

## Partie 2 : Adaptation du muscle à l'effort

1. Expliquer l'importance de la régénération de l'ATP et décrire les 3 voies de régénération de l'ATP

Le stock d'ATP est très faible dans le cytosol de la cellule et ne permet pas une contraction > 2 secondes. Sa régénération est indispensable pour pouvoir détacher les myofilaments et continuer la contraction musculaire.

Les 3 voies de régénération de l'ATP sont :

- Voie anaérobie alactique (créatinineP)
- Voie anaérobie lactique
- Voie aérobie

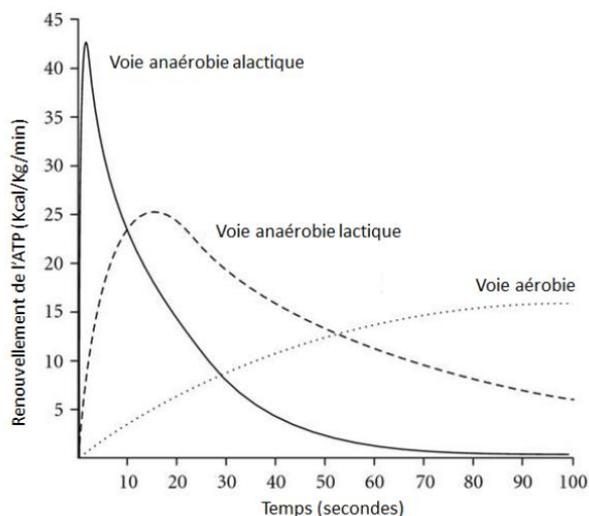
2. Expliquer les métabolismes des 3 types de fibres striées squelettiques

Les fibres rouges (type I) : ont un métabolisme surtout aérobie (fortement irrigués, mitochondries, stock TAG glycogène)

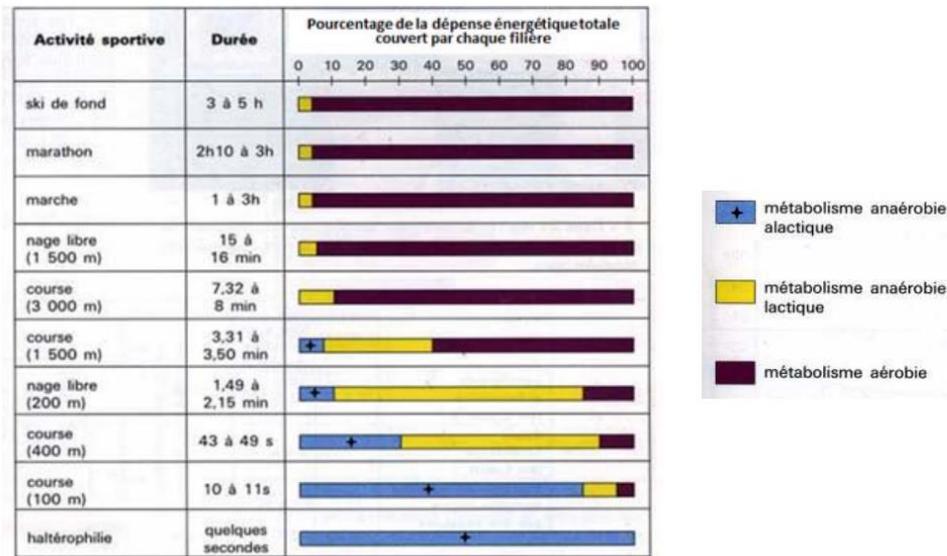
- Les fibres blanches (type IIb) : ont un métabolisme surtout anaérobie (peu irrigué, stock glycogène et créatinineP)
- Les fibres roses (type IIa) : sont intermédiaires

3. À l'aide des documents ci-dessous conclure sur les adaptations métaboliques durant l'effort :

Document 1 : Contribution des filières énergétiques pour le renouvellement de l'ATP pendant un exercice intense

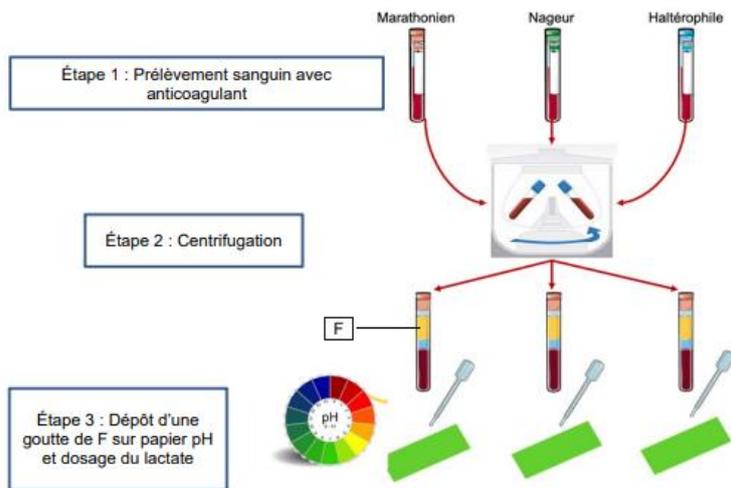


Document 2 : Contribution des filières énergétiques pour le renouvellement de l'ATP lors de la pratique de différents sports

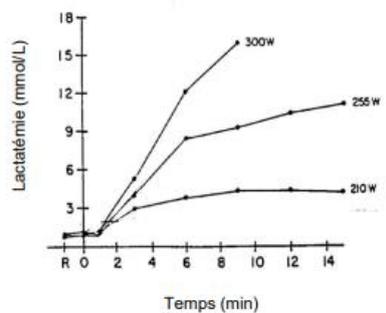


À l'aide de l'analyse du document 1 et 2 on peut analyser ainsi le métabolisme d'une personne pratiquant l'haltérophilie, la nage 200m et le marathon ainsi : - La pratique de l'haltérophilie ne mobilise que le métabolisme anaérobie alactique car elle nécessite un effort musculaire puissant et court (quelques secondes seulement). L'ATP est directement rephosphorylé grâce à la créatine-phosphate - La pratique de la nage 200m mobilise les 3 voies métaboliques mais principalement la voie anaérobie lactique (environ 80% de la dépense énergétique totale) car l'effort musculaire requis est dure environ 1min30 à 2minutes. La voie alactique est rapidement épuisée et remplacée par l'utilisation du glucose via la glycolyse pour produire de l'ATP et le NAD est ensuite régénéré par la fermentation lactique. La voie aérobie commencera à se mettre en place vers la fin de l'effort. - La pratique du marathon mobilise à 90% l'utilisation de la voie aérobie car c'est un effort long de 2h10 à 3h et dans ce cas les deux autres voies métaboliques vont très vite s'épuiser. Cette voie étant non fatigable elle permettra de réaliser un effort peu intense (comparé à l'haltérophilie) mais prolongé. Ici la production d'ATP repose principalement sur la réoxydation des coenzymes NAD et FAD (produits par la glycolyse, cycle de Krebs et beta-oxydation des acides gras) via la phosphorylation oxydative.

Document 3 : : Évaluation de la lactatémie et du pH sanguin au cours de l'effort

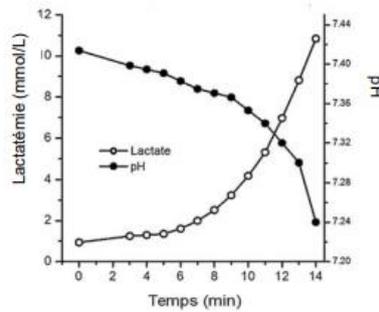


8a



Évolution de la lactatémie en fonction de l'intensité de l'effort (exprimée en Watts)

8b

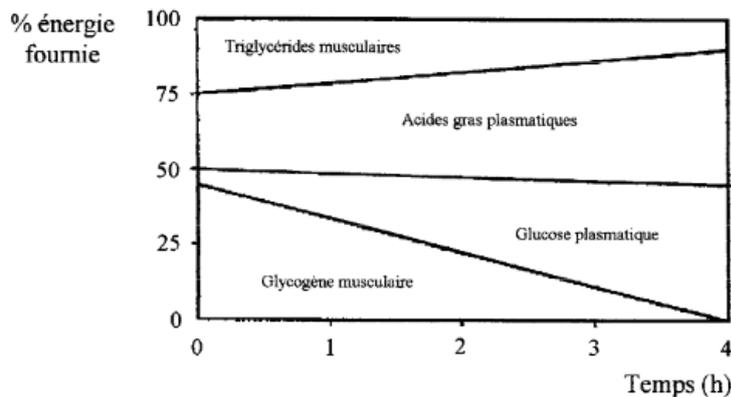


Evolution de la lactatémie et du pH lors d'un effort physique

On observe dans le document 8a que la lactatémie augmente à partir de 2 minutes d'effort, lorsque la voie anaérobie lactique est mise en place et que la production de lactate est d'autant plus importante que l'effort est puissant. Cela s'explique car plus l'effort est puissant plus le nombre de fibres recrutées est important et donc plus de cellules vont régénérer leur ATP par la voie anaérobie alactique induisant alors une production plus importante de lactate libéré dans le sang.

Dans le document 8b on observe une corrélation entre une augmentation de la lactatémie, particulièrement importante après 1 à 14 minutes d'effort et la diminution du pH sanguin qui passe d'un pH de 7,40 au début de l'effort à 7,36 à 10 minutes d'effort puis à 7,24 à 14 minutes d'effort. L'accumulation d'acide lactique dans un compartiment à tendance à l'acidifier. Ce dernier sera alors éliminer par la circulation sanguine puis par voie urinaire.

Document 4 : Sources énergétiques utilisées lors d'un effort de longue durée



*D'après Romijn et coll. 1993*

On observe l'utilisation des différents substrats énergétiques musculaire pour fournir de l'énergie (en %) dans le temps (h)

- On observe que le muscle utilise autant de glucides que de lipides (50/50)
- Pour les glucides : En début d'effort le muscle utilise surtout du glycogène (45% de l'énergie) et peu de glucose plasmatique (5% énergie). Après d'2h d'effort les stocks de glycogène diminuent et le muscle utilise autant le glycogène que le glucose sanguin. A 4h les stocks de glycogène s'épuisent et le muscle n'utilise plus que le glucose sanguin (50% de l'énergie)
- Pour les lipides : Au début de l'effort : le muscle utilise autant les lipides plasmatiques que ses réserves de triglycérides. Au fur et à mesure que les réserves diminuent le muscle utilise de plus en plus les lipides plasmatiques et on se retrouve après 4h à la répartition suivante 45% de l'énergie provient des acides gras plasmatique et 5% de l'énergie provient des triglycérides
- Conclusion : Le muscle utilise autant les lipides que les glucides, pour éviter d'impacter sur l'homéostasie le muscle possède ses propres réserves en triglycérides et glycogène. Les réserves en glycogène s'épuisent plus vite que celles en triglycéride. Il est facile de rester en hypoglycémie (si effort >1h). Il est plus difficile de perdre en masse grasseuse ! (il faut un effort > 1h)

4. Quels sont les principaux déchets du métabolisme lié à l'effort musculaire ?

- Métabolisme anaérobie lactique déchet : **lactate**
- Métabolisme aérobie déchet : **CO<sub>2</sub>**
- Déchet lié à la production d'ATP et à la contraction musculaire : **Chaleur**

5. Comment l'organisme s'adapte-t-il en conséquence pour se débarrasser de ces différents déchets ?

- Augmentation du débit sanguin dans les muscles : favorise la sortie des déchets du tissu musculaire

- Ouverture des artérioles
- Augmentation du rythme cardiaque

- Augmentation du rythme respiratoire : Elimination du CO<sub>2</sub>

- Augmentation du débit sanguin dans la peau : Élimination de la chaleur