

Exercice 1

Session normale pc 2017

- I. Définissez les notions suivantes : - Secousse musculaire - Mitochondrie. (1pt)
- II. Donnez la réaction globale de la glycolyse. (0.5 pt)
- III. 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 ; ...). (2 pts)

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

- pendant la phase de contraction de la secousse due à l'excitation précédente.
- pendant la phase de relâchement de la secousse due à l'excitation précédente.
- à la fin de la secousse due à l'excitation précédente.
- pendant la phase de latence de la secousse due à l'excitation précédente.

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

- de la bande sombre et de la zone H.
- de la bande claire et de la zone H.
- des bandes sombres et claires sans changement de la zone H.
- des bandes sombres, des bandes claires et de la zone H.

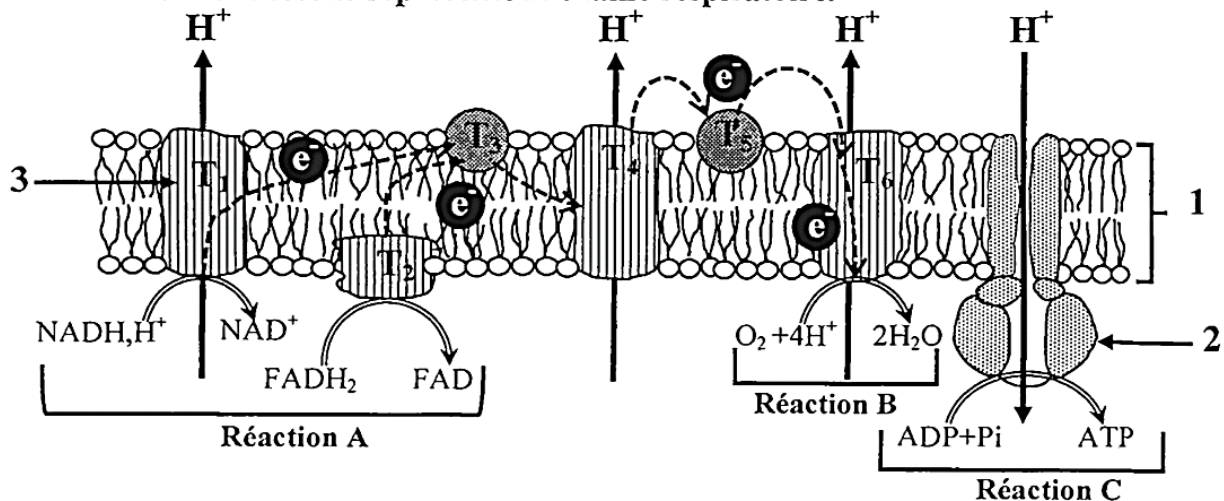
3- La fermentation lactique :

- libère 4 molécules d'ATP à partir d'une seule molécule de glucose.
- comporte une phase commune avec la respiration qui est la glycolyse.
- produit un résidu organique sous forme de  $\text{CO}_2$ .
- 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 :

- ne produisent pas d'énergie.
- Libèrent le dioxyde de carbone.
- se déroulent au niveau de la membrane interne de la mitochondrie.
- sont communes entre la respiration et la fermentation.

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



Nommez chacune des structures désignées par les numéros 1, 2, 3 et des réactions désignées par les lettres A, B, C. (1.5 Pts)

Exercice 2

Session normale pc 2018

- I. Définissez les notions suivantes : - Fermentation alcoolique - Phosphorylation oxydative. (1pt)
- II. 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. (2 pts)

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

- réduction de  $2\text{NADH}, \text{H}^+$  et de production de  $4\text{ATP}$ .
- oxydation de  $2\text{NADH}, \text{H}^+$  et de production de  $4\text{ATP}$ .
- oxydation de  $2\text{NAD}^+$  et de production de  $2\text{ATP}$ .
- réduction de  $2\text{NAD}^+$  et de production de  $2\text{ATP}$ .

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

- augmentation de la concentration des protons dans la matrice.
- diminution de la concentration des protons dans la matrice.
- augmentation de la concentration des protons dans l'espace inter-membranaire.
- diminution de la concentration des protons dans l'espace inter-membranaire.

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  $\text{Ca}^{2+}$  ; 5-formation du complexe acto-myosine ; 6- glissement des filaments d'actine vers le centre du sarcomère.

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

- $3 \rightarrow 6 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 5$
- $6 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 3$
- $4 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 1$
- $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 4 \rightarrow 5$

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

- les canaux à protons de la membrane interne de la mitochondrie.
- l'ATP synthase de la membrane interne de la mitochondrie.
- les transporteurs d'électrons de la membrane interne de la mitochondrie.
- les coenzymes de la membrane interne de la mitochondrie.

**III- Recopiez le numéro de chaque suggestion, et écrivez devant chacun d'eux « vrai » ou « faux » : (1pt)**

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.

**IV. Reliez chaque myogramme enregistré (groupe 1) à l'état des deux stimulations appliquées sur le muscle (groupe 2). Recopiez les couples (1 ; ...) ; (2 ; ...) ; (3 ; ...) ; (4 ; ...) et adressez à chaque numéro la lettre correspondante. (1 pt)**

**Groupe 1: Myogramme enregistré**

**Groupe 2 : Application de 2 stimulations efficaces sur le muscle**

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

### Session rattrapage svt 2016

I- Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, il y a une seule suggestion correcte.

Recopiez les couples (1,...) ; (2,...) ; (3,...) ; (4,...), et adressez à chaque numéro la lettre qui correspond à la suggestion correcte. (2 pts)

1 – La fermentation lactique produit :

- L'acide pyruvique, le  $\text{CO}_2$  et l'ATP;
- L'acide pyruvique et le  $\text{CO}_2$ ;
- L'acide lactique, le  $\text{CO}_2$  et l'ATP;
- L'acide lactique et l'ATP.

2 – Le cycle de Krebs produit :

- $\text{NADH}, \text{H}^+$  ,  $\text{FADH}_2$  , ATP et l'acide pyruvique ;
- $\text{NADH}, \text{H}^+$  ,  $\text{FADH}_2$  ,  $\text{CO}_2$  et l'acétyl coenzyme A;
- $\text{NADH}, \text{H}^+$  , ATP ,  $\text{CO}_2$  et l'acide pyruvique;
- $\text{NADH}, \text{H}^+$  ,  $\text{FADH}_2$  , ATP et  $\text{CO}_2$ .



**3- Les filaments fins de la myofibrille sont formés de :**

- a- L'actine, la myosine et la troponine;
- b- L'actine, la myosine et la tropomyosine;
- c- L'actine, la troponine et la tropomyosine;
- d- La myosine, la troponine et la tropomyosine.

**4- La contraction musculaire :**

- a- Se produit en absence de l'ATP, et de l'O<sub>2</sub>;
- b- Nécessite toujours la présence des ions calcium et de l'ATP;
- c- Se produit en absence des ions calcium et de l'ATP;
- d- Se produit en absence des ions calcium et de l'O<sub>2</sub>.

**II- Reliez** chaque étape de la respiration cellulaire à la structure cellulaire correspondante : **Recopiez** les couples (1, ....) ; (2, ....) ; (3, ....) ; (4, ....) et **adrezsez** à chaque numéro la lettre correspondante.

(1 pt)

Etapes de la respiration cellulaire	Structures cellulaires
1 – Les réactions de la chaîne respiratoire.	a – De part et d'autre de la membrane interne mitochondriale.
2 – Les réactions de la glycolyse.	b – La matrice.
3 – Le cycle de Krebs.	c – Le hyaloplasme.
4 – La formation d'un gradient de protons.	d – La membrane interne mitochondriale.

**III- Pour** chacune des propositions 1 et 2, **recopiez** la lettre de chaque suggestion, et **écrivez** devant chacune d'elles « vrai » ou « faux » :

**1 – Les réactions de la fermentation alcoolique :**

(1 pt)

a	Se déroulent dans la matrice mitochondriale en absence du dioxygène.
b	Se déroulent dans le hyaloplasme en absence du dioxygène.
c	Produisent l'éthanol, le CO <sub>2</sub> et l'ATP.
d	Produisent l'acide lactique, le CO <sub>2</sub> et l'ATP.

**2- Lors de la contraction musculaire, on assiste à un:**

(1 pt)

a	Raccourcissement des bandes sombres sans changement de la longueur des bandes claires.
b	Raccourcissement des bandes claires sans changement de la longueur des bandes sombres.
c	Rapprochement des deux stries Z avec raccourcissement de la zone H du sarcomère.
d	Raccourcissement des bandes claires sans changement de la longueur de la zone H du sarcomère.

### Exercice 4

### Session rattrapage svt 2017

**I- Pour** chacune des propositions numérotées de 1 à 4, il y a une seule suggestion correcte.

**Recopiez** les couples (1,...) ; (2,...) ; (3,...) ; (4,...), et **adrezsez** à chaque numéro la lettre qui correspond à la suggestion correcte.

(2 pts)

<b>1 – La glycolyse est une étape :</b> a. commune de la fermentation et la respiration; b. spécifique de la respiration; c. spécifique de la fermentation lactique; d. spécifique de la fermentation alcoolique.	<b>2 – Parmi les produits du cycle de Krebs:</b> a. les composés réduits, le dioxyde de carbone et l'acétyl coenzyme A; b. le dioxyde de carbone, l'acétyl coenzyme A et l'ATP; c. les composés réduits, le dioxyde de carbone et l'ATP; d. les composés réduits, l'acétyl coenzyme A et l'ATP.
<b>3- Les myofilaments de myosine sont présents uniquement au niveau des:</b> a. bandes claires du sarcomère; b. bandes sombres du sarcomère; c. bandes sombres et une partie des bandes claires; d. bandes claires et une partie des bandes sombres.	<b>4- Le rendement énergétique de la respiration exprime:</b> a. la quantité globale d'énergie latente du glucose; b. le nombre de molécules d'ATP synthétisées à partir de l'oxydation du glucose; c. le pourcentage d'énergie extraite sous forme d'ATP par rapport à l'énergie globale latente du glucose; d. le pourcentage d'énergie extraite de l'oxydation du glucose sous forme de chaleur.

**II-Répondez brièvement aux questions suivantes :**

- définissez la sphère pédonculée. (0,5 pt)
- citez les protéines constitutives des myofilaments. (0,5 pt)

III- Reliez chaque voie métabolique aux réactions chimiques qui lui correspondent. Recopiez les couples (1, ....) ; (2, ....) ; (3, ....) ; (4, ....) et adressez à chaque numéro la lettre correspondante. (1 pt)

les voies métaboliques	les réactions biochimiques
1 – fermentation alcoolique.	a - $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38ADP + 38Pi \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38ATP$
2 – respiration cellulaire.	b - $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2Pi \rightarrow 2 CH_3-CHOH-COOH + 2 ATP$
3 – glycolyse.	c - $C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2Pi \rightarrow 2 CH_3-CH_2OH + 2CO_2 + 2 ATP$
4 – fermentation lactique.	d - $C_6H_{12}O_6 + 2NAD^+ + 2ADP + 2Pi \rightarrow 2ATP + 2 CH_3-CO-COOH + 2NADH, H^+$

IV- Recopiez la lettre de chaque suggestion, et écrivez devant chacune d'elles « vrai » ou « faux » : (1 pt)

a	Les réactions du cycle de Krebs produisent du dioxyde de carbone et consomment du dioxygène.
b	Le renouvellement des molécules d'ATP se fait à partir de la phosphorylation des molécules d'ADP.
c	Les mitochondries sont des organites dans les quelles se déroule la respiration ou la fermentation selon la présence ou l'absence du dioxygène.
d	Le sarcomère est la plus petite unité structurale de la fibre musculaire qui peut se contracter.

### Exercice 5

### Session normale svt 2018

I. Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, il y a une seule suggestion correcte.

Recopiez les couples (1,...) ; (2,...) ; (3,...) ; (4,...) sur votre feuille de rédaction, et adressez à chaque numéro la lettre qui correspond à la suggestion correcte. (2 pts)

<p>1. La libération du <math>CO_2</math> issu de la dégradation du glucose se fait au cours des réactions:</p> <p>a - de la glycolyse dans le hyaloplasme; b - du cycle de Krebs dans la mitochondrie; c - de réduction de l'acide pyruvique en acide lactique dans le hyaloplasme; d - d'oxydation des transporteurs d'électrons dans la mitochondrie.</p>	<p>2. La bande claire du sarcomère renferme les protéines suivantes:</p> <p>a - l'actine, la troponine et la tropomyosine; b - la myosine, la troponine et la tropomyosine; c - l'actine, la myosine et la tropomyosine; d - l'actine, la myosine et la troponine.</p>
<p>3. Les réactions de la fermentation dans le sarcoplasme permettent:</p> <p>a - la production de l'acide lactique et de l'éthanol; b - l'oxydation de l'acide pyruvique; c - la réduction des transporteurs <math>NAD^+</math> et FAD; d - la phosphorylation des molécules d'ADP.</p>	<p>4. Les produits de la dégradation d'un acide pyruvique dans la mitochondrie sont:</p> <p>a - <math>3 NADH, H^+ + 1 FADH_2 + 1 ATP + 3CO_2</math>; b - <math>3 NADH, H^+ + 1 FAD + 1 ATP + 3CO_2</math>; c - <math>4 NADH, H^+ + 1 FADH_2 + 1 ADP + 3CO_2</math>; d - <math>4 NADH, H^+ + 1 FADH_2 + 1 ATP + 3CO_2</math>.</p>

II. Donnez la réaction globale:

- De la fermentation alcoolique. (0.5 pt)
- Du renouvellement d'ATP à partir de la phosphocréatine. (0.5 pt)

III. Définissez:

- La glycolyse. (0.5 pt)
- La chaîne respiratoire. (0.5 pt)

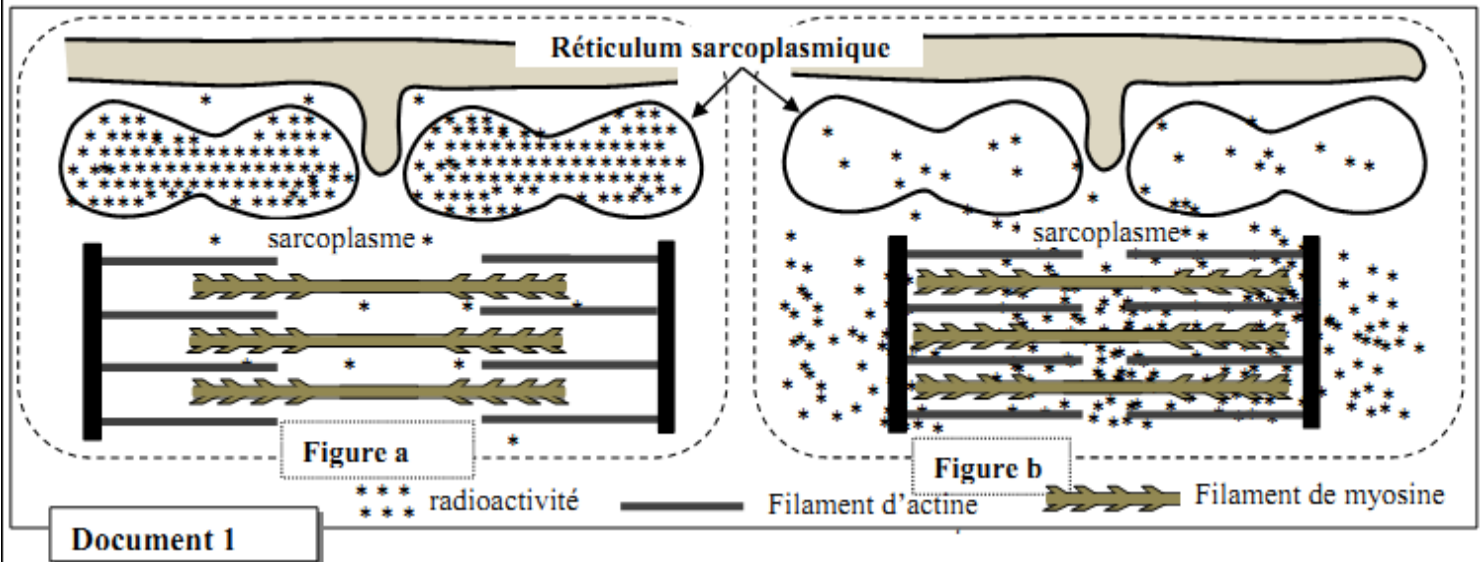
IV. Recopiez, sur votre feuille de rédaction, la lettre qui correspond à chaque suggestion, et écrivez devant chacune d'elles « vrai » ou « faux » : (1 pt)

a	L'oxydation du $NAD^+$ se déroule au cours des réactions de la glycolyse et du cycle de Krebs.
b	Le téτανos parfait se produit lorsqu'on applique au muscle une seule excitation de forte intensité.
c	La chaleur retardée qui accompagne la contraction musculaire résulte des réactions métaboliques aérobiques.
d	Au cours de l'activité musculaire, l'ATP est renouvelé rapidement par la voie de la phosphocréatine.

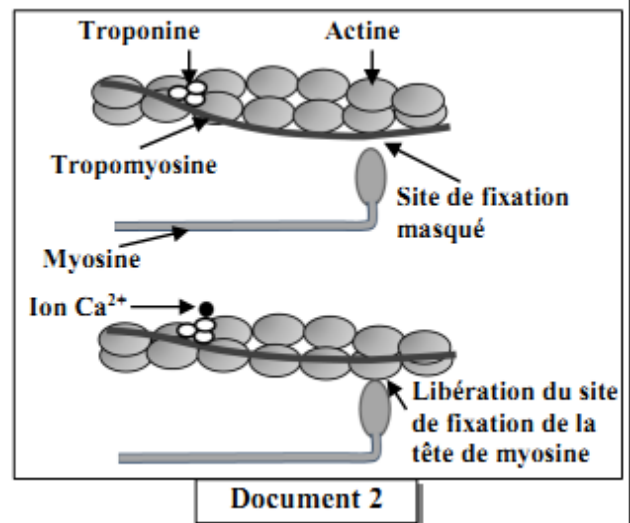


On cherche à étudier quelques aspects du mécanisme de la contraction musculaire et à montrer le rôle des ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans ce mécanisme. Dans ce cadre on propose les données suivantes :

- **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).



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. (0,75pt)
- **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.
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. (0,75 pt)



- **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.

Milieux	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. (0.5 pt)
4. En vous basant sur les données précédentes et sur vos connaissances, **résumez** l'enchaînement des événements conduisant à la contraction du muscle suite à une excitation. (1 pt)

La cellule produit l'ATP, nécessaire pour son activité, à travers des voies métaboliques aérobiques et autres anaérobiques. Chez certaines personnes la perturbation de l'une de ces voies est à l'origine de nombreux symptômes tels que l'accumulation de l'acide lactique dans le sang, la fatigabilité...etc. Pour comprendre la relation entre ces symptômes et la nature de la perturbation métabolique, on propose les données suivantes :

• **Données 1 :** Le document 1 représente les réactions métaboliques principales de production d'ATP au niveau cellulaire dans le cas normal .

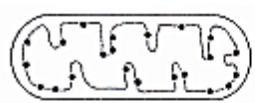

1. A partir du document 1, **déterminez** le devenir de l'acide pyruvique (pyruvate) au niveau cellulaire, puis **calculez** le bilan énergétique (le nombre de molécules d'ATP) qui résulte de la dégradation d'une molécule d'acide pyruvique à l'intérieur de la mitochondrie.

(0,75 pts)

Remarque :

A l'intérieur de la mitochondrie : l'oxydation de 1  $\text{NADH}, \text{H}^+$  donne 3ATP et l'oxydation de 1  $\text{FADH}_2$  donne 2ATP .

• **Données 2 :** Dans le cadre du traitement de certaines maladies virales par l'INTI (inhibiteur de la transcriptase inverse), des examens biochimiques ont montré que ce traitement cause une perturbation dans la production d'énergie au niveau mitochondrial, ce qui est à l'origine de plusieurs symptômes tels que la fatigabilité et le changement de la concentration plasmatique de l'acide lactique. Le document 2 présente les résultats de mesure de la concentration de l'acide lactique produit par les cellules, la valeur du pH sanguin et des schémas de mitochondries chez une personne traitée par l'INTI et chez une autre personne non traitée par cette substance.

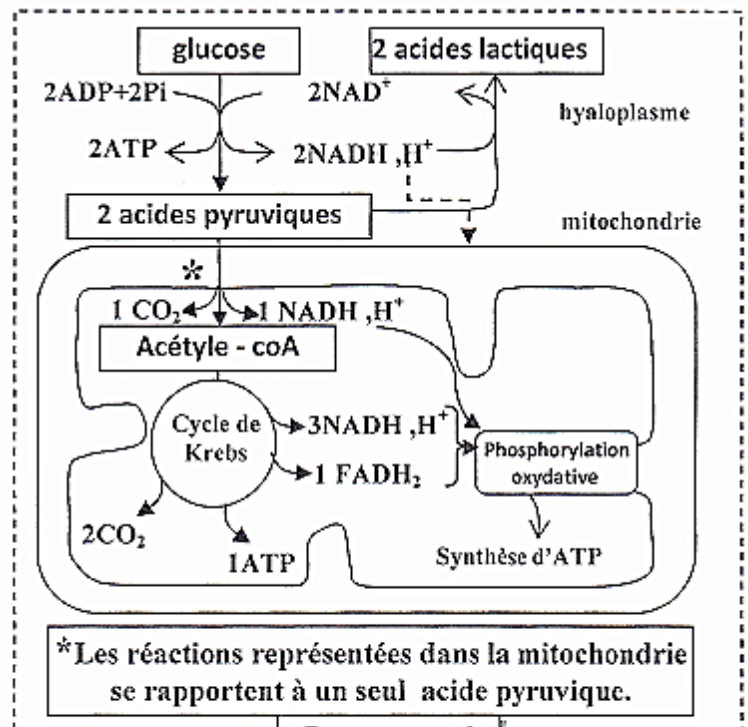
sujet	Taux sanguin d'acide lactique au repos	pH du sang	Schémas représentant les mitochondries
Personne non traitée avec INTI	1 mmole /ℓ	Normal	
Personne traitée avec INTI	Supérieur à 5mmol/ℓ	Acide	

• Des types de protéines de la chaîne respiratoire de la membrane interne mitochondriale.

Document 2

2. En vous basant sur le document 2, **comparez** les résultats obtenus chez la personne traitée par l'INTI et chez la personne non traitée par cette substance. **Déduisez**, la voie métabolique influencée par cette substance.

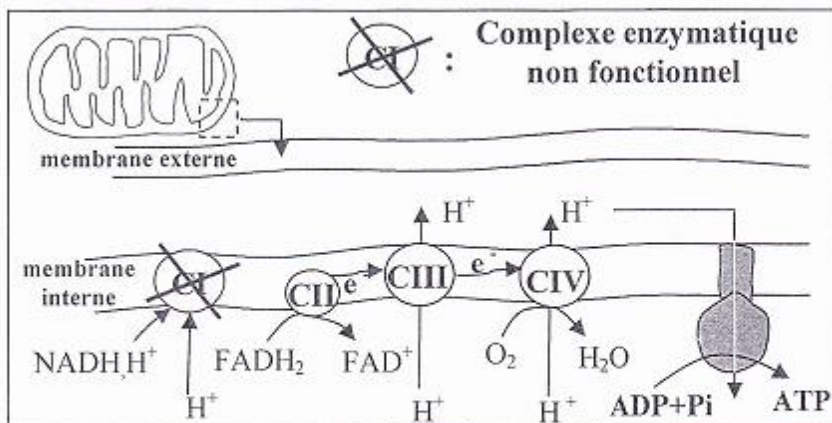
(0,75pt)



Document 1



• **Données 3 :** Le syndrome de MELAS est une myopathie mitochondriale, parmi ses symptômes une accumulation de l'acide lactique et une fatigabilité excessive suite à un exercice musculaire. Le schéma du document 3 représente la localisation du dysfonctionnement observé au niveau mitochondrial dans le cas du syndrome de MELAS.



3. En vous basant sur le document 3, **Expliquez** le mécanisme de la synthèse d'ATP au niveau de la membrane interne de la mitochondrie dans le cas normale, puis **montrez** l'effet du dysfonctionnement de ce mécanisme chez une personne atteinte du MELAS. (0,75 pt)

4. En exploitant les données précédentes, **montrez** que la voie métabolique dominante dans les deux cas (Traitement par INTI et syndrome de MELAS) est la fermentation lactique, puis **expliquez** les symptômes observés dans ces deux cas. (0,75 pt)

## Exercice 8

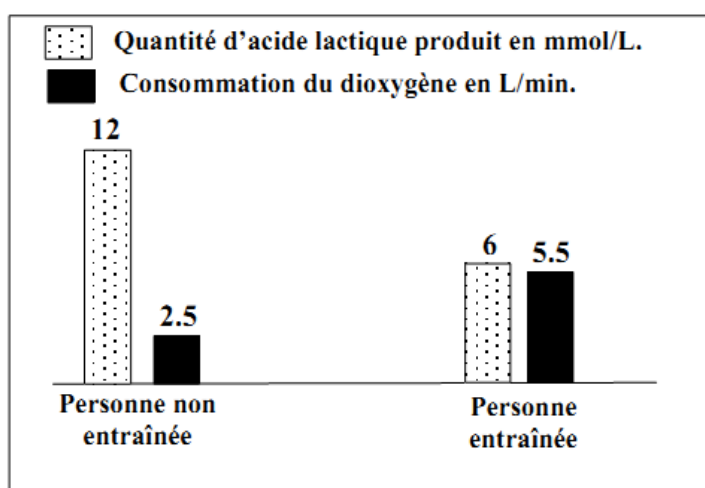
## Session normale pc 2016

Afin d'étudier l'effet du manque d'exercices sportifs et du tabagisme (usage du tabac) sur les réactions responsables de la libération de l'énergie au niveau du muscle squelettique strié, on propose l'étude des données suivantes :

• Le manque d'exercices sportifs chez l'Homme augmente sa fatigabilité. Pour expliquer l'origine de cette fatigabilité, une comparaison de certaines caractéristiques des mitochondries a été effectuée chez deux personnes, l'une entraînée pour un exercice physique de puissance donnée et l'autre non entraînée. Le document 1 résume les résultats obtenus, alors que le document 2 donne les résultats de la comparaison de la production d'acide lactique et la consommation du dioxygène chez ces deux personnes.

	Personne entraînée	Personne non entraînée
Volume total des mitochondries par rapport au volume de la cellule musculaire	11%	5%
Activité des enzymes mitochondriales	importante	faible

**Document 1**



**Document 2**

**Remarque :** le phénomène de la fatigue musculaire est lié à la baisse des réserves d'ATP au niveau des fibres musculaires.

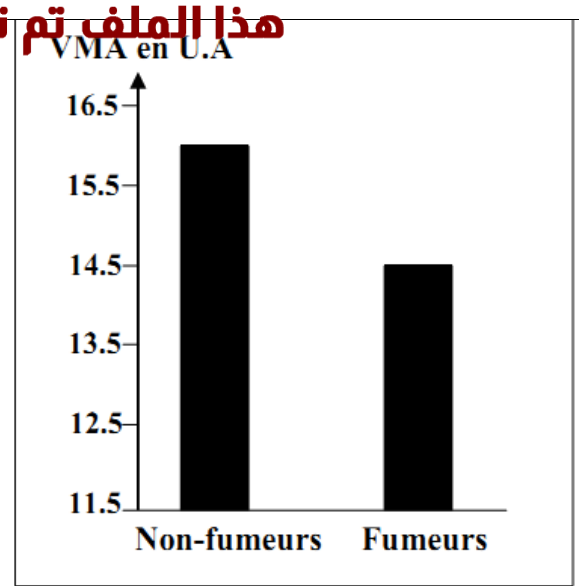
1. En **exploitant** les données des documents 1 et 2, **expliquez** l'augmentation de la fatigabilité observée chez la personne non entraînée. (1 pt)

• Pour mettre en évidence l'effet du tabagisme sur l'effort musculaire, un groupe d'élèves fumeurs a été soumis à un test de l'endurance. Ce test consiste à courir avec une vitesse qui croît progressivement de 1km/h toutes les deux minutes jusqu'à la fatigue totale. Ceci permet de déterminer la vitesse maximale aérobie (VMA) exprimant le volume maximal de dioxygène consommé par l'individu testé. Le document 3 représente les résultats, en unités arbitraires, obtenus chez ce groupe d'élèves comparés à un groupe témoin composé d'élèves non-fumeurs.

2. En utilisant le document 3, comparez l'endurance des élèves fumeurs à celle des élèves non-fumeurs. (0.5pt)

• La fumée de la cigarette contient le monoxyde de carbone (CO) qui se fixe sur le même site de fixation du dioxygène au niveau de l'hémoglobine. Le document 4 présente les résultats de mesure de la quantité du monoxyde de carbone transporté dans le sang et la quantité du dioxygène fixé sur l'hémoglobine chez des élèves fumeurs et des élèves non-fumeurs. Le document 5 montre le site de fixation du monoxyde de carbone au niveau de la chaîne respiratoire.

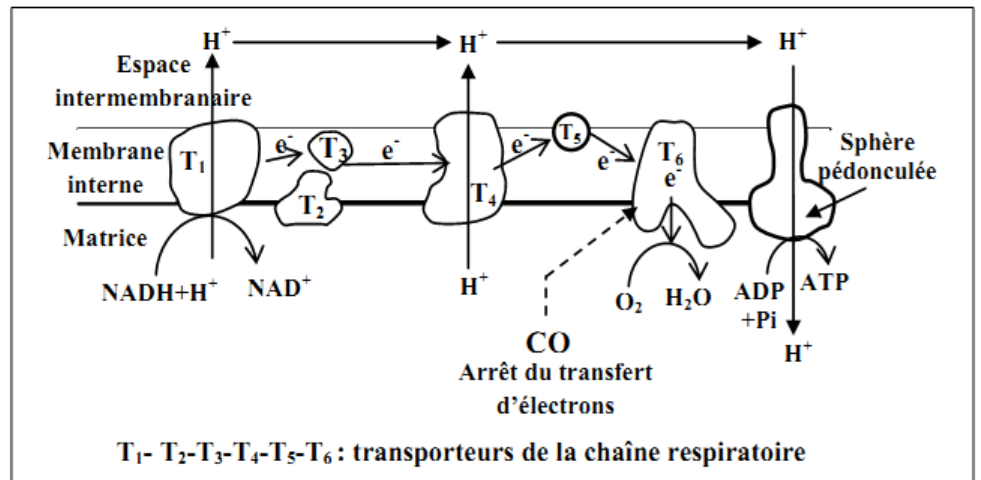
**Remarque :** l'hémoglobine est une protéine qui se trouve dans les globules rouges. Cette protéine joue un rôle important dans le transport du dioxygène vers les cellules.



**Document 3**

	Quantité du dioxygène en mL/ g de l'hémoglobine	Quantité du monoxyde de carbone en mL/100mL du sang
Non-fumeurs	1.328	0.280
Fumeurs	1.210	2.200

**Document 4**



**Document 5**

3. A l'aide des documents 4 et 5, expliquez comment agit le monoxyde de carbone sur le fonctionnement de la chaîne respiratoire et sur les réactions de libération d'énergie au niveau des mitochondries chez les élèves fumeurs. (1.5pt)

• Les fumeurs se plaignent souvent de crampes musculaires. Pour expliquer l'origine de ces crampes, on a mesuré, chez des élèves fumeurs et d'autres non-fumeurs, la concentration sanguine de l'acide lactique et du pH sanguin au niveau du sang veineux partant du muscle avant et après un exercice physique. Les résultats de ces mesures sont présentés dans le document 6.

4. En exploitant le document 6 et en vous basant sur vos réponses précédentes, expliquez la faible endurance et les crampes musculaires fréquentes chez les élèves fumeurs. (2 pts)

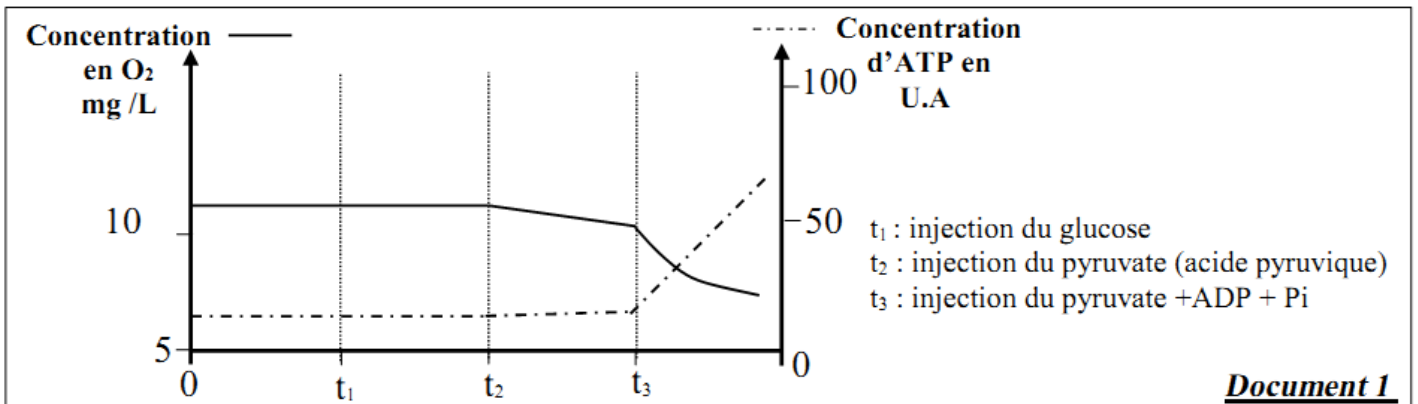
	Avant l'effort musculaire	Après l'effort musculaire	
		Non-fumeurs	fumeurs
L'acide lactique au niveau du sang veineux	50 mg/L	150 mg/L	500 mg/L
pH du sang veineux	7.4	7.38	7.35

**Document 6**



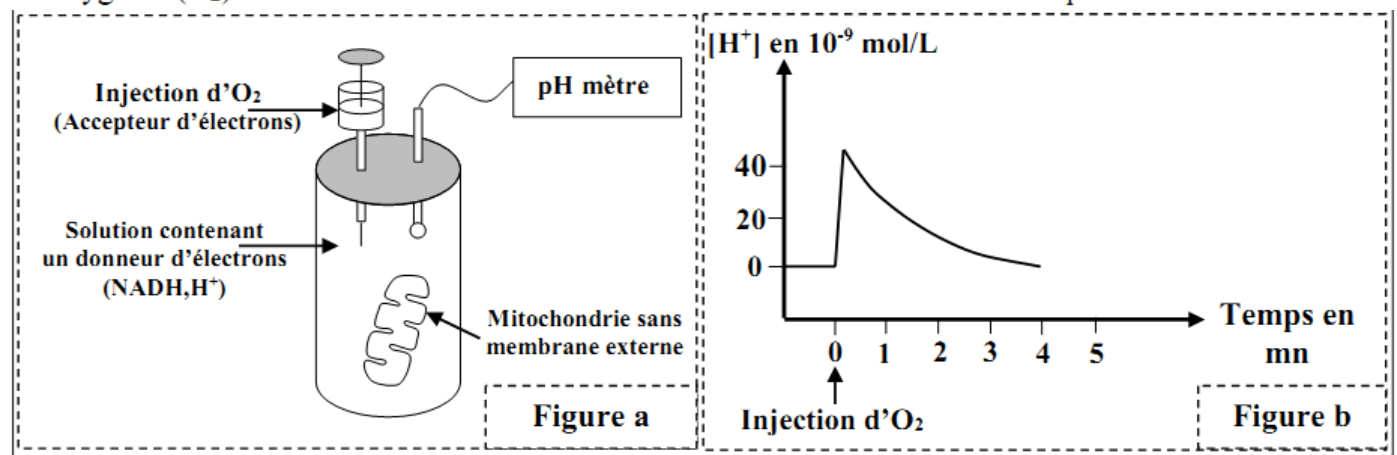
Pour déterminer la relation entre les réactions qui aboutissent à la consommation du dioxygène et à la production de l'ATP au niveau de la mitochondrie, on propose les données expérimentales suivantes :

• **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.



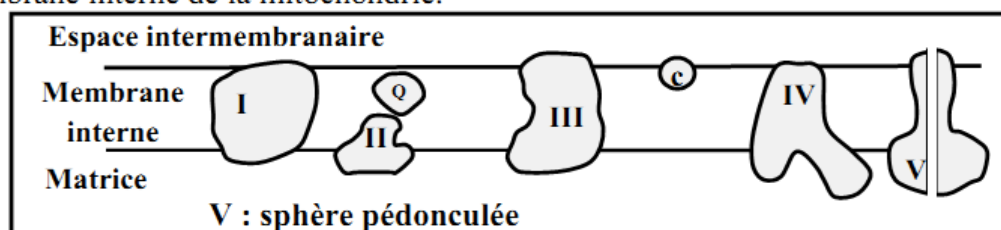
1. **Décrivez** les données du document 1, puis **déduisez** la relation entre la consommation du dioxygène et la production d'ATP au niveau de la mitochondrie. (1pt)

• **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.



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. (1 pt)

• 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.

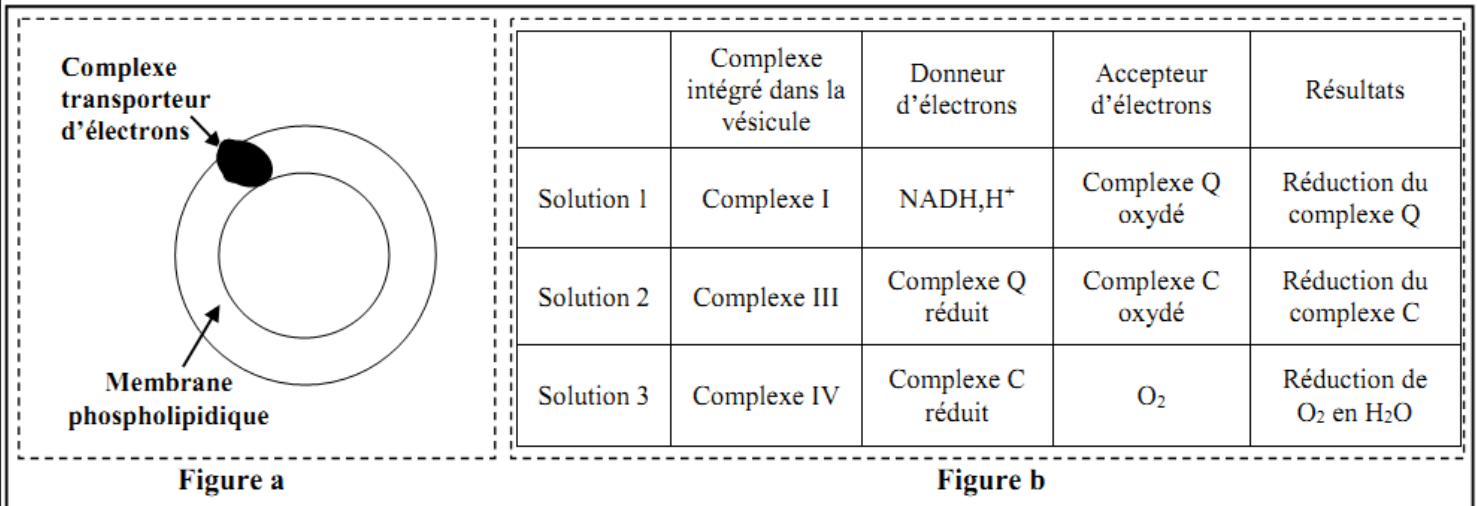


• **Expérience 3** : réalisée selon les étapes suivantes :

- 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.



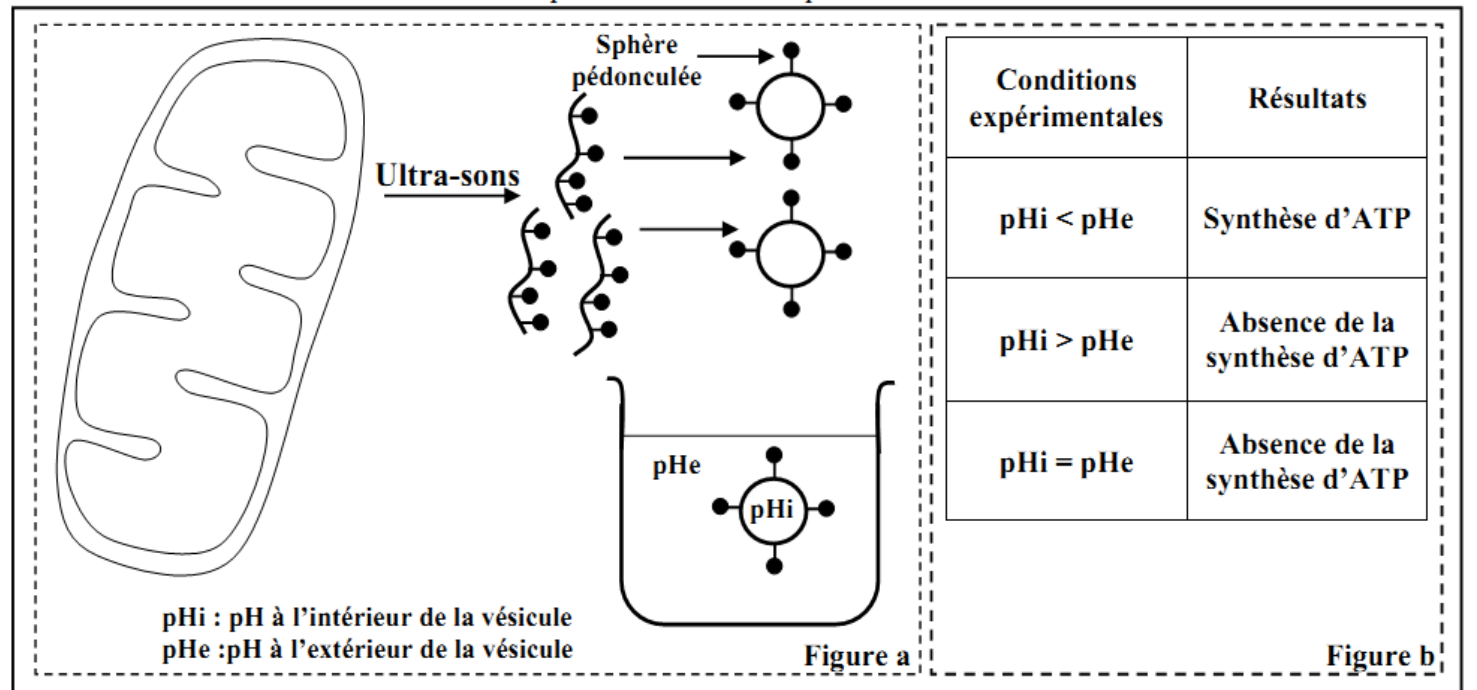
#### Document 4

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

a- Décrivez les réactions qui ont eu lieu au niveau des solutions 1, 2 et 3. (0.75 pt)

b- 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. (0.5 pt)

• **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.



#### Document 5

4. En exploitant le document 5, déterminez la condition principale nécessaire à la synthèse d'ATP au niveau de la mitochondrie. Justifiez votre réponse. (1 pt)

5. 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. (0.75 pt)



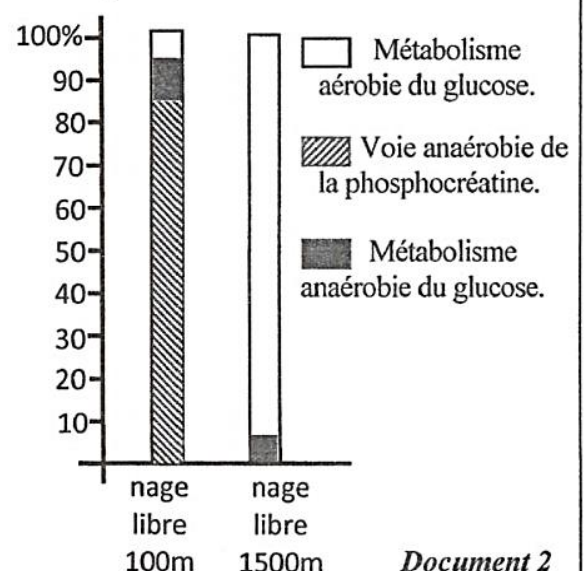
Certains sportifs trichent lors des compétitions sportives en consommant des produits dopants interdits à l'échelle internationale par la fédération des jeux olympique. Afin d'étudier l'effet de l'entraînement et du dopage sur les voies métaboliques produisant l'énergie au niveau des cellules musculaires 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 $10^{-6}$ mol/g du muscle			
	Acide lactique	Glycogène	Phospho-créatine	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.



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

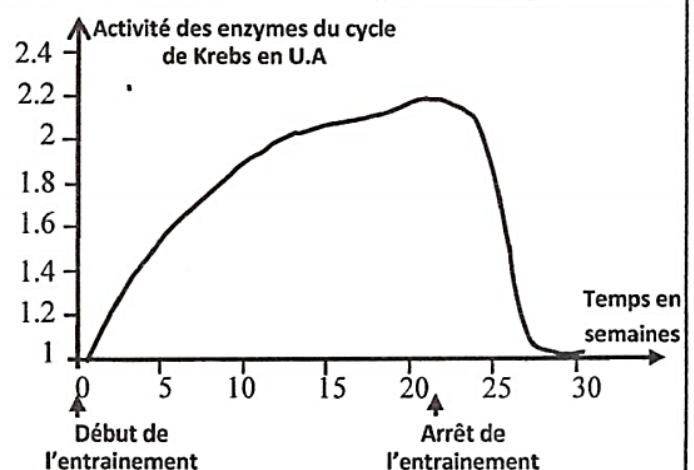
b. **En se basant** sur le document 2, **dégagez** les voies métaboliques utilisées par le muscle de chacun des deux nageurs pour produire l'énergie. (1pt)

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:

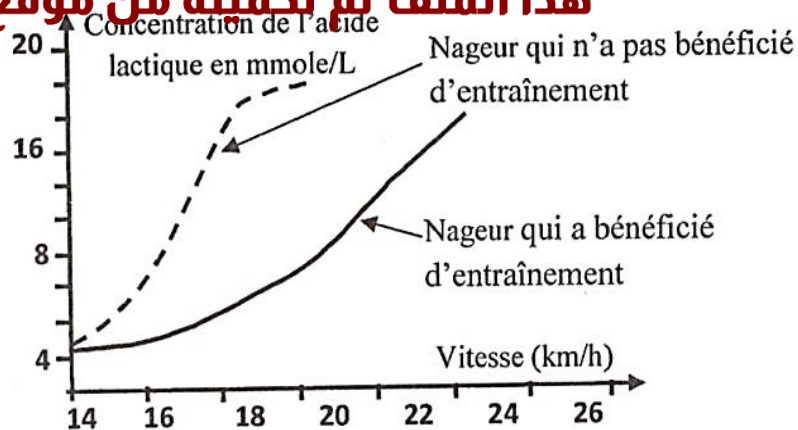
- du nombre de mitochondries de 120% ;
- de la taille des mitochondries de 14 à 40%.

\* 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 graphe ci-contre.



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 graphe ci-contre.

**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. (1 pt)

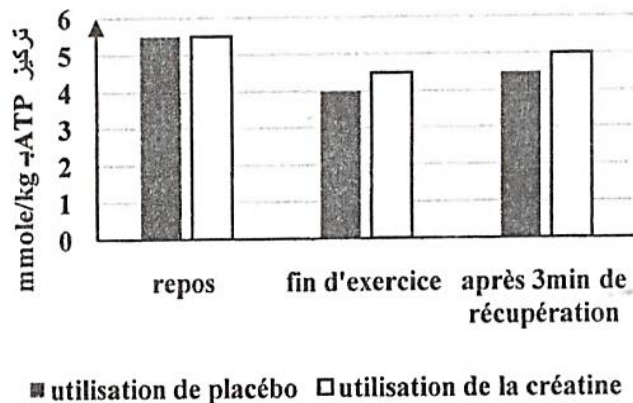
• Malgré les graves effets secondaires des produits dopants sur la santé, pour améliorer leur performance sportive, certains nageurs utilisent différents produits dopants adéquats à leur activité sportive. Pour comprendre le mécanisme d'action des produits dopants, nous proposons les données du document 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 présente les changements enregistrés au niveau du sang d'un individu avant et après l'injection de l'EPO.

	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

**Figure a**

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 contiennent 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 :



**Figure b**

**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. (1pt)

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 de l'hémoglobine.

4- À partir de vos réponses précédentes, **montrez** qu'on peut améliorer la performance sportive sans utilisation d'EPO. (1pt)