces mesures concernent la consommation d'oxygène, l'électrocardiogramme et la fréquence cardiaque.

### 2.2.1. La consommation d'oxygène

Une des caractéristiques des sportifs surentraînés est la réduction de leur efficacité motrice. En conséquence leur consommation d'oxygène augmente pour un même effort. Ainsi, à l'effort sous-maximal, il est possible d'observer des écarts de l'ordre de 10 % (*Wilmore*). De telles mesures sont assez complexes, longues et surtout difficilement utilisables en pratiques courantes. À ce titre, l'évaluation médicale préalable à la reprise de l'entraînement permet d'assurer le suivi objectif des capacités fonctionnelles de l'athlète.

### 2.2.2. L'électrocardiogramme

Là encore, l'électrocardiogramme nécessite un apport médical. Les premières études réalisées sur le surentraînement ont montré que les athlètes surentraînés présentent des anomalies cardiaques de repos. C'est ainsi que la diminution de performance coïncide parfois avec une inversion des ondes T, témoignant alors un trouble de la repolarisation ventriculaire. Malheureusement ces anomalies sont très inconstantes et de nombreux sportifs surentraînés ont un électrocardiogramme de repos normal. Qui plus est, c'est un appareillage lourd, difficilement exploitable sur le terrain.

### 2.2.3. La fréquence cardiaque

Les progrès techniques permettent de suivre en continu la fréquence cardiaque des sportifs au cours de leur entraînement grâce à un cardio-fréquencemètre. Les mesures concernant l'évaluation de la fréquence cardiaque sont donc facilement réalisables lors d'un même exercice standardisé, avant entraînement, après entraînement et à un moment où le sujet présente des signes de surentraînement. Normalement, à l'état normal, la fréquence cardiaque baisse très nettement après entraînement, mais elle a tendance à rester élevée lorsque le sujet est surentraîné. Des résultats identiques ont été rapportés chez les nageurs (*Costill, 1991*).

## 2.3. Prévention du surentraînement : l'évaluation

Pour orienter correctement l'entraînement des sportifs, les entraîneurs planifient méthodiquement les charges d'entraînement qu'ils répartissent harmonieusement sous forme de cycles. La subdivision de l'entraînement en cycles permet de manipuler certaines variables comme l'intensité, la durée, la fréquence, le nombre de séries et de répétitions ainsi que les périodes de repos pour favoriser la récupération et introduire de la variété dans les séances d'entraînement. La subdivision permet aussi de contrer les effets nuisibles du surentraînement auquel s'ajoute la perte de motivation et de conduire les athlètes vers le sommet de leur forme au moment de la compétition. Pour autant, si la périodisation permet de moduler les charges d'entraînement, elle ne rend pas

compte de l'évolution ou de l'involution des paramètres physiologiques et psychologiques de l'athlète. Seuls des tests d'évaluation pratiqués à intervalle régulier permettent de porter une appréciation des réponses de l'organisme à l'entraînement. Partant d'une évaluation diagnostique réalisée en début de saison, l'entraîneur peut alors comparer ces premiers résultats à des évaluations ultérieures et ainsi éclairer sa décision sur les modifications possibles de son plan d'entraînement. L'évaluation apparaît donc non seulement comme une aide à la planification et au suivi de l'entraînement, mais aussi comme un moyen prophylactique objectif en prévenant les risques de surentraînement.

### 3. Les bases thérapeutiques

Lorsque le surentraînement est détecté, il faut imposer une réduction marquée de la charge d'entraînement voire un repos complet. Nombre d'entraîneurs mais aussi d'athlètes refusent le repos total de peur de perdre leurs acquis. Pourtant, il est certainement plus efficace de respecter 3 à 5 jours de repos complet ou de n'autoriser que quelques activités variées à très faible intensité. La base thérapeutique est le repos qui permet d'assurer un rééquilibrage des systèmes sympathiques et parasympathiques. Le sommeil joue donc un rôle capital mais d'autres facteurs ou moyens peuvent constituer une aide non négligeable pour contrer le surentraînement et améliorer la récupération.

#### 3.1. Le sommeil

Celui-ci doit être quantitatif et qualitatif en respectant les cycles circadiens, c'est-à-dire en se couchant à la même heure chaque jour et en se levant aussi à la même heure. L'importance du sommeil est d'autant plus accrue que les charges d'entraînement augmentent au fur et à mesure de la saison. À défaut de pouvoir augmenter le nombre d'heures la nuit, la sieste peut constituer un intermédiaire non négligeable. Pendant le sommeil, une inhibition de défense s'étend sur l'écorce cérébrale qui provoque une régénération des cellules cérébrales. Les produits de dégradation du métabolisme sont éliminés et l'écorce cérébrale est ainsi protégée contre les surcharges (*Harre, 1976*). Le sommeil et le relâchement sont fondamentaux pour la régénération de l'organisme et participent à la capacité de performance physique et intellectuelle (*Keul, 1973*). L'importance d'un sommeil suffisant peut être démontrée par le fait que l'hormone de croissance (GH) est sécrétée durant le sommeil (*Keul, 1978*) ; or, c'est elle qui joue un rôle prépondérant chez les adultes pour la régénération et la croissance des cellules. Des troubles du sommeil peuvent d'une part limiter la sécrétion de cette hormone et donc la faculté de récupération et, d'autre part, ils peuvent être considérés comme un indice ou un cofacteur d'un état de surentraînement.

### 3.2. La nutrition

La nutrition joue un rôle capital pour le rétablissement des fonctions organiques. Le sportif a un métabolisme de base supérieur au non sportif (+ 5 %), en raison de la part plus élevée de masse musculaire, et qui de plus est soumis à des variations saisonnières. En période de volume d'entraînement important, le métabolisme de base augmente car les rythmes métaboliques des organes internes et de la musculature squelettique sont augmentés pour permettre la récupération. Bien qu'il soit extrêmement difficile de déterminer avec précision les besoins énergétiques des sportifs, le tableau suivant donne un aperçu des exigences énergétiques en fonction de différents sports (*In Weineck, 1992*).

Activité sportive	Kcal/min
Course 9 km/h	10,0
Course 12 km/h	11,4
Course 15 km/h	13,1
Course 17 km/h	14,3
Ski de fond 4 km/h	8,3
Ski de fond 8 km/h	13,3
Ski de fond 12 km/h	18,0
Ski de fond 15,3 km/h	19,1
Cyclisme 43 km/h	15,7
Brasse 20/min	4,5
Brasse 50/min	11,3
Crawl 50/min	14,0
Badminton	12,6
Tennis de table	5,3
Tennis simple	10,0
Tennis double	7,5
Volley-ball	7,3
Football	13,1
Basketball	16,2
Handball	19,3
Hockey sur glace	22,4

Le sportif, en collaboration avec son entraîneur, doit contrôler régulièrement son poids pour vérifier l'équilibre calorique entre les besoins énergétiques et les apports alimentaires. Si les besoins et les apports ne

sont pas équilibrés pendant une période prolongée, il apparaît une perte de poids et une diminution de la capacité de performance sportive qui peuvent conduire à plus ou moins long terme à une fatigue accrue.

### 3.3. La balnéothérapie

Ce sont les saunas sec, les bains à remous, les bains chaud et froid. Aux États-Unis, on utilise à la fin de la séance des baignoires d'eau froide à 11 degrés jusqu'à la taille. Le sauna représente pour les sportifs une possibilité de parvenir après les charges d'entraînement à une récupération plus rapide des systèmes sollicités notamment en ce qui concerne l'appareil locomoteur actif et passif. L'application de chaleur pendant le sauna, renforcée par l'alternance avec le froid, aboutit à une restauration rapide de la tolérance à l'effort au niveau musculaire mais aussi au niveau osseux, articulaire, cartilagineux, tendineux et ligamentaire grâce à l'augmentation de la vascularisation et du métabolisme lié à l'hyperthermie. Immédiatement après le sauna, la capacité de performance chute passagèrement. Cinq à quinze minutes après la fin du sauna, une charge maximale sur cycloergomètre montre une réduction de la capacité de performance maximale d'environ 30 à 35 % ; valeurs qui démontrent les effets relaxants du sauna. Les causes en sont : la réduction du volume sanguin, l'élévation de la température centrale et musculaire, les modifications et les pertes en électrolytes (Hollmann, 1983).

### 3.4. Le massage

Comme le sauna, l'utilisation correcte du massage représente une mesure d'appoint pour augmenter la capacité de performance sportive au cours du processus d'entraînement. Du fait que les processus de travail et de récupération s'influencent réciproquement, le massage joue un rôle d'optimisation de la performance et de la récupération, dans un cadre donné, en rapport avec la répartition des exercices (Weineck, 1992). Sous le terme de massage sportif, on comprend l'utilisation du massage dans le cadre du processus d'entraînement aussi bien avant, pendant et après la compétition. En termes de récupération, un massage musculaire souple, mais puissant et profond peut améliorer significativement le processus de récupération. L'intérêt du massage post-entraînement réside dans la restitution plus rapide de l'eutonie et de l'eutrophie que par des méthodes passives. Il est important d'utiliser un traitement progressif, avec des effleurements suivis de pétrissages de plus en plus profonds, qui doivent aboutir à une diminution rapide du tonus musculaire et à une accélération de l'élimination des métabolites grâce à un débit sanguin augmenté (Lüdke, 1979).

### 3.5. L'électrothérapie

Cette méthode consiste en l'utilisation de courant électrique basse fréquence adaptée qui se caractérise par une succession de contraction et de relâchement pour améliorer le pompage et par conséquent le retour veineux.

### 3.6. Les techniques de relaxation

En prenant conscience des effets débilissants que pouvaient avoir le stress et l'anxiété sur la performance, les psychologues du sport ont cherché à développer les techniques de relaxation. Le postulat repose sur l'idée que la quiétude de l'esprit crée un état de relaxation physique. Les méthodes de relaxation peuvent se classer en deux catégories principales. La première catégorie repose sur les méthodes centrées sur la relaxation du corps et sont appelées "méthodes de relaxation muscles vers esprit". Elles mettent en avant la relation réciproque existant entre le corps et l'esprit à savoir : une fois que le corps est relaxé, l'esprit devient à son tour relaxé. Appartiennent à cette approche la relaxation progressive de Jacobson, la sophrologie, la respiration voire le yoga. Dans la seconde catégorie, les méthodes de relaxation, appelées "méthodes de relaxation esprit vers muscles", sont centrées sur la relaxation directe de l'esprit. Sont regroupées à cette approche les techniques de respiration, de méditation, de training autogène, d'imagerie et de musique. Ces deux catégories de méthodes répondent à des objectifs précis. Les méthodes "muscles vers l'esprit" sont est plus appropriées dans le cas d'anxiété somatique (stress physique). Les méthodes "esprit vers muscles", ciblée sur l'état mental, sont appropriées dans le cas d'anxiété cognitive (*Le Scanff et coll., 1999*).

### 3.7. Les étirements

Le travail en étirement des muscles moteurs et des muscles de maintiens est effectué dans l'objectif de rendre aux muscles leur valeur initiale suite à des séries de contraction de la sorte à retrouver une mobilité générale des différentes parties du corps ainsi que pour diminuer au maximum les risques de blessures. Le stretching est porteur de nombreuses méthodes, mais seules trois méthodes sont fondées sur des principes neurophysiologiques. D'une part, les étirements passifs qui augmentent considérablement le degré d'étirement des muscles par habitude des fuseaux neuromusculaires à une nouvelle valeur d'étirement. D'autre part, la méthode dite PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitating) qui répond parfaitement aux implications neurophysiologiques de l'étirement grâce à l'inhibition des organes tendineux de Golgi sur le motoneurone alpha. Enfin, l'inhibition réciproque qui découle de la méthode PNF et qui a pour logique de favoriser l'inhibition des muscles agonistes par les muscles antagonistes. Ces deux dernières méthodes apparaissent à

ce jour comme les plus complètes, mais aussi les plus contraignantes car elles nécessitent généralement l'aide d'une tierce personne. En termes d'application, il est préférable d'utiliser les étirements passifs lors de la récupération post-entraînement alors que la méthode PNF sera plus particulièrement utilisée pendant les phases d'échauffement.

## Conclusion

De nos jours, rares sont les athlètes de haut niveau qui ne s'entraînent pas plusieurs fois par jour. Cette quantité d'entraînement est certainement nécessaire pour l'obtention de la plus haute marche du podium face à une concurrence de plus en plus élevée. Pour autant, les adaptations organiques nécessaires à l'évolution des capacités fonctionnelles peuvent être dépassées et conduisent progressivement l'athlète vers des niveaux de fatigue avancée d'autant plus importants que la récupération est sous-estimée. Par surentraînement, il faut comprendre une sollicitation excessive dont la somme représente un stimulus exagéré : entraînement trop dur, surcharges professionnelles ou privées, manque de sommeil, alimentation incorrecte et autres perturbations. Ainsi, si l'entraînement constitue un stress nécessaire pour l'amélioration des performances, la récupération quant à elle vise à réharmoniser l'ensemble des déséquilibres occasionnés par l'entraînement. Outre les techniques contribuant à l'amélioration de la récupération, celle-ci est avant tout un ensemble de règles faisant partie d'une hygiène de vie générale.

## Références

Costill, D.L., Maglischo, E., Richardson, A. : Handbook of sports medicine : swimming. London : Blackwell Publishing, 1991

Court, J.J. UFR. : Approche méthodologique des processus modernes d'entraînement, UFR-STAPS, Montpellier

Harre, D. : Trainingslehre. Sportverlag. Berlin, 1976

Hollmann, W. : Training und Sauna. Z. Allgemeinmed. 59, 2, 55-58, 1983

Keul, J. : Problematik der regeneration in training und Wettkampf aus biochemischer und physiologischer Sicht. *Leistungssport* 1, 24-33, 1973

Keul, J. : Traing und regeneration im Hochleistungssport. *Leistungssport* 3, 236-246, 1978

Kirwan, J.P., Costil, D.L., Flynn, M.G., Mitchell, J.B., Fink, W.J., Neuffer, P.D., Houmard, J.A. : Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Medecine and Science in Sports and Exercice*, **20**, 255-259, 1988

Le Scanff, C., Famose, J.P. : La gestion du stress, entraînement et compétition. *Revue EPS* n°43, 1999

Lüdke, H.J. : Anwendungsformen, Nutzen und Schaden von Sportmassage. *Therapiewoche* 29, 4196-4200, 1979

Mackinnon, L.T. : Exercice and natural killer cells : what is the relationship . *Sports Medecine*, **7**, 141-149, 1989

Meerson, F.Z. : L'adaptation, le stress, la prévention. Moscou, Science, 1981, p. 225

Nilson, K., Schoene, R.B., Robertson, H.T., Escourrou, P., Schmith, N.J. : The effect of iron repletion on exercise-induced lactate production in minimally iron deficient subjects. *Medecine ans Science in Sports and Exercice*, **13**, 92, 1981

Petrowsky, V.V. : L'organisation de l'entraînement sportif. Kiev, Santé, 1978, p. 96

Platonov, V.N. : L'entraînement sportif – Théorie et Méthodologie – Activités physiques et sports. Recherche et formation. Éditions Revue EPS, 1988

Selye, H. : The stress of life. New-York : Mc Graw-Hill, 1956

Weineck, J. : Biologie du sport – Collection sport + Enseignement chez Vigot, 1992