



جمعية الشريفة الادريسي  
لدعم التمدريس والتنمية الثقافية والاجتماعية

Association CHARIF AL IDRISSE  
POUR LE SOUTIEN SCOLAIRE  
ET LE DEVELOPPEMENT CULTUREL ET SOCIAL



الأكاديمية الجهوية للتربية والتكوين  
لجهة الدار البيضاء - سطتات  
ACADEMIE REGIONALE D'EDUCATION ET DE FORMATION  
CASABLANCA - SETTAT

2<sup>ème</sup> année du Baccalauréat

# SVT

Sciences expérimentales - Options SVT-PC

Unité 1 : Consommation de la matière organique  
et flux d'énergie

Fiches de révision et entraînement  
à l'examen national

2<sup>ème</sup> année du Baccalauréat

# SVT

Sciences expérimentales - Options SVT- PC

## Unité 1 : Consommation de la matière organique et flux d'énergie

### Fiches de révision et entraînement à l'examen national



جمعية الشرف الأدريسي  
لدعم التمدرس والتنمية الثقافية والاجتماعية

Association CHARIF AL IDRISSEI  
POUR LE SOUTIEN SCOLAIRE  
ET LE DEVELOPPEMENT CULTUREL ET SOCIAL

Travail réalisé par l'équipe pédagogique de l'association **CHARIF AL IDRISSEI**  
pour contribuer à la continuité pédagogique des élèves de 2<sup>ème</sup> Bac sciences  
expérimentales - Options SVT- PC de l'Académie régionale de l'éducation et de la  
formation Région Casablanca - Settat

# Sommaire

## Partie I : Résumé de cours

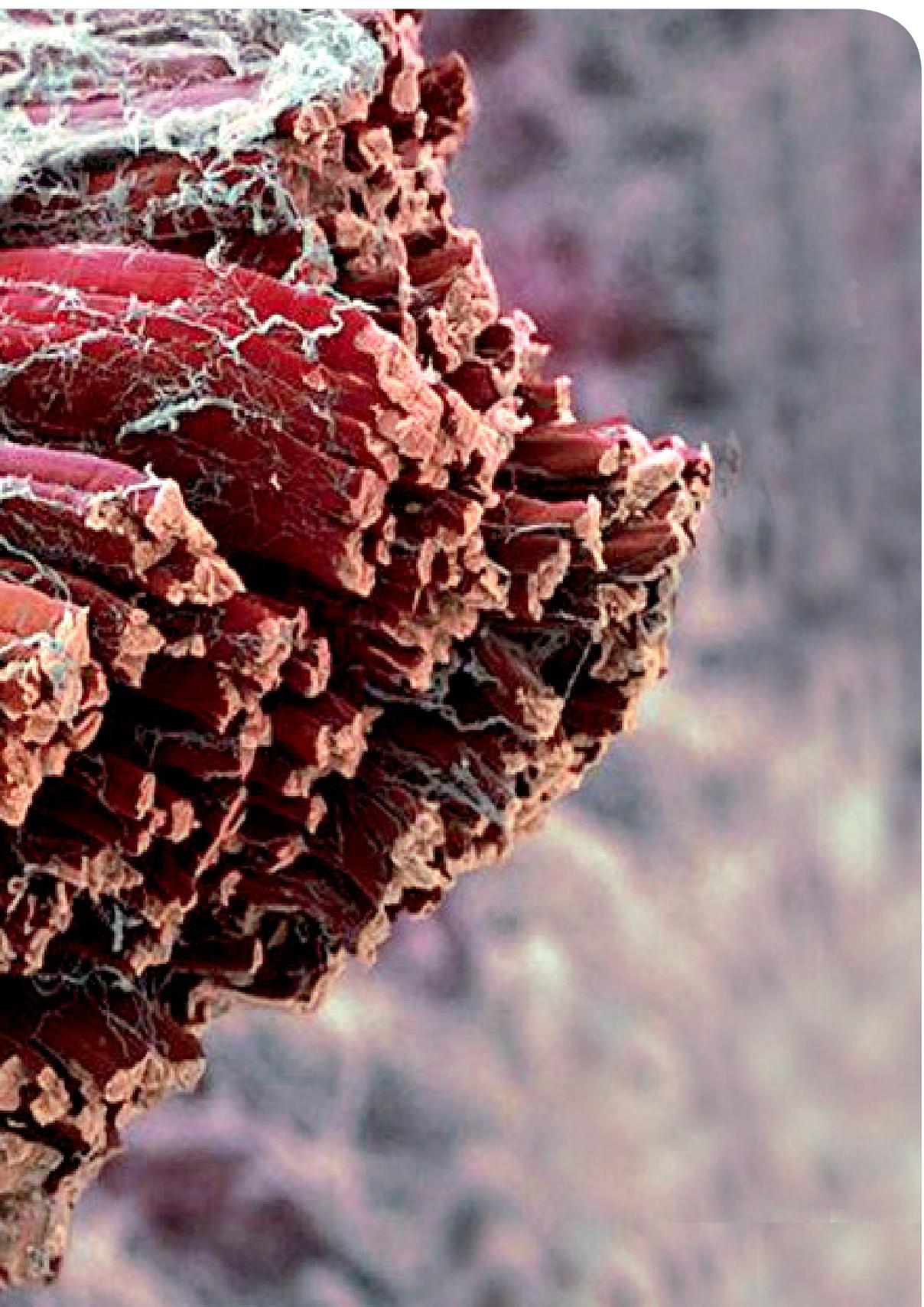
Fiche de révision 1 : La respiration, une voie de production de l'énergie cellulaire.....	6
Fiche de révision 2 : Fermentations.....	8
Fiche de révision 3 : Bilan et rendement énergétiques.....	9
Fiche de révision 4 : Analyse de myogrammes.....	10
Fiche de révision 5 : Structure du muscle et ultrastructure de la fibre musculaire.....	12
Fiche de révision 6 : Mécanisme de la contraction musculaire.....	14
Fiche de révision 7 : Les voies de la régénération de l'ATP musculaire.....	15

## Partie 2 : Évaluation

Exercices : Restitution des connaissances.....	16
Exercices : Raisonnement et communication.....	20
Corrigé : Restitution des connaissances.....	34
Corrigé : Raisonnement et communication.....	36

# Consommation de la matière organique et flux d'énergie

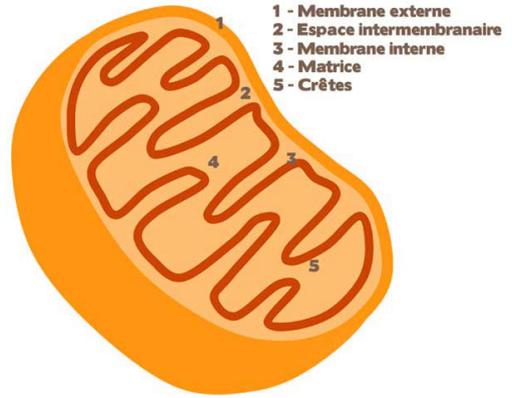
Chapitre	Titre	Cadre de référence pour l'examen national
1	Respiration et fermentation cellulaires	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La respiration et la fermentation ;</li> <li>2. Les étapes essentielles de la glycolyse ;</li> <li>3. Bilan énergétique de la glycolyse ;</li> <li>4. Structure et ultrastructure de la mitochondrie ;</li> <li>5. Le cycle de Krebs : étapes essentielles et bilan énergétique ;</li> <li>6. La chaîne respiratoire et la phosphorylation oxydative ;</li> <li>7. Bilan et rendement énergétiques de la respiration ;</li> <li>8. Les étapes essentielles de la fermentation ;</li> <li>9. Bilan et rendement énergétiques de la fermentation.</li> </ol>
2	Le muscle strié squelettique et la conversion d'énergie.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analyser et interpréter des myogrammes ;</li> <li>2. Comparer l'état d'une fibre musculaire au repos et au cours d'une contraction ;</li> <li>3. Expliquer les mécanismes de la contraction musculaire en exploitant la structure et l'ultrastructure de la fibre musculaire et la structure moléculaire des myofilaments ;</li> <li>4. Déterminer les phénomènes thermiques et chimiques accompagnant la contraction musculaire ;</li> <li>5. Dédire les voies de régénération de l'ATP musculaire.</li> </ol>



# La respiration, une voie de production de l'énergie cellulaire

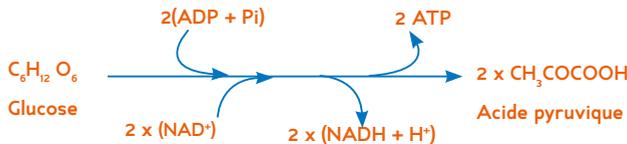
- La respiration correspond à des réactions chimiques permettant de produire de l'énergie dont la cellule a besoin.
- La respiration exige que la cellule possède des mitochondries et que le milieu soit aéro-bique (présence de dioxygène).
- L'ultrastructure de la mitochondrie montre des compartiments avec des fonctions bien précises dans la production d'énergie dans le cas des réactions aérobiques.

Schéma de la mitochondrie

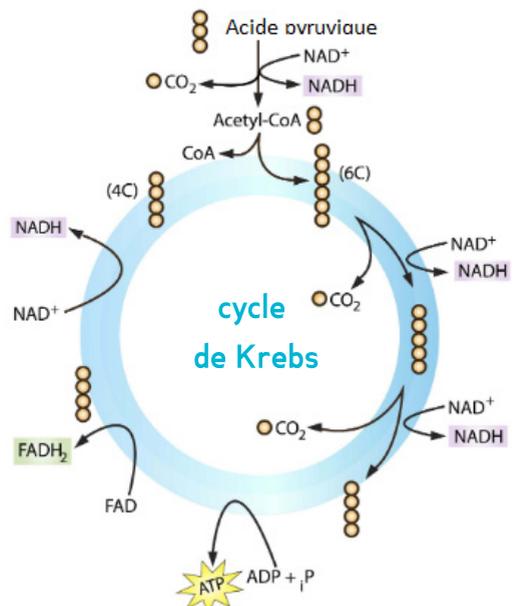


La respiration se déroule selon des phases : La glycolyse et les oxydations respiratoires (Oxydation du pyruvate et phosphorylation oxydative).

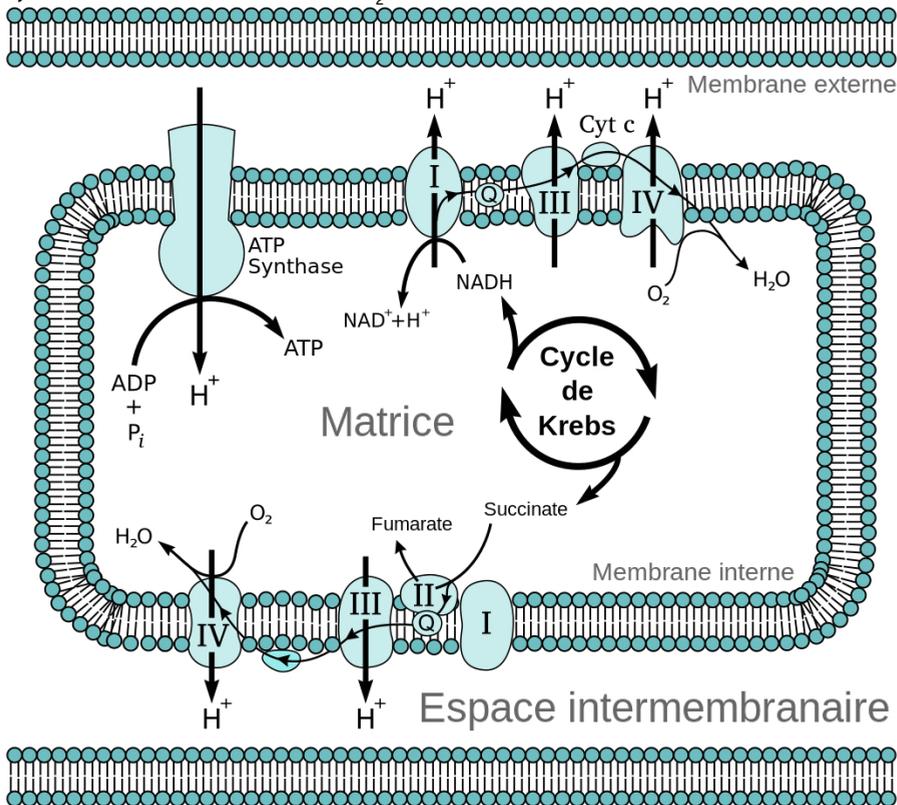
Pendant la glycolyse, le glucose est oxydé en pyruvate dans l'hyaloplasme avec réduction de  $\text{NAD}^+$  en  $\text{NADH}, \text{H}^+$ , et phosphorylation de l'ADP en ATP ( formation de 4 ATP utilisation de 2 ATP d'où un Bilan de 2 ATP). La glycolyse est une étape commune entre la respiration et la fermentation.



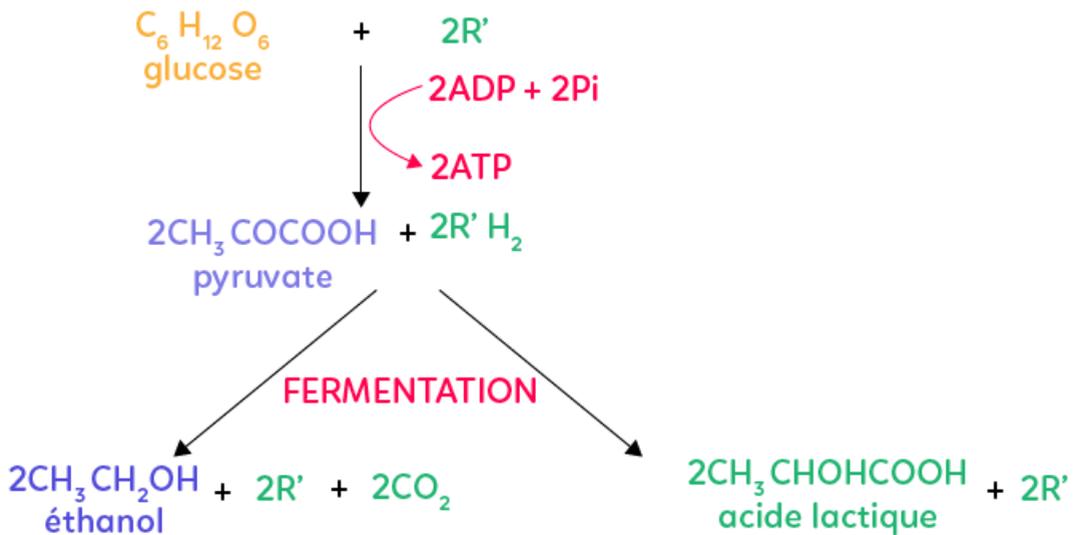
Pendant la respiration cellulaire et au niveau de la matrice de la mitochondrie, le pyruvate est décarboxylé et oxydé, puis converti en un composé acétylé et fixé à la coenzyme A pour former l'acétylcoenzyme A. Cette oxydation est couplée à une réduction de  $\text{NAD}^+$  en  $\text{NADH}, \text{H}^+$ .



- Lors du cycle de Krebs au niveau de la matrice mitochondriale, des acides organiques subissent des oxydations successives qui sont couplées à des réductions de transporteurs d'hydrogène ( $\text{NAD}^+$  et  $\text{FAD}$ ). Pendant le cycle de Krebs, des molécules de dioxyde de carbone sont libérées (décarboxylations).
- Au cours de la phosphorylation oxydative, l'oxydation de transporteurs réduits ( $\text{NADH}, \text{H}^+$  et  $\text{FADH}_2$ ) se déroule au niveau de la membrane mitochondriale (Chaîne respiratoire) et libère des transporteurs oxydés ( $\text{NAD}^+$  et  $\text{FAD}$ ), des électrons et des protons  $\text{H}^+$ . Le transfert d'électrons entre les transporteurs de la chaîne respiratoire située au niveau de la membrane interne mitochondriale est couplé au pompage de protons  $\text{H}^+$  vers l'espace intermembranaire.
- L'accumulation des protons  $\text{H}^+$  au niveau de l'espace intermembranaire détermine un gradient de ces protons  $\text{H}^+$  par rapport à la matrice mitochondriale. Par conséquent, un flux de ces protons  $\text{H}^+$  prend naissance vers la matrice et à travers les sphères pédonculées portées par la membrane interne de la mitochondrie.
- Ce flux des protons  $\text{H}^+$  active l'ATP synthétase se trouvant au niveau des sphères pédonculées d'où une phosphorylation de l'ADP en ATP.
- Au sein de la matrice mitochondriale, l'oxygène constitue l'accepteur final des électrons transportés par la chaîne respiratoire. Il est réduit et fixe des protons  $\text{H}^+$  pour former de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ).
- L'oxydation d'une molécule de  $\text{NADH}, \text{H}^+$  aboutit à la formation de 3 molécules d'ATP, alors que l'oxydation d'une molécule de  $\text{FADH}_2$  aboutit à la formation de 2 molécules d'ATP.



- La fermentation, autre voie métabolique de production d'énergie cellulaire, se déroule en deux phases majeures : La glycolyse et la réduction du pyruvate pour aboutir à de l'acide lactique (cas de la fermentation lactique) ou à l'éthanol et du dioxyde de carbone (cas de la fermentation éthylique).



- La fermentation n'exige pas l'intervention de mitochondries, ni du dioxygène et elle peut avoir lieu dans une cellule même si cette dernière possède des mitochondries et/ou elle se trouve dans un milieu aérobie.

## Bilan et rendement énergétiques

- Le bilan énergétique (Bilan du nombre de molécules d'ATP résultant) de la respiration est de 38 molécules d'ATP, alors que celui de la fermentation n'est que de 2 molécules d'ATP. Par conséquent le rendement énergétique de la respiration est plus important que celui de la fermentation.

### Respiration

- Réaction globale :**  $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + 38 ATP$
- Bilan énergétique :** Nombre de molécules d'ATP résultant de l'oxydation d'une molécule de glucose

**Bilan énergétique = 38 ATP**

- Rendement énergétique :** Pourcentage de l'énergie récupérée par la cellule par rapport à l'énergie contenue dans le glucose dégradé  $\frac{38 \times 30,5}{2840} \times 100 = 40,8\%$

### Fermentation

- Réaction globale :**
  - Fermentation lactique  $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2 CH_3COCOOH + 2 ATP$
  - Fermentation alcoolique  $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2 + 2 ATP$

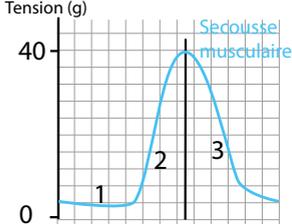
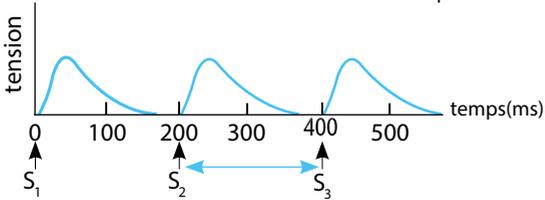
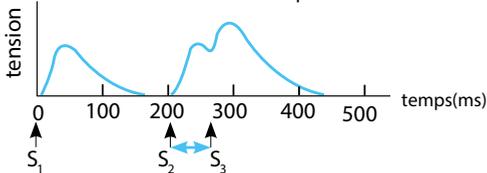
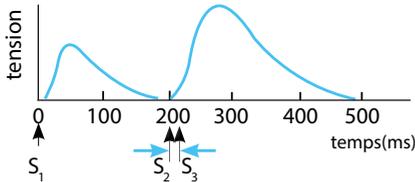
- Bilan énergétique :** Nombre de molécules d'ATP résultant de l'oxydation d'une molécule de glucose

**Bilan énergétique = 2 ATP**

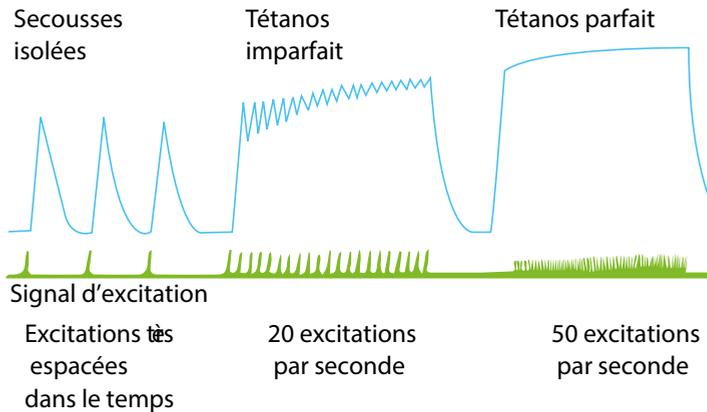
- Rendement énergétique :** Pourcentage de l'énergie récupérée par la cellule par rapport à l'énergie contenue dans le glucose dégradé  $\frac{2 \times 30,5}{2840} \times 100 = 2,14\%$

- La différence de ces rendements énergétiques est expliquée par le fait que la dégradation du glucose est totale pendant la respiration et elle est partielle pendant la fermentation. La matière organique issue de la fermentation emmagasine encore de l'énergie.

Les tracés représentant la réponse d'un muscle squelettique à une ou plusieurs excitations efficaces sont des myogrammes.

Nombre et/ou fréquence des excitations efficaces (de même intensité)	Type de myogramme obtenu
1	<p>Le tracé de la secousse musculaire isolée est composé de trois phases :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps de latence (1)</li> <li>• Phase de contraction (2)</li> <li>• Phase de relâchement (3)</li> </ul> 
2 Les excitations sont suffisamment éloignées	<p>Des secousses musculaires isolées de mêmes amplitudes</p> 
2 Les deux excitations sont relativement rapprochées	<p>Deux secousses musculaires partiellement fusionnées</p>  <p>La deuxième excitation a lieu pendant la phase de relâchement de la première secousse. L'amplitude de la deuxième secousse est plus grande que celle de la première secousse.</p>
2 Les deux excitations sont très rapprochées	<p>Deux secousses musculaires totalement fusionnées</p>  <p>Le myogramme obtenu apparaît sous forme d'une seule secousse musculaire d'amplitude plus grande que celle d'une simple secousse.</p>

## Plusieurs excitations (N)



La fréquence des excitations est moyenne :

Cas d'un téτανos imparfait

Il s'agit d'un ensemble de secousses musculaires partiellement fusionnées. Au début, l'amplitude des contractions augmente avec le nombre des excitations jusqu'à ce que cette amplitude reste constante. Lorsqu'on arrête de stimuler, le muscle se relâche.

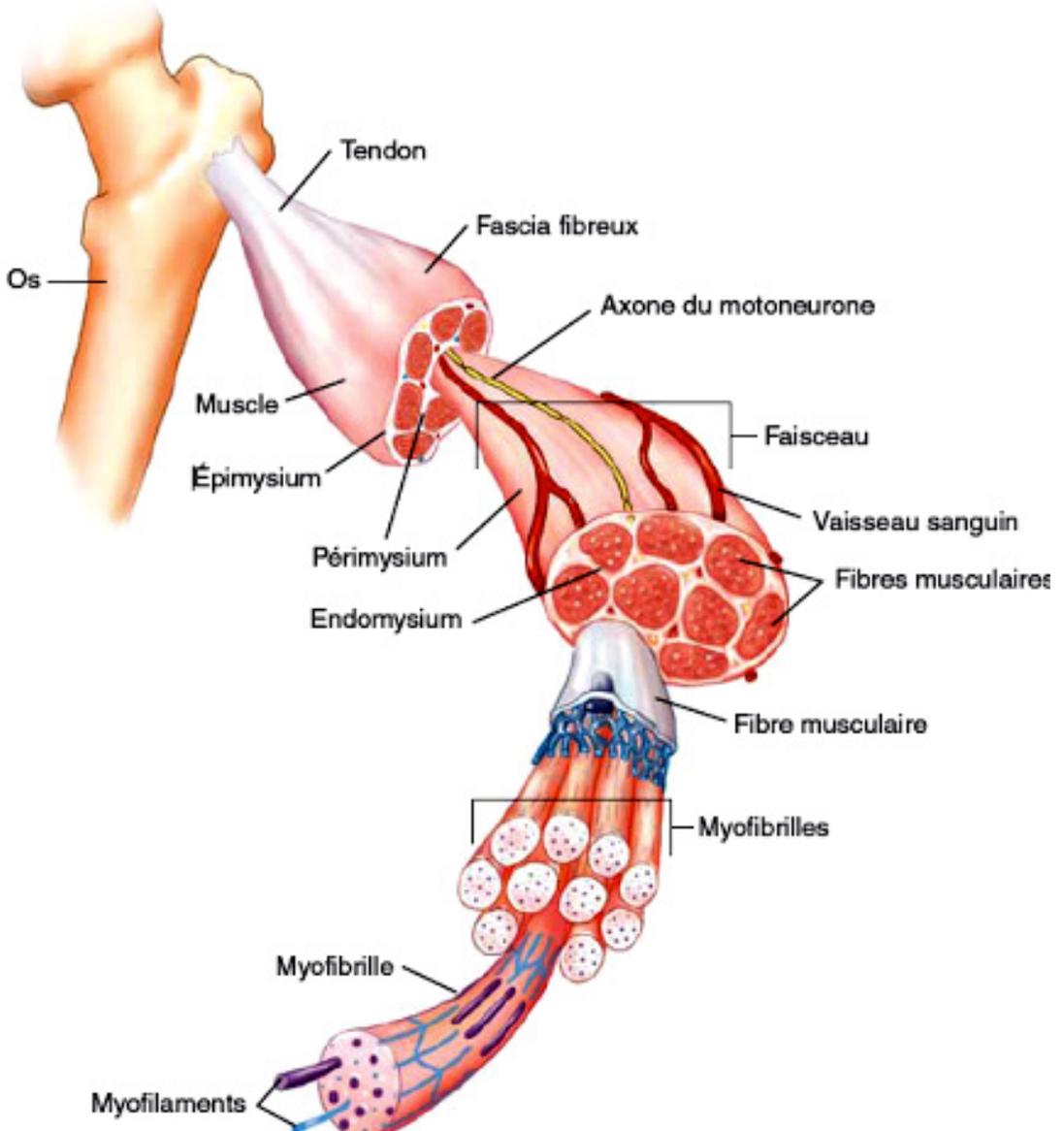
La fréquence des excitations est grande ;

Cas d'un téτανos parfait

Il s'agit d'un ensemble de secousses musculaires totalement fusionnées. Au début, l'amplitude des contractions augmente avec le nombre des excitations jusqu'à ce que cette amplitude reste constante (sans de léger phase de relâchement, comme c'est le cas d'un téτανos imparfait). Lorsqu'on arrête de stimuler, le muscle se relâche.

## Structure du muscle et ultrastructure de la fibre musculaire

Le muscle squelettique strié est un organe formé de cellules musculaires appelées des fibres musculaires (striées). Chacune de ces fibres est caractérisée par la présence de plusieurs noyaux périphériques qui sont présents au sein du cytoplasme cellulaire appelé sarcoplasme. La fibre musculaire est entourée d'une membrane cellulaire appelée le sarcolemme.



Annoter ce document :

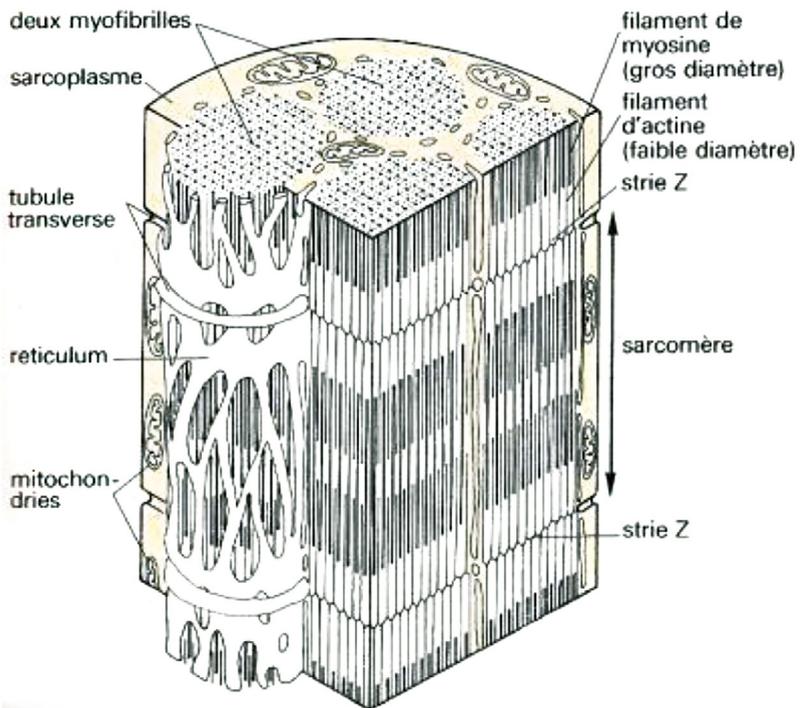
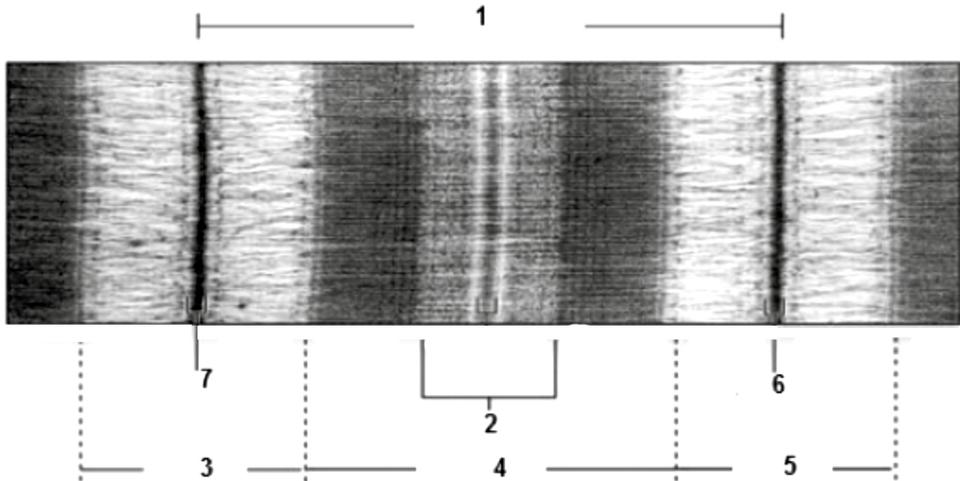
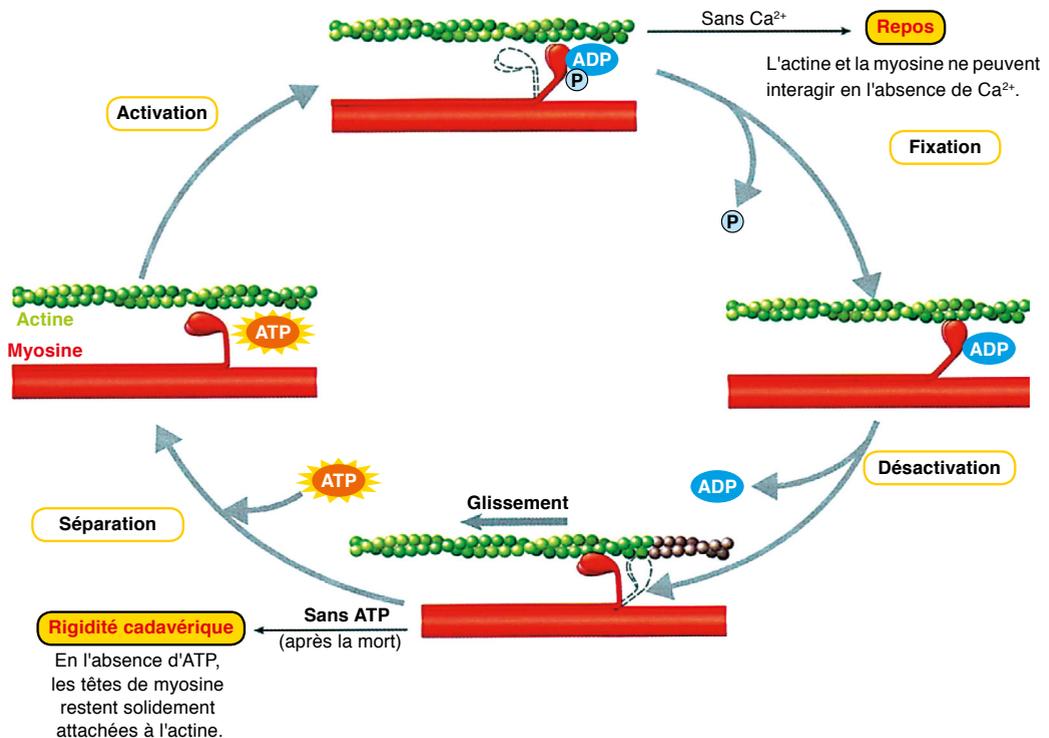
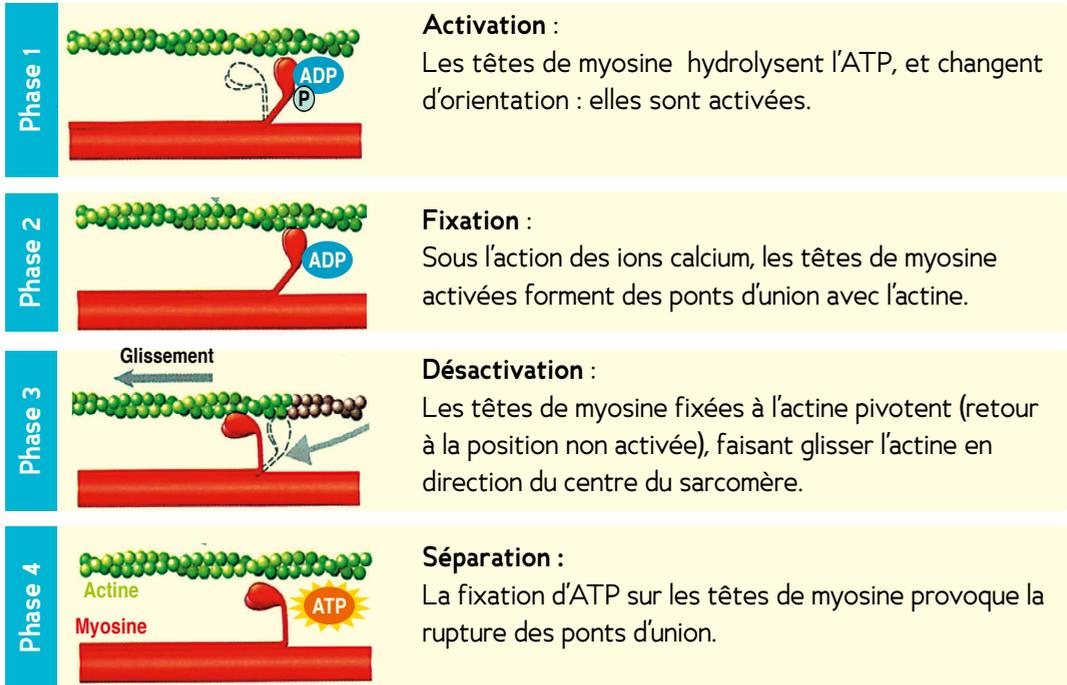


Schéma de l'ultrastructure d'une portion d'une fibre musculaire

# Mécanisme de la contraction musculaire

La contraction musculaire se déroule en 4 phases :



## Les voies de la régénération de l'ATP musculaire

Le basculement de la tête de myosine peut se produire plusieurs fois par seconde, et se produit sur la majeure partie des têtes le long des filaments. La contraction nécessite donc beaucoup d'ATP que la cellule doit rapidement produire car elle ne se conserve pas dans la cellule.

### Subvenir aux besoins immédiats ou voie rapide anaérobie alactique (sans dioxygène et sans acide lactique)

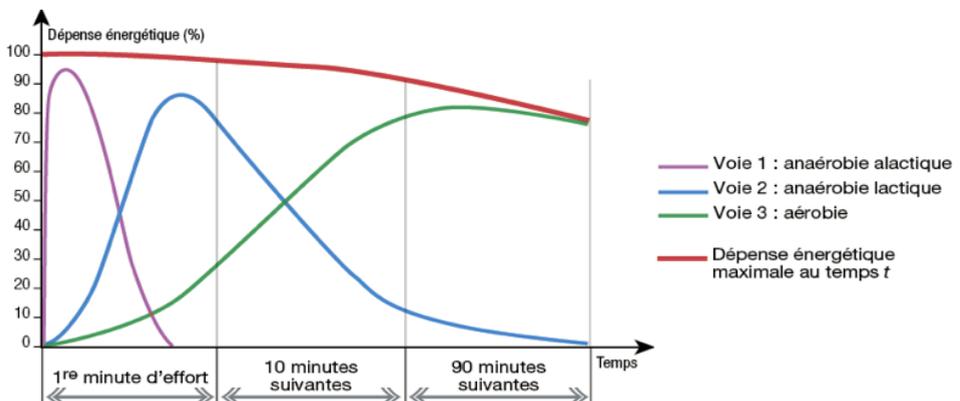
- À très court terme, dans les fibres musculaires, l'ATP est régénérée par hydrolyse de la phosphocréatine en créatine.
- Dès le début d'un effort physique, la phosphocréatine est consommée et lorsqu'elle arrive l'épuisement du stock, de l'acide lactique apparaît (fermentation lactique).

### Subvenir aux besoins à court terme par fermentation lactique ou voie anaérobie lactique

Les fibres musculaires ont d'autre part la capacité d'effectuer une fermentation lactique. Cette voie métabolique a l'avantage de pouvoir procurer rapidement de l'ATP, sans nécessiter d'apport en dioxygène. La glycolyse, réalisée à partir de glucose issu des réserves de glycogène produit en effet de l'ATP. Ce mécanisme est cependant d'un faible rendement car il consomme beaucoup de réserves glucidiques pour une production d'ATP relativement modeste. En outre, l'acide lactique produit par cette fermentation abaisse le pH musculaire, ce qui contribue à la fatigabilité et conduit même à l'épuisement.

### Subvenir aux besoins à long terme ou voie aérobie lente

Après un délai de quelques secondes, la dégradation des glucides a lieu par voie aérobie. La respiration permet de produire davantage d'ATP que la fermentation lactique. Elle est à l'origine des contractions de plus longue durée et permet également de régénérer l'ATP après un effort. L'ensemble des réserves énergétiques de l'organisme (et non celles du muscle seulement) peuvent être mobilisées et le rendement en ATP est très élevé. Cependant, cette voie de production d'ATP est limitée par l'approvisionnement des cellules en dioxygène.



# Exercices

## Restitution des connaissances

### Exercice 1

1. Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, une seule suggestion est correcte. **Recopiez** les couples (1 ; ...) (2 ; ...) (3 ; ...) (4 ; ...) et **écrivez** dans chaque couple la lettre correspondante à la suggestion correcte.

**1. Lors de la glycolyse on a production de :**

- a. l'acide pyruvique, le  $\text{CO}_2$  et l'ATP;
- b. l'acide pyruvique, l'ATP et le NADH,  $\text{H}^+$ ;
- c. l'acide lactique, le  $\text{CO}_2$  et l'ATP;
- d. l'acide lactique, l'ATP et le NADH,  $\text{H}^+$ .

**2. La bande claire du sarcomère est :**

- a. caractérisée par la présence des filaments d'actine;
- b. caractérisée par la présence des filaments d'actine et des filaments de myosine;
- c. délimitée par deux bandes H;
- d. délimitée par deux stries Z.

**3. Au niveau de la membrane internemitochondriale se produit :**

- a. l'oxydation de NADH,  $\text{H}^+$  et la synthèse d'ATP;
- b. l'oxydation de NADH,  $\text{H}^+$  et l'hydrolyse d'ATP;
- c. la réduction de NADH,  $\text{H}^+$  et la synthèse d'ATP;
- d. la réduction de NADH,  $\text{H}^+$  et l'hydrolyse d'ATP.

**4. La fatigue musculaire est caractérisée par :**

- a. la diminution de l'amplitude et de la durée de la secousse musculaire ;
- b. l'augmentation de l'amplitude de la secousse musculaire et la diminution de sa durée;
- c. la diminution de l'amplitude de la secousse musculaire et l'augmentation de sa durée;
- d. l'augmentation de l'amplitude et de la durée de la secousse musculaire.

**2. Donnez :**

- 1. deux caractéristiques structurales de la membrane interne mitochondriale.
- 2. deux caractéristiques de la fermentation.

**3. Recopiez** le numéro de chacune des propositions suivantes, puis écrivez «vrai» ou «faux» .

- a- Le cycle de Krebs produit trois molécules de NADH,  $\text{H}^+$  à partir d'une molécule d'acide pyruvique.
- b- Le bilan global de la glycolyse est de quatre molécules d'ATP.
- c- La fermentation lactique produit de l'acide lactique et du dioxyde de carbone.
- d- La longueur des myofilaments reste constante au cours de la contraction du sarcomère.

4. **Recopiez**, sur votre feuille de rédaction, les couples (1, ...) ; (2, ...) ; (3, ...) ; (4, ...) et **reliez** chaque molécule à son action, en adressant à chaque numéro du groupe 1 la lettre correspondante du groupe 2.

Groupe 1 : Molécules	Groupe 2 : Action
1. ATP	a. phosphoryle T ADP
2. Ca <sup>2+</sup>	b. se fixe à la tête de myosine
3. Myosine	c. se fixe à la Troponine
4. ATP synthase	d. se lie à l'Actine

### Exercice 2

1. **Définissez les notions suivantes :**

- Fermentation alcoolique
- Phosphorylation oxydative.

2. Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, une seule suggestion est correcte. **Recopiez** les couples (1 ; ...) (2 ; ...) (3 ; ...) (4 ; ...) et **écrivez** dans chaque couple la lettre correspondante à la suggestion correcte.

#### 1. La transformation d'une molécule de glucose en deux molécules d'acide pyruvique au niveau du hyaloplasme, s'accompagne d'une :

- a - Réduction de 2 NADH,H<sup>+</sup> et de production de 4 ATP ;
- b - Oxydation de 2 NADH,H<sup>+</sup> et de production de 4 ATP ;
- c - Oxydation de 2 NAD<sup>+</sup> et de production de 2 ATP ;
- d - Réduction de 2NAD<sup>+</sup> et de production de 2 ATP.

#### 2. L'activité de la chaîne respiratoire conduit à une :

- a - Augmentation de la concentration des protons dans la matrice ;
- b - Diminution de la concentration des protons dans la matrice ;
- c - Augmentation de la concentration des protons dans l'espace intermembranaire ;
- d - Diminution de la concentration des protons dans l'espace intermembranaire.

#### 3. Les étapes de la contraction musculaire sont les suivants :

1. Fixation de l'ATP sur les têtes de la myosine ;
2. Hydrolyse d'ATP ; 3. Rotation des têtes de la myosine ;
4. Libération du Ca<sup>2+</sup> ;
5. Formation du complexe actomyosine ;
6. Glissement des filaments d'actine vers le centre du sarcomère.

La succession de ces étapes selon l'ordre chronologique est la suivante :

- a. 3 → 6 → 4 → 1 → 2 → 5
- b. 6 → 4 → 1 → 5 → 2 → 3
- c. 4 → 5 → 2 → 3 → 6 → 1
- d. 1 → 2 → 3 → 6 → 4 → 5

# Exercices

4. Lors de la phosphorylation de l'ADP, le gradient de protons créé par la chaîne respiratoire est utilisé par :

- a - Les canaux à protons de la membrane interne de la mitochondrie ;
- b - L'ATP synthase de la membrane interne de la mitochondrie ;
- c - Les transporteurs d'électrons de la membrane interne de la mitochondrie ;
- d - Les coenzymes de la membrane interne de la mitochondrie.

3. **Recopiez** le numéro de chacune des propositions suivantes, puis écrivez «vrai» ou «faux» .

1. Dans la cellule musculaire, le renouvellement de l'ATP à partir de la phosphocréatine, se fait par l'intervention de l'ATP synthase.
2. Dans la matrice, l'oxydation de  $\text{NADH}, \text{H}^+$  se fait par l'intervention des déshydrogénases.
3. Dans l'hyaloplasme, la fermentation alcoolique produit un résidu organique et libère le  $\text{CO}_2$ .
4. Dans la mitochondrie, l'acide pyruvique se transforme en acétyl-coA.

4. **Recopiez**, sur votre feuille de rédaction, les couples (1, ...) ; (2, ...) ; (3, ...) ; (4, ...) et **reliez** chaque molécule à son action, en adressant à chaque numéro du groupe 1 la lettre correspondante du groupe 2.

Groupe 1 : Molécules	Groupe 2 : Action
1. Fusion complète des deux secousses musculaires.	a - la seconde stimulation est appliquée après l'achèvement de la première secousse musculaire.
2. Fusion incomplète des deux secousses musculaires.	b - la seconde stimulation est appliquée pendant la phase de latence de la première secousse musculaire.
3. Deux secousses musculaires isolées.	c - la seconde stimulation est appliquée pendant la phase de contraction de la première secousse musculaire.
4. Une secousse musculaire isolée.	d - la seconde stimulation est appliquée pendant la phase de relâchement de la première secousse musculaire.

**Exercice 3**

- Définissez** les notions suivantes : Secousse musculaire - Mitochondrie
- Donnez** la réaction globale de la glycolyse.
- Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, une seule suggestion est correcte. Recopiez** les couples suivants, et choisissez pour chaque couple la lettre correspondante à la suggestion correcte (1,...) ; (2,...) ; (3,...) ; (4,...)

1. Le tétanos parfait est le résultat de la fusion de plusieurs secousses musculaires suite à une série d'excitations dont l'excitation suivante est appliquée :

- a- pendant la phase de contraction de la secousse due à excitation précédente ;
- b- pendant la phase de relâchement de la secousse due à l'excitation précédente ;
- c- à la fin de la secousse due à l'excitation précédente ;
- d- pendant la phase de latence de la secousse due à l'excitation précédente.

2. Au cours de la contraction musculaire, on constate un raccourcissement :

- a- de la bande sombre et de la zone H ;
- b- de la bande claire et de la zone H ;
- c- des bandes sombres et claires sans changement de la zone H ;
- d- des bandes sombres, des bandes claires et de la zone H.

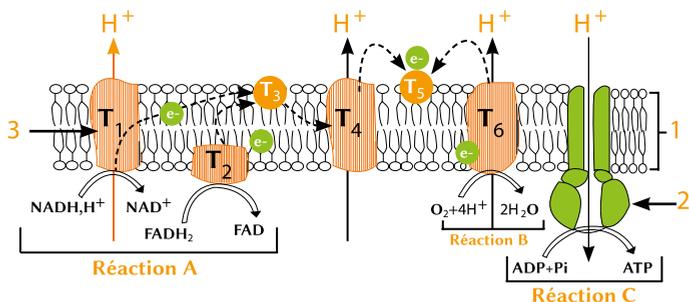
3. La fermentation lactique:

- a- Libère 4 molécules d'ATP à partir d'une seule molécule de glucose ;
- b- Comporte une phase commune avec la respiration qui est la glycolyse ;
- c- Produit un résidu organique sous forme de  $\text{CO}_2$  ;
- d- Produit deux molécules d'ATP à partir d'un gradient  $\text{H}^+$  de part et d'autre de la membrane interne de la mitochondrie.

4. Les réactions du cycle de Krebs :

- a- Ne produisent pas d'énergie ;
- b- Libèrent le dioxyde de carbone ;
- c- Se déroulent au niveau de la membrane interne de la mitochondrie ;
- d- Sont communes entre la respiration et la fermentation.

- 4 Le document ci-dessous représente la chaîne respiratoire.



Nommez chacune des structures désignées par les numéros 1,2,3 et des réaction désignées par les lettres A,B,C.

# Exercices

## Raisonnement et communication

### Exercice 1

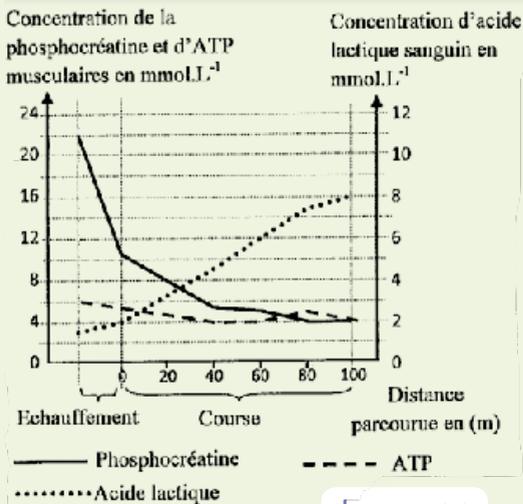
Lors d'un exercice bref et intense, comme le sprint, la puissance musculaire développée est très importante. De ce fait la régénération d'ATP dépend d'un ensemble de réactions métaboliques. Afin de comprendre la relation entre ces réactions et l'approvisionnement de l'organisme en énergie chez un sprinteur, on propose les données suivantes :

- On a mesuré la variation de la concentration d'ATP, de phosphocréatine au niveau du muscle et la concentration d'acide lactique dans le sang d'un sprinteur au cours d'un échauffement et d'une course de 10s environ. Le document 1 présente les résultats obtenus.

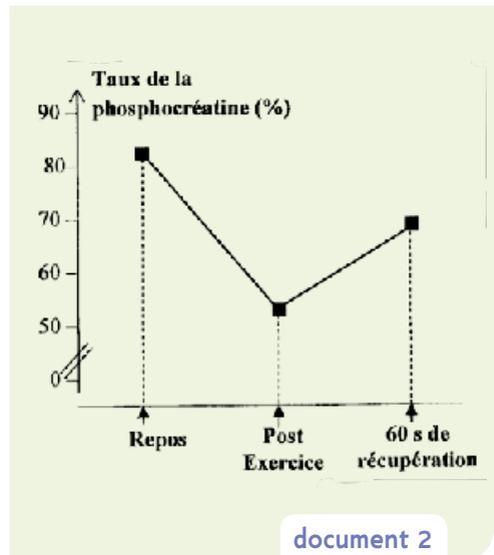
1. Décrivez la variation de la concentration d'ATP, de phosphocréatine et d'acide lactique chez le sprinteur (document 1), puis proposez une explication concernant l'origine d'ATP lors de cet exercice,

- On a mesuré, chez un sportif, l'évolution du taux de phosphocréatine dans des biopsies musculaires prélevées au repos et après 45 s d'un exercice menant à l'épuisement (Post Exercice) et après 60s de récupération. Le document 2 présente les résultats obtenus.

2. Sachant que la récupération ce fait grâce à l'apport en dioxygène par le sang, proposez une hypothèse expliquant l'évolution de la phosphocréatine (PCr) après 60 s de récupération (Document 2).



document 1



document 2

- Afin de vérifier l'hypothèse, on propose les documents 3 et 4.

Le document 3 présente les résultats du suivi de la concentration des trois composés phosphatés chez un sportif (PCr, ATP et phosphate inorganique « Pi ») avant un effort physique, lors d'un effort physique de courte durée et après récupération. Le document 4 explique la relation entre l'ATP et la phosphocréatine.

	Avant l'effort	Pendant l'effort	Après récupération
Pi	+	+++	+
ATP	++	++	++
PCr	+++	++	+++

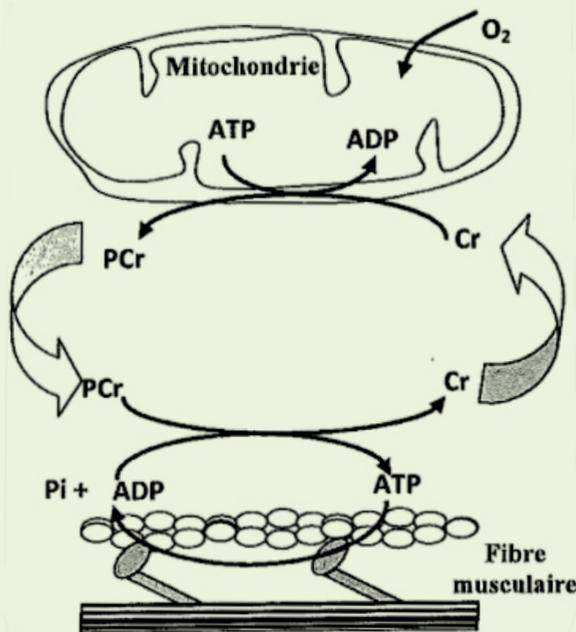
+ : Faible concentration ;

++ : Moyenne concentration;

+++ : Forte concentration

document 3

3. Quelles sont les informations à dégager du tableau du document 3 ?



document 4

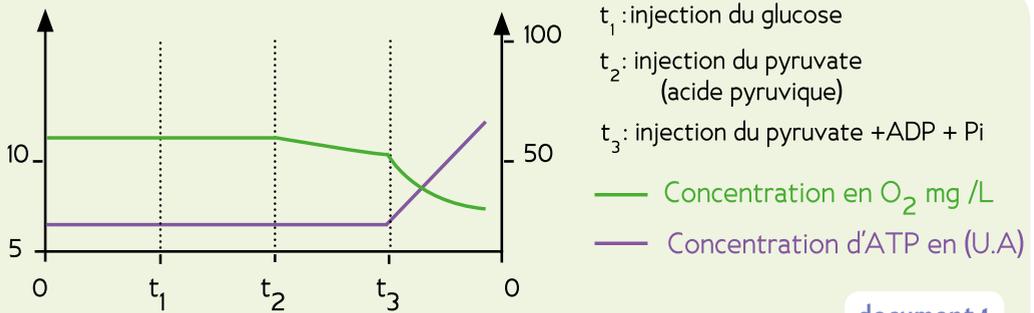
4. En vous aidant de votre réponse à la question 3 et en exploitant les données du document 4, établissez la relation entre les variations de ces trois composés phosphatés ; PCr, ATP et Pi chez un sprinteur lors de l'exercice et après récupération puis vérifiez l'hypothèse proposée en réponse à la question 2.

# Exercices

## Exercice 2

Pour déterminer la relation entre les réactions qui aboutissent à la consommation du dioxygène et à la production de l'ATP au niveau de la mitochondrie, on propose les données expérimentales suivantes :

**Expérience 1 :** après l'isolement des mitochondries de cellules vivantes, on les place dans un milieu convenable riche en dioxygène ( $O_2$ ), puis on suit l'évolution de la concentration du dioxygène consommé et de l'ATP produit dans ce milieu. Le document 1 montre les conditions expérimentales et les résultats obtenus.



1. **Décrivez** les données du document 1, puis déduisez la relation entre la consommation du dioxygène et la production d'ATP au niveau de la mitochondrie.

**Expérience 2 :** Après l'élimination des membranes externes de mitochondries isolées de cellules vivantes, on les place dans une solution dépourvue du dioxygène et enrichie de donneurs d'électrons ( $NADH, H^+$ ). On suit la variation de la concentration des protons  $H^+$  avant et après l'addition du dioxygène ( $O_2$ ). Le document 2 donne les conditions et les résultats de cette expérience.

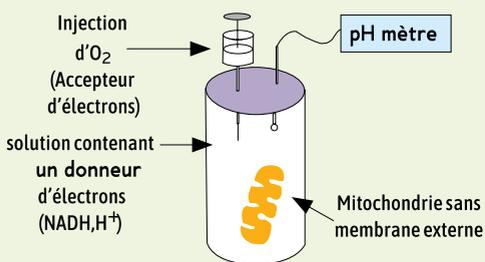


Figure a

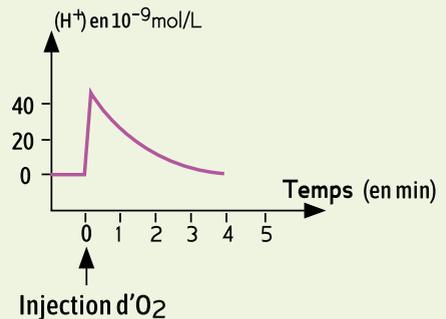
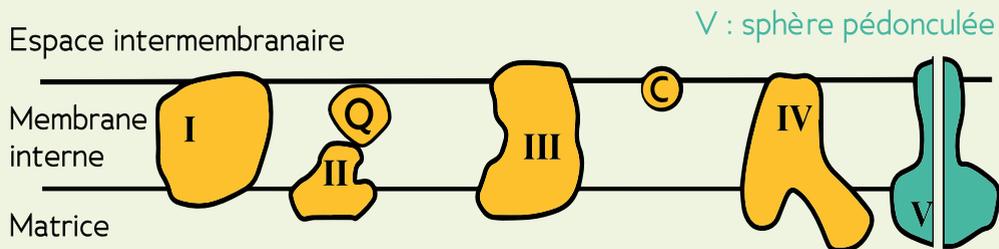


Figure b

document 2

2. En se basant sur les données du document 2 et sur vos connaissances, **décrivez** l'évolution de la concentration des ions  $H^+$  observée au niveau de la figure b du document 2, puis **expliquez** la variation de la concentration des ions  $H^+$  enregistrée directement après l'addition du dioxygène.

On trouve, au niveau de la membrane interne de la mitochondrie, plusieurs complexes transporteurs d'électrons (complexe I, II, III, IV, Q et C). Le document 3 montre l'emplacement de ces complexes au niveau de la membrane interne de la mitochondrie.



document 3

**Expérience 3** : réalisée selon les étapes suivantes :

- On isole les complexes protéiques I, III et IV (représentés sur le document 3) de la membrane interne d'une mitochondrie ;
- On intègre chaque complexe protéique isolé dans une vésicule fermée semblable à la membrane interne de la mitochondrie mais dépourvues de protéines. La figure a du document 4 représente une vésicule obtenue après traitement.
- On met chaque vésicule traitée dans une solution riche en donneur d'électrons propre au complexe protéique intégré dans la vésicule utilisée.

La figure b du document 4 résume les résultats obtenus après l'addition d'accepteur d'électrons propre à chaque complexe protéique intégré.

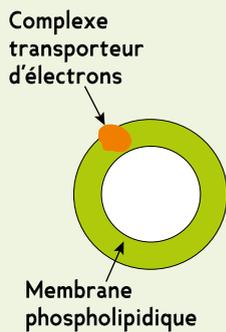


Figure a

	Complexe intégré dans la vésicule	Donneur d'électrons	Accepteur d'électrons	Résultats
Solution 1	Complexe I	$NADH, H^+$	Complexe Q oxydé	Réduction du complexe Q
Solution 2	Complexe III	Complexe Q réduit	Complexe C oxydé	Réduction du complexe C
Solution 3	Complexe IV	Complexe C réduit	$O_2$	Réduction de $O_2$ en $H_2O$

Figure b

document 4

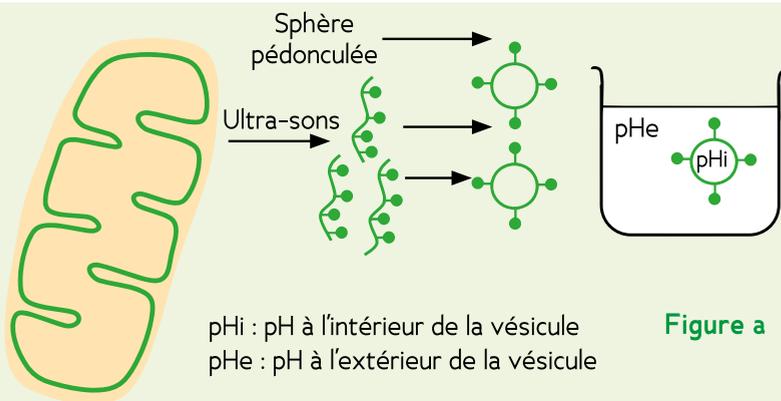
# Exercices

3. En utilisant les données des documents 3 et 4 :

- Décrivez** les réactions qui ont eu lieu au niveau des solutions 1, 2 et 3.
- Déduisez** le rôle des complexes protéiques I, III et IV dans les réactions qui aboutissent à la consommation du dioxygène au niveau de la mitochondrie.

**Expérience 4** : on soumet des mitochondries isolées à l'action des ultra-sons pour fragmenter leurs membranes internes et former des vésicules fermées portant des sphères pédonculées dirigées vers l'extérieur (voir figure a du document 5). On place ensuite ces vésicules dans des solutions contenant une quantité convenable d'ADP et de Pi, et qui diffèrent par leur pH.

Le tableau de la figure b du document 5 résume les conditions expérimentales ainsi que les résultats obtenus.



Conditions expérimentales	Résultats
$pH_i < pH_e$	Synthèse d'ATP
$pH_i > pH_e$	Absence de la synthèse d'ATP
$pH_i = pH_e$	Absence de la synthèse d'ATP

Figure b

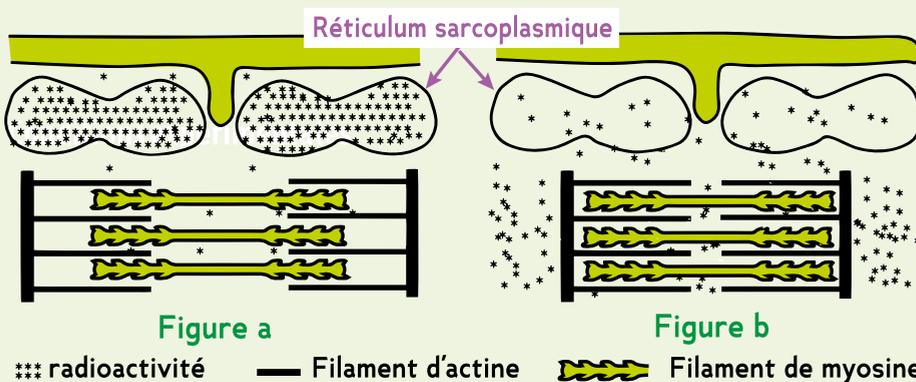
document 3

- En exploitant** le document 5, déterminez la condition principale nécessaire à la synthèse d'ATP au niveau de la mitochondrie. **Justifiez** votre réponse.
- En se basant sur vos réponses précédentes, **montrez** la relation entre les réactions de consommation du dioxygène et la synthèse d'ATP au niveau de la mitochondrie.

## Exercice 3

On cherche à étudier quelques aspects du mécanisme de la contraction musculaire et à montrer le rôle des ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans ce mécanisme. Dans ce cadre on propose les données suivantes :

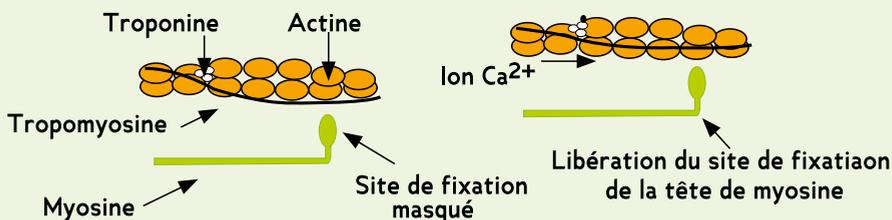
**Donnée 1 :** Des fibres musculaires striées sont isolées et cultivées dans un milieu physiologique contenant des ions calcium radioactifs ( $^{45}\text{Ca}^{2+}$ ) puis elles sont réparties en deux lots 1 et 2. Les fibres du lot 1 sont fixées en état de relâchement alors que les fibres du lot 2 sont fixées en état de contraction. Par autoradiographie, on détecte la localisation de la radioactivité au niveau des fibres de chaque lot. Les figures du document 1 présentent des schémas explicatifs des résultats de cette détection (la figure a pour les fibres du lot 1, la figure b pour les fibres du lot 2).



document 1

1. **Comparez** la répartition de la radioactivité dans les fibres des lots 1 et 2, puis dégagez le sens de déplacement des ions calcium lorsque la fibre musculaire passe de l'état de relâchement à l'état de contraction.

**Donnée 2 :** L'étude biochimique et l'observation électronographique des myofilaments d'actine et de myosine, dans des fibres musculaires en présence et en absence d'ions  $\text{Ca}^{2+}$ , ont permis de construire le modèle explicatif présenté dans le document 2.



document 2

# Exercices

2. **En vous basant** sur les résultats présentés dans le document 2, **montrez** comment interviennent les ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans la contraction de la fibre musculaire.

**Donnée 3** : Pour extraire l'énergie nécessaire à sa contraction, la fibre musculaire hydrolyse de grandes quantités d'ATP. Afin de déterminer certaines conditions nécessaires à l'hydrolyse de ces molécules, on présente les données expérimentales du document 3.

Milieu	Composition des milieux	
	Début de l'expérience	Fin de l'expérience
Milieu 1	Filaments de myosine + filaments d'actine + ATP + $\text{Ca}^{2+}$	Complexes actomyosine + $\text{Ca}^{2+}$ + une grande quantité d'ADP et de Pi
Milieu 2	Filaments d'actine + ATP + $\text{Ca}^{2+}$	Filaments d'actine + ATP + $\text{Ca}^{2+}$
Milieu 3	Filaments de myosine + ATP + $\text{Ca}^{2+}$	Filaments de myosine + ATP + $\text{Ca}^{2+}$ + une faible quantité d'ADP et de Pi

document 3

3. **En exploitant** les données du document 3, **expliquez** la différence d'hydrolyse de l'ATP observée dans les différents milieux.

4. **En vous basant** les données précédentes et sur vos connaissances, résumez l'enchaînement des événements conduisant à la contraction du muscle suite à une excitation.

## Exercice 4

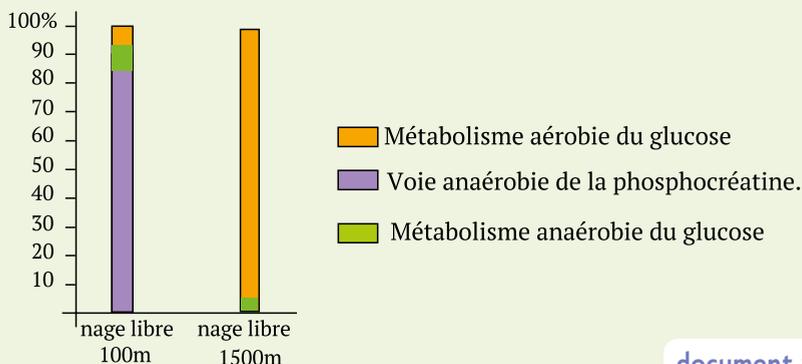
Certains sportifs trichent lors des compétitions sportives en consommant des produits dopants interdits à l'échelle internationale par la fédération des jeux olympique. Afin d'étudier l'effet de l'entraînement et du dopage sur les voies métaboliques produisant l'énergie au niveau des cellules musculaires chez ces sportifs, on propose les données suivantes :

La mesure de la concentration de certains métabolites au niveau du muscle strié, et la détermination des pourcentages de consommation du glucose et de la phosphocréatine chez un nageur après une épreuve de 100m et chez un autre après une épreuve de 1500m, ont permis l'obtention des résultats présentés par les documents 1 et 2 .

	Concentrations des métabolites en 10 <sup>-6</sup> mol/g du muscle			
	Acide lactique	Glycogène	Phosphocréatine	ATP
1. État de repos	1.1	80	17	4,6
2. Nage libre 100 m (1min)	30.5	60	10	3,4
3. Nage libre 1500 m (15min)	3	38	16	4,7

document 1

Pourcentage de consommation des métabolites.



document 2

1. a- A partir du document 1, **déterminez** les variations de la concentration des métabolites chez les deux nageurs après l'effort musculaire.

b- **En se basant** sur le document 2, dégagez les voies métaboliques utilisées par le muscle de chacun des deux nageurs pour produire l'énergie.

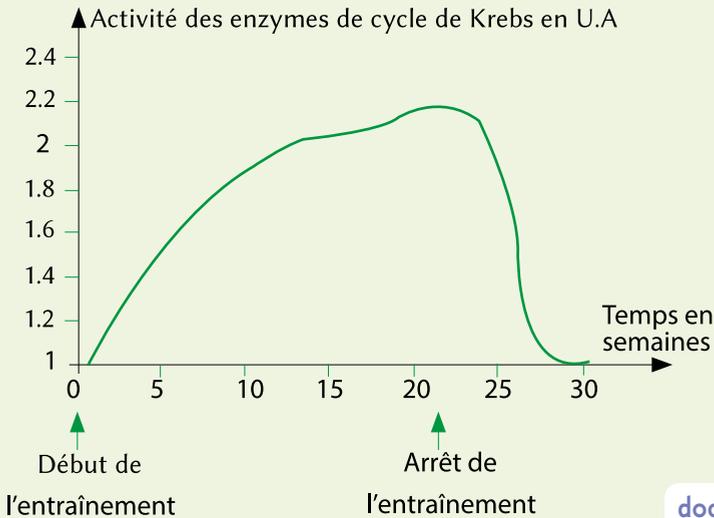
Pour comprendre l'effet de l'effort musculaire de longue durée sur le métabolisme du muscle, on propose les données présentées par les documents 3 et 4.

\* Un entraînement de longue durée (1500m nage libre pendant 21 semaines à raison de 5 séances par semaine) permet d'observer dans les cellules musculaires une augmentation :

- du nombre de mitochondries de 120% ;
- de la taille des mitochondries de 14 à 40%.

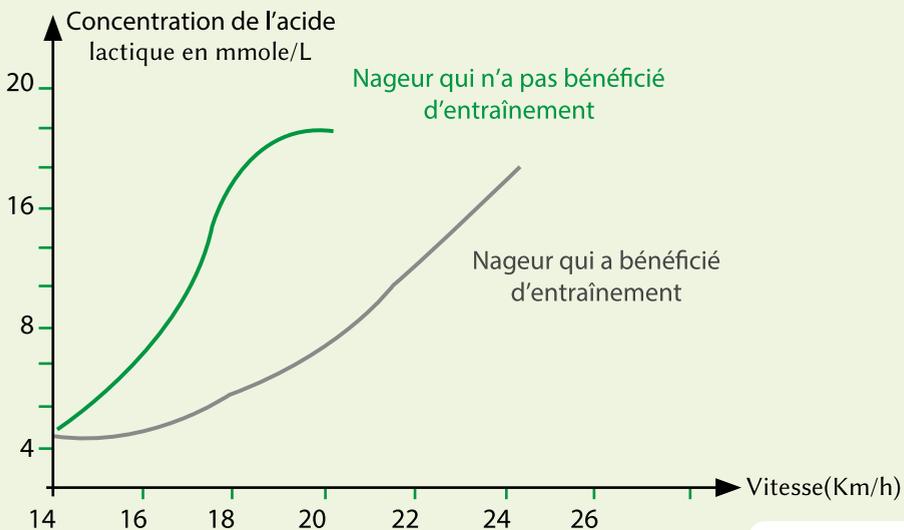
\* Des mesures de l'activité des enzymes du cycle de Krebs sont réalisées à partir d'extraits de muscles prélevés chez différents sportifs (1500m nage libre) avant et après l'entraînement ont permis l'obtention du graphique suivant.

# Exercices



document 3

La mesure de la quantité de l'acide lactique en fonction de la vitesse de la natation chez un nageur qui a bénéficié d'un entraînement et chez un nageur qui n'a pas bénéficié d'entraînement a permis la réalisation du graphique ci-dessous.



document 4

2. En utilisant les données des documents 3 et 4, **déterminez** l'effet de l'entraînement sur le métabolisme musculaire, puis expliquez l'effet de l'effort musculaire de longue durée sur les réactions métaboliques du muscle.

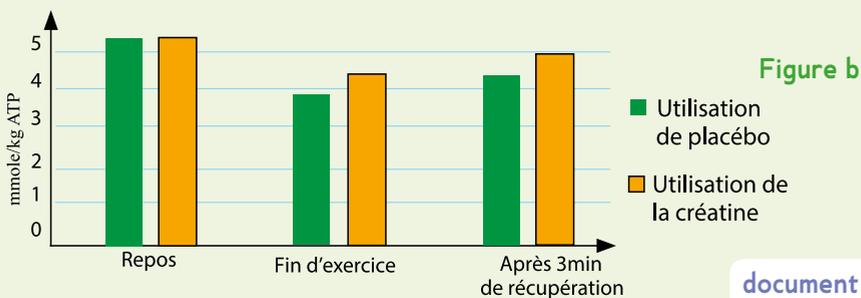
Malgré les graves effets secondaires des produits dopants sur la santé, pour améliorer leur performance sportive, certains nageurs utilisent différents produits dopants adéquats à leur activité sportive. Pour comprendre le mécanisme d'action des produits dopants, nous proposons les données du document 5.

L'EPO ou Erythropoïétine est une hormone sécrétée par le rein. Cette substance se trouve sous forme synthétique que les nageurs de longue distance utilisent comme produit dopant. Le tableau ci-dessous (figure a) présente les changements enregistrés au niveau du sang d'un individu avant et après l'injection de l'EPO.

Figure a

	Avant l'injection d'EPO	Après injection d'EPO
Nombre de globule rouge par litre de sang	$4,9 \cdot 10^{12}$	$6 \cdot 10^{12}$
Quantité d'hémoglobine en g/L de sang	150	200

La concentration d'ATP est déterminée dans les quadriceps de deux nageurs spécialistes des épreuves de ; 100 mètre nage libre; le premier a bénéficié d'un ; supplément de créatine (pilules de créatine) pendant 5 jours, l'autre nageur a reçu un placebo (pilules ne contient pas de créatine). Cette concentration est évaluée avant le début de l'exercice (repos), juste à la fin d'exercice et après 3 minutes de récupération. Les résultats obtenus sont résumés dans le graphe suivant :



document 5

3. **En exploitant** le document 5 et vos connaissances, **déduisez** l'effet de la consommation de l'EPO et de la créatine sur le métabolisme musculaire,

Certains sportifs ont recours à s'entraîner dans des régions montagneuses (Ifrane par exemple) pour améliorer leur ventilation pulmonaire et augmenter le nombre de leurs globules rouges ainsi que la quantité d'hémoglobine.

4. **À partir** de vos réponses précédentes. **Montrez** qu'on peut améliorer la performance sportive sans utilisation d'EPO.

# Exercices

## Exercice 5

La respiration cellulaire est un ensemble de réactions qui permettent aux cellules de produire l'ATP et qui se déroulent en partie dans les mitochondries. Ces réactions peuvent être perturbées suite à l'exposition à certaines substances chimiques comme l'Antimycine A. Ce dernier est un antibiotique produit par certains champignons (*Streptomyces*). L'exposition de l'Homme à ce produit cause de graves incidents sur le métabolisme énergétique des cellules. Afin de comprendre le mode d'action de l'Antimycine A on présente les données suivantes :

**Donnée 1 :** Une suspension de mitochondries est introduite dans deux milieux 1 et 2 contenant l'ADP, le  $P_i$ , saturés en dioxygène et maintenus à  $pH = 7,5$ .

**Dans le milieu 1**, on suit l'évolution de la concentration en dioxygène et en ATP avant et après l'ajout du pyruvate. La figure (a) du document 1 présente les résultats obtenus.

**Dans le milieu 2**, on suit l'évolution de la concentration en dioxygène avant et après l'ajout du pyruvate au temps ( $t_1$ ) et de l'Antimycine A au temps ( $t_2$ ). La figure (b) du document 1 présente les résultats obtenus.

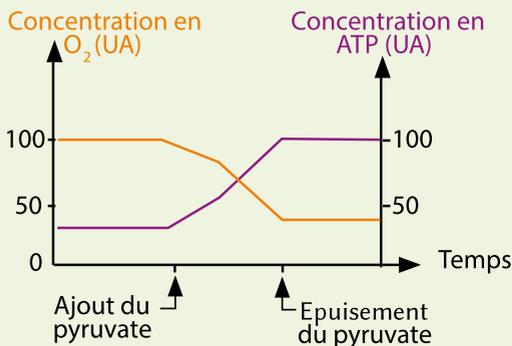


Figure a

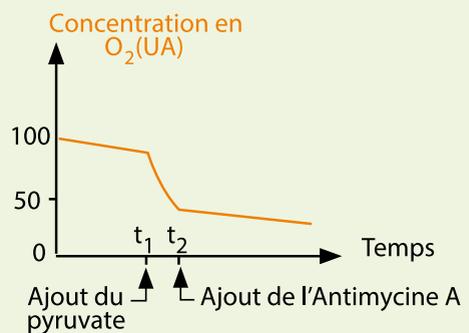
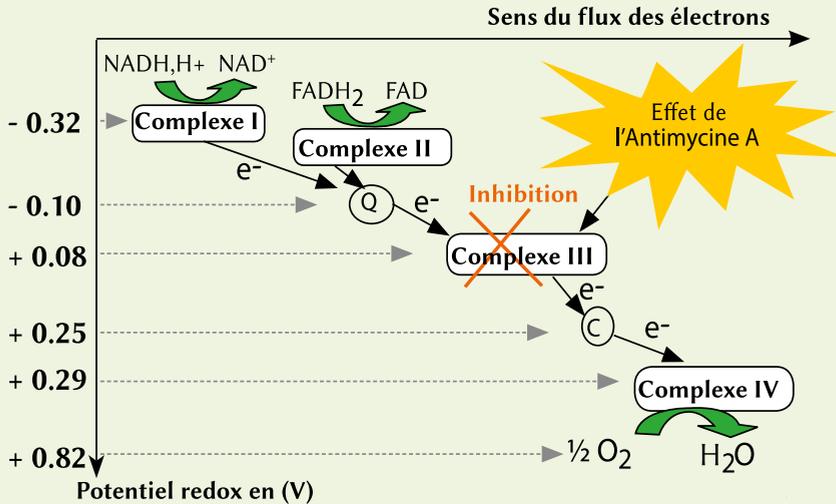


Figure b

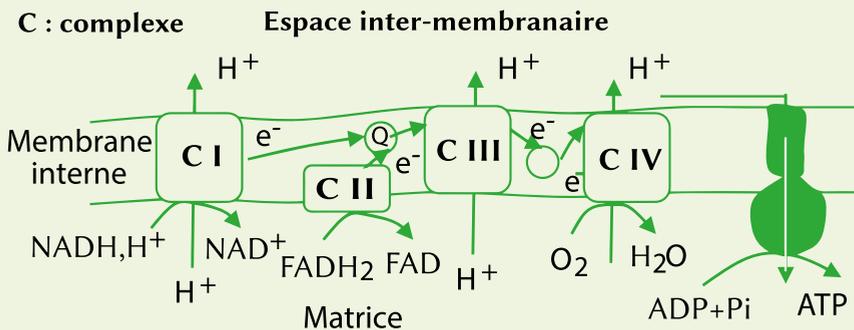
document 1

1. **Décrivez** les résultats obtenus dans chacune des figures (a) et (b) du document 1, puis proposez une hypothèse qui explique la relation entre l'Antimycine A et la production d'ATP.

**Donnée 2 :** La membrane interne de la mitochondrie contient des complexes protéiques formant la chaîne respiratoire. Le document 2 montre l'enchaînement des réactions d'oxydoréduction qui ont lieu lors du transfert des électrons le long de la chaîne respiratoire, et le site d'action de l'Antimycine A. Le document 3 présente le mécanisme de production de l'ATP au niveau de la membrane interne mitochondriale.



document 2



document 3

2. En exploitant le document 2 :

- Montrez la relation entre le sens de transfert des électrons et le potentiel rédox des différents complexes de la chaîne respiratoire.
- Expliquez l'effet de l'ajout de l'Antimycine A sur la concentration en dioxygène présentée dans la figure (b) du document 1.

3. En vous aidant des documents 2 et 3, expliquez l'effet de l'Antimycine A sur la production de l'ATP par les cellules.

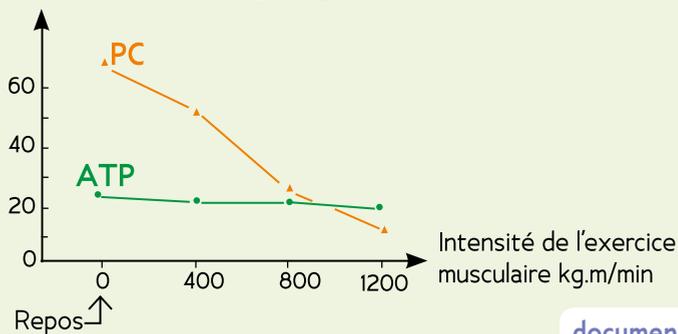
# Exercices

## Exercice 6

La phosphocréatine (PC) est un composé utilisé par le muscle comme source d'énergie au début de l'exercice musculaire (voie rapide anaérobie). Afin de déterminer la relation entre PC et la contraction musculaire, on présente les données suivantes :

Au cours d'une série d'exercices d'intensités croissantes, on a prélevé chez un sportif, à intervalles de 5 minutes, des échantillons du muscle quadriceps sur lesquels on a mesuré les concentrations d'ATP et de PC. le document 1 présente les résultats obtenus au repos, et après chaque exercice.

Concentration d'ATP et de PC en mmol par kg de muscle sec

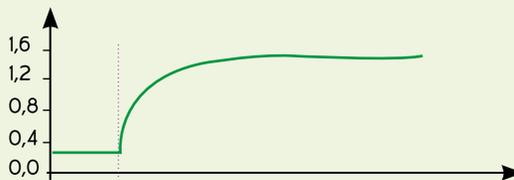


document 1

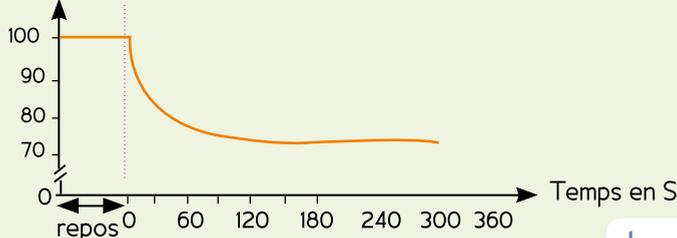
1. **Décrivez** l'évolution de la concentration de PC et d'ATP. Que déduisez-vous ?

Chez un autre sportif, on a mesuré la quantité d'O<sub>2</sub> consommée et le taux de phosphocréatine (PC) présent dans le muscle, au cours d'un exercice physique d'intensité moyenne (flexion et extension de la jambe pendant 6 min). Le document 2 présente les résultats obtenus.

O<sub>2</sub> en L/min



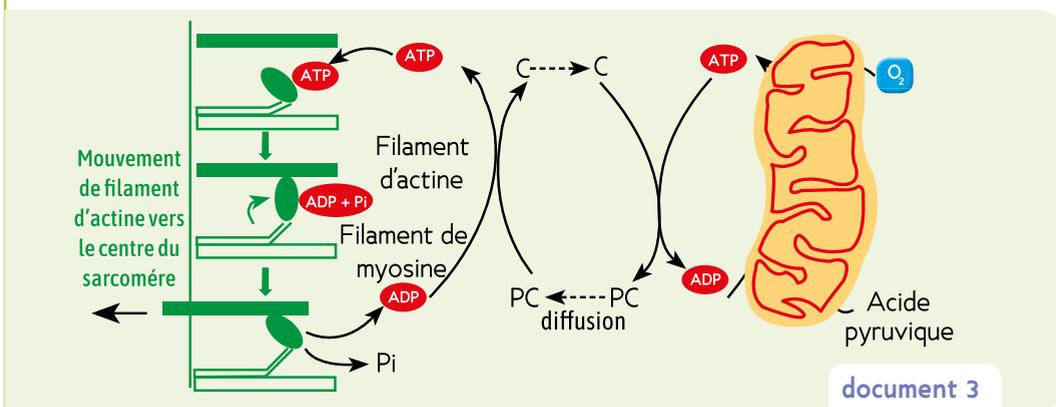
PC en %



document 2

2. a. Décrivez l'évolution simultanée de la quantité de dioxygène consommée, et le taux de phosphocréatine dans le muscle au cours de cet exercice physique.
- b. Sachant que le renouvellement de PC nécessite l'ATP, proposez, en justifiant votre réponse, une hypothèse explicative de l'évolution simultanée présentée dans le document 2.

Le document 3 présente la relation entre la respiration cellulaire, la voie anaérobie de la phosphocréatine et la contraction du fibre musculaire (le document présente uniquement 3 étapes du cycle de la contraction musculaire) :



3. À partir de l'exploitation de ce document:
- a. **Montrez** comment l'ATP est hydrolysée en ADP + Pi au niveau de la fibre musculaire, et comment cette fibre peut se contracter.
- b. **Montrez** la relation entre la phosphocréatine et la consommation du dioxygène représentée dans le document 2. Exploitez ceci pour vérifier l'hypothèse proposée (question 2.b).

## Restitution des connaissances

### Exercice 1

1- (1, b) ; (2, a) ; (3, a) ; (4, c)

2- Deux caractéristiques structurales de la membrane interne mitochondriale. :

**Par exemple :**

- Membrane interne riche en protéines ;
- Des extensions au niveau de la membrane interne (les crêtes) ;
- Présence des sphères pédonculées et des complexes de la chaîne respiratoire.

Deux caractéristiques de la fermentation

**Par exemple :**

- Se déroule en absence d'O<sub>2</sub> ;
- Produit des résidus organiques.

3- (a- vrai) ; (b- faux) ; (c- faux) ; (d- vrai)

4- (1, b) ; (2, c) ; (3, d) ; (4, a)

### Exercice 2

1- -Fermentation alcoolique : voie métabolique anaérobie qui aboutit à la transformation de glucose en alcool au niveau du cytoplasme.

- Phosphorylation oxydative : synthèse de l'ATP par la phosphorylation de l'ADP au niveau des sphères pédonculées (ATP synthase) en utilisant l'énergie libérée suite à l'oxydation des donneurs d'électrons par la chaîne respiratoire .

2- (1, d) ; (2, c) ; (3, c) ; (4, b)

3- 1. Faux 2. Faux 3. Vrai 4. Vrai

4- (1, c) ; (2, d) ; (3, a) ; (4, b)

**Exercice 3**

1- Secousse musculaire : réponse musculaire après une excitation efficace, elle se compose de la phase de latence, la phase de contraction et la phase de relâchement...

Mitochondrie : organe cellulaire siège des réactions d'oxydations respiratoires.

2- Réaction globale de la glycolyse :



3- (1, a) ; (2, b) ; (3, b) ; (4, b)

4- Noms des structures :

(1) Membrane interne de la mitochondrie

(2) Sphère pédonculée (ATP synthétase)

(3) Transporteur des protons et des électrons Noms des réactions :

(A) Oxydation des transporteurs d'hydrogène

(B) Réduction d'oxygène

(C) Phosphorylation de l'ADP

## Raisonnement et communication

### Exercice 1

#### 1. Description de la variation des trois composés :

- **ATP** : Au cours des échauffements, la concentration d'ATP a diminué légèrement (de 6 mmol/L à 5 mmol/L). Pendant la course elle a atteint 4 mmol/L où elle est restée presque constante.
- **Phosphocréatine** : Sa concentration a diminué considérablement au cours de réchauffement (de 22 mmol/L à 10 mmol/L). Cette diminution se poursuit durant la course pour atteindre 4 mmol/L à la fin de la course.
- **Acide lactique** : Il a augmenté légèrement au cours de réchauffement (de 1,5 à 2 mmol/L) puis considérablement durant la course pour atteindre 8 mmol/L à la fin de la course.
- **Explication de l'origine d'ATP au cours de la course :**

L'hydrolyse de la phosphocréatine suivie de la fermentation lactique au niveau des fibres musculaires.

#### 2. L'hypothèse :

On accepte une hypothèse correcte qui met en relation la phosphocréatine et la respiration cellulaire.

#### 3. Les informations à dégager du document 3:

- La concentration de  $P_i$  est forte pendant l'effort physique et elle est faible durant les deux autres phases.
- La concentration de l'ATP est stable à une valeur moyenne au cours des trois
- La concentration du PCr est moyenne pendant l'effort physique et elle est forte durant les deux autres phases.

#### 4. La relation entre les trois composés :

**Au cours de l'effort** : l'hydrolyse d'ATP en ADP et  $P_i$  avec libération de l'énergie qui assure la contraction musculaire. Ceci explique l'augmentation de la concentration de  $P_i$  la stabilité d'ATP au cours de l'effort musculaire s'explique par sa régénération à partir de l'hydrolyse de la phosphocréatine.

**La récupération** : En présence d' $O_2$  l'oxydation respiratoire permet la synthèse d'une grande quantité d'ATP Cette dernière permet la régénération de la phosphocréatine au niveau de la membrane mitochondrial.

**Vérification de l'hypothèse** doit tenir compte de la relation entre la respiration cellulaire et la régénération de la phosphocréatine.

**Exercice 2**

1. Avant l'injection du pyruvate, on constate une stabilité de la concentration d' $O_2$  à une valeur maximale et la concentration de l'ATP à une valeur minimale.

- Après l'addition du pyruvate, la concentration d' $O_2$  diminue légèrement, en même temps on enregistre une légère augmentation de la concentration de l'ATP.
- Après l'addition du pyruvate et d'ADP et de  $P_i$ , on observe une diminution progressive de la concentration d' $O_2$  et une augmentation progressive de la concentration de l'ATP.
- Déduction : la production de l'ATP au niveau de la mitochondrie est liée à une consommation d' $O_2$ .

2. Description des résultats :

- Avant l'addition d' $O_2$ , la concentration des  $H^+$  au milieu extérieur a été nulle.
- Après l'addition d' $O_2$ , on constate une augmentation rapide de la concentration des  $H^+$  dans la solution jusqu'à atteindre une valeur d'environ  $45 \cdot 10^{-9}$  mol/L.
- Après environ 20 s, on observe une diminution progressive de la concentration de  $H^+$  jusqu'à rétablissement de la valeur initiale après 4 min.

Explication des résultats :

L'augmentation de la concentration des  $H^+$  dans la solution, observée directement après l'addition d' $O_2$ , est due à la sortie des  $H^+$  résultant de l'oxydation des donneurs des électrons à travers la membrane interne des mitochondries.

3. a - Description des réactions :

**La solution 1 :** oxydation des NADH,  $H^+$  au niveau du complexe I ce qui induit la réduction du complexe Q.

**La solution 2 :** oxydation du complexe Q réduit par le complexe III, ce qui permet la réduction du complexe C.

**La solution 3 :** oxydation du complexe C réduit par le complexe IV, ce qui permet la réduction d' $O_2$  en  $H_2O$ .

**b -** Les complexes de la membrane interne de la mitochondrie interviennent dans une série de réactions d'oxydo-réduction  $\rightarrow$  transfert des électrons du donneur NAD- H,  $H^+$  vers l'accepteur final  $O_2 \rightarrow$  réduction de  $O_2$  en  $H_2O$ .

# Corrigé des exercices

- En cas où  $pH_i < pHe$ , c'est à dire  $[H^+]_i > [H^+]_e$ , on observe une production d'ATP
  - En cas où  $pHi > pHe$ , c'est-à-dire  $[H^+]_i < [H^+]_e$ , on observe une absence de production d'ATP.
  - En cas où  $pHi = pHe$ , c'est-à-dire  $[H^+]_i = [H^+]_e$ , on observe une absence de production d'ATP.

On déduit que la production de l'ATP au niveau de la mitochondrie nécessite un gradient d' $H^+$  entre l'espace intermembranaire et la matrice.
- L'oxydation du donneur d'électrons aboutit à la libération des électrons et des protons  $H^+$ . Le transfert des électrons, qui se fait à travers les transporteurs de la chaîne respiratoire, s'accompagne par le passage des  $H^+$  vers l'espace intermembranaire.
  - Le reflux des protons de l'espace intermembranaire vers la matrice engendre une énergie électrochimique utilisée pour la synthèse de l'ATP.
  - L' $O_2$ , en tant qu'accepteur final des électrons, est réduit en  $H_2O$ .

## Exercice 3

### 1. Comparaison

- Pour le premier lot : forte radioactivité ( $Ca^{2+}$ ) au niveau du réticulum sarcoplasmique en comparaison avec le sarcoplasme
- Pour le deuxième lot : faible radioactivité ( $Ca^{2+}$ ) au niveau du sarcoplasme en comparaison avec le réticulum sarcoplasmique

**Déduction :** lors du passage de l'état de relâchement à l'état de contraction, les ions  $Ca^{2+}$  passent du réticulum sarcoplasmique vers le sarcoplasme

### 2. Mécanisme de l'intervention des ions $Ca^{2+}$ dans la contraction de la fibre musculaire :

- Fixation des ions  $Ca^{2+}$  sur la troponine → libération des sites de fixation des têtes de myosines sur l'actine suite au déplacement de la tropomyosine → formation du complexe actomyosine

### 3. Explication :

- L'hydrolyse de grandes quantités d'ATP dans le milieu 1 s'explique par la formation du complexe actomyosine.
- L'hydrolyse de faibles quantités d'ATP dans le milieu 3 s'explique par l'absence du complexe actomyosine car ce milieu ne contient que la myosine

### 4. La succession des événements depuis l'excitation à la contraction musculaire :

- Suite à l'excitation du muscle, les ions  $Ca^{2+}$  sont libérés à partir du réticulum sarcoplasmique;
- Libération des sites de fixation des têtes de myosines;
- Formation des complexes actomyosine;
- Rotation des têtes de myosines aboutissant au glissement des filaments d'actine entre les filaments de myosine ce qui entraîne la contraction musculaire.

**Exercice 4****1. a- Exploitation des documents :**

**Nage libre 100 m :** diminution importante de la concentration de la phosphocréatine, augmentation de la concentration de l'acide lactique, et faible diminution de la concentration du glycogène ;

**Nage libre 1500 m :** diminution importante de la concentration du glycogène, une légère augmentation de la concentration de l'acide lactique, et faible diminution de la concentration de la phosphocréatine.

**b-** Chez le nageur spécialiste de 100 m nage libre : on constate une dominance de la voie de consommation de la phosphocréatine (85%), le muscle utilise la fermentation lactique et la consommation de la phosphocréatine pour produire l'ATP

**Chez le nageur spécialiste de 1500 m nage libre :** on constate une dominance de la voie aérobique (90%), le muscle utilise la voie aérobique (respiration) pour produire l'ATP .

**2. Exploitation des documents :**

**Document 3 :** suite à un entraînement de longue durée, on constate une augmentation du nombre des mitochondries et de leur taille et une élévation de l'activité enzymatique du cycle de Krebs.

**Document 4 :** élévation de la vitesse de la natation est accompagnée par une augmentation de la concentration de l'acide lactique, en comparaison avec le nageur non entraîné, le muscle du nageur entraîné produit moins de l'acide lactique .

**Explication :**

Lors d'un effort musculaire de longue durée (natation 1500 mètres), le muscle favorise le métabolisme aérobique (respiration) par rapport au métabolisme anaérobique (fermentation lactique), suite à une augmentation du nombre et de la taille des mitochondries, et l'augmentation de l'activité enzymatique du cycle de Krebs.

**3.** La consommation de l'EPO augmente le nombre des globules rouge et la quantité d'hémoglobine → augmentation de l'oxygénation du muscle → augmentation de la production d'ATP par voie aérobique (respiration)

La consommation de la créatine offre au muscle une quantité supplémentaire d'ATP.

**4.** La pratique régulière d'entraînement entraîne une augmentation du nombre et de la taille des mitochondries et une augmentation d'activité enzymatique du cycle de Krebs, l'exercice de cet entraînement dans les régions montagneuses augmente le nombre de globules rouge et la quantité d'hémoglobine (même effet que l'EPO) et améliore la ventilation pulmonaire d'où l'augmentation de la production d'ATP au niveau des muscles par la voie aérobique (respiration) ce qui améliore la performance sportive sans recours à l'utilisation des produits dopants.

# Corrigé des exercices

## Exercice 5

### 1. Description :

#### Figure a :

- Avant l'introduction du pyruvate, on constate une stabilité de la concentration d' $O_2$  à une valeur de 100 UA et la concentration en ATP à une valeur de 30 UA.
- Après l'introduction du pyruvate, la concentration d' $O_2$  diminue jusqu'à atteindre une valeur d'environ 35 UA, en même temps la concentration de l'ATP augmente jusqu'à 100 UA.
- Après l'épuisement du pyruvate les concentrations d' $O_2$  et d'ATP restent stables à une valeur de 35 UA pour l' $O_2$  et 100 UA pour l'ATP

#### Figure b :

- Avant  $t_1$  la concentration d' $O_2$  reste stable dans une valeur proche de 100% ;
- Suite à l'ajout du pyruvate en  $t_1$  la concentration d' $O_2$  diminue pour atteindre une valeur proche de 40 UA.
- Après l'ajout de l'Antimycine-A en  $t_2$  la concentration d' $O_2$  se stabilise dans la une valeur proche de 40 UA

**Hypothèse :** ( accepter toute hypothèse valable pour expliquer la relation entre l'Antimycine-A et la production d'ATP).

**Exemple :** L'Antimycine-A inhibe les réactions d'oxydations respiratoires mitochondriales permettant la production d'ATP.

2. a- Les électrons se déplacent à travers les complexes de la chaîne respiratoire dans le sens des potentiels Redox croissants

b- L'Antimycine-A inhibe le complexe III de la chaîne respiratoire et empêche le transfert des électrons vers le récepteur final  $O_2$  qui n'est plus réduit en  $H_2O$  (pas de consommation d' $O_2$ )

### 3. Explication :

En présence d'Antimycine-A → inhibition du flux des électrons au niveau de la chaîne respiratoire → arrêt du pompage des protons  $H^+$  de la matrice vers l'espace intermembranaire → pas de formation du gradient de protons → pas de retour des protons vers la matrice → pas de synthèse d'ATP

**Exercice 6****1. Description :**

- On observe une diminution progressive de la concentration de phosphocréatine en fonction de l'augmentation de l'intensité de l'exercice musculaire. Cette concentration est passée de 70mmol, par Kg de muscle, à 10 mmol, lorsque l'intensité de l'exercice musculaire est passée de 0 Kg.m/min à 1200 Kg.m/min.
- La concentration d'ATP est restée constante (à environ 20 mmol) malgré l'augmentation de l'intensité de l'effort musculaire.

**Conclusion :** Au cours de l'effort musculaire le renouvellement de l'ATP est assuré par la dégradation de la phosphocréatine.

**2. a- Description :** Au cours de l'exercice musculaire on remarque une augmentation de la consommation du dioxygène de 0.2 L/min à 1.4 L/min accompagnée d'une diminution de la quantité de phosphocréatine de 100% à 75%.

**b- Hypothèse :** Sachant que le dioxygène intervient dans le renouvellement de l'ATP au cours de la respiration, et que l'ATP intervient dans le renouvellement de la phosphocréatine, on suppose que le renouvellement de la phosphocréatine nécessite la consommation du dioxygène.

**3. a-** L'hydrolyse des molécules d'ATP accompagnée par la contraction de déroule selon les étapes suivantes :

- Fixation de l'ATP sur la tête de myosine ;
- Hydrolyse de l'ATP en ADP + Pi. Cette hydrolyse permet le pivotement des têtes de myosine;
- La tête de myosine porteur de l'ADP+Pi se lie au filament d'actine ;
- Libération de l'ADP et du Pi accompagnée du pivotement de la tête de myosine vers le centre du sarcomère, ce qui conduit au glissement du filament d'actine vers ce centre,

**b-** Les données qui approuvent l'hypothèse :

- Au niveau de la mitochondrie, il y a consommation de l'acide pyruvique et du dioxygène, avec utilisation de l'ADP+Pi pour la synthèse de l'ATP.
- l'ATP est utilisée dans le renouvellement de la phosphocréatine à partir de la créatine. Ceci est accompagné par la régénération de l'ADP utilisé dans la synthèse de l'ATP.
- La phosphocréatine est transportée vers la fibre musculaire où elle permet le renouvellement de l'ATP nécessaire à la contraction musculaire, en utilisant l'ADP libérée par les têtes de myosine.
- Ce renouvellement est accompagné par la libération de la créatine qui diffuse vers la mitochondrie et participe au renouvellement de la phosphocréatine.



جمعية الشريف الإدريسي  
لدعم التمدريس والتنمية الثقافية والاجتماعية

Association CHARIF AL IDRISSE  
POUR LE SOUTIEN SCOLAIRE  
ET LE DEVELOPPEMENT CULTUREL ET SOCIAL

Travail réalisé par l'équipe pédagogique de l'association **CHARIF AL IDRISSE**  
pour contribuer à la continuité pédagogique des élèves de 2<sup>ème</sup> Bac sciences  
expérimentales – Options SVT - PC de l'Académie régionale de l'éducation et de la  
formation Région Casablanca – Settat