



Association pour la Recherche et l'Évaluation en Activité Physique et en Sport

**PLANIFICATION, PROGRAMMATION
ET PERIODISATION DE
L'ENTRAÎNEMENT**

2005...

Georges CAZORLA

*Association pour la Recherche et l'Évaluation en Activité Physique et en Sport
Cellule Recherche Fédération Française de Football
cazorlageorges@gmail.com*

En général, quelle que soit l'activité sportive considérée, les contenus d'entraînement devraient logiquement dépendre des exigences de la pratique et plus particulièrement de celles de la compétition. Entraîner n'est-il pas tenter d'adapter un sportif dont il convient de bien connaître les capacités, à l'ensemble des exigences de la performance envisagée au meilleur niveau possible de son sport ?

Encore est-il indispensable de bien connaître à la fois ce que sont les exigences de la compétition, ce que sont les capacités des sportifs à entraîner et comment au cours d'une saison sportive développer leurs qualités requises par la réalisation de la meilleure performance qui lui est possible ! (figure 1).

L'analyse des exigences de la performance devrait permettre de répondre d'une part au besoin de pertinence du choix des outils d'évaluation à mettre en œuvre au cours de la planification de l'entraînement et orienter cette dernière vers l'atteinte de la meilleure performance possible. A ce stade, il convient de savoir quand et comment utiliser les procédures d'évaluation au cours de cette planification, comment répondre à la nécessité d'organisation de l'ensemble des conditions requises par l'atteinte de la performance, ce qui nous invite à mener une réflexion approfondie sur le processus même d'entraînement.

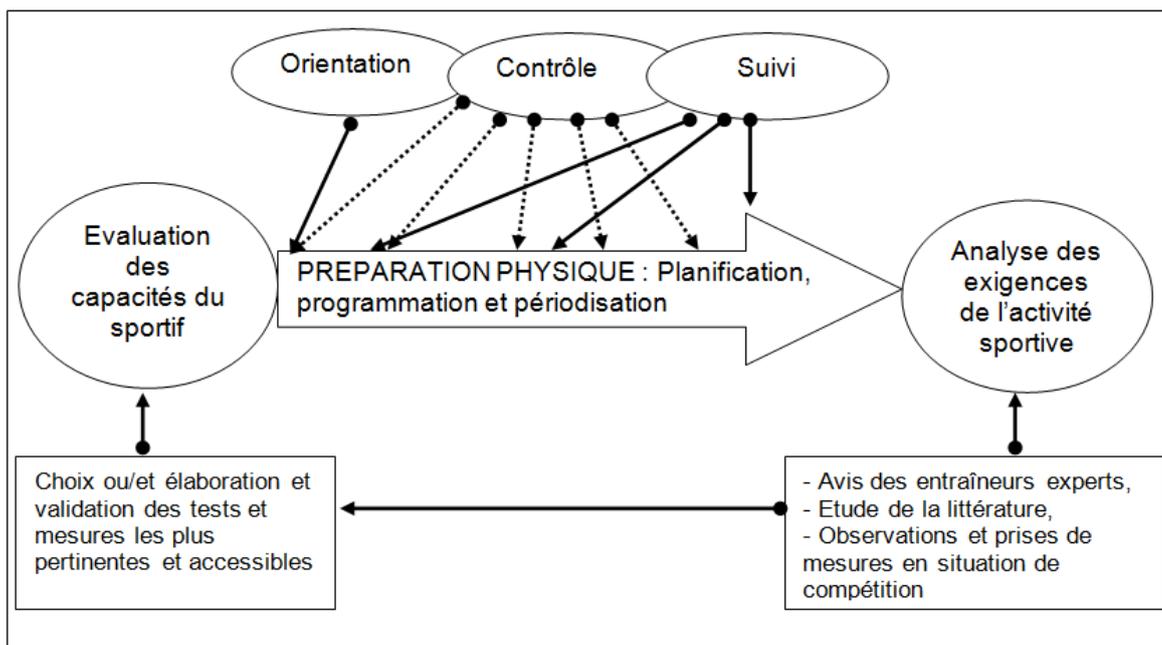


Figure 1 : *Modèle de l'ensemble des conditions intervenant dans le processus de préparation physique et d'entraînement.*

En matière d'organisation de l'entraînement, il est souvent fait référence au sigle **PPP** traduisant les concepts **planification**, **programmation** et **périodisation** (néologisme passé dans le langage courant des entraîneurs), concepts souvent confondus alors qu'ils ont une signification bien singulière qui devrait permettre de mieux comprendre les procédures de contrôle et suivi de l'entraînement, retenues dans la présente étude (figure 2).

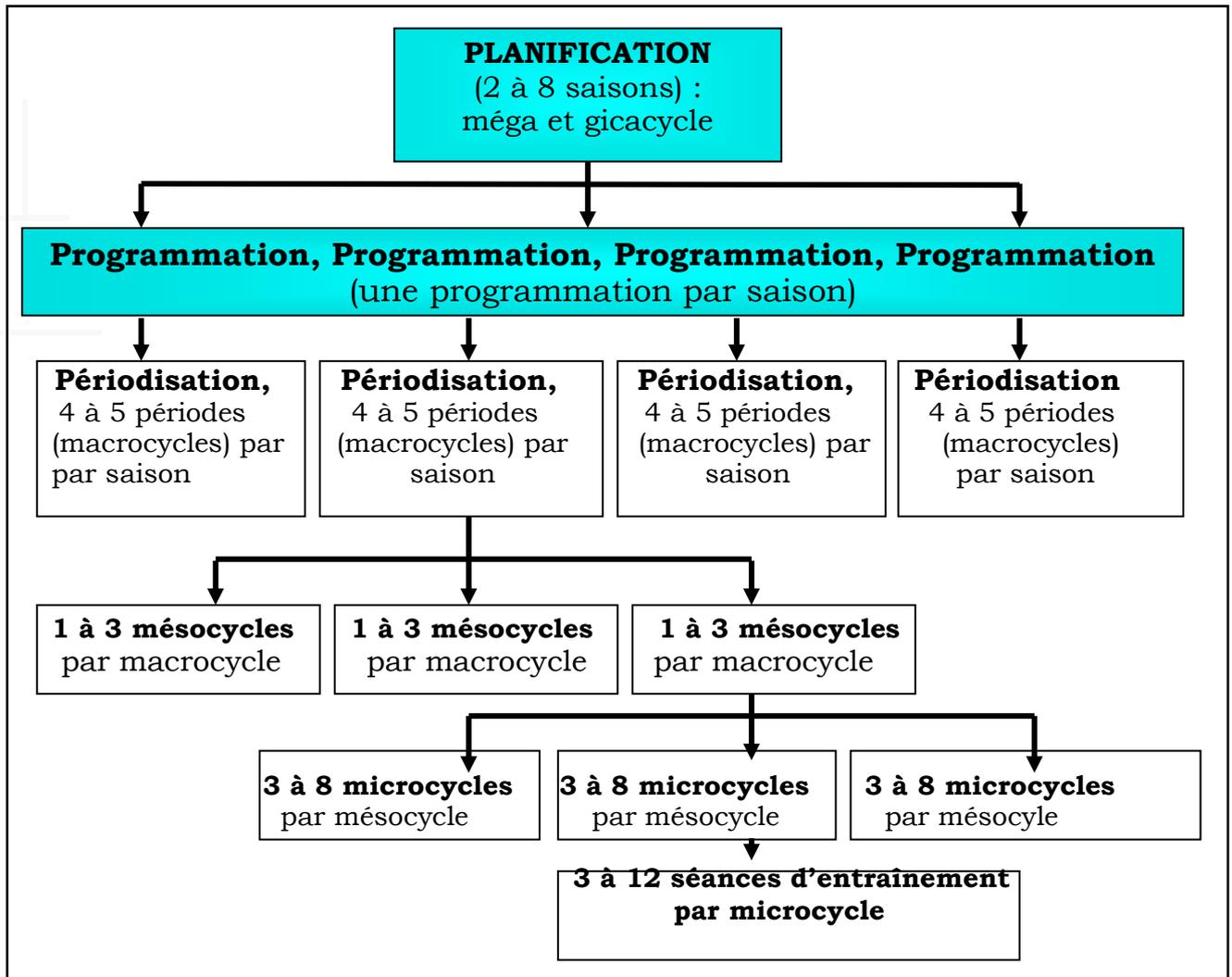


Figure 2 : Planification, programmation et périodisation de l'entraînement. Organisation entre elles des différentes caractéristiques de l'entraînement.

1- La planification de l'entraînement

En adaptant au domaine du sport la définition qu'en donne le dictionnaire Larousse, la planification est la « science qui a pour objet l'établissement de **programmes** comportant non seulement l'indication des **objectifs à atteindre**, mais également un état prévisionnel des **diverses étapes** des progrès à accomplir et de la réalisation du programme, et, éventuellement, la description de la structure des organismes à créer en vue de cette réalisation ».

En ce qui concerne l'entraînement, il serait abusif de considérer la planification comme une

science exacte tant les incertitudes liées à la complexité du processus sont nombreuses. Pour être plus réaliste, il conviendrait d'associer « science » et « art » car l'aptitude, l'habileté et l'expérience empirique du praticien sont autant nécessaires que la connaissance scientifique issue de méthodes expérimentales. Par contre, il est bon de noter que la planification englobe non seulement la programmation («... établissement de programmes ») et les objectifs et étapes qui lui sont associés mais envisage aussi l'organisation générale de toutes les conditions environnementales dans lesquelles devra se dérouler l'entraînement. En ce sens, la planification peut être considérée comme l'élément essentiel d'une politique sportive présentant plusieurs étapes.

Les étapes et les conditions de mise en œuvre d'une planification de l'entraînement peuvent être déclinées de la façon suivante :

- 1- 1 Déterminer avec le sportif les objectifs à long, moyen et court terme de façon à clairement savoir où aller et pouvoir déterminer comment aller : « *Il n'est point de vent favorable à celui qui ne sait où il va...* » métaphore habituellement attribuée à *Sénèque*. Savoir aussi que ces objectifs pourront être contrariés par des limites propres au sportif : problème de santé, de blessure, de motivation intrinsèque à long terme ou de démotivation, de points faibles ou/et liés à l'environnement : qualité des installations, qualité de l'encadrement sportif, médical et paramédical, diététique, qualité du contrôle et du suivi de l'entraînement, cadre de vie...,
- 1-2 Connaître les exigences de la performance et identifier les capacités requises à développer...
- 1-3 Etablir une planification à long terme sur laquelle se fonderont les grandes orientations prioritaires, les programmes annuels, les périodes les mieux ajustées, voire même les contenus d'entraînement.
- 1-4 Mettre en place un système d'accompagnement médical, psychologique, social, matériel et de préparation mentale, intégré au processus d'entraînement.
- 1-5 Choisir et/ou créer les mesures et les tests les mieux adaptés pour évaluer les capacités ainsi mises en évidence, en respectant les conditions méthodologiques sur lesquelles doivent reposer leur création ou leur choix : pertinence, non redondance, validité, reproductibilité et accessibilité. Dans ce domaine comme dans le précédent, établir une collaboration avec des spécialistes et former une équipe multidisciplinaire.

- 1-6 convenir d'une fréquence pour leur passation tant pour le contrôle que pour le suivi de l'entraînement.
- 1-7 Traiter et interpréter les résultats afin qu'entraîneur et sportif les comparent à ceux obtenus aux évaluations précédentes, comprennent les éventuelles modifications obtenues et ainsi décident soit de poursuivre, soit de réajuster de façon personnelle les contenus envisagés.
- 1-8 Choisir et/ou adapter des méthodes d'entraînement correspondant aux priorités et aux exigences de la performance.
- 1-9 Mettre en place des stages de formation continue permettant aux entraîneurs concernés et aux sportifs les plus autonomes d'actualiser ou de réactualiser leurs connaissances et leurs compétences.
- 1-10 Sur la base des résultats des tests et des performances intermédiaires et en fonction de l'atteinte ou non des objectifs initialement fixés, analyser, poursuivre ou réajuster le système de planification mis en place.
- 1-11 Faire au moins un bilan annuel sur la qualité des conditions matérielles : terrains d'entraînement, salle de musculation, qualité des moyens de récupération, moyen vidéo... ; sociales : suivi scolaire, universitaire ou professionnel ; médicales et paramédicales : équipement du cabinet médical, de l'infirmier, de la salle de kinésithérapie et de massage, consultations auprès de spécialistes ; psychologiques... et au besoin tenter de les améliorer.

2- La programmation de l'entraînement

La programmation de l'entraînement est l'opération qui, dans le cadre d'une planification préalablement définie (voir ce qui précède), consiste à élaborer un plan détaillé de contenus d'entraînements au cours d'une saison sportive.

Ces contenus doivent comprendre un ensemble d'instructions nécessaires à l'exécution d'une suite logique d'opérations adaptées au rythme d'acquisition du sportif, et ce dans le but d'obtenir le développement des capacités requises par la performance visée.

La programmation comme la périodisation de l'entraînement sont des pratiques, théorisées ou formalisées, de l'entraînement qui ne reposent pas sur des bases expérimentales très solides. Avec ces réserves en mémoire, on peut rappeler maintenant quelles sont les bases (plus ou moins expérimentales, plus ou moins rationnelles, plus ou moins formelles...) sur lesquelles repose la programmation.

La programmation des contenus d'entraînement est un problème très ancien dont les principes furent repris et améliorés par de nombreux praticiens provenant surtout des « ex pays de l'Est ». Une des façons se souvenir des différentes conditions à mettre en œuvre dans une programmation de l'entraînement, est de proposer des contenus concrets correspondant à chacune des lettres de l'acronyme mnémotechnique **F.A.I.T.P.A.S.** Chacune des lettres de ce sigle correspond à une des modalités dont la programmation doit tenir compte. Ainsi le « **F** » représente la *fréquence*, « **A** » l'*assiduité*, « **I** » l'*intensité*, « **T** » le *temps* à consacrer aux différents contenus, « **P** » la *progressivité* des durées et des intensités, « **A** » l'*alternance* du travail et de la récupération et « **S** » la *spécificité*.

Bien que chacune de ces lettres représente l'initiale d'une condition spécifique, notons que dans la pratique elles sont toutes en constante interaction. Par souci de clarté, nous les aborderons séparément les unes des autres.

Le « F » de fréquence

On peut appréhender la fréquence de plusieurs façons, comme :

- le nombre de répétitions d'un exercice au sein d'une série,
- le nombre de séries au sein d'une séquence,
- le nombre de séquences au sein d'une séance,
- le nombre de séances d'entraînement au sein d'un microcycle.

Les combinaisons possibles de ces différentes modalités d'entraînement sont multiples.

- *Effets du nombre de répétitions d'un exercice au sein d'une série*, du nombre de séries dans une séquence et du nombre de séquences dans une séance :

Le nombre constitue toujours une variable dépendant de plusieurs autres facteurs : de l'effet recherché, du niveau d'entraînement du sportif, et des différentes interactions entre la durée, l'intensité, la nature et la durée des récupérations intermédiaires. D'une façon générale, le tableau 1 donne quelques indications utiles. Il souligne notamment les fréquences minimales et maximales de répétitions d'exercices, de séries et de séquence qui peuvent être envisagées en fonction de l'effet recherché et surtout du niveau d'entraînement par la période où elles se situent dans la saison sportive.

- *Effets du nombre hebdomadaire de séances d'entraînement* :

Deux séances de deux heures chacune ne font qu'entretenir ou améliorer sensiblement la condition physique alors que trois séances d'une heure et demie permettent d'obtenir de meilleurs résultats. Ces résultats sont encore très nettement améliorés par quatre séances d'une heure.

Au delà de deux séances, plus que leur nombre et leur durée, c'est de la qualité de leur contenu dont dépend l'effet attendu.

Le « A » d'assiduité

Tous les spécialistes de la physiologie de l'exercice sont unanimes pour souligner qu'en matière de condition physique, le bénéfice est assez long et difficile à acquérir (en s'entraînant tous les jours, la condition physique optimale n'est atteinte qu'après 6 à 8 semaines), relativement aisé à entretenir, mais très facile à perdre ! Une période d'inactivité de quatre semaines ou plus, oblige à reprogrammer une progression d'entraînement dont le plateau optimal ne sera atteint que plusieurs semaines plus tard (figure 3). Donc, même pendant les périodes d'interruption de la saison sportive, il serait très souhaitable de maintenir une, ou mieux, deux séances hebdomadaires pour entretenir les acquis de la programmation de la saison sportive précédente.

L'assiduité peut se concevoir aussi au niveau de l'organisation des contenus d'entraînement. Par exemple, développer l'endurance et la puissance aérobie maximale en début de saison et changer totalement d'orientation ensuite, sans conserver au moins une séance hebdomadaire pour maintenir les acquis, constitue dans la programmation une erreur à éviter aussi.

Enfin, la maladie et la blessure sont deux des cas de force majeure qui demandent une prise de décisions communes entre médecins, kinésithérapeutes et entraîneurs.

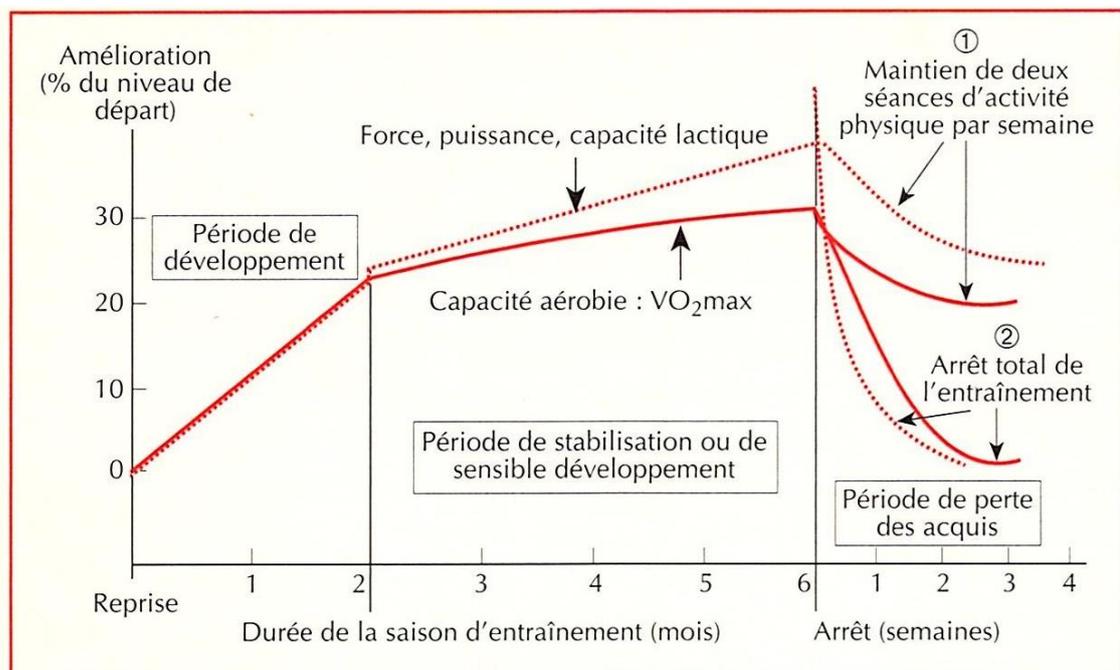


Figure 3 : Les différentes périodes des acquis pendant une saison d'entraînement et les pertes à l'arrêt total de celui-ci. Ce qui s'acquiert lentement peut se perdre très rapidement sauf si une ou deux séances d'activité physique sont maintenues pendant cette période.)

Le « I » d'intensité

« Seuls les exercices qui sollicitent fortement les réserves énergétiques et qui entraînent une

fatigue aiguë permettent une amélioration du potentiel initial par des phénomènes de « surcompensation » Matveiv.

- Les mécanismes de ces phénomènes sont encore mal connus voire controversés; cependant, après un délai de récupération consécutif à des exercices intenses et prolongés, on peut constater une augmentation des substrats énergétiques (essentiellement des réserves en glycogène) et/ou des enzymes sollicités, accompagnée d'une sensible amélioration de la performance. Selon Matveiv, l'augmentation du potentiel initial pourrait s'obtenir de plusieurs façons :
- soit après une séance de travail à intensité élevée et prolongée (figure 4). Si aucune autre séance n'est prévue pendant la phase ondulatoire de la reconstitution des réserves glucidiques, on n'obtient que l'entretien ou qu'une amélioration non significative de la (ou des) qualité(s) sollicitée(s),
- soit après une sommation de séances judicieusement alternées avec des périodes de repos (figure 5),
- soit encore après une sommation de séances rapprochées suivie d'une période prolongée de récupération (figure 6)

dans ces deux derniers cas, l'amélioration du potentiel initial et de la performance devient plus significative.

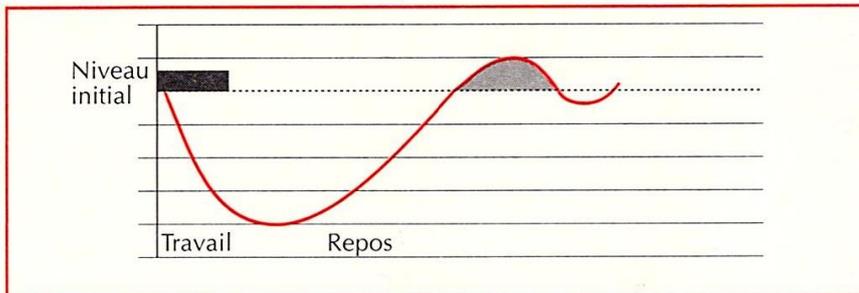


Figure 4 : Légende voir texte

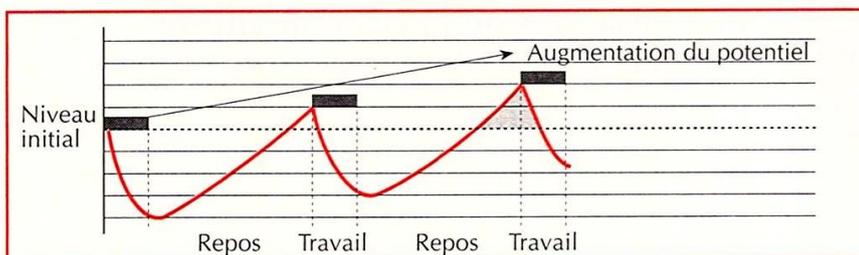


Figure 5 : Légende voir texte

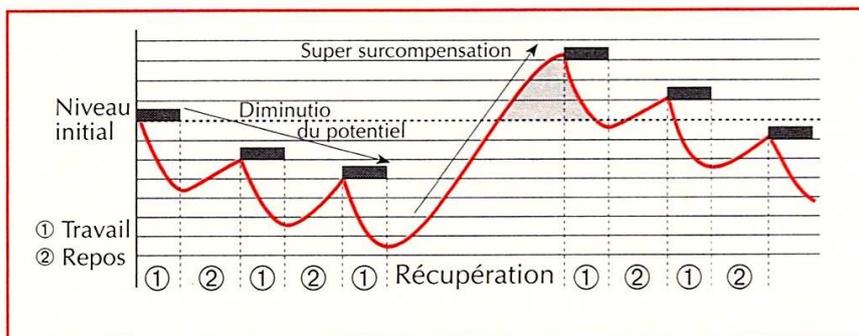


Figure 6 : Légende voir texte

L'intensité de l'exercice est le point le plus délicat à gérer. Sa gestion nécessite la connaissance de références individuelles : niveau d'entraînement, vitesse de sprint lancé (ou vitesse étalon), PAM, VAM, FCmax, relation FC-puissance ou FC-vitesse de locomotion, RM (ou charge maximale ne pouvant être soulevée qu'une fois dans chacune des différentes techniques de musculation),....

En fonction des options d'entraînement, celles-ci sont aujourd'hui très accessibles directement sur le terrain. Les nombreux tests dont dispose l'entraîneur (voir documents téléchargeables par les membres de l'AREAPS) lui permettent non seulement de bien connaître les potentialités de chacun de ses sportifs mais aussi d'avoir les références à partir desquelles il peut orienter et contrôler individuellement les intensités des contenus d'entraînement en fonction des effets recherchés. Selon les qualités à développer, les pourcentages de leur valeur maximale permettent d'obtenir les intensités requises que doit connaître tout entraîneur bien formé.

Les différents tests qui permettent d'accéder à ces informations doivent être non seulement envisagés en début de saison sportive mais renouvelés à des périodes choisies afin de tenir compte des progrès réalisés par le sportif.

A titre d'exemple le tableau 1 ci-dessous donne quelques pourcentages de la vitesse aérobie maximale (% VAM) et les pourcentages de la fréquence cardiaque maximale (% FCmax) utiles pour obtenir un impact prioritaire sur une des composantes de la condition physique du sportif. Dans ce même tableau sont aussi proposés des % de la vitesse étalon et de 1RM concernant respectivement l'amélioration de la vitesse-vivacité et le développement de la puissance musculaire.

Périodes de la saison	Nombre de répétitions par série		Nombre de séries par séquence			Nombre de séquences par séance			Nombre de séances par semaine			
	Inter + début	Compétition	Affûtage	Inter + début	Compétition	Affûtage	Inter + début	Compétition	Affûtage	Inter + début	Compétition	Affûtage
Endurance aérobie 70 à 80% de VAM	1 à 2 de 10 à 20 min	2 de 15 à 20 min	1 de 20min	1	2	1	1	1	1	2	1 à 2	1
Puissance aérobie 100 à 120% de VAM	Fartlek de 20 à 30min	De 10 à 15 de 15 s	De 8 à 10 de 15 s	1	3 à 4	2 à 3	1	1	1	3	2	1
Endurance lactique 90 à 100% de VAM	0	3 de 2min	3 de 2min	0	2	1 à 2	0	2	1	0	1	0
Puissance lactique 100 à 150% de VAM	0	3 à 4 de 1min	4 à 5 de 1min	0	2 à 3	1 à 2	0	2	2	0	1	1 à 2
Endurance alactique 95% de vitesse sprint 30m lancé	2 à 4 de 6 à 8 s	4 de 6 à 10 s	3 de 15 à 20s	0	2 à 3	2 à 4	1	1 à 2	1 à 3	0	1	1 à 2
Puissance alactique 100% vitesse ou puissance max	2 à 3 de 4 à 5 s	2 à 4 de 4 à 6 s	4 à 6 de 6 à 8s	0	2 à 6	4 à 6	1	1 à 2	2 à 3	0	2	1 à 2
Force maximale 90 à 95% d'une RM	2 à 3	3 à 6	4 à 6	2 à 4	3 à 6	4 à 6	2	3	3	1 à 2	1 à 3	1 à 2
Puissance musculaire 70 à 80% d'une RM	4 à 6	5 à 8	6 à 10	2 à 4	3 à 6	4 à 6	1 à 2	2 à 4	2 à 4	2	2 à 3	1 à 2
Endurance musculaire 60 à 70% d'une RM	10 à 12	14 à 16	8 à 10	3 à 6	4 à 8	2 à 3	1 à 2	2 à 4	1 à 2	2	1 à 2	1

Tableau 1 : Programmation des contenus de préparation physique au cours d'une saison sportive

Le « T » de temps ou durée à consacrer

Le temps à consacrer peut être envisagé aussi bien au niveau de l'exercice lui-même qu'à celui de la séance toute entière, voire d'une période plus longue définie comme « mésocycle ».

Concernant les exercices, lorsqu'ils sont réalisés chaque fois au maximum des possibilités individuelles, rappelons l'influence de la durée sur les besoins et les qualités requises.

Lorsque celle-ci est comprise entre :

- **1 et 4 s** exercices type « explosif » supra maximaux de 250 à 350 % de PAM: = qualités neuro-musculaires, sollicitation des fibres FT + utilisation essentielle des phosphagènes (ATP-PCr).
- **5 et 10 s** exercices supra maximaux de 200 à 250 % de PAM= qualités neuro-musculaires + Sollicitation des fibres FT + métabolisme mixte : ATP-PCr et glycolyse lactique,
- **10 et 20 s**, exercices supra maximaux de 180 à 200 % de PAM: qualités musculaires + métabolisme mixte. La puissance du métabolisme lactique est majoritaire et l'utilisation du complexe ATP-PCr demeure à un haut débit,
- **20 s et 1 min**, exercices supra maximaux de 140 à 180 % de PAM = puissance du métabolisme lactique, (glycogène + production de lactate)
- **1 et 3 min**, exercices supra maximaux de 120 à 140 % de PAM = endurance lactique et puissance maximale aérobie, (glycolyse lactique majoritaire et glycolyse aérobie)
- **3 et 6 min**, exercices supra maximaux et maximaux de 100 120% de VAM ou de PAM = puissance aérobie maximale et capacité lactique (glycolyse aérobie et lactique)
- **6 min et plus**, exercices maximaux et infra maximaux de 100 % et progressivement inférieurs à la PAM = métabolisme aérobie : Puissance aérobie maximale et progressivement endurance aérobie.

La durée d'un exercice est toujours subordonnée à son intensité selon une relation définie comme « *temps ou charge limite* ». Ensemble, intensité et durée sont sous la dépendance du métabolisme spécifique qui leur fournit l'énergie requise. Donc, l'intensité connue, il est assez aisé de choisir la bonne durée pour obtenir l'impact métabolique souhaité.

Le « P » de progressivité

Pour obtenir une réaction d'adaptation et une augmentation de son potentiel initial, l'organisme a besoin de stress. Concernant l'entraînement, le stress correspond à des **charges** (*). Ce sont la nature, la grandeur et l'orientation de ces charges qui déterminent les processus

d'adaptation du sportif.

En début de saison, afin d'éviter l'inadaptation organique résultant d'exercices inappropriés ou trop rapidement intenses, le volume et l'intensité des entraînements doivent être progressifs. L'augmentation progressive de la **charge** (*) doit débiter par l'augmentation du **volume** (**) avant celle de l'intensité. Cette progression doit se faire du général au particulier, c'est à dire du développement de la condition physique générale à la condition physique spécifique requise par la performance.

La progressivité sera ensuite poursuivie tout le long de la saison d'entraînement ce qui permet d'éviter l'accoutumance de l'organisme et l'arrêt de l'amélioration. Elle pourra alors se traduire par une augmentation des intensités de travail et une diminution des durées de repos. Maîtriser la progressivité nécessite de savoir à quel niveau de départ se situe le sportif, d'où la nécessité de commencer par l'évaluer non seulement dès le début de saison, mais aussi au début de chaque nouveau mésocycle. Comme nous l'avons précédemment proposé, les valeurs références les plus utiles à enregistrer seront la VAM, les temps limites, la force maximale, la puissance spécifique, la vitesse étalon, l'endurance de la vitesse ou/et de la puissance, la relation FC-Vitesse...(Voir documents téléchargeables par les adhérents de l'AREAPS.)

Ces valeurs sont indispensables pour programmer et individualiser une progression lente mais bien adaptée tant en durée qu'en intensité de chacun des exercices des séances d'entraînement. La gestion des intensités requises dépend non seulement de **l'évaluation initiale** mais aussi d'évaluations **répétées** ensuite à périodes régulières. A ce titre, non seulement l'évaluation doit totalement faire partie intégrante de toute programmation d'entraînement mais les efforts qu'elle requiert peuvent être considérés aussi comme faisant partie des exercices d'une séance.

Outre ces règles de base, destinées à la bonne conduite et à la gestion des programmes d'amélioration des capacités physiologiques et physiques, il ne faut jamais oublier de faire varier les formes d'exercices car l'enthousiasme, la motivation et le plaisir doivent être constants et sont à la base de la poursuite de l'entraînement au cours de chaque séance, chaque semaine, chaque mois, chaque année...

() Une « charge » est constituée par un exercice ou/et une série d'exercices définis par leur durée, leur intensité, le nombre de leur répétitions, la durée et la nature des récupérations entre chacun d'eux dans le but d'augmenter l'adaptation à l'origine de l'amélioration de la performance. Lorsque cette charge est d'un niveau élevé, le concept vague de « surcharge » est aussi utilisé par les entraîneurs.*

*(**) Par « volume » les entraîneurs entendent l'importance des durées d'un exercice, d'une séance ou/et d'un microcycle d'entraînement. Généralement, le volume est synonyme de durée importante d'un exercice ou d'une séance réalisée à des intensités infra-maximales.*

Le « A » d'alternance de l'exercice et de la récupération

L'alternance de l'exercice et de la récupération se fonde sur le principe de surcharge et de régénération. Ce principe joue un rôle central dans l'explication donnée aux mécanismes de l'entraînement et à la pratique de sa programmation.

Tout indique que l'augmentation de la performance du sportif est le résultat d'une adaptation qui est elle-même due à la succession d'une période de surcharge, dans laquelle une contrainte est appliquée à l'organisme, et d'une période de récupération, appelée parfois période de régénération. Selon ce modèle, dont il existe plusieurs versions, la performance (P) du sportif peut être considérée comme la différence entre deux composantes : sa capacité et sa fatigue (F)

$$\text{Performance} = \text{Capacité} - \text{Fatigue} (P = C - F)$$

Sur des échelles arbitraires, pour une capacité donnée de 8, la performance est de 4 si la fatigue est de 4, et elle augmente à 6 si la fatigue tombe à 2 ; elle augmente aussi à 6 si la fatigue reste à 4 mais si la capacité monte à 10.

Au même titre que l'exercice proprement dit, la récupération est donc indispensable au bon développement des systèmes physiologiques visés par l'entraînement. De la gestion de sa **nature** et de ses **durées**, en interaction avec l'intensité et la durée des exercices qui la précèdent ou qui la suivent, dépendent les impacts physiologiques souhaités (tableau 2).

La récupération doit permettre la reconstitution des réserves énergétiques utilisées par l'exercice et la transformation ou/et l'élimination des déchets (métabolites) produits. Elle dépend donc totalement de l'intensité et de la durée de l'exercice.

- *Au plan de la durée*, en règle générale, selon le but recherché, l'entraînement utilise des récupérations dites *complètes* qui, en principe, doivent permettre la totale reconstitution des réserves énergétiques utilisées ou *incomplètes* au cours desquelles seule une partie de ces réserves est reconstituée, ce qui est suffisant pour reprendre l'exercice suivant à un bon niveau d'efficacité. C'est ce dernier procédé qui est le plus souvent utilisé à l'entraînement.

- *Au plan de la nature*, après un exercice, la reconstitution de certaines réserves énergétiques comme l'ATP-PCr nécessite de préférence un arrêt total ; dans ce cas la récupération est dite *passive* alors que la transformation du lactate produit par certains exercices peut être accélérée en maintenant une

activité d'intensité modérée (50 à 60% de VAM par exemple) au cours de la récupération qui est alors définie comme *active*.

Tableau 2: Durées nécessaires pour reconstituer complètement les principales réserves métaboliques de l'organisme et métaboliser le lactate produit. :

Reconstitution de la totalité des réserves en :	Récupération complète		Récupération incomplète (*)	
	Durée	Nature	Durée	Nature
Oxygène	10 à 15 s	Passive	10 à 15 s	Passive
ATP - PCr	6 à 8 min	Passive	2 à 3 min	Passive
Glycogène	24 à 48 h	Passive ou active à intensité faible : moins de 50% VAM + apport en glucides	18 à 24 h	Passive + apport en glucides
Transformation du lactate	1h à 1h 30 12 à 20 min	Passive Active (50-60% de VAM)	6 à 10 min	Active (intensité faible)

(*) Compatible avec la reprise d'autres exercices par exemple. au cours d'une séance d'entraînement

Pour organiser les séquences d'exercices, il est donc indispensable de bien connaître les délais nécessaires à l'organisme pour reconstituer les réserves utilisées et réparer les cellules et tissus lésés lors de l'exercice. Si théoriquement quelques-uns de ces délais sont bien connus, remarquons qu'ils peuvent varier d'un sportif à l'autre et dépendent beaucoup de son niveau d'entraînement, de la qualité de son alimentation et de son sommeil ainsi que des moyens prévus pour accélérer les processus physiologiques et psychologiques de sa récupération.

Considérons maintenant ce qui se passe au cours d'une séance d'entraînement à fortes charges. L'homéostasie de l'organisme est perturbée et ne doit son maintien à l'intérieur de ses limites qu'en s'adaptant de façon aiguë. En fonction de la nature, de la durée et de l'intensité des exercices qui la constituent, il puise dans ses réserves en substrats, peut accuser des pertes en eau et en sels minéraux, ses cellules musculaires peuvent avoir subi des lésions au niveau de leur membrane et de leur appareil contractile et avoir perdu des enzymes, des protéines et

des lipides de structure. Les tissus, comme le tissu conjonctif, ont peut-être aussi subi des micro-lésions... Dans les termes du modèle ci-dessus, la capacité diminue, la fatigue augmente et, en conséquence, la performance est réduite. Avant de pouvoir subir une nouvelle séance d'entraînement, l'organisme, fonctionnellement affaibli, doit s'adapter. Pendant cette période où un repos complet ou partiel doit être respecté, des processus de réparation ou de régénération se mettent en place. Ils reconstituent les réserves énergétiques, le capital hydrominéral, assurent la resynthèse des molécules dégradées ou/et perdues et la réparation des cellules et des tissus lésés. L'organisme peut sortir de la période de régénération dans un meilleur état que celui qui prévalait avant la période de surcharge et sa capacité peut augmenter si :

- la surcharge n'a pas excédé les capacités d'adaptations aiguës de l'organisme et n'a donc pas produit de dommages irréversibles,
- la période de régénération est suffisamment longue,
- il reçoit un apport adéquat en matériaux (eau, sels minéraux, glucides, acides aminés, lipides, vitamines) pour « réparer » les dommages qu'il a subis.

Cette augmentation du potentiel (figure 4) est obtenue lorsque les « réparations » excèdent sensiblement les dommages subis : les réserves énergétiques, par exemple les réserves en glycogène et le capital hydrominéral ont été reconstitués au-delà du capital initial ; certains enzymes qui avaient été perdus ont été resynthétisés en léger excès et leur activité est alors plus grande par rapport à ce qu'elle était initialement; les fibres de collagène qui constituent le tissu conjonctif et qui avaient été lésées sont maintenant plus solides. Comme la fatigue a diminué, le résultat est, qu'à la fin de la période de régénération, l'organisme est mieux préparé qu'avant pour faire face à une nouvelle surcharge (entraînement ou compétition : figure 5) à laquelle il s'adapte mieux en réalisant une meilleure performance : la différence en faveur de C par rapport à F est plus grande qu'auparavant. Cet état de « grâce » qui correspond à un état d'entraînement et que l'on appelle parfois la surcompensation ne dure pas. Les adaptations obtenues sont en effet réversibles et, si aucune nouvelle surcharge n'est appliquée, l'état de l'organisme retourne progressivement à son niveau basal (figure 4). La répétition périodique de surcharges sous forme de séances d'entraînement est donc nécessaire non seulement pour élever les capacités de l'athlète mais aussi pour les maintenir et conserver son niveau de performance (figures 5 et 6).

Compte tenu des durées respectives de maintien de F et de C après l'application d'une

surcharge, le délai qui s'écoule entre deux surcharges successives est aussi important que l'intensité de la surcharge : si la seconde surcharge vient trop tôt, elle accentue le niveau de F sans gain pour C (figures 5 et 6). Inversement si elle vient trop tard, la diminution de la différence C - F, c'est à dire du niveau de performance, est moindre et le niveau maximal de développement du sportif n'est pas atteint.

Ce modèle théorique de l'adaptation chronique de l'organisme à l'entraînement a reçu des vérifications expérimentales au moins partielles pour certaines des structures et des fonctions de l'organisme : réserves en glycogène musculaire et hépatique; équilibre entre l'anabolisme et le catabolisme protéique; activités d'enzymes du métabolisme aérobie; puissance anaérobie.

Comme tous les modèles, ce modèle a ses limites et n'explique pas tout. Il peut cependant aider à comprendre les questions qui se posent aux plans théorique et pratique dans la programmation « périodisée » de l'entraînement (cf. paragraphe suivant). Les effets délétères de l'entraînement qui conduit d'abord à une détérioration de la performance, dépendent non seulement de l'importance de la surcharge et de la contrainte qui ont été imposées à l'organisme, mais aussi de son état antérieur de fatigue. Dans la programmation de la séance d'entraînement, il est donc important que cette surcharge soit choisie de façon aussi précise que possible. Si elle est insuffisante, l'homéostasie n'est que peu perturbée et la régénération attendue n'a pas lieu ou est inférieure à ce qui était visé : le sportif est *sous entraîné* (figure 7). Si cette situation perdure, le sportif n'atteint pas le niveau maximal de performance dont il était potentiellement capable compte tenu de ses dispositions génétiques : l'entraînement est un échec. Inversement, si le niveau initial de fatigue et/ou la capacité initiale de l'athlète ont été surestimés, et/ou si la surcharge imposée lors de la séance est excessive, la détérioration de l'organisme est plus grande que celle qui était visée, la fatigue s'accroît et perdure plus longtemps que prévue, alors que la capacité ne se rétablit que lentement.

En conséquence la performance progresse peu, pas ou même régresse. Dans ce cas également, le sportif n'atteint pas le niveau maximal de performance dont il serait potentiellement capable : l'entraînement est aussi un échec. Dans le cas extrême où la surcharge a été beaucoup trop importante, les dommages infligés à l'organisme du sportif sont soit irréversibles ou ne sont réversibles qu'avec une longue période de récupération. Un état de méforme chronique s'installe ; le sportif est fatigué, irritable, sensible aux infections, tolère mal les entraînements et ses performances se détériorent (Tableau 3). C'est ce que l'on appelle le *surentraînement* qui est aussi la conséquence de surcharges d'entraînement mal dosées et qui peut compromettre toute la saison du sportif tellement il est difficile et long d'en sortir .

Il faut reconnaître que les frontières qui séparent ces différents états sont très ténues et, sans contrôle permanent des réactions aux différentes charges d'entraînement, entraîneurs et sportifs « naviguent à vue » ce qui n'est pas la meilleure solution lorsque l'on veut atteindre une performance de haut niveau sans nuire à la santé du sportif !

Ces exemples extrêmes montrent que la périodisation ne constitue pas une panacée : il ne suffit pas de « périodiser » un entraînement pour qu'il soit bon c'est à dire efficace, encore faut-il qu'il soit bien dosé. En fait, pour qu'une programmation soit efficace, dans le contexte d'un entraînement « périodisé », il faudrait être capable de connaître les paramètres suivants :

- le niveau de fatigue (F) initial,
- le niveau de capacité (C) initial,

l'effet de la surcharge sur le niveau de F et de C à la fin de la séance, la cinétique des modifications de F et de C pendant la période de régénération, en d'autres termes la vitesse à laquelle F et C diminuent et augmentent respectivement pendant la phase de régénération.

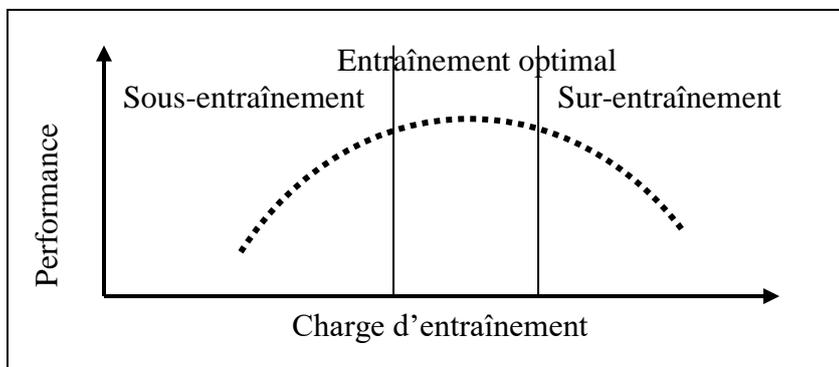


Figure 7 : Relation entre la charge d'entraînement et la performance

- **que le niveau de fatigue augmente comme prévu dans un cycle d'entraînement sévère,**

Le problème est d'autant plus complexe que, suite à une surcharge donnée, les variations de F et de C peuvent être tout à fait différentes d'un sujet à un autre et, pour un même sujet, d'un moment à l'autre au cours de son entraînement. Ces variations sont non seulement dépendantes des capacités d'adaptation à une surcharge donnée mais aussi de nombreux autres facteurs extérieurs à son entraînement, qui peuvent affecter son état physique et psychologique (manque de sommeil, problèmes de santé mineurs comme rhumes, gripes, etc., troubles digestifs, difficultés dans la vie familiale, affective, etc.). En outre, l'allure des variations de F et de C à une surcharge n'est sans doute pas la même pour toutes les qualités physiques, physiologiques ou psychomotrices qui sous-tendent une

performance...

perturbations intestinales, perte d'appétit, diarrhée, anorexie nerveuse, boulimie, nausées,
fatigue chronique,
impression d'effort plus important pour un même niveau d'exercice,
anxiété et sensations de dépression nerveuse,
baisse de motivation pour l'entraînement et la compétition,
irritabilité,
instabilité émotionnelle,
baisse de la facilité de sommeil,
insomnies,
augmentation des sensations de courbatures,
sensation de douleurs articulaires, tendineuses, organiques,
migraines,
sensations persistantes de froid,
impression de maladie,
baisse de la libido.

Tableau 3 : Symptomatologie psycho-comportementale du surentraînement. D'autres indicateurs physiologiques, biologiques et psychologiques existent mais leurs résultats sont plus discutés.

Ainsi, à partir d'un principe simple, celui de la surcharge et de la régénération, qui fournit un modèle apparemment correct de la périodisation de l'entraînement, on voit que les problèmes demeurent importants lorsque vient le moment de passer de la formalisation théorique à l'application sur le terrain.

Afin de réduire la sphère de l'aléatoire, de l'incertitude et du subjectif, il convient de faire l'hypothèse qu'un **contrôle longitudinal** des réactions du sportif, doublé d'un **suivi** réalisé à périodes régulières devraient permettre d'apporter quelques réponses à ces vastes et complexes problématiques. Encore faudrait-il disposer des outils requis. Si la **charge externe** (distances, vitesse, puissance, charges développées en musculation) est assez facile à contrôler, le contrôle des **réactions internes** (physiologiques et psychologiques) est par contre beaucoup plus délicat. Il nécessite en effet de

rechercher des mesures, des tests et des techniques à la fois les moins traumatisants pour les faire accepter par le sportif, les plus accessibles possible pour être réitérés souvent, pertinents et fiables pour donner les renseignements les plus significatifs.

C'est pour répondre à ces problématiques que nous avons validé une technique de spectrométrie à infra rouge à transformée de Fourier qui à partir de 35µl de sang (trois gouttes) permet de mesurer 19 concentrations plasmatiques au nombre desquels les principaux substrats énergétiques de l'exercice, les processus inflammatoires générés par un excès de travail musculaire et des marqueurs du surentraînement peuvent être détectés.

Le « S » de spécificité

En fonction des objectifs ou de la performance visée, au plan biologique, l'entraînement doit permettre une sollicitation sélective des métabolismes entrant en jeu dans l'activité pratiquée. Une analyse préalable des exigences de cette dernière (figure 1) s'avère absolument indispensable pour prévoir dans l'entraînement les contenus les mieux adaptés.

D'une manière générale, un système ne se développe efficacement que s'il est sollicité au maximum de sa puissance et de son endurance. Par exemple on ne peut développer son VO₂max qu'en s'entraînant à des intensités proches, égales ou supérieures à la puissance aérobie maximale. Il en est de même de la vitesse, de la puissance musculaire ou de la force maximale. C'est aussi ce qui est défini comme « principe de surcharge spécifique ».

Si la spécificité dépend des exigences de la performance, voire même du poste où évolue habituellement le sportif s'il s'agit par exemple de sports collectifs, elle doit obligatoirement tenir compte aussi de ses propres capacités. Ainsi, pour la programmation de l'entraînement, il est indispensable de savoir d'où le sportif part (quelles sont ses capacités) pour savoir où il peut aller (les objectifs) et comment y aller (les contenus d'entraînement).

Par exemple, pour entraîner un coureur de 1 500 m ou un semi-marathonien, référons-nous au tableau 4. Concernant l'intensité, ce tableau permet de constater que le 5000 m se court à une vitesse moyenne située entre 90 et 95 % de la VAM alors qu'au semi marathon, la vitesse moyenne se situe entre 78 et 88 % de VAM, et au marathon entre 75 et 84 % (jusqu'à 88% pour les champions du monde !). La spécificité dépend bien sûr des exigences de la performance mais aussi des capacités du sportif.

La spécificité d'un exercice est aussi la relation directe qu'il est possible d'établir entre lui et les différentes formes techniques de la pratique considérée. C'est aussi une forme d'entraînement que l'on définit comme « intégrée » car elle utilise des enchaînements techniques ou mieux une préparation physique contextualisée qui se fonde sur des séquences complètes de l'activité sportive. Par exemple, jouer au football à deux contre deux ou trois contre trois sur un tiers ou un demi terrain de football durant des périodes de trois minutes suivies de trois minutes de repos et ce répété trois ou quatre fois,

permet de développer à la fois les aspects techniques, leur vitesse de réalisation, les placements sur le terrain, la vitesse de déplacement et la capacité lactique. Il suffit d'augmenter, soit le nombre de joueurs (quatre contre quatre ou cinq contre cinq...), soit le nombre de répétitions (cinq à six) et diminuer la durée des récupérations (< 2min) pour orienter l'impact davantage vers le développement de la puissance aérobie maximale.

Le double avantage des exercices intégrés et des séquences contextualisées est de développer une ou plusieurs capacités physiologiques ou physiques en utilisant les techniques et dans le tempo de la compétition. Ce type d'exercice est particulièrement à envisager en sports collectifs durant les périodes de compétitions, surtout lorsque celles-ci se prolongent tout le long d'une saison, comme c'est le cas des sports d'équipe. Par contre, leur inconvénient majeur est l'absence de précision et la difficulté à pouvoir viser le développement d'une qualité donnée. Selon les objectifs et les périodes d'une saison sportive, ces deux types d'exercices : spécifiques généraux et spécifiques intégrés doivent donc figurer et alterner dans toute préparation physique du sportif.

Tableau 4: Pourcentages de VAM susceptibles d'être maintenus pendant les différentes distances de compétition et corrélations entre VAM et vitesses auxquelles ont été réalisées ces performances (n = nombre de sujets évalués)

Distances de compétition	% VAM Course sur piste	Corrélations VAM – Performance
400 m	145 à 155	
800 m	120 à 125	r = . 72 (n = 40)
1000 m	105 à 115	r = . 92 (n = 105)
1500 m	101 à 111	r = . 92 (n = 105)
2000 m	98 à 102	r = . 95 (n = 71)
3000 m	95 à 100	r = . 98 (n = 69)
5000 m	90 à 95	r = . 98 (n = 69)
10 000 m	85 à 90	r = . 88 (n = 108)
20 000 m	80 à 88	r = . 88 (n = 108)
marathon	75 à 84	r = . 85 (n = 108)

3- la périodisation de l'entraînement

« L'entraînement moderne est nécessairement « périodisé », dans la mesure où le volume de travail et l'intensité des entraînements auxquels sont soumis les sportifs obligent à introduire une progression (du quantitatif au qualitatif ; du volume à l'intensité ; du général au spécifique ; etc.) et une alternance entre des périodes de travail intense et des périodes de repos ou de travail moins intense qui forment des ondulations sur une durée d'un jour, d'une semaine, d'un mois ou d'une année » (Péronnet 1994). Il est en effet impossible de maintenir le sportif toute l'année à son niveau maximum de performance, et il est aussi impossible, sans risque de surentraînement de le soumettre à des séances intenses sans

intercaler des séances d'intensité plus faible. Cette façon de procéder exige une programmation « périodisée » de l'entraînement.

La périodisation, qui introduit la notion d'alternance de cycles dans le processus de l'entraînement, s'observe en fait à toutes les étapes du processus (Tableau 5). Au niveau de la séance d'entraînement, chaque exercice ou série d'exercices est présenté sous la forme d'un **minicycle** comprenant progression et alternance qui sont les maîtres mots de la périodisation. La séance elle-même doit respecter le principe de progression et une alternance de périodes de travail et de récupération : c'est le **cycle de la séance**. La journée d'entraînement constitue un autre cycle (**le cycle journalier**) où peuvent alterner, dans un ordre précis, plusieurs séances d'entraînement en alternance avec des périodes de repos. Les cycles journaliers font eux-mêmes partie d'un grand cycle hebdomadaire qui constitue le **microcycle** classique et où l'on retrouve aussi progression et alternance. A leur tour, les microcycles sont organisés **en mésocycles** (plusieurs semaines) qui s'intègrent eux-mêmes dans les **macrocycles** d'entraînement (annuels, ou bi-annuels selon l'organisation de la saison et des compétitions). Finalement, le plan annuel fait partie d'un plus grand cycle qui est souvent quadriennal, **le mégacycle** (entre deux coupes du monde), lui-même constituant un des cycles successifs de la carrière du sportif ou **gigacycle** qui, en intégrant la période de formation, peut couvrir jusqu'à 20 ans.

Cycle annuel d'entraînement

Pour les besoins de ce document, nous ne retiendrons que la périodisation incluse dans un cycle annuel d'entraînement.

Quatre grandes périodes annuelles sont à distinguer : l'inter saison, la période préparatoire dont une partie incluse dans l'inter saison devra être gérée par le sportif lui-même, la période de reprise collective de l'entraînement qui précède la période principale de compétitions en amont de laquelle nous pouvons aussi intégrer la mini période d'« affûtage »

L'inter-saison. Dès la fin d'une saison et après les dernières compétitions ou les derniers matches, en fonction du niveau dans lequel évolue le sportif, un arrêt plus ou moins long (un à un mois et demi) est habituellement prévu entre deux saisons.

Cette période doit être mise à profit pour pouvoir récupérer tant physiquement que mentalement sans pour autant perdre totalement les bénéfices acquis lors de la saison précédente. La première période ou période préparatoire devrait débuter dans l'inter saison !

Dans la plupart des sports collectifs, la reprise de l'entraînement se situe habituellement environ un mois avant le premier match officiel du championnat. Cette durée est beaucoup trop courte pour arriver en si peu de temps au niveau de la forme optimale du joueur. Il en faudrait presque le double : 6 à 8 semaines en s'entraînant tous les jours ! Ceci signifie que le sportif devra obligatoirement maintenir un

bon niveau d'entretien pendant l'inter saison. Après deux semaines de repos complet, il devra organiser lui-même au moins deux séances hebdomadaires consacrées au maintien de sa capacité aérobie (footing, vélo, VTT, natation etc....) et renforcement musculaire général, et une séance ludique axée sur les sprints courts, démarrages, blocages, changements de direction etc. par exemple en jouant au tennis, au squash, à la pelote basque ou à un autre sport collectif que celui officiellement pratiqué (effets psychologiques de désaturation). Au cours des ces séances d'entretien et/ou de développement de sa capacité aérobie, il devra augmenter progressivement leur durée (de 30 à 45 minutes) et leur intensité (de 70 à 75 % de sa VAM ou de 80 à 85 % de sa FCmax) de façon à reprendre la première semaine d'entraînement collectif à ces dernières durées et intensités. Cette période doit donc être considérée comme une période de préparation physique générale de base surtout consacrée au maintien, voire au sensible développement des adaptations cardiovasculaires et au renforcement musculaire général.

Ceci signifie que même l'inter saison doit être organisée. Avant le départ des sportifs en fin de saison, il serait donc judicieux de prévoir une dernière séance d'évaluation permettant de leur fixer individuellement un programme minimum d'entretien.

Tableau 5 : Généralisation de la notion de périodisation : les cycles de progression et d'alternance se retrouvent à tous les niveaux du processus d'entraînement depuis la série d'exercices jusqu'au gigacycle qui constitue la totalité de la carrière du sportif (d'après Péronnet, 1994).

CYCLES DE PROGRESSION ET D'ALTERNANCE	DUREE
<i>Minicycle</i> retrouvé dans une série d'exercices constituant une partie du corps de la séance	De quelques minutes à quelques dizaines de minutes
<i>Cycle de la séance</i> quotidienne, bi ou tri quotidienne d'entraînement	De quelques dizaines de minutes à plusieurs heures
<i>Cycle quotidien</i> d'entraînement	Vingt quatre heures
<i>Microcycle</i> hebdomadaire d'entraînement	Sept jours
<i>Mésocycle</i> comprenant deux à six microcycles	Deux à six semaines
<i>Macrocycle</i> comprenant deux à quatre mésocycles	Un à six mois
<i>Cycle annuel</i> d'entraînement	Une année
<i>Mégacycle</i> comprenant une succession de deux à quatre cycles annuels	Deux à quatre ans
<i>Gigacycle</i> comprenant une succession de plusieurs mégacycles et qui constitue le plan de carrière du sportif	Huit ans et plus

La reprise officielle de l'entraînement

Cette période devrait constituer la deuxième période. Celle-ci comprend trois phases.

La première phase a pour but d'amener progressivement le sportif au niveau d'adaptation requis pour supporter les charges de plus en plus importantes des périodes suivantes. C'est la période de préparation des « terrain physiologique et musculaire » qui est ici à l'ordre du jour. C'est ce qui est appelé aujourd'hui la préparation physique générale (ou PPG). Cette période est aussi consacrée aux différents développements techniques réalisés à des intensités progressivement croissantes.

La deuxième phase est celle où le développement technique ou technico-tactique sera systématiquement recherché en interaction avec une forte augmentation des charges physiques et physiologiques, ceci dans le but de provoquer chez le sportif un plus haut niveau d'adaptation. Le début du développement progressif de la puissance aérobie maximale, de la force et de la puissance maximale doit être envisagé au cours de cette phase.

La troisième phase qui précède la période de compétitions est une période de consolidation et de développement des niveaux requis en ce qui concerne la vitesse, l'endurance de la vitesse, de la puissance musculaire et de l'endurance de la force spécifique, c'est ce qui est appelé la phase de préparation physique spécifique ou (PPS). Au cours de cette phase le travail individuel et très spécifique doit systématiquement être recherché.

La troisième période ou phase compétitive se subdivise, elle aussi, en deux phases :

. *la phase compétitive* comprenant surtout des entraînements spécifiques réalisés en maintenant des séances de musculation spécifiques et de fortes charges aérobies et anaérobies, entrecoupées par des périodes contrôlées de récupération,

. *et la phase de compétition les plus importantes* dans laquelle le volume de travail doit être fortement réduit au profit de la récupération et de la qualité de l'entraînement qui devra mettre l'accent sur la vitesse, l'endurance de la vitesse et la puissance dans la réalisation de toute la gestuelle spécifique technique ou technico-tactique (c'est ce que nous pouvons appeler la *phase* « *d'affûtage* »).

Pour obtenir le meilleur du potentiel de ses sportifs dans cette période souvent cruciale dans la saison, l'entraînement devra se traduire par :

- le maintien, voire l'augmentation, de l'intensité;
- la diminution importante du volume
- l'aménagement de temps de repos plus longs;

- une haute spécificité des exercices proposés;
- une hygiène de vie très stricte (diététique, récupération organisée, repos, sommeil...)
- et, par une préparation psychologique la mieux adaptée à la situation.

Cette phase d'affûtage peut aussi bénéficier d'un microcycle de récupération situé juste avant la première compétition ou le premier des matchs importants. Dans ce microcycle où la récupération doit prévaloir, deux séances constituées d'exercices de très hautes intensités accompagnés de récupérations incomplète mais plus prolongées que celles organisées lors de la fin de la deuxième périodes, devront être maintenues. La deuxième de ces séances devra être prévue quarante huit heures avant la compétition ou le match important visé.

Ce microcycle doit permettre au sportif de solliciter à la fois et de façon suffisamment intense son organisme et de récupérer tout son potentiel énergétique et nerveux pour se présenter lors des compétitions visées, dans les conditions physiques et psychologique les plus favorables.

D'une manière générale, le principe qui sous-tend l'affûtage est l'augmentation de tous les potentiels psychophysiologiques requis par les compétitions ou les matchs visés. Cette surcompensation est induite par l'aménagement d'un repos relatif situé après une période de stress spécifique important du sportif.

Comme une surcompensation mal maîtrisée peut souvent aboutir à des effets contraires, l'entraîneur doit savoir être à l'écoute des impressions ressenties par le sportif et attentif aux résultats des derniers tests de contrôle, pour choisir la conduite à tenir.

Outre l'importance de la préparation psychologique, cette dernière période est surtout consacrée aux derniers ajustements techniques et tactiques réalisés dans des conditions les plus proches possibles de la (ou des) compétition(s).

Aborder ensuite la période des compétitions proprement dite. Elle peut se concentrer sur une seule compétitions, les compétitions qualificatives, les phases finales...ou sur une série de compétitions, tournois finaux, finales...

Pendant cette période, le sportif doit atteindre et maintenir son plus haut niveau de "forme physique". Celle-ci ne se manifeste que pendant une période privilégiée de haut rendement spécifique de courte durée, tout doit être mis en œuvre pour le faire perdurer le maximum de temps possible : récupérations adaptée, maîtrise et accompagnement psychologique, diététique, sommeil, hygiène de vie... .

Cependant, lorsque cette période est étalée sur plusieurs rencontres, elle s'accompagne des règles

d'hygiène de vie très strictes les plus favorables au meilleur équilibre entre le sommeil, la diététique, l'entraînement et les activités culturelles diversifiées qui permettent d'éviter un éventuel blocage psychologique.

Organisation des microcycles d'entraînement au sein d'une saison

Le microcycle est une des unités les plus importantes de tout système d'entraînement. Sa durée peut osciller entre quatre et quatorze jours, cependant les cycles d'une semaine qui présentent plus de commodité sociale, sont les plus répandus.

Chacun des microcycles doit exercer une influence particulière sur l'organisme. Il importe donc d'en élaborer précisément le contenu de façon à résoudre une ou plusieurs tâches incluses dans la préparation du sportif.

Tout en respectant les principes de l'acronyme F.A.I.T.P.A.S., l'agencement des microcycles entre eux doit demeurer relativement stable durant plusieurs semaines consécutives ou *mésocycle*.

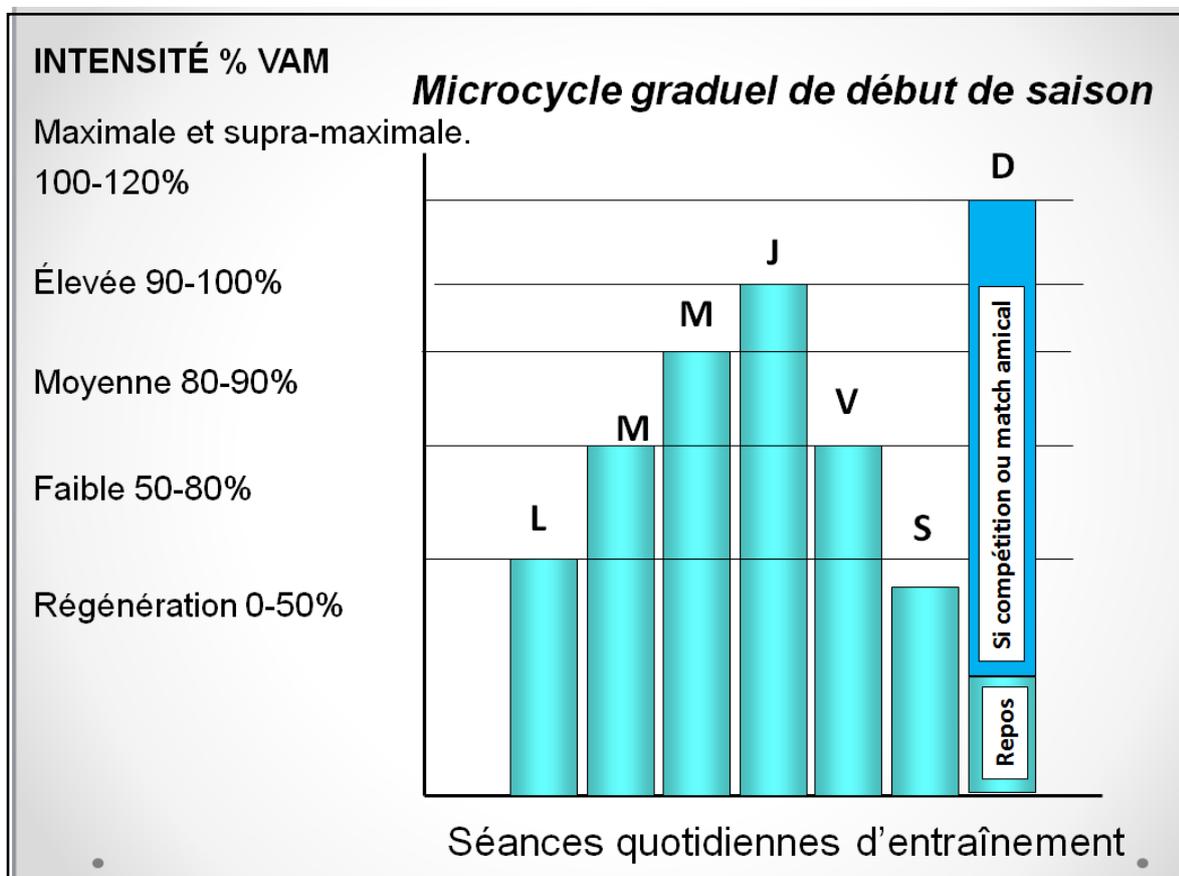


Figure 8 : Exemple de l'organisation des contenus d'un microcycle de début de saison.

Dans le cas de sports collectifs, par exemple, les trois premiers microcycles gérés par l'entraîneur lors de la reprise de l'entraînement en début de saison seront à consacrer au développement de la capacité aérobie (figure 8), le premier devrait être consacré pour 75% au maintien ou au développement de l'endurance et 25% au développement de la puissance aérobie maximale, au cours des deux suivants, progressivement ces pourcentages seront inversés en introduisant en outre le travail de la vitesse-vivacité. Ce n'est qu'à partir du quatrième microcycle que devrait pleinement être envisagé le développement de la vitesse-vivacité spécifique en mixité avec l'endurance et la puissance aérobie maximale pour aborder les premiers matches du championnat généralement programmés quatre à six semaines après la reprise de l'entraînement. N'oublions pas que pour les sports collectifs le développement des capacités physiques et physiologiques même de début de saison peut tout à fait être réalisé sous forme de préparation physique intégrée et contextualisée proches des pré requis des premiers matches.

Concernant les sports plus individuels comme l'athlétisme et la natation, en fonction de la spécialité du sportif, le même schéma général peut être adopté en prolongeant cependant de plusieurs microcycles les durées des mésocycles et en mettant d'avantage l'accent sur le développement des qualités requises par la performance dans le sport considéré en *allant du général au particulier*.

Comment passer d'un mésocycle au suivant.

Compte tenu des modifications organiques déjà obtenues, pour passer d'un mésocycle à l'autre, il est indispensable:

- d'évaluer les progrès réalisés, le niveau atteint et fixer alors de nouveaux objectifs pour le mesocycle prochain,
- si les objectifs fixés n'ont pas été atteints à la fin du présent mésocycle, les réajuster en les adaptant mieux ou/et changer en conséquence la structure même des microcycles prévus si besoin est,
- donc changer de mesocycle nécessite une évaluation et la programmation de nouveaux objectifs réalistes pour les prochains microcycles du nouveau mésocycle.

Comment envisager les contenus d'un microcycle

L'élaboration du contenu d'un microcycle dépend toujours de nombreux facteurs qu'il convient de bien maîtriser.

En premier lieu son objectif doit tenir compte du moment de la saison et donc de la place qu'occupe le microcycle dans le mésocycle et dans la planification globale de la préparation physique prévue pour la saison.

D'une façon générale, après un week-end de loisir, de compétition ou de match, le lundi sera à consacrer à un entraînement aérobie et un travail de PPG.

Le mardi, augmenter l'intensité vers le travail de la puissance aérobie maximale et de la vitesse. Le

mercredi et le jeudi seront les deux jours d'entraînement de haut niveau et de haute intensité en relation avec les exigences du sport considéré.

Le vendredi il convient de donner la priorité aux éléments technico-tactiques et à la récupération active avant le samedi, jour du match ou bien dans le cas de sports individuel, le jour d'une séance de haute intensité simulant une compétition.

Dans le cas de sports collectifs, si le match a lieu le samedi en fin d'après-midi ou en soirée, le matin, outre les consignes technico-tactiques, un éveil neuro-musculaire à base d'actions explosives ou/et de sprints très courts espacés entre eux de récupérations passives de durée relativement longues (2 min) sont conseillés. Dimanche récupération et soins.

Séances et exercices

Le choix des exercices, de leur intensité, de leur durée et de leur récupération respectives est directement subordonné à l'objectif précédemment défini et, bien sûr, aux capacités du sportif en fonction de sa spécialité. Ce choix doit aussi permettre d'obtenir les meilleurs effets possibles des exercices en alternant harmonieusement la fatigue qu'ils génèrent et la récupération qu'ils nécessitent.

Le développement progressif de "l'état d'entraînement" (ou condition physique spécifique) du sportif résulte du prolongement et du renforcement des modifications obtenues à l'issue de la séance. Celles-ci se manifestent de deux façons:

- *par une phase de modification immédiate* (figure 4) qui peut durer de quelques minutes à quelques heures selon l'intensité, la durée des exercices qui l'ont précédée et dépend aussi, du niveau d'entraînement et des caractéristiques individuelles du sportif. Cette phase tend à rétablir plus ou moins rapidement l'équilibre perturbé du milieu intérieur ou homéostasie.

- *et, par une phase constructive* durant laquelle, sous l'effet de la mise en jeu spécifique d'une innervation trophique et d'un certain nombre de réactions biochimiques, s'établissent des modifications durables des organes et tissus sollicités. Dans la durée, c'est ce qui est défini comme adaptation chronique.

Remarquons toutefois que cette division des phases est purement arbitraire car, en fait, elles se déroulent normalement en parfaite interaction. C'est le rapport optimal entre les exercices et le repos qui joue un rôle capital dans la planification de l'entraînement. Selon sa qualité, ce rapport peut provoquer, au sein d'un microcycle, trois types principaux de réactions:

1-peu ou pas d'effet;

2- amélioration optimale de l'état de forme;

- Lorsqu'un nombre trop faible de séances intensives (1 ou 2) est placé dans le microcycle, on aboutit au premier type de résultat.

- Les réactions du deuxième type interviennent quand un nombre optimal de ces séances est placé avec une alternance appropriée de récupérations (voir figure 7).

- Enfin, l'abus de séances à fortes charges (trop nombreuses séances dites "lactiques", musculation avec charges trop lourdes, récupération insuffisante) peut rapidement provoquer un état de surentraînement.

Le bien-fondé de l'alternance optimale du travail et du repos au sein du microcycle est actuellement assez bien établi. Cependant, ce schéma simplifie considérablement la situation réelle de la pratique spécifique du sport de compétition. En effet, de multiples éléments sont à ce niveau susceptibles d'interagir; nous en examinerons brièvement quelques uns.

- D'une part, on sait que le rétablissement, voire la surcompensation, de certaines fonctions et réserves énergétiques utilisées, interviennent à des moments différents. Il y a donc hétérochronisme des phénomènes de récupération;

- D'autre part, la fatigue stimule spécifiquement et accélère les processus de resynthèse des réserves utilisées. Plus leur niveau initial est abaissé, plus elles tendent à se reconstituer rapidement à des concentrations plus élevées.

En conséquence, tout dépend du niveau de sollicitation des différentes sources énergétiques au cours des exercices et des séances proposées (principe de surcharge);

- Enfin, après des séances à fortes intensités axées sur la sollicitation sélective d'un des trois métabolismes (aérobie, lactique et phosphagènes), la capacité correspondante est fortement réduite alors que les capacités dépendant des autres métabolismes semblent, au contraire, stimulées. Par exemple, après une séance visant à améliorer la vitesse, la capacité liée à l'utilisation des phosphagènes (ATP-PCr) est réduite, mais il semble, par contre, que la puissance aérobie soit momentanément augmentée ...

D'où les questions que l'on peut se poser :

- Au sein de chaque microcycle, vaut-il mieux utiliser des séances: 1) à *objectif unique*, 2), à *double objectifs* ou 3) à *objectifs multiples* ?-

- Comment alterner ces séances pour obtenir le meilleur effet réciproque?-

- Combien de séances à haute intensité peut-on programmer dans un microcycle?-

- Comment alterner les différents microcycles entre eux?-

- Quelle est la nature et la durée des intervalles de récupération?

Sur bien des points l'état actuel de nos connaissances est encore au stade de la recherche, ce qui incite à une certaine prudence. D'aucune manière il est actuellement possible de proposer un modèle unique, cependant pour aider l'entraîneur dans sa démarche et pour tenter d'apporter quelques réponses à ses interrogations, les propositions suivantes peuvent lui être suggérées. Toutes sont issues d'une réflexion purement théorique se fondant sur la connaissance de la physiologie de l'exercice et de l'entraînement. Elles demandent donc confirmation.

Quel type de séances choisir au sein d'un microcycle?

□ Les *séances à objectif unique* épuisent d'une manière plus profonde et très localement les réserves énergétiques sollicitées en fonction de l'intensité et de la durée de l'exercice; ceci entraîne leur reconstitution sélectivement plus importante et peut avoir un effet spécifique bien précis. Ce type de séances a donc l'avantage de la précision de l'impact physiologique recherché. On peut, en particulier, proposer ces séances à un sportif chez qui on a identifié des manques préjudiciables à sa pratique et, plus spécifiquement, en fonction de sa spécialité ou du poste qu'il occupe dans une équipe de sport collectif. De façon générale, les séances à objectif unique sont à utiliser plutôt dans les premiers microcycles de reprise de l'entraînement ainsi que dans la phase de l'affûtage. Elles peuvent l'être aussi tout le long de la saison sportive et constituer la ou les deux séances à forte "charge" spécifique(s) d'un microcycle. Elles sont alors choisies en fonction de la grande dominante du microcycle et harmonisées soit avec des séances à objectifs multiples, soit avec des séances à grandes dominantes facilitant la récupération.

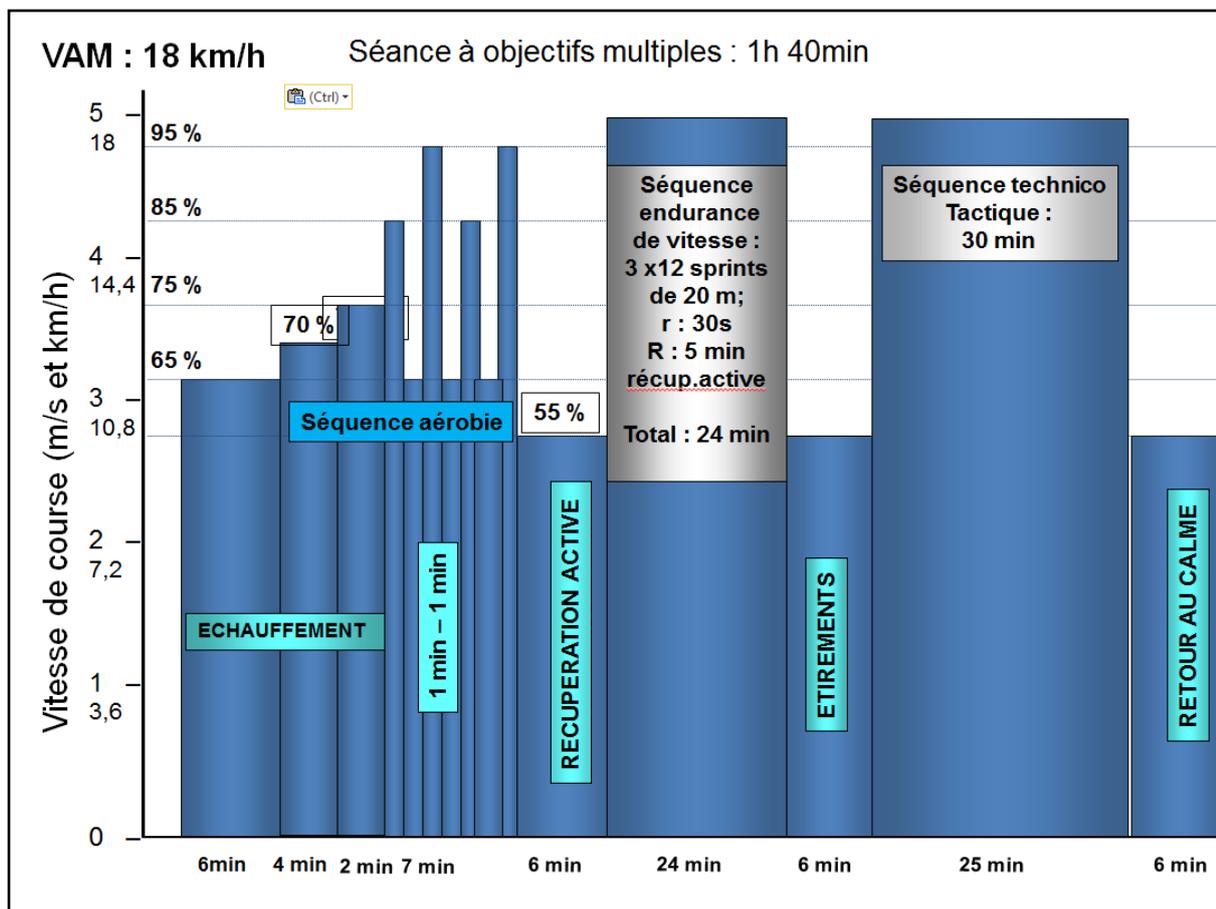


Figure 10 : Exemple d'une séance à grandes dominantes. Bien d'autres exemples pourraient être imaginés

Plutôt qu'une attitude très tranchée en faveur du choix de l'une ou de l'autre des séances, nous pensons qu'il n'y a pas d'incompatibilités entre elles. Leur choix dépend des circonstances dont nous venons de prendre quelques exemples.

L'autre type de choix dépend des réponses à la question : Comment alterner les séances pour obtenir leurs meilleurs effets réciproques?

La réponse à cette question dépend des influences réciproques des différentes sollicitations physiologiques (tableau 6) et, bien sûr, du nombre réel de séances d'entraînement prévu hebdomadairement.

- Dans l'hypothèse de **deux séances** dans certains sports, les résultats risquent d'être beaucoup plus longs à acquérir et plus aléatoires. Dans ce cas, l'entraîneur devra choisir en priorité d'intégrer la préparation physique aux formes techniques et technico-tactiques de l'entraînement.

Environ deux tiers de celui-ci seront consacrés à la préparation technique et technico-tactique intégrant la préparation physique tout en s'efforçant de respecter les principes précédemment énoncés. Durant le tiers restant, à placer de préférence après l'échauffement, une séance devrait plutôt poursuivre des objectifs multiples et l'autre tenter de développer spécifiquement une ou deux grandes dominantes.

- **A quatre séances hebdomadaires ou au-delà**, une réflexion sur les possibilités de planification devient indispensable.

D'une manière générale, **les tableaux i, é et 6 ainsi que les figures 6 et 7** indiquent les alternances possibles mais non exclusives.

Tableau 6 : Influences réciproques des différentes sollicitations métaboliques et propositions d'orientation de contenus séances en alternance

Contenu de la séance d'entraînement	Effets immédiats principaux		Alternance suggérée avec séances du type :
Objectif principal	Baisse des réserves en	Effet stimulant sur :	
Vitesse, puissance	Phosphagènes (ATP PCr)	Système oxydatif (capacité aérobie)	Endurance et puissance aérobie maximale
Capacité aérobie (Puissance + endurance)	Glycogène (...AGL)	Synthèse ATP-PCr	Vitesse ou Capacité lactique
Capacité lactique (Puissance + endurance)	Glycogène (baisse modérée) Production de lactate et de protons H ⁺	Néoglycogénèse et système oxydatif	Endurance et puissance aérobie maximale

Combien de séances à haute intensité peut-on programmer dans un microcycle?

En fonction du niveau où se situe le sportif à entraîner, par exemple les niveaux « élites » et « divisions nationales » actuelles exigent une intensification poussée de l'entraînement, ce qui serait impossible sans l'augmentation du nombre de séances à haute intensité dans le microcycle. Il faut donc nécessairement tenir compte de l'influence cumulative de telles séances.

Deux séances à haute intensité à *effets cumulatifs* poursuivant le même objectif et, situées à vingt quatre heures d'intervalle, sont à programmer avec prudence au sein du même microcycle. A la condition d'être suivies par un intervalle suffisant de récupération (24 à 36 heures), elles peuvent être planifiées, par exemple, en milieu de semaine: mercredi et jeudi avant la compétition ou le match, mais ne s'adressent de toute façon qu'à des sportifs déjà bien entraînés. En outre, s'il est possible de concevoir d'améliorer l'endurance aérobie et anaérobie lactique par ce type de planification, il serait peu rationnel de l'envisager pour améliorer les possibilités de vitesse.

Compte tenu de l'existence d'une fatigue spécifique, plus nerveuse que métabolique, traduite par une excitabilité diminuée, il y aurait dans ce cas une altération marquée de la vitesse gestuelle et donc, un effet inverse de celui recherché.

Deux ou trois séances hebdomadaires à haute intensité et à *objectifs différents*, même situées respectivement à vingt quatre heures d'intervalle, ne présentent pas par contre les mêmes inconvénients.

De façon générale, une forte charge de travail, placée sur un fond de fatigue provoquée par une séance dont l'orientation est totalement différente de la suivante, n'aggrave pas la fatigue spécifique mais entraîne une diminution d'un autre aspect du rendement. Par exemple, une séance "*vitesse*" placée après une séance "*endurance aérobie*" voit les possibilités de vitesse diminuées mais ne réduit pas le niveau de l'endurance aérobie.

Il semble que trois, voire quatre séances *hebdomadaires* à haute intensité et à objectifs différents est le maximum qui puisse être demandé à un sportif très préparé sans risquer le surentraînement. Les microcycles incluant quatre de ces séances doivent toujours respecter, non seulement le principe de l'effet cumulatif, mais aussi l'alternance indispensable entre travail et récupération.

Comment alterner les différents microcycles entre eux ?

La baisse progressive du potentiel énergétique le plus long à se reconstituer: le glycogène, dont nous avons souligné l'importance physiologique capitale dans de nombreuses activités sportives, indique qu'il est nécessaire de prévoir, à l'issue d'un certain nombre de microcycles (en général deux à trois), un microcycle spécifique de récupération (figure 10) qui permette une bonne stabilisation nerveuse et psychologique et une bonne reconstitution des potentiels énergétiques utilisés de façons cumulatives et donc, évite le surentraînement.

Quelles est la nature et la durée des intervalles de récupération entre les séances?

Dans le cas de microcycles comportant trois à quatre séances:

- *Six heures après* la dernière séance, ou après la compétition ou le match du week-end, tous les potentiels énergétiques sont réduits;
- *Vingt quatre heures après*, hormis la puissance lactique qui demeure nettement en-dessous de son niveau d'origine, tous les autres potentiels énergétiques ont retrouvé leurs valeurs initiales;
- *Trente six à quarante huit heures après*, c'est à dire au moment où habituellement reprend un nouveau microcycle après la compétition ou le match du samedi après-midi ou du dimanche, tous les potentiels sont revenus à leur niveau initial et même le dépassent.

En outre, comme nous l'avons précédemment souligné, une augmentation sensible de l'apport en glucides au cours des repas qui suivent le match, favorise la récupération notamment pour la recharge des réserves en glycogène.

Un microcycle de décrochage est obligatoire pour permettre à l'organisme du sportif de bien récupérer, de rétablir ses équilibres internes, et surtout, de pouvoir maintenir un état de condition physique correct toute la saison sportive et ce, sans éprouver des périodes de grande fatigue ou tomber dans le surentraînement.

Au cours du microcycle de récupération active, il est conseillé de prévoir une séance à forte intensité mais à faible volume deux à trois jours avant une compétition ou un performance programmé dans un championnat. De préférence, organiser les microcycles entre eux de façon à faire coïncider le microcycle de décrochage avec la semaine qui précède une compétition ou un match important.

Comment élaborer le contenu des séances ?

La séance est l'unité de base de l'entraînement. Elle est constituée de l'agencement rationnel d'exercices dont la nature, la durée et la fréquence dépendent :

- des objectifs poursuivis,
- des capacités du sportif,

de sa place au sein d'un microcycle des objectifs poursuivis dans la saison, des capacités individuelles du sportif, et du poste occupé en jeu s'il s'agit d'un joueur de sport collectif..

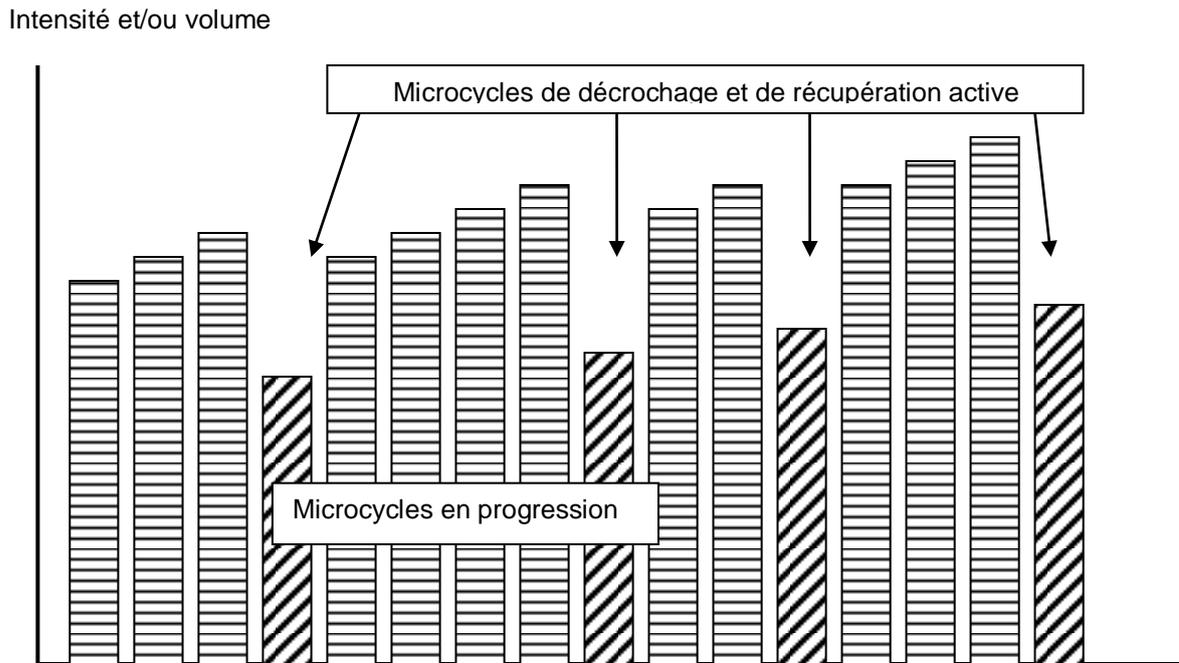


Figure 11 : Différentes modalités d'organisation des microcycles d'entraînement entre eux.

La séance comprend généralement:

- **Une partie introductive** dans laquelle sont précisés les objectifs qui permettent au sportif de mieux se concentrer sur le travail à réaliser.

Souvent négligée, cette partie est extrêmement importante dans la formation du sportif. Il importe de bien expliquer les tenants et aboutissants de la séance et, notamment, les effets recherchés tant au niveau technique que tactique, physique et physiologique. En outre, cette partie constitue le moment "fort" psychologique à partir duquel, sur la base d'une compréhension collective, se soudent les interrelations : sportifs entre eux, sportifs-entraîneur, autour d'objectifs clairement définis, bien compris et bien acceptés. A la condition que l'entraîneur possède de sérieuses connaissances sur son métier, jour après jour ses explications suivies d'une application immédiate, auront un effet formateur bien meilleur et mieux ancré que tout apprentissage théorique reçu en-dehors de la pratique au quotidien.

Une partie d'échauffement progressif (figures 9 et 10) dont le but est de bien préparer le sportif à réaliser les exercices principaux de la séance. L'échauffement se subdivise lui-même en une partie générale et une partie spécifique;

□ *la première* fait appel à des exercices très généraux qui sollicitent progressivement l'ensemble des fonctions cardiovasculaire, respiratoire et neuro-motrice;

□ *la seconde* utilise des éducatifs mettant en jeu les fonctions qui vont assurer l'efficacité des exercices essentiels de la séance.

La fin de l'échauffement est le moment le plus propice pour programmer les exercices de vitesse et de puissance.

- ***Une partie principale*** qui dépend non seulement des objectifs, mais aussi de la période dans laquelle la séance est située dans la saison.

- ***Une partie retour au calme ou récupération active*** pendant laquelle la réduction progressive de l'intensité favorise et accélère les processus de récupération.

Du point de vue de la préparation physique et physiologique, la séance peut, soit pour-suivre un seul objectif (développement des qualités aérobies, anaérobies lactiques ou anaérobies alactiques>, soit au contraire avoir une orientation multiple. Dans ce dernier cas, deux éventualités peuvent être envisagées:

1. la première consiste à diviser la séance en deux ou trois parties relativement indépendants (*exemple:1* : vitesse, *2* : endurance aérobique, *3* : endurance anaérobique lac-tique)
2. la deuxième propose non pas le développement successif mais parallèle de deux qualités à la fois (vitesse et endurance aérobique, vitesse et puissance anaérobique lactique...).

Le choix dépend de la bonne connaissance des effets réciproques des différents exercices entre eux.

Comment choisir les exercices ?

Le choix des exercices est aussi un moment très important de l'entraînement. En fonction des effets physiologiques recherchés, la pertinence de ce choix nécessite de répondre aux différentes variables qui contingentent l'exercice, c'est-à-dire: l'intensité, la durée, la durée et la nature de la récupération, le nombre de répétitions dans une série, le type et la durée de la récupération entre chaque série, enfin le nombre de séries dans une séance.

Il est notamment indispensable d'agencer avec précision ces variables pour répondre électivement au développement de la *puissance* ou de *l'endurance* de chacun des sys-tèmes producteurs d'énergie.

Quelles sont leurs influences respectives?

a) L'intensité.

Comme le degré de sollicitation des différents métabolismes s'exprime en terme mécanique par des vitesses: de course ou de gestes techniques ; de force : charges à soulever; ou des puissances: force x vitesse, il est indispensable de connaître les valeurs limites qui correspondent à la puissance respective de chaque filière énergétique, pour établir ensuite les pourcentages utilisables à l'entraînement.

La détermination de l'intensité d'un exercice dépend des capacités physiques et physiologiques du sportif et des caractéristiques de la spécialité ou du poste qu'il occupe dans une équipe de sport collectif. Elle peut être à base de déplacements: courses, ou bien de charges à déplacer: renforcement musculaire, musculation.

1. *Pour les courses*, il est possible de déterminer:

- la plus grande vitesse de déplacement sur une courte distance: 20, 30 ou 50 mètres. Cette vitesse exhaustive est définie comme vitesse étalon.

- et la vitesse qui correspond à VO_2 max : vitesse aérobie maximale (V.A.M., encore définie : vitesse critique en utilisant, par exemple, un test progressif de longue durée au cours duquel la vitesse est sensiblement augmentée toutes les minutes (test VAMEVAL par exemple

Avec ces indications, l'entraîneur peut choisir l'importance de l'intensité pour obtenir l'impact métabolique souhaité.

Exemples :

Vitesse subcritique (70 à 80% de la VAM) développement de l'endurance aérobie;

Vitesse critique ou VAM, développement de la puissance aérobie et de l'endurance anaérobie lactique;

Vitesse surcritique (au dessus de la VAM), développement de la puissance aérobie maximale, de l'endurance et de la puissance lactique.

Vitesse étalon ou très proche développement de la capacité dite « alactique »

2. *Pour le renforcement musculaire ou la musculation*, seule la charge soulevée ou déplacée la plus importante, ou charge maximale individuelle (CMi) encore définie répétition maximale individuelle (1RM), doit être connue pour chaque mouvement mettant en jeu des groupes musculaires différents.

Squats avec les membres inférieurs, extension de la jambe sur la cuisse, etc.

Ensuite, en fonction de l'objectif visé, prévoir le pourcentage de la RMI et le nombre de répétitions les plus efficaces.

Pour obtenir avec plus de précision l'impact physiologique souhaité, outre l'intensité, la durée de l'exercice doit être contrôlée. Ceci s'avère très utile surtout dans les exercices avec déplacements.

b) La durée

Avec la répétition d'exercices d'intensités sub-critiques continus de longues durées (supérieures à six minutes, l'impact prioritaire est le renforcement de l'endurance aérobie améliorée par l'utilisation d'activités prolongées effectuées sans arrêt: footing, cross country, cyclisme, VTT, randonnées pédestres en montagne, natation...

Une bonne endurance aérobie permet de reprendre la saison sportive en toute sécurité, préparant dans des conditions optimales le "**terrain physiologique**" et notamment le système transporteur d'O₂ (*contenant et contenu*) grâce auquel il est alors possible d'envisager des intensités progressivement plus importantes. A notre avis ce type d'exercice visant à l'amélioration de l'endurance aérobie devrait surtout être réalisés au cours de l'intersaison et demeurer sous la responsabilité individuelle du sportif notamment du joueur si bien entendu il aspire à mériter son statut de professionnel ou de sportif de haut niveau...

Avec des exercices à intensités critiques de deux à cinq minutes, c'est surtout le développement de la puissance aérobie et secondairement, selon les intervalles de repos entre deux exercices de ce type, celui de l'endurance du système anaérobie lactique qui sont obtenus.

Deux procédés peuvent être utilisés:

Les courses et les exercices continus d'une durée progressivement croissante au cours du mésocycle de développement de l'endurance : 15 min au début constitue le minimum. Le maximum dépend de l'activité sportive : 30 min à 45 min pour l'ensemble des sports collectifs, une à deux heures pour les sports...d'endurance : ski de fond, marathon, triathlon...

Les courses et les exercices par intervalles longs mais à intensité supérieure (75 à 85 % de PAM ou de VAM). De durées comprises entre 5 et 8 min pour les sports collectifs, ces intervalles peuvent être plus longs pour les spécialistes de sports de longue durée.

Pour développer la PAM, les exercices et courses par intervalles longs (5 à 10 min), courts (3 à 4 min) et ultra courts (15 s x 15, 20, 30 ou 40 en fonction du niveau d'entraînement du sportif) réalisés à des intensités allant de 85 à 95 % de PAM pour les intervalles longs à 120 à 130 % de PAM pour les intervalles ultra courts.

Dans ces dernières variantes, la modulation des durées et de la nature de la récupération peut avoir des impacts métaboliques très différents. Par exemple, avec des exercices ou des courses par intervalles

courts de 1 min plusieurs fois répétés (10 à 15 répétitions), lorsque l'intensité se situe de 100 à 110 % de PAM ou de VAM, avec des récupérations courtes et actives de 1 à 1 min 30s, l'impact sera plus en faveur du développement de la puissance aérobie maximale, alors qu'avec la même durée d'exercices répétés que 4 à 5 fois mais réalisés à des intensités allant de 120 à 140 % de PAM ou de VAM et comprenant des récupérations passives et longues de 3 à 5 min, l'impact sera en faveur du développement de la capacité lactique.

- l'entraînement continu ou activité continue à intensité la plus élevée possible;

- et surtout l'entraînement par intervalles : travail de durée moyenne : 1 à 3 min, repos court : 1 à 1min30 dont la durée totale de la séquence doit être supérieure à quinze minutes. Ce type de travail a l'avantage de solliciter pleinement la puissance aérobie et d'améliorer aussi l'endurance anaérobie lactique.

Avec des exercices à intensités sur critiques de courtes durées (de 10 s à 2 min) dont l'intensité peut être appréciée soit par une fréquence cardiaque maximale rapidement atteinte, soit par l'utilisation d'un pourcentage infra-maximal élevé de la vitesse étalon, ou supra-maximal de la VAM, l'impact le plus important est surtout anaérobie lactique.

Un entraînement basé sur la répétition d'exercices de sprint courts ou d'intensité exhaustive de 3 à 6 secondes, entrecoupés de récupérations d'une à deux minutes), semble mieux indiqué pour répondre au développement de la capacité anaérobie alactique.

Remarque: Ces différentes formes d'entraînement n'excluent pas l'utilisation de combinaisons et de variantes telles: le fartlek, les exercices en pyramides décroissante-croissante, les exercices fractionnés...

le "Fartlek" ou alternance sans arrêt d'activités à intensités critiques ou sur critiques et d'activités à intensités sub critiques de récupération active qui améliore surtout la puissance aérobie;

la "Pyramide" ou diminution progressive de la durée et augmentation concomitante de l'intensité d'un exercice jusqu'à un sommet et "*descente*" symétrique;

le "Cassé" ou fragmentation d'une distance donnée (400, 800,1000 m) en plusieurs intervalles d'intensité égale ou supérieure à celle susceptible d'être maintenue sur la distance totale.

En rendant l'entraînement moins monotone, ces variations permettent d'entretenir une bonne motivation, c'est pourquoi ils doivent faire l'objet d'un agencement harmonieux dans lequel : intensité

et durée d'exercice, durée et nature de la récupération, revêtent une importance majeure.

C) Durée et nature de la récupération

L'étude attentive de l'hétérochronisme des processus de récupération autorise à proposer les procédés suivants:

1) Amélioration des qualités de vitesse

Elle nécessite un rétablissement des réserves en phosphagènes pour pouvoir effectuer chaque nouvelle répétition avec une intensité élevée. Si l'objectif est d'obtenir une récupération complète après un sprint de sept à douze secondes, une durée d'arrêt de deux à trois minutes est nécessaire. Lorsque plusieurs séries de sprints sont prévues dans une séance, il est recommandé de ne pas prévoir plus de quatre à cinq sprints courts (3 à 5 s) par série et entrecoupés entre eux par des intervalles de récupérations de durées comprise entre 1min 30 s et 2 min.

De plus, afin d'éviter une éventuelle accumulation d'e lactate, une durée de récupération longue doit être aménagée entre deux séries.

La récupération entre chaque répétition doit être passive pour permettre une reconstitution partielle de la PCr (75 à 80 % de reconstitution des réserves en 2 min).

Pour accélérer le métabolisme du lactate produit lors de la répétition de sprints à l'intérieur d'une série, les repos longs (6 à 8 min) entre **chaque série** peuvent être utilisés par le maintien d'une activité de faible intensité (environ 50 à 60% de VAM) appelée pour cela : récupération active.

Nous définissons ce type d'entraînement comme exercices par intervalles "*courts-longs*".

2) Amélioration de la puissance aérobie maximale

En adoptant les mêmes caractéristiques précédentes, mais:

en réduisant à la fois l'intensité de chaque exercice (110 à 120% de la VAM) et la durée de la récupération entre chaque répétition, et en augmentant leur nombre (n supérieur à 30), on arrive, rapidement, à un haut niveau de sollicitation aérobie. En effet, pendant les pauses de courtes durées, les processus oxydatifs (transport et utilisation de l'oxygène) n'ont pas le temps de s'abaisser, le travail suivant reprend à un niveau important de leur sollicitation, ce qui n'occasionne pas de déficit aérobie initial (ceci est objectivé par les faibles concentrations de lactate relevées à l'issue de telles séquences d'exercices et explique pourquoi la production de lactate en cours de

matchs de football, de handball et de basket ball demeure aussi modérée).

Ce travail peut, à moyen et à long terme, améliorer considérablement la puissance maximale aérobie.

Nous définissons ce type d'entraînement comme entraînement par intervalles « *courts-courts* ».

3) Amélioration de la capacité lactique

A des intensités critiques ou surcritiques d'une durée comprise entre 20 secondes et deux minutes, l'accumulation du lactate devient très importante. Son métabolisme total après exercice tant au sein de la cellule qu'au niveau des différents compartiments liquidiens de l'organisme n'est que très progressive (une heure à une heure trente au niveau sanguin lors d'une récupération passive) et nécessite des délais d'autant plus importants que l'intensité du travail a été élevée. La durée et la nature de la récupération doivent être alors modulées suivant les effets recherchés:

□ S'il s'agit d'habituer les muscles et l'organisme entier à travailler avec de fortes accumulations lactiques, donc de fortes acidoses et de développer ainsi les systèmes tampon, la récupération doit permettre au système cardiorespiratoire de retrouver des valeurs proches de celle du repos (FC inférieure à 120 battements par minute). Nous suggérons des *pauses passives* d'une durée comprise entre quatre et cinq minutes entre deux exercices réalisés à intensité maximale d'une minute. Ainsi après cette pause passive et longue, l'inertie du système cardiovasculaire pour transporter le dioxygène aux muscles sollicités entraîne chaque fois un nouveau déficit et donc une accumulation de lactate.

□ S'il s'agit au contraire de métaboliser plus rapidement le lactate produit pour reprendre un autre exercice, pendant les pauses le sportif doit *maintenir un niveau d'activité* sollicitant 50 à 60% de la VAM.

En maintenant une sollicitation du système cardiovasculaire plus élevée qu'au repos et donc en permettant un transport plus important du dioxygène, du CO₂, du lactate produit, la *récupération active* augmente la vitesse du métabolisme de ce dernier ainsi que la synthèse de l'ATP et les processus oxydatifs au sein des mitochondries ce qui entraîne une diminution importante du temps de récupération.

Dans ces deux cas, l'arrêt de l'exercice est dicté par une baisse de rendement de l'activité qui correspond aux limites de tolérance aux concentrations de lactate ou plutôt à l'acidose induite par les concentrations de protons qui accompagnent celles du lactate.

Nous définissons ce type d'entraînement comme entraînement par intervalles "*moyens-moyens*".

d) Le nombre de répétitions

Le nombre optimal de répétition est un problème encore mal connu qui dépend de nombreux facteurs comme l'âge, la capacité individuelle et le niveau d'entraînement, la motivation et la volonté du sportif. Cependant, pour un même exercice, selon l'interaction de l'intensité, de la durée des récupérations

entre chaque exercice et du nombre total de répétitions, l'impact physiologique peut être totalement différent.

- Exemple d'un exercice supra maximal d'une durée de quinze secondes:

. 6 x 10 s décomposés de la manière suivante: (2 x 10 s) x 3 avec des récupérations de trente secondes entre chaque exercice et de trois minutes entre les trois séries sollicitent en priorité l'utilisation des phosphagènes (ATP-PCr) mais s'accompagnent d'une forte sollicitation de la glycolyse lactique et même aérobie.

. 6 x 10 s avec des pauses incomplètes: (récupération : 15 à 20 s) ont un impact principal sur la glycolyse lactique et, secondairement, sur les phosphagènes avec sollicitatio aérobie de plus en plus importante..

. 30 x 10 s avec des récupérations incomplètes de courte durée : (récupération = 10 à 15 secondes) mettent en jeu d'une manière principale la puissance aérobie et, secondairement, les processus anaérobies.

Ceci ne nous indique pas pour autant le nombre limite de séries et de répétitions nécessaires pour améliorer, de façon optimale, le processus souhaité.

Dans l'attente de conclusions objectives, "*l'expérience*" de l'entraîneur et la bonne connaissance subjective que le sportif a de lui-même, demeurent prédominantes pour savoir déterminer les limites critiques au-delà desquelles les effets des différentes répétitions ne sont plus bénéfiques.

En général, le début de la baisse d'efficacité est le signal qui doit conduire à l'arrêt de l'exercice.

En conclusion

L'ensemble de ces propositions déduites d'une construction scientifique mais théorique, présente de nombreuses incertitudes, notamment dans l'évolution des adaptations individuelles qui peuvent profondément différer d'un sportif à l'autre ; c'est pourquoi une évaluation initiale qui doit permettre de mieux connaître les capacités individuelles de chacun et ainsi, lorsqu'il s'agit d'une équipe de sport collectif, de constituer des groupes de niveaux homogènes de préparation physique. Evaluation initiale appelée aussi préactive suivie d'un contrôle régulier, devraient à part entière être inclus dans tout programme d'entraînement rationnel et être le fondement des recherches longitudinales que requiert la meilleure maîtrise des effets de l'entraînement.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Quirstorff et coll. Absence of phosphocreatine resynthesis in human calf muscle during ischaemic recovery. *Biochemical Journ*, 291 : 681-686, 1992.
- 2- Trump et coll. Importance of muscle phosphocreatine during intermittent maximal cycling. *J. Appl. Physiol.* 80 (5) : 1574-1580, 1996.
- 3- Bogdanis et coll. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J. Appl. Physiol*, 1996, 80 (3) : p. 876-884.
- 4- Saltin (B.), Essen (B.) Muscle glycogen, lactate, ATP and CP in intermittent exercise. In *Muscle metabolism during exercise*. Eds. Pernow and B. Saltin (New-York Plenum Press) 1971,11: p. 419-125.
- 5- Bompa, T. O. (1999). "Theory and methodology of training." 149-189. (Ed) *Human Kinetics*.
- 6- Fry, R. W., A. R. Morton and D. Keast (1992). "Periodisation and the prevention of overtraining." *Can J Sport Sci* 17(3): 241-8.
- 7- Peronnet, F. (1994). *Modeles de la périodisation de l'entraînement*. Troisième colloque international de la Guadeloupe, (Eds) ACTSHNG et AREAPS.p 209-226.
- 8- Pikhala, L. (1930). "Athletics." Berlin. Cité par Peronnet, « *Modeles de la périodisation de l'entraînement* ». In « *Troisième colloque international de la Guadeloupe* », (Eds) ACTSHNG et AREAPS.p 209-226. (1994).
- 9- Matveiv, L. P. (1980). *La base de l'entraînement*. (Eds) Vigot. Paris.
- 10- Platonov, V. N. (1988). *L'entraînement sportif: Théorie et méthodologie*, *Revue Eps*.
- 11- Fitz-Clark, J., R. H. Morton and E. Bannister (1991). "Optimizing athletic performance by influence curves." *J Appl Physiol* (71): 1151-1158.
- 12- Morton, R. H. (1990). "Modelling human power and endurance." *J Math Biol* 28(1): 49-64.
- 13- Pedemonte, J. (1986). *Foundations of training perioization, Part I. historical outline*. NSCA Journal.
- 14- Greiwe, J. S., R. C. Hickner, P. A. Hansen, S. B. Racette, M. M. Chen and J. O. Holloszy (1999). "Effects of endurance exercise training on muscle glycogen accumulation in humans." *J Appl Physiol* 87(1): 222-6.
- 15- Richter, E. A. and H. Galbo (1986). "High glycogen breakdown in isolated contracting skeletal muscle." *J Appl Physiol* 61: 827-831.
- 16- Blomstrand, E. and B. Saltin (1999). "Effect of muscle glycogen on glucose, lactate and amino acid metabolism during exercise and recovery in human subjects." *J Physiol* 514 : 293-302.
- 17- Green, H., A. Dahly, K. Shoemaker, C. Goreham, E. Bombardier and M. Ball-Burnett (1999). "Serial effects of high-resistance and prolonged endurance training on Na⁺-K⁺ pump concentration and enzymatic activities in human vastus lateralis." *Acta Physiol Scand* 165(2): 177-84.
- 18- Sockalingum, G. D., W. Bouhedja, P. Pina, P. Allouch, C. Bloy and M. Manfait (1998). "FT-IR spectroscopy as an emerging method for rapid characterization of microorganisms." *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)* 44(1): 261-9.
- 19- Burke, L. (2000). *Dietary carbohydrates*, (Eds) Oxford : Blackwell.
- 20- Greiwe, J. S., R. C. Hickner, P. A. Hansen, S. B. Racette, M. M. Chen and J. O. Holloszy (1999). "Effects of endurance exercise training on muscle glycogen accumulation in humans." *J Appl Physiol* 87(1): 222-6.
- 21- Poortmans, J. (1986). "La récupération après l'exercice. Analyse de la réplétion des réserves énergétiques." *Sci & Sports* 1: 209-230.
- 22- Richter, E. A. and H. Galbo (1986). "High glycogen breakdown in isolated contracting skeletal muscle." *J Appl Physiol* 61: 827-831.

- 23- Rowbottom, D. G., D. Keast, S. Green, B. Kakulas and A. R. Morton (1998). "The case history of an elite ultra-endurance cyclist who developed chronic fatigue syndrome." *Med Sci Sports Exerc* 30(9): 1345-8.
- 24- Poortmans, J. R. and R. W. Jeanloz (1993). "Urinary excretion of immunoglobulins and their subunits in human subjects before and after exercise." *Med Sci Sports Exerc* 25(2): 171-8.
- 25- Poortmans, J. and N. Boisseau (2002). "Biochimie des activités physiques." DeBoeck Université. Belgique.
- 26- Blomstrand, E., B. Ekblom and E. A. Newsholme (1986). "Maximum activities of key glycolytic and oxidative enzymes in human muscle from differently trained individuals." *J Physiol* 381: 111-8.
- 27- Greiwe, J. S., R. C. Hickner, P. A. Hansen, S. B. Racette, M. M. Chen and J. O. Holloszy (1999). "Effects of endurance exercise training on muscle glycogen accumulation in humans." *J Appl Physiol* 87(1): 222-6.
- 28- Fry, R. W., A. R. Morton and D. Keast (1992). "Periodisation of training stress-a review." *Can J Sport Sci* 17(3): 234-40.
- 29- Costill, D. L., J. Daniels, W. Evans, W. Fink, G. Krahenbuhl and B. Saltin (1976). "Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes." *J Appl Physiol* 40(2): 149-54.
- 30- Saltin, B., K. Nazar, D. L. Costill, E. Stein, E. Jansson, B. Essen and D. Gollnick (1976). "The nature of the training response; peripheral and central adaptations of one-legged exercise." *Acta Physiol Scand* 96(3): 289-305.
- 31- Silverstein, R. M., G. C. Bassler and T. T. Morrill (1991). "Spectrometric identification of organic compounds." Vol. 5 Ed J. Wiley & Sons Inc Singapore.
- 32- Budgett, R. (1994). "ABC of sports medicine. The overtraining syndrome." *Br Med journal* 309(6952): 465-8.
- 33- Budgett, R. (1998). "Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome." *Br J Sports Med* 32(2): 107-10.
- 34- Fry, R. W., A. R. Morton and D. Keast (1991). "Overtraining in athletes. An update." *Sports Med* 12(1): 32-65.
- 35- Legros, P. (1993). "Le surentraînement diagnostic des manifestations psychocomportementales précoces." *Sci & Sports* 8: 71-74.
- 36- Lehmann, M. J., W. Lormes, A. Opitz-Gress, J. M. Steinacker, N. Netzer, C. Foster and U. Gastmann (1997). "Training and overtraining: an overview and experimental results in endurance sports." *J Sports Med Phys Fitness* 37(1): 7-17.
- 37- Petibois, C., G. Cazorla, G. Deleris and H. Gin (2001). "Clinical diagnosis of overtraining using blood tests: current knowledge." *Rev Med Interne* 22(8): 723-36.