**LA COURSE DE DUREE (Quelques bases théoriques)**

Ce document est destiné aux élèves de 1° et Terminale à qui quelques éléments de compréhension sur la physiologie de l’effort me semblent indispensables pour concevoir (et pas seulement reproduire) une séquence d’entrainement demandée au BAC.

Ceci est en lien direct avec l’épreuve du BAC : « …prévoir et réaliser une séquence de courses en utilisant différents paramètres (durée, intensité, temps de récupération, répétition…) »

Dans l’esprit de donner aux élèves les moyens de gérer, « d’orienter leur activité physique en vue du développement et de l’entretien de soi » y compris et surtout dans le futur, il me semble important que ceux-ci puissent se référer à un document simplifié par rapport à la littérature spécialisée.

Aussi, je n’éviterai pas quelques raccourcis ou approximations scientifiques ; que mes collègues de SVT me pardonnent.

**Pourquoi s’entrainer : le principe de surcompensation :**

Lors d’un effort physique, les ressources (au sens large) de l’organisme diminuent, provoquant un effet de fatigue. Au repos, elles se reconstituent en prévision d’une sollicitation ultérieure.

Si l’effort a été assez important pour **épuiser les ressources au-delà d’un certain seuil**, celles-ci se reconstituent **au dessus du niveau initial.** C’est ce phénomène de SURCOMPENSATION qui fonde l’utilité de tout entrainement.

 Effort insuffisant : retour au niveau initial

 Niveau initial des ressources

 effort compensation surcompensation amortissement

L’effort suffisant peut se faire en seule fois (ci-dessus) ex : courir 30 min à 70% de la VMA

Ou bien en plusieurs répétitions dont on va chercher à cumuler les effets de fatigue pour augmenter celle-ci au-delà de ce qu’un seul effort aurait produit ; les repos permettent d’enchainer les efforts avec une intensité supérieure

Ex : 6x5min avec 2min de repos à 90% de la VMA

Niveau initial des ressources

 Fatigue cumulée sur 6x5 min / 2 min repos surcompensation

Ce principe d’alternance effort/repos menant à l’épuisement puis à la surcompensation est à gérer à différentes échelles.

Ainsi, si on peut cumuler la fatigue **à l’échelle d’un entrainement**, les périodes de récupération doivent être suffisantes **entre** les entrainements car le sportif risque s’épuiser, faire de mauvaises performances et se blesser. Il est préférable de ne pas viser la même cible d’entrainement de façon consécutive et d’alterner plutôt l’endurance, la vitesse, la technique.

Des périodes de repos adaptées aux efforts passés et à venir permettent de cumuler les effets de surcompensation : on repart à chaque entrainement d’un niveau initial supérieur au précédent :

 Niveau de ressources initial Effort repos e r e r e r e r e r

 Progression à l’échelle d’un cycle d’entrainements avec cumule des surcompensations

**Résumé**: les efforts (intensité+durée) doivent atteindre un niveau de fatigue suffisant pour provoquer une reconstitution des ressources au dessus du niveau initial= SURCOMPENSATION.

**-L’intensité** (vitesse de course en % de son maximum)

**-la durée** (ou temps de course)

**-le nombre de répétitions** (dans une série et le nombre de séries= volume global de course)

**-la durée des repos**, entre les répétitions et entre les séries

Sont les quatre paramètres qui inter-agissent **ensemble** sur la nature des ressources ciblées et l’efficacité d’un entrainement.

**Le fonctionnement musculaire :**

Chaque fibre musculaire composant le muscle est elle-même composée **d’unités motrices** mises bout à bout et dont le raccourcissement provoque celui de l’ensemble du muscle. Cette contraction musculaire est commandée par notre système nerveux et mobilise segments osseux et articulations pour créer le mouvement.

Unité motrice d’un muscle relaché : filaments d’actine

 Filaments de myosine

Unité motrice d’un muscle contracté :

L’influx nerveux libère au niveau de la plaque motrice un neuro-transmetteur ( l’acétylcholine) qui permet l’entrée d’ions calcium Ca++ entre les filaments d’actine et de myosine. Des liaisons ioniques sont rendues possibles entre les filaments qui coulissent entre eux et provoquent le raccourcissement de l’unité motrice.

La sortie des ions Ca++ permet ensuite le relâchement des liaisons entre actine et myosine et la décontraction de l’unité motrice.

L’entrée et la sortie des ions Ca++ consomme de l’**ATP** (adénosine tri phosphate) qui perd un ion Phosphate et donne de l’ADP (Adénosine Di-Phosphate)

**L’ATP est le carburant de la contraction musculaire et de l’effort sportif**

Afin de poursuivre un effort, l’organisme doit en permanence reconstituer de l’ATP à partir d’autres ressources, et ce à travers trois filières énergétiques.

**LES FILIERES ENERGETIQUES:**

L’organisme dispose de trois filières pour retransformer de l’ADP en ATP

**Notions de Puissance et Capacité :**

**La puissance** est le débit énergétique d’une filière c'est-à-dire la quantité d’énergie produite en une unité de temps. Elle dépend de la complexité des réactions chimiques mises en œuvre et de la rapidité d’acheminement des éléments nécessaires à celles-ci.

La **capacité** est la durée pendant laquelle une filière énergétique peut fonctionner avant de s’épuiser. Elle dépend en général des réserves en nutriments disponibles et de l’accumulation de déchets (acide lactique) supportable.

On peut lors d’un entrainement viser plutôt le développent d’une filière en **puissance** ou en **capacité.**

-On développera la **puissance** avec des efforts d’une **intensité égale ou supérieure** à ce que permet cette filière, et avec des temps d’effort inférieurs à la durée au-delà de laquelle la courbe de l’intensité produite s’infléchit. On cherche à augmenter la hauteur de la courbe et la pente ascendante.

- On développera la **capacité** avec des efforts d’une intensité inférieure au maximum permis par la filière et des temps d’effort prolongés pour épuiser les réserves de cette filière. On cherche à retarder la diminution de vitesse et la pente de celle-ci.

Intensité=puissance=vitesse

 Effort à répéter visant un gain en puissance Effort visant un gain en capacité

 Durée Durée

-La filière **ANAEROBIE ALACTIQUE**

Il se trouve à l’état de repos un stock d’**ATP** et de **CrP** (créatine phosphate) dans le muscle.

L’ATP est immédiatement disponible pour permettre une contraction musculaire de forte intensité mais s’épuise au bout de 5 à 7 secondes. La puissance de cet effort bref n’est limité que par la taille des fibres musculaires sollicitées et la transmission nerveuse (nombre de fibres mobilisées par un influx nerveux au niveau de la plaque motrice ; libération d’acétylcholine)

C’est la filière qui permet un sprint court de 50m

La **CrP** elle aussi présente dans le muscle libère un ion P qui vient reconstituer une molécule d’ATP

 **ADP** + Cr**P** 🡪 **ATP** + CR

Les réactions chimiques en jeu dans cette filière n’ont pas besoin d’oxygène O2 **(ANAEROBIE)**

et ne produisent pas d’acide Lactique comme déchet **(ALACTIQUE)**

Puissance=Intensité=vitesse de course

 - Ex de travail en **Puissance Anaérobie Alactique** : 2x[5x 25m] avec 2min de repos

 entre les courses et 5min entre les séries pour permettre aux réserves d’ATP de se

 reconstituer avant chaque course et délivrer une vitesse maximale

 -Ex de travail en **Capacité Anaérobie Alactique** : 6x80m avec 3min de repos

 les repos sont insuffisants pour une récupération complète des stocks de CrP qui se

 trouvent alors épuisés de façon cumulée.

 Si on dépassait les 15-20sec de course, on ne pourrait pas tenir à une vitesse maxi

 7s 20s durée

-La filière **ANAEROBIE LACTIQUE**

Après 15-20 sec d’effort intense, la CrP est épuisée dans le muscle. L’organisme va alors décomposer le glucose présent dans l’organisme pour libérer des molécules de phosphate P qui vont recomposer des molécules d’**ATP.** Ce système est environ deux fois moins puissant que le précédent car il fait appel à une chaine de réactions chimiques plus complexe et le glycose ne se trouve pas directement dans la fibre musculaire ; il n’atteint son maximum qu’au bout de 30 à 50 sec.

Il fonctionne sans oxygène (Anaérobie) mais produit de l’acide Lactique qui va bloquer la contraction musculaire au bout de 2 min ; les jambes ne suivent plus.

Cette filière est prédominante dans les courses de 200m (P AnL)400m, 800m (C AnL)

Pour récupérer il est préférable de marcher ou courir à faible allure pour consommer l’acide lactique que l’organisme utilise grâce à la filière Aérobie : on continue à respirer fort, même à l’arrêt complet.

On dit que l’on paye une **dette d’Oxygène** car le volume d’O2 nécessaire est supérieur à ce qui n’a pas été consommé pendant l’effort.

Puissance=intensité=vitesse

 Ex de travail en **Puissance AnLact** : 2x[3x150m ou 3x 45sec] avec 5min de marche entre

 Ex de travail en **Capacité AnLact:** 3x500m ou 3x 1’30 avec 5min de marche

 40 sec 2 min

 50s 2 min durée

-La filière **AEROBIE**

C’est la filière Aérobie qui nous préoccupe en course de durée

Le système cardio-vasculaire demande quelques minutes pour atteindre son plein fonctionnement :

-augmentation de l’amplitude, de la fréquence respiratoire et donc du volume d’O2 absorbé par le sang au niveau des alvéoles pulmonaires

- augmentation de la fréquence cardiaque envoyant de plus en plus de sang vers les muscles.

Après 3 minutes, le volume maximum d’O2 consommé par les muscles est atteint.

L’oxygène entre dans la réaction chimique qui re-synthétise de l’ATP à partir du glucose ou si besoin des graisses (lipides)

La capacité de ce système est en théorie illimité tant qu’il peut être alimenté (boisson sucrée pendant l’effort) mais sa puissance est plus faible que les autres filières car la quantité d’O2 transportable (fréquence cardiaque maximum = env 200 bpm) et assimilable (vitesse des réactions chimiques, activité enzymatique) reste faible.

La VO2max est la quantité max d’O2 absorbée par minute et par kilo pour un individu.

Pour avoir un ordre d’idée, la VO2max peut s’échelonner de 20ml/min/kilo pour une personne non sportive à 90ml/min/kilo pour un sportif de haut niveau.

L’entrainement contribue donc directement à l’augmentation de celle-ci.

Mais la VO2max reste une valeur de laboratoire et n’est pas directement utilisable sur le terrain.

On utilise donc comme référence la **Vitesse Maximale Aérobie= VMA** correspondant à la VO2max dans une activité donnée : la technique de déplacement utilisée (course à pied, natation, ski de fond, vélo…) permet une certaine vitesse associée à la VO2max

Par exemple, un sportif ayant une VOmax de 60ml/min/kilo se déplacera à 18km/h en course à pied mais seulement 4 km/h en natation, 50 km/h en vélo. De plus, son propre rendement technique influe sur sa VMA.

Bref *:* **la VMA (Vitesse Max Aérobie) est l’intensité max qu’un individu donné peut tenir pendant quelques minutes en utilisant la filière Aérobie.**

Puissance=Intensité=vitesse

 Ex de travail en **Puissance Aerobie :** 6x 3min à 100% de VMA avec 2min de repos

 Ex de travail en **Capacité Aérobie :** 30 min à 80% VMA

 Ou bien 60 min à 60% VMA

VMA

 3-4 min Capacité

La fréquence cardiaque :

La VMA, qui dépend de l’apport en O2, est donc directement en rapport avec la Fréquence cardiaque maximale.

**FCmax** = 220- l’âge+/-10 **soit env 200bpm** pour un lycéen

La FC augmente progressivement en même temps que la vitesse Aérobie pour atteindre son maximum en même temps**. La FC est donc un bon indicateur du % de VMA . :**

FC= 75-80 bpm au repos

FC= 120-130 bpm à 50% VMA

Fc= 140-150 bpm à 70% VMA

FC=160-180 bpm à 85% VMA

Fc= 200 bpm à 100% VMA

La filière Aérobie présente une inertie et n’atteint son maximum qu’au bout de 3-4 min de course en partant d’un état de repos (75 bpm), mais l’échauffement permet d’activer le système cardio-vasculaire et d’atteindre plus rapidement sa VMA lors d’un effort.

Puissance=intensité=vitesse

 FC et Vitesse atteignent leur MAX en même temps

FCmax (env 200 bpm)

VMA

FC de repos (75 bpm) Montée en puissance de la filière Aérobie

 3-4 min Durée

Il est donc nécessaire de limiter les temps de repos entre les efforts Aérobies pour débuter l’exercice suivant à env 120 bpm sans quoi l’organisme fera appel aux filières Anaérobies, surtout **Lactique**, pour palier la faiblesse du système aérobie qui devrait se remettre en route à chaque fois. On ne travaillerait plus alors la filière Aérobie, mais la filière **AnLact.**

En effet, les trois filières se mettent en route en même temps et se complètent :

La filière **Anaérobie Alactique** pour réagir vite et piquer un sprint de quelques secondes en cas de danger, la filière **Anaérobie Lactique** pour un effort intense de 2 ou 3 min et pour faire tampon en attendant que la filière **Aérobie** ait atteint son plein fonctionnement.

Tableau synthétique des trois filières qui fonctionnent ensemble :

Puissance le chevauchement de ces filières permet de lisser l’effort

 **Anaérobie Alactique**

 **Anaérobie Lactique**

 **Aérobie**

 20’’ 40’’ 2 min 3-4 min Durée

Pour un effort d’une durée donné, une filière fournit donc la plus grande partie de l’énergie, mais les autres filières peuvent continuer à servir de moteur d’appoint, en particulier la filière AnLac . Ainsi, lors d’un effort Aérobie à 70% de la VMA, il y a une concentration de 2 mmol/litres de sang, ce qui ne se sent pas et ne gène pas la contraction musculaire. A 85% De VMA, la concentration en acide lactique atteint 4mmol/l ce qui reste supportable pendant 20 à 30 min. Au-delà, l’ac lactique augmente davantage jusqu’à atteindre 8mmol/l à VMA. Cette accumulation va rendre l’effort impossible à maintenir après 4-5 min. Les jambes ne suivent plus, la respiration devient difficile à cause de la **dette d’O2**

On parle de seuil Aérobie à 2mmol/l =70% VMA

Et de seuil Anaérobie à 4 mmol/l= 85% VMA c car la courbe de concentration d’acide lactique subit un point d’inflexion à ces deux niveau.

…tout ça c’est bien mais j’en fais quoi ???

 **CONCEVOIR SON ENTRAINEMENT :**

L’épreuve du BAC en « Durée » offre la possibilité à chacun de proposer et réaliser un entrainement de 30 min adapté à son niveau et à un projet personnel. Ce n’est donc pas la performance qui est évaluée mais plutôt vos compétences d’entraineur dont vous serez en même temps « l’entrainé »

Il faut donc que vous soyez capables de réaliser l’entrainement que vous aurez conçu pour démontrer la pertinence de celui-ci.

 **VOIR PAGE 66 du REFERENTIEL BAC 2013**

Trois « mobiles » sont proposés :

-mobile 1 : **accompagner un projet sportif :** Vous faites un sport en club et souhaitez améliorer vos performances grâce à un entrainement physiologique complémentaire. Bien sûr cela dépend du sport pratiqué, mais Il s’agit plutôt de développer la Puissance Aérobie par un travail d’une intensité proche, voire supérieure à VMA (entre 85% et 110% de VMA) = allure rouge

-mobile 2 : **développement de la santé :** il s’agit plutôtd’améliorer la Capacité Aérobie permettant de soutenir un effort moyen pendant une durée assez longue. Le travail se situe entre 70% et 85% de VMA= allure orange

-mobile 3 :**récupération, aide à la perte de poids :** la perte de poids suppose un effort d’intensité faible (50-65% de VMA) mais long car l’organisme ne va puiser dans les réserves de graisse (difficile à retransformer) que lorsqu’il aura consommé tout le glucose disponible  soit au-delà de 45 min. Les efforts sont plutôt continus car l’intensité de nécessite pas de période de repos, et offre donc moins de variété et de possibilité de travail intermittent, plus intéressant du point de vue de l’entraineur. Cette intensité de travail correspond à une allure de récupération entre des efforts plus intenses et permet l’élimination de l’acide lactique. = allure verte

**Démarche pour construire son entrainement :**

D’une manière générale, il faut d’abord déterminer la durée de l’effort auquel on veut se préparer et le temps auquel celui-ci correspond ex : 100m course en 13sec, 100m crawl en 1’30’’, 10km course en 1h15….

Situer cet effort sur l’échelle des filières pour en déterminer la dominante un 100m de 13sec va être à dominante **Anaérobie Alactique** un 100m crawl de 1’30’’ va être a dominante **Anaerobie Lactique** un 3000m de 12 min va être à dominante **Aérobie**.

Ici, nous nous situons ici dans la perspective d’un développement de la filière **AEROBIE :**

On peu affiner si on est plutôt en Puissante (phase ascendante : monter plus vite et plus haut) ou en capacité (phase descendante : descendre plus tard et plus lentement) de la filière mais généralement, il faut travailler les deux de façon complémentaire.

Le principe consiste ensuite à travailler sur des d’efforts correspondant à ceux que l’on souhaite améliorer, et ce à la meilleure intensité (vitesse) possible permise par la durée.

En **PUISSANCE AEROBIE** (mobile 1 ; sportif) on peut réaliser des efforts entre **3** min à 100% et **12** min à 90% de sa VMA.

Afin de répéter ces efforts pour épuiser suffisamment l’organisme (surcompensation) il faut des temps de récupération active (marche ou course à allure verte, 50% VMA) pour éliminer en partie l’acide lactique qui s’est accumulé (on est au-delà du seuil anaérobie)

4x**3**min à 100% avec 5 min de course lente (8 mmol/l d’ac lact à éliminer)

3x **12** min avec 3 min de marche rapide (4mmol/l d’ac lactique)

Les efforts de 3, 6, 9 ou 12 min peuvent également être fractionnés avec des temps de repos courts qui permettent d’augmenter l’intensité par rapport aux mêmes efforts en continu

**3**min à 100% 🡺**3x1** min à 110% VMA avec 15 sec de repos

**12** min d’un bloc à 90% 🡺**4x3** min à 100% VMA avec 1 min de repos

En combinant on arrive donc à

4x [**3x1** min] 110% VMA r=15 ‘’ entre les répétitions et R=5 min entre les séries

3x[**4x3** min] 100% VMA r=1 min entre les répétitions et R=3 min entre les séries

En **CAPACITE AEROBIE** (mobile 2 ; santé) on peut réaliser des efforts entre **12**min à 80% et 60min à 70% de sa VMA (et plus long…)

Là aussi, on peut saucissonner ces blocs avec des temps de repos courts afin d’augmenter un peu, ou simplement de maintenir, sa vitesse. 1à2min de repos suffisent car l’intensité plus faible ne produit pas beaucoup d’acide lactique ; on reste sous le seuil aérobie des 4mmol/l et il ne faut pas redescendre sous les 120bpm pour ne pas avoir recours à la filière lactique au redémarrage.

**12**min à 80% 🡺 **2x6**min à 85% avec 1min de repos

**60**min à 70% 🡺 **4x15**min à 75% avec 2 min de repos

On pourrait aussi imaginer 2x(30x**1**min) à 80% avec r=30sec entre chaque course et R=5min entre les séries

Il est donc important de connaître sa VMA pour déterminer avec quelle doit être sa vitesse de course (en fonction du % visé ) cf tableau excel en annexe 1

Des efforts en durée (multiple de 1 min) permettent grâce à un système de plots dont l’espacement est calculé de connaitre sa vitesse et de savoir si elle correspond à ce qui était prévu.

 Si elles restent utiles pour un contrôle de l’entraineur ou une évaluation au BAC, ces informations extérieures ne sont pas indispensables à la pratique personnelle, et doivent être progressivement remplacées par des sensations internes (aisance respiratoire, rythme des foulées, sensations musculaires, transpiration…) qui correspondent à des zones d’intensité type :

Zone verte : de 50 à 65% de VMA Zone orange de 70% à 85% de VMA Zone rouge : de 90% à 110% de VMA

**On présentera donc son entrainement sous forme de séries caractérisées par :**

-Durée de chaque répétition, nombre de répétitions dans la série, nombre de séries -Durée et nature des repos et récupérations entre les répétitions et entre les séries -Intensité en % de VMA et en vitesse km/h -un volume total de 30min avec au moins trois allures différentes (cf Fiche en annexe 2)

Notez que l’intensité visée est intéressante à connaître du point de vue de l’entraineur, mais elle est déterminée par la durée des efforts et des récupérations :

Subjectivement, l’intensité visée par le coureur est : ***« le plus vite possible sur la globalité de la série en fonction des durées d’effort demandées et des temps de récupération accordés »***

Cela suppose que le sportif puisse se fier à ses sensations pour sentir s’il va trop vite ou pas assez sur l’exercice demandé.

 Par ex : 5x3min avec **30sec de repos** permettra une intensité de 80% VMA et correspondra plus à un effort de 15 min en continue c'est-à-dire un travail de capacité Aérobie, Alors que 5x3min avec **3 min de repos** permettra des efforts plus intenses à 110% de VMA c'est-à-dire un travail en Puissance Aérobie.

Déterminer les répétitions en durée (multiple de 1min) est très pratique car cela permet le contrôle de sa vitesse par un système de comptage de plots, mais ce n’est pas très fidèle à la réalité des pratiques sportives où on effectue plutôt des efforts en distances ex : 3x 500m

Cela est moins précis car chacun ne fait pas le même temps sur une distance donnée mais on peut utiliser son temps fait en compétition comme référence 100% sur la distance.

Pour nous dans le cadre EPS, un tableau permet de savoir à quel temps correspond telle vitesse (% de VMA) sur une distance donnée (annexe 1)

On peut donc aussi présenter une série avec des temps sur une distance:

Ex : pour un coureur de VMA = 12km/h 4x[3x500m] à 80% soit 3’06’’ repos entre les 500m=1min / R entre les séries=3min

Si vous préférez vous référer à des temps de course plutôt qu’à des distances, choisissez une distance (250,500,1000…) dont la durée s’approche le plus de ce que vous voulez (à un % de VMA donné)

A vous de jouer…

.

Annexe 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **NOM Prénom** |  |  | **Classe** |  | **VMA:** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Séance n° |  | DATE: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Objectif/mobile: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | **OBSERVATEUR** |  |
| **SERIES** |   |   | **REPOS/RECUP** |   | **INTENSITE** |  %VMA |   | fait à vitesse prévue: O |   |
| **DUREE/DISTANCE** |   |   |  |   |  km/h  |   **FC** | Non fait: X |  |   |
|   |   |   |   |   |   | chrono: |   |   | fait mais vitesse non respectée: N |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |   |  |   |   |   |  |   |  |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |   |  |   |   |   |  |   |  |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |   |  |   |   |   |  |   |  |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |   |  |   |   |   |  |   |  |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **BILAN, COMMENTAIRES: justification de series prévues, difficultés rencontrées, sensations éprouvées, perspective pour la séance suivante...** |   |
| ………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….. |
| ………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….. |
| ………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….. |
| ………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….. |
| ………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….. |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Annexe 2