

TP9 : L'origine de l'ATP nécessaire à la contraction musculaire

Activité 1 : Une propriété particulière de l'ATP

DOCUMENTS RESSOURCES				QUESTIONNEMENT												
<p>La contraction musculaire nécessite de l'énergie : lors d'un exercice physique de forte intensité, la consommation d'ATP par l'organisme peut atteindre $0,5 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$. Une expérience a permis de doser les quantités de glucides et d'ATP dans un muscle d'amphibien lors de sa contraction. La même expérience a été répétée en présence d'oligomycine, un inhibiteur* de la synthèse d'ATP.</p> <p>Document 1 : la consommation de l'ATP.</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #F2F2F2;"> <th style="text-align: left;">Constituants chimiques</th> <th style="text-align: center;">Avant contraction</th> <th style="text-align: center;">Après contraction</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Réserves de glucides</td> <td style="text-align: center;">$10,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$</td> <td style="text-align: center;">$8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$</td> </tr> <tr> <td>ATP</td> <td style="text-align: center;">$4 \text{ à } 6 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$</td> <td style="text-align: center;">$4 \text{ à } 6 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$</td> </tr> <tr> <td>État du muscle</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Muscle contracté</td> </tr> </tbody> </table>	Constituants chimiques	Avant contraction	Après contraction	Réserves de glucides	$10,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$	$8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$	ATP	$4 \text{ à } 6 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$	$4 \text{ à } 6 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$	État du muscle	Muscle contracté			<p>1- A partir de l'exploitation du document ressource 1, démontrez que l'ATP n'est que très peu stockée dans la cellule mais est régénérée au fur et à mesure.</p> <p>2- Formulez un problème</p> <p>3- Formulez une hypothèse et sa conséquence vérifiable</p>
Constituants chimiques	Avant contraction	Après contraction														
Réserves de glucides	$10,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$	$8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$														
ATP	$4 \text{ à } 6 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$	$4 \text{ à } 6 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$														
État du muscle	Muscle contracté															
<p>Expérience 1 sans inhibiteur de l'ATP</p>																
<p>Expérience 2 avec inhibiteur de l'ATP</p>																

Activité 2 : La production d'ATP la mitochondrie

MONTAGE ET PROTOCOLE	ACTIVITES ET QUESTIONNEMENT	COMPETENCES EVALUEES
<p style="text-align: center;">Montage expérimental 1 - microscopie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erlen 1 : levures + eau t = 0 • Erlen 2 : levures + eau t = 72h • Erlen 3 levures + eau + glucose t = 0h • Erlen 4 levures + eau + glucose t = 72h 	<p>1- Mesurez des taux de glucose avec bandelettes gluco-test dans chaque erlenmeyer</p> <p>2- Réalisez le comptage des levures</p> <p>3- Communiquez les résultats sous forme d'un unique tableau</p> <p>4- Concluez afin de commencer à valider l'hypothèse formulée.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Suivre un protocole</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Utiliser un microscope</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Construire un tableau</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Formuler une conclusion</i></p>
<p style="text-align: center;">Montage expérimental 2 – EXAO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déposer 8 mL de suspension de levures affamées dans le bioréacteur • Placer les sondes à O₂, CO₂ et éthanol (cette dernière se place au milieu) • Lancer l'agitateur puis la mesure pendant 14 mn • A 3 mn, injecter 2 mL d'une solution de glucose à 10 g/L 	<p>1- Réalisez les différents montages expérimentaux.</p> <p>2- Communiquez les résultats obtenus</p> <p>3- Concluez afin de valider l'hypothèse formulée.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Suivre un protocole</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Utiliser l'EXAO</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Utiliser un logiciel de traitement de texte</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Formuler une conclusion</i></p>
<p style="text-align: center;">Montage expérimental 3 – EXAO</p> <p>Même protocole que le montage 2 mais en utilisant des levures mutées présentant une déficience au niveau de leurs mitochondries.</p>		

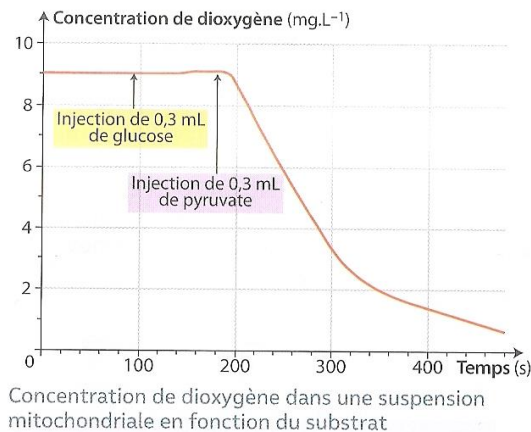
Activité 3 : L'utilisation du glucose par la mitochondrie

DOCUMENTS RESSOURCES

**Montage expérimental 4
EXAO**

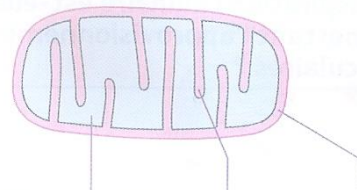
- Déposez 8 mL de suspension de levures affamées dans le bioréacteur
- Placez les sondes à O₂
- Lancez l'agitateur puis la mesure pendant 7 mn
- A 2 mn, injectez 2 mL d'une solution de pyruvate (molécule obtenue à partir du glucose : glucose → 2 pyruvates)

Dans le hyaloplasme de la cellule, du pyruvate et du glucose sont présents. Afin de déterminer lesquelles de ces molécules sont utilisées par la mitochondrie, on réalise des expérimentations ExAO. Une suspension de mitochondries, obtenue à partir d'un broyat d'un cœur de bœuf, est mise dans un bioréacteur. La concentration en dioxygène de cette suspension est mesurée par un capteur ExAO après injection de différents substrats.



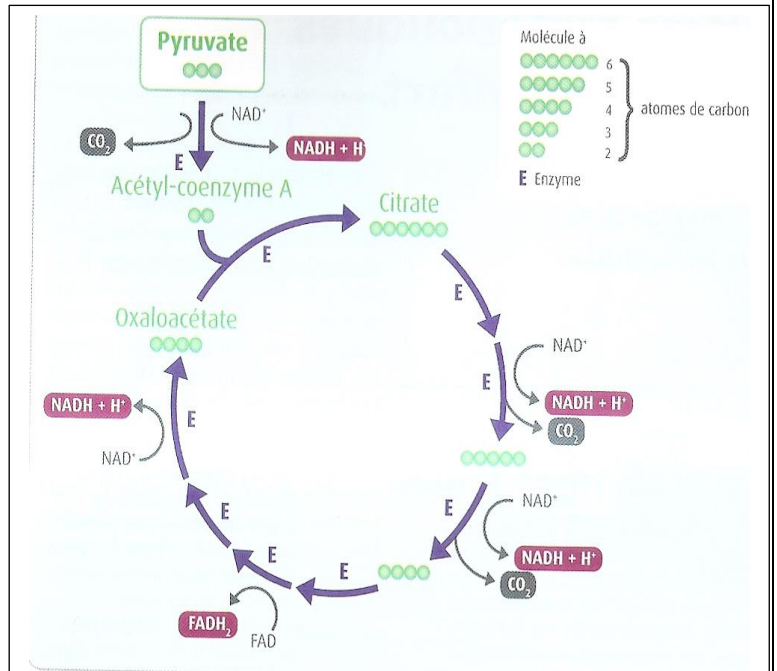
Document 2 : Evolution de la [O₂] dans une suspension mitochondriale selon le substrat

Afin de localiser l'utilisation du pyruvate dans la mitochondrie, de nouvelles expérimentations sont réalisées. Certains traitements permettent de séparer puis d'isoler les différentes parties d'une mitochondrie. Elles sont ensuite placées en présence de pyruvate et/ou de dioxygène. On mesure la concentration en CO₂ de la suspension.



Structure mitochondriale testée	Matrice isolée	Membrane interne isolée	Membrane externe isolée
Ajout de pyruvate	Dégagement de CO ₂	Pas de dégagement de CO ₂	Pas de dégagement de CO ₂
Ajout de pyruvate + O ₂	Dégagement de CO ₂	Pas de dégagement de CO ₂	Pas de dégagement de CO ₂

Document 3 : le devenir du pyruvate dans la mitochondrie



NADH : molécule constituant une source de pouvoir réducteur pour la cellule afin de réduire des molécules oxydées (ex : O₂)

Document 4 : Le cycle de Krebs, succession de réactions métaboliques dans les mitochondries

ACTIVITES ET QUESTIONNEMENT

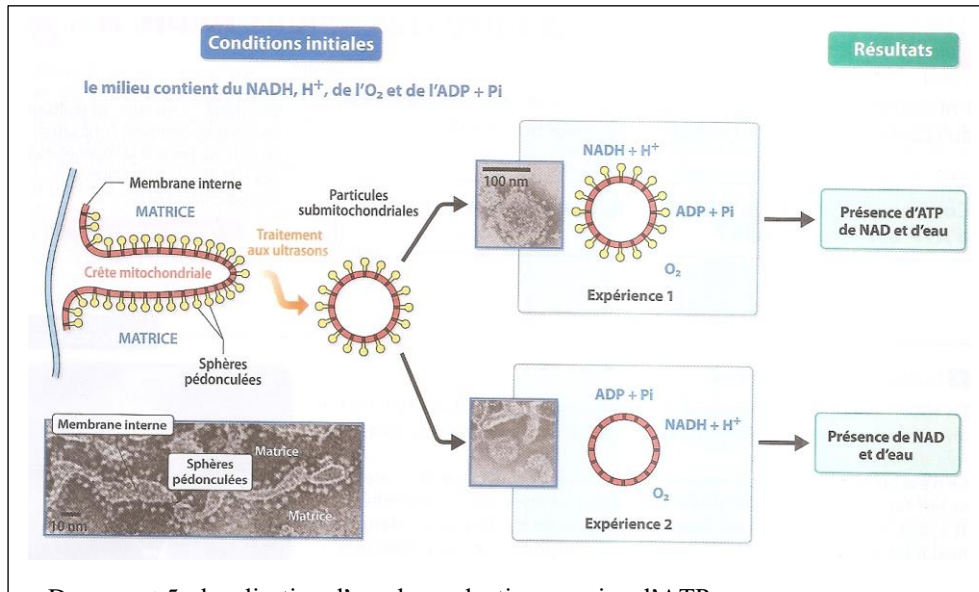
1- Réalisez le montage 4 et communiquez les résultats obtenus

2- A partir de l'exploitation des informations du montage 4 et des documents 2,3 et 4, montrez que le glucose n'est pas utilisé directement par la mitochondrie, mais tout d'abord transformé en pyruvate et que ce dernier sera métabolisé par la mitochondrie.

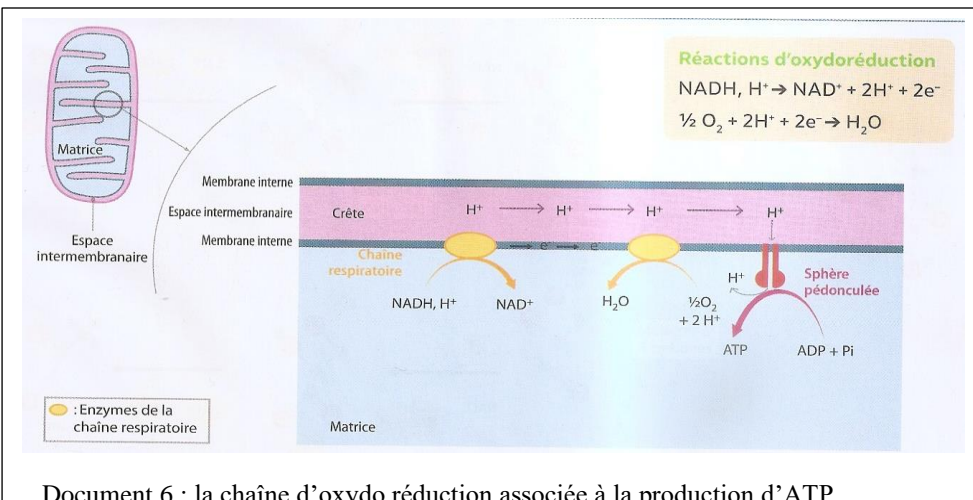
COMPETENCES EVALUEES

- Suivre un protocole*
- Utiliser un logiciel de traitement de texte*
- Saisir des informations*
- Mettre en relation des informations*

DOCUMENTS RESSOURCES



Document 5 : localisation d'une la production massive d'ATP



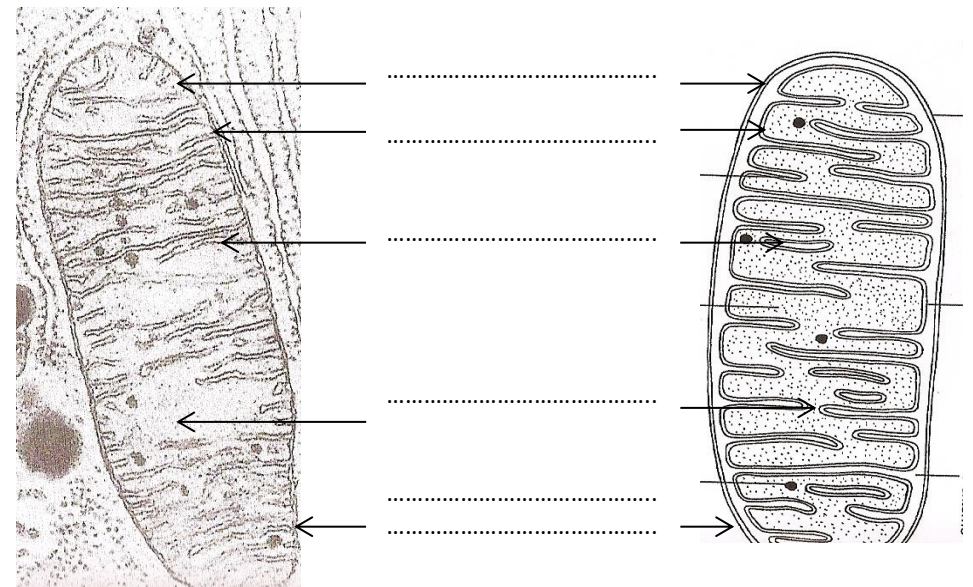
Document 6 : la chaîne d'oxydo réduction associée à la production d'ATP

Document 7 : ultrastructure de la mitochondrie.

Les mitochondries ont généralement une forme de petits bâtonnets de 0,5 à 1 µm. Il s'agit d'un organe dont la fonction est de produire de l'énergie. Sa structure est compartimentée. Chaque mitochondrie est enveloppée par deux membranes délimitant entre elles un **espace intermembranaire** :

- la **membrane externe** sépare la mitochondrie du cytoplasme
- la **membrane interne** limite le compartiment interne de la mitochondrie : la **matrice**.

La membrane interne forme de nombreux replis dans la matrice appelés **crêtes membranaires**. Au niveau des crêtes se trouve de nombreuses protéines dont l'ATP synthase catalysant la production d'ATP.



Electronographie d'une mitochondrie (MET X 40 000)

Schéma d'interprétation de l'électronographie

ACTIVITES ET QUESTIONNEMENT

- 1- Légendez le schéma du document 7 à partir du texte.
- 2- Montrez comment les crêtes mitochondriales produisent d'ATP.

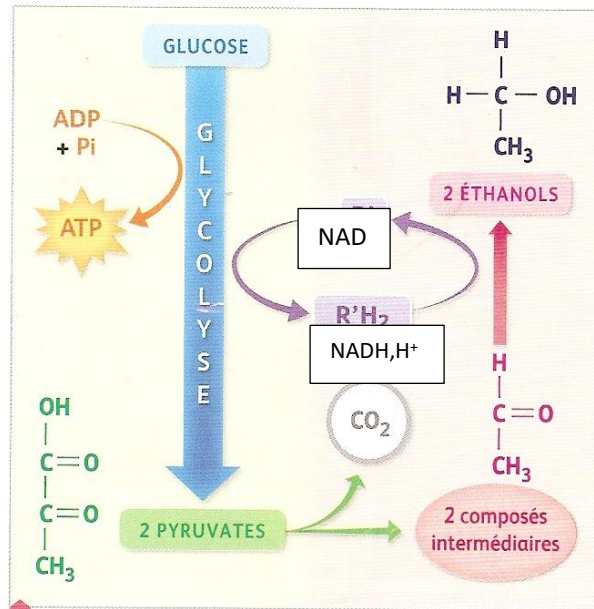
COMPETENCES EVALUEES

- Saisir des informations**
Mettre en relation des informations

DOCUMENTS RESSOURCES

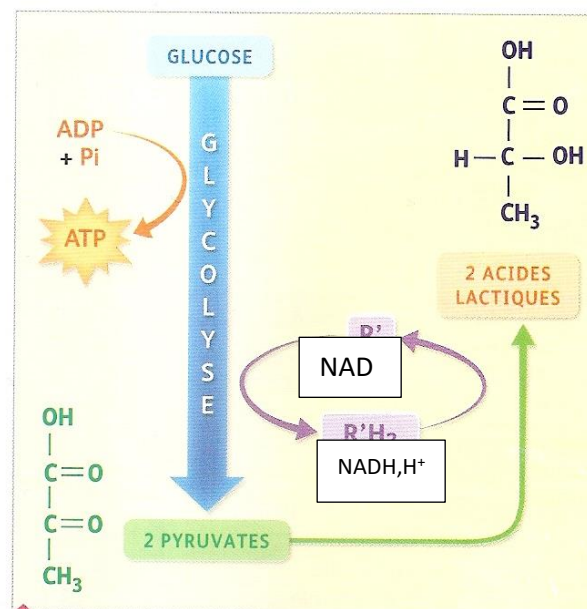
Les résultats du montage 2 de l'activité 2 montrent qu'en milieu anaérobie, c'est-à-dire en absence de dioxygène, la concentration en glucose diminue et qu'il y a apparition et augmentation de la concentration en éthanol. Il s'agit de la réaction de fermentation.

Les levures déficientes en mitochondries sont capables de fermenter. L'ensemble des réactions se déroule dans le cytoplasme.



a Les réactions de la fermentation alcoolique.

Les cellules musculaires réalisent une fermentation différente de celle des levures appelée fermentation lactique.



b Les réactions de la fermentation lactique.

Document 8 : les réactions de fermentations.

ACTIVITES ET QUESTIONNEMENT

- 1- Présentez les deux types de réactions de fermentation sous forme d'un texte.
- 2- Sachant que les courbatures sont dues à une accumulation d'acide lactique, expliquez comment ce phénomène est possible alors que le muscle dispose de dioxygène.

COMPETENCES EVALUEES

Saisir des informations
Mettre en relation des informations