

Bac S - Sujet de SVT - Spécialité

2ème PARTIE - Exercice 2 - Pratique d'une démarche scientifique ancrée dans des connaissances (Enseignement de spécialité).

ÉNERGIE ET CELLULE VIVANTE

L'entraîneur d'une équipe de natation souhaite comprendre d'où vient l'énergie utilisée par les muscles lors des courses de 100 mètres et de 1500 mètres, afin d'adapter ses séances d'entraînement.

Vous êtes chargé d'expliquer à l'entraîneur d'où provient l'énergie utilisée par les cellules musculaires dans ces deux types de course. Vous devez lui rédiger un document explicatif, en utilisant les données des documents et vos connaissances. Situez la voie métabolique 3 du document 1 sur le schéma de la feuille annexe à compléter et à rendre avec la copie.

Document 1 : les différentes voies métaboliques de régénération de l'ATP dans les cellules musculaires

Lors d'un effort, une cellule musculaire consomme de très nombreuses molécules d'ATP. Elle régénère ces molécules grâce à trois voies métaboliques décrites ci-dessous :

	Voie 1 : anaérobie alactique	Voie 2 : anaérobie lactique Fermentation lactique	Voie 3 : aérobie
Substrats utilisés	Créatine-Phosphate + ADP	Glucose ou autres substrats + ADP	Glucose ou autres substrats + O ₂ + ADP
Produits formés	Créatine + ATP	Acide lactique + ATP	H ₂ O + CO ₂ + ATP

Document 2 : performances et données métaboliques chez des nageurs professionnels

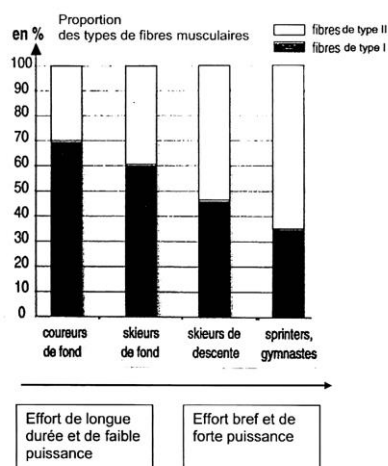
Aux derniers jeux olympiques d'été, le médaillé d'or du 1500 m nage libre homme a mis 14 minutes 31 secondes pour parcourir la distance. Sa vitesse moyenne était donc de 103 m/min. Le médaillé d'or du 100 m nage libre a mis 47 secondes et 52 centièmes. Sa vitesse moyenne était donc de 125 m/min.

Contributions relatives de la voie aérobie et des voies anaérobies selon les types de course et selon les vitesses atteintes par des nageurs de niveau olympique

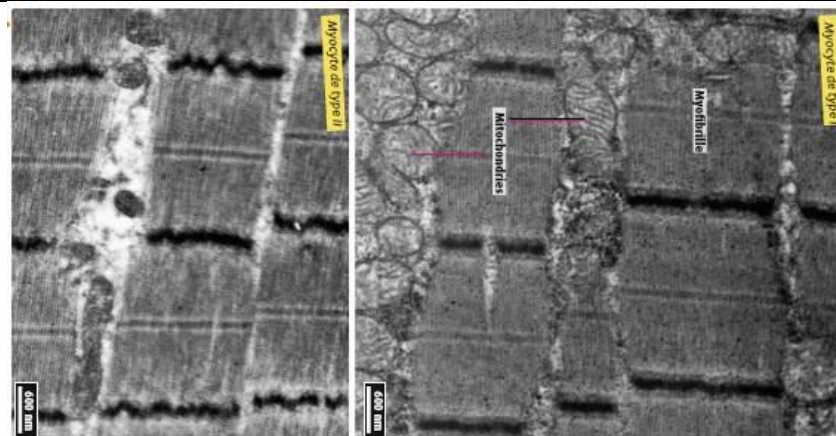
Distance de la course (en mètres)	Contribution relative en %	
	Voies anaérobies	Voie aérobie
100	90	10
200	60	40
400	40	60
800	17	83
1500	10	90

Document 3 : deux types de fibres musculaires

Doc.3a Proportion de fibres de type I et de type II



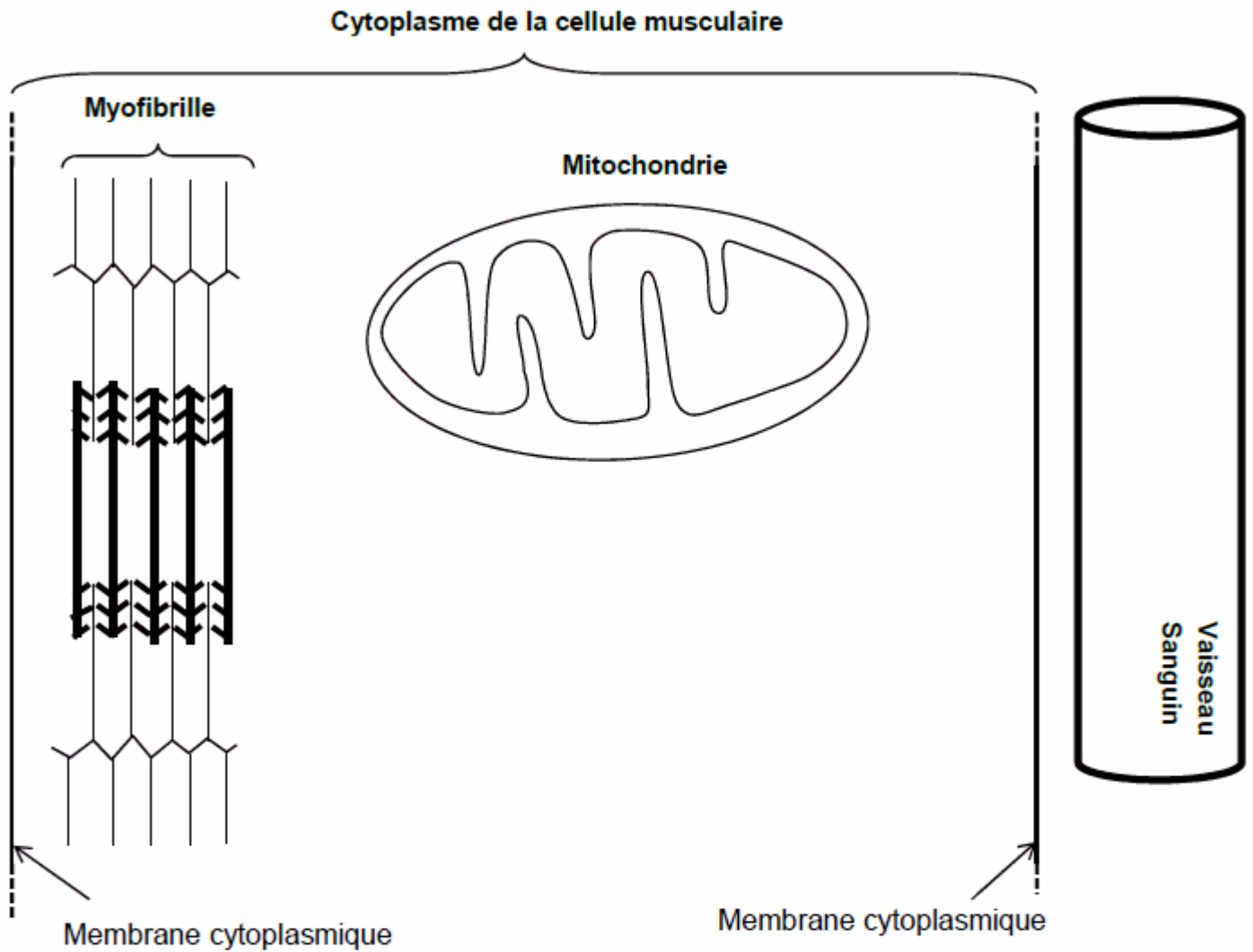
Doc.3b Coupes longitudinales de deux cellules musculaires observées au microscope électronique). Des fibres de type I et II coexistent dans un même muscle.



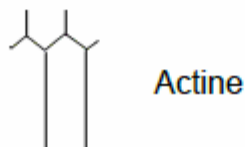
Feuille annexe à compléter et à rendre avec la copie

Schéma des voies métaboliques énergétiques dans une portion de cellule musculaire

Schéma d'une portion de cellule musculaire



Légendes



Corrigé :

Introduction (cerne le sujet => de quoi s'agit-il ? et reformule la question)

Les cellules musculaires ont besoin d'énergie. Un entraîneur souhaite améliorer les performances de ses coureurs en adaptant leur entraînement en fonction du type de course : 100 m et 1500m.

Il s'agit de lui fournir des explications sur l'origine de l'énergie utilisée par les cellules musculaires lors de ces deux types de course.

Le document 1 permet d'expliquer que l'énergie utilisée par les cellules musculaires provient de trois types de métabolisme. Ces trois types de métabolisme permettent la régénération d'ATP dans les cellules musculaires.

* Cette régénération est très importante car l'ATP, adénosine triphosphate, est une source d'énergie directement utilisable pour la cellule. L'hydrolyse de cette molécule libère de l'énergie, cette réaction est exoénergétique. Lors de l'hydrolyse, l'ATP libère son troisième groupement phosphate et de l'adénosine diphosphate ou ADP : $ATP + H_2O \rightarrow ADP + Pi$ L'ATP doit être alors renouvelé.

* Mais, ce renouvellement par synthèse d'ATP est une réaction endoénergétique qui nécessite un apport d'énergie.

Le tableau du document 1 récapitule les trois voies métaboliques qui permettent cette synthèse :

- deux voies sont anaérobies c'est-à-dire qu'elles se déroulent en absence de dioxygène. La voie alactique où une molécule de créatine-phosphate réagit avec de l'ADP pour donner de l'ATP et la voie lactique qui consomme du glucose et qui permet aussi la synthèse d'ATP et une molécule d'acide lactique est formée (il s'agit d'une fermentation lactique).

- une voie aérobie qui consomme du glucose en présence de dioxygène : il s'agit de la respiration cellulaire. Au cours de la respiration cellulaire, en présence de glucose, la réaction bilan est : $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$

Cependant, ces trois voies métaboliques permettant la régénération de l'ATP ne sont pas sollicitées de la même façon selon le type de courses.

Le document 2 récapitule des données métaboliques ainsi que les performances de nageurs professionnels. Ces performances dépendent du type de nage : lors d'un 100 m nage libre, un nageur atteint une vitesse moyenne de 125m/min alors que lors d'une nage de 1500 m, un nageur atteint une vitesse moyenne de 103m/min. Les études suivantes ont été effectués chez des nageurs professionnels de niveau olympique.

La contribution relative des trois voies métaboliques dépend du type de course : on observe ainsi que lors d'une nage de 100 m la voie métabolique sollicitée à 90% est celle de la voie anaérobie et 10% celle aérobie.

=> On en déduit que dans ce type de course la voie 1 avec la créatine – phosphate et la voie 2 avec la fermentation lactique permettent le renouvellement de l'ATP.

Plus la nage dure longtemps, et plus la contribution des voies anaérobies diminue au profit de la voie aérobie. Ainsi, pour une nage de 1500 m, la voie aérobie contribue pour 90% à la régénération d'ATP.

=> On en déduit que pour ce type de course, la respiration cellulaire permet le renouvellement de l'ATP.

Cependant, toutes les fibres musculaires ne sont pas de même type et n'ont pas le même type de métabolisme.

Le document 3 montre qu'il existe des fibres musculaires de type I et de type II.

* D'après le doc.3a, chez les sportifs qui pratiquent un sport d'endurance, de longue durée comme les coureurs et les skieurs de fond, la proportion de fibres de type I est très élevée, 60 à 70 %, par rapport à celle des fibres de types II. Or, d'après le doc.3b, une coupe longitudinale des fibres musculaires de type 1 montre qu'elles contiennent de très nombreuses mitochondries.

=> Les mitochondries sont les organites de la respiration cellulaire. On peut en déduire que les fibres de type I renouvellent leur ATP grâce à la respiration cellulaire, la voie aérobie. Cette voie est donc très importante pour les courses d'endurance.

* Par contre, chez les sportifs qui pratiquent un sport avec des efforts brefs et intenses (sprinteurs, skieurs de descente par exemple), ce sont les fibres de type II qui sont en proportion plus importante (45 à 55%). Or, d'après le doc.1b, ces fibres ne présentent pas, ou très peu de mitochondries.

=> On peut en déduire que la régénération de l'ATP se fait par des voies anaérobies et donc ce n'est pas la respiration cellulaire qui est privilégiée dans ce cas mais les voies anaérobies alactique et lactique du document 1.

Synthèse :

Pour répondre à l'entraîneur de l'équipe de natation, on a pu voir qu'il existe trois voies métaboliques qui permettent la régénération d'ATP, molécule indispensable pour fournir de l'énergie aux cellules musculaires : deux voies anaérobies qui se réalisent sans dioxygène et une voie aérobie qui se réalise avec dioxygène, c'est la respiration cellulaire (doc.1). Ces trois voies métaboliques fournissent l'énergie nécessaire à la synthèse d'ATP : ces trois voies sont donc dites exoénergétiques. L'ATP fournira ensuite l'énergie nécessaire à la contraction des cellules musculaires (voir sur le schéma pour la voie aérobie où se déroule la respiration cellulaire).

Cependant, on peut de façon schématique distinguer deux types de sport : les sports d'endurance qui nécessitent un effort prolongé, comme un 1500 m nage libre et des sports qui nécessitent un effort intense mais de courte durée comme une nage de 100m (doc.2). Dans le premier type de sport, ce sont des fibres de type 1 qui sont sollicitées car riche en mitochondries où se déroule la respiration cellulaire (doc.3). La voie aérobie est fortement sollicitée dans ce type de course (doc.2 et 3). Par contre, pour le second type de sport, ce sont les fibres de types 2, caractérisées par un métabolisme anaérobie, qui sont sollicitées (doc.2-3).

Par conséquent, l'entraînement doit être adapté au type de nage de façon à favoriser l'un ou l'autre type de fibres musculaires. Les performances sportives en seront améliorées.

Remarque : les voies anaérobies sont rapidement mobilisées alors que la voie aérobie fournit de l'énergie sur un long terme.

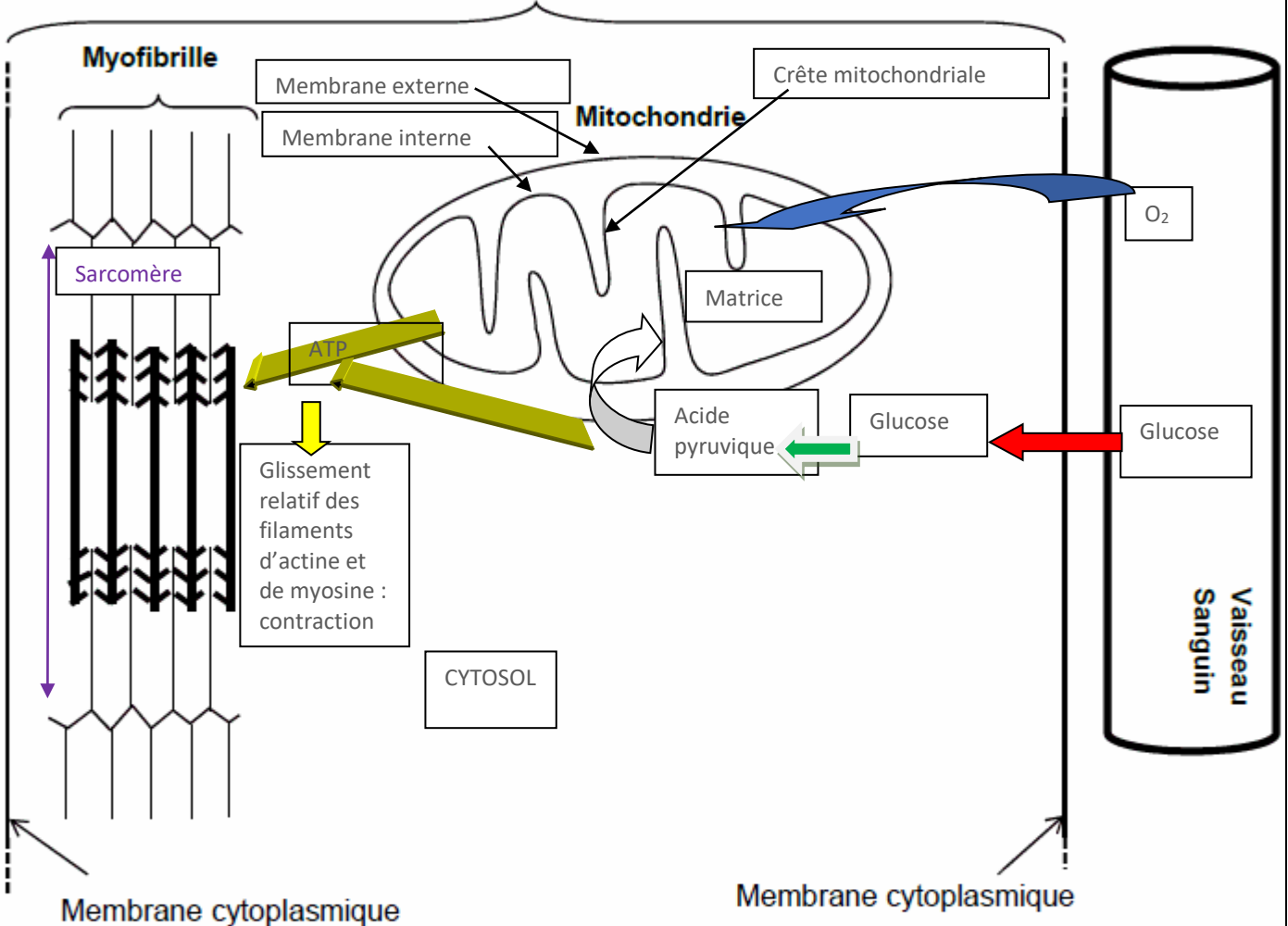
Voir aussi éventuellement ce document :

<http://nfabien-svt.fr/courslycee/tsspe/theme3/ref08fichier/activite2.pdf>

Schéma d'une portion de cellule musculaire



Cytoplasme de la cellule musculaire



Légendes

