

**UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DES ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES**



**Module
METHODOLOGIE DE L'ENTRAINEMENT
DESTINE AUX ETUDIANTS DE 1^{ere} ANNEE MASTER
ANNEE UNIVERSITAIRE 2019/2020**

Pr. N. Ghennam

1ère Partie

Partie Introductive

Définition de la notion d'entraînement

Avant de proposer toute planification, il semble en effet, important de définir en quoi consiste l'entraînement et de connaître l'activité ou l'on va appliquer afin qu'il soit adapté. Dans le langage courant, la notion d'entraînement s'emploie dans les domaines les plus divers et désigne le plus souvent un processus qui vise à atteindre un niveau plus ou moins élevé (selon les objectifs) par l'exercice.

" ... On peut définir l'entraînement comme l'ensemble des procédés tendant à amener un être humain au maximum de ses possibilités... " Dictionnaire ANDRIVET.

Entraînement Sportif

L'entraînement sportif, désigne dans le plus souvent des cas un processus qui vise à atteindre, par l'exercice, un niveau élevé selon les objectifs envisagés (Weineck 1996).

- Martin 1977 le définit l'entraînement général comme étant un processus qui produit une modification d'état : physique, moteur, cognitif, affectif.
- Matviev 1972 entend par entraînement, tout ce qui comprend la préparation physique, technico-tactique,, intellectuelle et morale du sportif à l'aide d'exercices physiques.
- Carl 1989, dans une optique fondée sur la pratique sportive, définit l'entraînement sportif comme une action **complexe** exerçant un effet **systématique** et **spécifique** sur le niveau de performance sportive et la capacité de performance optimale en situation d'épreuves et de compétition.
 - ✓ On qualifie de **complexe** une action visant à exercer un effet adéquat sur tous les facteurs de la performance sportive (physique, moteur, cognitif, affectif).
 - ✓ Pour que cette action soit **systématique**, il faut que les objectifs, les contenus, les méthodes et l'organisation soient définis à l'avance
 - ✓ **La spécificité** est assurée lorsque toutes les mesures définies dans le cadre de l'entraînement soient directement liées aux objectifs visés (amélioration, maintien ou désentraînement). Selon les différents objectifs de l'entraînement on distingue :
 - L'entraînement de haut niveau
 - L'entraînement d'entretien
 - L'entraînement de réhabilitation
 - L'entraînement technique
 - L'entraînement de l'enfant et de l'adolescent

Capacité potentielle d'entraînement

La capacité potentielle d'entraînement exprime la capacité qu'a un individu de s'adapter à des charges d'entraînement successives durant un certain nombre d'années ; elle dépend de plusieurs facteurs :

- Endogènes : âge, sexe, morphologie, etc.
- Exogènes : nutrition, environnement, etc.

Chez un même sujet elle peut être différente selon le système organique sollicité.

Durant l'enfance et l'adolescence, les phases dites sensibles jouent un rôle important. Il s'agit de périodes de développement de l'enfant particulièrement favorables au renforcement de certains facteurs de la performance par rapport aux autres facteurs, c'est-à-dire que la capacité d'entraînement y est particulièrement élevée. L'ignorance de ces phases risque d'avoir des effets que des facteurs de la performance, qui, dans une période donnée, avec un entraînement adéquat se développent rapidement (comme c'est le cas de la capacité de coordination lors de la petite enfance), ne se développent plus facilement plus tard ou exigeraient plus d'effort d'entraînement.

Définition de quelques termes communément employés

- **Entrainabilité**: Aptitude à améliorer une qualité physique, motrice ou mentale par un programme d'entraînement donné.
- **Désentraînement**: Réduction des qualités physiques, motrices et mentales, conséquence d'une diminution de la charge d'entraînement.
- **Le surentraînement** : En sport, le surentraînement, ou plus précisément le syndrome de surentraînement, désigne un **excès** d'entraînement, qui peut être préjudiciable pour le sportif. Le surentraînement peut se manifester par une simple **baisse de la forme** et du "goût" de l'effort mais peut parfois aller jusqu'à **la perte totale de la motivation**. Il affaiblit également le corps et augmente le risque de **blessures**.

Définition de la performance

Étymologie : de l'anglais *performance*, spectacle, représentation, accomplissement, réalisation, résultats réels, issu de l'ancien français *parformance*, achèvement.

Une performance est un exploit, un résultat ou une réussite remarquable obtenue dans un domaine particulier, par une personne, une équipe, un groupe, un animal ou une machine.

Synonymes : exploit, prouesse, record.

- **Les performances d'un matériel ou d'une machine** sont ses possibilités optimales de rendement, de capacité ou de fiabilité. Ce sont des indications chiffrées ou sous forme de courbes sur leurs caractéristiques : puissance, vitesse, autonomie, production horaire, etc.
- **Une entreprise ou un salarié est dit performant** s'il est efficace, en atteignant tous ses objectifs, et efficient, en fonctionnant avec les moyens adéquats, aux moindres coûts.
- **La performance d'une valeur mobilière** (action, obligation), sur une période donnée, est la plus-value réalisée ou potentielle, exprimée en pourcentage, en tenant compte des éventuels dividendes versés.
- **L'art performance** est un mode d'expression artistique contemporain, dans lequel l'œuvre est le déroulement temporel d'une mise en scène, d'un ensemble de gestes, d'actes, d'attitudes, d'événements, comportant une part d'improvisation. L'œuvre performance s'inscrit dans le temps et non dans la matière.

La performance sportive

Pour un sportif ou une équipe sportive, une performance est un résultat chiffré, mesuré en temps ou en distance, à l'issue d'une épreuve, d'une compétition. C'est aussi une victoire par rapport à un concurrent ou une équipe mieux classée ou favorite.

Capacité de performance sportive

La CPS représente le degré d'amélioration possible d'une certaine activité motrice sportive, elle s'inscrit dans un cadre complexe, car elle est conditionnée par une pluralité de facteurs spécifiques.

Facteurs de la CPS

Il est habituel de distinguer chez le sportif les éléments suivants :

➤ Les facteurs physiques

- Des qualités morphologiques et biologiques
 - ✓ Morphologiques : ce sont les facteurs mesurables relatifs à la forme, à la structure de l'individu, sa taille, son poids, le rapport taille/poids, les rapports segmentaires (longueurs, diamètres, périmètres...).
 - ✓ Biologiques : capacité vitale, pourcentage de masse grasse, âge osseux, consommation maximale d'oxygène, répartition des fibres musculaires.
- Des qualités athlétiques : deux groupes sont répertoriés

- ✓ Les qualités conditionnelles (énergétiques) fondées sur l'efficacité des mécanismes de fourniture d'énergie, les potentiels aérobie et anaérobie se traduisant par les qualités d'endurance, de force et de vitesse.
- ✓ Les qualités coordinatives (neuromusculaires) : aptitude à organiser et à moduler les habiletés motrices : adresse et souplesse.

➤ **Les facteurs technico-tactiques**

En rapport avec les spécificités de la discipline pratiquée, ils signifient la capacité du sportif à utiliser le plus efficacement possible ses habiletés motrices spécifiques dans le contexte d'une compétition qu'elle soit individuelle ou collective.

➤ **Les facteurs sociopsychologiques**

Peuvent être distinguées :

- Des capacités cognitives : elles à l'appréhension et au traitement des informations, à l'analyse des situations ; elles se manifestent par certains processus mentaux : l'intelligence, la mémoire, le langage...
- Des capacités affectives : c'est le domaine des émotions, des sentiments, des passions. Elles s'accompagnent d'importantes de manifestation physiologiques et comportementales (résistance au stress, motivation, acceptation de la douleur,...).
- Des capacités morales : Elles incitent le sportif à maîtriser ses comportements aussi bien à l'entraînement qu'à la compétition, à respecter les divers règlements.

Développement de la CPS

Pour espérer un développement progressif et continu de la CPS dans sa complexité, il est impératif que le processus d'entraînement soit projeté à long terme avec une planification systématique et rationnelle des différents objectifs, contenus, moyens et méthodes d'entraînement, et en respectant les principes généraux de la didactique sportive.

➤ **Les objectifs de l'entraînement :**

Ils peuvent être des capacités, des habiletés, des attitudes etc.

- Les objectifs psychomoteurs :
Ils comprennent d'une part les différents facteurs conditionnels comme l'endurance, la force, la vitesse et leurs sous-catégories ; d'autre part les capacités de coordination qui jouent un rôle très important dans le processus d'apprentissage moteur.
- Les objectifs cognitifs :
Ils comprennent en particulier des connaissances d'ordre techniques et tactiques, mais aussi des connaissances générales susceptibles de conférer à l'entraînement une efficacité optimale.
- Les objectifs psychologiques :
Ce sont la volonté, la domination de soi, l'effort sur soi-même, la capacité de s'imposer, etc. ils sont en interaction étroite avec les facteurs physiques et peuvent les limiter.

➤ **.les contenus d'entraînement :**

Les contenus, synonymes d'exercices d'entraînement, sont la mise en œuvre concrète de l'entraînement en fonction de l'objectif à atteindre. C'est de leur choix judicieux que dépendront l'ampleur et la rapidité de l'amélioration de la CPS. Ce choix obéit aux principes d'économie et d'efficacité, on distingue :

- Les exercices de développement général, qui ont pour but de créer une large base pour la spécialisation progressive qui va suivre ; ils visent l'amélioration des facteurs psychophysiques de la performance et des aptitudes techniques et tactiques.
- Les exercices spécifiques, conçus à partir des exercices généraux, ils visent le perfectionnement spécifique de constituants partiels de la capacité de performance sportive.
- Les exercices de compétition de forme complexe, correspondant rigoureusement à la discipline sportive spécifique, permettent l'amélioration de l'ensemble des constituants de la CPS.

➤ **Les moyens d'entraînement :**

Ce sont tous les moyens, toutes les mesures mises en œuvre dans le déroulement du processus d'entraînement ; on distingue les moyens organisationnels, matériels, les moyens d'information...etc. Les moyens d'entraînement sont constamment ajustés aux contenus dont ils permettent l'exécution.

➤ **Les méthodes d'entraînement :**

Les méthodes d'entraînement correspondent le plus souvent à des mesures et démarches appliquées systématiquement dans la pratique sportives pour parvenir à certains objectifs. Exemple : l'objectif de développement de l'endurance de base se développe avant tout par la course de longue durée ou méthode continue.

2^{ème} Partie

« Modulation de l'entraînement »

Principes de structuration de l'entraînement

La base générale de développement de l'organisme s'opère autour de quatre grands principes extrêmement simples qu'il conviendra de respecter.

Principes relatifs à la charge d'entraînement

Principes du cycle d'entraînement

Principes de la spécialisation et de la spécificité de l'entraînement

Principes de proportionnalité

I.1/ Principes relatifs à la charge d'entraînement

➤ *Stimulus efficace*

Il existe pour chaque processus énergétique un seuil d'intensité en dessous duquel aucune amélioration fonctionnelle ne peut être obtenue, et qui ne permet qu'une forme d'entretien du potentiel déjà existant. Cette intensité minimale efficace qui augmente avec le niveau de maîtrise de l'athlète doit cependant toujours se situer à des valeurs assez proches des limites maximales du processus travaillé.

➤ *Charge d'entraînement personnalisée*

Il faut employer des stimuli d'entraînement qui correspondent aux tolérances et besoins des joueurs pris individuellement.

- ✚ Exemple : un stimulus d'entraînement identique peut représenter un effort insuffisant pour certains, mais un effort excessif pour d'autres ; telle ou telle méthode convient pour certain et ne convient pas pour d'autres et peut représenter une charge excessive.

➤ *Charge d'entraînement progressive*

« Toute *charge d'entraînement* provoque une *adaptation de l'organisme* et donc une *amélioration de la performance* »

Ce principe exige que les charges soient « *croissantes* » pour qu'il y est cette adaptation et cette amélioration, car, si les charges d'entraînement restent trop longtemps constantes, elles n'exercent plus aucune modification d'état, ni amélioration de la performance (non-respect du principe du stimulus efficace) ; il faut donc augmenter la charge d'entraînement à intervalle régulier, calculé en fonction des caractéristiques des joueurs, du temps écoulé depuis le début d'un entraînement régulier et du niveau de la capacité de performance déjà atteint.

- ✚ La charge d'entraînement doit augmenter en volume et en intensité. L'augmentation en volume précède toujours l'augmentation en intensité
- ✚ On augmente aussi la complexité en matière de coordination motrice du général au spécifique, en ajoutant des éléments plus complexes, des enchainements exigeant beaucoup de concentration et du « calcul » c'est-à-dire l'aspect tactique.
- ✚ On distingue deux types ou modes d'augmentation de la charge :

➤ **Augmentation progressive de la charge** : (surtout dans l'entraînement des jeunes, en raison des risques de lésions, surtout que le jeune est en plein croissance).

➤ **Augmentation par à coup** : Dans l'entraînement à long terme, il arrive que des joueurs (athlètes) soient saturés (qui s'explique par une stagnation du niveau), dans ce cas précis, beaucoup de spécialistes de l'entraînement recourent à ce procédé, qui consiste à secouer, à brusquer l'organisme par une augmentation brutale de la charge d'entraînement.

***Attention** : ce procédé ne peut être entrepris qu'avec des athlètes ayant un niveau élevé d'entraînement.

***Aussi**, ce brutal changement de la charge d'entraînement provoque généralement des symptômes, comme le manque de stabilité de la performance, une plus grande vulnérabilité physique, et une perturbation psychologique.

➤ **Succession judicieuse des charges d'entraînement**

Dans les séances à objectifs mixtes, il convient d'ordonner la succession des charges pour qu'elles aient un effet bénéfique et non un désordre et un effet néfaste au développement de la capacité de performance. Pour cela la méthodologie de l'entraînement propose que :

✚ Les exercices qui demandent un état de fraîcheur physique et psychiques, et exigent à la fin une récupération complète, par exemple, les exercices de coordination, de vitesse, de force- vitesse ou de force maximale, au début de la séance.

✚ Les exercices dont l'efficacité joue sur la récupération incomplète, exercices d'endurance vitesse et d'endurance force (résistance), viennent ensuite.

✚ Les exercices qui servent au développement de l'endurance, pour terminer.

➤ **Augmentation variable de la charge**

Très proche du principe de la charge progressive, dans ses deux volets, augmentation par à coup, ou augmentation progressive, celle-ci (l'augmentation) devient monotone à long terme (comme c'est le cas des championnats qui durent toute la longueur d'année), il devient nécessaire de varier :

- En modifiant la vitesse d'exécution des mouvements
- Des charges supplémentaires
- La transformation du rapport entre charge et récupération
- Méthodes d'entraînement

➤ **Alternance des charges d'entraînement**

Voisin lui aussi d'un autre principe, en l'occurrence le principe de la succession judicieuse des charges d'entraînement, celui-ci concerne par contre la succession des entraînements au sein d'un cycle (microcycle ou méso cycle).

Sachant que chaque qualité physique sollicite, préférentiellement un métabolisme plus qu'un autre, par exemple : l'endurance sollicite plus particulièrement les réserves de glycogène des muscles en action, ce qui nécessite une période de régénération de ce substrat énergétique ; si lors de cette récupération on sollicite une autre fonction de l'organisme, comme c'est le cas de l'entraînement de la force maximale où est activé essentiellement le métabolisme des protéines, l'organisme supportera mieux cette charge qu'une autre charge identique à la première.

➤ *Rapport optimal entre charge et récupération*

Tout travail se traduit par trois phases au niveau musculaire :

- ✓ La phase de charge ou phase de travail
- ✓ La phase de récupération
- ✓ La phase de surcompensation

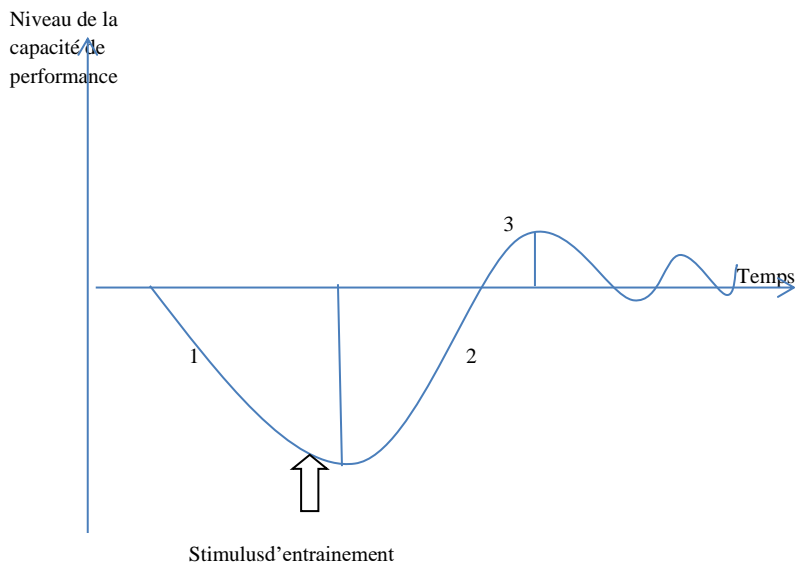


Figure 1 : phases de variation de la capacité de performance à la suite d'un stimulus d'entraînement :
*1. Phase de baisse de la cps.
*2. Phase de remontée de la cps.
*3. Phase de surcompensation ou élévation d'avantage de la cps.

A la suite de charges d'entraînement on assiste à une baisse Passagère de la capacité de performance sportive (baisse du potentiel énergétique), suivi d'une remontée (dans la phase de récupération) au-dessus du niveau de départ. Cette capacité de performance accrue correspond au stade de « surcompensation ».

- ❖ En l'absence de nouvelles charges d'entraînement, on revient progressivement au niveau de départ.
- ❖ Si de nouvelles charges interviennent, dans l'ordre optimal, la capacité de performance sportive augmente de façon continue (figure 2).

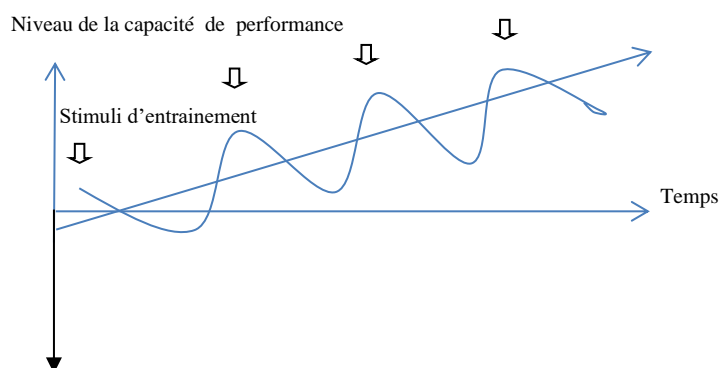


Figure 2 : amélioration de la cps sous l'effet de stimuli d'entraînement optimaux.

- ❖ Si les nouvelles charges interviennent dans la phase de récupération incomplète, on obtient un effet de « cumul » ; ce mécanisme s'explique par la programmation d'intervalles brefs entre les répétitions et les séries, ce qui ne permet pas une récupération complète, provoquant ainsi une usure plus profonde du potentiel énergétique et pour finir un phénomène de surcompensation plus marqué. Sur une longue durée, la pratique systématique de ce type d'entraînement risque de provoquer des phénomènes de « surentrainement » et en définitive une baisse de la capacité de performance.

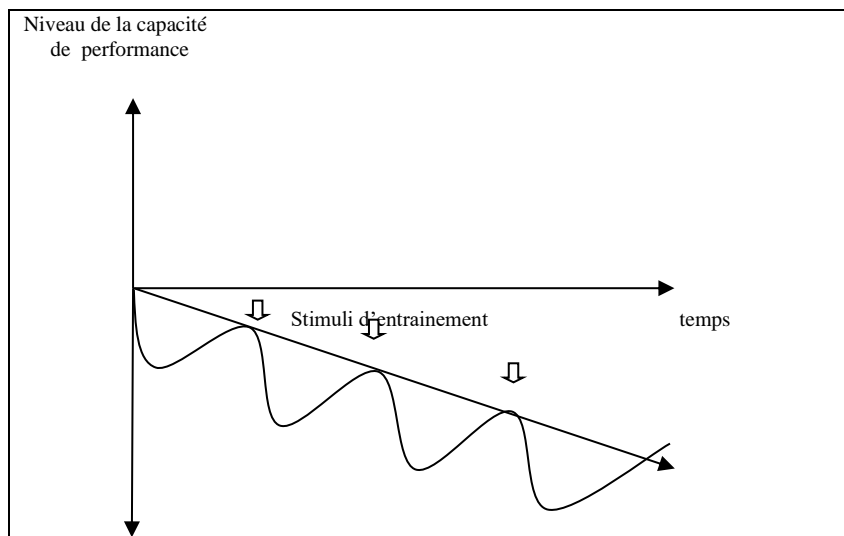


Figure3 : Baisse de la cps par suite de charges d'entraînement se succédant à un rythme trop rapproché.

- ❖ On peut conclure que charge et récupération sont indissociables et constituent « une unité d'entraînement » dans le processus général en vue de l'obtention d'une amélioration de la capacité de performance. Les phénomènes de fatigue qui interviennent de façon répétées à la suite de charge d'entraînement et qui engendrent dans la phase de récupération une élévation du potentiel de performance sont la condition de l'amélioration de la cps.
- ❖ On peut commettre des erreurs non seulement dans la programmation des charges, mais aussi en ne tenant pas suffisamment compte des processus de récupération. La durée variable des processus de récupération est une donnée importante qui limite la charge d'entraînement.

1.2/ Principes du cycle d'entraînement

➤ charge d'entraînement continue

Une succession régulière des charges d'entraînement produit une amélioration continue de la cps jusqu'à la limite individuelle déterminée génétiquement. Dès qu'il y ait perturbation de cette continuité de charge (intervalles trop grands entre les unités, blessures, entraînement irréguliers pour différentes causes, etc.), on observe une chute de la cps, la vitesse de la baisse

correspond exactement à la vitesse de la montée : c'est-à-dire qu'une amélioration de la cps obtenue rapidement se perd rapidement, alors que des gains obtenus par un travail et de longue haleine se perd difficilement et lentement.

➤ ***Périodicité de la charge d'entraînement***

De par sa nature, l'homme ne peut pas être tout le temps en pleine possession du niveau optimal de ses moyens et de son potentiel. Il faut donc procéder périodiquement à des alternances entre charges d'entraînement et récupération, augmentation du volume d'entraînement et baisse de l'intensité, etc.

C'est la raison pour laquelle le processus d'entraînement se subdivise en périodes de préparation, de compétition et de transition.

➤ ***Périodicité de la récupération***

Il revêt une importance capitale, surtout dans le sport de haut niveau. Lorsqu'au bout de plusieurs années d'entraînement et de compétition ; ce qui dans un délai de quatorze à quinze ans, en dépit d'efforts d'entraînement toujours aussi intensifs, ne produit plus d'amélioration de la performance, et peut même au contraire s'accompagner d'une baisse de la performance.

L'une des méthodes employées par de nombreux athlètes de haut niveau pour surmonter cette phase de stagnation consiste à user d'une plus longue période de récupération, en interrompant les compétitions pendant six à douze mois, pendant laquelle le sportif suit un entraînement d'intensité moindre et prend des mesures de récupération pour reconstituer ses réserves physiques et psychiques.

I.3/ Principes de la spécialisation et de la spécificité de l'entraînement

➤ ***Adaptation à l'âge :***

L'âge biologique joue un rôle très important dans la détermination de la cps et de la charge tolérée.

Les charges d'entraînement doivent être calculées en fonction de l'âge biologique, pour utiliser au mieux et au bon moment le potentiel de performance existant.

Ce principe implique l'exploitation des « phases sensibles », surtout dans les disciplines techniques, demandant de fortes capacités de coordination ; les manquements à ce principes ne se compensent pas.

➤ ***Adaptation à l'objectif sportif spécifique :***

Les auteurs parlent de charge spécifiquement adaptée à l'objectif sportif, de coordination spécifique et de la spécificité de l'entraînement sportif ; cela signifie que chaque discipline a un profil caractéristique de coordination et d'exigence conditionnelle.

I.4/ Principes de proportionnalité

Ce principe revêt une importance soit pour le processus d'entraînement à long terme, que pour la structuration du cycle d'entraînement annuel.

Il décrit d'un côté le rapport entre développement général et développement spécifique et de l'autre, le rapport entre les différents constituants d'une performance sportive complexe. Une programmation erronée dans l'un ou l'autre sens nuit au développement optimal de la capacité de performance.

I.4.1/ Rapport optimal entre formation générale et formation spécifique

Une carrière sportive est construite d'une formation générale, qui précède toujours l'entraînement spécifique ou la formation spécifique qui évoluent d'une manière dynamique et changent au fur et à mesure de la croissance et du développement.

	Entraînement moteur général	Entraînement spécifique de la condition physique	Entraînement spécifique de la discipline
Entraînement de haut niveau		25%	35%
Entraînement de l'adolescent 15-18 ans	10%	20%	35%
Entraînement de l'enfant 10-13 ans	10%	25%	45%
Entraînement de base 8-10 ans	30%	20%	10%

Tableau : Proportionnalité entre entraînement général et spécifique dans la formation de tennis.

I.4.2/ Rapport optimal entre les constituants de la performance au cours de leur évolution

Les auteurs parlent d'« interaction régulatrice » ; il s'agit d'éviter la prédominance disproportionnée d'un facteur sur l'autre.

- ✓ Tous les facteurs de la performance (condition physique, coordination, volonté, psychisme, tactique, etc.) se conditionnent mutuellement.
- ✓ Une transformation de la condition physique (amélioration ou dégradation) influe quantitativement sur les enchaînements moteurs et donc sur la technique. La technique doit donc être adaptée à la modification enregistrée dans le domaine physique.
- ✓ Un entraînement physique pratiqué en avance exerce le plus souvent une influence négative sur l'entraînement technique. C'est pourquoi l'entraînement technique doit, sinon précéder, du moins être mené en parallèle avec l'entraînement de la condition physique.

LES CONNAISSANCES FONDAMENTALES INFLUENCANT L'ORGANISATION DE L'ENTRAINEMENT PHYSIQUE

L'entraîneur doit maîtriser toute une gamme de connaissances pouvant lui permettre de comprendre, justifier, ou concevoir les différentes procédures de développement des qualités physiques du sportif.

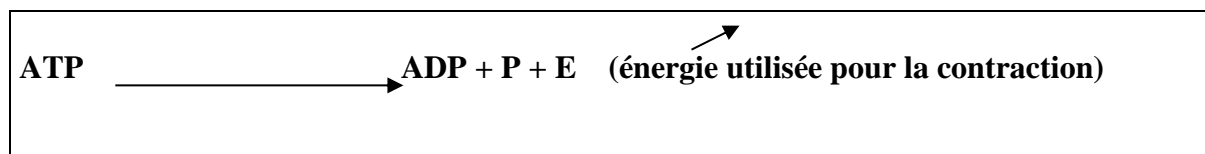
Parmi ces connaissances, un grand nombre sont issues de la recherche scientifique, en particulier des domaines de la physiologie et de la psychologie.

Il est important pour nous de faire une présentation ciblée des connaissances qui ont un lien direct avec les situations de terrain, car devant la multiplicité des connaissances et savoirs, l'entraîneur se trouve parfois un peu démunis, lorsqu'il s'agit de passer du stade de l'information au stade de l'utilisation.

I/ LES MECANISMES DE LA RESYNTHESE DE L'ATP

L'Homme est appelé Bio machine, le muscle par ses contractions et relâchements est le moteur de son mouvement. Pour cela il a besoin de carburant. Ce carburant se présente sous la forme de molécules riches en éléments phosphore : l'adénosine tri- phosphate ou ATP.

Cette molécule logée au niveau des fibres musculaires à la faculté de se dissocier en libérant de l'énergie capable de provoquer le raccourcissement de ces fibres .Le mouvement peut ainsi s'amorcer et se poursuivre tant que l'ATP est présente au niveau de la cellule.



Mais ces réserves moléculaires d'ATP sont peu importantes et se trouvent de ce fait rapidement épuisées (*la concentration d'ATP dans le muscle est particulièrement faible, de l'ordre de 4 à 6 mmoles par kg de muscle frais (120 à 180 mmoles au total), soit 60 à 80 grammes pour l'ensemble de la masse musculaire (à raison de 3 g par kg de muscle frais). Cette concentration de substrat représente une réserve énergétique théorique (si la totalité de l'ATP était consommée) de 1,2 à 1,8 kcal (Fox et Mathews 1984).*

Nous savons par ailleurs (Karlson 1971, Astrand et Rodahl 1973) que pendant l'exercice maximal la dépense énergétique peut dépasser 50 Kcal par minute. Dans cette hypothèse, les réserves énergétiques théoriques d'ATP peuvent alimenter les muscles pendant une à deux secondes environ (une quinzaine de secondes dans le cas d'une activité modérée consommant 6 Kcal/mn).

La durée du mouvement serait donc limitée (Il ne peut maintenir une **contraction musculaire plus de 3 secondes.**), si l'organisme ne fournit pas simultanément un apport énergétique susceptible de resynthétiser l'ATP au fur et à mesure de sa dégradation.

L'organisme fait appel à trois mécanismes capables de procurer l'énergie nécessaire à la resynthèse de l'ATP :

- La voie anaérobie alactique
- La voie anaérobie lactique
- La voie aérobie

A/ Le processus anaérobie alactique

Cette filière recouvre l'ensemble des réactions qui assurent la resynthèse de l'ATP en absence d'oxygène (anaérobie) et sans production d'acide lactique (alactique).

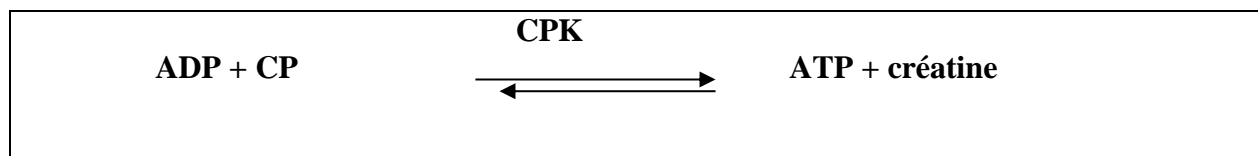
Puisqu'il s'enclenche le plus rapidement et avec la plus grande intensité, il va fournir l'essentiel de l'énergie nécessaire à la resynthèse de l'ATP dès les premières secondes de l'exercice.

Hormis les faibles quantités disponibles d'ATP, la cellule utilise un autre composé riche en phosphore : la créatine phosphate en réserve cellulaire.

Celle-ci libère son énergie presque aussi rapidement que l'ATP et fait appel à une enzyme la créatinephosphokinase (CPK) qui lui permet de céder un phosphate à l'ADP pour reformer

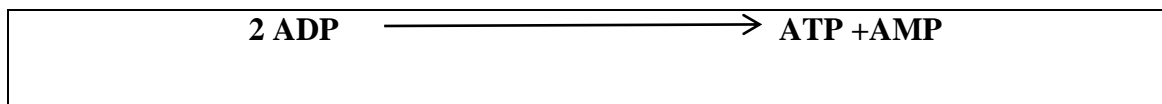
Au bout de 7 secondes à effort maximal, les niveaux d'**ATP** et de **CP** deviennent trop faibles pour permettre d'assurer des contractions musculaires. Au delà de cette période, les muscles doivent utiliser d'autres procédés pour continuer la couverture énergétique.

l'ATP :



La synthèse de l'ATP peut être aussi réalisée grâce à la condensation de deux molécules d'ADP avec formation d'une molécule d'AMP

(Adénosine mono phosphate), cette réaction se produit en présence de l'enzyme Myokinase :



Le rôle essentiel de la « MK » est d'activer la glycolyse anaérobie.

Les caractéristiques :

a/ intensité

Ce processus est capable de fournir une grande quantité d'énergie dans un laps de temps très court et, par là même, de maintenir le renouvellement de l'ATP avec une grande intensité. En conséquence, il permet d'effectuer des exercices très intenses à puissance maximale, ce qui s'avère extrêmement utile pour beaucoup d'activités sportives

(**Course de vitesse, exercices de force ou de détente, etc.**).

b/ capacité

A l'inverse ce processus n'a pas le pouvoir d'entretenir très longtemps la contraction musculaire. **Sollicité à son maximum d'intensité, il peut être épuisé au bout d'environ sept secondes.**

c/ facteurs limitant

Il existe deux types de facteurs limitants :

Des facteurs limitants directs

- Activité catalytique des enzymes responsables
 - de l'hydrolyse de l'ATP (ATPase)
 - et de la resynthèse de l'ATP à partir de la créatine-phosphate (créatine phosphate-kinase) et de l'ADP (myokinase)
- Concentration en phosphagènes

Des facteurs limitants indirects

- Le pourcentage relatif des fibres musculaires à contraction rapide (F.T.) : la présence massive chez le sprinter par exemple de fibres de type FT permet l'expression d'une plus grande puissance de travail. A l'inverse, la puissance de travail lié au système des phosphagènes sera nettement moins élevée en raison de la prédominance des fibres musculaires du type S.T. (contractions lentes).
- Le niveau d'entraînement : il s'agit là d'un facteur externe dont l'importance est très grande tant l'entraînement modifie l'ensemble des paramètres de la performance, y compris ceux-là mêmes qui étaient considérés comme insensibles à tout progrès (Pradet 1993) comme le temps de réaction à un signal.

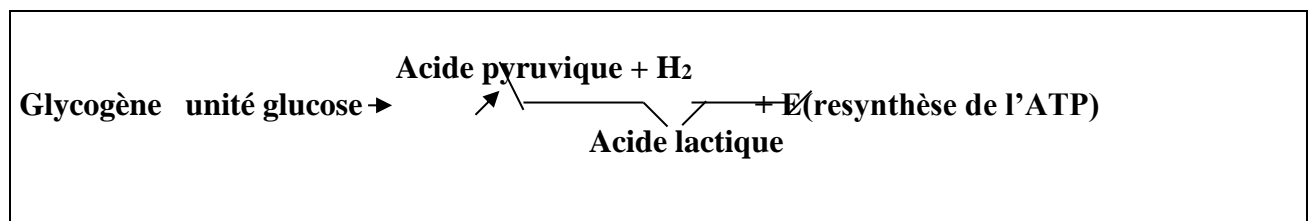
d/ effets du processus

Les produits de dégradation de ce processus ont un effet bénéfique : il enclenche en quelque sorte les réactions énergétiques qui vont suivre. Ce constat revêt un intérêt primordial car il justifie les nombreuses procédures de terrain qui recourent à des exercices "alactique" pour développer les processus lactiques ou aérobie (entraînement, échauffement).

B/ Le processus anaérobie lactique

Bien que débutant également dès les premières secondes de l'exercice, le processus s'enclenche avec une intensité tellement inférieure à celle du processus alactique que son importance ne devient première qu'après une dizaine de secondes. C'est un processus qui n'utilise pas d'oxygène, mais dont le substrat de base est constitué d'un sucre stocké au niveau musculaire et hépatique : le glycogène.

A la suite de réactions chimiques complexes, le glycogène se scinde en unités glucose et produit de l'acide pyruvique, de l'hydrogène et de l'énergie (celle qui sert à resynthétiser l'ATP).



Comme nous pouvons le constater dans la formule, les produits de la dégradation du glycogène (acide pyruvique et hydrogène) vont se combiner pour produire de l'acide lactique. Le processus est ainsi qualifié de **lactique**.

Caractéristiques :

a/ intensité

Atteint son maximum entre 30 et 45 secondes, durée au-delà de laquelle on observe une baisse dans les efforts d'intensité élevée qui utilisent en priorité ce processus. Ici encore, ces durées vont être d'un grand intérêt pour la conception des méthodes d'entraînement de ce processus.

b/ capacité

Si la puissance maximale est atteinte en moins d'une minute, la glycolyse anaérobie va continuer à assurer de la resynthèse de l'ATP (et donc l'entretien de la contraction musculaire) pendant une durée plus importante que l'on situe aux environs de deux à trois minutes ; elle régresse ensuite rapidement et cède la place au processus aérobie.

c/ Facteurs limitant

Ce processus ne semble pas limité par l'épuisement des réserves de substrats énergétiques, car l'organisme possède un stock important de glycogène et qui ne peut pas être épuisé en quelques minutes, mais il semble que c'est l'accumulation au niveau musculaire des produits de la dégradation du glycogène et plus particulièrement l'acidification qu'il provoque, qui viennent bloquer les contractions musculaires, et donc la possibilité de poursuivre l'exercice. Le développement de ce processus permet à l'athlète d'améliorer ses capacités à maintenir une contraction musculaire de bonne qualité malgré une baisse du Ph. On parle souvent de développement de la résistance à " l'empoisonnement lactique", même si de récentes études ont bien montré que l'acide lactique produit n'était pas forcément le poison organique souvent évoqué, et qu'il pouvait, à l'occasion, devenir lui-même un substrat énergétique.

– Facteurs limitants directs :

* activité catalytique des enzymes responsables de la glycolyse anaérobie dans ses différentes phases et notamment la phosphorylase (sous contrôle hormonal, glucagon et adrénaline), la phospho-gluco-mutase, l'hexokinase et la glucokinase (sous contrôle hormonal, l'insuline), la phospho-fructo-kinase (sous dépendance du rapport ADP/ATP dans le muscle) et la LDH.

* acidose provoquée par la concentration des ions H⁺.

– Facteurs limitants indirects :

* quantité de fibres rapides (F.T.)

* le niveau d'entraînement en ce qu'il permet de résister à l'acidose.

d/ Effet du processus

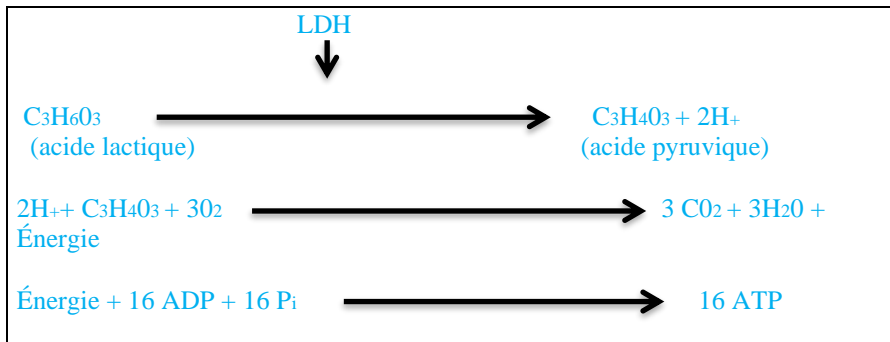
S'il est enclenché par le processus alactique, le processus lactique va à son tour stimuler l'enclenchement des processus oxydatifs. La baisse du pH musculaire accélère le recours à cette voie et augmente son intensité. De nombreux procédés d'entraînement se servent de ce phénomène et recourent aux exercices lactiques pour développer l'intensité du processus aérobie.

Élimination des lactates

Nous venons de montrer que seulement un tiers du stock de glycogène est utilisé dans la glycolyse anaérobie dans la mesure où le processus de la contraction musculaire est inhibé par l'acidose provoquée par l'accumulation d'acide lactique. L'élimination des lactates est dès lors indispensable à la poursuite de l'exercice. En fait, l'acide lactique peut être « éliminé » de plusieurs façons. Nous aborderons très succinctement ici les deux voies les plus importantes.

– Utilisation en tant que substrat

Cette voie aérobie est la plus efficace pour l'élimination des lactates. Le cœur (myocarde) et les muscles squelettiques peuvent utiliser l'acide lactique (après reconversion en acide pyruvique grâce à l'intervention de l'enzyme LDH en présence d'oxygène) comme substrat énergétique.



L'élimination de l'acide lactique est favorisée lorsque la consommation d'oxygène demeure élevée. C'est pour cette raison qu'une activité légère (environ 60 % de la V_{O2} Max) est préférable (notion de récupération active) à un repos complet.

Ce processus est d'autant plus remarquable qu'il fonctionne également pendant l'exercice. Ainsi, des muscles non impliqués directement peuvent consommer des lactates produits par un autre groupe musculaire. Il est même possible, lorsqu'il y a une baisse d'intensité de l'activité que le muscle responsable de la lactatémie consomme lui-même l'acide lactique.

En conséquence, il faut garder présent à l'esprit qu'une lactatémie constitue le bilan net de nombreuses actions et donne un indice très délicat à interpréter (Van Hoecke 1992).

– Conversion en glucose ou en glycogène (cycle de Cori)

Lorsqu'une quantité suffisante d'énergie est disponible, l'acide lactique peut faire l'objet d'une reconversion :

- en glycogène ou en glucose au niveau du foie
- en glycogène dans le muscle (cf. schéma ci-après)

Toutefois, en raison de la régulation très fine du taux de glycémie dans le sang et de la lenteur de ce processus, une faible part de l'acide lactique produit est concernée par cette voie d'élimination.

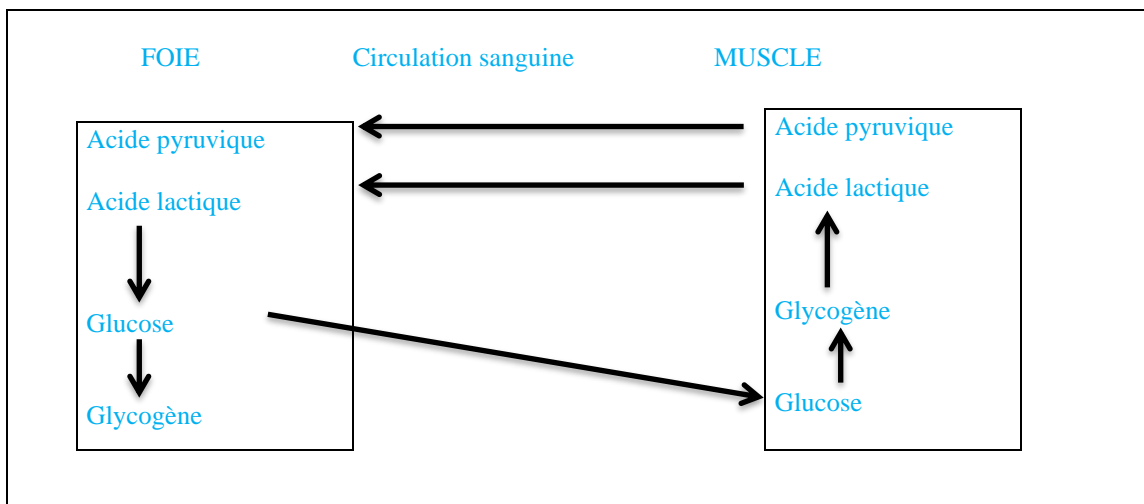


Figure 5 : Schéma du cycle de Cori qui permet la conversion en glucose d'une partie de l'acide lactique produit par l'activité musculaire (D'après Mac Ardle, 1987).

C/ Le processus aérobie

La production d'ATP par la filière aérobie (l'oxygène est utilisé comme oxydant) présente l'originalité d'utiliser plusieurs substrats, les glucides, comme la glycolyse anaérobie mais également les lipides et parfois même lors d'efforts de longue durée et en cas de régime alimentaire mal adapté, les protides.

La participation des protides en tant que substrat énergétique reste marginale, ils ont pour rôle principal l'entretien et la resynthèse des tissus. Ce rôle leur confère une importance particulière dans les périodes de récupération consécutives à un programme d'entraînement intensif.

En réalité les glucides, lipides et protides interviendront en fonction du type d'effort demandé au muscle.

Nous nous limiterons ici à l'analyse succincte de la dégradation par voie aérobie des deux substrats essentiels du point de vue énergétique : les glucides et les lipides.

Dégradation aérobie des glucides

Au repos, la concentration de glucose dans le muscle est très faible alors même que le contenu total de l'organisme est de l'ordre de 127,8 mmoles, soit 24,8 g (Reichard in Poortmans 1988). Le glucose est présent essentiellement dans les viscères.

En revanche, le muscle en activité prélève du glucose sanguin selon des modalités qui sont correctement connues depuis seulement une vingtaine d'années. En présence d'oxygène, le catabolisme du glucose (cf. glycolyse anaérobie) est modifié.

Chaque mole de glucose catabolisée par la voie aérobie permet la synthèse de 30 moles d'ATP (39 en partant du glycogène). Le bilan net pour la voie aérobie est de 36 moles (39 moins les trois produites par la voie anaérobie avec production de pyruvate).

Dans ces conditions, la rentabilité est douze fois plus importante pour la voie aérobie à partir d'une même mole de substrat (glucose) comparativement à la voie anaérobie. A l'inverse, on peut dire que pour produire une même quantité d'énergie, la voie anaérobie consomme beaucoup plus de glucose. Selon Fox et Mathews

(1984), la dégradation complète d'une mole de glucose par la voie aérobie nécessite 134,4 l d'oxygène (6 moles) soit $134,4 : 39 = 3,45$ l par mole d'ATP.

Catabolisme des lipides ou lipolyse

Plus encore que les glucides, les lipides représentent une très grande réserve d'énergie pour l'organisme. Ils sont présents en plus grande quantité et de plus, à poids égal, ils produisent une plus grande quantité d'énergie comparativement aux glucides (à peu près le double) en raison de la plus grande quantité d'hydrogène contenue dans chaque molécule (Mac Ardle 1987).

Avant d'être utilisés par les muscles (sous forme d'acides gras libres - A.G.L.) les triglycérides présents dans le plasma, les dépôts adipeux et la fibre musculaire sont scindés en glycérol et en 3 molécules d'A.G.L.

Bilan énergétique :

- une molécule de glycérol (glycolyse + cycle de Krebs) → 22 ATP par mole de triglycéride.
- 3 molécules d'AGL, (Bêta oxydation + cycle de Krebs) → 147 ATP par molécule, soit un total de 441 ATP.

En conséquence, une molécule de triglycéride, en présence d'une quantité suffisante d'oxygène permet la resynthèse de 463 ATP (Mac Ardle 1987). Fox et Mathews (1984) précisent que 23 moles d'oxygène (515 litres) sont nécessaires à la dégradation de l'acide palmitique pour produire 130 moles d'ATP (129 pour Wilmore et Costill 1998) soit 3,96 litres

d'oxygène par mole d'ATP resynthétisé. Nous avons vu par ailleurs que la glycolyse aérobie consommait 3,45 l d'oxygène.

Soulignons enfin un caractère fondamental du catabolisme des lipides. Pour que ce processus fonctionne correctement, en plus de sa dépendance à l'égard de l'oxygène, il doit agir en complément ou en synergie de la glycolyse car il a besoin d'acide oxalo-acétique qui est un sous-produit de l'acide pyruvique.

En conséquence, tant que la glycolyse fonctionne à une intensité d'exercice n'exigeant par une consommation d'oxygène trop proche du maximum disponible, elle est susceptible d'alimenter le processus de la lipolyse.

Mac Ardle (1987) précise qu'une augmentation notable du catabolisme glucidique (lors d'un marathon par exemple) limite considérablement le transfert d'énergie des acides gras.

On peut dire en conclusion que l'utilisation de la lipolyse va permettre d'économiser le stock de glycogène bien que la consommation de ce substrat lui soit indispensable.

Pour un exercice d'intensité modérée durant plusieurs heures, les triglycérides fournissent 70 à 80 % de l'énergie après 1 h 30 à 2 h 00 d'effort, et seulement 40 à 50 % à la fin de la première heure (Mac Ardle 1987).

En d'autres termes, au cours d'un effort prolongé, la part relative des lipides en tant que substrat énergétique augmente sensiblement au-delà d'une heure d'exercice.

Ceci est d'autant plus vrai que l'athlète est plus entraîné spécifiquement à un effort de longue durée et que l'intensité de l'exercice est modérée (cf. spécificité des adaptations).

Pour expliciter ce processus de changement de substrat, Brooks et Mercier (1994), in Billat (1998) ont défini le concept de « cross over » que l'on peut traduire par croisement métabolique. Jusqu'à l'intensité d'exercice qui induit un début d'accumulation d'acide lactique (60 % à 90 % de $V\cdot O_2$ max.), l'athlète va utiliser à la fois des glucides et des lipides. Au-delà, les glucides redeviendront prioritaires

CARACTERISTIQUES

a/ intensité

La puissance fournie par ce système est moindre par rapport aux autres processus. Elle est limitée par les possibilités individuelles d'apport en oxygène au niveau des cellules musculaires.

Lorsque l'exercice produit atteint des limites pour lesquelles tout l'oxygène disponible au niveau musculaire est utilisé, on dit que le joueur a atteint sa « puissance maximale aérobie ou PMA.

Les physiologistes parlent de VO_2 max (ou débit maximal d'oxygène), elle s'évalue en millilitre d'oxygène par kilogramme de muscle et par minute (ml.kg-1.min-1), et est utilisé fréquemment dans le suivi de l'entraînement ; cependant, nous lui préférons largement la PMA qui en est la traduction objective et beaucoup plus opérationnelle.

Néanmoins, il serait erroné de croire qu'un athlète ayant atteint sa PMA est incapable d'augmenter encore l'intensité de son exercice. Dans ce cas, ne disposant plus de réserves d'oxygène supplémentaires, il doit à nouveau faire appel à ses processus anaérobies ; ce qui a pour effet de provoquer une augmentation importante de la lactatémie. Ses possibilités de prolonger son effort vont alors être rapidement limitées. Une fois l'exercice terminé, l'accumulation des déchets et la nécessaire reconstitution des substrats vont stimuler les apports d'oxygène qui continuera à s'effectuer avec un fort débit : on dira que l'organisme a accumulé une **dette d'oxygène** qu'il va devoir payer durant sa récupération.

b/ Capacité

Si la puissance de ce processus est faible par rapport aux autres métabolismes, sa capacité est infiniment supérieure : en effet le processus aérobie peut fournir une quantité d'énergie capable d'entretenir les contractions musculaires pendant une durée très importante (jusqu'à plusieurs heures). Cette capacité tient à différents facteurs :

- Ce processus possède un très bon rendement énergétique. A ce titre, il consomme peu de substrats, augmentant ainsi ses possibilités de durer « A titre d'exemple, une molécule de glycogène resynthétise 3 molécules d'ATP par la voie anaérobie, alors que la même molécule assurera la resynthèse de 39 molécules d'ATP par la voie aérobie ».
- D'autre part, il est capable d'utiliser pour son fonctionnement des substrats énergétiques très divers qui, de plus, se trouvent en quantité importante dans l'organisme : le glycogène bien sûr, mais aussi certaines graisses (acides gras) et même, en cas de nécessité, les protéines organiques.
- Enfin et nous l'avons vu, il ne produit que des déchets facilement éliminables, cela lui évite toute forme d'engorgement.

L'ensemble de ces éléments contribue à faire du processus aérobie la voie énergétique privilégiée de tous les types d'efforts dont la durée dépasse quelques minutes.

c/ facteurs limitant

Facteurs directs

Puisque ce processus est directement lié à la consommation d'oxygène, les différents éléments de la fonction respiratoire sont concernés :

- activité du système cardio-respiratoire transporteur d'oxygène qui joue sur la quantité d'hémoglobine disponible pour fixer l'oxygène et la capacité des tissus actifs à extraire l'oxygène du sang qui permet d'augmenter la différence a (quantité d'oxygène contenue dans le sang artériel) - V_{O_2} (quantité d'oxygène contenue dans le sang veineux).

Au repos, 25 % seulement de l'oxygène sont utilisés (5 ml pour 20 ml d'oxygène contenus dans 100 ml de sang artériel).

Le sang veineux conserve donc 75 % d'oxygène ($a - V_{O_2} = 5$) chez le sédentaire. A l'effort, la différence $a - V_{O_2}$ augmente régulièrement pour atteindre 15 ml d'oxygène par 100 ml de sang (Mac Ardle 1987). Le sang artériel s'est vu privé en conséquence de 75 % de son oxygène ($a - V_{O_2} = 15$). Après un entraînement adapté de 55 jours, la capacité d'extraction d'un groupe de sédentaires est passée à 17 ml d'oxygène, ce qui représente 85 % de l'oxygène artériel (la différence $a - V_{O_2} = 17$).

- activité enzymatique des mitochondries.
- densité de la vascularisation qui facilite les échanges respiratoires.
- teneur en glucose et en A.G.L.

Facteurs indirects

- capacité de la thermorégulation
- la présence en plus grand nombre des fibres lentes (ST) qui sont plus aptes à utiliser l'oxygène.

- la qualité ou plutôt la spécificité de l'entraînement. L'entraînement en endurance aérobie permet d'augmenter le débit cardiaque et l'extraction d'oxygène.

La consommation maximale d'oxygène permet de synthétiser l'ensemble des limites liées à ce processus et plus particulièrement, elle définit sa puissance maximale.

d/ Effets du processus

Le processus aérobie possède donc un aspect préparatoire incontournable, de par les modifications corporelles qu'il impose, et s'avère ainsi un facteur indéniable de santé. La pratique des efforts aérobie va ainsi favoriser :

- Les pertes de poids
- L'amélioration du système ventilatoire et cardio-vasculaire
- La préparation ostéo-tendineuse et ligamenteuse.

CONSTRUCTION DES ACTIONS PARAMETRES DE LA CHARGE

Fondées sur les principes que nous venons d'évoquer, les actions seront construites grâce à la maîtrise de cinq critères précis. C'est au travers des caractéristiques de ces cinq paramètres que l'entraîneur va pouvoir contrôler les effets qu'il veut provoquer chez l'athlète.

II.1/Intensité de l'action :

Elle varie en fonction du processus énergétique à travailler mais dépend également du secteur particulier (puissance ou capacité) que l'on veut développer à l'intérieur de ce processus.

Exemple : Si les différents stimuli d'entraînement se succèdent trop rapidement (trop forte densité des stimuli) ou que les distances choisies soient trop longues (trop forte durée de stimuli), ou encore si le nombre de répétitions est fixé trop haut (volume excessif de stimuli), c'est au détriment de l'intensité, c'est-à-dire que l'objectif sera dévié vers un effet spécifique de volume du même processus (entraînement de vitesse, dans ce cas dévié vers l'entraînement de l'endurance de la vitesse).

II.2/Durée de l'action :

C'est le paramètre complémentaire de l'intensité. De ce fait, il sera évolutif en fonction du processus et du secteur visés.

Exemple : Dans l'entraînement de la force, l'application d'un stimulus d'intensité moyenne sur une longue durée, comme par exemple dans l'entraînement de l'endurance musculaire, entraîne une augmentation d'épaisseur du muscle. Alors que l'application d'un stimulus d'entraînement de très courte durée, comme dans l'entraînement pliométrique, entraîne, même avec une intensité de charge maximale, uniquement une augmentation de la force-vitesse, sans augmentation de la masse musculaire (souvent indésirable).

II.3/Durée de la récupération :

Souvent négligée, cette caractéristique s'avère essentielle pour maîtriser les effets d'un exercice. En effet, elle permet au travers de la restauration plus ou moins complète du potentiel énergétique et nerveux de l'athlète, la **répétition** de l'action avec des **effets comparables**. Elle participe ainsi à l'accumulation des charges de travail, sans lesquelles il ne peut y avoir de progrès durables.

Il faut entendre par là que des charges d'entraînement de forme différente (ex : entraînement de force, de l'endurance, de la coordination, etc.) affectent l'organisme chacune de façon différente, et que la durée de la récupération diffère selon le type d'entraînement.

Exemple : Un entraînement d'endurance sollicite plus les réserves de glycogène des muscles en action, ce qui rend nécessaire une certaine période de repos pour la régénération de ces réserves énergétiques, si au cours de cette période de récupération on sollicite une autre fonction de l'organisme, comme la force maximale (ou est activé essentiellement le métabolisme des protéines) l'organisme supportera mieux cette charge qu'il ne supporterait la répétition d'une charge de même nature que la précédente.

II.4/Nature de la récupération :

Le contrôle de la récupération passe aussi par la maîtrise de sa **nature** : active, passive, complète ou incomplète. L'entraîneur peut jouer sur ces différentes caractéristiques pour

prolonger, accentuer ou atténuer les effets des situations qu'il propose. Il doit donc absolument prévoir la nature des récupérations qu'il utilisera.

L'évolution des phénomènes adaptatifs résultant de l'entraînement se divisent en phases. On distingue la phase de charge ou phase de travail et la phase de récupération, y compris la phase de surcompensation.

En l'absence de nouvelles charges d'entraînement, on revient progressivement au niveau de départ. Si de nouvelles charges interviennent, dans l'ordre optimal, la CPS augmente de façon continue. Si les nouvelles charges interviennent dans la phase de récupération incomplète, on obtient un effet de cumul, ce qui provoque une usure plus profonde du potentiel énergétique et peut finir par un phénomène de surcompensation plus marqué.

N.B. : Sur une longue durée la pratique systématique de ce genre de récupération risque de provoquer des phénomènes de « surentrainement ».

II.5/Qualité totale de travail (ou nombre de répétition) :

C'est au travers de cette composante que l'on peut déterminer le moment à partir duquel un exercice répété va perdre de son efficacité ou, plus encore, va glisser vers un secteur différent de celui pour lequel il a été conçu. Elle permet également de définir la limite en deçà de laquelle les effets produits sont trop faibles pour participer à un quelconque développement.

Il est important de se rappeler que la définition et l'organisation précise de l'ensemble de ces cinq paramètres à l'entraînement permettent de prévoir l'impact d'une séance sur le développement énergétique d'un athlète. Il peut ainsi déterminer, avec un maximum de précision, la notion essentielle de **charge de travail**.

L'absence ou l'inadaptation d'un seul de ces facteurs peut rendre l'exercice inefficace, voire dangereux. Elle ne permet pas, en tous les cas, de cibler avec précision le développement de tel ou tel système énergétique et, de ce fait transformer la rigueur de l'entraînement en jeu de hasard auquel il devient imprudent de jouer. Une durée de récupération trop courte peut ainsi transformer des actions « alactiques » en actions développant presque exclusivement le processus lactique. En effet, à chaque processus correspondent des modalités particulières de mise en œuvre, que nous allons détailler.

ACTIONS DEVELOPPANT LE PROCESSUS ANAEROBIE ALACTIQUE

Du fait que ce processus soit lié aux efforts d'intensité élevée, il est donc logique que son potentiel soit amélioré par ce type d'effort. Cependant, selon que l'on veut développer la puissance ou la capacité de ce processus, la nature des actions va être sensiblement différente.

Actions ayant un effet déterminant sur le développement de la puissance anaérobie alactique (PAA)

1/ INTENSITE DE L'ACTION

Quelle que soit l'activité support que l'on utilise, l'intensité de l'effort devra toujours être maximale, c'est-à-dire correspondre à l'indice le plus élevé en valeur absolue que l'athlète est capable d'exprimer. Il est même souhaitable de permettre l'expression d'efforts **supra-maximaux**, ce qui bien entendu ne devient possible que grâce à des situations aménagées. Ces situations « supra-maximales » s'articulent la plus part du temps sur deux axes :

a/ les exercices de survitesse

La vitesse d'exécution du mouvement est artificiellement améliorée par l'utilisation de situations facilitantes.

Exemple : allègement du poids du corps, prise d'élan en descente, course tractée, etc.

b/ Les exercices de surforce

La résistance au mouvement est accentuée pour provoquer des contractions musculaires d'intensité supérieure aux valeurs maximales ordinaires. Exemple : travail sous forme pliométrique, contraction excentrique, etc.

2/ DUREE DE L'ACTION

Si l'intensité doit être maximale, la durée des actions, quant à elle, sera toujours comprise entre 3 et 7 secondes. En dessous de 3 secondes, la brièveté de l'effort rend la sollicitation du processus alactique insuffisante ; au-dessus de 7 secondes, l'effet ne semble plus se localiser sur ce seul processus.

3/ DUREE DE LA RECUPERATION

La nécessité d'effectuer des efforts d'intensité maximale pour développer la PAA a un effet déterminant sur les caractéristiques de la récupération. Celle-ci devra donc avoir une durée suffisante pour permettre de restaurer l'intégralité du potentiel de l'athlète. Sans le respect de ce principe, les exercices suivants ne pourraient être effectués avec la même qualité et perdraient de ce fait toute leur valeur.

Toutes les expériences montrent qu'une durée de récupération comprise entre **1 min 30 s et 3 min** est nécessaire pour permettre le retour à l'état d'équilibre après un effort alactique. Cette fourchette s'exprime par la variation de la durée de l'effort. [Après un exercice à intensité maximale de 6 à 7'' il faut compter de 2 à 3' de repos pour permettre la resynthèse des phosphagènes.](#)

On considère (Fox et Mathews 1984) que 30'' suffisent pour resynthétiser 70 % de phosphagènes, les 30 % restants nécessitant de 3 à 5 minutes supplémentaires. Soulignons encore que l'oxygène est indispensable à la restauration des phosphagènes par le système aérobie qui apporte l'ATP nécessaire. Toutefois, il est admis qu'une partie des phosphagènes peut être renouvelée à partir de la glycolyse anaérobie.

Il est important de préciser ici que, si l'intensité de l'exercice le permet, la resynthèse peut se faire au cours même de l'activité. C'est ce processus qui permet les pics successifs de puissance maximale en sport collectif notamment.

Cependant, cette durée de récupération ne doit absolument pas être prolongée à l'excès, ce qui aurait pour conséquence de provoquer une baisse de la vigilance et du niveau d'excitabilité de l'athlète. Ceci perturberait la qualité de l'exercice à venir.

4/ NATURE DE LA RECUPERATION

Celle-ci prendra une forme bien particulière. Si, comme nous l'avons vu, la récupération doit être complète (restauration de toutes les ressources énergétiques), elle se doit aussi d'être **semi-active**. Ce terme sous-entend qu'il lui faut à la fois permettre l'élimination des déchets produits, ne pas représenter un coût énergétique important, et solliciter le système neuromusculaire de l'athlète, en particulier ses facultés d'attention. Pour répondre à ces différentes contraintes, on propose au cours de cette période de récupération, des activités de vigilances notamment celles basées sur la vitesse de réaction à des signaux, ou même des tâches de représentation mentales de l'exercice à effectuer. Dans tout les cas, on incitera le sujet entraîné à se maintenir en position verticale (station debout) en se mobilisant à allure très modérée (marche le plus souvent).

5/ QUANTITE TOTALE DE TRAVAIL

La quantité de travail qu'il est possible de fournir dépend bien sur du niveau d'entraînement du sujet et de la nature du travail proposé. Le repère le plus objectif est l'apparition d'une baisse de l'intensité du travail. En effet, cette baisse traduit une modification dans les possibilités de restauration des réserves énergétiques et une accumulation des déchets organiques. Très rapidement, l'athlète devient incapable de soutenir un effort maximal et, partant, ne peut plus solliciter la puissance du processus alactique à un niveau efficace.

On peut certes proposer une ou deux répétitions supplémentaires dès qu'apparaît ce phénomène, mais en augmentant la récupération. Dans tous les cas, on considère qu'une dizaine de répétitions au cours d'une même séance constitue une limite qu'il n'est pas nécessaire de dépasser. La suite du travail ne concernera plus le même objectif.

Exemple : 3 séries de 3 répétitions de 50 mètres si l'on utilise la course de vitesse, ou entre 10 séries de 6 arrachés si l'activité support est l'haltérophilie.

B/Actions ayant un effet déterminant sur le développement de la capacité anaérobie alactique (CAA)

1/ INTENSITE DE L'ACTION

Dans la logique des principes que nous avons évoqués précédemment, le développement de la CAA s'effectue au moyen d'efforts d'intensité infra-maximaux, mais qui doivent demeurer toujours proches du maximum.

On considère que 90% de l'intensité maximale constitue la limite inférieure en dessous de laquelle les exercices perdraient de leur efficacité. Ce pourcentage abstrait se traduit dans le réel par la capacité du joueur à effectuer les exercices d'intensité très élevée tout en conservant une grande aisance d'exécution.

Exemple :

- ✓ course de vitesse effectuée avec le plus grand relâchement et la meilleure technique possible.
- ✓ Exercices globaux d'haltérophilie effectués à des charges pouvant être mobilisées au maximum entre trois et cinq fois.

2/ DUREE DE L'ACTION

Il semble que l'on puisse obtenir un développement efficace de la CAA au moyen d'efforts dont la durée se situe entre 7 et 14 ou 15 secondes. Pour améliorer la capacité d'un phénomène énergétique, il est en effet nécessaire d'en dépasser la durée maximale admise, mais sans abuser, faute de quoi, on risque de solliciter le processus énergétique suivant.

3/ DUREE DE LA RECUPERATION

Celle-ci doit être suffisante pour permettre à l'athlète d'effectuer les exercices suivants. Ainsi, et en fonction de la durée des efforts, la récupération dure entre **3 et 8 min** au maximum. Une baisse d'intensité qui survient trop rapidement doit être interprétée comme un signe nécessaire d'augmenter la durée de la récupération, voire, si cela s'avère insuffisant d'arrêter ce type d'exercice. Si la séance se poursuit, ce ne sera plus avec l'objectif de développer les processus alactiques.

4/ NATURE DE LA RECUPERATION

Le joueur devant conserver sa faculté de maintenir une intensité maximale d'effort tout au long de la séance, on adopte un type de récupération bien particulier : **la récupération active** qui favorise l'élimination complète des déchets de la contraction musculaire. C'est pourquoi l'athlète doit s'efforcer de maintenir entre deux efforts une activité suffisante pour stimuler l'apport d'oxygène au niveau des cellules musculaires. La marche, le trot léger, ou toute activité d'intensité modérée et de caractère aérobie s'imposent de ce fait.

L'autre aspect positif de la récupération active réside dans l'entretien de la stimulation neuromusculaire du joueur et, donc, dans le maintien d'une bonne vigilance et de l'excitabilité de son système nerveux. La qualité et l'efficacité de l'exercice à venir en sont améliorées d'autant.

5/QUANTITE TOTALE DE TRAVAIL

Comme pour le développement de la PAA, c'est l'apparition d'une baisse de l'intensité de l'effort produit qui semble être l'indice le plus pertinent pour établir cette quantité. Dès que l'on constate que le joueur n'est plus capable de reproduire une action avec la même qualité sans une augmentation notable de la récupération, on doit interrompre ce type de travail.

Généralement, on admet que 6 à 8 répétitions sont suffisantes pour perturber le maintien de la qualité de la réalisation. Il semble plus sage de passer à un autre travail, technique par exemple.

Course de vitesse, bondissements, vélocité, circuits de musculation ou d'haltérophilie sont recommandés pour ce type d'entraînement.

Bien plus, c'est du mélange de toutes ces activités que semble provenir le développement maximum du potentiel de l'athlète. L'entraîneur devra donc particulièrement veiller à diversifier ses procédures d'entraînement, en puisant dans toutes les possibilités que lui permet son environnement.

DEVELOPPEMENT DU PROCESSUS ANAEROBIE ALACTIQUE

ACTION		RECUPERATION		QUANTITE DE TRAVAIL
INTENSITE	DUREE	DUREE	NATURE	
PUISSANCE (P.A.A)				
Supra-max -survitesse -surforce	Entre 3 et 7s	1min 30s à 3 min	Semi- active	En fonction du repère constitué par la baisse d'intensité
CAPACITE (C.A.A)				
90% de l'intensité max	Entre 7s et 14-15s	Entre 3 et 8min	Active -marche -trot léger	6-8 répétitions en fonction du repère constitué par la baisse d'intensité

*La meilleure méthode pour le développement de la PAA est la méthode par répétition (court/court), (jusqu'à 20 secondes ou 150m).

*La meilleure méthode pour le développement de la CAA est la méthode par répétition (moyen/ moyen) ou la méthode par intervalles courts.

III/ ACTIONS DEVELOPPANT LE PROCESSUS ANAEROBIE LACTIQUE

La conception des exercices les plus favorables au développement de ce processus est basée encore sur les principes de développement des processus énergétiques. Ainsi serons nous amenés à établir une distinction assez nette entre les moyens utilisés pour développer la puissance de ce phénomène et ceux destinés à en améliorer la capacité.

A/ Actions ayant un effet déterminant sur le développement de la puissance anaérobie lactique (PAL)

1/ INTENSITE DE L'ACTION

Le développement de la puissance du phénomène exige que l'on effectue toujours l'action à **intensité maximale** et même, lorsque cela est possible, à **intensité supra-maximale**. Il convient donc de s'entendre sur cette notion d'intensité maximale dans le cadre d'un effort lactique.

Il s'agit, bien entendu, de **l'intensité la plus importante que le joueur parvient à soutenir pendant toute la durée de l'effort demandé**. Du fait de cette durée, l'intensité maximale est automatiquement inférieure à l'intensité absolue (par exemple, pour un effort de course, la vitesse de déplacement est inférieure à la vitesse maximale lors d'un sprint pur).

Cette remarque, valable pour toutes les activités supports susceptibles d'être employées s'étend à toutes les activités « globales » pratiquées dans le monde sportif.

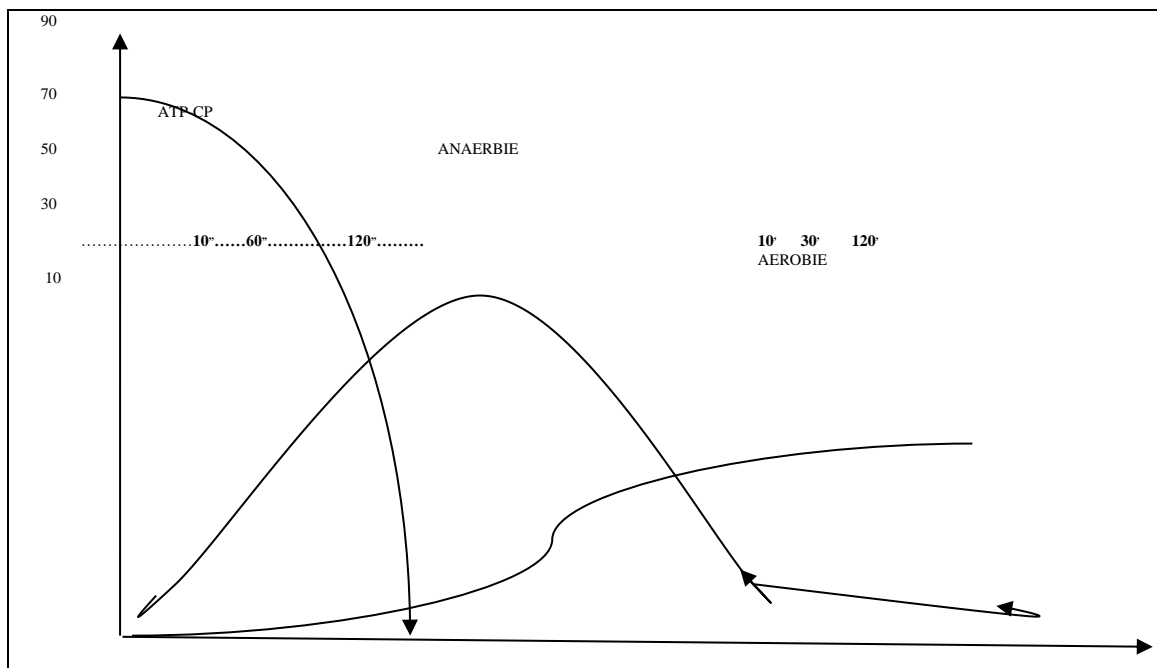
En ce qui concerne les efforts supra-maximaux, la mise en œuvre va s'avérer plus délicate. L'accession à cette intensité se fera grâce à des efforts « **fractionnés** », dans lesquels on inclura de courtes récupérations, juste suffisantes pour que le joueur produise un nouvel effort à intensité identique. La sommation de ces efforts « sur-critiques » aura un effet très favorable sur le développement de la puissance lactique.

Cependant, la logique d'un tel entraînement est de réduire de plus en plus les pauses intermédiaires pour aboutir si possible à leur suppression et obtenir un effort véritablement supra-maximal. Ainsi, un effort de 300m peut-il être fractionné en trois séquences de 100m effectuées à vitesse maximale absolue et entrecoupées de courtes pauses de deux minutes. Progressivement les pauses seront ramenées à une minute, puis à 30 secondes, pour finir par être purement supprimées. Le but est de rendre le joueur capable d'effectuer son 300m à une vitesse supérieure à celle qu'il pouvait soutenir au début de sa période d'entraînement.

2/ DUREE DE L'ACTION

La fourchette de temps préconisée pour la durée des actions de puissance lactique est comprise entre **15 et 45 secondes**. La durée minimale de durée du processus énergétique qui a précédé (alactique).

La durée maximale (45s) correspond à la valeur à partir de laquelle le phénomène lactique perd son intensité s'il est sollicité à son maximum



COURBE D'HOWALD

A l'intérieur de cette fourchette de temps, toutes les combinaisons de durée d'effort sont possibles (et même souhaitables). La plupart du temps, celles-ci s'organisent en pyramide (augmentation jusqu'à un maximum, puis diminution) ou seront en décroissance régulière (exemple : 40 s, 30s, 20s, 15s) ceci afin de conserver au travail du joueur une qualité raisonnable, même si la fatigue va en augmentant.

3/ DUREE DE LA RECUPERATION

La violence et la durée de l'effort conduisent à adopter une durée de récupération très adaptée aux caractéristiques du travail produit. Elle devra donc à la fois favoriser une restauration partielle du potentiel du joueur pour que l'intensité de l'exercice à venir reste d'un bon niveau, mais aussi autoriser l'installation d'une fatigue suffisante pour que l'organisme s'habitue à travailler en état d'acidose musculaire réelle. La nécessité de ce compromis permanent oblige à adopter des durées de récupération allant de **5 à 30min** suivant la durée du travail effectué. Logiquement, l'organisation de ces différentes durées de récupération pourra être calquée sur celle des exercices et présenter elle aussi un profil en pyramide ou en croissance et décroissance régulière.

Cependant, en fonction du niveau d'entraînement du joueur, il sera possible de jouer sur une alternance permanente des charges de travail. Ainsi, on va obtenir des enchaînements d'efforts successifs, entrecoupés de récupérations brèves (travail fractionné), ces séries étant elles-mêmes séparées par des périodes de repos plus longues. On peut alors utiliser comme base de travail des efforts brefs et intenses de type alactique, mais dont la répétition, avec une durée de récupération réduite, provoque un effet « lactique prioritaire » (exemple : 10 fois 10 secondes d'effort maximum, s'enchaînant avec des récupérations dégressives de 1min à 30 secondes).

6' correspondent au temps nécessaire dans une séance entre les fractions de 15 à 20'' d'effort.

– 20 à 30' sont nécessaires entre des efforts exhaustifs de 45''.

– 48 h peuvent être nécessaires pour récupérer d'une séance intense visant le développement de la capacité anaérobie lactique.

4/ NATURE DE LA RECUPERATION

Là encore, le compromis qu'il convient d'établir entre la qualité du travail et la nécessaire accumulation de fatigue, confère à la nature de la récupération ses caractéristiques principales. On recommande d'avoir recours à une **récupération peu active**, ne favorisant pas à l'excès les apports d'oxygène au niveau musculaire. Ainsi, la « dette d'oxygène » accumulée n'est pas remboursée trop rapidement et le joueur finit par habituer son système musculaire à travailler en état d'acidose élevée (un simple déplacement marché est souvent préconisé).

Précisons, cependant, que ce principe n'est pas toujours à prendre à la lettre, car il nécessite de la part du joueur qui s'y soumet une base de développement organique et foncière déjà très sûre. En effet, le maintien d'une fatigue permanente dans ce genre de séance est très coûteux, tant sur le plan physiologique que psychologique, et, faute d'une solide expérience dans ce domaine, il risque de déboucher sur des signes objectifs de surentraînement. Il doit donc s'adresser à des sujets experts et n'intervenir que lors de périodes bien particulières, telles les périodes précompétitives et compétitives.

Pour cela, pour les individus encore en formation, nous préférons mettre l'accent sur la qualité de travail, quitte à privilégier pour ce faire une récupération dont la durée augmente et la nature plus active (et donc plus aérobie).

5/ QUANTITE TOTALE DE TRAVAIL

C'est bien entendu le niveau de maîtrise du joueur qui va déterminer avant tout la quantité totale de travail à effectuer à l'intérieur d'une séance ou lors d'une période consacrée à ce développement. Cependant, certains repères permettent à l'entraîneur de juger objectivement s'il est nécessaire d'interrompre une séance.

L'indice externe le plus pertinent est « **l'effondrement de l'intensité** ». Si, dans ce genre de séance, il est normal que la difficulté augmente pour effectuer la même qualité de travail d'un effort à l'autre, il arrive un moment où la volante du joueur et même l'augmentation des durées de récupération ne parviennent plus à compenser l'accumulation de la fatigue. Il convient alors d'interrompre l'activité et de se consacrer à une récupération active à base d'efforts modérés de type aérobie, qui apporteront à la séance un surcroît d'efficacité.

De plus, et même pour une période consacrée au développement du processus lactique, la pratique de **deux séances par semaine** sur ce thème nous semble un maximum à ne pas dépasser. En effet, l'impact très important de ce travail en fait un outil à manier avec précaution.

Les procédures d'entraînement devront donc tenir compte de ce fait, et multiplier, comme nous le verrons, les situations motrices en état de "fatigue lactique". Un entraînement dans la zone du seuil anaérobie* serait plus efficace.

***SEUIL ANAEROBIE** : Il se situe à un niveau d'accumulation de 4mmol/l de lactate dans le sang et se caractérise par une production croissante d'énergie anaérobie et une accumulation croissante de lactate sanguin. D'après Kindermann, Simon et Keul (1978), le seuil anaérobie se situe autour de 80% de la capacité de performance maximale, et d'une fréquence cardiaque de 174 battements/min chez le sportif d'endurance. Chez les sujets normaux, le début de la brusque augmentation d'accumulation des lactates se situe vers 40 à 60 % de la capacité maximale de consommation d'oxygène et elle dépend du degré d'entraînement.

* Mieux un sportif est entraîné, plus il franchit tard le seuil anaérobie.
*Le travail dans la zone du seuil anaérobie ne peut être pratiqué que pendant une durée limitée (au maximum 45 à 60 min dans le cas de la course chez les spécialistes de l'endurance, 15 à 30 min chez les joueurs de sports collectifs).
*Un entraînement d'une telle intensité ne devrait pas être pratiqué plus de deux ou trois fois par semaine pour ménager un intervalle suffisant à la régénération des réserves de glycogène (pratiquement épuisées) dans les périodes de repos.

B/ Actions ayant un effet déterminant sur le développement de la capacité anaérobie lactique (CAL)

1/ INTENSITE DE L'ACTION

On estime que l'efficacité du développement de la capacité lactique est obtenue pour des efforts se situant entre 85 et 95% de cette intensité maximale. En dessous de 85%, le processus lactique serait insuffisamment sollicité pour permettre un réel développement lactique, tandis qu'au-dessus de 95%, la charge d'entraînement provoque des accumulations lactiques qui rendent la poursuite des répétitions trop faibles, donc inefficaces pour un réel développement de ce processus.

2/ DUREE DE L'ACTION

Sollicité à son maximum le processus lactique se sature au bout d'une durée estimée à 2 minutes ; la durée de l'effort oscillera donc entre 45 secondes et 3 ou 4 minutes selon l'intensité de l'effort. Au-delà du double du temps limite du processus, l'exercice cesse d'être prioritairement lactique pour devenir de plus en plus aérobie

3/ DUREE DE LA RECUPERATION

En général, la durée de la récupération oscille entre 2 et 8 minutes, rarement plus, car logiquement le travail de la capacité consiste à jouer sur l'enchaînement des efforts. On est fréquemment conduit à alterner des durées de récupération courtes avec des périodes plus longues, ce qui revient à donner à la séance un profil où les efforts sont répartis en séries de quelques répétitions enchaînées, entrecoupées de temps de récupération plus longs.

4/ NATURE DE LA RECUPERATION

« La fin justifie les moyens » ; puisque l'on désire favoriser les quantités de travail, on préconise le recours à des récupérations assez actives. Il faudra accélérer les procédures qui favorisent le paiement de la dette d'oxygène sans toutefois permettre une restauration complète de celle-ci.

Le travail de la capacité vise moins à prolonger la durée du processus qu'à améliorer la faculté de supporter une acidification importante. Cette faculté est essentielle dans de nombreuses activités sportives notamment les sports collectifs.

5/ QUANTITE TOTALE DE TRAVAIL

« Le respect de la qualité du travail étant l'élément prioritaire de toute conception de l'entraînement » ; il nous semble raisonnable d'interrompre la séance dès que l'athlète n'est plus capable de soutenir le pourcentage d'intensité d'effort.

L'expérience a montré qu'après une dizaine de répétitions d'effort la fatigue s'installe et la qualité de travail diminue.

nβ

- Le développement du processus lactique ne doit jamais débiter trop tôt de façon systématique, et se prête mal aux caractéristiques des enfants ou adolescents avant la fin de la puberté, il doit venir en quelque sorte conclure un développement organique et foncier harmonieux, dans lequel les processus aérobies et alactiques demeureront prioritaires.
- Compte tenu de la difficulté et de l'investissement physique et mental qu'exige le développement du processus anaérobie lactique, l'intégralité de chaque séance consacrée à ce thème sera exclusivement centrée sur cet objectif, dans un tel contexte la recherche de toute autre acquisition motrice serait illusoire.

DEVELOPPEMENT DU PROCESSUS ANAEROBIE LACTIQUE

ACTION		RECUPERATION		QUANTITE DE TRAVAIL
INTENSITE	DUREE	DUREE	NATURE	
PUISSANCE (P.A.L)				
Max, ou supra-max	Entre 15 et 45s	Entre 5 et 30 min	peu- active	En fonction de l'effondrement de l'intensité ;pas plus de 2 séances/sem
CAPACITE (C.A.L)				
85à95% de l'intensité max	Entre 45s et 3à4 min	Entre 2 et 8min	Assez active -relâchement -amplitude	Pas plus de 10 répétitions

IV/ACTIONS DEVELOPPANT LE PROCESSUS AEROBIE

Il faut reconnaître qu'aucune amélioration durable du potentiel physique d'un athlète ne peut être envisagé sans développement complet du processus aérobie, il est donc indispensable que l'entraîneur ou le préparateur physique sache maîtriser les principes de développement de la puissance et de la capacité aérobie ainsi que les moyens de leur mise en œuvre.

A/ Actions ayant un effet déterminant sur le développement de la puissance aérobie

Délai de mise en jeu

Il faut insister encore ici sur le fait que le système aérobie assure la couverture complète des besoins énergétiques de l'organisme au repos, essentiellement à partir des lipides.

En revanche, lorsque l'intensité de l'activité passe subitement du niveau de repos à un niveau « sportif », les processus aérobies ne peuvent s'adapter immédiatement aux nouvelles exigences de l'organisme, ils ont besoin d'un délai qui varie de 1' à 4' pour donner leur plein rendement. Des athlètes spécialistes des sprints longs (400 et 800 m) présentent parfois des délais inférieurs à la minute.

Puissance

De ce point de vue, le système aérobie est le moins performant. La puissance développée varie de 10 à 30 kcal.minute⁻¹. En course à pied, cette puissance d'exercice correspond à une vitesse de 24 km.h⁻¹ pour les meilleurs athlètes mondiaux.

Capacité

Elle est très importante, de l'ordre de 1 000 à 2 000 kcal pour le glycogène et de 50 000 à près de 100 000 kcal pour les lipides.

Durée d'intervention

De quelques minutes à plusieurs heures en fonction de la puissance relative de l'exercice.

– à pleine puissance : 6' en moyenne. Billat (1998) observe une grande variabilité interindividuelle du temps limite, les durées allant de 4 à 11 minutes.

– à puissance relative, dépend du pourcentage de la consommation maximale d'oxygène utilisé, par exemple 1 h à 80 % de la V_{O_2} max. pour un amateur de course sur route, 2 h à 85 % pour un spécialiste de haut niveau de marathon.

Durée de la récupération

Elle est extrêmement variable en fonction de l'intensité de la sollicitation, de quelques dizaines de secondes à plusieurs jours voire plusieurs semaines après un marathon.

Lors d'efforts intermittents, 30'' peuvent être suffisantes pour « rester dans la sollicitation » à une intensité proche de la puissance maximale. Lors d'efforts continus de longue durée ou consécutivement à une séance d'entraînement imposant une sollicitation exhaustive, 72 h sont nécessaires à la récupération.

Le problème essentiel ici est la resynthèse des réserves énergétiques.

La resynthèse complète du glycogène musculaire après un exercice d'endurance de 2 heures (Fox et Mathews 1984).

* La resynthèse complète du glycogène impose (à la différence des exercices intermittents, épuisants et de courte durée) de suivre un régime alimentaire riche en glucides pendant les deux jours de récupération. (L'expérience a montré que lorsque l'apport glucidique était nul, la resynthèse du glycogène demeurait très faible, même après plusieurs jours).

* Deux jours sont nécessaires pour la resynthèse complète du glycogène mais le processus n'est pas uniforme, 10 h suffisent pour reconstituer 60 % du stock initial.

Les facteurs de contrainte du système

Facteurs directs

Puisque ce processus est directement lié à la consommation d'oxygène, les différents éléments de la fonction respiratoire sont concernés :

- activité du système cardio-respiratoire transporteur d'oxygène qui joue sur la quantité d'hémoglobine disponible pour fixer l'oxygène et la capacité des tissus actifs à extraire l'oxygène du sang qui permet d'augmenter la différence a (quantité d'oxygène contenue dans le sang artériel) - V_{O2} (quantité d'oxygène contenue dans le sang veineux).

Au repos, 25 % seulement de l'oxygène sont utilisés (5 ml pour 20 ml d'oxygène contenus dans 100 ml de sang artériel).

Le sang veineux conserve donc 75 % d'oxygène ($a - V_{O2} = 5$) chez le sédentaire. A l'effort, la différence $a - V_{O2}$ augmente régulièrement pour atteindre 15 ml d'oxygène par 100 ml de sang (Mac Ardle 1987). Le sang artériel s'est vu privé en conséquence de 75 % de son oxygène ($a - V_{O2} = 15$). Après un entraînement adapté de 55 jours, la capacité d'extraction d'un groupe de sédentaires est passée à 17 ml d'oxygène, ce qui représente 85 % de l'oxygène artériel (la différence $a - V_{O2} = 17$).

- activité enzymatique des mitochondries.
- densité de la vascularisation qui facilite les échanges respiratoires.
- teneur en glucose et en A.G.L.

Facteurs indirects

- capacité de la thermorégulation
- la présence en plus grand nombre des fibres lentes (ST) qui sont plus aptes à utiliser l'oxygène.
- la qualité ou plutôt la spécificité de l'entraînement. L'entraînement en endurance aérobie permet d'augmenter le débit cardiaque et l'extraction d'oxygène.

La consommation maximale d'oxygène permet de synthétiser l'ensemble des limites liées à ce processus et plus particulièrement, elle définit sa puissance maximale.

3^{ème} Partie

« Méthodes d'entraînement »

I/ Les méthodes continues

Etymologiquement, un exercice continu correspond à la pratique **sans interruption** et la plus part du temps sous forme de course, nage, vélo.

La méthode continue a pour objectif primordial l'amélioration de la capacité aérobie, cette dernière étant limitée par :

- Les réserves de glycogène. Plus ces réserves sont importantes, plus la durée et l'intensité de la course pourront être importantes.
- L'activité enzymatique du métabolisme aérobie qui doit être assez important, surtout en ce qui concerne la glycolyse et la lipolyse.
- Le développement de base du système cardio-vasculaire.
- Le volume sanguin qui doit être assez important pour subvenir au travail musculaire

I.1/ La méthode continue extensive

En fonction du volume et de l'intensité de la charge d'entraînement en endurance, la méthode continue permet d'avoir des effets divers.

Les sportifs qui s'entraînent sur des volumes importants avec des intensités relativement faibles à modérées, montrent une adaptation particulière du métabolisme des graisses et une moindre adaptation à celui des hydrates de carbone ; par la combustion préférentielle des acides gras et l'économie des réserves de glycogène des fibres ST (élévation sensible de l'activité enzymatique de l'oxydation β , synonyme de dégradation des acides gras au niveau des mitochondries). Un entraînement de ce genre est particulièrement favorable pour les sportifs de longues et très longues distances (endurance de longue durée III) (**J.Weineck 1996**)

I.1.1/ Les bienfaits de la méthode continue extensive

L'importance d'une meilleure capacité de transformation des graisses permet une amélioration de l'endurance de base par les bienfaits suivants :

- ✓ Plus les mécanismes de transformation des graisses fonctionnent efficacement, plus les processus de reconstitution des phosphates énergétiques nécessaires aux actions ponctuelles explosives s'opèrent efficacement.

- ✓ Plus la capacité de récupération est développée, plus les produits de la fatigue comme l'acide lactique et l'ammoniaque accumulés dans le muscle et dans le système nerveux central s'éliminent rapidement.
- ✓ Plus la capacité de résistance aérobie est développée, plus la transformation des graisses s'opère efficacement à des intensités plus élevées.
- ✓ Plus l'endurance aérobie est développée, plus on économise les réserves d'hydrate de carbone, nécessaires dans les efforts de course prolongée.
- ✓ Augmentation des réserves de glycogène.
- ✓ Augmentation de l'activité enzymatique du métabolisme aérobie (dégradation des sucres et des graisses)
- ✓ Développement de base du système cardio-vasculaire; augmentation du volume du cœur et vascularisation améliorée des muscles au travail
- ✓ Parfois, augmentation du volume sanguin.
- ✓ Améliorer l'efficacité gestuelle, surtout à basse vitesse.
- ✓ Augmenter légèrement de la VAM (pour les débutants)
- ✓ Augmentation du niveau d'endurance
- ✓ Effet psychologique de confiance, de se sentir en forme, endurant. Renforcement de la volonté et de la ténacité. (à ne pas négliger)

I.1.2/ Les méfaits de la méthode continue extensive

La pratique d'un entraînement de l'endurance purement orienté vers la transformation des graisses n'est défendable aujourd'hui.

L'inconvénient d'un entraînement axé sur le volume avec une faible intensité réside dans le fait qu'un sportif ainsi entraîné n'est souvent pas en mesure de supporter longtemps de hautes intensités de travail musculaire, que ce soit sous la forme de changement de cadence (sprints intermédiaires), ou de sprint final.

I.2/ La méthode continue intensive

Pour obtenir par la méthode d'entraînement continu une activité du métabolisme des glucides, on utilise la méthode la méthode continue intensive qui se situe dans la zone du seuil anaérobie avec un taux de lactate d'environ 4mmol/l ce qui veut dire que chez les sportifs entraînés c'est travailler à 80% de ses moyens ou à 174battements/minute. Mieux un sportif est entraîné, plus il franchit tard le seuil anaérobie. Chez les sujets non entraînés le début de l'acidité apparaît aux environs de 40-60% de sa capacité de performance.

I.2.1/ Recommandations d'entraînement à la méthode continue intensives

Dans la pratique d'un entraînement à l'endurance suivant la méthode continue intensive il faut retenir que :

- ✓ Les courses dans la zone du seuil anaérobie ne peuvent être pratiquées que pendant une durée limitée car elles provoquent un rapide épuisement des réserves glycolytiques
 - maximum 45 à 60 min chez les spécialistes ;
 - 15 à 30 min chez les sportifs normaux
 - Pas plus de 2 à 3 fois par semaine pour les sujets très bien entraînés.
- ✓ Les courses intensives d'endurance constituent une extrême charge psychique.

I.2.2/ Les facteurs améliorés par cette méthode sont:

- Augmentation de l'efficacité de l'utilisation du glycogène
- Petite amélioration du stockage du glycogène
- Augmentation de l'activité enzymatique du métabolisme aérobie (dégradation des sucres et des graisses)

Plus concrètement, l'entraînement continu intensif permet de :

- Améliorer l'endurance aérobie (utiliser un plus haut % de VAM pendant une durée équivalente)
- Améliorer un peu la VAM
- Occasionner un grand stress physiologique en peu de temps
- Améliorer l'aptitude à tenir un effort inconfortable
- Améliorer la capacité à fournir un effort important en solo
- Améliorer l'efficacité gestuelle à vitesse cible
- Permet de se familiariser avec l'allure de compétition

En résumé on peut dire que l'entraînement continu extensif et intensif forme un continuum et que la plus grande différence entre les deux formes d'entraînement réside dans les substrats énergétiques utilisés. Au début de l'entraînement continu extensif (50-60% VAM), le corps utilise une bonne proportion de lipides comme source d'énergie, alors que vers la fin du continu intensif (85% VAM), presque seulement des glucides sont utilisés. Pour améliorer le système cardiovasculaire, il faut utiliser les deux méthodes d'entraînement, mais en privilégiant l'entraînement continu extensif, car la sollicitation psychophysique est moindre et que cela permet de travailler plus efficacement d'autres déterminants de la condition physique

dans la semaine. L'entraînement continu intensif est très approprié vers la fin de la période de préparation, lorsque l'entraînement devient plus spécifique.

I.3/ Les moyens de la méthode continue

❖ La course continue

Le principe consiste à maintenir une certaine allure jugée faible à modérée pendant toute la durée de l'exercice. L'accent est mis sur le volume de travail (durée).

❖ Le fartlek

Appelé aussi « jeu de vitesse », cette méthode se déroule en plein nature sur un parcours accidenté. Elle consiste en une course continue à une certaine allure de base entrecoupée d'accélération à des durées variables.

II/ Les méthodes fractionnées

Interval-training ou IT, intermittent et fractionné

Il y'a toujours ambiguïté sur ces trois termes pour tous les professionnels. Il y'a deux positions à statuer, soit nous partons pour dire qu'il s'agit du même travail et que ce n'est qu'une richesse de la langue, soit alors nous nous référons aux définitions étymologiques.

Famille de l'interval-training

- **Le fractionné** : Etymologiquement « fractionné » provient du mot fraction et la fraction est ce qui reste d'une division. Il faut partir de deux principes généraux, soit on divise une distance de l'effort total, soit on divise le temps total de l'effort.
- **L'interval-training** : est un travail fractionné alternant des phases de travail intense et des phases de relâchement (effort et contre effort), pas forcément aérobie. Il peut prendre différentes formes comme un effort de 2 minutes avec récupération de trois minutes.
- **L'intermittent** : est un travail fractionné aussi, dans lequel « travail, pause » est si court que la fréquence cardiaque diminue très peu.

Les exercices par interval longs

Les exercices de plus d'une minute lorsque l'effort est supérieur à 10 minutes d'où moins de répétitions, nous sommes en droit de dire que c'est du fractionné.

Les exercices par interval moyens (dit aussi intermittent)

Le fameux 30/30, 30 secondes de travail intense (105 à 130% de VMA) et 30 secondes de récupération passive, il a pour objectif principal le développement de la puissance aérobie ; on

assiste à un épuisement de la myoglobine et de la Phospho-créatine, participation importante de la glycolyse, les 30 secondes de la récupération rechargent la myoglobine et pas suffisamment la PCr, l'aérobie est surtout présent lors de la récupération.

Les exercices par interval courts ou intermittents

Les efforts de moins d'une minute à intensité très élevée (105 à 130 % de VMA), on peut avoir de 15/15, du 10/20, du 5/20, du 5/25...etc. Ce type de travail est orienté vers le développement de la puissance aérobie, de la vitesse, de la force explosive ou de la force vitesse. On retrouve l'intermittent course, l'intermittent force et l'intermittent mixte.

La méthode d'entraînement Intermittente

❖ Caractéristiques de la charge intermittente:

♦ Historique, dénomination et fonction :

Dans les années 1940, Gerschler, Reindell et Roskamm ont élaboré la méthode des efforts intermittents, qu'ils appelaient «interval-training » (**pariente, 1996**).

Dans le milieu l'athlétisme «cette procédure a été popularisée dans les années 1950 par **Zatopek**, qui répétait au cours d'une même séance jusqu'à 120 fois 400 mètres en 1min 07s, soit 86% de sa consommation maximale d'oxygène (VO₂ max) avec une récupération active de deux minutes entre chaque course» (**Billat, 1998**). Cet exercice caractérise par une alternance de temps de travail et de temps de récupération active ou passive. **Reindell et Roskamm (1959)** sont les premiers à décrire scientifiquement l'exercice intermittent. Depuis cet exercice a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs. **Balson (1995)** a rapporté dans sa thèse les différentes expressions utilisées dans la littérature scientifique (Tableau4).

Notons que ce type de travail permet de développer et de maintenir l'endurance et la capacité anaérobie. La VO₂ max d'un athlète qui évolue. Linéairement par rapport à la fréquence cardiaque (**FC**) représente le plus fidèle indice physiologique d'un travail en endurance (**Billat et al. 2000**).

Comparé à un travail continu, la charge intermittente présente de nombreux avantages même si leur co-existence semble indispensable. Ce travail intermittent présente différents caractéristiques.

Appellation	auteur
Exercice intermittent d'intensité supra maximale	Margaria al (1969)
Exercice intermittent	Saltin et Essèm (1971)
Interval – training	Fox et Matherus (1977)
Répétition maximale sprints	Wooton et Williams (1983)
Sprints multiples	Williams (1987)
Exercice intermittent supra maximal	Rieu et al (1988)
Exercice intermittent maximal	Gaitanos (1990)
Répétition brève d'exercice maximal	Brooks et al (1990)

Exercice intermittent maximal	Hamilton et al (1991)
Répétition de période de sprint	Gaitanos e al (1993)
Répétition de période d'un maximum D'exercice de durée courte	Lakamy et al (1994)
Exercice intermittent sprints	Nevill et al (1993)
Exercice intermittent intense	Bangsbo (1994)

Tableau.4 : Les auteurs termes qui ont été proposé pour définir l'intermittent de haute intensité. Balson (1995)

Terminologie de l'entraînement Intermittent

Période de travail = partie de l'entraînement qui consiste à fournir un effort physique intense pendant un certain temps

La période de travail peut être exprimée en :

- temps de travail (durée de la période de travail)
- distance (distance parcourue pendant la période de travail).

Quelle activité choisir pour la période de travail ?

- Si l'objectif est de développer les habiletés, la période de travail comporte des exercices propres à la discipline sportive.
- Si l'objectif est d'améliorer l'aptitude physique, la période de travail peut comporter des exercices qui peuvent dépendre du goût du sportif.

Période de récupération = période entre chaque période de travail

- Importance de la récupération :
 - Chaque séance ou répétition d'entraînement provoque des perturbations au niveau de l'homéostasie de l'organisme (équilibre des fonctions systémiques).
 - La récupération correspond à une période d'activité métabolique accrue par rapport au repos comme en témoigne l'augmentation du métabolisme pendant 24 à 48h après l'arrêt d'un exercice intense et prolongé.
 - Schématiquement :
 - L'exercice correspond au catabolisme.
 - La récupération est un ensemble de processus métaboliques nécessaires à la restauration de l'homéostasie de l'organisme.
 - Différents types de récupération :
 - récupération **passive** pour un exercice alactique

- récupération **active** pour un exercice lactique (l'intensité optimale est 30% de la PMA).
 - La surcompensation :
 - Les phases d'exercice et de récupération sont indispensables dans le processus de l'entraînement.
 - La phase de récupération est le fondement de la théorie de surcompensation des substrats énergétiques.
 - La durée de la période de récupération s'exprime habituellement par sa relation avec la période de travail. Ces 2 périodes définissent le rapport travail/récupération qui s'exprime de la façon suivante : 1:1/2 ; 1:1 ; 1:2 ; 1:3 ; ...

Temps de travail temps de récupération

1:1/2 indique que le temps de la période de récupération est égal à la moitié du temps de la période de travail.

1:3 indique que le temps de la période de récupération est 3 fois plus long que le temps de la période de travail → type de travail recommandé pour des périodes de travail courtes (sprint)

1:2 indique que le temps de la période de récupération est 2 fois plus long que le temps de la période de travail → recommandé pour des périodes de travail intermédiaires (résistance)

Les Séries

C'est une suite de périodes de travail et de récupération.

ex : 6 × 200m

La Fréquence = nombre de séances par semaine

Densité de la charge :

Cette notion se définit comme le rapport entre les temps de travail et les temps de récupération (W/R). Elle est à l'origine des diverses définitions attribuées au travail intermittent. **Pardet (2002)** propose quatre méthodes d'intermittents selon ce rapport (W/R) (tableau.5) et selon la vitesse maximale aérobie (VMA) relatée par **Bill et al (1996)**.

La 1^{ère} méthode est celle des efforts intermittents de longue durée : l'athlète doit effectuer une succession d'efforts supra- maximaux d'au moins trois minutes entrecoupés d'une récupération équivalente (la vitesse est supérieure de 3 Km/h à la puissance aérobie maximale, la PMA).

La 2^{ème} est celle des efforts intermittents de durée moyenne avec une vitesse supérieure de 5 Km/h et avec une récupération de 2 min 30.

La 3^{ème} méthode est celle des efforts intermittents de courte durée avec quinze secondes de travail à une vitesse supérieure de 7 Km/h à la PMA avec une récupération de 1 min 30 à 2 min.

Les deux premières méthodes semblent être difficilement réalisables. En effet **Billat et al (1994)** ont montré que le temps à VMA se situe aux alentours de quatre à huit minutes.

La dernière méthode et celle du «court - court» avec des efforts et des récupérations variant entre 10s et 3 s du type 30 secondes de travail et 30 secondes récupération (30-30).

Au niveau de la densité de la charge le rapport est intéressant, pour un 30-30 la densité serait de 1/1, on parle de charge équilibré. Elle sera identique à du 10-10 ou du 15-15. On pratique majoritairement des densités de type 1/1, 1/2 (10-20), 1/3 (15-45) ou 1/4 (1'-4').

Action		Récupération		Quantité de travail ou nombre de répétition
Intensité	durée	durée	Nature	
Puissance				
Efforts intermittents de longue durée				
PMA+3Km/h	± 3 min	3 min	active	> 6 répétition
Efforts intermittents de durée moyenne				
PMA+5Km/h	± 1 min	2min 30s	Active	>8 – 10 répétition
Efforts intermittents de courte durée				
PMA+7Km/h	15 s	1min30s- 2 min	active	> 12- 15 répétition
Le court - court				
	15s ou 30s	15s ou 30s	active	2 à 3 séquences et > 10 min dans la même séance

Tableau.5 : Les caractéristiques des actions permettant le développement du processus aérobie ; Pradet (2002).

♦ Types de récupération en fonction du temps de travail :

Au cours du travail intermittent nous constatons de récupération active et passive. La récupération active s'établit à une allure inférieure à 60% de la VO₂ max (**billat et al, 1996**). Elle permet notamment une hausse de l'irrigation sanguine utile pour l'évacuation des déchets métaboliques. Les récupérations passives quant à elle, consiste à être totalement inactif. Le choix d'une récupération active plutôt que passive s'explique par le fait qu'elle induit une accumulation de lactate moindre et surtout l'athlète maintient la VO₂ max à un niveau plus élevé. Quand la récupération est passive, les muscles sollicités vont être plus fatigués. En fait, le choix d'une récupération active ou passive dépendra du temps de travail, de l'intensité de travail et des objectifs d'entraînement.

Les instructions de l'entraînement par intervalle

Les instructions fournissent les informations relatives à une séance d'entraînement.

Elles indiquent :

- le **nombre de séries**

- le **nombre de répétitions**
- la **distance et la durée de la période de travail**
- le **temps de récupération** + type de récupération

ex : série 1 = 6 × 200m, 0.33, 1.39

temps de travail (33'') temps de récupération (1'39) (rapport = 1:3)

Les variables de l'entraînement par intervalle

Le principe de surcharge s'applique à l'entraînement par intervalle par la manipulation de 5 variables :

- l'intensité, la distance et le temps de la phase de travail
- le nombre de répétitions pendant chaque séance
- la durée des périodes de récupération
- le type d'activité réalisée pendant la période de récupération
- la fréquence des entraînements par semaine.

- Manipulation des variables :

- Il faut connaître le système d'énergie dominant dans la discipline (se référer à des tableaux ou l'approcher à partir de la performance exprimée en temps).
- Selon le système d'énergie à développer, la période de travail peut être :
 - de longue durée et d'intensité faible
 - de durée moyenne et d'intensité modérée
 - de courte durée et d'intensité élevée.

La durée et le type d'activités de la période de récupération

La durée de récupération

La FC est un bon indicateur de la récupération (la prendre pendant 6 à 10s à la fin de chaque période de travail, et juste avant une série ou une répétition).

Cependant :

- la FC n'est pas toujours facilement mesurable
- la FC est influençable par les conditions d'environnement.

On peut définir le temps de récupération à partir du temps de travail (rapport travail/récupération).

- Type d'activité de la période de récupération :

- la récupération passive : marche lente
- la récupération active : exercices légers, footing.

Le choix de la récupération dépend de certains objectifs :

- Si les programmes d'entraînement sont destinés à améliorer le système d'énergie alactique (ATP, CP), la récupération sera passive car il n'y a pas de catabolites à oxyder, l'ATP et la CP peuvent être réutilisés plusieurs fois.
- Si les programmes d'entraînement sont destinés à améliorer le système d'énergie à dominante glycolytique (catabolite = acide lactique), la récupération sera active pour permettre l'oxydation de l'acide lactique.

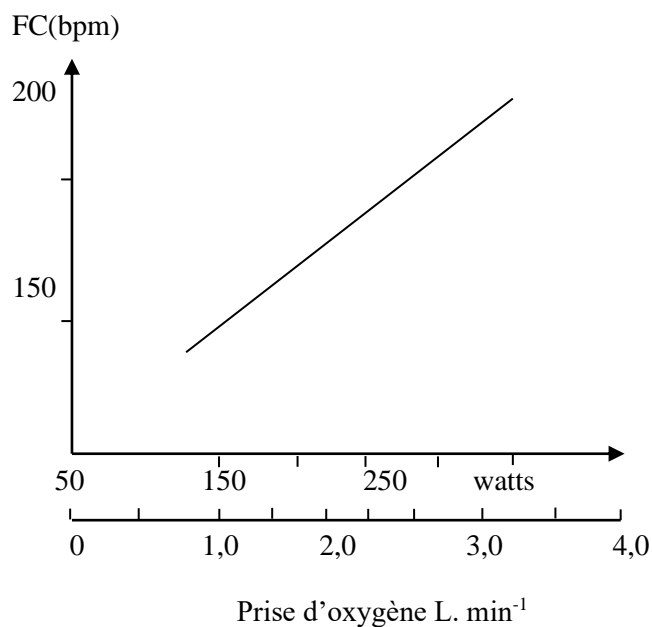


Figure3 : Relation linéaire directe entre la fréquence cardiaque et l'absorption d'oxygène avec l'accroissement de l'intensité de l'effort sur un vélo ergomètre (Astrand et Rodahl, 1986)

Intérêt de la méthode d'entraînement intermittente

Approche bioénergétique

On attribue les améliorations de la performance lors des 100 dernières années :

- au développement technologique (équipements, matériel, ...)
- au développement des méthodes d'entraînement + à la professionnalisation de plus en plus grande).

Pour comprendre l'intérêt de l'entraînement intermittent, il faut étudier les interactions entre le système de production d'énergie et les processus de développement de la fatigue.

- Production de l'énergie et développement de la fatigue au cours d'un travail intermittent :

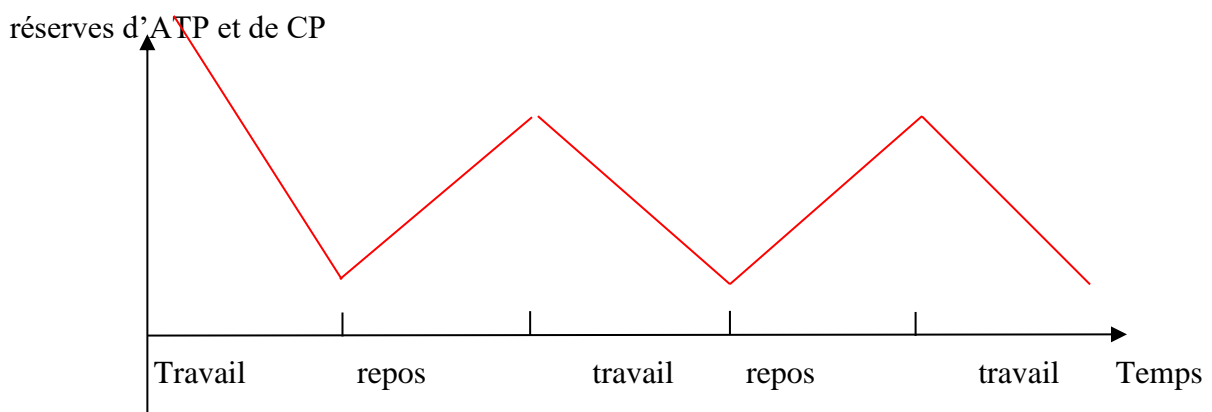
L'interaction entre les systèmes ATP + CP et glycolyse diffère selon la nature de l'exercice (le système aérobie ne pose pas de problème car il ne produit pas de catabolites et la quantité d'énergie est quasi-inépuisable).

Dans le travail intermittent, l'énergie en provenance de la glycolyse est moindre ; l'énergie provient essentiellement des composés phosphorés (ATP et CP).

Une partie importante des composés phosphorés est épuisée lors de l'exercice intermittent ; la participation de la glycolyse est moindre.

La récupération permet :

- la **resynthèse de l'ATP et de la CP** (reconstitution complète en 3 à 5')
 - *Schéma* : Au cours des périodes de repos d'un exercice intermittent, une partie des réserves musculaires d'ATP et de CP qui ont été épuisées durant les périodes de travail est restaurée par le système aérobie (d'après Fox et Matthews).



- le **remboursement d'une partie de la dette en oxygène**
- la **restauration d'une partie des réserves de l'O₂ de la myoglobine**
- une **moindre accumulation de lactates** (donc moins de fatigue).

Les réserves de composés phosphorés et d'O₂ reconstituées peuvent fournir à nouveau de l'énergie pour l'exercice suivant.

L'exercice intermittent permet :

- de faire des **économies de fatigue**
- de transférer les économies de fatigue en **augmentation de travail produit** (par rapport à la méthode en continu).

Pour une même concentration de lactates, l'exercice intermittent fournit une intensité 2,5 fois supérieure à l'exercice en continu.

Dans le cadre d'un travail continu, l'ATP et la CP sont rapidement épuisés et ne peuvent être reconstituées complètement avant la fin de l'exercice.

L'énergie nécessaire provient de la glycolyse → accumulation rapide de la concentration de lactate (→ augmentation de l'acidose → baisse du pH → perturbation des propriétés contractiles → baisse de la vitesse de contraction), plus de fatigue et limitation de l'effort.

♦ Les intérêts de l'exercice intermittent par rapport au travail continu :

« Le temps total couru spécifiquement à VO_2 max et de façon fractionnée selon la modalité standard (répétition de 2 min) ou individualisée (les répétitions sont égales à la moitié du temps limite à la vitesse de VO_2 max) et 2,5 fois celui du temps limite continu à la vitesse de NO_2 max » (**Billat et al, 1996**). De plus, l'intermittent permet :

- De retarder l'apparition de la fatigue.
- Une récupération plus courte entre les séances.
- Une hausse possible des capacités tampons du muscle.
- Une sollicitation de toutes les fibres avec une utilisation de l'oxygène des myoglobines et des hémoglobines.
- Une sollicitation de la glycolyse anaérobie moindre, donc une économie d'utilisation des stocks de glycogène et de ce fait une accumulation de lactate moins importante.
- L'utilisation d'exercices intermittents de courte durée tels que le 5 -20, le 10 - 10 et le 15-15 permettraient de développer la capacité anaérobie des athlètes (**Billat, 1998**).

II.2.5/ Bases physiologiques de l'entraînement intermittent :

II.2.5.1/ Effets d'exercice intermittent sur la fréquence cardiaque (FC) :

Lors d'un exercice intermittent, l'évolution de la FC est différente de celle obtenue durant un travail continu (**Gacon in cometti, 2002**). Pour un travail intermittent, nous observons que la FC atteint des pics plus élevés comparés au travail continu. L'intermittent est bel et bien un travail d'endurance. La FC représente parfaitement un individu travaillant en filière aérobie car elle évolue linéairement à la VO_2 pour des exercices longs. Cependant, FC max ne correspond pas obligatoirement à VO_2 max (**Dupont et al, 1999**).

♦ Les métabolismes du travail intermittent :

Le travail intermittent est une sollicitation mixte anaérobie et aérobie (**Thibault, 1996 ; Gaitunos et al, 1993 ; lacour et al, 1992 ; chritensen et al, 1960**).

II.2.5.2/ Le métabolisme anaérobie :

La part de la participation du métabolisme anaérobie à la fourniture énergétique dépend de l'intensité de travail. Lors de toutes les premières secondes de l'exercice intermittent, la phosphocréatine (PC) est utilisée. Le reste de l'énergie anaérobie est délivré par la glycolyse anaérobie menant à une formation de lactate peu importante, compte tenu de la courte durée de ces exercices intermittents. (**Balsom, 1995**). De plus le lactate formé va être métabolisé durant les temps de récupération.

Gaitanos et al (1993) ont montré qu'avec dix répétitions de six secondes de sprint maximal et une récupération passive de trente secondes, ou delà du premier temps de travail, l'énergie requise pour conserver un rendement de puissance moyenne a été générée par une contribution égale de la dégradation de PC et de la glycolyse anaérobie. Durant des courtes périodes de travail très intensif, majorité de l'énergie nécessaire pour la contraction musculaire est fournie de façon anaérobie par la rupture de liaison PC et la glycolyse anaérobie (**Boobis et al, 1982**) la rupture de la PC étant plus rapide que le mécanisme de la glycolyse.

II.2.5.3/ Le métabolisme aérobie :

Kristensen et al (1960) relatent qu'une part d'énergie à la contraction du muscle proviendrait des réserves de ce métabolisme (O_2). Bien que, lors d'un exercice intermittent les réserves de l'organisme en oxygène ne soient pas importantes cette molécule est fortement sollicitée passé un délai temporel. L'oxygène est limité dans le muscle ou il se lie à la myoglobine et dans le sang à l'hémoglobine. **Astrand et al (1960)** notent 2 m mol d' O_2 /kg durant les phases initiales de l'exercice. La myoglobine est une protéine qui ressemble à celle de l'hémoglobine et qui constitue une réserve d'oxygène, tout en permettant de transporter l'oxygène du sang vers les mitochondries des cellules musculaires (**Fox et Mathew, 1981**). L'oxygène dissous dans les muscles constitue une source d'énergie directement utilisée dès le départ de l'exercice intermittent. L'activité aérobie va donc permettre d'élever la proportion de l'utilisation des PC (**Balsom, 1995**) et permettra de réduire la production de lactate.

Pour un exercice de dix répétitions de six secondes de temps de travail à intensité maximale, ce métabolisme aérobie participe à 20% de la fourniture de l'énergie totale (**Balsom, 1995**). Durant la récupération de ces exercices intermittents de haute intensité, l'adénosine - tri - phosphate (ATP) va être régénérée exclusivement par le métabolisme aérobie (**Hariss et al, 1975**). Il y a une relation entre la réserve d'oxygène dans le muscle et le pourcentage de PC resynthétiser durant la récupération. Une hausse du pourcentage de PC resynthétisé sera plus grande pour les fibres lentes (ST) que pour les fibres rapides (FT) (**Balsom, 1995**). En effet, les ST présentent une capillarisation plus importante, une forte

teneur de myoglobine, une richesse en glycogène et en mitochondries renfermant les enzymes aérobies utilisées préférentiellement par le métabolisme aérobie.

II.3/ Méthodologie de l'entraînement intermittent:

Sachant qu'un exercice intermittent s'effectue par rapport à la VMA, l'entraîneur doit connaître la VMA de ses athlètes. Cependant il existe une différence notable entre VMA en ligne et VMA navette (**Cazorlo et Liger, 1993**). Un test VMA en ligne tel que le Leger-Boucher (1980) relèverait une VMA utile pour l'établissement d'intermittent- ligne contrairement aux intermittent en navette qui devraient utiliser une VMA issue d'un test intermittent navette. Or ce type de test n'est pas encore validé. Toutefois, les différents tests proposés par Bangabo (1994) : yo - yo intermittent endurance test et yo - yo intermittent recovery test permettent d'évaluer et apprécier la capacité des athlètes et à récupérer entre ces types d'effort (**Krustrup et al, 2003a ; Krustrup et al, 2003b**).

La VMA étant connue, pouvons appliquer un intermittent en choisissant minutieusement ses caractéristiques (voir tableau.6). Reindell et Roskamm (1959) attribuent à la période d'exercice intense faisant référence à certaines réalités physiologiques. Ces réalités sont notamment : définir la filière métabolique prédominante et établir le programme d'entraînement le plus efficace. En prenant conscience de ces règles nous pourrions utiliser ces principes pour déterminer : les caractéristiques de temps de travail et des temps de récupération, la densité de la charge, la nature du travail, la forme du travail et le nombre de répétition et de séries.

Cependant, les caractéristiques de ces exercices doivent être combinées pour qu'il y ait des effets sur les athlètes qui devraient aussi modifier leur habitude (**Berg, 2003**). «Lorsque l'intensité est supérieure à la VO₂ max, les marqueurs aérobie et anaérobie peuvent être améliorés, alors que les intensités sont inférieures à la VMA, seuls les marqueurs aérobie peuvent être améliorés». (**Dupont, 2004**).

Exercice intermittent	Intensité (en% de VMA)	Type de récupération	Nombre et durée des blocs (en minutes)	Nombre de temps de travail	Nombre de temps de récupération	Distance utilisée pour intermittent navette
30 – 30	100% 105% et 110%	Active (50% de la VMA)	1*11'30	(1bloc×1) 12	(1bloc-1) 11	42m
15 – 15	105%, 110% et 115%	passive	1*9'45	(1bloc×2) 20	(1bloc-1) 19	30m
10 – 10	110%, 115% et 120%	passive	1*6'50	(1bloc×3) 21	(1bloc-1) 20	21m

Tableau.6 : Caractéristiques des principaux exercices intermittents en football

II.4/ Les principaux moyens du suivi du travail intermittent :

La PC, le lactate, la VO₂ et la FC permettent de caractériser l'intermittent. Généralement nous contrôlons l'activité des joueurs des sports collectifs grâce à différents moyens.

II.4.1/ La VO₂ max :

La VO₂ max représente l'efficacité du système respiratoire à extraire l'oxygène de l'air ambiant, l'efficacité du système circulatoire à transporter cet oxygène jusqu'à la cellule musculaire, l'efficacité du système cardiaque à réguler la circulation et enfin l'efficacité à utiliser cet oxygène (**Billat, 1998**). Cette mesure s'effectue au moyen de différents appareils : **Le sac de Douglas, le K4 simple (Cosmed K4 b², Rome, Italie) ou encore la K4 GPS**. La VO₂ constitue un moyen pertinent pour le suivi et le contrôle de l'activité des athlètes lors d'un travail en endurance et donc lors d'un travail intermittent. Pour être à 100% de VO₂ max l'athlète n'est pas obligé d'atteindre la VMA (**Demarie et al, 2000**). De même, malgré la relation linéaire entre VO₂ et FC, la FC max ne correspond pas toujours à VO₂ max, (**Dupont et al, 1999**). Plus l'athlète arrive à maintenir sa VO₂ max lors d'un exercice, plus les augmentations de VO₂ max seront importantes (**Dupont, 2004**). Après un exercice, la VO₂ max reste élevée pendant plusieurs heures (**Dupont, 2004**). La consommation d'oxygène en excès post exercice, composée de deux phases selon Bahr (**1992**) : une phase initiale et une phase secondaire. La première peut durer 60 min alors que la deuxième dure plusieurs minutes au-delà cette phase initiale.

Toutefois, la VO₂ max d'un sujet ne peut pas être comparée à celle d'un autre sujet uniquement si elle est exprimée en ml/kg/min. en effet, différents travaux scientifiques relatent le fait important que la VO₂ max est dépendante de la section transversale de l'aorte, elle-même proportionnelle à la surface corporelle. (**Chamari et al, 2001 ; Wisloff et al, 1998 et Bergh et al, 1991**). De ce fait la VO₂ max exprimée en ml/kg/min ne semble pas traduire la capacité réelle des athlètes.

II.4.2/ La fréquence cardiaque maximale (FC max) :

Chaque athlète se doit de connaître sa FC max. Un test triangulaire en laboratoire permet de l'évaluer. Lors d'un intermittent le pourcentage de FC max permet d'évaluer individuellement l'intensité de l'exercice. Cependant, elle ne présente pas un grand intérêt pour une comparaison inter - individuelle. La FC présente une évolution propre à chaque individu rendant de ses activités et de son état psychologique et/ou physiologique. De plus, l'étude des différentes ondes permettrait d'analyser la variabilité cardiaque afin de rendre compte de l'état de forme d'un sujet.

II.4.3) La fréquence cardiaque de réserve (FCres) :

Sachant que la FC varie individuellement à une charge de travail, on doit prendre en compte la charge circulaire : la FCr décrite **Karvonen et al (1957)** correspondant à la différence entre la FC max de repos et la fréquence moyenne enregistrée. On peut en déduire le pourcentage de la FCr afin de comparer des individus aux caractéristiques de FC max et de FC repos différentes (**Le goll, 2002**).

$$\%FC \text{ réserve} = \frac{FC \text{ moyenne enregistrée} - FC \text{ repos}}{FC \text{ max} - FC \text{ repos}} \times 100$$

♦ La fréquence cardiaque de repos (FCr) :

La FC repos correspond à l'analyse de la FC minimale du joueur. Elle doit toujours être prise dans les mêmes conditions. Une différence notable de la FC de repos pourrait indiquer un déséquilibre hormonal. L'analyse de FC repos permet d'observer l'état physiologique, physique et psychologique dans lequel se trouve le footballeur à un moment donné. Certains staffs effectuent des prises de FC de repos chaque semaine afin de comparer l'évolution. Elle s'effectue dans des conditions qui doivent être standardisées : mettre les joueurs couchés sur un tapis, les yeux fermés, dans un milieu calme, durant une période de dix minutes. La valeur la plus basse correspondra à la FC de repos.

♦ La fréquence cardiaque moyenne au cours de l'exercice :

Elle prend en compte l'évolution de la FC durant tout l'exercice. Elle est adaptée aux exercices de longue durée. Malgré le fait qu'elle varie individuellement en fonction des différents événements qui affectent les joueurs, elle peut permettre la comparaison d'un même athlète sur les différents intermittents. Elle peut être mesurée au moyen d'un cardiofréquencemètre.

♦ La cinétique de la récupération de la fréquence cardiaque post – exercice

Durant les cinq minutes qui suivent chaque exercice on peut continuer à relever la FC. Ces éléments permettent d'analyser la capacité de récupération de l'athlète au niveau de la composante centrale. L'indice technique de récupération (ITR) de **Gacon**, correspondant au nombre de battement récupérés par minute permettrait d'analyser cette capacité de récupération. **Pierpont et al, (2000), Shetler et al, (2001)** ont validé la cinétique de la FC post-exercice durant les premières minutes après l'exercice. Dans cette optique d'analyse, les joueurs doivent à la fois rester debout, ne pas pencher, ne pas s'étirer, ne pas s'hydrater et ne pas s'alimenter. Toutes ces indications permettent d'éviter une accélération de processus de récupération. Lors la première minute de récupération, une valeur inférieure à 20 battements perdus constitue un sujet récupérant mal après un exercice sous-maximal (**Pierpon et al, 2000**).

III/ Les méthodes répétitives

Cette méthode consiste en la répétition d'une distance choisie qui, après récupération complète, est courue à vitesse maximale. Cela vaut aussi bien pour l'entraînement de l'endurance vitesse que de l'entraînement de courtes, moyennes ou longues durées. Compte tenu de l'intensité élevée, le nombre de répétitions sera faible.

Le problème réside dans la détermination du temps de repos après chaque répétition, qui dépend beaucoup de la nature de la charge ou de la charge préalable.

Pour une charge de haute intensité d'une durée de quelques secondes, la pause est elle aussi brève (une à deux minutes). Par contre, pour une charge de travail maximale de deux à trois minutes, la pause est nettement plus longue (15 à 30 minutes).

Il ne peut y avoir de classification normative des pauses valable pour toutes les disciplines, car chaque discipline induit des phénomènes de fatigue différents.

On ne peut parler de méthode répétitive que dans le cas où la pause est complète pour éviter l'accumulation de la fatigue.

III.1/ Les effets physiologiques de la méthode répétitive

Avec cette méthode, le fait de reproduire plusieurs fois ce cycle efforts/repos complets, harmonise tous les mécanismes de régulations de l'organisme. Toutes les fonctions qui contribuent à l'effort : la fonction musculaire, la fonction respiratoire, la fonction hormonale, la fonction nerveuse ... se coordonnent plusieurs fois ensemble un peu comme on accorde un piano afin qu'il sonne mieux.

IV/ Les méthodes intégrées

IV.1/ Le concept d'intégration

IV.1.1/ Tentative de définition :

Le concept d'intégration est synonyme d'adaptation, de conformité aux lois et règles d'une communauté ; dans notre cas, il est synonyme d'amélioration des qualités physiques au travers de la motricité de l'activité pratiquée.

Il s'agit de faire la différence entre la préparation purement athlétique (certes elle aussi importante pour faire progresser l'individu) et la préparation « spécifique » qui va permettre l'amélioration des qualités spécifiques que doit posséder l'athlète ou le joueur.

Intégrer l'activité, c'est aussi pouvoir s'entraîner dans les mêmes conditions et exigences de la discipline (dans le cas du football, du fait que ce sont deux équipes qui s'affrontent, c'est donc un rapport de force qui exige qu'on s'entraîne en opposition, donc inclure les duels).

Examinons ce concept d'intégration au travers d'un exemple de course de vitesse en athlétisme et en football

En athlétisme la course est une habileté fermée où l'on améliore les aspects biomécaniques et moteurs.

En football par contre, on ajoutera :

- la dimension « technique individuelle » de maîtrise où l'on assistera à une foulée spécifique avec une montée des genoux différente à celle de l'athlétisme. Cette foulée est en relation directe avec les habitudes motrices du football (conduite de balle) ;

- une dimension perceptivo-motrice, donc tactique collective avec des partenaires, face à un adversaire, et avec des situations en perpétuel changement (habileté ouverte).

IV.1.2/ La préparation physique intégrée

Il s'agit de l'organisation de la préparation tant individuelle que collective d'un athlète ou d'un groupe de joueurs (équipe), en prenant en compte *les données spécifiques de (des) athlètes et les influences réciproques des différentes séances d'entraînement par rapport au profil de la discipline et sa logique* aux moyens de choix stratégiques et hiérarchisés d'acquisitions.

IV.3/ Paramètres de l'organisation de la préparation physique intégrée en général

IV.3.1/ Analyse de l'activité

Pour mieux appréhender la préparation physique d'un athlète (une équipe), il est utile pour un entraîneur ou un préparateur physique de faire une analyse des paramètres les plus stables et les plus consistants pour entreprendre une stratégie d'entraînement.

IV.3.1.1/ Type d'effort privilégié

Au premier plan des éléments déterminants de l'activité pratiquée figurent les exigences énergétiques qui lui sont propres. Connaître les types d'efforts les plus fréquemment mis en jeu durant la pratique conduit à établir des priorités dans l'acquisition de telle ou telle qualité physique et permet ainsi de concevoir l'entraînement selon ces exigences en priorité.

On peut définir aisément et avec précision la nature de l'effort mis en jeu chez un coureur ou un nageur, mieux encore d'un coureur de vitesse ou d'endurance ; ce qui n'est pas le cas dans la plupart des sports collectifs qui posent d'abord le problème d'intermittence entre les efforts (courtes périodes de grande intensité entrecoupées par de plus longues périodes de récupération), ensuite le problème parallèle du poste occupé et du niveau de pratique ; en effet, suivant que l'on est gardien de but, avant-centre ou milieu de terrain, d'où une différence d'efforts accomplis.

Dans le monde de l'entraînement on s'oriente de plus en plus vers une analyse en situation des dépenses énergétiques et des filières privilégiées et-ce de la façon la plus individuelle possible.

IV.3.1.2/Choix techniques envisagés

Dans certains sports individuels ou collectifs la préparation physique est orientée et élaborée selon le choix technico-tactique envisagé par l'entraîneur et l'équipe en général.

Le préparateur physique ou l'entraîneur, la plupart du temps, sa démarche envisage ces exigences et en déduit une stratégie de développement des qualités physiques requise.

Ainsi, le poste attribué, en sports collectifs, amènera l'entraîneur à lui proposer, en plus du travail général du groupe, une préparation physique en fonction des qualités spécifiques alors nécessaires : accentuation du travail de renforcement musculaires, ou encore d'une filière

énergétique, développement de certaines qualités d'adresse ou d'endurance suivant que l'approche choisie est plus technique ou foncière.

IV.3.1.3/ Analyse du système de compétition

Les différentes activités sportives obéissent à des logiques extrêmement variées, certaines s'articulent autour d'un calendrier annuel comportant seulement une période assez courte de compétition importante, nécessitant un état de forme optimal que pour une durée réduite et identifiée à l'avance (majorité des sports individuels du type athlétisme, natation, aviron etc.), ici l'entraînement sera structuré sur le modèle d'une organisation à long terme, où toutes les acquisitions successives vont être pensées pour aboutir à l'émergence de « l'état de forme » au jour J.

Pour d'autres activités au contraire, la notion de « période de pointe » est beaucoup moins évidente ; ainsi tous les sports organisés sur le modèle championnat, dans lesquels le résultat final est la somme de tous les résultats intermédiaires obtenus sur l'ensemble de l'année, relèvent d'un traitement bien différent. Dans ce type d'organisation il est en effet difficile, voire impossible de penser le système d'entraînement en termes de progressivité stricte, car la succession des échéances ne nécessite pas de maintenir en permanence le potentiel physique à un niveau élevé.

Elle nécessite, par contre une reprise anticipée de la période d'entraînement pour que, dès le début des compétitions, le niveau de préparation physique soit satisfaisant.

Mais même dans ce cas, il convient de déterminer la ou les périodes décisives du calendrier (celles des équipes les plus fortes) pour organiser des « montées en forme » plus intenses permettant de répondre à ces exigences particulières. Là encore, le niveau d'expertise influence considérablement les choix. Les objectifs étant très dépendant des ambitions manifestées, on peut être amené à intensifier la période initiale d'entraînement si l'on espère une qualification immédiate ou, au contraire la retarder pour atteindre la forme idéale à des stades ultérieurs.

L'entraîneur ou le préparateur physique doit avoir connaissance de toutes ces données, sans lesquelles, il risque de mettre en œuvre une stratégie totalement inadéquate.

IV.3.1.4/ Objectifs choisis à court et à long terme

De la même logique, en tenant compte des paramètres bien souvent évoqués, il est indispensable d'aboutir à une claire perception des objectifs privilégiés à court, moyen ou long terme, pour organiser une structure plus macroscopique de la préparation physique. Autrement dit, il faut déterminer précocement le plan de carrière du sportif pour pouvoir dégager une priorité dans les acquisitions à développer.

L'entraîneur ou le préparateur physique est donc amené à établir une hiérarchie précise des qualités à travailler et des moyens à employer pour favoriser l'épanouissement de l'athlète et l'émergence effective de son potentiel physique. Il peut ainsi décider ou conseiller de retarder l'apparition d'un niveau de pratique qui pourrait être atteint plus précocement, pour se donner

le temps de stabiliser des acquisitions physiques encore imparfaites. Ce faisant, il ménage les possibilités ultérieures de progression et lutte contre les effets pervers d'une spécialisation trop précoce, dont on connaît les limites.

D'ailleurs, parmi tous les rôles que l'entraîneur doit jouer, la prévention des blessures et le maintien de l'intégrité physique des athlètes.

IV.3.2/ Analyse des ressources de l'athlète

Les informations citées auparavant doivent être croisées avec le potentiel physique de l'athlète. Pour se faire l'entraîneur ou le préparateur physique doit au préalable faire les évaluations suivantes :

IV.3.2.1/ Evaluation des qualités physiques

Cela implique de dresser l'inventaire du potentiel de l'athlète dans les trois grands secteurs de sa motricité : l'endurance, la puissance et l'adresse.

IV.3.2.2/ Evaluation des qualités technico-tactiques

L'entraîneur doit compléter ses connaissances sur le potentiel physique de l'athlète par un bilan d'information sur le potentiel technique de cet athlète par le biais du carnet de suivi de cet athlète :

- Auprès des responsables, notamment sur son niveau d'expertise et ses possibilités d'évolution pour pouvoir le confronter avec l'engagement énergétique de la pratique de cet athlète. En d'autres termes il doit voir son « degré d'efficacité » sous l'angle des contraintes physiques.
- Ses observations propres, après avoir analysé la marge de progression technico-tactique en se plaçant sous l'angle des qualités physiques (car il est fréquent que des stagnations techniques soient dues à des faiblesses physiques et que leur amélioration peut susciter une nouvelle progression).
- Enfin il faut veiller à prendre en considération l'opinion de l'intéressé : l'athlète lui-même.

C'est donc du recoupement de la confrontation de tous les points de vue de l'équipe d'entraînement que devra émerger l'estimation de la valeur technico-tactique de l'athlète.

V/ La conception de la formation du joueur dans le cadre de l'entraînement intégré

V.1/ Conception traditionnelle de l'entraînement

Les facteurs de la performance à savoir :

- ✓ Les facteurs informationnels : perception, analyse etc.
- ✓ Les facteurs psychologiques et affectifs : motivation, gestion du stress.

- ✓ Les facteurs psychomoteurs : réalisation de gestes techniques.
- ✓ Les facteurs psycho-sociaux : relations affectives, environnement.
- ✓ Les facteurs biologiques : production de l'énergie et de l'effort.

Dans la conception traditionnelle de l'entraînement on se contentait de l'addition de ces composantes en découpant le jeu en différentes parties (athlétique, technique, tactique et mental) lesquelles parties sont encore divisées :

- ✓ Au plan technique : conduite, contrôle, tir, dribble etc.
- ✓ Au plan tactique : organisation défensive ; offensive
- ✓ Au plan athlétique : endurance, force, vitesse etc.
- ✓ Au plan psychique : causerie d'avant match et après match.

Toutes ces parties sont traditionnellement travaillées séparément, et finalement il n'y a que peu de relation avec la réalité du jeu, la pratique est simplifiée à l'excès de telle sorte qu'elle perd toute sa spécificité générée par le jeu.

Il s'agit de la décomposition de la complexité du jeu en « techniques » supposées plus assimilables, ce qui conduit l'entraîneur à privilégier des « montages techniques » au détriment d'une véritable formation individuelle et collective du joueur.

Dans l'entraînement traditionnel (qui persiste à exister malheureusement chez nous), les qualités issues du jeu ont tendance à être délaissées au profit des qualités physiques souvent rentables immédiatement ; force est de constater que la dimension tactique ne semble pas avoir une place prépondérante dans l'entraînement.

Les travaux de Mahlo (1974), Theodorescu (1977), DeLeplace (1979) s'opposent à la thèse que la tactique est souvent considérée comme une sorte de « don » ou comme la résultante des capacités techniques et athlétiques.

Ces travaux mettent en évidence que l'apprentissage des actions collectives se révèle possible et ne seraient donc pas exclusivement dû aux facteurs de maturation, il y aurait une interaction entre :

- ✓ Les facteurs internes (maturation)
- ✓ Les facteurs externes (contenus d'enseignement) qui rendraient possibles des apprentissages précoces.
- ✓ La nécessité de commencer la formation tactique aussitôt que possible
- ✓ La nécessité d'associer le plus étroitement possible les connaissances tactiques à l'enseignement de la technique.

La pratique du jeu à une dimension a montré ses limites et ne devrait pas persister plus longtemps.

Le football de demain doit se jouer autant avec la tête (perception-analyse- décision) qu'avec les pieds, enfin un jeu plus intelligent, rapide et spectaculaire.

V.2/ Termes connexes

V.2.1/ L'entraînement modelé

Ce type d'entraînement essaie de reproduire au cours de la séance l'environnement que le joueur et l'équipe rencontrent en compétition. Cette méthode consiste surtout à intégrer dans l'entraînement un ensemble de tensions (psychologiques et tactique) afin de reproduire le plus finement possible les caractéristiques ou conditions de jeu complexes auxquelles le joueur sera confronté lors du match de compétition.

V.2.2/ L'entraînement activé

Cette forme d'entraînement a pour objectif principal de créer au cours de situations d'entraînement une intensité proche de celle de la compétition afin d'obtenir de la part des joueurs la rapidité de perception (perception sélective) et la rapidité d'exécution indispensable au cours de la compétition. Le jeu contre une opposition déterminée et organisée (entraînement modelé), le travail technique en situation de fatigue, l'évolution en infériorité numérique des attaquants face aux défenseurs constituent autant de moyens pédagogiques qui favorisent l'adaptation du joueur à la situation de compétition ; si les joueurs les travaillent et répètent à l'entraînement dans les conditions de la compétition c'est-à-dire limités dans le temps.

V.2.3/ Vers l'entraînement global et synthétique

L'entraîneur de la sélection brésilienne championne du monde 1994, Carlos Alberto Carreira prédit la nécessité d' « une amélioration technique de joueurs bénéficiant de moins en moins d'espace, du maintien de spécialistes capables de créativité » et l'obligation d' « intégrer » la condition mentale et psychique à côté du physique dans l'entraînement afin de mieux préparer le footballeur de demain et de leur permettre de résister à toutes les contraintes et pressions.

L'entraînement, s'il est préparatoire à la compétition se doit d'intégrer l'ensemble des composantes requises pour l'engagement compétitif de haut niveau. Il incombe à l'entraîneur de développer au cours des séances d'entraînement les capacités physiques, les habiletés techniques et tactiques et les aptitudes psychologiques de ses joueurs. L'entraînement global prend en compte tous les facteurs de la performance individuelle et collective. Il les intègre dans une perspective unitaire tout en escomptant des bénéfices prioritaires selon les objectifs programmés. Son action consiste à intégrer toutes ces variables au sein d'exercices ou situations qui de ce fait deviennent :

- Bi- dimensionnelles (athlétique/psychologique), mais surtout
- Multidimensionnelles (athlétique/psychologiques/technique et tactique)

Dans ces propos nous retrouvons une justification opportune aux travaux qui militent pour la construction de projets d'entraînement total et intégré, qui prenne en considération l'interaction des différents facteurs intervenant dans la performance et donne à la tactique une place prépondérante dans l'entraînement.

Nous pensons qu'il est temps que les techniciens redéfinissent les contours d'une nouvelle approche de l'entraînement à partir de trois courants complémentaires :

- ✓ Le premier concerne la nécessité d'utiliser un modèle d'interaction restituant la composition multifactorielle
- ✓ Le deuxième s'inscrit dans la nécessité de mettre le joueur en « situation de résolution de problèmes » et « situation de projet » afin de développer le bagage tactico-technique du joueur.
- ✓ Le troisième consiste pour l'entraîneur, à partir d'un engagement personnel sur un projet de jeu, à une bonne identification des problèmes de jeu de l'équipe et de leurs traitements pédagogiques.

Pour développer ces objectifs dans les entraînements on doit utiliser des tâches intégrées qui améliorent au même temps les actions techniques-tactiques-physiques et psychologiques nécessaires pour la réalisation de ces objectifs.

Dans les tâches globales on cherche d'améliorer les actions d'une manière intégrée à travers des pratiques (entraînement/exercices contextualisés) proches du jeu réel, en cherchant l'amélioration simultanée des facteurs de perception-décision et d'exécution.

Ces tâches présentent les caractéristiques suivantes :

- Utilisation d'une méthodologie à caractère technico-tactique.
- La conception de technique, tactique, physique et psychologique comme un moyen pour favoriser la réalisation des objectifs de jeu.
- La recherche de la meilleure adaptation intelligente de l'action technique, tactique, physique et psychologique dans les situations propres de jeu.
- La recherche du développement des aspects qui structurent le jeu.
- Relation entre ballon et joueur.
- Relation de collaboration entre les co-équipiers.
- Relation d'opposition par rapport à l'adversaire.
- Relation entre joueur et espace.

- Développement des processus perceptifs-décisionnels par le respect d'exécution du travail purement comme en situations de jeu réel.
- Au niveau de la motivation des joueurs.

Ces taches sont les plus utilisées dans l'entraînement moderne en passant d'un entraînement dans lequel l'exécution des mouvements est stéréotypée à un autre où interviennent des aspects comme la créativité l'imagination et la pensée tactique de joueur.

Ces taches (formes) ont comme objectifs :

- Augmenter le niveau du savoir des joueurs en obligeant ce dernier à prendre des décisions constantes.
- Faciliter la compréhension de la vraie structure de jeu par les joueurs (jeu collectifs avec des phases défensives offensives qui requièrent des comportements différents)
- Renforcer les capacités tactiques-techniques-physiques et psychologiques des joueurs dans de propres situations de jeu réel où la présence des adversaires limite le temps pour apercevoir, décider et exécuter les actions et réduisent l'espace d'exécution, ces situations obligent les joueurs à adapter les vitesses et les rythmes d'exécutions des actions du propre jeu.

Ces taches réunissent les conditions suivantes :

- réduction de nombre des joueurs en ce qui concerne les joueurs titulaires en compétition répétition des actions technico-tactique.
- Réduction de l'espace de jeu par rapport à ceux de la compétition à fin de les adapter au moindre nombre des joueurs.
- Réduction du temps des taches par rapports à celle de compétition à fin d'obtenir une plus grande capacité d'attention et concentration durant le développement de ces dernières.
- Utilisation d'opposition intelligente, soit des situations d'égalité numérique, supériorité numérique, infériorité numérique.
- Doivent être motivantes, les joueurs doivent avoir comme stimulus la réalisation (l'obtention) de la victoire sur les adversaires ou l'amélioration dans la pensée tactique des joueurs.
- Doit supposer une charge physiologique dans les taches, et éviter les temps passif d'attente.
- Doivent permettre une amélioration qualitative d'exécution technique et d'intelligence tactique et dans lesquelles s'impliquent les processus technico-tactiques (élément

technique) et processus tactique-cognitif (élément perceptive et décisionnel de caractère tactique).

Les taches sans finalisation

Ce sont des taches dans lesquelles les équipes manquent de références (buts, zones, etc.) auxquelles attaquer ou défendre.

Nous les appliquerons (nous les mettrons en œuvre) pour développer les objectifs tactiques de maintenir la possession du ballon (offensive) et récupérer le ballon (défensive).

Les taches avec finalisation

Ce sont les taches dans lesquelles les équipes avoir des références (buts, zones etc.) pour attaquer et défendre, ces taches permettent d'avoir une structure tactique (système), dans ces dernières il est convenable d'utiliser la loi d'hors-jeu pour une meilleure adaptation dans la compétition.

Dans ces taches nous pouvons utiliser différentes formes pour finaliser les actions d'attaque (passant, tirant, contrôlant, conduisant).

Nous les appliquerons pour développer les objectifs tactiques de progression dans le jeu de finalisation (offensif) et éviter la progression dans le jeu le but (défensif).

Les taches sans collaboration et avec opposition (1c1)

Ce sont les taches dans lesquelles les joueurs n'ont pas de co-équipiers mais ont un adversaire directe, dans ce cas les références (buts, zones, etc.) auxquelles attaquer ou défendre peuvent exister ou non.

Nous les appliquerons pour développer les objectifs tactiques pour surpasser les situations 1c1 (offensifs) et éviter d'être surpasser 1c1 (défensif).

Au moment de la conception des taches jouées nous pouvons établir différents niveau de difficulté et la réalisation de ces dernières en fonction de différents paramètres :

- Nombre de joueurs :
- ✓ Difficulté minimale :
 - Les taches ou l'équipe doit manifester l'objectif.
 - Dispose un nombre de joueurs plus que l'adversaire (supériorité numérique).
Exemple : 6c3.
- ✓ Difficulté moyenne :
 - Les taches ou l'équipes doit manifester l'objectif.
 - Dispose un nombre des joueurs égal que l'adversaire. Exemple : 6c6.

✓ Difficulté maximale :

- Les taches ou l'équipe doit manifester l'objectif.
- Dispose un nombre de joueurs moins que l'adversaire. Exemple : 4c6.
- Dimension de terrain :

✓ Difficulté minimale :

- Les dimensionnes s'élargis par rapport au nombre des joueurs. Exemple : 5c5 sur un carré de 40m*40m.

✓ Difficulté maximale :

- Les dimensionnes se réduis par rapport au nombre de joueurs. Exemple : 5c5 sur un carré de 20m*20m.

- Dimensionne des buts :

✓ Difficulté minimale :

- Grandes dimensionnes des buts. Exemple : 12m.

✓ Difficulté maximale :

- Dimensionnes réduits des buts. Exemple : 2m.

- Limitation du nombre de touches :

✓ Difficulté minimale :

- Jeu libre (nombre de touches indéterminé).

✓ Difficulté moyenne :

- Jeu à deux ou trois touches maximum.

✓ Difficulté maximale :

- Jeu à une touche.

- Limitation du temps pour développer une action concrète :

✓ Difficulté minimale :

- Beaucoup de temps pour conclure une action d'attaque. Exemple : 20''.

✓ Difficulté maximale :

- Peu de temps pour conclure une action d'attaque. Exemple : 8''.

- Limitation de nombre des passes pour obtenir des points
 - ✓ Difficulté minimale :
- Un nombre des passes réduit pour obtenir un point. Exemple : 5passe.
 - ✓ Difficulté maximale :
- Un nombre de passes élevé pour obtenir un point. Exemple : 10passe.

Ces changements organisationnels apporter une série des effets.

- Par rapport au nombre des joueurs :
 - En augmentant le nombre des joueurs :
 - ❖ Moins d'options de répéter les actions.
 - ❖ Faciliter les taches défensives.
 - ❖ Une moindre charge physique.
 - En réduisant le nombre des joueurs :
 - ❖ Plus d'options de répéter les actions.
 - ❖ Faciliter les taches offensives.
 - ❖ Une grande charge physique.
- Par rapport au dimensionnes de terrain :
- En augmentant les dimensionnes de terrain :
 - ❖ Plus de difficulté pour faire presser l'adversaire.
 - ❖ Plus du temps pour penser (réflexion/décision).
 - ❖ Possibilité des longs passes (envois).
 - ❖ Faciliter le jeu d'équipe avec ballon (construction de jeu).
 - ❖ Augmentation de la charge physique.
 - ❖ Moins de contacts avec le ballon.
 - ❖ Moins de situations (1c1).
- En réduisant les dimensionnes de terrain :
 - ❖ Moins de difficulté pour faire presser l'adversaire.
 - ❖ Moins du temps pour penser (réflexion/décision).

- ❖ Utilisation des passes courtes et moyennes.
- ❖ Difficulté de jeu d'équipe avec le ballon (construction de jeu).
- ❖ Diminution de la charge physique.
- ❖ Plus de contacts avec le ballon.
- ❖ Plus de situation (1c1).
- Par rapport à la durée de la tâche :
- En augmentant la durée de la tâche :
 - ❖ Plus de volume.
 - ❖ Moins d'intensité.
 - ❖ Plus de possibilité de répétition des actions.
 - ❖ Plus de fixation d'apprentissage.
- En réduisant la durée de la tâche :
 - ❖ Moins de volume.
 - ❖ Plus d'intensité.
 - ❖ Moins de possibilité de répétition des actions.
 - ❖ Moins de fixation d'apprentissage.

4-Indications méthodologiques

- En considérant que l'échauffement doit être réalisé avec ballon, en pouvant utiliser des taches d'intensité pour assurer l'apprentissage et la perfection des actions technique-tactique-physique-psychologique depuis le premier moment.
- L'échauffement doit être en relation avec l'objectif de l'entraînement.
- Nous utilisons des taches d'un ou d'autres objectifs en fonctions des nécessités de notre équipe (les déficiences observées dans la compétition).
- la présentation d'une tache devant les joueurs est importante :
- Expliquer les objectifs de cette dernière.
- Expliquer les moyens à développer pour réaliser les objectifs.
- Expliquer l'organisation et la taches.
- Démonstration par un groupe des joueurs et explication simultanée de l'entraîneur.

- Clarifier les doutes possibles des joueurs.
- Développer la tâche.
- Durant l'exécution de ces dernières nous arrivons à réaliser des indications et des corrections.
- Pour assurer la continuité durant les tâches c'est convenable de disposer des ballons sur les limites d'espace de jeu et dans l'intérieur des buts pour ne pas perdre temps quand un ballon sort des limites du terrain.
- Nous devons établir après une tâche jouée une période de pause active pour réaliser des étirements, réhydraté, analyser la pratique, etc...., avant de réaliser une nouvelle tâche.
- Pour la finalisation des tâches et spécialement la conclusion de l'entraînement nous devons réaliser une phase de retour au calme à travers des courses douces et des exercices d'étirements.

V/ Les méthodes mentales

V.1/ La préparation psychologique et mentale

« Motivation, mental, agressivité, concentration, confiance en soi, crispation, peur de gagner, etc. » Toutes ces expressions sont utilisées pour exprimer l'état psychologique d'un sportif lors d'une confrontation et elles sont toujours associées à la réalisation d'une performance ou au contraire d'un échec.

L'optimisation de l'état psychologique pour la réalisation de la performance passe par une préparation psychologique correspondant à un ensemble de méthodes. Des qualités psychologiques élevées sont indispensables pour s'entraîner dur et élever le potentiel initial (ressources physiques, techniques, tactiques...), ainsi que pour restituer cette évolution le jour de la compétition.

V.2/ Préparation psychologique ou préparation mentale ?

V.2.1/La préparation psychologique concerne l'analyse des facteurs, des personnes, des éléments, des situations interagissant sur le projet sportif de l'athlète. Il s'agit d'une préparation "large" et sortant même du contexte purement sportif.

V.2.2/La préparation mentale désigne le travail effectué sur le rapport de l'athlète à lui-même dans le cadre de sa préparation à la performance et de la gestion des résultats. Il s'agit de la préparation proprement dite de l'état psychologique, intervenant favorablement sur les qualités requises par l'engagement dans le sport de compétition.

En fonction des sportifs et de leur situation personnelle, une préparation psychologique est donc à entreprendre avant une préparation mentale.

V.3/ La psychologie dans la pratique sportive de performance

Les facteurs psychologiques font partie intégrante du domaine de la performance sportive. Dans le cadre de la détection et de la sélection de futurs champions, des diagnostics peuvent être utilisés pour détecter les sujets possédant les meilleures aptitudes et sélectionner ceux capables de faire face à un objectif. Des outils d'investigation (questionnaires, échelles comportementales, etc.) permettent de savoir en quoi et comment la personnalité d'un sujet influence le choix d'une pratique sportive, le pousse à s'investir dans une activité sportive définie et lui permet de réussir dans celle-ci (le rapport à la pratique sportive).

Dans un cadre plus en rapport avec l'entraînement quotidien, les demandes sont centrées sur les techniques d'intervention sur les pratiquants sportifs. Elles ont pour but d'améliorer l'efficacité de la conduite de l'entraînement et la gestion des situations de stress.

V.4/Les déterminants psychologiques de la performance

De façon idéale, un sportif possédant certaines capacités est psychologiquement en mesure de réaliser une performance sportive. Elles sont la cible de la préparation psychologique en vue de la réalisation de la performance.

- Confiance en soi en relation avec le réalisme des objectifs poursuivis et des capacités possédées ;
- Calme mental en relation avec le niveau d'activation(1) ;
- Absence de tensions parasites ;
- Concentration sur l'instant présent ;
- Niveau associé de mobilisation de l'énergie à une certaine euphorisation de l'évènement ;
- Sentiment d'autocontrôle.

(1) Le niveau d'activation correspond à l'intensité à laquelle fonctionne l'organisme à un moment précis. Cette activation est contrôlée par une structure nerveuse cérébrale et est affectée par certains stressseurs comme l'effort physique, la température ambiante, des drogues, mais également des émotions (peur, l'anxiété, la surprise ou l'intérêt).

La personnalité du sportif, qui est un des éléments centraux de la psychologie sportive, englobe les facteurs suivant :

- Psycho-cognitifs : il s'agit du traitement de l'information (attention, concentration, etc.) et de l'écoute de soi dans l'environnement ;
- Affectifs : il s'agit de la gestion des émotions (peur, joie, colère, chagrin, etc.), du contrôle de l'anxiété, de la résistance au stress, du contrôle de la souffrance, de la prise de risques, de l'estime et de la confiance en soi ;

- Comportementaux : ils concernent l'ambition, le désir de réussite, la combativité et la persévérance dans la difficulté, l'investissement, la motivation ;
- Relationnels : ils concernent la disponibilité, l'écoute, le degré de sociabilité, l'extraversion ou l'introversion, la qualité de leader.

V.5/ La motivation, clé essentielle de la préparation psychologique

Pas de motivation, pas de réussite sportive ! çà paraît tellement évident dit comme çà. Et pourtant en analysant certains échecs de sportifs, il apparaît qu'ils n'étaient pas aussi motivés que l'échéance pouvait le laisser penser. La dynamique motivationnelle doit être présente du début de la préparation à la fin de l'échéance compétitive. Elle permet l'acceptation des charges d'entraînement, la gestion des échecs, la préparation au stress, l'investissement nécessaire à la difficulté de la poursuite des objectifs. La motivation d'un athlète et l'effort qu'il consent pour réaliser ses objectifs sont corrélés à l'attractivité du résultat et à la probabilité de l'atteindre.

Les extrêmes de l'état de motivation sont l'autodétermination et le désengagement total. Pour déclencher l'engagement, la motivation doit :

- Persister dans l'action ;
- Posséder un aspect dynamique, c'est à dire que la motivation est plus ou moins grande
- Posséder un aspect directionnel, c'est à dire qu'il y a une motivation pour quelque chose.

V.6/ L'environnement et l'encadrement psychologique

L'environnement familial, social, scolaire, professionnel du sportif a une influence sur son épanouissement et donc sa personnalité. Il doit donc être pris en compte dans la préparation psychologique pour prévenir et lutter contre une fragilisation de l'état psychologique du sportif.

Le cœur de l'encadrement psychologique est l'entraîneur. Sa compréhension psychologique des sujets sportifs et son intervention psychologique constituent un des aspects essentiels de la démarche d'entraînement. Il doit impliquer et responsabiliser l'athlète dans sa préparation à la performance, ainsi que faciliter l'énergie psychologique nécessaire à son accomplissement. Cette qualité de la relation privilégiée entraîneur - entraîné permet l'essentiel du travail psychologique, complétement éventuellement par d'autres acteurs tels le kiné, le médecin ou le préparateur mental. Le rôle de ce dernier est d'apporter des outils de préparation mentale, permettant à l'athlète de mieux utiliser ses propres ressources.

En construisant l'entraînement et en communiquant, l'entraîneur réalise de la psychologie au quotidien. Dans le cas de réel blocage ou problème psychologique, il l'orientera alors vers un spécialiste de la préparation mentale. Cette démarche a pour but d'éviter des écueils tels que l'athlète rajoutant d'inutiles charges d'entraînement en pensant compenser un déficit de résultat.

V.7/ Le potentiel psychologique et la situation sportive

Sur l'axe du temps débutant par la préparation à une échéance et se terminant par la période post compétition, les éléments constituant le potentiel psychologique sont les suivant en fonction des situations :

Entraînement	Précompétition	Compétition	Postcompétition
Investissement personnel	Gestion de l'anxiété	Combativité	Gestion de l'échec ou de la réussite
Espérance de réussite la plus élevée possible (expectation)	Contrôle émotionnel	Résistance à la douleur	Aspirations futures
Planification d'objectif	Analyse des informations sur l'environnement (analyse cognitive)	Contrôle du stress	Image de soi
Relation entraîneur - entraîné			

V.8/ Le stress généré par l'action sportive

Le stress peut être généré par les situations d'entraînements et surtout par les compétitions sportives. Il peut être considéré comme la réaction d'adaptation d'un sujet, les caractéristiques subjectives, à des situations réelles, les caractéristiques objectives, exigeant des réponses dépassant ses limites habituelles.

Le stress est une réaction normale à l'approche d'une situation nouvelle ou comportant des enjeux. Quand il est maîtrisé, il stimule l'athlète et l'aide à réaliser une performance en créant une excitation indispensable. Il joue un rôle dans la concentration et la mobilisation totale des ressources. **Il s'agit d'un stress positif.**

Par contre lorsque l'adaptation est insuffisante, le stress généré des sentiments négatifs, créant nervosité et modification du comportement tendant vers l'inefficacité et la contre-performance. **Il s'agit d'un stress négatif.**

L'athlète doit donc contrôler et non éliminer son stress. Dans un cas extrême, un individu n'ayant aucun stress quelle que soit la situation serait un individu n'ayant aucun intérêt pour sa propre survie. Dans l'autre extrême, celui qui refuserait le stress, refuserait les situations le générant. Il se limiterait donc dans ses ambitions. Pour gérer le stress il faut modifier la perception de la situation à affronter.

Magnésium marin : Pour surmonter les coups de fatigue et le stress. Le magnésium est essentiel à de nombreuses fonctions de l'organisme. Présent dans toutes les cellules de l'organisme (au total, le corps d'un adulte a environ 25 g de ce minéral), il participe entre autres à plus de 300 réactions enzymatiques. Il est notamment indispensable au maintien de l'équilibre nerveux et musculaire.

Pour contrôler le stress, les techniques de préparation mentale joueront sur les mécanismes de réaction suivant les approches :

- Psychosociale : les conditions sociales et environnementales influent sur les réactions de stress face à une situation particulière.

- Cognitive : la situation génératrice de stress va être traitée en fonction du passé du sujet et de sa perception des échecs et réussites, de sa situation personnelle, de son histoire, etc. Pour s'adapter, le sujet utilisera une stratégie dite d'ajustement (ou coping).
- Psychobiologique : les interactions entre les niveaux biologiques et psychologiques influent et permettent des contrôles de l'un sur l'autre.

V.8.1/ Identification des trois niveaux de réaction au stress

- Le stade de l'inquiétude ou de l'anxiété. Le sportif éprouve une appréhension lorsqu'il imagine la situation, une réaction d'alarme se met alors en place. Il y a préparation à l'action par l'augmentation des niveaux biologiques (niveaux d'activation) et des aspects psychologiques (concentration, motivation, anxiété).
- Le stade de la résistance ou de la peur. Le sentiment de danger devient réel et palpable pour le sportif. Il y a mise en route de mécanismes de réponses (attaque, fuite, etc.) avec poursuite de l'élévation de la tension fonctionnelle et du niveau d'activation. Si cette élévation se poursuit, apparaît le stade de l'angoisse où la situation devient oppressante pour l'individu et le désorganise sous l'effet de perturbations incontrôlables du système neurovégétatif.
- Le stade de l'épuisement. La situation de stress ne permet plus au sportif de s'adapter (intensité trop forte et/ou durée trop longue), il y a atteinte des limites du contrôle de lui-même, ce qui se traduit soit par un comportement excessif (agressivité, violence) soit par une réaction d'enfermement sur lui-même, coupant toutes communications avec l'extérieur.

V.8.2/ Les conséquences du stress

Les situations de stress engendrent des réactions individuelles ou sociales.

Les réactions individuelles :

- De type comportemental : anxiété, apathie, agressivité, perte de l'estime de soi, nervosité, etc. ;
- De type cognitif : baisse de la concentration, troubles attentionnels, problèmes de mémorisation, hypersensibilité aux critiques, etc. ;
- De type physiologique : augmentation de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire et de la pression artérielle, troubles digestifs et du sommeil, sueurs, dessèchement de la bouche, etc.

Les réactions sociales :

- Retrait, isolement, hostilité, irritabilité, agressivité, etc.

V.8.3/ Les facteurs favorables à la résistance au stress

Avant même d'entamer une préparation mentale pour gérer les situations de stress, les sportifs peuvent posséder des qualités qui favorisent les réactions d'adaptation :

- Le type de personnalité : détendu, extraverti, etc. ;
- Le locus de contrôle ou la croyance des individus en leur possibilité de maîtriser et déterminer ce qui leur arrive ;
- La stabilité émotionnelle ;
- La motivation intrinsèque (plus elle est développée plus elle génère une prise de risque contrôlée) ;
- La recherche de sensation (les "chercheurs" de sensation ont une meilleure capacité d'adaptation au stress) ;
- Le besoin d'accomplissement.

V.8.4/ L'attitude de l'entraîneur face au stress du sportif

L'entraîneur intervient à deux niveaux pour aider le sportif à gérer son stress :

- Celui de la situation : ce niveau permet une analyse objective et rationnelle de la situation sportive à venir. Il s'agit d'adapter le niveau des ressources aux exigences de la situation par un entraînement modelé, une planification d'objectif, un développement des stratégies cognitives, etc. ;
- Celui du sujet : ce niveau est centré sur la modification du sujet lui-même par un développement du sentiment de contrôle, le contrôle des manifestations cognitives et somatiques (qui concerne le corps), les effets physiologiques, etc.

Une connaissance des méthodes d'interventions psychologiques permet à l'entraîneur d'intervenir lui-même ou de diriger l'athlète vers un spécialiste. Ces méthodes sont variées mais restent des techniques obéissant à des règles théoriques et déontologiques. Elles interviennent sur :

- Les aspects somatiques : relaxation, yoga, Jacobson, Schultz, sophrologie, etc. ;
- Les aspects cognitifs : méditation, conceptualisation, visualisation, modeling, restructuration cognitive, etc. ;
- Les aspects comportementaux : Anxiété Management Training, Stress Inoculation Training, etc.

V.9/ La préparation mentale

Comme cela a été écrit ci-dessus, l'entraîneur a une place essentielle dans le travail psychologique mené pour le sportif. En complément de ce travail, une démarche permettant d'apporter des outils pour optimiser le potentiel de l'athlète est intéressante voire indispensable dans le cas où des blocages existent. L'apport et l'utilisation de ces outils composent la

préparation mentale. Celle-ci peut être menée par l'entraîneur ou par un spécialiste, le préparateur mental.

Le préparateur mental ou l'entraîneur doit posséder un solide bagage en psychologie et de sérieuses connaissances dans une ou plusieurs méthodes de préparation mentale. Il doit également connaître le monde du sport, de la compétition et du haut niveau. Son but est de rendre le sportif autonome, de lui permettre de fonctionner seul et non de le mettre sous dépendance ou influence.

V.9.1/ Les bénéfices attendus de la préparation mentale

Ce qui est attendu par la préparation mentale concerne essentiellement l'augmentation du niveau de performance, la facilitation de l'apprentissage technique d'un geste, la régulation du niveau d'activation et la facilitation de la récupération physique et mentale.

Ces attentes peuvent être déclinées comme suit :

- La gestion du stress : le but est d'apprendre à maîtriser au maximum le stress négatif et à favoriser le stress positif ;
- La gestion de la souffrance : le but est de savoir interpréter et accepter la douleur induite par l'effort ;
- La mise entre parenthèses d'un problème : le but est d'apprendre à faire abstraction d'éléments extérieurs néfastes à la performance, tels public hostile, mauvaise nouvelle ou problème familial avant une compétition ;
- L'amélioration du sommeil : hormis les angoisses perturbant le sommeil, celui-ci peut être troublé par les conditions de sommeil (hôtel, transport, luminosité, bruit...) et le décalage horaire ;
- La correction ou la mémorisation d'un geste technique : aidé par l'entraîneur ou un support vidéo, le préparateur mental peut corriger ou parfaire l'exécution d'un geste technique ;
- L'augmentation des possibilités de concentration, de visualisation et de mémorisation : le but est de favoriser la mémorisation d'une situation, d'un parcours, de répéter un enchaînement, etc. ;
- La gestion d'une période de blessure : l'objectif est double. Faire accepter au sportif sa blessure, mais aussi profiter de la période d'inactivité pour le faire progresser mentalement (visualisation, mémorisation, concentration).

V.9.2/ Les techniques de préparation mentale

Parmi les techniques de préparation mentale les plus courantes, on ne peut pas considérer qu'il y en a des meilleures que d'autres. Suivant les situations et les individus il y en aura par contre de plus pertinentes que d'autres. Imposer une technique à un athlète n'est pas bon, il est préférable de trouver avec lui celle qui lui correspond le mieux.

Les méthodes citées ci-après ne sont pas exhaustives et leur présentation n'a pour objet que de connaître leur principe.

- Les techniques de relaxation
Elles s'appuient sur une régulation tonique musculaire pour équilibrer mentalement le sujet. Pratiquées dans un endroit calme et dans une position confortable, elles peuvent être utilisées seules ou en support d'autres méthodes.
 - **Training autogène de Schultz** : inspiré de l'hypnose et mis au point par le Dr J.H. Schultz dans les années 1930, c'est une méthode d'entraînement intérieure dirigée par la personne elle-même, aboutissant à un état de relaxation et de détente, en suivant une méthodologie structurée, globale (relâchement musculaire, vasculaire, cardiaque, etc.), rigoureuse et progressive.
 - **Relaxation progressive de Jacobson** : E. Jacobson considère que "tout stress s'accompagne de contractions musculaires". Le relâchement musculaire entraînera donc la détente mentale. La méthode est d'éliminer les tensions musculaires (contractions musculaires puis relâchement) de façon méthodique et progressive sur toutes les parties du corps. Contrairement au Training autogène qui nécessite plusieurs semaines d'apprentissage, la relaxation progressive s'apprend en quelques heures.

Les avantages de ces deux techniques sont de supprimer les manifestations physiques du stress et de l'anxiété, ainsi que d'améliorer la récupération physique et mentale.

- **Les techniques de méditation**
Provenant de l'Orient, elles s'appuient sur des disciplines spirituelles et corporelles millénaires. Elles ont pour objectifs de permettre à l'individu de trouver un calme et un silence intérieur, en libérant l'esprit des contraintes du corps, par la maîtrise de son mouvement, de son rythme et de son souffle.
 - **Yoga et Zen** : Le Yoga passera par des exercices d'assouplissement de la colonne vertébrale et de discipline des organes, alors que pour le Zen, il s'agira de se concentrer sur la respiration après avoir pris une posture (celle du Bouddha).

Ces techniques permettent une maîtrise du corps et de soi, d'être pleinement attentif à l'action présente, ainsi que d'améliorer la concentration.

- **Les techniques cognitivo - comportementales (ou restructuration cognitive)**
D'origine anglo-saxonne et apparues dans les années 50, elles ont pour objectif de régler un comportement inadapté et non d'en rechercher les causes et l'origine comme le ferait la psychanalyse. En cas de pensées et sentiments négatifs perturbant le sportif, les techniques chercheront à les remplacer, les modifier, l'entraîner à contrôler les émotions perturbantes.

- **Biofeedback ou rétroaction biologique** : apparu dans les années 60, il s'agit d'objectiver au moyen d'appareillages (EMG électromyogramme ou EEG électroencéphalogramme ou ECG électrocardiogramme), des fonctions physiologiques dont l'individu n'a pas toujours conscience et d'accroître ainsi son contrôle.
- **Inoculation du stress** : s'appuyant sur le principe de la vaccination et mis au point par D. Meichenbaum à la fin des années 70, le principe est d'identifier les situations stressantes pour le sportif, et de lui faire revivre afin de l'immuniser.
- **Arrêt de la pensée** : il s'agit pour le sportif d'élaborer avec un spécialiste un "stop verbal" pour mettre fin aux pensées négatives perturbatrices et donc de les chasser.
- **Désensibilisation systématique** : le sportif après avoir dressé la liste des situations anxiogènes et noté leurs degrés va par la relaxation, reprendre à son rythme la liste de ces situations.
- **Renforcement positif imagé** : mis au point par Cautela, il consiste à visualiser l'objectif qu'il veut atteindre après une séance de relaxation.
- **Pensée rationnelle émotive** : mise au point par A. Ellis, il s'agit pour le psychologue de permettre au sportif de transformer ses croyances négatives en idées positives.
- **Dissociation - association** : principalement utilisée pour les épreuves de longue durée comme le marathon, la dissociation permet à l'athlète de focaliser son attention sur les aspects externes à l'épreuve, tandis que l'association donne la possibilité à l'athlète de sentir où se situe la limite.
La combinaison des deux consiste, par exemple, à chanter intérieurement afin de conserver un rythme tout au long de l'épreuve.

Ces techniques permettent le contrôle du comportement et des pensées, la gestion du stress et des émotions, ainsi que l'élaboration de stratégies de "faire-face" ou "coping".

- Les techniques induisant des états modifiés de conscience
Ces techniques réalisées avec un spécialiste ont pour objectif la modification de l'état de conscience de l'individu pour changer certains comportements individuels et de les adapter à une situation. Ces techniques doivent être utilisées avec prudence et discernement car elles peuvent relever des méthodes de manipulation mentale.
 - **Hypnose Ericksonienne** : connue depuis l'antiquité et adaptée par M. Erikson, son principe est de plonger un individu dans un sommeil artificiel tout en restant en relation avec l'accompagnateur. Ce dernier profitera de cet état de surconcentration pour :

- Lutter contre l'anxiété et la peur de l'échec,
 - Réduire le stress pré compétitif,
 - Supprimer les facteurs de perturbation psychologique,
 - Faciliter la récupération physique et mentale,
 - Améliorer la concentration,
 - Augmenter le niveau de performance,
 - Faciliter l'apprentissage technique d'un geste.
- **Sophrologie** : élaborée par le neuropsychiatre A. Caycède, la sophrologie est une méthode de relaxation très structurée synthétisant les techniques de relaxation les plus anciennes avec celles plus modernes. Se basant sur ses propres techniques, la sophrologie intègre aussi des techniques de l'hypnose, du yoga, de la visualisation mentale, etc. Elle permet de réduire le stress précompétitif et maîtriser la dimension affectivo-émotionnelle.
 - **Programmation Neuro Linguistique (PNL)** : Le PNL est née de l'association de R. Bandler mathématicien et de J. Grinder linguiste, qui ont observé et modélisé des personnes efficaces en communication, créant ainsi une "boîte à outils" dans laquelle puiser pour corriger et améliorer des comportements de façon positive. La méthode est d'identifier le canal privilégié sujet - psychologue (visuel, auditif et kinesthésique) pour établir une bonne communication , de créer un état de conscience modifié, puis de procéder à une phase d'ancrage (association signal verbal ou corporel - état mental visé). Le PNL permet d'améliorer la communication (entraîneur - entraîné entre autres), d'obtenir des changements de comportements et d'améliorer les possibilités du sujet en lui faisant adopter des attitudes et des pensées positives.
- **Les techniques d'imagerie et visualisation mentale**
 Le cerveau ne faisant pas la différence entre un geste réalisé physiquement et le même geste réalisé mentalement, le principe de l'imagerie mentale est de répéter dans sa tête, une action, un mouvement avec réussite, et ceci sans bouger la moindre partie du corps. Les images peuvent être visuelles, auditives, olfactives et kinesthésiques. La visualisation mentale permet de changer de temps et d'espace (retour sur le passé, projection dans l'avenir, etc.), tandis que l'imagerie mentale peut se réaliser dans une perspective interne ou externe.
 - Perspective interne : l'athlète impliqué dans l'action utilise le "je" ; il s'imagine dans son corps en train d'exécuter le geste et ressent toutes les sensations que cela peut lui procurer (visuelles et kinesthésiques).
 - Perspective externe : le sportif est spectateur de son action et la visualise.

- Cette technique peut être utilisée à tout moment de l'entraînement soit par l'athlète soit dirigé par l'entraîneur. Elle gagne en efficacité lorsqu'elle est associée à des exercices physiques et à la relaxation.

Plus le niveau d'expertise technique et la capacité à imaginer de l'individu seront élevés, plus l'imagerie mentale, sera efficace.

V.9.3/ S'engager pour réussir

« L'âme du combattant ne se travaille pas en bougeant les muscles mais en s'engageant, en prenant des risques, en restant lucide en repoussant ses limites, en répétant malgré la douleur et les erreurs, en croyant au-delà du raisonnable en ses chances et en faisant tout pour parvenir à son but. »

Bibliographie

Astrand, P.O., Rodahl, K. *Textbook of work physiology. in: 2nd Edition 1986.*

Richard Bandler, John Grinder *Patterns of the Hypnotic Techniques June, 1975.*

Balson *Beacoming better parents ACER, Melbourne1995*

Beaurivage M. : *Effets d'un entraînement en musculation à l'aide de mouvements de différentes durées en phase excentrique sur l'hypertrophie des muscles du membre supérieur. Université du Québec 2000.*

Berg Geir V, *A holistic-existential approach to health promotion 2003*

Billat et al, *La vitesse à VO₂ max, signification et applications en course à pied 1994.*

Billat et al, *Effect of protocol on determination of vellocity at VO₂ max and on its time of exhaustion, archives of physiology and biochemistry 1996.*

Billat, *Physiologie et méthodologie de l'entraînement de la théorie à la théori à la pratique, Editeur De Boeck 1998.*

Billat, *Méthodologie de l'entraînement sportif. edDe Boeck (2002).*

Boobis LH, Williams C, Wooton SA. *Human muscle metabolsim during brief maximal exercise. The Journal of Physiology. 1982.*

Cazorla et Léger. *Comment évaluer et développer vos capacités aérobies. Epreuves de course navette et épreuve VAM-Eval. Eds AREAPS : 123, 1993.*

Christensen PM, Nyberg M, Bangsbo J. *Influence of nitrate supplementation on VO₂ kinetics and endurance of elite cyclists. Scand J Med Sci Sports. 2013.*

Cometti *Les méthodes modernes de musculation: Tome 2-G.–Compte rendu colloque 1988 – Univ Bourgogne.*

DEMARIE, S., KORALSZTEIN, J.P. & MILLAT, V. *Time limit and time at VO_{2max} during a continuous and an intermittent running. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness (2000).*

Didier Reiss ; Pascal Prévost : *La bible de la préparation physique ; édition amphora 2013. ; édition amphora 2013.*

Dupont G, Blondel N, Berthoin S. *Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive ... European journal of applied physiology 2003;*

Fox et Mathew, *The physiological basis of physical education and athletics 1981.*

Frédéric Aubert ; Thierry Bloncon : *Préparation physique « de l'école aux associations » ; édition EPS 2014.*

Gaitanos GC¹, Williams C, Boobis LH, Brooks S. *Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. J Appl Physiol 1993 Aug.*

Harris C. R., Svec H. J. , and Sans W. W. *Toxicological studies on cutworms. IX. Laboratory and microplot field studies on effectiveness and persistence of some experimental insecticides used for control of the darksided cutworm. J. econ. Ent. 66 ; 1973.*

Jean Ferré ; Philippe Leroux : *Préparation aux diplomes d'éducation sportive ; Tome 1 ; édition amphora 2009.*

Javier Lopez Lopez « FUTBOL 500 JUEGOS para el entrenamiento fisico CON BALON » *Editorial Deportiva WANCEULEN, 2014.*

J. Weineck, *Biologie du sport, Edition Vigot 1983*

J. Weineck, *Manuel d'entraînement, Edition Vigot 1986*

J. Weineck *Manuel d'entraînement, Edition Vigot 1996*

Krustrup P¹, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Pedersen PK, Bangsbo J. *The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. Med Sci Sports Exerc. 2003 Apr.*

Manno, *Les bases de l'entraînement sportif. Ed Revue EPS (1989)*

Matveiev LP, *Aspects fondamentaux de l'entraînement, Éditions Vigot 1983.*

Platonov. *L'entraînement sportif: Théorie et méthodologie. Ed Revue EPS (1984).*

Pradet M, *La préparation physique. Ed INSEP (1996).*

Trilles *Techniques et méthodes de l'entraînement sportif. (1997).*

Guilhem G., C. Cornu, A. Guével : Adaptations neuromusculaire et musculo-tendineuses à l'exercice excentrique isotonique et isocinétique. Pages 319–341, 2010 Elsevier.

Giroux M-A. -Metges : Adaptations de la commande nerveuse du muscle en fonction des conditions dynamiques de sa contraction. UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE FACULTE DE MEDECINE 2003.

Jean Ferré ; Philippe Leroux : Préparation aux diplomes d'éducation sportive ; Tome 1 ; édition amphora 2009.

Jouanin JC et al : Influence de l'ischémie provoquée sur le contraction statique maintenue, aspect cardiovasculaire et métabolique 1991.

Jouanin JC et al : Etude de l'oxygénation musculaire en contraction isométrique. Application de la spectroscopie infrarouge de l'hémoglobine 1998.

Jidovtseff B., J-L. Croisier, J-M. Crielaard : Influence of bench press exercise modality on the iso-inertial performance. Science & Sports Volume 21, n° 3 pages 159-162 2006.

J. Weineck : Manuel d'entraînement 1ère édition Vigot, 1983.

J. Weineck : Manuel d'entraînement 2ème édition Vigot, 1986.

J. W eineck : Manuel d'entraînement 3ème édition Vigot, 1992.

J. Weineck : Manuel d'entraînement 4e édition Vigot, 1996.

Landjerit B., M. Thourot : Analyse de l'action musculaire isométrique chez le sportif. Elsevier Pages 147–157 1987.

R. Lynn, J. Talbot, D. Morgan : différences in rat skeletal muscles after incline and decline running. Journal of Applied Physiology Published Vol. 85no. 1,98-1041998.

Maquet D., F. Delvaux, J-L. Croisier : Entraînement concentrique ou excentrique, transfert des gains. Masson Pages 35-44 2009

Matkowski B. : Adaptation neuromusculaires des muscles extenseurs du genou, contractions fatigantes uni vs. bilatérales 2010.

Michaut A., M. Pousson : Adaptation mécaniques et neurophysiologiques induites par la sollicitation musculaire excentrique, l'effet protecteur. Science et Sports Volume 19, n° 6 pages 286-295, 2004.

Middleton P., C. Montero : Le travail musculaire excentrique, intérêts dans la prise en charge thérapeutique de sportif. Annales de réadaptation et de médecine physique Volume 47, n° 6 pages 282-289 2004.

Pasquet B. : Etude de la spécificité de la commande motrice et de sa régulation pendant différents types de contractions musculaire 2009

Poulain P., J-C. Leyleire, E. Pertuzon : Effets à court et moyen termes de séances de musculation excentrique sur les propriétés mécaniques du muscle squelettique humain. Laboratoire d'étude de la motricité humaine Lille II. Laboratoire de physiologie neuro-musculaire Lille I.

TW Ryschon, M Fowler, RE wysong, A. Anthony, R. Balaban : efficiency of human skeletal muscle in vivo, comparison of isometric, concentric, and eccentric muscle action. *J Appl Physiol* 83:867-874, 1997