

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

## Raisonnement scientifique

### Sommaire

#### OPTION : SVT

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Session normale 2016 .....   | 1  |
| Session normale 2017 .....   | 2  |
| Session rattrapage 2018..... | 3  |
| Session normale 2019 .....   | 5  |
| Session normale 2020 .....   | 6  |
| Session rattrapage 2020..... | 8  |
| Session normale 2021 .....   | 9  |
| Session rattrapage 2021..... | 11 |
| Session rattrapage 2022..... | 12 |
| Session normale 2023 .....   | 14 |
| Session rattrapage 2023..... | 15 |
| Session normale 2024 .....   | 16 |
| Session rattrapage 2024..... | 18 |
| Session normale 2025 .....   | 19 |
| Session rattrapage 2025..... | 20 |

#### OPTION : PC

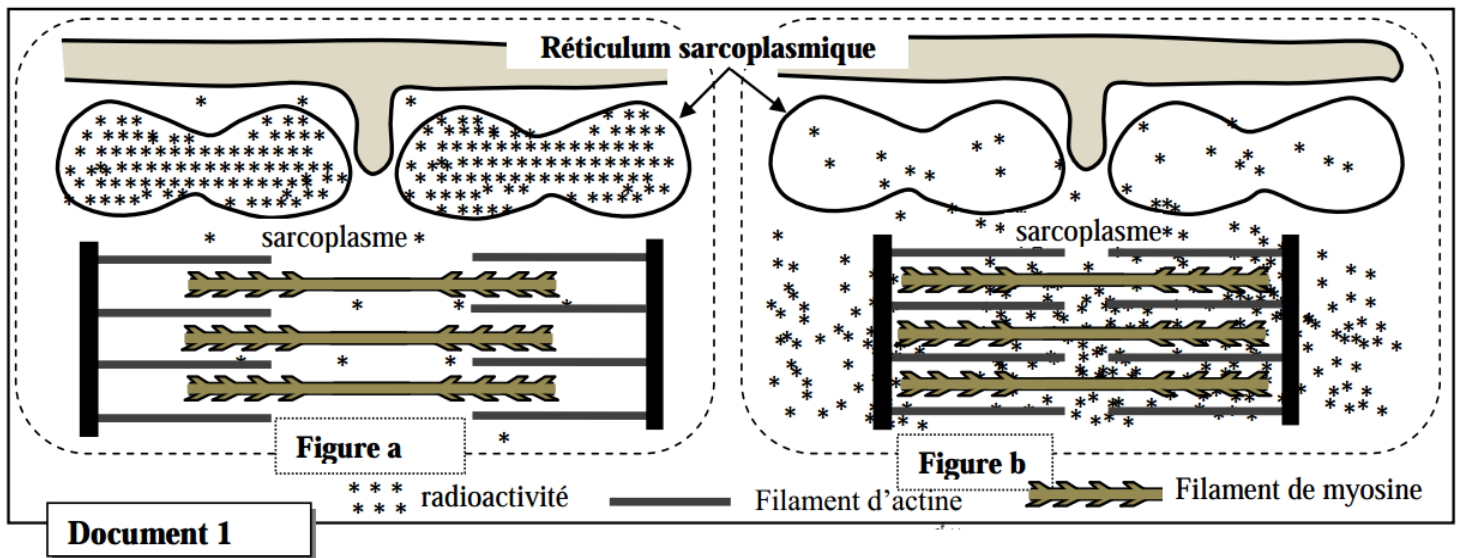
|                              |    |
|------------------------------|----|
| Session normale 2016 .....   | 23 |
| Session rattrapage 2016..... | 25 |
| Session rattrapage 2017..... | 27 |
| Session rattrapage 2018..... | 30 |
| Session normale 2019 .....   | 31 |
| Session rattrapage 2019..... | 33 |
| Session normale 2020 .....   | 35 |
| Session rattrapage 2020..... | 36 |
| Session rattrapage 2021..... | 38 |
| Session rattrapage 2022..... | 39 |
| Session normale 2023 .....   | 41 |
| Session normale 2024 .....   | 42 |
| Session rattrapage 2024..... | 44 |
| Session normale 2025 .....   | 45 |
| Session rattrapage 2025..... | 47 |

## OPTION : SVT

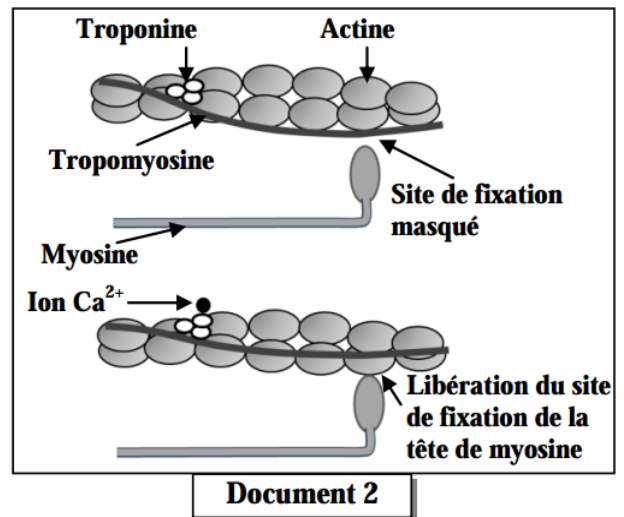
## Session normale 2016

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 + Ca <sup>2+</sup> | Complexes actomyosine + Ca <sup>2+</sup> + une grande quantité d'ADP et de Pi      |
| Milieu 2 | Filaments d'actine + ATP + Ca <sup>2+</sup>                        | Filaments d'actine + ATP + Ca <sup>2+</sup>  |
| Milieu 3 | Filaments de myosine + ATP + Ca <sup>2+</sup>                      | Filaments de myosine + ATP + Ca <sup>2+</sup> + 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)

**Session normale 2017**

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 :

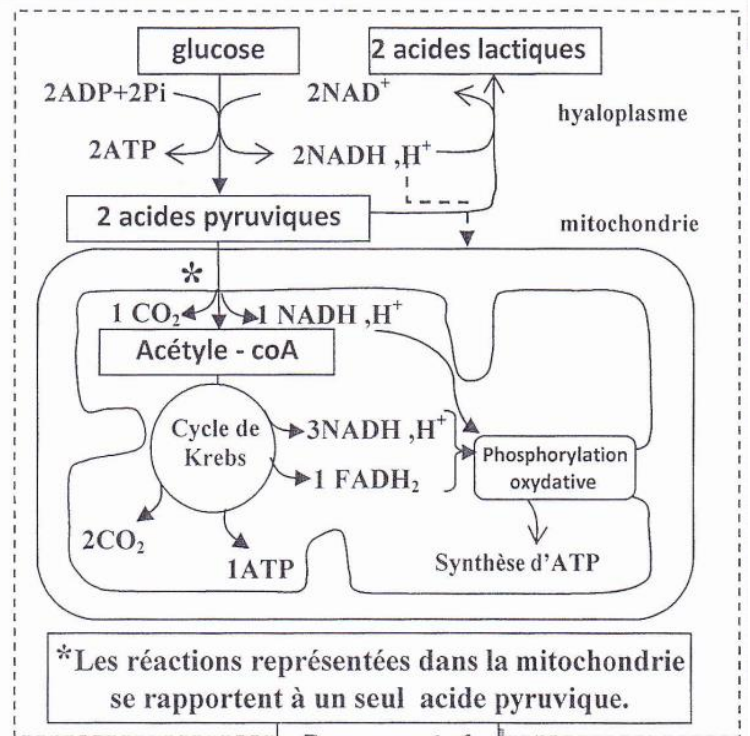
- **Données 1 :** Le document 1 représente les réactions métaboliques principales de production d'ATP au niveau cellulaire dans le cas normal .

- 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.

Remarque :

A l'intérieur de la mitochondrie : l'oxydation de 1 NADH,H+ donne 3ATP et l'oxydation de 1 FADH<sub>2</sub> 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.



**Document 1**

(0,75 pts)

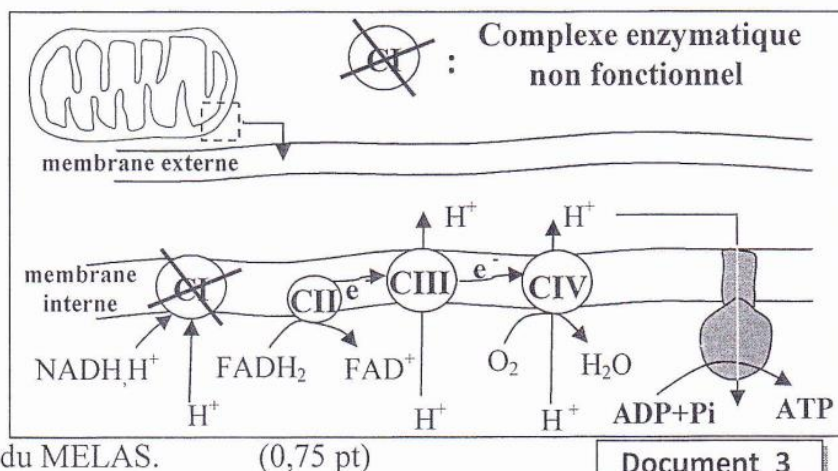
| sujet                          | Taux sanguin d'acide lactique au repos | pH du sang | Schémas représentant les mitochondries |
|--------------------------------|--|------------|--|
| Personne non traitée avec INTI | 1 mmole /ℓ                             | Normal     |  |
| Personne traitée avec INTI     | 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)

• **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.



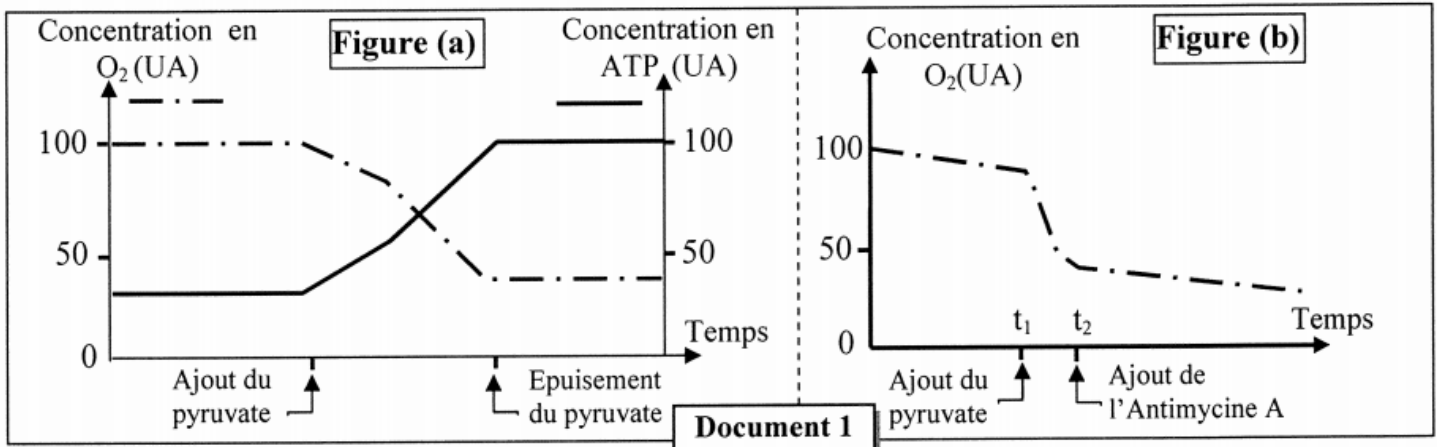
4. En exploitant les données précédentes, **montrez** que la voie métabolique dominante dans les deux cas (Traitement par INTI et syndrome de MELAS) est la fermentation lactique, puis **expliquez** les symptômes observés dans ces deux cas. (0,75 pt)

### Session rattrapage 2018

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 :

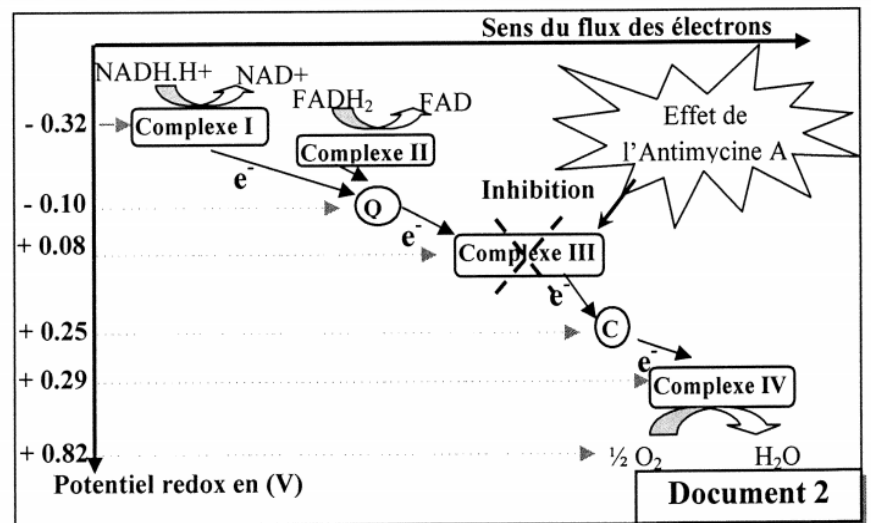
❖ **Donnée 1** : Une suspension de mitochondries est introduite dans deux milieux 1 et 2 contenant l'ADP, le Pi, saturés en dioxygène et maintenus à pH = 7,5.

- 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.

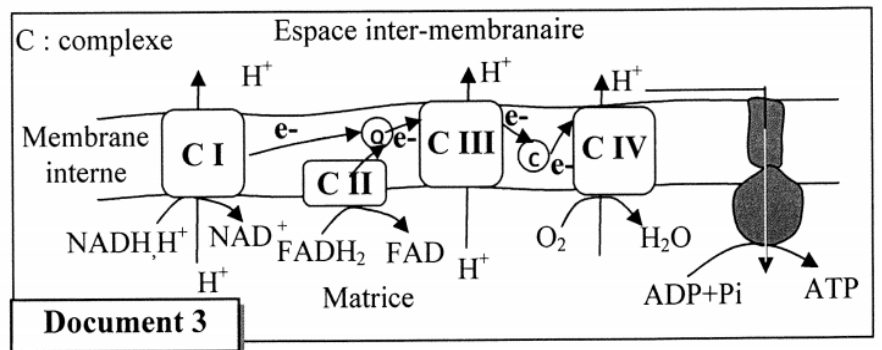


1. **Décrivez** les résultats obtenus dans chacune des figures (a) et (b) du document 1, puis **proposez** une hypothèse qui explique la relation entre l'Antimycine A et la production d'ATP. (1.5 pt)

❖ **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.



2. En exploitant le document 2 :  
 a. **Montrez** la relation entre le sens de transfert des électrons et le potentiel rédox des différents complexes de la chaîne respiratoire. (0.25pt)



b. **Expliquez** l'effet de l'ajout de l'Antimycine A sur la concentration en dioxygène présentée dans la figure (b) du document 1. (0.5 pt)

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. (0.75 pt)

## Session normale 2019

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.

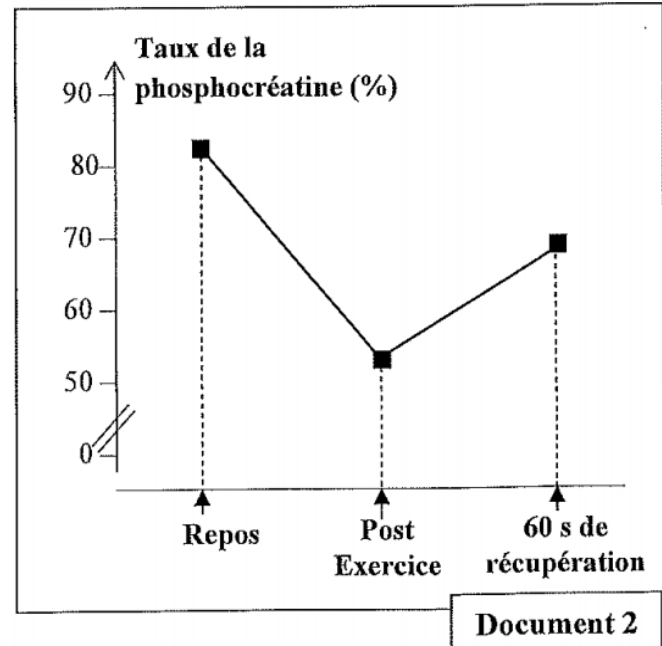
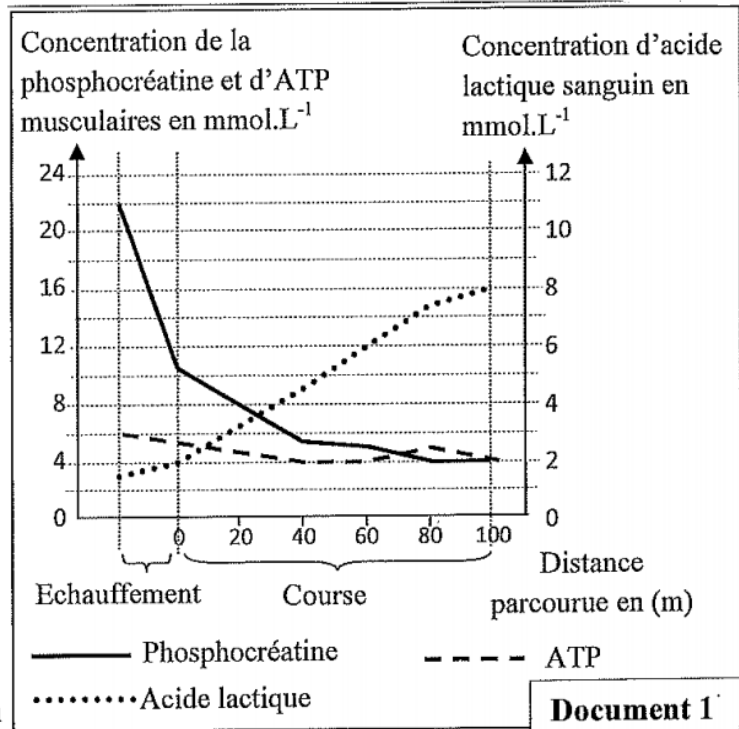
1. **Décrivez** la variation de la concentration d'ATP, de phosphocréatine et d'acide lactique chez le sprinteur (document 1), puis **proposez** une explication concernant l'origine d'ATP lors de cet exercice. (1pt)

- 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 se 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). (0.25 pt)

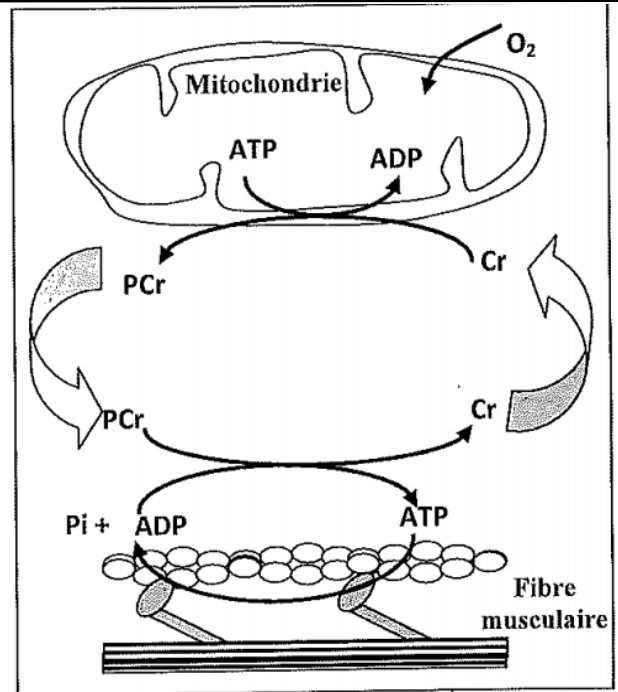
- Afin de vérifier l'hypothèse, on propose les documents 3 et 4.

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****Document 4**

3. Quelles sont les informations à dégager du tableau du document 3 ? (0.75 pt)

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. (1.25pts)

**Session normale 2020**

Pour comprendre le rôle du muscle squelettique dans la conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique au cours de la contraction musculaire, on propose les données expérimentales suivantes :

**Donnée 1**

**Expérience 1** : Pour identifier certaines conditions nécessaires à la contraction musculaire, des myofibrilles sont extraites à partir de cellules musculaires et réparties en trois milieux. Le document 1 présente l'état initial de ces myofibrilles et le résultat obtenu après l'ajout de différentes substances dans chaque milieu.

| Milieu | Etat initial des myofibrilles | Substances ajoutées                | Résultat           |
|--------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| 1      | Relâché                       | Ca <sup>++</sup> et ATP            | Contraction        |
| 2      | Relâché                       | Ca <sup>++</sup> , ATP et Salyrgan | Pas de contraction |
| 3      | Relâché                       | Ca <sup>++</sup> , ATP et EGTA     | Pas de contraction |

NB : - Salyrgan : une substance qui bloque l'hydrolyse de l'ATP.

- EGTA : un chélateur qui fixe les ions Ca<sup>++</sup> et inhibe leur action.

**Document 1**

1. En se basant sur le document 1, dégager les conditions nécessaires à la contraction musculaire.

Justifier votre réponse.

(1.5 pt)

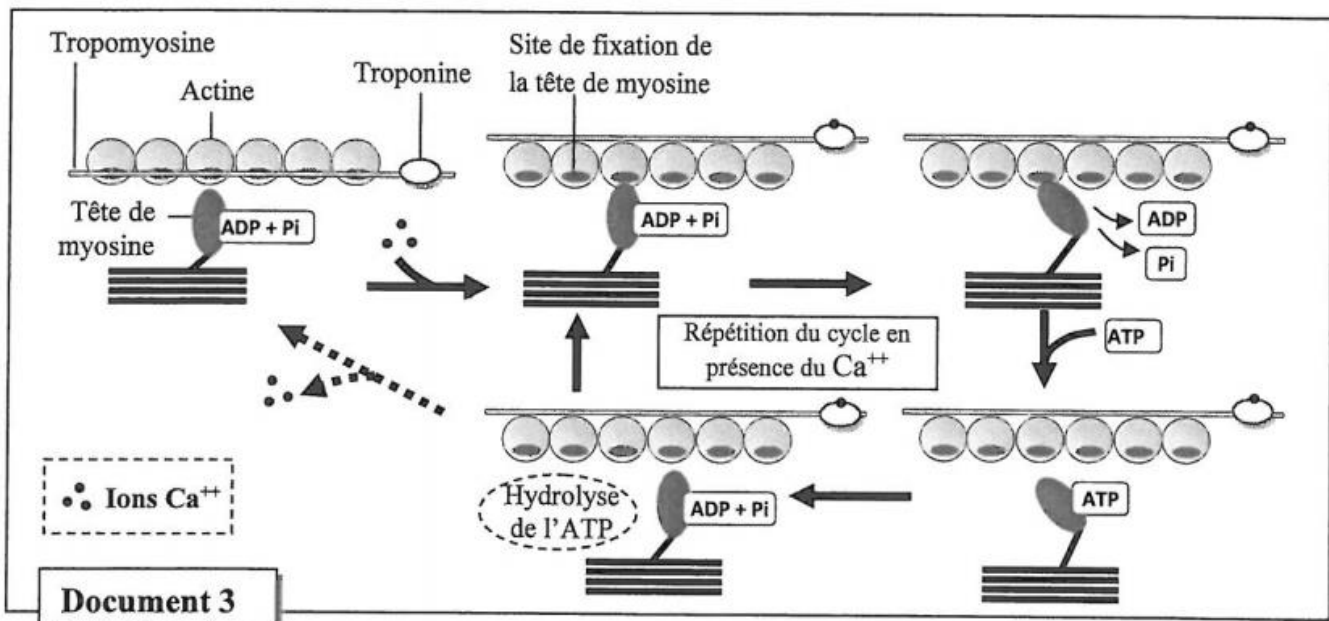
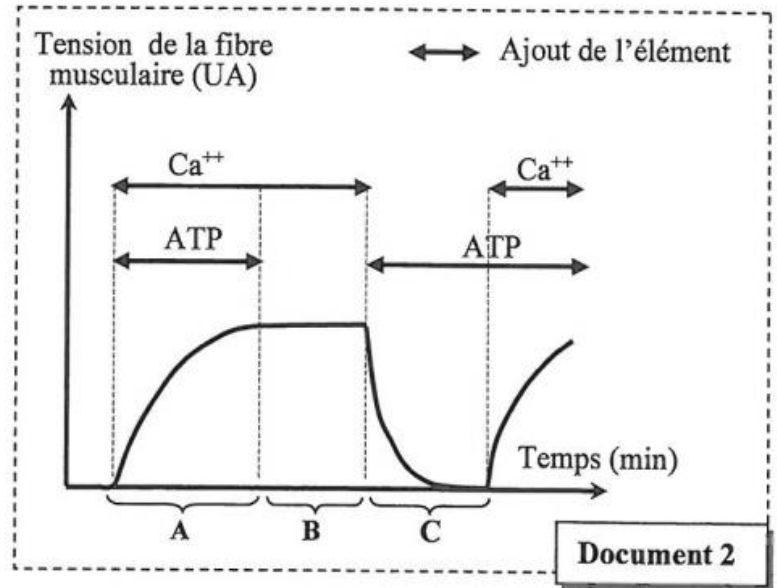
**Expérience 2** : On cultive des fibres musculaires dans un milieu contenant des ions Ca<sup>++</sup> radioactifs. On observe par autoradiographie que la radioactivité est localisée dans le réticulum sarcoplasmique quand les fibres musculaires sont relâchées et dans le sarcoplasme quand les fibres musculaires sont contractées.

2. En se basant sur les données de l'expérience 2, relier la localisation cellulaire des ions Ca<sup>++</sup> à l'état de la fibre musculaire.

(0.5 pt)

• **Donnée 2**

Au cours de la contraction d'une fibre musculaire, il s'établit des interactions entre les myofilaments d'actine et de myosine au cours desquelles l'ATP est consommé. Le document 2 présente l'évolution de la tension d'une fibre musculaire dans différentes conditions expérimentales. Le document 3 présente les interactions entre la myosine et l'actine à l'origine de la contraction musculaire.



3. En se basant sur les documents 2 et 3, **expliquer** l'évolution de la tension de la fibre musculaire observée dans le document 2 au cours de la phase de contraction (Phase A) et au cours de la phase de relâchement (Phase C). (2pts)

• **Donnée 3**

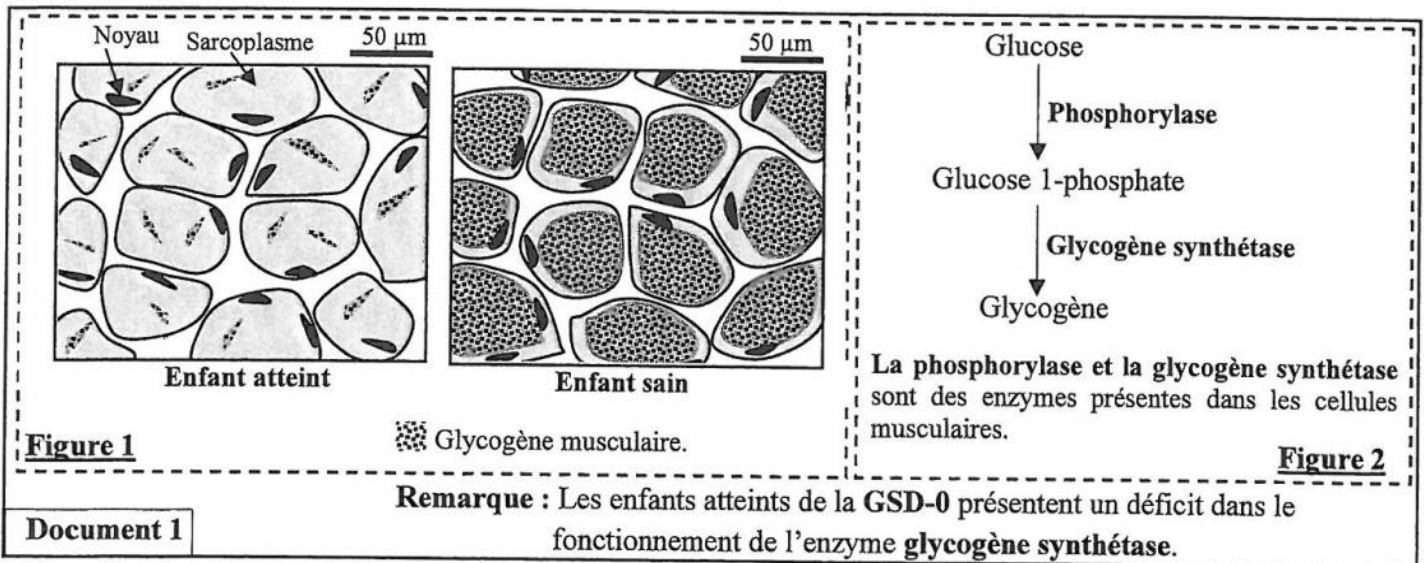
La rigidité cadavérique se caractérise par le raidissement des muscles striés squelettiques. Elle intervient immédiatement suite à une mort violente (noyade par exemple) et disparaît lorsque commence la putréfaction (Décomposition du cadavre). Après la mort, l'ATP n'est plus produit par la cellule et les réserves en cette molécule s'épuisent rapidement.

4. En exploitant les données du document 2 (Phase B) et en s'aidant du document 3, **proposer une explication** du phénomène de la rigidité cadavérique. (1 pt)

## Session rattrapage 2020

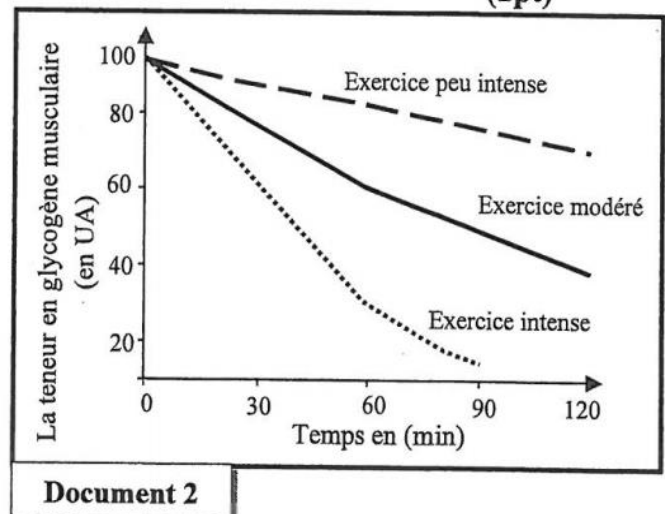
La contraction musculaire nécessite un renouvellement permanent des molécules d'ATP. Certaines personnes souffrent, dès la petite enfance, d'une maladie nommée **Glycogénose de type 0 (GSD-0)** dont l'intolérance à l'effort musculaire est l'un des symptômes. Afin d'expliquer l'origine métabolique de cette intolérance, on propose l'exploitation des données suivantes :

• **Donnée 1** : La figure 1 du document 1 présente deux schémas simplifiés de coupes transversales au niveau de deux échantillons de muscles squelettiques d'un enfant souffrant de la maladie **GSD-0** et d'un enfant sain de même âge. La figure 2 représente des étapes de la synthèse du glycogène à partir de molécules de glucose qui sont mis en réserve dans la cellule musculaire pour subvenir à ses besoins énergétiques.



1. En se basant sur le document 1, **dégager** la différence observée entre le muscle de l'enfant atteint et celui de l'enfant sain puis **expliquer** cette différence. (1pt)

• **Donnée 2** : Le document 2 présente les résultats de la mesure de la teneur en glycogène du muscle de la cuisse chez une personne normale, en fonction de l'intensité de l'effort musculaire.

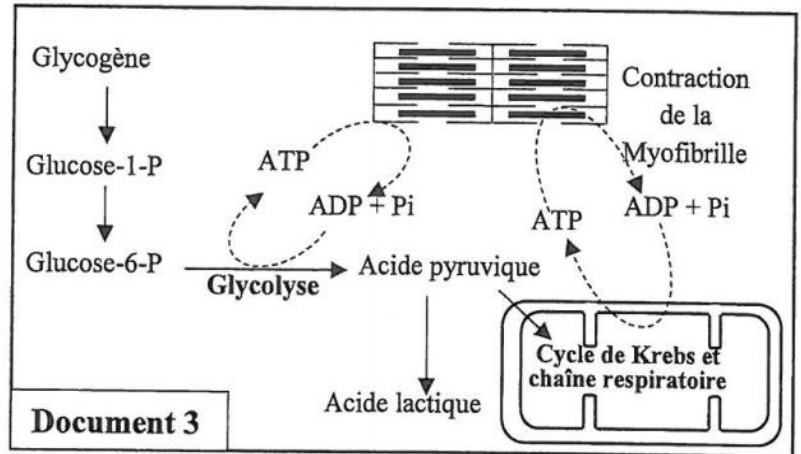


2. En se basant sur les données du document 2, **décrire** l'évolution de la teneur en glycogène du muscle en fonction de l'intensité de l'effort musculaire, puis **déduire** la relation entre l'intensité de l'effort musculaire et la consommation du glycogène. (1.25 pts)

• **Donnée 3 :** Le document 3 représente les voies métaboliques de la synthèse et de l'utilisation d'ATP au niveau de la cellule musculaire.

3. En vous aidant des documents 2 et 3, **expliquer** la relation entre la consommation du glycogène et l'intensité de l'effort musculaire. (1.25 pts)

4. En vous appuyant sur les données précédentes, **expliquer** l'origine métabolique de la maladie GSD-0. (1.5 pts)

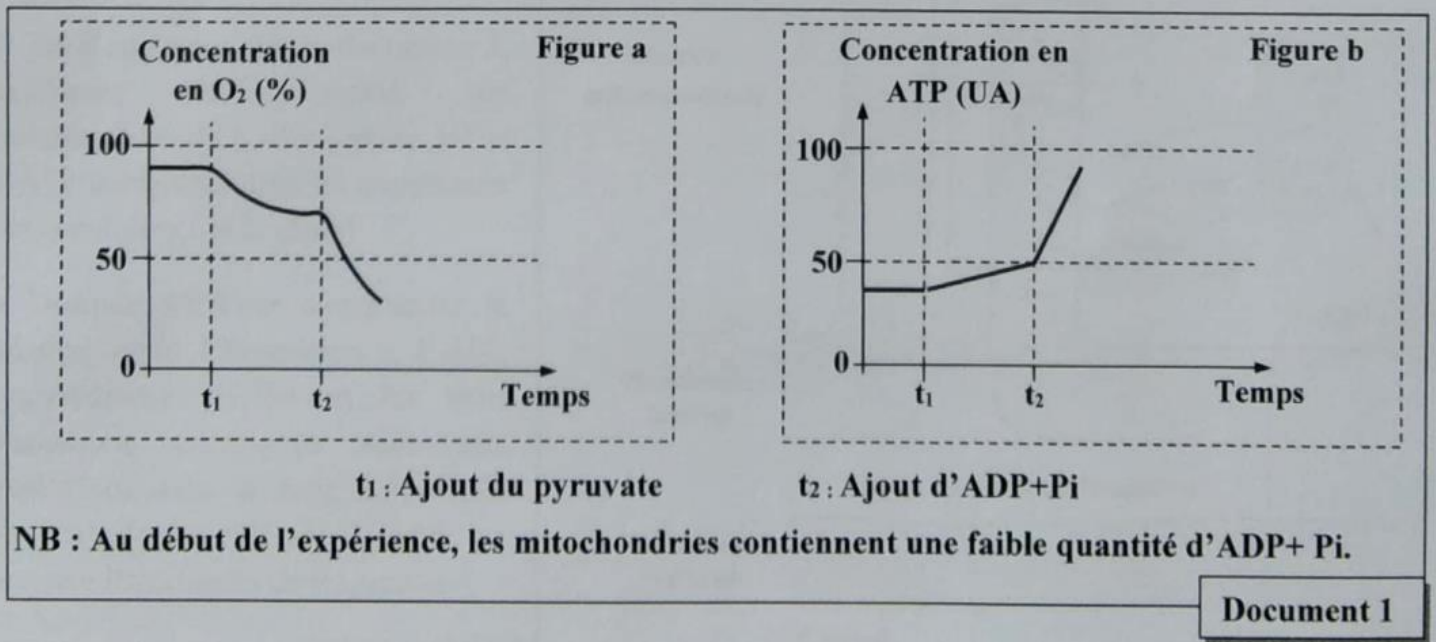


### Session normale 2021

Dans la nuit du mercredi 12 août 2015, deux terribles explosions ont secoué la zone industrielle du port de la ville de Tianjin en Chine causant plus d'une centaine de morts et plus de 700 blessés. De nombreuses substances chimiques dangereuses sont habituellement entreposées dans cette zone, notamment le cyanure de sodium à l'origine d'un gaz très toxique, l'acide cyanhydrique (HCN) qui entraîne la mort par asphyxie cellulaire et tissulaire. Afin de comprendre l'effet de l'acide cyanhydrique sur le métabolisme respiratoire et sa relation avec l'asphyxie, on propose les données suivantes :

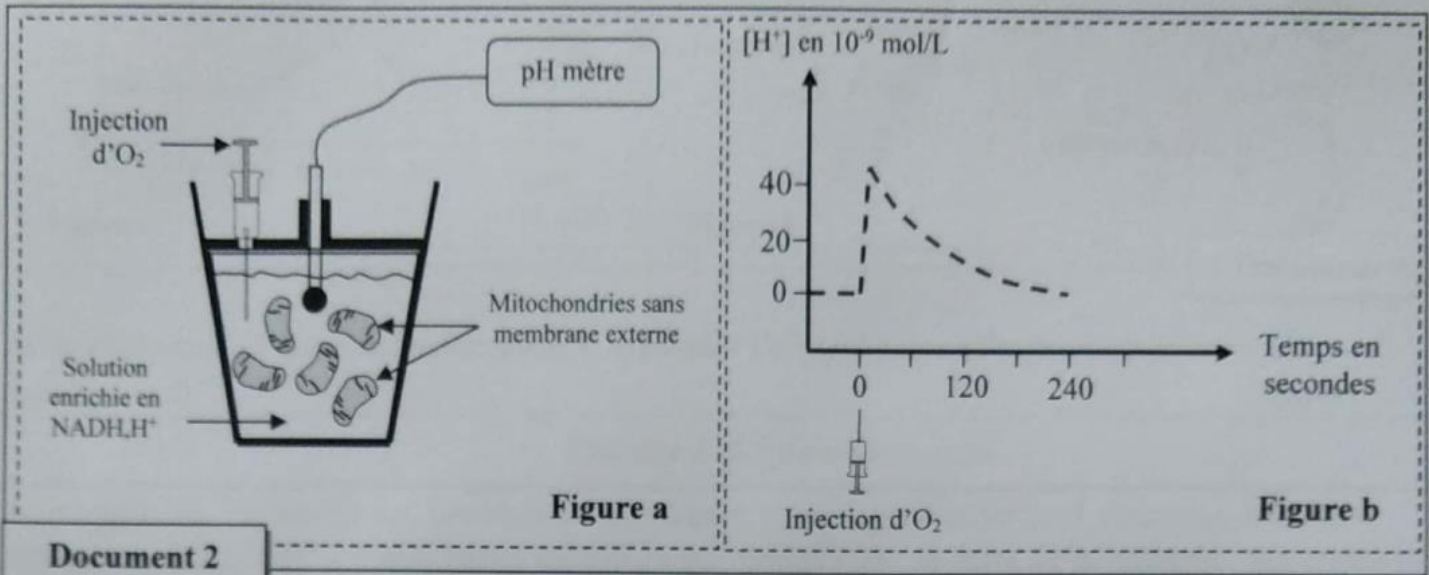
• **Donnée 1 :**

On place une suspension mitochondriale dans un milieu convenable riche en dioxygène ( $O_2$ ), puis on suit l'évolution des concentrations d' $O_2$  et d'ATP dans ce milieu. Les figures du document 1 présentent les conditions expérimentales et les résultats obtenus.



1. En se basant sur les données du document 1, **décrire** la variation de la concentration en  $O_2$  et en ATP dans le milieu, puis **déduire** l'effet de l'ajout du pyruvate et de l'ADP + Pi sur le métabolisme respiratoire mitochondrial. (1.5 pt)

• **Donnée 2** : Des mitochondries, sans membranes externes, sont placées dans une solution dépourvue de dioxygène et enrichie en donneurs d'électrons (NADH, H<sup>+</sup>). La variation de la concentration des protons H<sup>+</sup> dans la solution est ensuite mesurée avant et après l'injection d'une quantité limitée de dioxygène. Les figures a et b du document 2 présentent respectivement les conditions et les résultats de cette expérience.



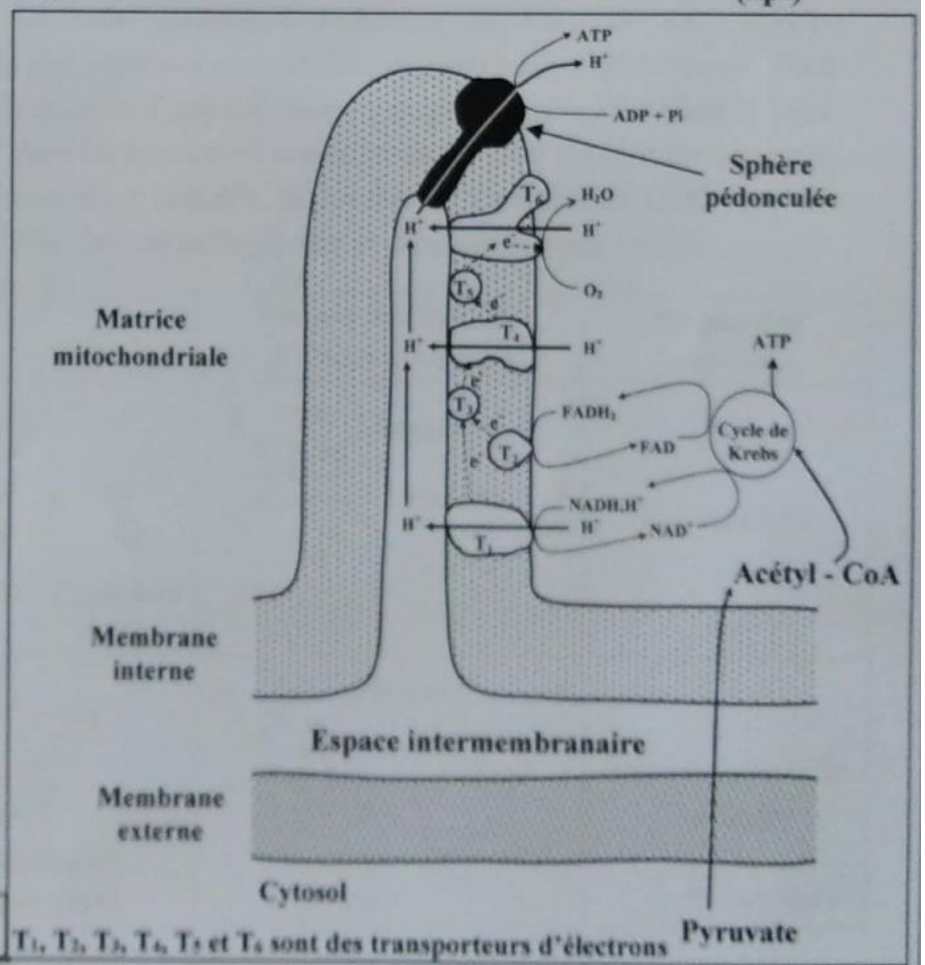
2. En se basant sur les données du document 2, **décrire** l'évolution de la concentration des protons H<sup>+</sup> dans la solution, puis **déduire** l'effet de l'injection du dioxygène sur le déplacement des protons H<sup>+</sup> à travers la membrane mitochondriale interne. (1pt)

• **Donnée 3** :

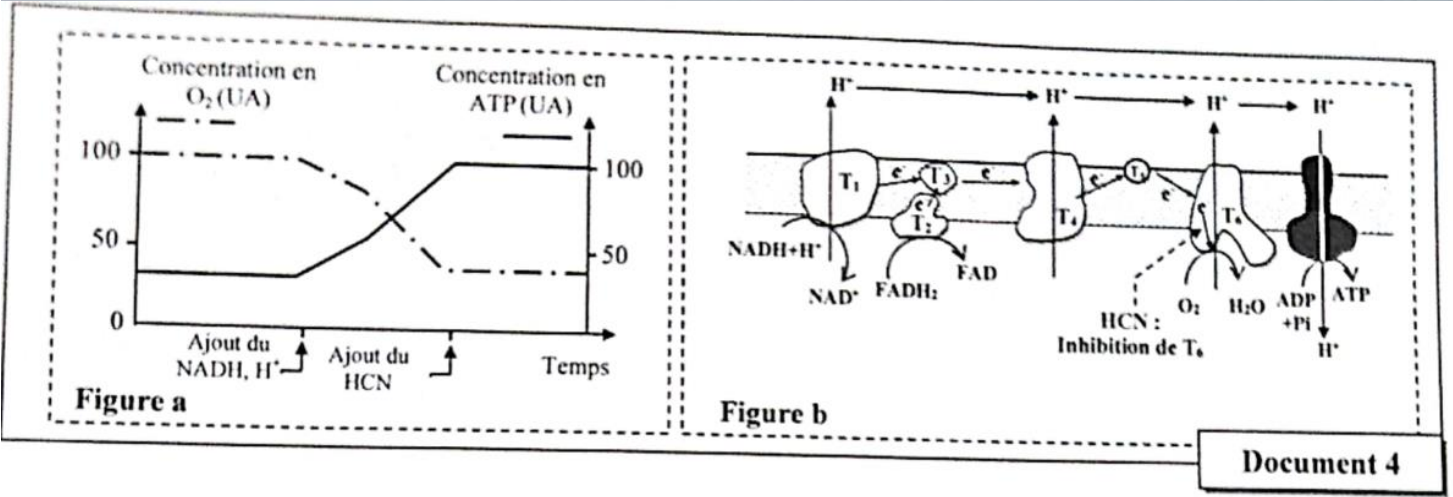
Le schéma du document 3 résume les réactions du métabolisme respiratoire mitochondrial et la relation entre la dégradation du pyruvate et la synthèse d'ATP.

3. En s'appuyant sur le document 3, **expliquer** la variation des concentrations d'O<sub>2</sub>, des protons H<sup>+</sup> et d'ATP enregistrée dans les expériences des documents 1 et 2. (2pts)

• **Donnée 4** : Pour comprendre la relation entre l'exposition à l'acide cyanhydrique (HCN) et les états d'asphyxie enregistrés suite aux explosions dans la zone industrielle du port de la ville de Tianjin, on propose les données du document 4.



La figure a du document 4 présente l'évolution des concentrations d'O<sub>2</sub> et d'ATP dans une suspension mitochondriale enrichie en O<sub>2</sub> et en ADP + Pi suite à l'ajout du NADH,H<sup>+</sup> et du HCN. La figure b du même document représente le mécanisme de la phosphorylation oxydative au niveau de la mitochondrie et le site d'action du HCN.



Document 4

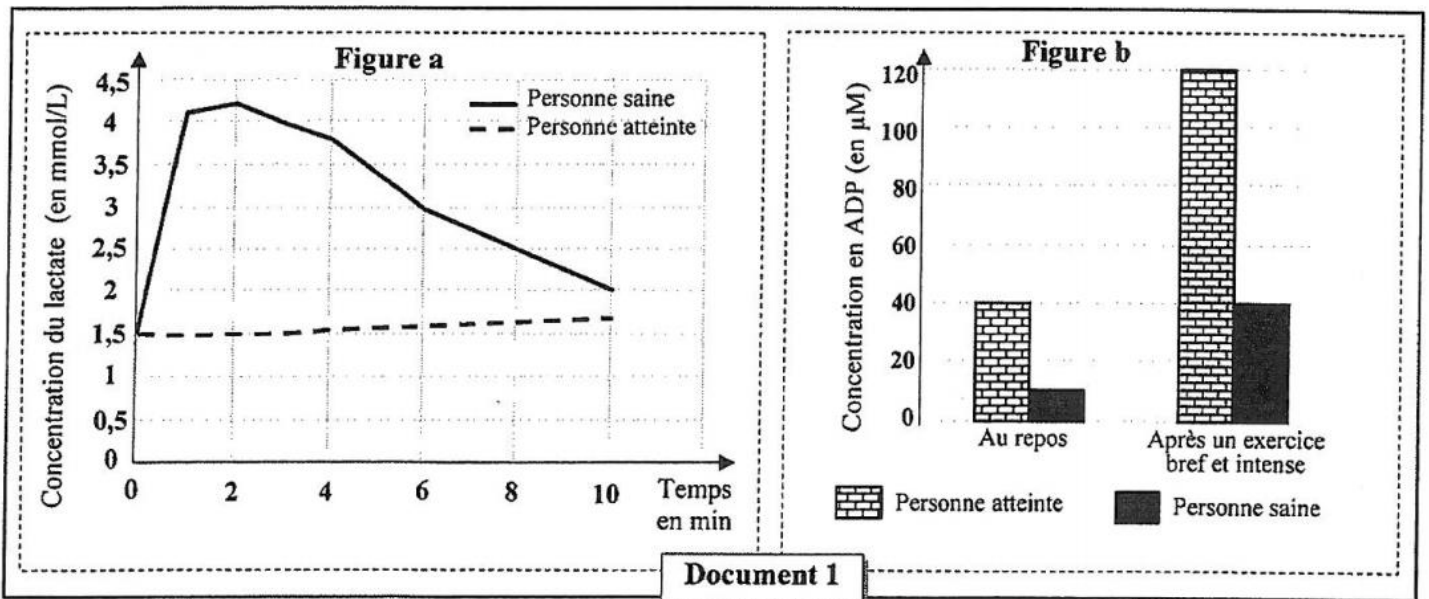
4. En exploitant les données du document 4, expliquer l'asphyxie due à l'exposition à l'acide cyanhydrique. (1pt)

**Session rattrapage 2021**

La maladie de Mc.Ardle est une myopathie (maladie musculaire) due à un trouble du métabolisme des glucides au niveau des muscles squelettiques. Les personnes atteintes par cette maladie présentent une intolérance aux efforts physiques brefs et intenses dès quelques dizaines de secondes du début de l'effort. Les études ont montré que les personnes atteintes présentent un déficit dans l'activité d'une enzyme appelée « **Myophosphorylase** ». Pour comprendre la relation entre le déficit de l'activité de cette enzyme et la myopathie chez les personnes atteintes, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1** : Deux variables sont mesurées chez une personne saine et chez une personne atteinte de la maladie de Mc.Ardle :

- Première variable : la concentration du lactate dans le sang au cours d'un exercice physique bref et intense (figure a du document 1).
- Deuxième variable : la concentration d'ADP dans les muscles de l'avant-bras au repos et après un exercice physique bref et intense (figure b du document 1).



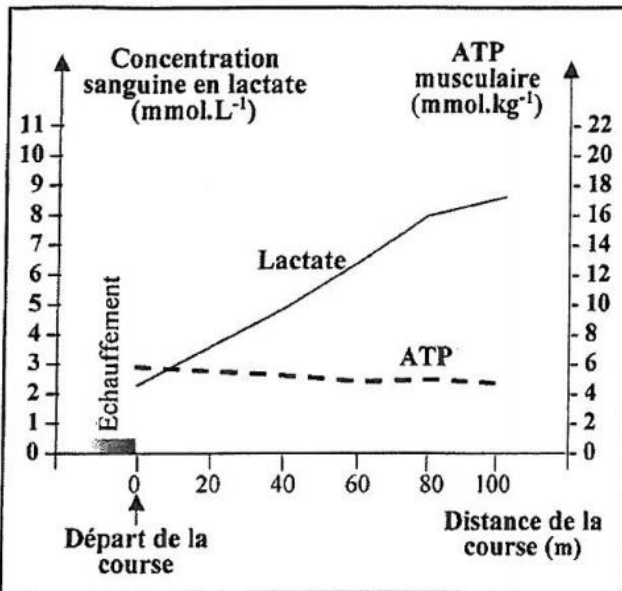
Document 1

## 1. A partir du document 1 :

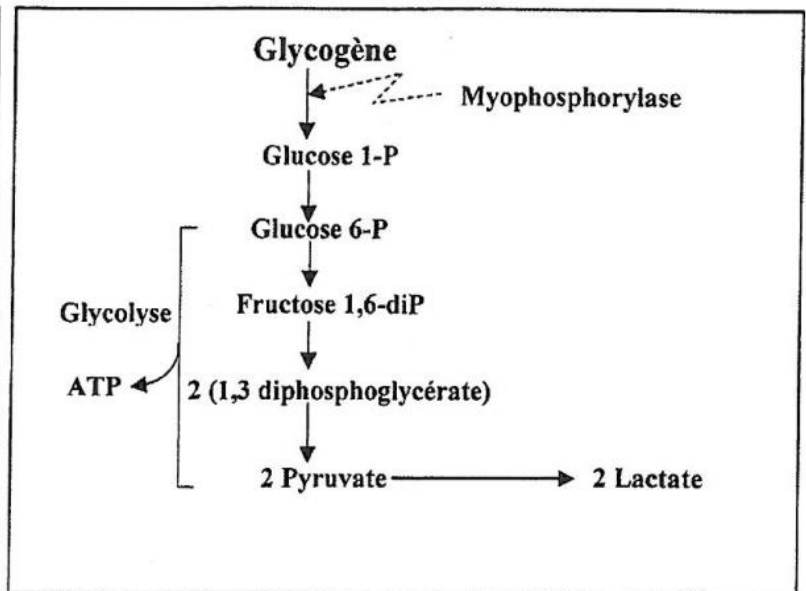
a. Comparer l'évolution de la concentration du lactate (figure a) et celle d'ADP (figure b) entre la personne saine et la personne atteinte. (1.5 pt)

b. Proposer une hypothèse qui explique la variation de la concentration d'ADP dans les muscles de la personne atteinte, après un exercice physique bref et intense. (0.5 pt)

• **Donnée 2** : Pour déterminer la relation entre la concentration sanguine du lactate et la régénération d'ATP musculaire, on a mesuré la quantité de ces deux métabolites chez un sprinter au cours d'un exercice bref et intense (course de 100m). Le document 2 présente les résultats de ces mesures. Le document 3 représente un schéma simplifié de l'une des voies métaboliques de la production d'ATP à partir de la dégradation du glycogène musculaire.



Document 2



Document 3

2. En s'aidant du document 2, **montrer** la relation entre la variation de la concentration sanguine du lactate et celle de l'ATP musculaire chez le sprinter lors de la course de 100m. (1.25 pt)

3. En exploitant le document 3 et en s'aidant des données précédentes, **vérifier** l'hypothèse proposée puis **expliquer** l'intolérance aux efforts physiques brefs et intenses chez la personne atteinte de la maladie de Mc Ardle. (1.75 pt)

## Session rattrapage 2022

Une forme de myopathie (maladie du muscle) se manifeste par une intolérance aux efforts physiques de courte durée et de forte intensité. Afin de déterminer la cause de cette maladie, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1** : lors d'un effort physique, la cellule musculaire consomme directement, dès les dix premières secondes, les réserves d'ATP initiales dont elle dispose. Ces réserves sont rapidement épuisées et d'autres voies métaboliques de synthèse d'ATP prennent ensuite le relais. Le document 1 présente certaines réactions responsables de la régénération d'ATP dans la cellule musculaire et le bilan énergétique en ATP pour 1 glucose.



## Session normale 2023

Le syndrome de NARP (Neuropathie Ataxie et Rétinite Pigmentaire) est une maladie génétique dont les symptômes cliniques apparaissent essentiellement sous forme de maladies oculaires et cérébrales. Cette maladie se manifeste surtout au niveau des organes fortement dépendant des réactions de la phosphorylation oxydative, tels que la rétine et le cerveau.

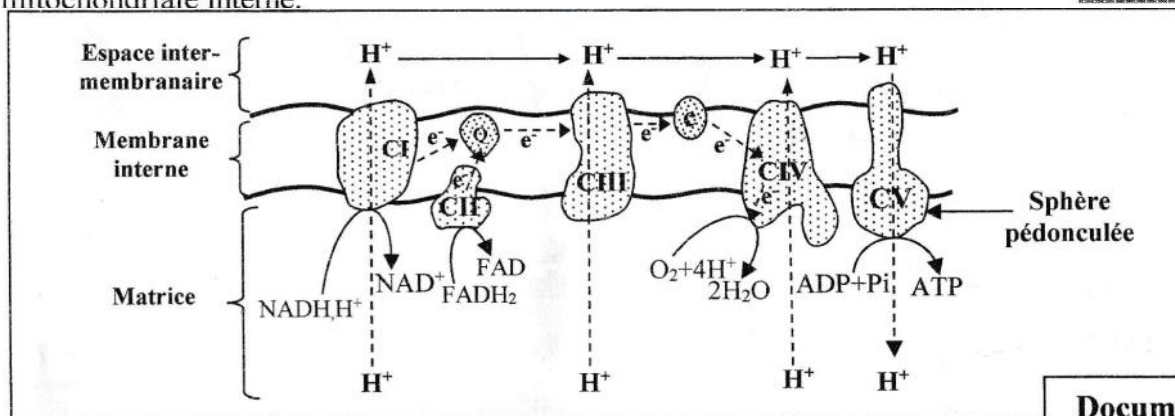
Afin de comprendre la nature du dysfonctionnement responsable de l'atteinte par le syndrome de NARP, on propose l'exploitation des données suivantes :

● **Donnée 1 :** Les mesures de la quantité du dioxygène consommé et de la quantité d'ATP produite par des cellules d'un individu sain et d'un autre atteint par le syndrome de NARP ont permis d'obtenir les résultats présentés dans le document 1. Le document 2 présente un schéma de l'organisation et du fonctionnement des complexes enzymatiques responsables de la phosphorylation oxydative au niveau de la membrane mitochondriale interne.

|  |                        | Individu sain | Individu atteint |
|--|------------------------|---------------|------------------|
| Quantité de dioxygène consommé en $10^{-12}$ mol/s | Avant l'ajout de l'ADP | 30            | 30               |
|  | Après l'ajout de l'ADP | 70            | 55               |
| Quantité d'ATP synthétisée après l'ajout de l'ADP  |                        | +++           | +                |

NB : Le nombre des + est fonction de la quantité de la molécule

**Document 1**

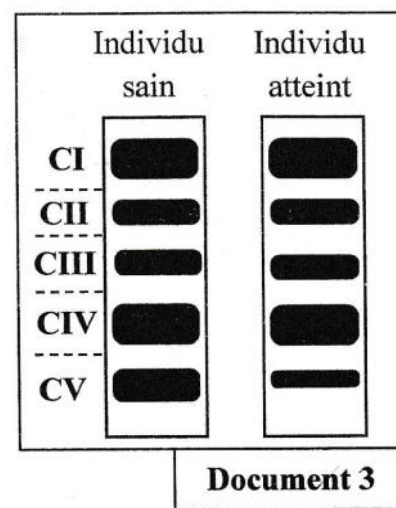


1. En exploitant les données des documents 1 et 2 :

- Comparez** la quantité du dioxygène consommé et la quantité d'ATP produite par les cellules de l'individu sain à celles de l'individu atteint par le NARP. (0.75 pt)
- Montrez** la relation entre la consommation du dioxygène et la synthèse de l'ATP puis **proposez** une hypothèse expliquant les résultats observés chez l'individu atteint. (0.75pt)

● **Donnée 2 :** Afin d'expliquer la différence dans la respiration cellulaire observée entre l'individu sain et l'individu atteint par le NARP, on propose l'exploitation des résultats de l'électrophorèse des complexes CI à CV extraits de la membrane interne de la mitochondrie de cellules provenant d'un individu sain et d'un individu atteint du syndrome NARP (Document 3).

NB : - L'électrophorèse est une technique de séparation des molécules chargées dans un champ électrique.  
- L'épaisseur de la bande reflète la quantité du complexe dans le mélange.



- En exploitant les données du document 3, **comparez** les résultats obtenus, puis **vérifiez** l'hypothèse proposée pour expliquer les différences observées dans le document 1. (0.75 pt)
- A partir des données précédentes, **expliquez** les résultats observés chez l'individu atteint du NARP (Document 1). (0.75pt)

## Session rattrapage 2023

Afin d'adapter les séances d'entraînement pour des sprinters professionnels de 100 m et de permettre aux entraîneurs de comprendre l'origine de l'énergie utilisée par les muscles au cours de ce type d'exercice, on propose l'exploitation des données suivantes.

• **Donnée 1 :** La quantité d'énergie est mesurée dans une fibre musculaire au repos et lors d'une course de 100m chez un individu adulte de 70kg. Le tableau du document 1 présente les résultats obtenus.

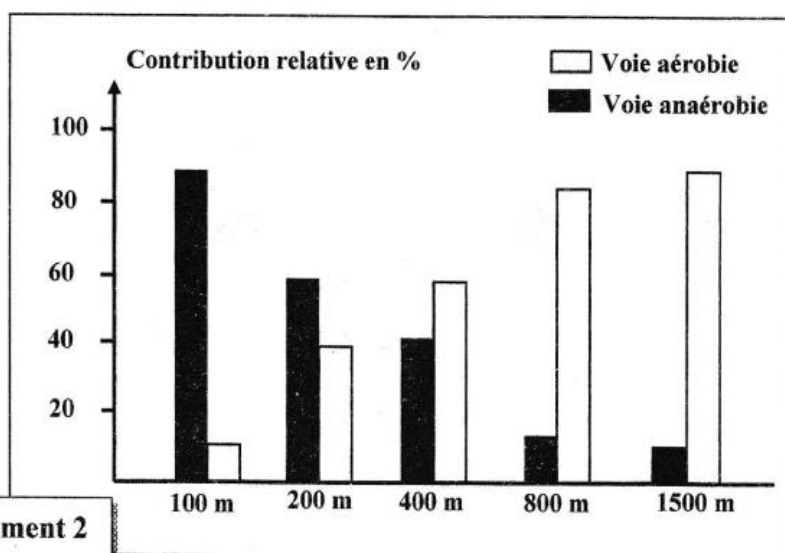
|                           |  |           |
|---------------------------|--|-----------|
| Au repos                  | Quantité d'énergie correspondante à la quantité intracellulaire d'ATP (Kj) | 5.1 à 7.5 |
| lors d'une course de 100m | Quantité d'énergie intracellulaire dépensée (Kj)                           | 132       |

Document 1

1. En exploitant les données du document 1, **montrez** la nécessité de régénérer l'ATP pour permettre le maintien de l'activité de contraction lors d'un effort musculaire. (1pt)

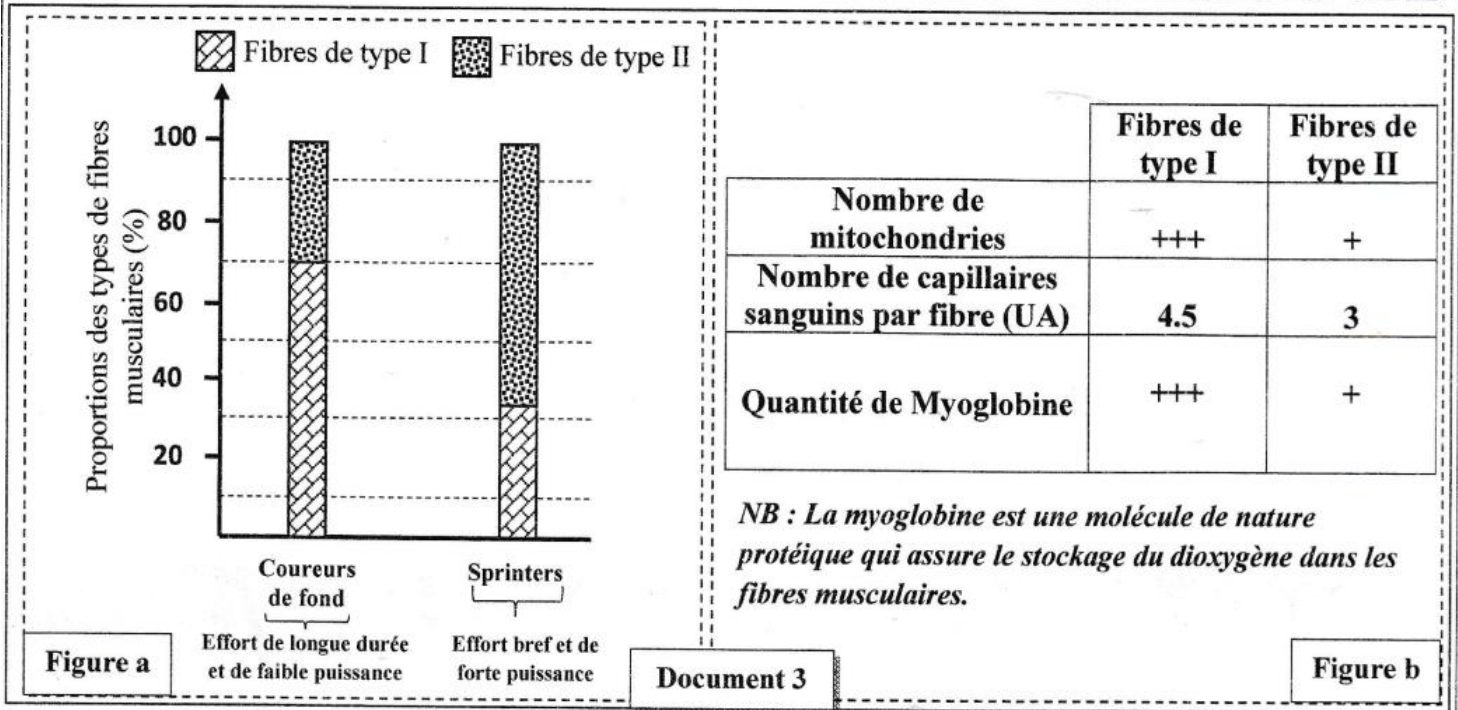
• **Donnée 2 :** Des études ont permis de déterminer la contribution relative de la voie aérobie et des voies anaérobies dans la régénération de l'ATP selon les types de course menées chez des nageurs de niveau olympique. Le document 2 présente les résultats de ces études.

2. A partir des données du document 2, **déduisez** la relation entre la distance de la course et la contribution de chacune des voies aérobie et anaérobie dans la régénération de l'ATP. (0.5pt)



Document 2

• **Donnée 3 :** L'observation microscopique a montré qu'il existe deux types de fibres musculaires : les fibres de type I et les fibres de type II. La mesure des proportions de ces deux types de fibres au niveau du muscle a permis d'obtenir les résultats présentés dans la figure (a) du document 3. Le tableau de la figure (b) du même document présente certaines caractéristiques des deux types de fibres musculaires.



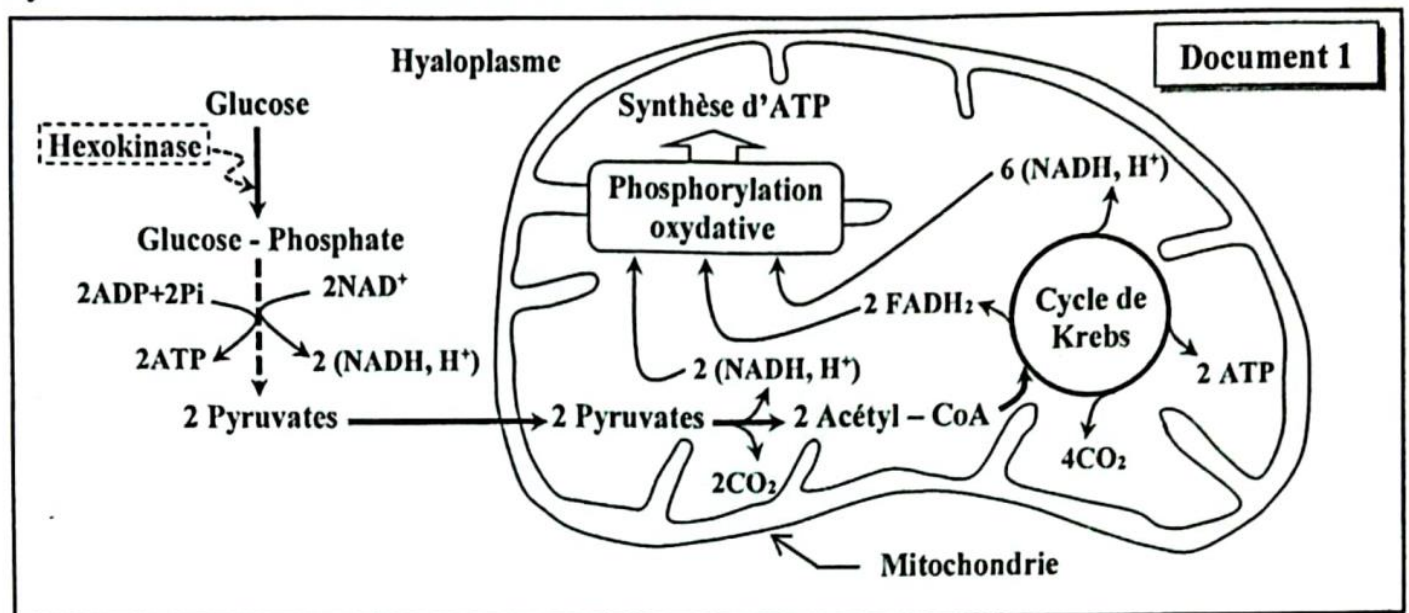
3. a. En vous basant sur la figure (a) du document 3, comparez les proportions des fibres de type I et II entre les coureurs de fond et les sprinters. (0.5pt)

b. En exploitant les données de la figure (b) du document 3 et les données précédentes, expliquez l'origine de l'énergie utilisée par les sprinters professionnels. (1pt)

Session normale 2024

Dans le cadre de l'étude des réactions métaboliques aérobies responsables de la libération de l'énergie potentielle du glucose nécessaire au processus de divisions cellulaires, et afin de déterminer l'effet du 2- désoxy-glucose (2-DG : petite molécule utilisée dans le traitement médical du cancer) sur ces réactions métaboliques, on propose les données suivantes :

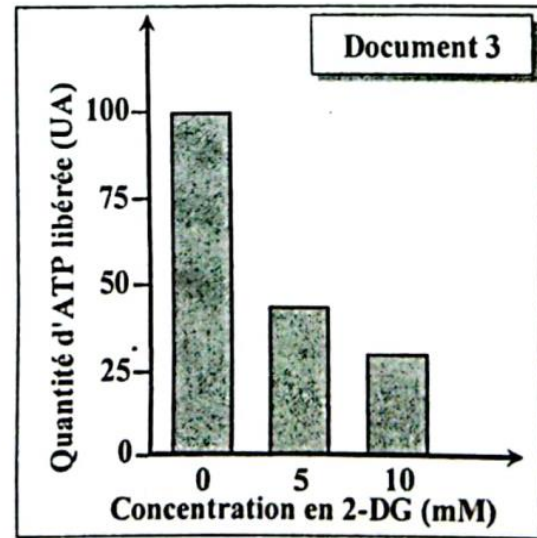
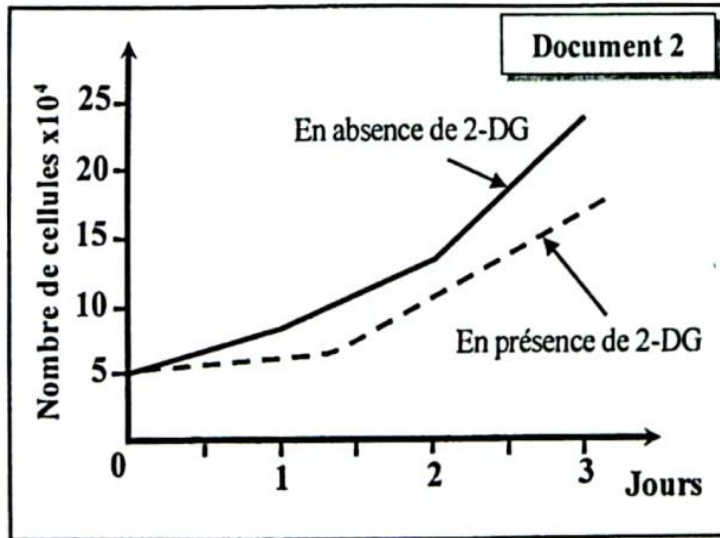
• Donnée 1 : Le document 1 présente l'ensemble des réactions métaboliques principales responsables de la synthèse de l'ATP en aérobiose au niveau cellulaire.



1. En vous basant sur le document 1, **déterminez** les produits de dégradation du glucose au niveau de l'hyaloplasme, puis **calculez** le bilan énergétique (le nombre de molécules d'ATP) de l'oxydation complète des deux molécules de pyruvate au niveau de la mitochondrie. (0,75 pt)

**NB :** Au cours de la phosphorylation oxydative, la réoxydation de 1(NADH, H<sup>+</sup>) libère 3ATP et la réoxydation de 1 FADH<sub>2</sub> libère 2 ATP.

• **Donnée 2 :** Les divisions des cellules normales se font d'une manière régulée, par contre chez les cellules cancéreuses les divisions se font d'une façon anarchique et continue. Pour déterminer l'effet du 2-DG sur les divisions des cellules cancéreuses, on cultive dans un milieu convenable des cellules issues d'un cancer du sein, en présence et en absence du 2-DG, puis on suit le nombre de cellules en culture au cours du temps. Le document 2 présente les résultats obtenus. On mesure par la suite, la quantité d'ATP libérée par la cellule cancéreuse en présence de différentes concentrations du 2-DG, les résultats obtenus sont présentés par le document 3.



2. En vous basant sur les documents 2 et 3 :

a. **Comparez** l'évolution du nombre des cellules cancéreuses en présence et en absence du 2-désoxy-glucose, puis **décrivez** la variation de la quantité d'ATP libérée en fonction de la concentration du 2- désoxy-glucose (2-DG). (0,5 pt)

b. **Proposez** une hypothèse expliquant l'effet du 2-désoxy-glucose lors du traitement médical du cancer. (0,5 pt)

• **Donnée 3 :** Pour déterminer le mécanisme d'action du 2-désoxy-glucose (2-DG), on mesure l'activité de l'enzyme **Hexokinase**, enzyme qui catalyse la réaction de transformation du glucose en glucose-Phosphate lors de la glycolyse (document 1), en présence et en absence de 2-DG. Le document 4 présente les résultats obtenus.

3. A partir du document 4, **comparez** l'activité de l'enzyme Hexokinase en présence et en absence du 2-désoxy-glucose, et en vous basant sur les données précédentes **expliquez** l'utilisation de la molécule 2-DG dans le traitement du cancer, puis **vérifiez** l'hypothèse déjà proposée. (1,25 pts)

| Document 4                           | En absence du 2-DG | En présence du 2-DG |
|--------------------------------------|--------------------|---------------------|
| Activité de l'enzyme Hexokinase (UA) | 1.1                | 0.37                |

Session rattrapage 2024

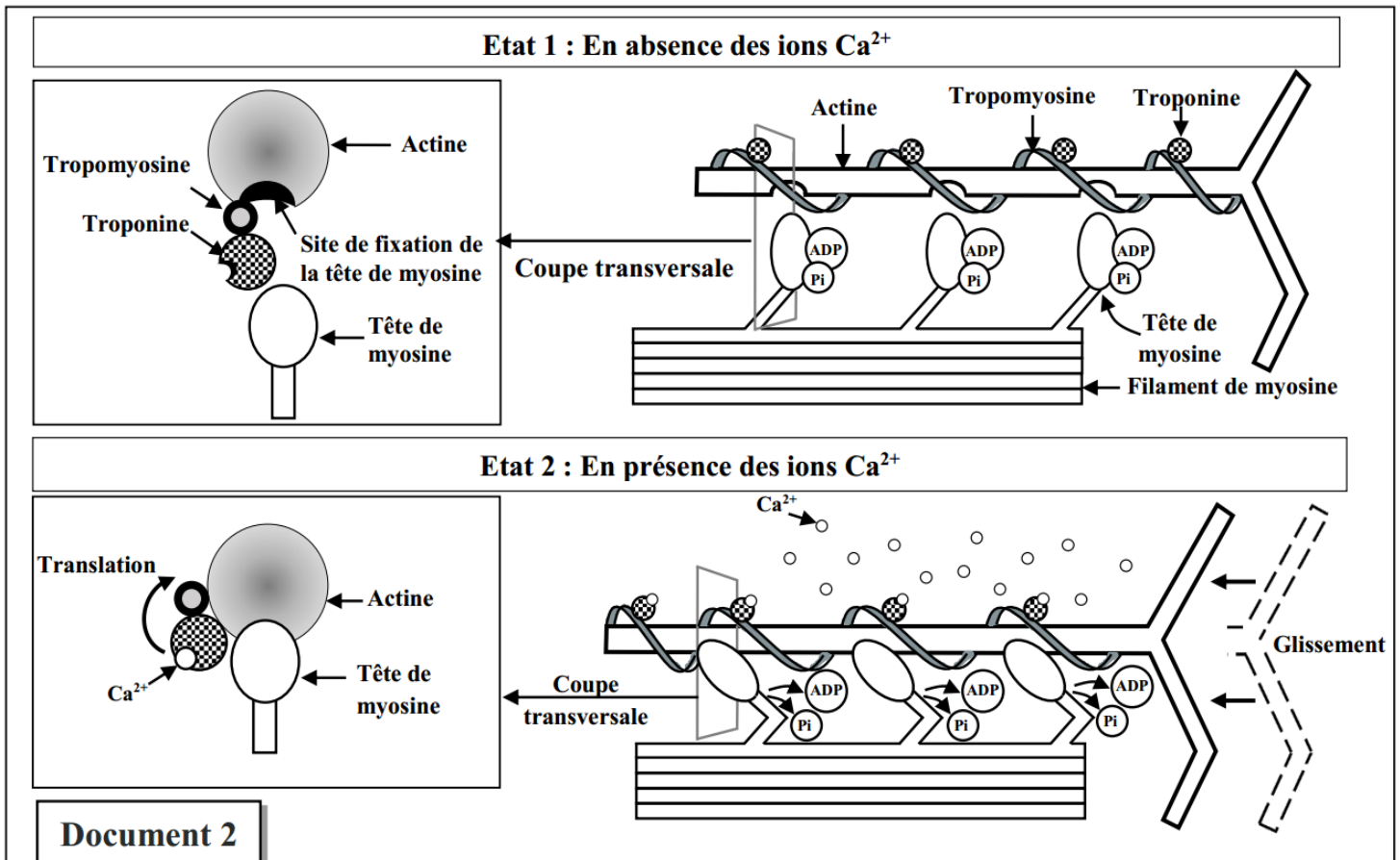
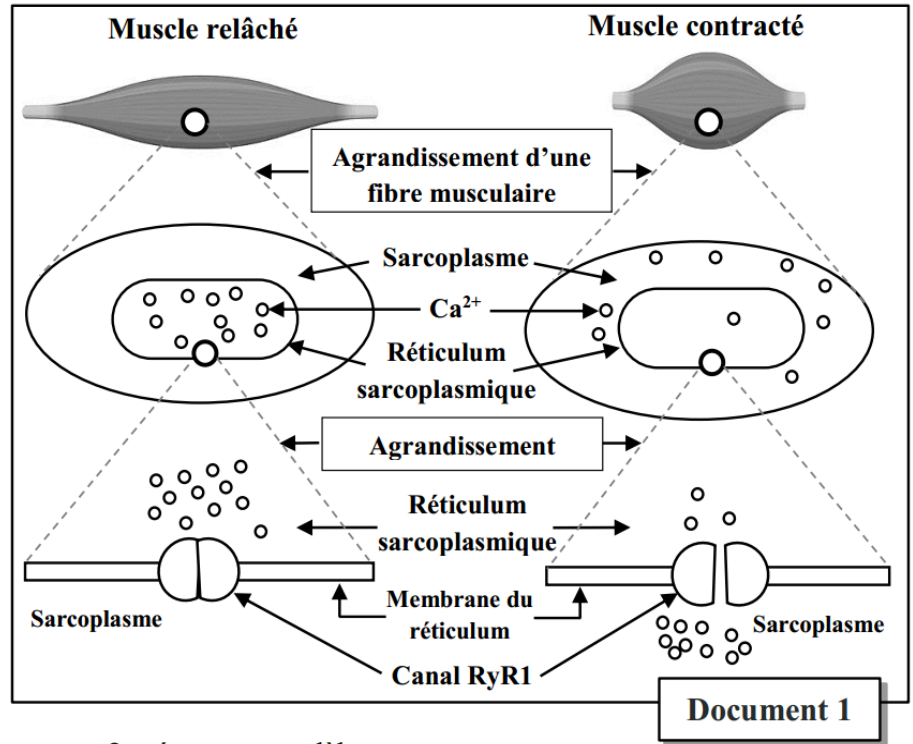
Dans le cadre de l'étude du rôle des ions calcium ( $Ca^{2+}$ ) dans la contraction musculaire, on propose l'étude d'une pathologie génétique appelée « *myopathie liée au RyR1* » dans laquelle les muscles ne fonctionnent pas de manière normale. Cette maladie se caractérise principalement par une contracture musculaire généralisée (contraction prolongée et douloureuse).

Afin de déterminer les manifestations et les causes de cette maladie, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1 :** Le document 1 présente deux schémas simplifiés montrant les modifications au niveau de la fibre musculaire lorsqu'elle passe de l'état de relâchement à l'état de contraction chez une personne saine.

1. A partir du document 1, **décrivez** la répartition des ions  $Ca^{2+}$  au niveau de la fibre musculaire à l'état relâché et à l'état contracté, puis **établissez** le lien entre l'état du canal RyR1, la répartition des ions  $Ca^{2+}$  et l'état du muscle. (1 pt)

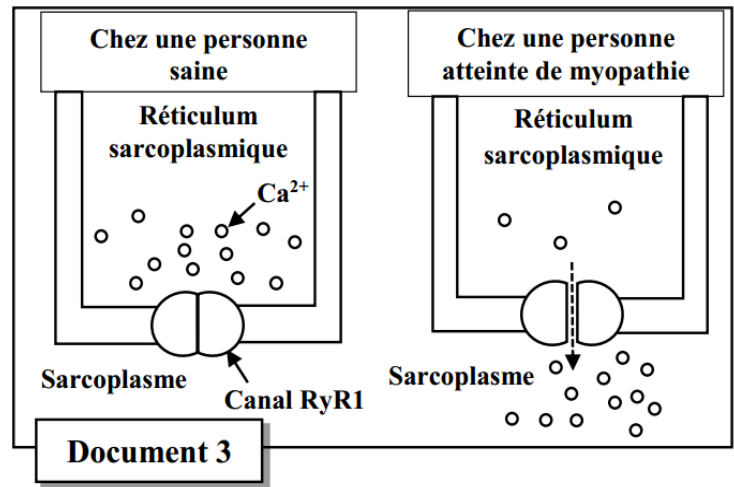
• **Donnée 2 :** Des études ont permis de construire un modèle explicatif du mode d'action du  $Ca^{2+}$  lors de la contraction musculaire au niveau de la myofibrille. Le document 2 présente ce modèle.



2. En vous basant sur les données du document 2, **expliquez** les modifications au niveau de la myofibrille en passant de l'état 1 à l'état 2, en **précisant** le rôle des ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans la contraction musculaire. (1 pt)

• **Donnée 3** : Le document 3 présente l'état du canal RyR1 **au repos** chez une personne saine et une personne atteinte de la myopathie liée au RyR1.

3. En vous basant sur le document 3, et les données précédentes, **comparez** l'état du canal RyR1 au repos chez la personne saine et la personne atteinte de la maladie, puis **expliquez** les contractures musculaires observées chez la personne atteinte de la myopathie liée au RyR1. (1 pt)



### Session normale 2025

La **sarcopénie** ou dystrophie musculaire liée à l'âge est caractérisée par la diminution progressive de la masse musculaire (dégénérescence musculaire) et la faiblesse musculaire. Elle apparaît chez les personnes âgées limitant ainsi leur mobilité. Des recherches récentes ont montré qu'on peut traiter ces symptômes par une hormone protéique appelée l'**apéline**. Pour expliquer l'effet de cette hormone sur le muscle, on propose les données suivantes :

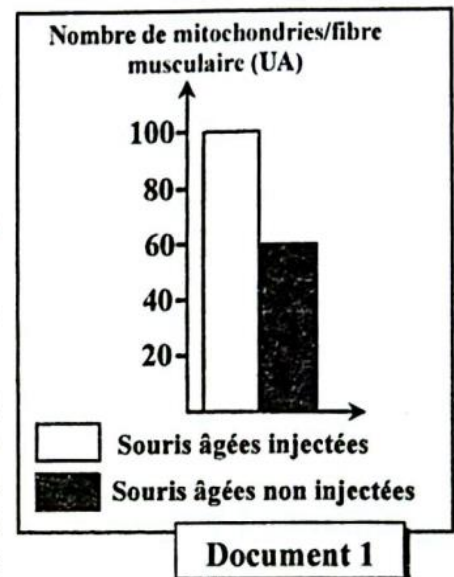
- **Donnée 1** : On a réalisé des expériences au laboratoire lors d'une étude chez deux lots de souris âgées :
  - Lot 1 : souris âgées injectées par l'apéline ;
  - Lot 2 : souris âgées non injectées par l'apéline.

Le document 1 présente le nombre de mitochondries au niveau de la fibre musculaire chez les deux lots de souris.

1. En vous basant sur le document 1 : (0,5 pt)

- Comparez le nombre de mitochondries dans la fibre musculaire chez les deux lots de souris.
- Montrez la relation entre l'injection de l'apéline et le nombre de mitochondries dans la fibre musculaire.

• **Donnée 2** : Pour étudier les effets de l'apéline sur le muscle, des chercheurs ont injecté cette hormone à des souris âgées pendant plusieurs jours et ils ont déterminé son action sur les enzymes du cycle de Krebs et de la membrane interne mitochondriale, ainsi que sur la consommation d' $\text{O}_2$  et la production d'ATP. Le document 2 présente les résultats obtenus avant et après l'injection. Le document 3 présente les sites d'action de l'apéline au niveau mitochondrial.

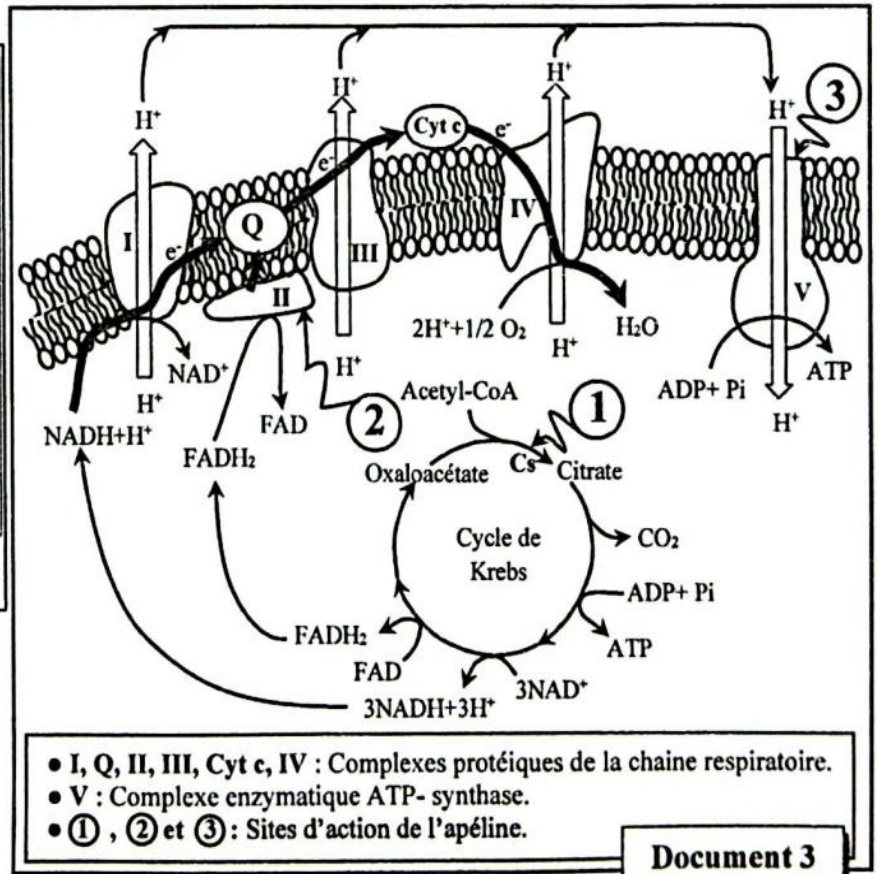


|   | Souris âgées avant l'injection | Souris âgées après l'injection |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Activité de l'enzyme Citrate Synthase (Cs)    | +                              | +++                            |
| Activité du complexe II                       | +                              | +++                            |
| Activité du complexe V                        | +                              | +++                            |
| Consommation d'O <sub>2</sub> en (p.mol/s.mg) | 0.18                           | 0.28                           |
| Production d'ATP                              | +                              | +++                            |

+ : Faible      +++ : Forte

**Document 2**

2. En vous basant sur les documents 2 et 3, expliquez l'effet de l'apéline sur la consommation de dioxygène et la production de l'ATP chez les souris âgées après l'injection par l'apéline. (0,75 pt)



**Document 3**

● **Donnée 3** : La faiblesse musculaire est liée à la quantité de myosine musculaire. Le document 4 présente la quantité de la myosine et la force de la contraction des muscles des souris âgées avant et après l'injection de l'apéline.

| Document 4                                 | Souris âgées avant l'injection de l'apéline | Souris âgées après l'injection de l'apéline |
|--|---|---|
| Quantité de la myosine dans le muscle (UA) | 35  | 90  |
| Force de la contraction musculaire (UA).   | 0.8   | 1   |

3. En vous basant sur les données du document 4, comparez les résultats obtenus chez les souris âgées avant et après l'injection de l'apéline, puis déduisez l'effet de l'apéline sur la force de la contraction musculaire. (1 pt)

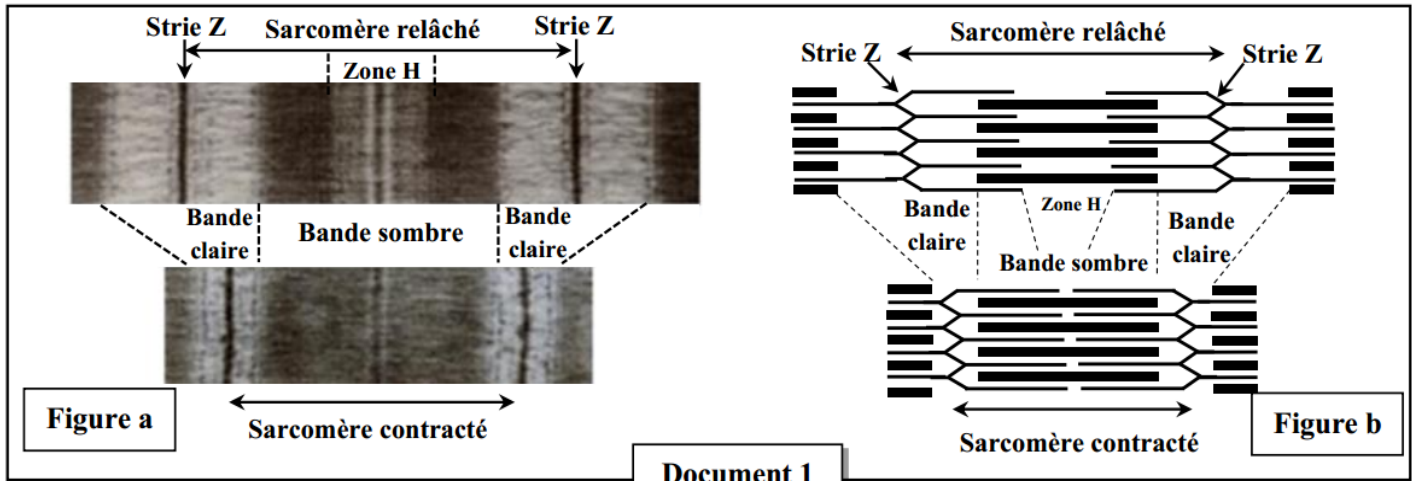
4. En vous basant sur les données précédentes, montrez les rôles de l'apéline dans le traitement de la sarcopénie. (0,75pt)

**Session rattrapage 2025**

Dans le cadre de l'étude de quelques aspects du mécanisme de la contraction musculaire, on propose les données suivantes :

● **Donnée 1** : Pour expliquer le mécanisme de la contraction musculaire, **Hugh Huxley** et ses collaborateurs en 1954, proposaient l'hypothèse suivante : *La contraction musculaire est le résultat du glissement des filaments d'actine par rapport aux filaments de myosine.*

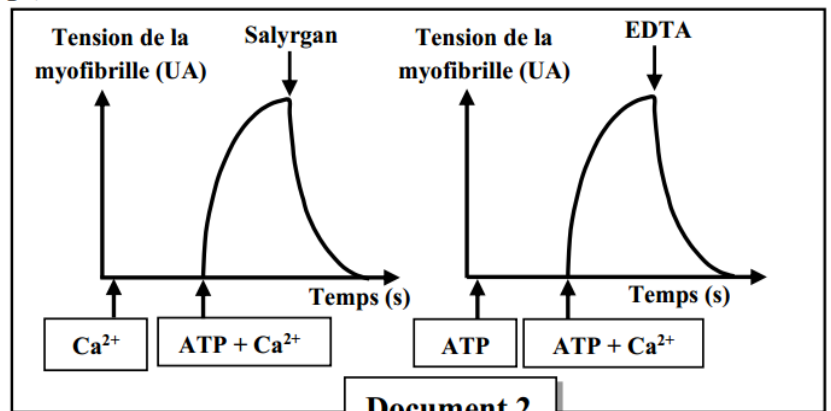
Pour vérifier cette hypothèse, des chercheurs ont fixé dans une solution de glycérine, deux sarcomères, l'un à l'état relâché et l'autre à l'état contracté. Le document 1 présente la photographie de l'observation microscopique de ces deux sarcomères (figure a) et un schéma simplifié de cette observation (figure b).



Document 1

1. En vous basant sur le document 1, **dégagez** deux modifications structurales qu'a subi le sarcomère lors du passage de l'état relâché à l'état contracté. (0,5 pt)

• **Donnée 2 :** Afin de déterminer les conditions nécessaires à la contraction musculaire, on isole des myofibrilles et on les place dans un milieu approprié puis on mesure la tension de ces myofibrilles avant et après l'ajout de **Salyrgan** (substance qui bloque l'hydrolyse de l'ATP) et d'**EDTA** (chélateur qui fixe les ions  $Ca^{2+}$  et inhibe leur action). Le document 2 présente les résultats obtenus.



Document 2

2. En vous basant sur le document 2, **décrivez** les résultats obtenus, puis **déduisez** les conditions nécessaires à la contraction musculaire. (0,75 pt)

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

| Milieux  | Début de l'expérience                                       | Fin de l'expérience  |
|----------|---|--|
| Milieu 1 | Filaments de myosine + ATP + $Ca^{2+}$                      | Filaments de myosine + ATP + $Ca^{2+}$ + une faible quantité d'ADP et de $P_i$ |
| Milieu 2 | Filaments d'actine + ATP + $Ca^{2+}$                        | Filaments d'actine + ATP + $Ca^{2+}$   |
| Milieu 3 | Filaments de myosine + filaments d'actine + ATP + $Ca^{2+}$ | Complexes actomyosine + $Ca^{2+}$ + une grande quantité d'ADP et de $P_i$      |

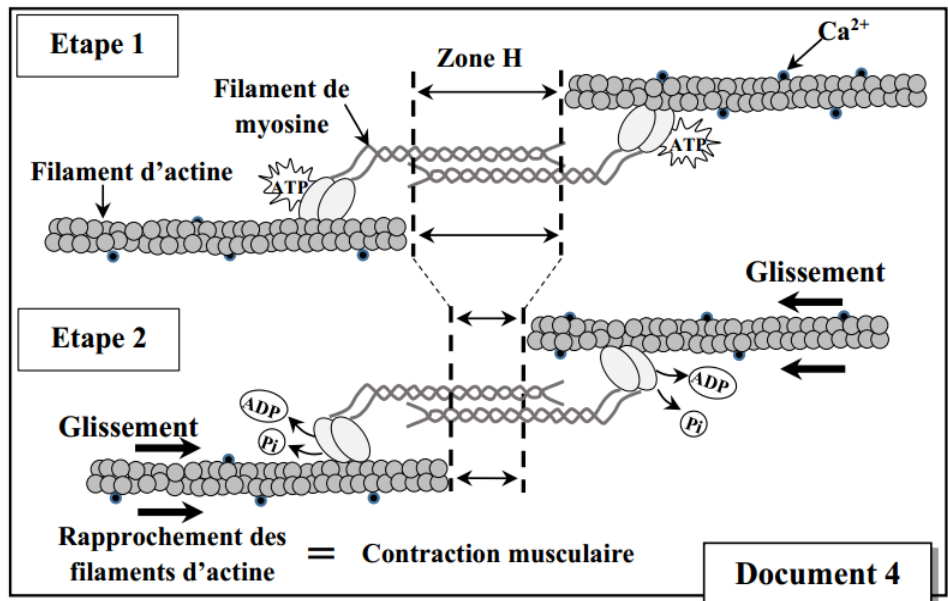
Document 3

3. A partir du document 3, **décrivez** les résultats de l'expérience, puis **déterminez** la condition nécessaire à l'hydrolyse de l'ATP. (1pt)

• **Donnée 4** : Le document 4 présente un modèle explicatif du mécanisme de la contraction musculaire proposé par Hugh Huxley et ses collaborateurs.

4. En vous basant sur le document 4, les données précédentes, **résumez** l'enchaînement des événements conduisant à la contraction musculaire suite à une excitation, puis **vérifiez** l'hypothèse formulée par Hugh Huxley et ses collaborateurs. (0,75pt)

**NB** : Les ions  $Ca^{2+}$  sont stockés dans le réticulum sarcoplasmique et libérés suite à une excitation efficace du muscle.



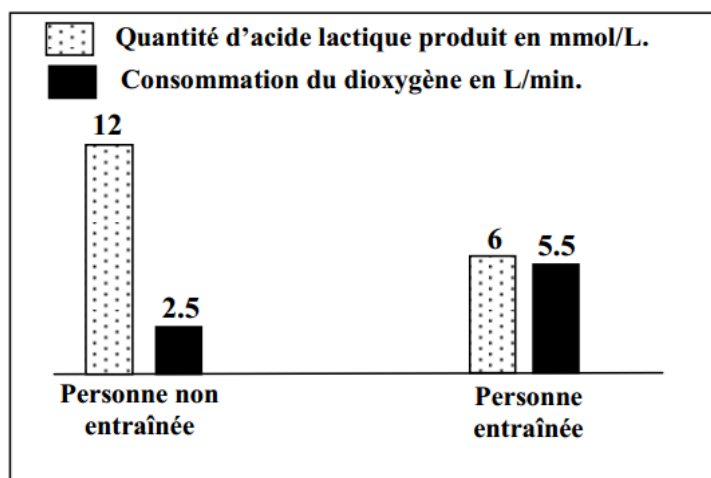
## OPTION : PC

## Session normale 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 1Document 2

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

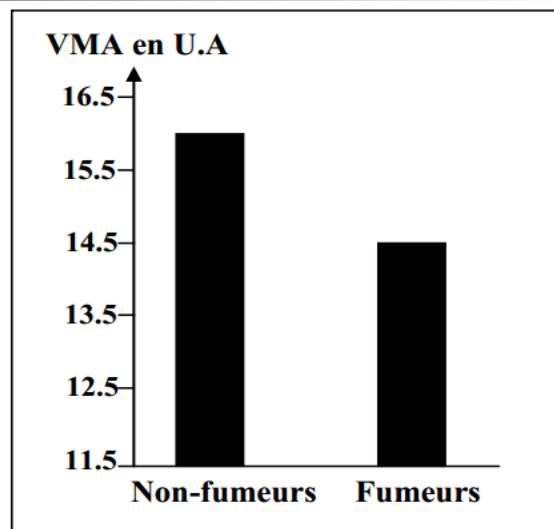
1. En **exploitant** les données des documents 1 et 2, **expliquez** l'augmentation de la fatigabilité observée chez la personne non entraînée. (1 pt)

- 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)

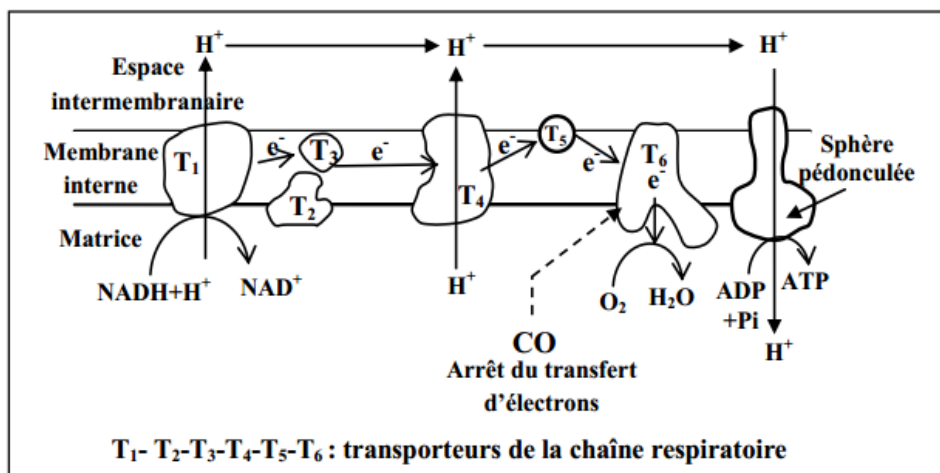
• La fumée de la cigarette contient le monoxyde de carbone (CO) qui se fixe sur le même site de fixation du dioxygène au niveau de l'hémoglobine. Le document 4 présente les résultats de mesure de la quantité du monoxyde de carbone transporté dans le sang et la quantité du dioxygène fixé sur l'hémoglobine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

**Document 4**

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)

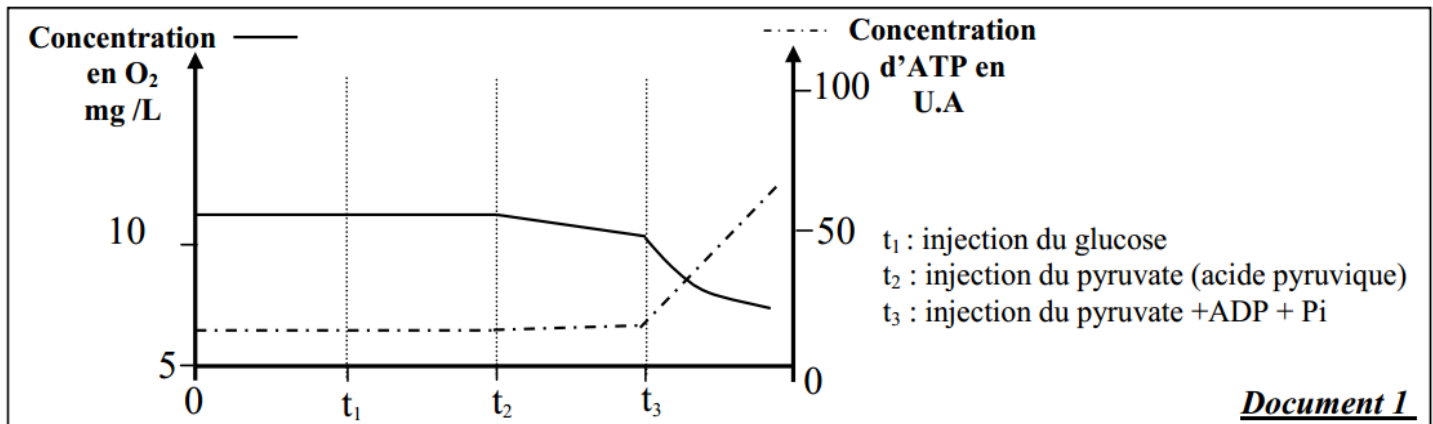
|  | Avant l'effort musculaire | Après l'effort musculaire |          |
|--|---------------------------|---------------------------|----------|
|  |                           | Non-fumeurs               | fumeurs  |
| L'acide lactique au niveau du sang veineux | 50 mg/L                   | 150 mg/L 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

**Document 6**

## Session rattrapage 2016

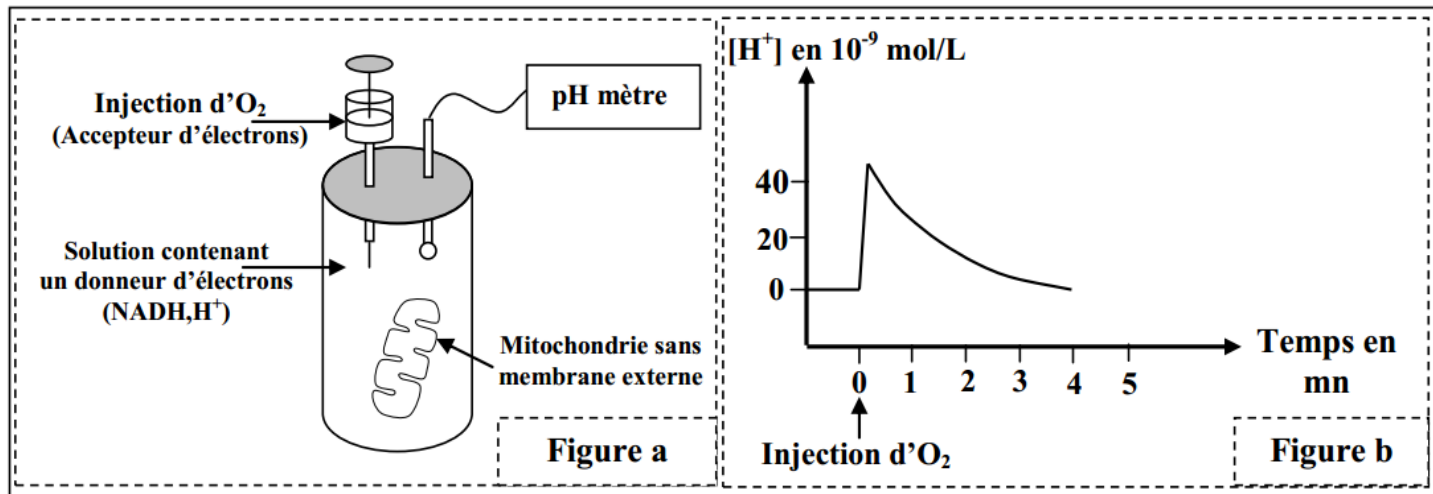
Pour déterminer la relation entre les réactions qui aboutissent à la consommation du dioxygène et à la production de l'ATP au niveau de la mitochondrie, on propose les données expérimentales suivantes :

• **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.



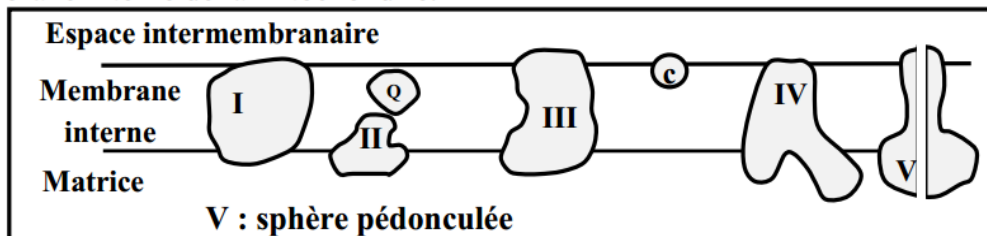
1. **Décrivez** les données du document 1, puis **déduisez** la relation entre la consommation du dioxygène et la production d'ATP au niveau de la mitochondrie. (1pt)

• **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.



**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.

|            | 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 $H_2O$ |

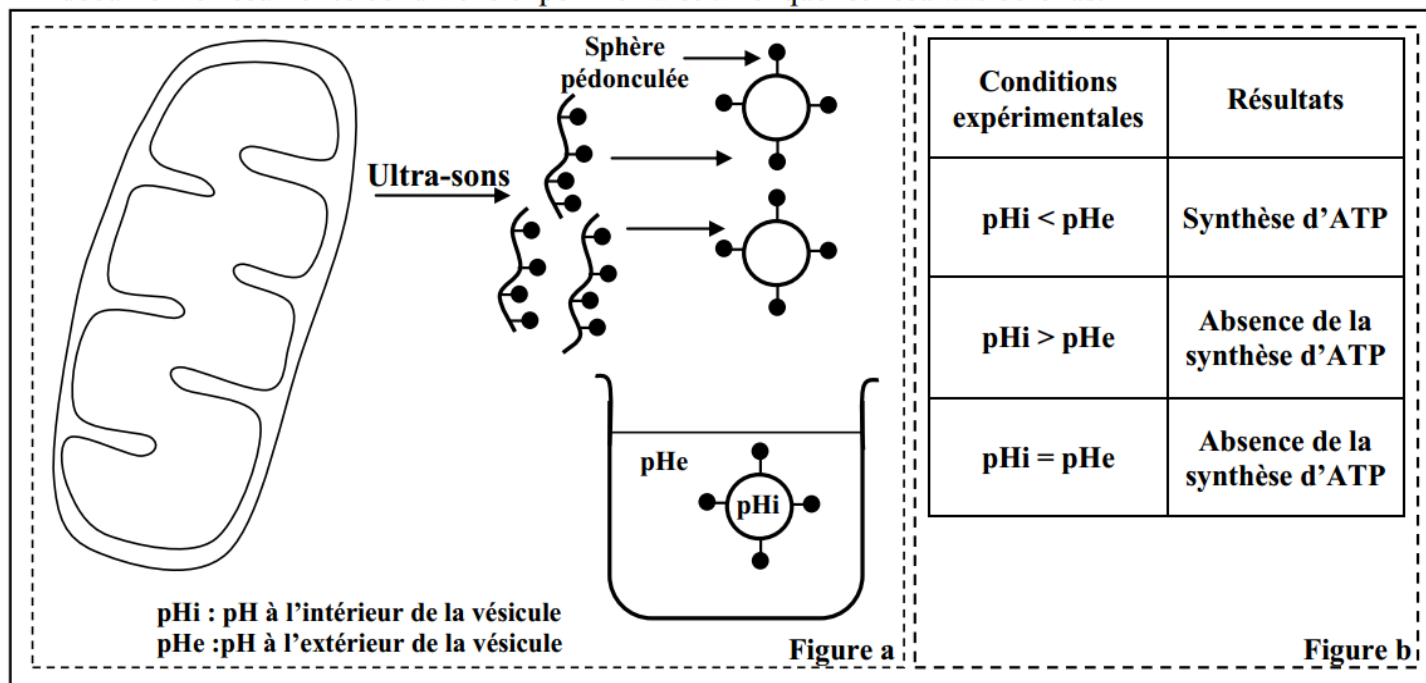
**Document 4**

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)

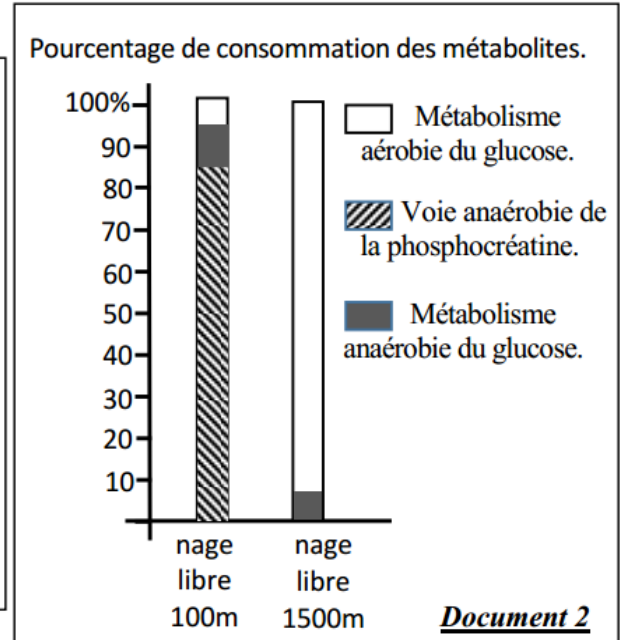
Session rattrapage 2017

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 | 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 |

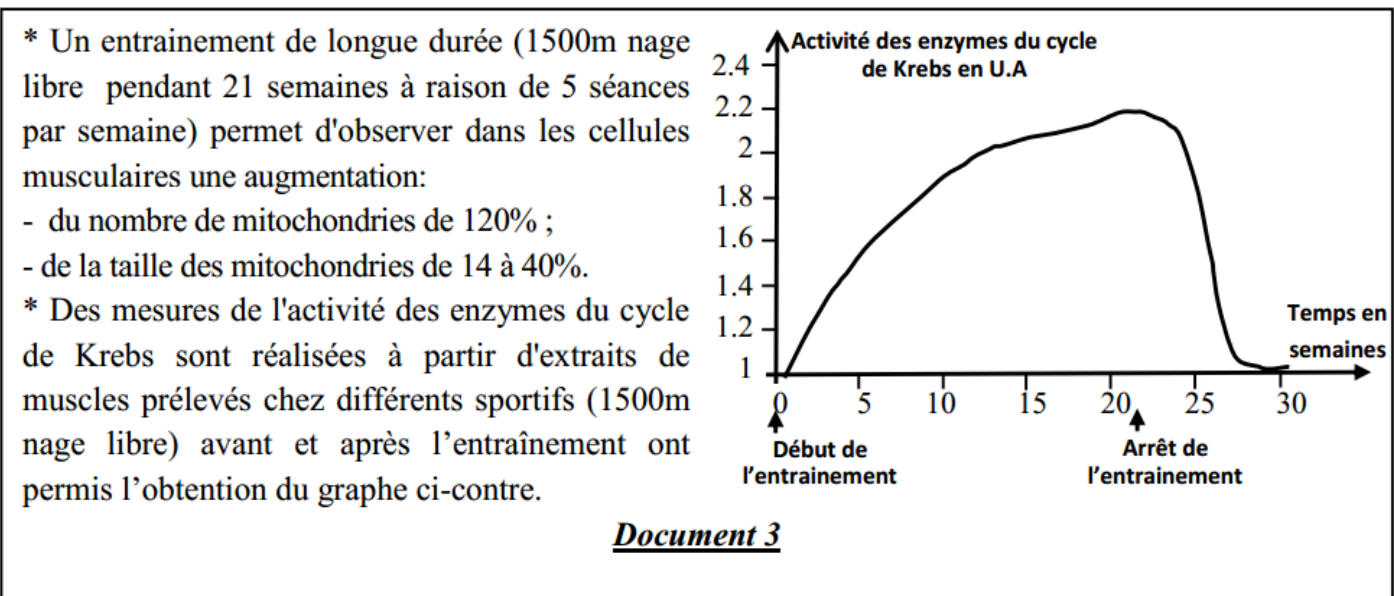
**Document 1**



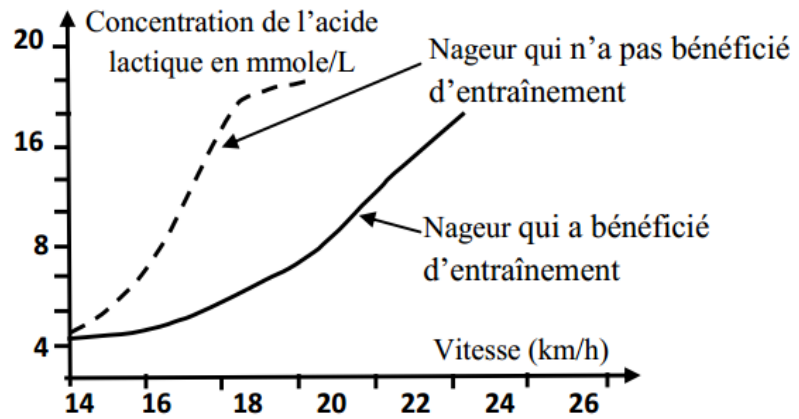
1-a. A partir du document 1, **déterminez** les variations de la concentration des métabolites chez les deux nageurs après l'effort musculaire. (1 pt)

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.



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 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 :

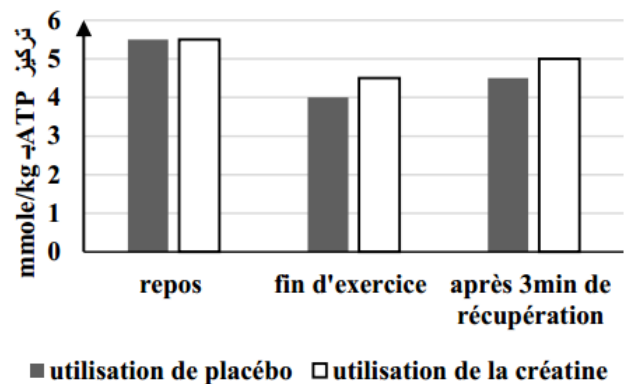


Figure b

#### 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)

## Session rattrapage 2018

Le vieillissement de la population est un phénomène universel due à l'amélioration des conditions de vie. Cependant, l'avancée en âge s'accompagne d'une diminution de la masse et de la fonction des muscles, qui peut être liée à une maladie appelée sarcopénie.

Pour déterminer les causes responsables de la sarcopénie évolutive avec l'âge, on propose les données suivantes :

Le document 1 présente les résultats de mesure de certaines caractéristiques du muscle squelettique strié en fonction de l'âge.

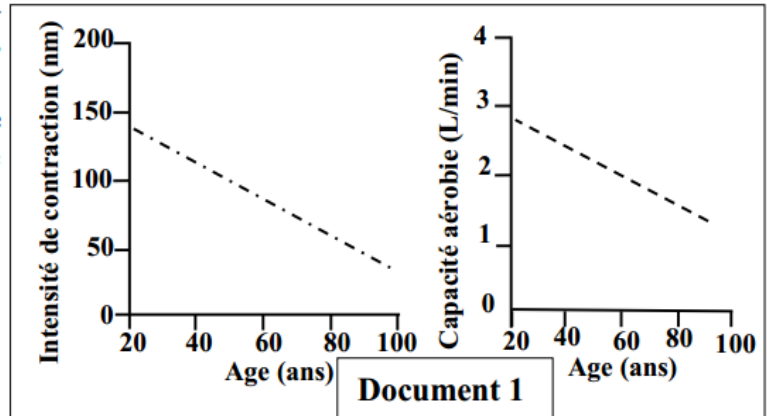
1. En vous **basant** sur le document 1 **décrivez** les variations subies par le muscle squelettique strié en fonction de l'âge. (1pt)

Pour expliquer ces variations on suggère les deux hypothèses suivantes :

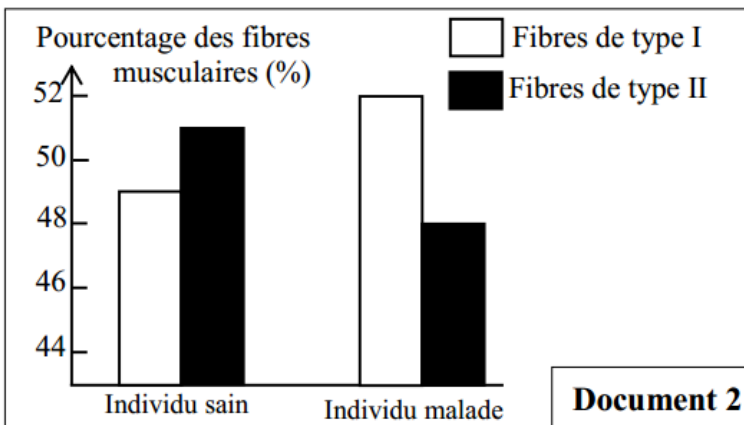
**Hypothèse 1:** La variation de l'intensité de la contraction musculaire est liée à un faible pourcentage des fibres musculaires de type II par rapport au pourcentage des fibres de type I.

**Hypothèse 2:** La variation de la capacité aérobie est due à la diminution du nombre de mitochondries.

Pour vérifier ces deux hypothèses nous proposons les documents 2 et 3.



**Remarque :** La capacité aérobie désigne la capacité métabolique des mitochondries à oxyder les glucides et produire de l'ATP.



| Type de fibres           | Fibres de Type I | Fibres de Type II |
|--------------------------|------------------|-------------------|
| Caractéristiques         |                  |                   |
| Intensité de contraction | +                | ++++              |
| Résistance à la fatigue  | ++++             | +                 |
| Nombre de mitochondries  | ++++             | +                 |

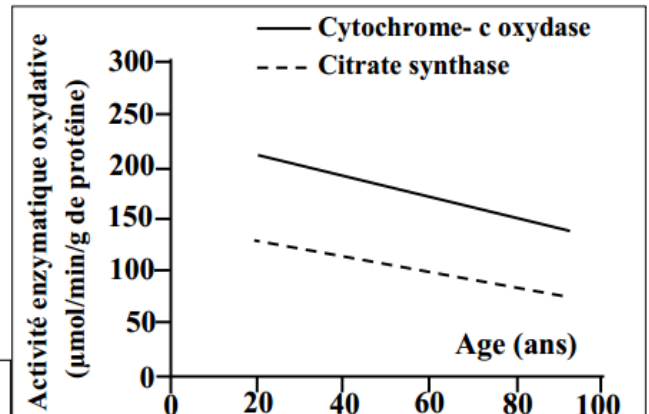
+ : indique l'importance de chaque caractéristique

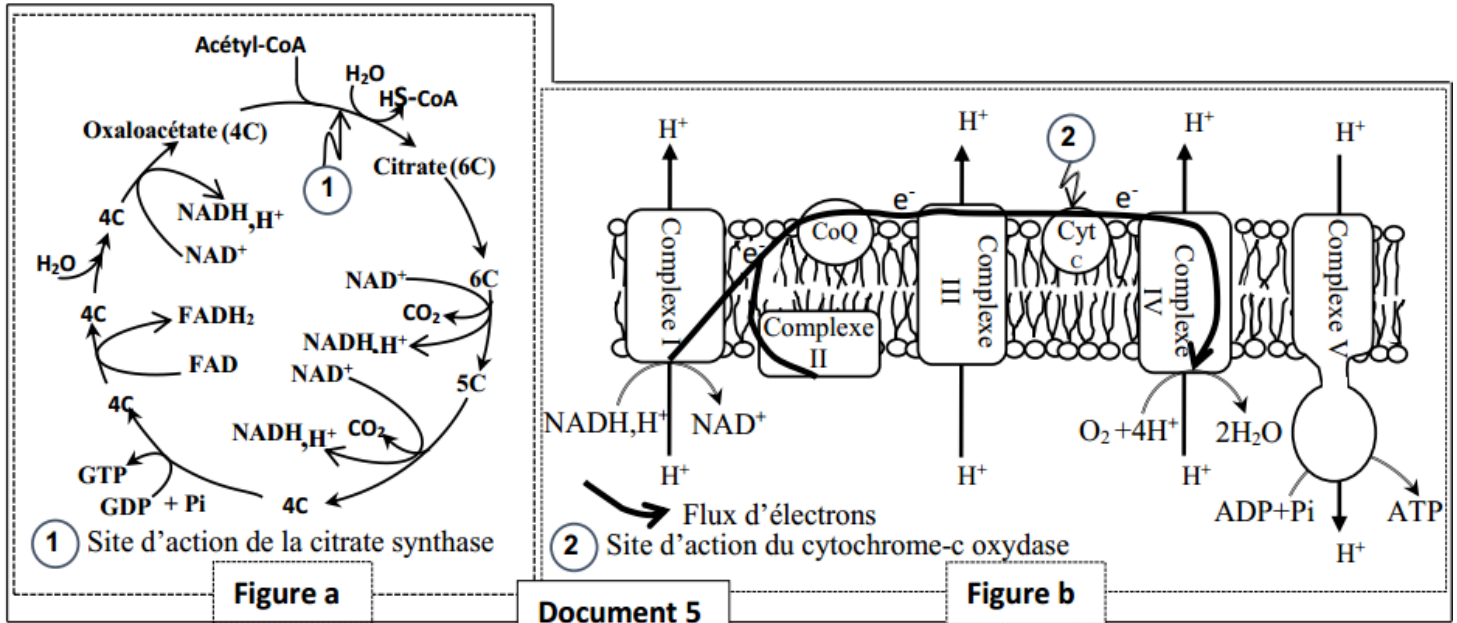
2. En vous **basant** sur les documents 2 et 3 **vérifiez** les deux hypothèses. **Justifiez** votre réponse. (1.5pts)

Pour expliquer les causes des variations de la capacité aérobie chez les malades de sarcopénie, des mesures de l'activité enzymatique du *cytochrome - c oxydase* et du *citrate synthase* ont été effectuées au niveau du muscle squelettique strié en fonction de l'âge.

Le document 4 présente les résultats obtenus et le document 5 illustre les sites d'actions des deux enzymes.

Document 4

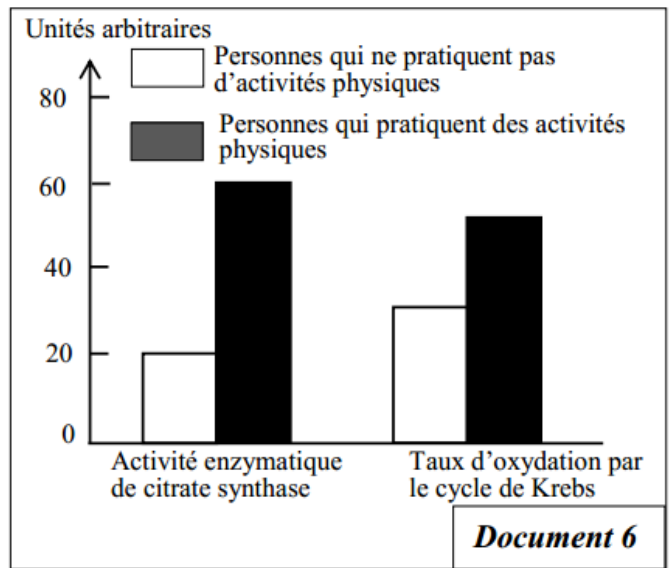




3. A partir des documents 4, 5 et de vos connaissances expliquez la diminution de la production d'ATP chez l'individu atteint de sarcopénie. (1.5pts)

Pour traiter la sarcopénie, les kinésithérapeutes utilisent un programme adéquat d'activités physiques (le sport). Pour déterminer l'effet de l'activité physique sur la fonction des mitochondries on propose le document 6 qui présente l'activité de la citrate synthase et le taux d'oxydation des métabolites par le cycle de Krebs chez des personnes qui pratiquent de l'activité physique et des personnes qui ne pratiquent pas d'activités physiques.

4. A partir de votre réponse à la question 3 et du document 6, déterminez le rôle de l'activité physique dans le traitement médical de la sarcopénie. (1pt)



### Session normale 2019

Afin d'étudier la relation entre les réactions responsables de la consommation d'oxygène et la libération d'énergie au niveau du muscle, on suggère les données suivantes :

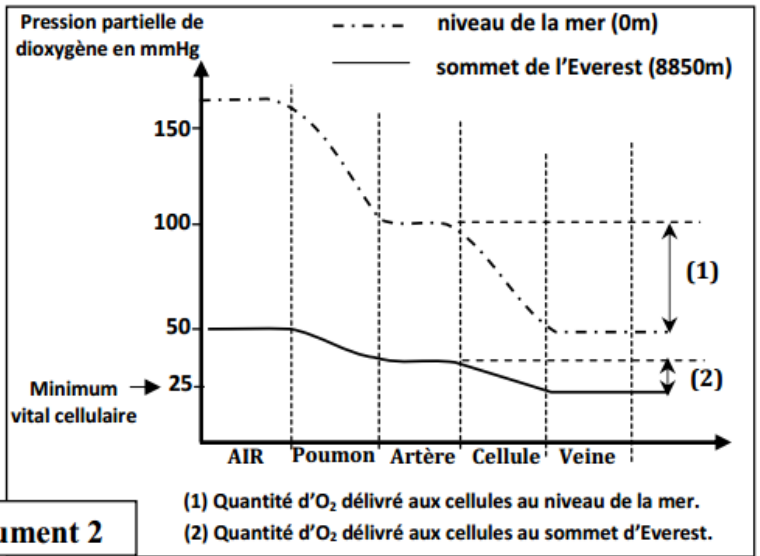
Lors des compétitions dans les zones de haute altitude, les performances physiques des athlètes exerçant dans les zones de basse altitude s'affaiblissent. Afin de déterminer les causes de cette baisse de rendement physique, une étude a été réalisée pour suivre l'évolution des records de marathon en fonction de l'altitude par rapport au niveau de la mer. Le tableau du document 1 montre les résultats obtenus.

| Document 1                                      | Marathon de Rabat (Maroc) | Marathon de Colorado (USA) | Marathon de Mixico (Mixique) | Marathon de La Paz (Boulvie) |
|---|---------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Altitude par rapport au niveau de la mer (en m) | 29                        | 1823                       | 2240                         | 3658                         |
| La pression partielle de $\text{O}_2$ (en mmHg) | 159                       | 125                        | 110                          | 97                           |
| Le record enregistré                            | 2h :10min : 36s           | 2h :18min : 06s            | 2h :19min : 24s              | 2h :26min : 00s              |

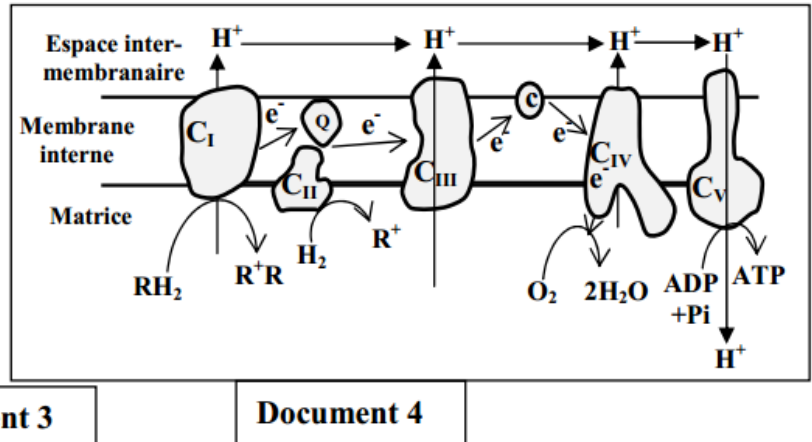
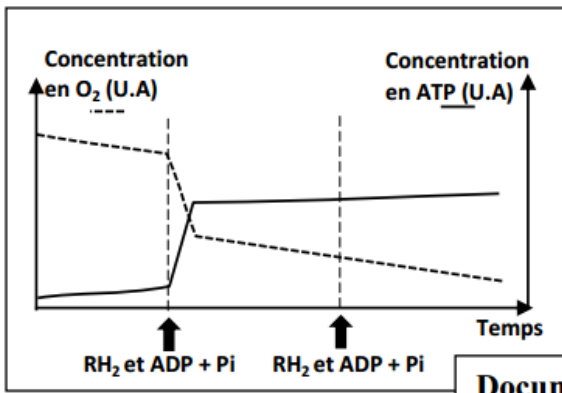
1. En vous basant sur le document 1, Décrivez les variations des records enregistrés en fonction d'altitude. (0.5pt)

Pour illustrer la relation entre l'altitude et la baisse de rendement physique des athlètes du marathon, on propose le document 2 qui présente l'effet de l'altitude sur la quantité de dioxygène qui approvisionne les cellules.

2. En vous basant sur les documents 1 et 2 proposez une hypothèse pour expliquer la relation entre l'altitude et la baisse de rendement physique des athlètes du marathon. (0.5pt)



Pour déterminer le rôle du dioxygène dans les réactions respiratoires responsables de la production d'énergie cellulaire (ATP), on réalise l'expérience suivante : une suspension mitochondriale a été placée dans un milieu riche en dioxygène avec addition de composés réduits (RH<sub>2</sub>), ADP et Pi. Le suivi de l'évolution de la quantité de dioxygène et d'ATP dans le milieu a permis d'enregistrer les résultats représentés dans le document 3. Le document 4 montre la chaîne respiratoire responsable de la production d'ATP au niveau de la membrane mitochondriale interne.



3. En vous basant sur les documents 3 et 4, montrez la relation entre le dioxygène et la production d'énergie cellulaire (ATP). (1.25pts)

4. En vous basant sur ce qui précède, vérifiez l'hypothèse proposée dans votre réponse à la question 2. (0.75pt)

Pour surmonter la baisse de rendement physique des athlètes lors de la participation aux compétitions sportives dans les hautes altitudes, les préparateurs physiques des athlètes ont recours à l'entraînement dans les régions de hautes altitudes pendant les trois semaines qui précèdent les compétitions. Le document 5 présente les résultats des analyses effectuées chez un athlète avant et après des entraînements dans la région de La Paz en Bolivie.

| Les variables   | Avant l'entraînement dans la région de de La Paz en Bolivie | Après l'entraînement dans la région de de La Paz en Bolivie |
|---|---|---|
| Nombre de globules rouges par mm <sup>3</sup> du sang | 4.58 10 <sup>6</sup>  | 5.17 10 <sup>6</sup>  |
| Nombre de globules blancs par mm <sup>3</sup> du sang | 7400  | 8400  |
| Quantité d'hémoglobine dans 100 ml du sang            | 13.5g   | 15.9g   |

**NB :** L'hémoglobine est une protéine présente dans les globules rouges et qui joue un rôle important dans le transfert de l'oxygène aux cellules du corps.

**Document 5**

- 5. a- Comparez** les variables indiqués dans le document 5 chez l'athlète avant et après l'entraînement dans la région de de La Paz en Bolivie. (0.5pt)
- 5. b- En vous basant** sur vos connaissances et les données précédentes, **expliquez** l'impact de l'entraînement dans les zones de haute altitude sur le rendement physique des athlètes. (1.5pts)

### Session rattrapage 2019

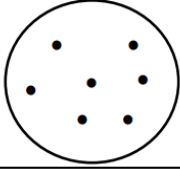
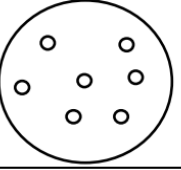
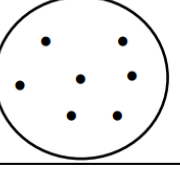
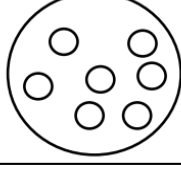
L'ATP est un intermédiaire métabolique indispensable pour toutes activités cellulaires. Les cellules vivantes régénèrent leur ATP par oxydation des molécules organiques en adoptant des voies métaboliques différentes. Afin d'expliquer la différence de la taille des colonies chez deux souches de levure de boulangerie P et G (*Saccharomyces cerevisiae*) et sa relation avec la voie métabolique adoptée on propose les données suivantes :

Dans deux boîtes de Pétri identiques, on cultive les deux souches de levures sur un milieu gélosé complet contenant notamment 5 % de glucose et abondamment oxygéné. Les cultures sont placées à une température constante. Le document 1 montre l'aspect des colonies des levures au début et à la fin de cette culture.

1. sachant qu'une colonie est le résultat de la multiplication des cellules :

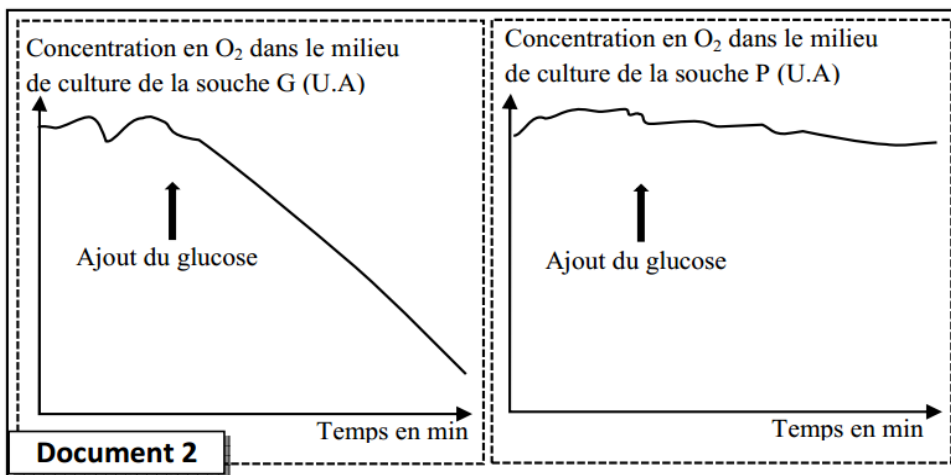
**a. Comparez** les résultats à la fin de culture (document 1) pour les deux souches de levures P et G. (0.5 pt)

**b. Proposez** une hypothèse pour expliquer la différence observée au niveau des colonies des souches P et G. (0.5 pt)

|                 | L'aspect des colonies de levures   |   |
|-----------------|--|---|
|                 | Début de culture   | Fin de culture  |
| <b>Souche P</b> |  |  |
| <b>Souche G</b> |  |  |

**Document 1**

Pour expliquer la différence observée et sa relation avec le métabolisme cellulaire, on cultive les deux souches P et G sur un milieu gélosé dépourvu de glucose et abondamment oxygéné placé à une température constante, puis on mesure la variation de la concentration de dioxygène avant et après l'ajout de la même quantité de glucose dans le milieu de culture.



Les résultats obtenus sont représentés dans le document 2. Une observation des deux souches de levures au microscope électronique à la fin de cette expérience a permis d'obtenir les résultats présentés par le document 3.

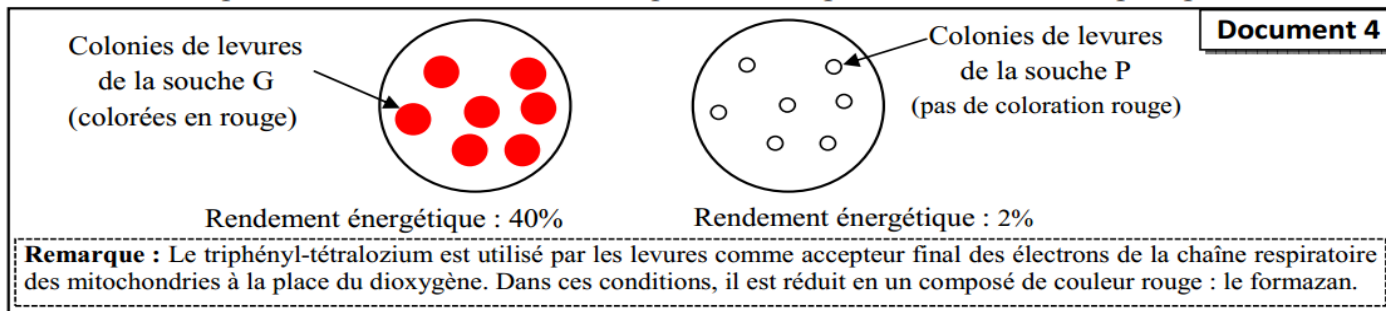
|                          | Levure G               | Levure P                  |
|--------------------------|------------------------|---------------------------|
| Nombre de Mitochondries  | environ 15 par cellule | environ 4 à 5 par cellule |
| Aspect des mitochondries |                        |                           |

Document 3

2. En exploitant les résultats présentés par les documents 2 et 3, déduisez la voie métabolique adoptée par chacune des deux souches de levure P et G. (1.5 pt)

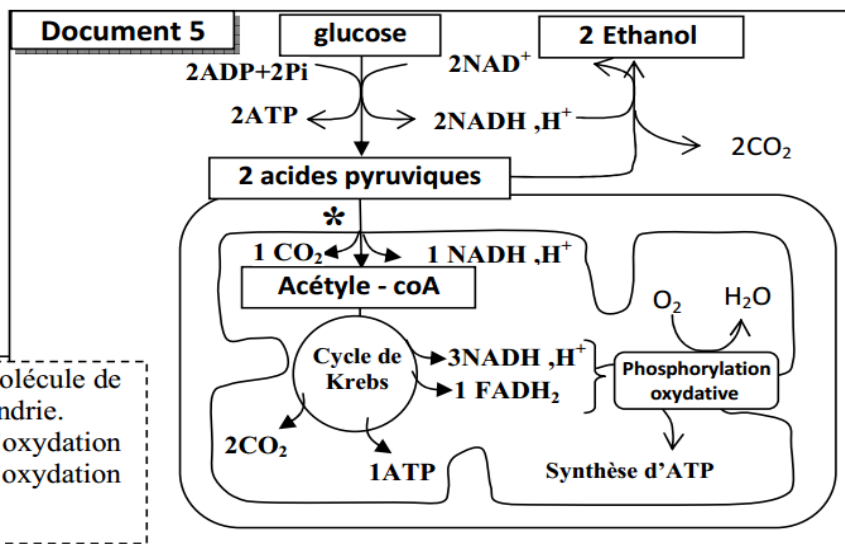
Pour comparer l'activité métabolique adoptée par chaque souche de levure, on applique le triphényl-tétraloziun sur chaque colonie des deux souches G et P. Parallèlement, on a mesuré la quantité d'ATP produite par les souches G et P et calculé le rendement énergétique respectif pour chacune de deux souches. Le document 4 présente les résultats obtenus.

Le document 5 représente les deux voies métaboliques utilisées par les souches P et G pour produire l'ATP.



3. En utilisant les données des documents 4 et 5 expliquez la différence du rendement énergétique observée chez les deux souches P et G. (1.5 pt)

4. En mettant en lien la taille des colonies, la structure cellulaire et la voie métabolique adoptée, vérifiez votre hypothèse. (1pt)

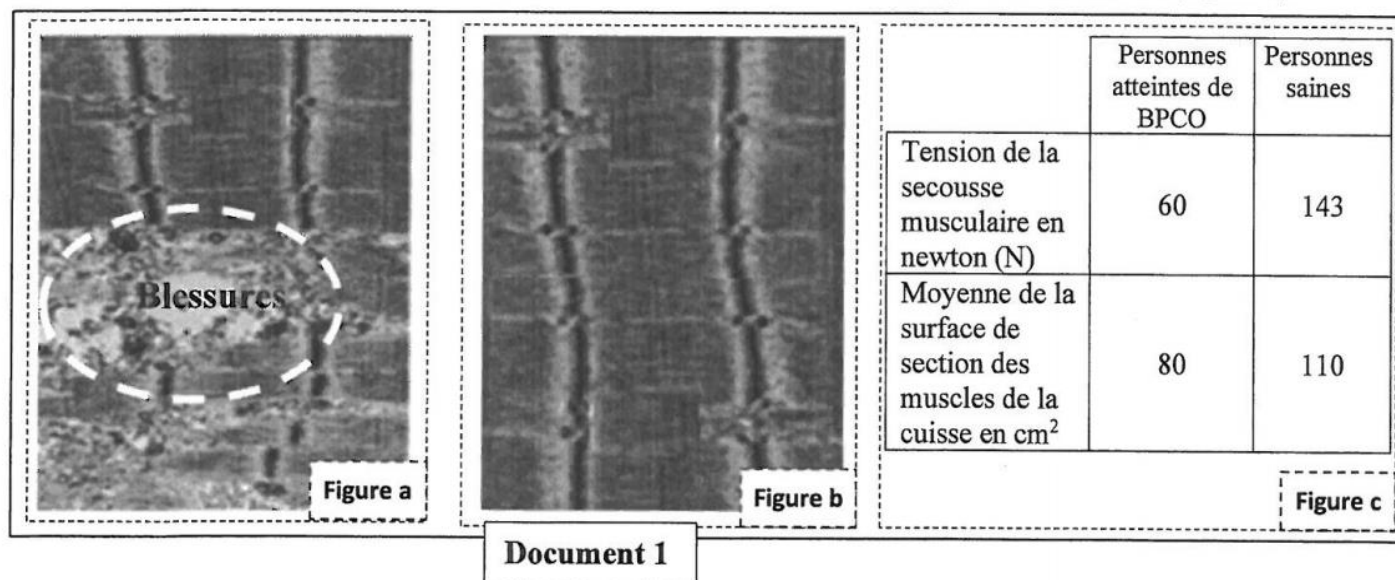


\*bilan de consommation d'une molécule de pyruvate au niveau de la mitochondrie. Au niveau de la mitochondrie, l'oxydation de 1NADH,H<sup>+</sup> donne 3ATP et l'oxydation de 1FDH<sub>2</sub> donne 2ATP.

## Session normale 2020

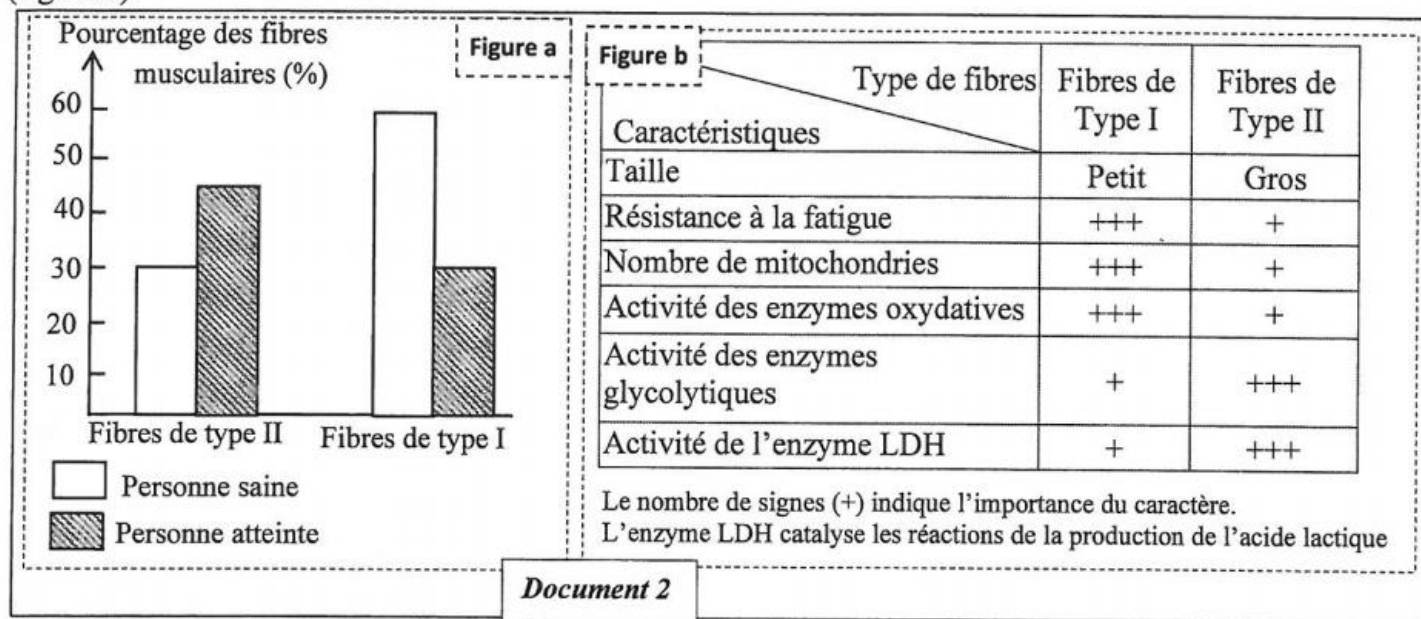
Les personnes atteintes d'une maladie pulmonaire appelée BPCO (Bronchopneumopathie chronique obstructive) souffrent d'un dysfonctionnement grave de certaines fonctions physiologiques du corps. La détérioration de la fonction musculaire est considérée l'un des symptômes courant de cette maladie. Pour connaître les manifestations et les causes de la détérioration de la fonction des muscles squelettiques striés chez les patients BPCO, on présente les données suivantes :

Le document 1 présente une observation microscopique des myofibrilles du quadriceps chez une personne atteinte de BPCO (figure a) et une personne saine (figure b) et les résultats de mesures de certaines caractéristiques musculaires chez les personnes atteintes de BPCO et les personnes saines (figure c).



1. En vous basant sur le document 1, relevez les manifestations de la détérioration observées au niveau des muscles squelettiques qui caractérisent les personnes atteintes de BPCO. (0.75pt)

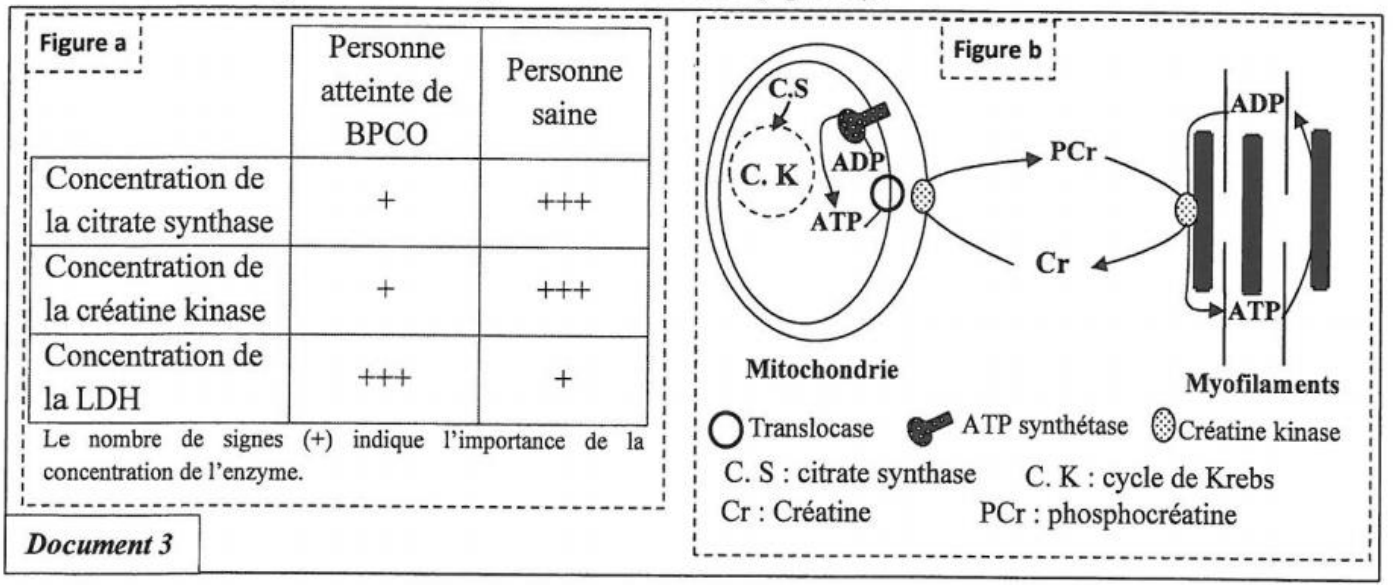
Afin de déterminer les causes de la faible activité musculaire chez les patients atteints de BPCO, on propose le document 2 qui présente les résultats d'une étude de la distribution des types de fibres musculaires chez une personne atteinte de BPCO et chez une personne saine (figure a) et certaines propriétés des fibres musculaires (figure b).



2. En exploitant le document 2, comparez la distribution des types de fibres musculaires entre la personne atteinte de BPCO et la personne saine et déduisez, en justifiant votre réponse, la voie métabolique dominante adoptée pour la production de l'énergie au niveau des muscles de la personne atteinte de BPCO. (1.75pts)

3. En vous basant sur ce qui précède et vos connaissances, expliquez la faible activité musculaire chez la personne atteinte de BPCO. (1pt)

La LDH, la créatine kinase et la citrate synthase sont des enzymes qui jouent un rôle clé dans la production de l'énergie au niveau des muscles. Le document 3 présente les résultats de mesure de la concentration de ces enzymes chez une personne saine et une personne atteinte de BPCO (figure a) ainsi que le rôle de la créatine kinase et de la citrate synthase dans la production de l'ATP (figure b).



Document 3

4. En exploitant le document 3, expliquez la dominance de la voie métabolique, déterminée dans votre réponse à la question 2, chez les personnes atteintes de BPCO. (2pts)

Pour améliorer la fonction des muscles squelettiques striés, les personnes atteintes de BPCO subissent des entraînements spéciaux. Le document 4 montre les mesures de certains caractères du muscle quadriceps chez des patients atteints de BPCO avant et après un entraînement durant quatre semaines.

| Document 4                                      | Avant l'entraînement | Après l'entraînement |
|---|----------------------|----------------------|
| Tension de la secousse musculaire en newton (N) | 60                   | 67                   |
| Activité de la créatine kinase                  | +                    | +++                  |
| Activité de la citrate synthase                 | +                    | +++                  |
| Production de l'acide lactique                  | +++                  | +                    |
| Consommation d'oxygène                          | +                    | +++                  |

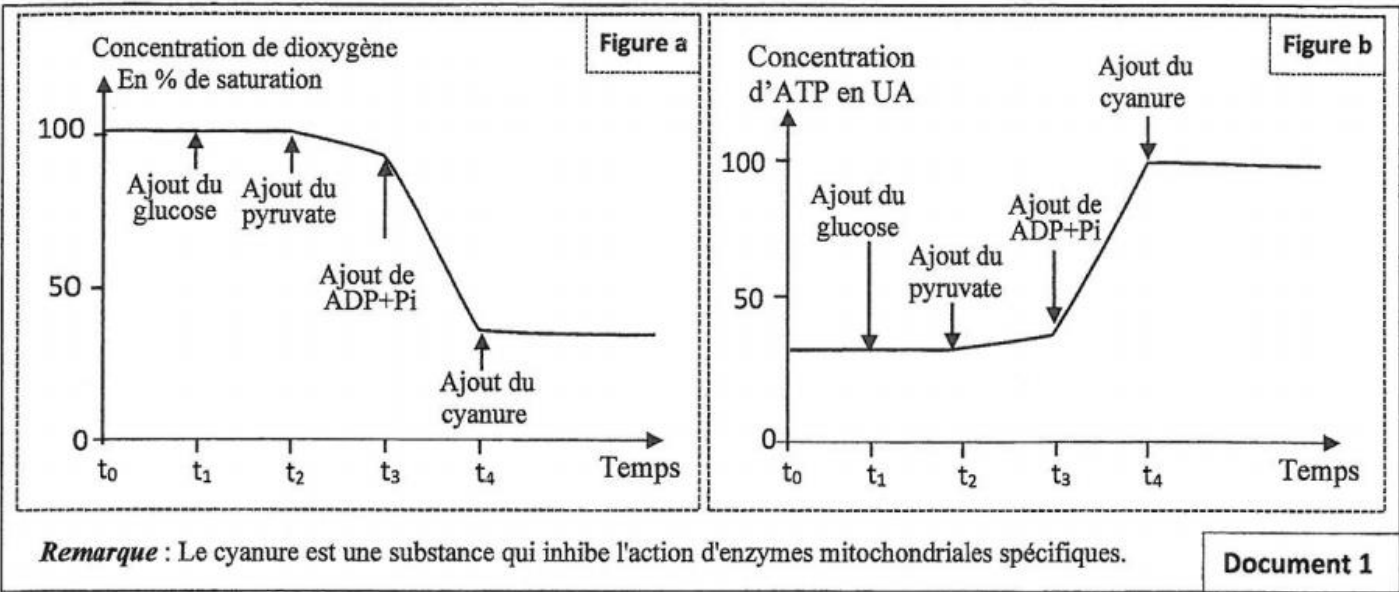
Le nombre de signes (+) indique le degré d'importance

5. En exploitant le documents 4 et ce qui précède, montrez la relation entre la pratique d'entraînement et l'amélioration de la fonction des muscles squelettiques chez les patients BPCO. (1.5 pt)

### Session rattrapage 2020

Lors de la contraction musculaire, l'énergie chimique (ATP) est convertie en énergie mécanique au niveau du muscle squelettique strié, ce qui nécessite un renouvellement continu d'ATP. Pour mettre en évidence les conditions de la synthèse de l'ATP et les voies de son renouvellement au niveau des cellules musculaires, on suggère les résultats des expériences suivantes :

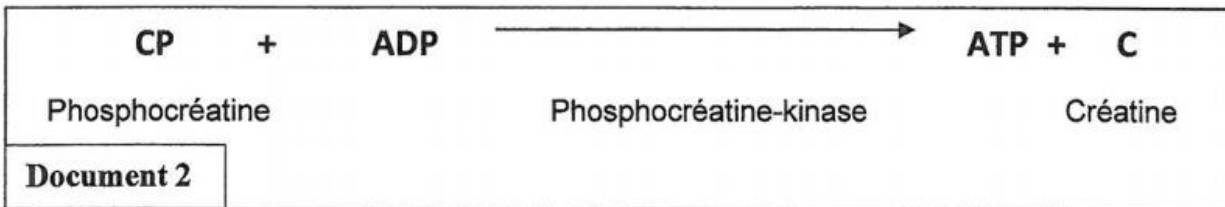
**La première expérience :** a été réalisée sur une suspension de mitochondries dans un milieu saturé en dioxygène ayant un pH de 7,5. Le document 1 présente les conditions et les résultats de cette expérience.



1. En exploitant le document 1, déduisez les conditions de synthèse d'ATP au niveau des mitochondries (1.25 pts)

**La deuxième expérience** : Trois muscles de grenouille ont subi des stimulations électriques dans les conditions expérimentales suivantes :

- Le muscle 1 : n'a été soumis à aucun traitement (témoin) ;
- Le muscle 2 : est traité avec l'acide iodo-acétique qui inhibe la glycolyse ;
- Le muscle 3 : a subi le même traitement que le deuxième muscle avec l'ajout d'un inhibiteur de l'enzyme "phosphocréatine kinase" qui catalyse la réaction présentée par le document 2.



Le tableau du document 3 résume la réponse des trois muscles et les résultats de mesure des molécules d'ATP et de phosphocréatine au niveau du muscle.

| Document 3                                      | Les muscles          | Muscle 1                          | Muscle 2                          | Muscle 3                              |
|---|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|   | Réponse des muscles  | Contraction pendant trois minutes | Contraction pendant trois minutes | Contraction pendant quelques secondes |
| Dosage d ATP en mg/g de muscle.                 | Avant la contraction | 2                                 | 2                                 | 2                                     |
|   | Après la contraction | 2                                 | 2                                 | 0                                     |
| Dosage de la phosphocréatine en mg/g de muscle. | Avant la contraction | 1,5                               | 1,5                               | 1,5                                   |
|   | Après la contraction | 1,5                               | 0,4                               | 1,5                                   |

2. A partir des documents 2 et 3 :

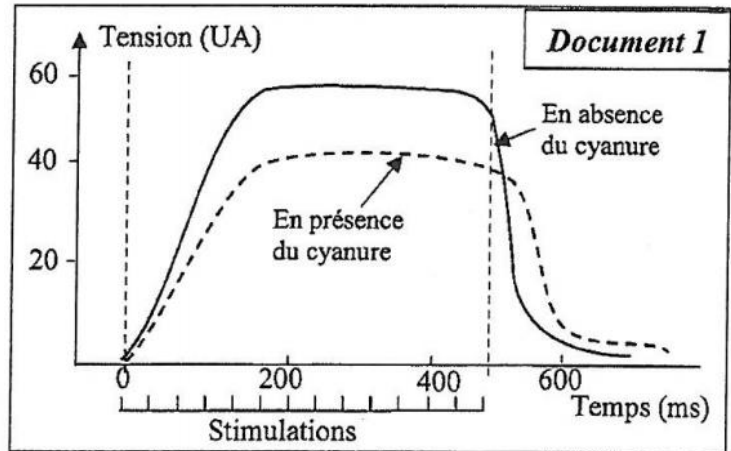
a. Comparez les résultats enregistrés pour le muscle 2 et le muscle 3 avec ceux du muscle 1. (1pt)

b. Expliquez les résultats enregistrés pour le muscle 2 et le muscle 3, en mettant en évidence les réactions de renouvellement de l'ATP au niveau de la cellule musculaire. (0.75pt)

## Session rattrapage 2021

Les amandes contenues dans les noyaux de certains fruits renferment une toxine naturelle appelée glycoside cyanogène. Les abricots, les cerises, les pêches, les prunes sont tous des fruits à noyaux. La chair du fruit en soi n'est pas toxique. Toutefois, lorsque on mâche les amandes contenues dans le noyau de ces fruits, le glycoside cyanogène se transforme en acide cyanhydrique (cyanure) toxique pour l'Homme. Pour mettre en évidence l'action du cyanure sur la respiration et sur l'activité musculaire on présente les données suivantes :

on applique une série de stimuli successifs et efficaces de même intensité sur un muscle isolé de la cuisse d'une souris, durant une demi-seconde, en absence et en présence du cyanure en faible quantité. Le document 1 présente les myogrammes obtenus.



1. En vous basant sur le document 1 :

a- **Comparez** l'activité musculaire enregistrée en absence et en présence du cyanure. (1 pt)

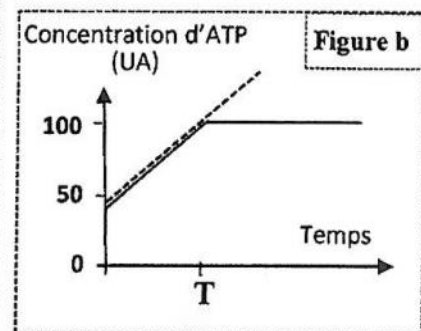
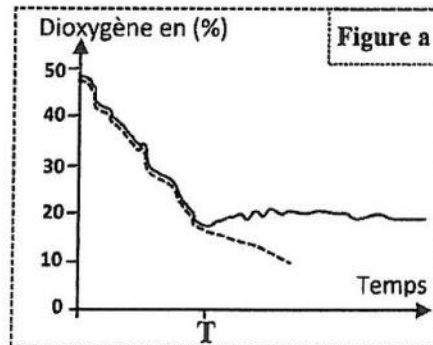
b- **Proposez** une hypothèse pour expliquer l'effet du cyanure sur l'activité musculaire. (0.75 pt)

Pour montrer l'effet du cyanure sur la contraction musculaire, on propose les données expérimentales présentées dans le document 2 :

Pour montrer l'effet du cyanure sur la contraction musculaire, on propose les données expérimentales présentées dans le document 2 :

On met une suspension de mitochondries dans deux milieux 1 et 2 riches en dioxygène et contenant une quantité suffisante d'acide pyruvique, de Pi et d'ADP. En temps T on ajoute le cyanure dans le milieu 2 seulement. Les figures (a) et (b) présentent l'évolution du taux de dioxygène et de la concentration de l'ATP dans les deux milieux.

----- Milieu 1  
 ——— Milieu 2  
 Pi : phosphate inorganique



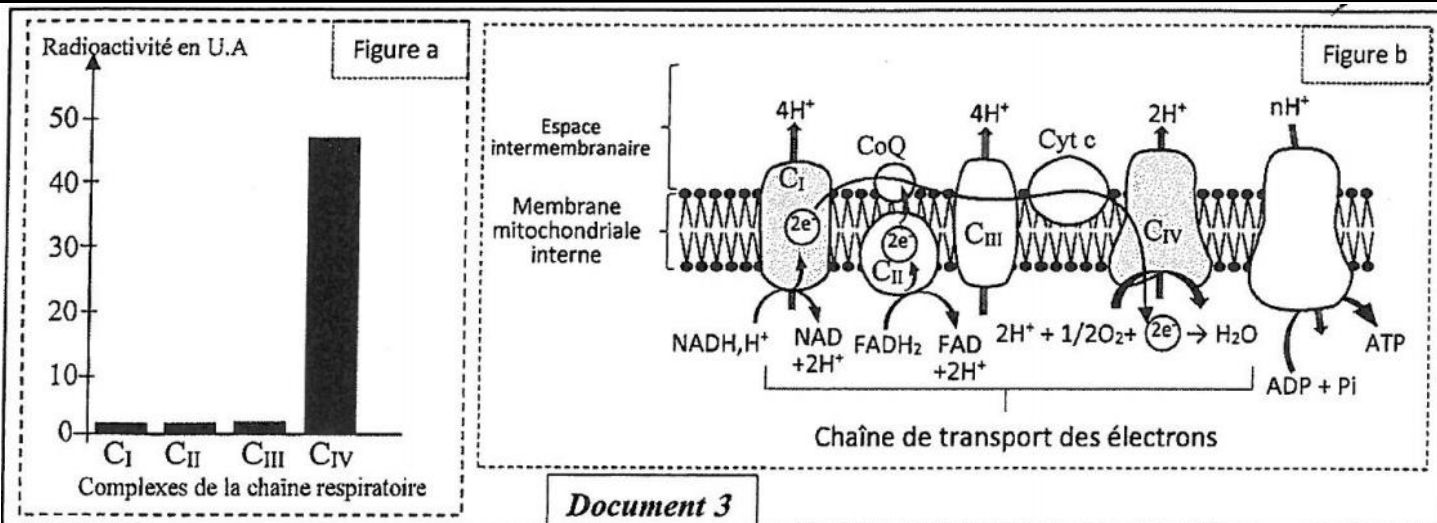
Document 2

2. En exploitant le document 2 :

a. **Décrivez** l'évolution de la concentration du dioxygène et d'ATP dans les deux milieux. (1.5 pt)

b. **Déduisez** l'action du cyanure au niveau de la mitochondrie. (0.5 pt)

Dans le but de déterminer le site d'action du cyanure au niveau de la mitochondrie, on ajoute une faible quantité de cyanure radioactif à une suspension de mitochondrie, et on suit la répartition de la radioactivité au niveau des complexes de la chaîne respiratoire. Le document 3 présente les résultats obtenus (figure a) et un schéma de la chaîne respiratoire (figure b).



Document 3

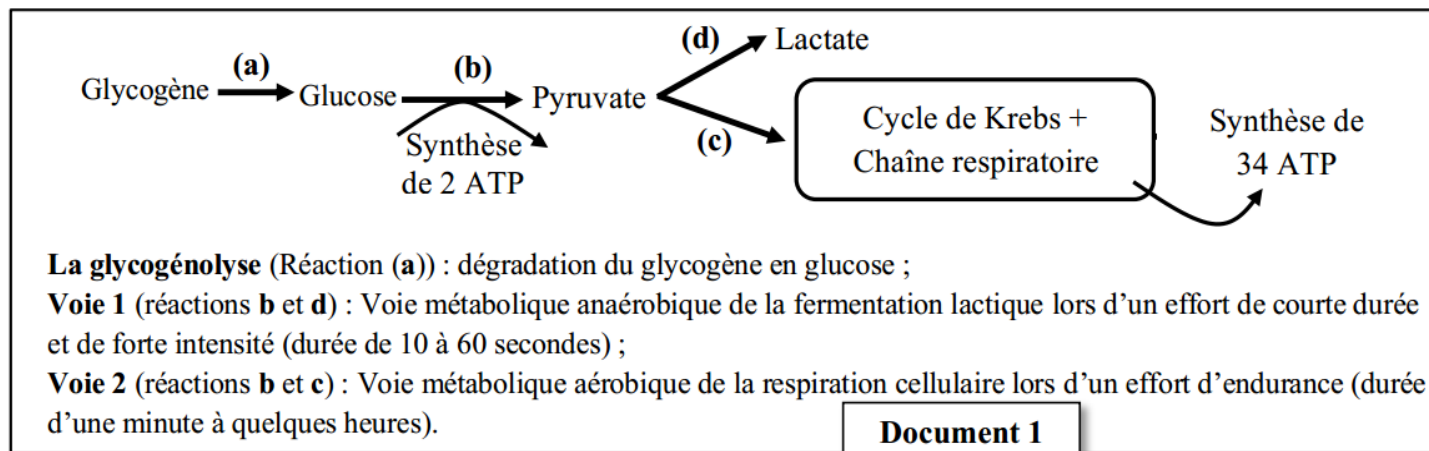
3. En exploitant le document 3, déterminez le site et le mode d'action du cyanure sur l'activité mitochondriale. (1.25 pt)

4. En vous basant sur ce qui précède, vérifiez l'hypothèse proposée en réponse à la question (1.b), justifiez votre réponse. (1 pt)

### Session rattrapage 2022

Une forme de myopathie (maladie du muscle) se manifeste par une intolérance aux efforts physiques de courte durée et de forte intensité. Afin de déterminer la cause de cette maladie, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1** : Lors des dix premières secondes d'un effort physique, la cellule musculaire consomme directement ses réserves d'ATP. Ces dernières sont rapidement épuisées et d'autres voies métaboliques de synthèse d'ATP prennent ensuite le relais. Le document 1 présente certaines réactions responsables de la régénération d'ATP dans la cellule musculaire et le bilan énergétique en ATP pour 1 glucose.



**La glycogénolyse** (Réaction (a)) : dégradation du glycogène en glucose ;

**Voie 1** (réactions b et d) : Voie métabolique anaérobie de la fermentation lactique lors d'un effort de courte durée et de forte intensité (durée de 10 à 60 secondes) ;

**Voie 2** (réactions b et c) : Voie métabolique aérobie de la respiration cellulaire lors d'un effort d'endurance (durée d'une minute à quelques heures).

1. À partir des données du document 1 :

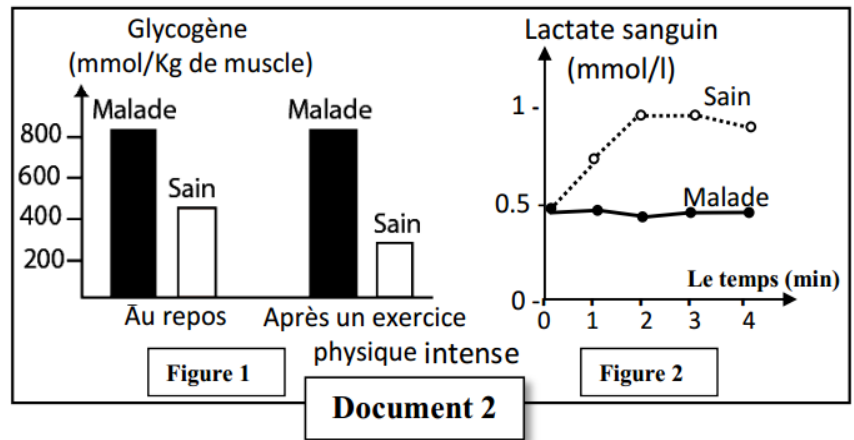
a. Proposez une hypothèse qui explique l'intolérance aux efforts physiques chez la personne atteinte de la myopathie. (0,75 pt)

b. Dégagez sous forme d'un tableau, les caractéristiques de la voie 1 (anaérobie) et de la voie 2 (aérobie) lors de l'effort physique. (0.75pt)

• Donnée 2 : Des mesures sont réalisées chez une personne saine et chez une autre atteinte de cette myopathie :

-La figure (1) du document 2 présente les concentrations en glycogène musculaire au repos et après un exercice physique intense.

-La figure (2) présente le taux du lactate (acide lactique) sanguin au cours d'un effort musculaire court et intense chez une personne saine et chez une personne malade.



Remarque : Le lactate retrouvé dans le sang est d'origine musculaire.

2. En vous basant sur les données du document 2 :

a. Comparez les concentrations en glycogène musculaire de la personne malade à celles de la personne saine, au repos et après l'exercice physique. (0,5 pt)

b. Décrivez les variations du taux de lactate sanguin chez la personne saine et la personne malade. (0,5 pt)

3. En vous basant sur les deux documents 1 et 2, déduisez la voie métabolique non fonctionnelle chez la personne atteinte de la myopathie étudiée lors d'un exercice physique intense et de courte durée. Justifiez votre réponse. (1pt)

• Donnée 3 : Les cellules musculaires sont caractérisées par la présence d'une enzyme appelée **Myophosphorylase** qui intervient dans la transformation du glycogène en glucose (réaction (a) du document 1). Le document 3 présente des mesures de la quantité de Myophosphorylase dans un muscle de la cuisse.

| Document 3  | Chez une personne atteinte de cette myopathie | Chez une personne saine (référence) |
|---|---|-------------------------------------|
| Myophosphorylase active (en UA pour 1g de tissu musculaire) | 1   | 34 à 52                             |

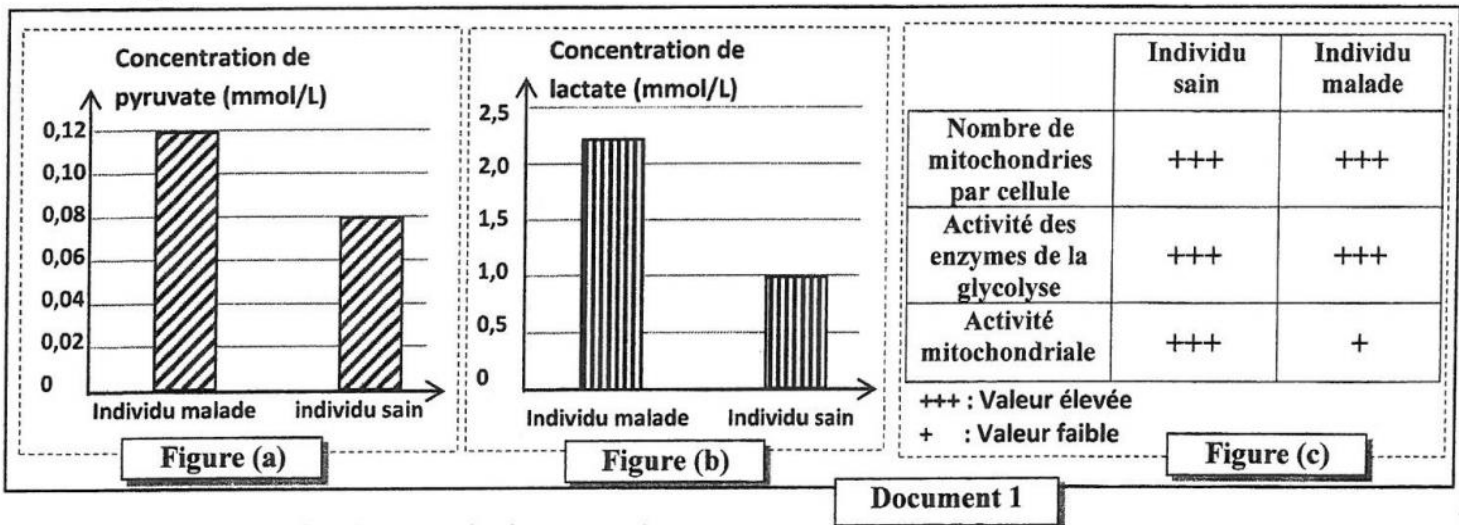
4. En vous basant sur les données du tableau (document 3), comparez la quantité de Myophosphorylase active entre la personne saine et la personne atteinte de la myopathie et déterminez le facteur responsable de l'évolution du taux de lactate observé chez les personnes atteintes de la myopathie étudiée (document 2). (0,5 pt)

5. En vous basant sur les données précédentes (1, 2 et 3), expliquez l'origine de l'intolérance aux efforts physiques courts et intenses chez les personnes atteintes de la myopathie étudiée et vérifiez l'hypothèse proposée en réponse à la question 1(a). (1 pt)

## Session normale 2023

Le syndrome de neuropathie, ataxie, rétinite pigmentaire (NARP), se caractérise par un ensemble de symptômes tels que l'acidose due à l'augmentation de la concentration sanguine de lactate et la fatigue musculaire. Afin d'expliquer l'origine de ces symptômes on présente les données suivantes :

- **Donnée 1** : Une étude a permis de mesurer les concentrations sanguines de lactate et de pyruvate chez deux individus, l'un sain et l'autre atteint du syndrome de NARP. Les figures (a) et (b) du document 1 présentent les résultats de cette étude. La figure (c) du même document présente le résultat d'une autre étude comparative de certaines propriétés des cellules d'un individu malade et celles d'un individu sain.



1. En exploitant les données du document 1 :

a. Comparer les résultats obtenus chez l'individu malade à ceux de l'individu sain. (1 pt)

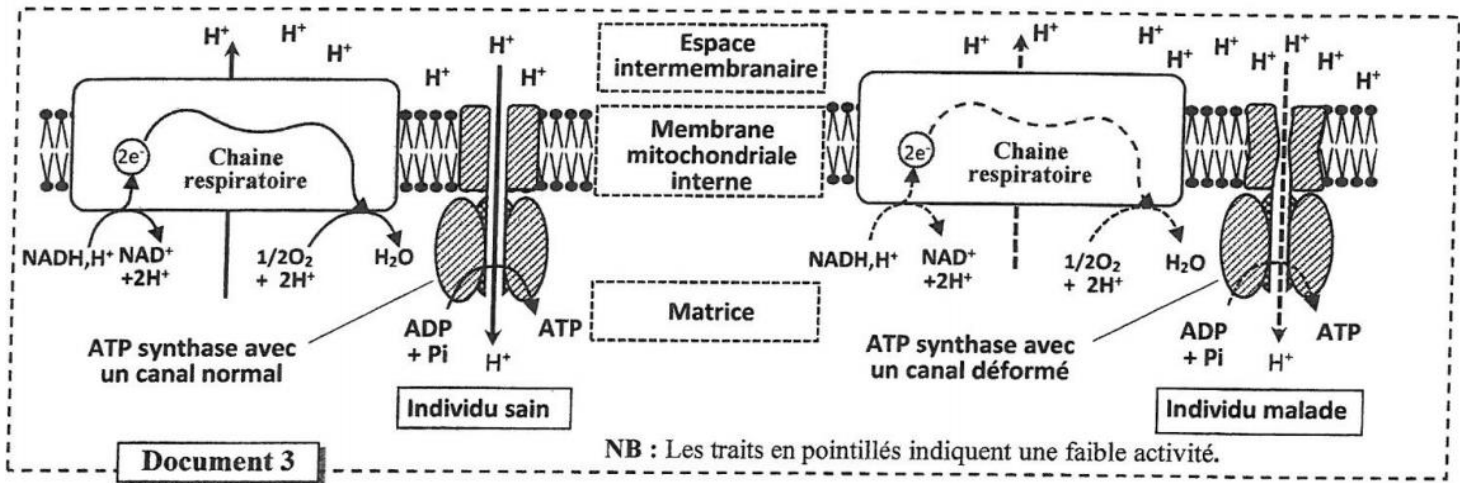
b. Expliquer la valeur de la concentration du pyruvate et celle du lactate, observées chez l'individu malade. (1.25 pt)

- **Donnée 2** : Dans deux milieux de cultures convenables, l'un contenant des mitochondries d'un individu sain (milieu 1) et l'autre contenant des mitochondries d'un individu malade (milieu 2), des mesures de certaines propriétés de l'activité mitochondriale ont été effectuées. Le document 2 présente les résultats obtenus.

|          | O <sub>2</sub> consommé en UA | Activité de l'ATP synthase en UA | % d'ATP produite |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Milieu 1 | 0,179                         | 0,301                            | Elevé            |
| Milieu 2 | 0,021                         | 0,030                            | Faible           |

2. En exploitant les données du document 2, dégager les différences observées entre les propriétés des mitochondries de l'individu malade par rapport à celles de l'individu sain. (0.75pt)

- **Donnée 3** : Le document 3 représente un modèle simplifié du fonctionnement de la chaîne respiratoire et de l'ATP synthase chez un individu sain et chez un individu malade.



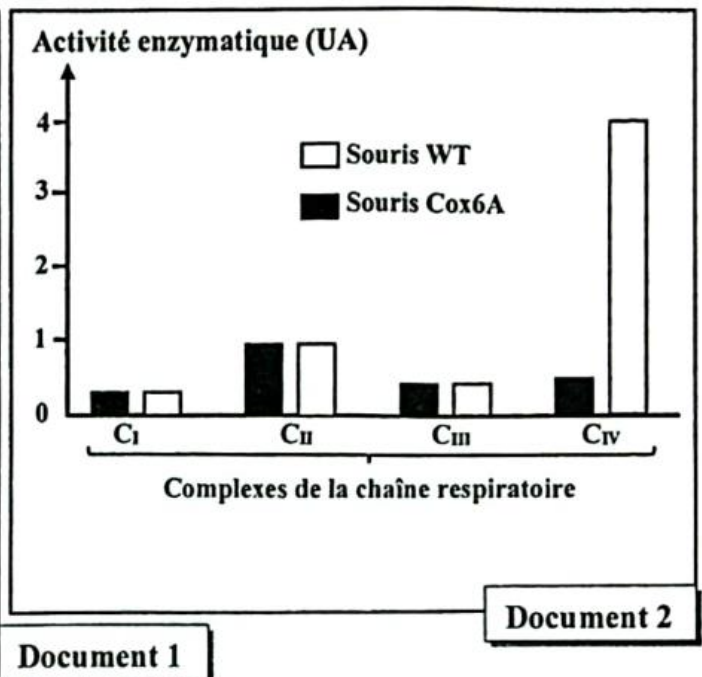
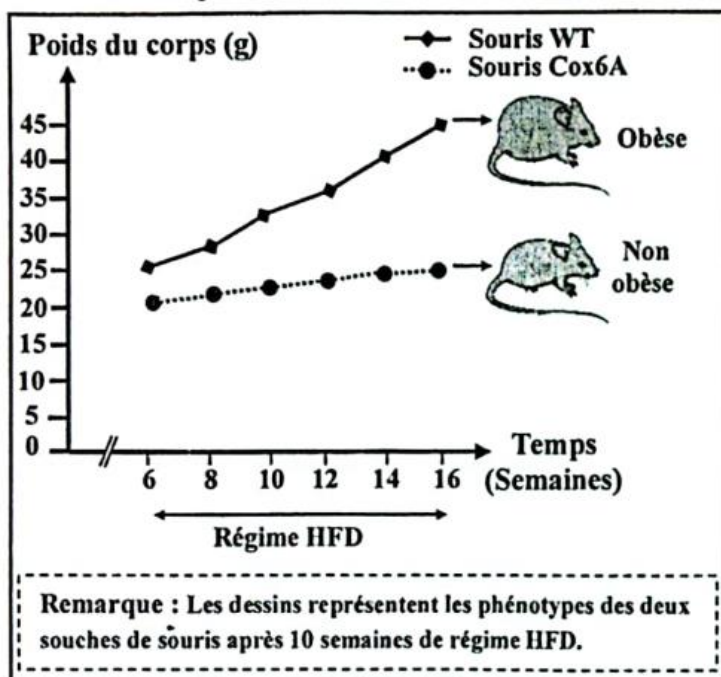
3. En exploitant les données du document 3, expliquer les résultats observés chez l'individu malade (document 2). (1pt)

4. En se basant sur les données précédentes et vos connaissances, montrer la relation entre les voies métaboliques de production d'énergie et les symptômes observés chez la personne atteinte de NARP. (1pt)

### Session normale 2024

L'obésité est une maladie caractérisée par un excès de poids résultant d'une accumulation importante des lipides dans le tissu adipeux pouvant nuire à la santé. Des études récentes ont montré qu'une modification du métabolisme énergétique pourrait constituer une autre solution contre l'obésité autre que l'activité sportive et le changement du régime alimentaire. Afin de comprendre la relation entre la modification du métabolisme énergétique et la protection contre l'obésité, on propose l'exploitation des données suivantes :

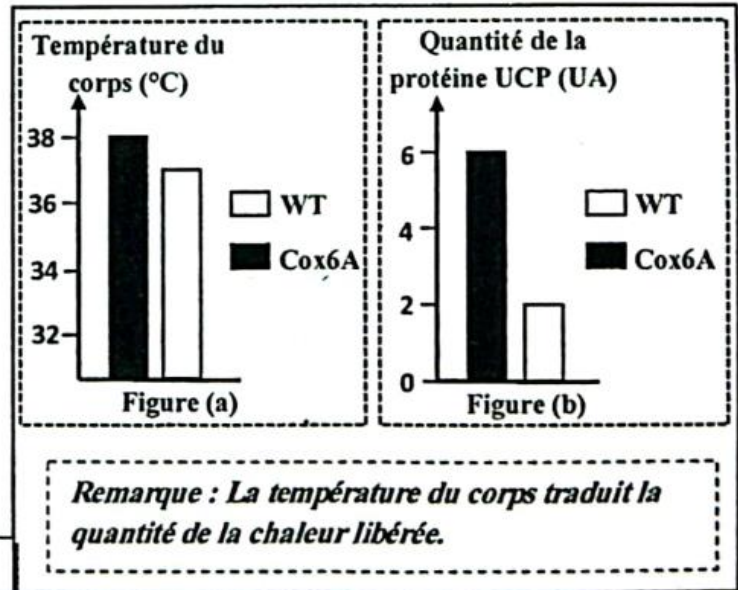
- **Donnée 1** : Des recherches ont été réalisées chez deux souches de souris, des souris WT saines et des souris Cox6A atteintes d'une maladie mitochondriale. Le document 1 présente les résultats de mesures du poids du corps effectuées chaque semaine, chez les deux souches de souris nourries avec un régime riche en graisses (HFD) à partir de l'âge de 6 semaines. Le document 2 présente les résultats des mesures de l'activité enzymatique des complexes de la chaîne respiratoire mitochondriale dans les muscles des jambes de ces deux souches de souris.



1. A partir des documents 1 et 2, **comparer** les résultats obtenus entre les souris WT et les souris Cox6A puis **proposer** une hypothèse expliquant la protection contre l'obésité chez les souris Cox6A. (1.5pt)

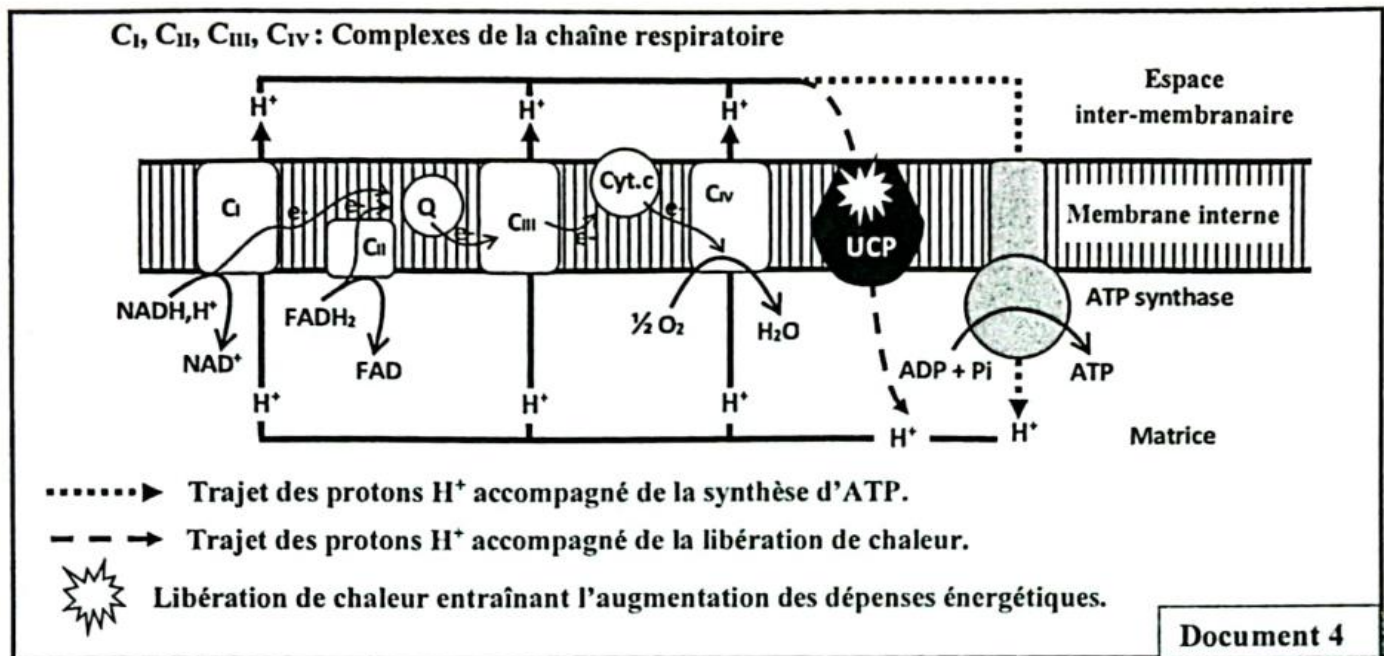
Pour expliquer la protection contre l'obésité chez les souris Cox6A malgré leur régime riche en graisses, on propose les données suivantes :

• **Donnée 2** : Dans plusieurs types de tissus tels que le muscle squelettique et le tissu adipeux, les mitochondries contiennent dans leur membrane interne une protéine, appelée UCP. Cette protéine agit comme un canal responsable de l'augmentation de la perméabilité de cette membrane aux protons  $H^+$ . La figure (a) du document 3 présente les mesures de la température du corps après 8 semaines de régime HFD chez les deux souches de souris et la figure (b) du même document présente la quantité d'UCP mesurée dans un muscle de la jambe chez ces mêmes souris.



2. En **exploitant** le document 3, **dégager** les différences observées entre les deux souches de souris puis **déduire** l'effet de la quantité de l'UCP sur la quantité de la chaleur libérée par les souris Cox6A. (1pt)

• **Donnée 3** : Des études ont montré que le changement de l'activité enzymatique du complexe  $C_{IV}$  entraîne l'augmentation de l'activité de la protéine UCP responsable de la perte de poids (Protection contre l'obésité). Le document 4 représente le schéma du fonctionnement de la membrane mitochondriale interne et le rôle de la protéine UCP.



3. En **exploitant** les données du document 4 et les données précédentes, **expliquer** la relation entre l'activité de la protéine UCP, le fonctionnement de la chaîne respiratoire et la protection contre l'obésité chez la souris Cox-6 A. **Vérifier** l'hypothèse proposée. (2 pts)

4. En **se basant** sur les données précédentes, **proposer** aux chercheurs une solution pour la protection contre l'obésité autre que l'activité sportive et le changement du régime alimentaire. (0.5 pt)

## Session rattrapage 2024

L'endurance est définie comme la capacité d'un sportif à résister à la fatigue et à maintenir un effort physique prolongé. L'entraînement joue un rôle important dans l'amélioration de l'endurance des athlètes de longues distances en favorisant certaines voies métaboliques de production d'énergie dans les muscles. Afin d'étudier l'effet de l'entraînement sur l'amélioration de l'endurance chez les athlètes de longues distances, on propose les données suivantes :

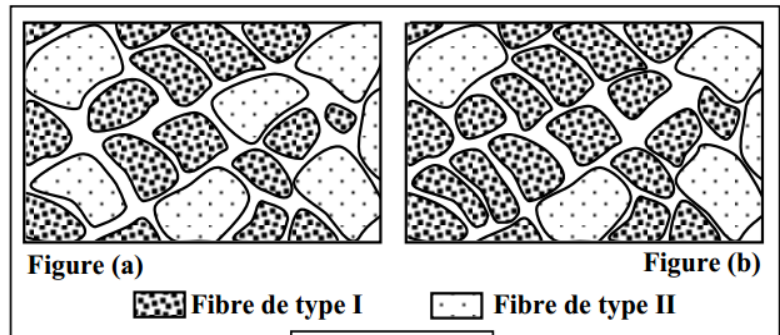
• **Donnée 1 :** Le test d'endurance permet le calcul de la Vitesse Maximale Aérobie (VMA exprimée en Km/h) qui correspond à la vitesse de course à partir de laquelle la consommation du dioxygène est maximale. Le document 1 présente le résultat du calcul de la VMA et le résultat de la mesure de la consommation d'O<sub>2</sub> et de la concentration sanguine du lactate à la fin du test d'endurance, chez une personne non entraînée et chez une autre personne ayant effectué des entraînements d'endurance.

|                        | VMA<br>(Km/h) | Consommation d'O <sub>2</sub><br>(L/min) | Concentration sanguine du<br>lactate (mmol/L) |
|------------------------|---------------|--|---|
| Personne non entraînée | 14            | 2.5                                      | 16  |
| Personne entraînée     | 20.5          | 5.5                                      | 4   |

Document 1

1. En se basant sur le document 1, **comparer** les résultats obtenus chez les deux personnes puis **proposer** une hypothèse concernant la voie métabolique favorisée par l'entraînement d'endurance. (1.25pt)

• **Donnée 2 :** L'observation microscopique d'un muscle strié montre la présence de deux types de fibres musculaires chez l'Homme. Le document 2 représente deux schémas montrant la proportion des fibres de type I et des fibres de type II dans un muscle strié chez une personne avant l'entraînement (Figure a) et après une période d'entraînement d'endurance (Figure b). Le document 3 présente certaines caractéristiques structurales et fonctionnelles de ces deux types de fibres.



Document 2

| Type de fibre musculaire               | Fibre de type I | Fibre de type II |
|--|-----------------|------------------|
| <b>Caractéristiques</b>                |                 |                  |
| Abondance des capillaires sanguins     | +++             | +                |
| Abondance des mitochondries            | +++             | +                |
| Pourcentage de la myoglobine           | +++             | +                |
| Résistance à la fatigue                | +++             | +                |
| Activité des enzymes du cycle de Krebs | +++             | +                |
| Activité de l'enzyme LDH               | +               | +++              |

- Le nombre de signes (+) indique l'importance de la caractéristique.

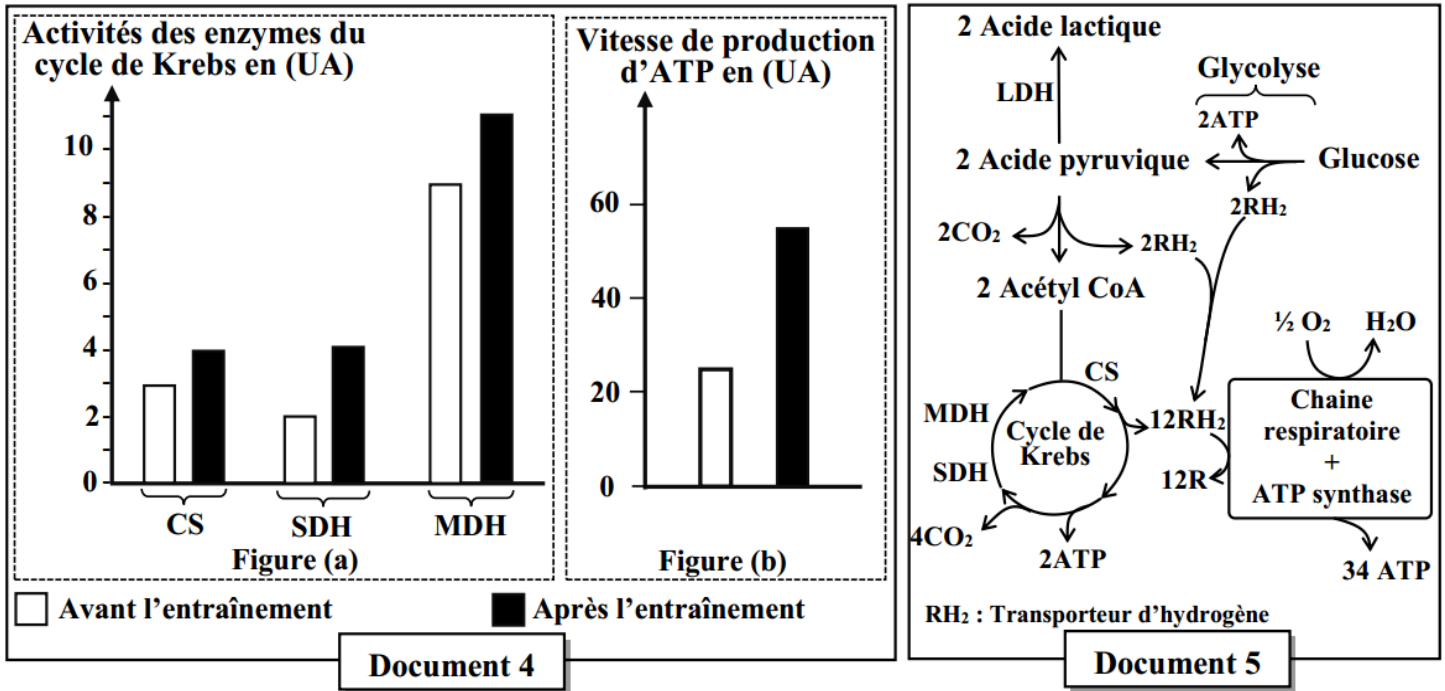
- La myoglobine est une protéine fixatrice d'O<sub>2</sub> au niveau de la fibre musculaire.

- L'enzyme LDH catalyse les réactions de la production de l'acide lactique.

Document 3

2. En **exploitant** les données des documents 2 et 3, **montrer** la relation entre l'entraînement d'endurance et la voie métabolique favorisée chez la personne entraînée puis **vérifier** l'hypothèse proposée. (1.5pt)

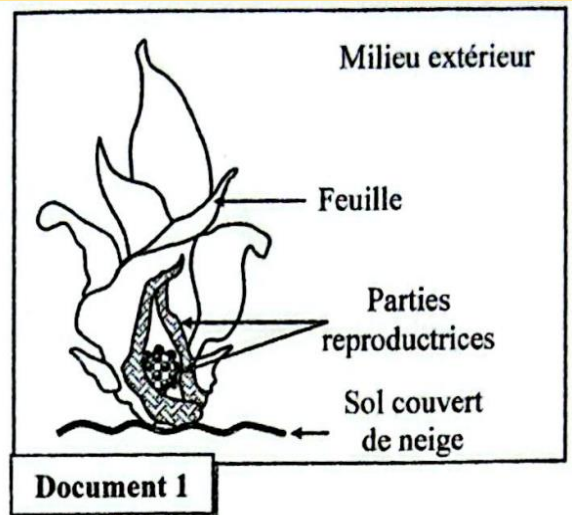
• **Donnée 3** : Des mesures de l'activité de certaines enzymes du cycle de Krebs (CS : Citrate synthase, SDH : Succinate déshydrogénase, MDH : Malate déshydrogénase) et de la vitesse de production de l'ATP par la voie aérobie ont été réalisées chez des personnes avant et après l'entraînement. Les figures (a) et (b) du document 4 présentent les résultats obtenus. Le document 5 représente deux voies métaboliques de production d'ATP au niveau de la cellule musculaire.



- En **exploitant** le document 4 et en vous **aidant** du document 5, **expliquer** l'effet de l'entraînement sur la vitesse de production de l'ATP. (1.25pt)
- En se basant sur vos réponses aux questions 2 et 3, **montrer** l'effet de l'entraînement sur l'amélioration de l'endurance des athlètes de longues distances. (1pt)

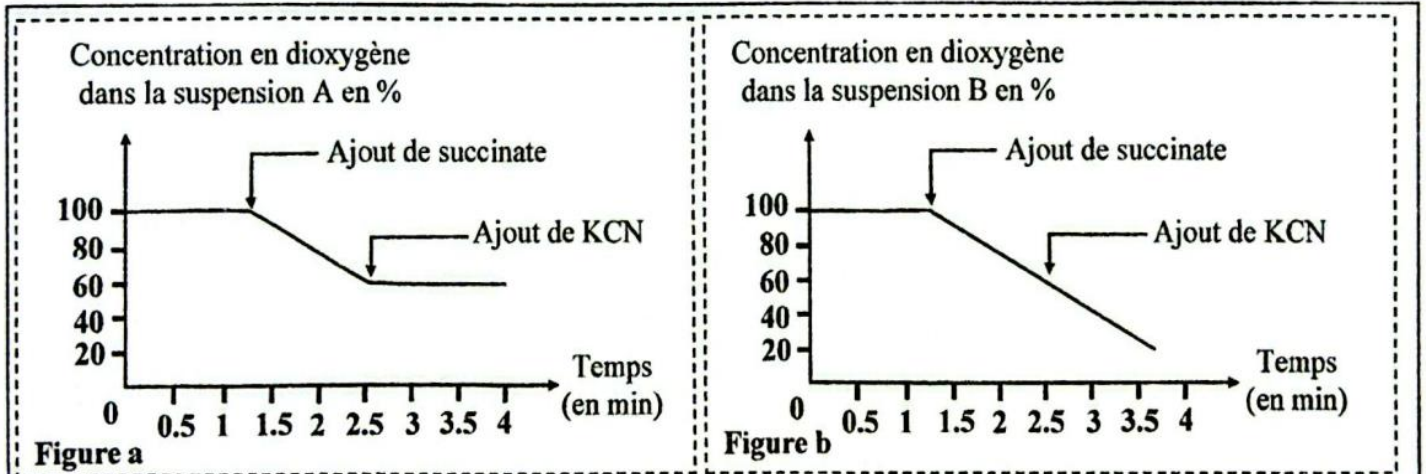
Session normale 2025

Le chou puant est une plante qui apparaît dès la fin de l'hiver dans les forêts encore couvertes de neige. Elle est formée par des feuilles et des parties reproductrices (Document 1). Des mesures de la température ont montré que l'écart entre la température des parties reproductrices et celle du milieu extérieur peut aller jusqu'à 37°C. Cet écart thermique est dû à la production d'une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur, par les parties reproductrices, en réponse à la diminution de la température du milieu extérieur. Ceci permet à la plante de faire fondre la neige qui la recouvre.



Afin de comprendre le mécanisme de production de la chaleur par cette plante qui lui permet de fondre la neige qui la recouvre, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1 :** Des chercheurs ont préparé deux suspensions de mitochondries A et B dépourvues de métabolites respiratoires. La suspension A (témoin) issue de cellules appartenant à des parties non reproductrices de la plante et la suspension B issue de cellules des parties reproductrices de la même plante. On suit l'évolution de la concentration du dioxygène dans les suspensions A et B avant et après l'ajout du succinate et du cyanure de potassium (KCN). Les figures a et b du document 2 présentent les résultats obtenus.

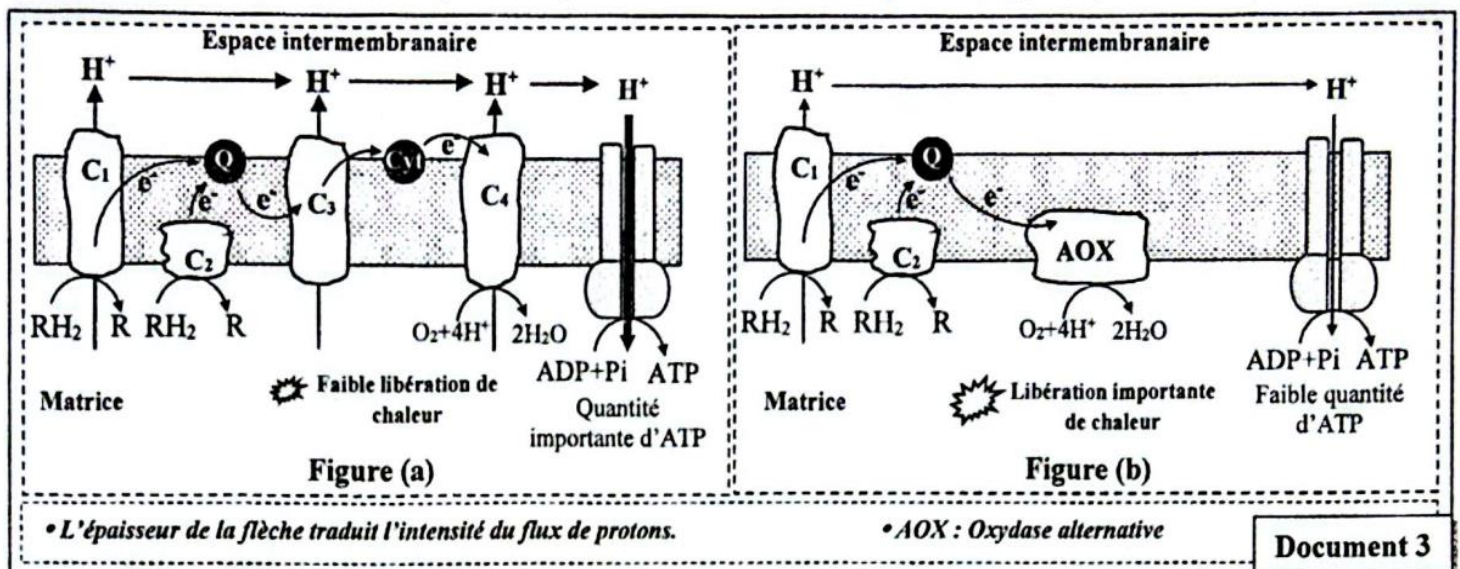


• **Succinate** : molécule organique dont l'oxydation au cours du cycle de Krebs est couplée à la production de composés réduits (RH<sub>2</sub>).  
 • **KCN** : molécule capable d'inhiber l'enzyme Cytochrome C oxydase de la chaîne respiratoire.

**Document 2**

- En se basant sur les données du document 2 :
  - Décrire** la variation de la concentration du dioxygène dans les deux suspensions A et B puis **déduire** l'effet du KCN sur la consommation du dioxygène. (1.5pt)
  - Proposer** une hypothèse expliquant l'effet de l'ajout du KCN sur la consommation du dioxygène dans la suspension B. (0.5pt)

• **Donnée 2 :** Le document 3 représente les réactions de la phosphorylation oxydative au niveau des mitochondries des cellules des parties non reproductrices du chou puant (Figure a) et au niveau des mitochondries des cellules des parties reproductrices de la même plante (Figure b).



• L'épaisseur de la flèche traduit l'intensité du flux de protons.

• AOX : Oxydase alternative

**Document 3**

2. En se basant les données du document 3, **dégager** les différences dans les réactions de la phosphorylation oxydative entre les mitochondries des cellules des parties non reproductrices et les mitochondries des cellules des parties reproductrices de la plante. (1.5 pt)
3. En se basant sur les données précédentes, **expliquer** le mécanisme de la production de la chaleur par les parties reproductrices du chou puant qui permet à la plante de fondre la neige qui la recouvre puis **vérifier** l'hypothèse proposée. (1.5 pt)

### Session rattrapage 2025

L'asthénozoospermie est l'une des anomalies du sperme responsable de l'infertilité masculine. L'origine de cette infertilité est parfois liée à des dysfonctionnements métaboliques. Pour comprendre la relation entre l'asthénozoospermie et ces dysfonctionnements, on présente les données suivantes :

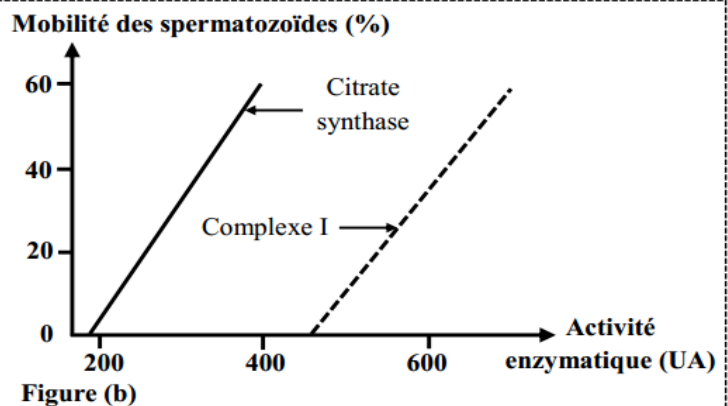
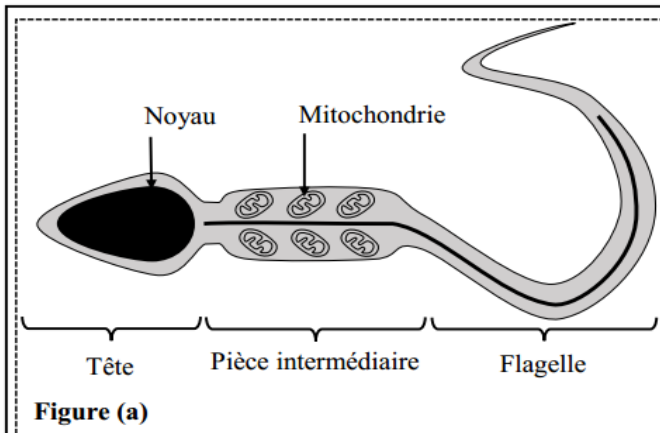
• **Donnée 1 :** Le sperme est un liquide contenant les spermatozoïdes. Les analyses médicales du sperme chez un individu atteint d'asthénozoospermie ont permis d'obtenir les résultats présentés dans le document 1.

| Les propriétés du sperme                      | Individu atteint | Individu à fertilité normale |
|---|------------------|------------------------------|
| Volume total (mL)                             | 2.49             | Supérieur à 1.5              |
| Concentration des spermatozoïdes (million/mL) | 65.34            | Supérieur à 15               |
| Mobilité totale des spermatozoïdes (%)        | 37.98            | Supérieur à 40               |

Document 1

1. En se basant sur le document 1, **comparer** les résultats obtenus entre les deux individus, puis **déduire** la cause de l'infertilité chez l'individu atteint. (1 pt)

• **Donnée 2 :** Les spermatozoïdes se déplacent dans les voies génitales femelles grâce à leurs flagelles, pour féconder l'ovule en utilisant l'énergie issue de l'hydrolyse de l'ATP. La figure (a) du document 2 représente un schéma d'un spermatozoïde. La figure (b) du même document présente le résultat d'une étude de la relation entre la mobilité des spermatozoïdes et l'activité de deux enzymes mitochondriales (la citrate synthase et le complexe I). La figure (c) du document 2 montre les niveaux d'action de ces deux enzymes et la figure (d) présente le résultat de la mesure de l'activité de la citrate synthase et du complexe I au niveau des mitochondries des spermatozoïdes, chez un individu à fertilité normale et chez un individu atteint de l'asthénozoospermie.



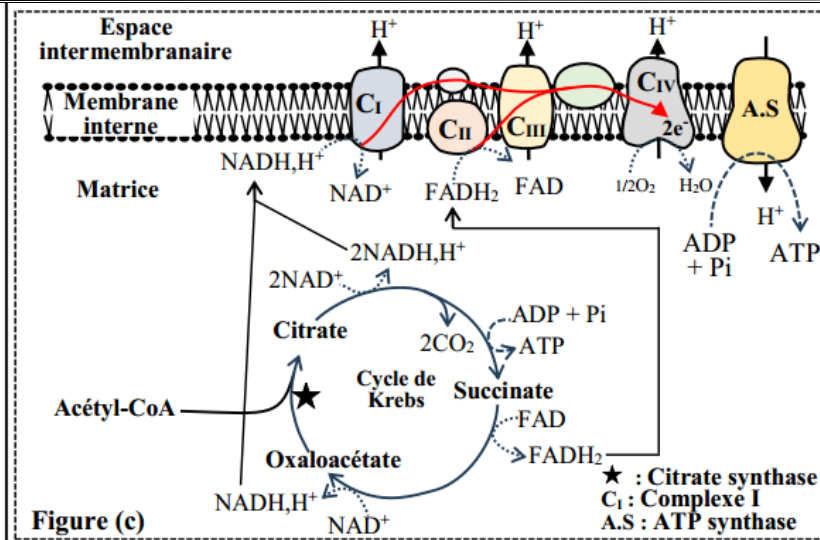


Figure (c)

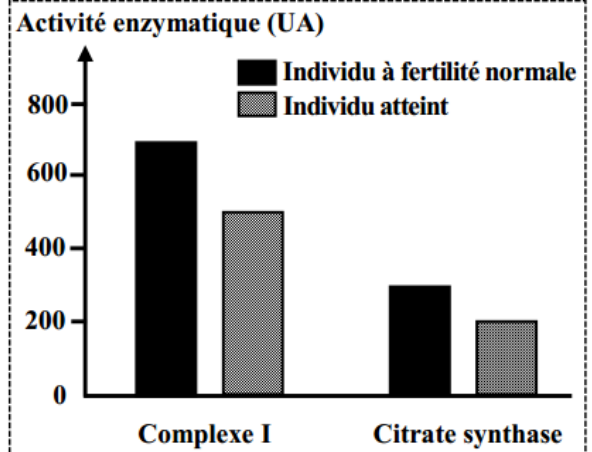


Figure (d)

Document 2

2. En se basant sur le document 2 :

a. **Déterminer** la relation entre l'activité des deux enzymes et la mobilité des spermatozoïdes. (1 pt)

b. **Expliquer** l'origine de l'infertilité observée chez l'individu atteint d'asthénozoospermie. (1.5 pt)

• **Donnée 3** : Des études sur le traitement de l'asthénozoospermie, ont montré que l'ajout d'une quantité suffisante de succinate, un métabolite du cycle de Krebs, dans des milieux de culture contenant des spermatozoïdes améliore leur mobilité.

3. En se basant sur la figure (c) du document 2 et les données précédentes, **expliquer** comment le traitement par le succinate peut améliorer la mobilité des spermatozoïdes. (1.5 pt)

لا تنسونا من صالح دعائكم.  
ووفقكم الله لما يحبه ويرضاه.  
الأستاذ : ادريس الرحالي.