

## CORRECTION



La molécule d'ATP est une molécule énergétique indispensable à la contraction musculaire en intervenant dans le cycle de

l'actine / myosine. On estime que l'organisme nécessite près de 46 kg d'ATP par jour !

Lors d'un manque d'ATP suite à une contraction musculaire, la myosine ne peut pas se détacher de l'actine ce qui empêche

toute autre contraction. Ce problème est notamment retrouvé dans la rigidité cadavérique.

L'ATP n'est pas stockée dans l'organisme et n'est pas directement apportée par l'alimentation contrairement à ce que suggèrent certaines boissons énergisantes car la molécule d'ATP ne peut franchir la membrane qui entoure la fibre musculaire.

Cette molécule doit donc être produite en permanence pour répondre à la demande énergétique de la cellule musculaire. Elle est régénérée grâce à certaines molécules organiques apportées par notre alimentation : les glucides notamment.

**Objectif** : On cherche à déterminer à partir de quel glucide est produite la molécule d'ATP dans les cellules musculaires.

1- A l'aide des documents 1 et 2 de l'annexe, **justifier** que l'ATP doit être perpétuellement régénérée et **confirmer** l'importance des glucides dans sa production.

On peut constater que la quantité d'ATP présente dans les cellules est extrêmement faible, elle ne permet pas aux cellules musculaires de réaliser un effort modéré (doc 1), même d'une courte durée. L'ATP doit donc être régénérée, d'autant plus que sa concentration cellulaire ne varie pas avant et après contraction du muscle (doc2).

Or après une contraction musculaire, la quantité de glucose diminue, nous pouvons donc supposer que le glucose permet la régénération de l'ATP. Cela est confirmé par l'expérience au cours de laquelle un inhibiteur de la production d'ATP est ajouté, on constate que la contraction musculaire cesse immédiatement (les cellules n'ont donc pas de stock), la quantité d'ATP tombe à zéro, alors que la quantité de glucose elle reste constante.

2- A partir du matériel à disposition, **proposer** une démarche de résolution réaliste qui permette **de déterminer** quel glucide permet la production de l'ATP lors de la respiration dans les cellules musculaires (ce que je fais, comment je fais, ce que j'attends).

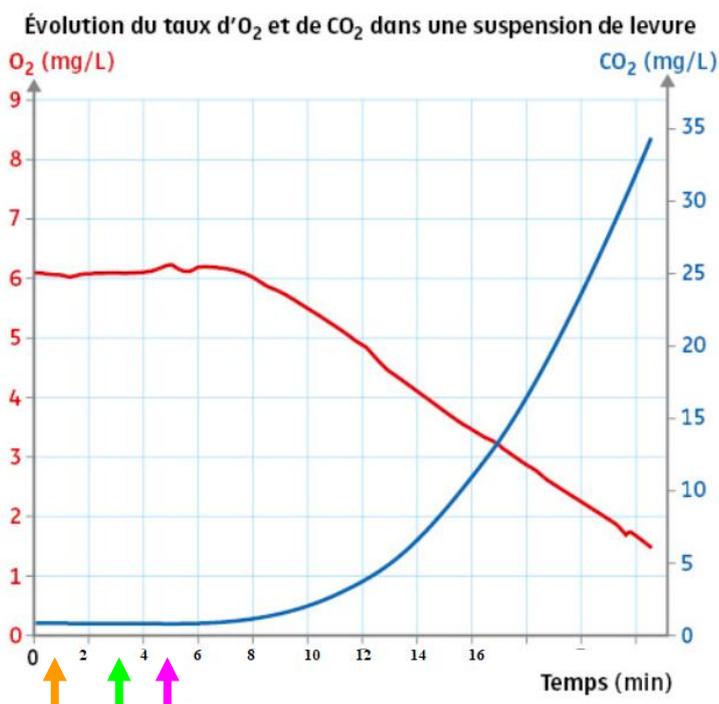
Nous cherchons à déterminer quel glucide entre le fructose, le maltose et le glucose permet la production d'ATP.

**Ce que je fais** : je vais suivre l'évolution de la concentration de  $O_2$  et  $CO_2$  au cours du temps dans une suspension de levures en ajoutant soit du glucose, soit du maltose, soit du fructose

**Comment je fais** : Les mesures sont réalisées à l'aide d'un dispositif EXAO : sondes à  $O_2$  et à  $CO_2$

**Résultats attendus** : Si la quantité de  $O_2$  diminue et celle de  $CO_2$  augmente en présence de fructose, alors le fructose est le sucre utilisable par la cellule pour réaliser la respiration cellulaire. De même pour le maltose et le glucose

4- **Communiquer** vos résultats sous la forme la plus judicieuse (pas de texte accepté) puis les interpréter afin de répondre à l'objectif initial (Les mêmes résultats auraient été observés si chaque sucre avait été testé indépendamment l'un de l'autre dans 3 enregistrements séparés de même durée). (6 points)

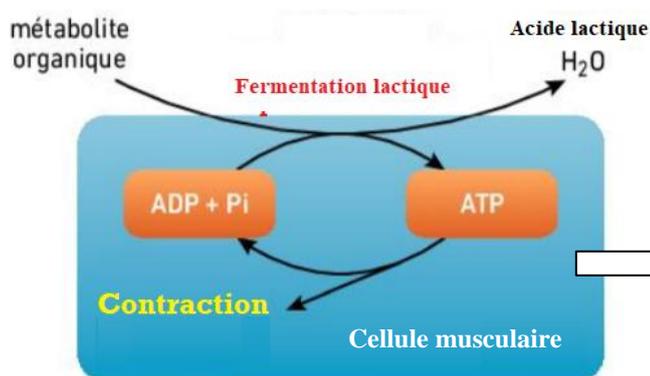


- ↑ Ajout de fructose
- ↑ Ajout de maltose
- ↑ Ajout de glucose

Evolution des concentrations de dioxyde de carbone, de dioxygène dans une culture de levures après des ajoutes successifs de différents sucres

On peut constater que la quantité de O<sub>2</sub> commence seulement à diminuer et le CO<sub>2</sub> à augmenter qu'à partir du moment où on ajoute du glucose. Or nous savons qu'au cours de la respiration cellulaire la cellule rejette du CO<sub>2</sub> et absorbe du O<sub>2</sub>. Nous pouvons donc en déduire que la respiration cellulaire ne débute qu'à partir de l'ajout de glucose, il est donc le seul sucre avec lequel la cellule peut réaliser la respiration cellulaire.

Les cellules musculaires sont également capables de réaliser un autre métabolisme énergétique : la fermentation au cours de laquelle elles dégradent le glucose et produisent du CO<sub>2</sub> et de l'acide lactique. Cette réaction s'accompagne de la production de 2 molécules d'ATP par molécule de glucose dégradée.



Substrats et produits de la fermentation lactique

La fermentation lactique permet la production de 2 molécules d'ATP à partir d'une molécule de glucose.

5- A partir de l'ensemble des données (TP + document complémentaire), **conclure** en montrant qu'une 1<sup>ère</sup> étape est nécessaire pour que les réactions liées à la respiration cellulaire puissent avoir lieu dans les mitochondries (3 points).

On peut observer que la diminution de la quantité de dioxygène dans la suspension de mitochondries, marquant le début de la respiration cellulaire, ne débute que lors de l'ajout de pyruvate.

Or on sait que le pyruvate est produit par une transformation du glucose C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> dans le cytoplasme au cours d'une réaction nommée glycolyse.

On en déduit que le glucose présent dans le cytoplasme doit d'abord être transformé en pyruvate lors de la glycolyse afin que ce dernier soit utilisé par les mitochondries pour la respiration cellulaire.

La glycolyse doit donc obligatoirement précéder la respiration cellulaire, pour que cette dernière soit possible.

6- A l'aide du document 3 de l'annexe, **expliquer** dans quelle situation les cellules musculaires réalisent la fermentation.

On peut observer que la quantité d'acide lactique commence à augmenter à partir du moment où il n'y a plus de  $O_2$ , or nous savons que **lors de la fermentation**, les cellules rejettent de l'acide lactique. Nous pouvons donc en déduire que la fermentation lactique a lieu **lorsque les cellules sont privées de  $O_2$**  (conditions **anaérobies**).

7- A partir des documents ressource, **comparer** le rendement énergétique de ces 2 voies métaboliques.

*Le rendement énergétique : pourcentage de l'énergie récupérée lors de la transformation d'une molécule par la cellule par rapport à l'énergie chimique contenue dans cette molécule.*

*L'énergie libérée par une molécule de glucose est de 2860 kJ et celle libérée par une molécule d'ATP est de 30kJ.*

\* La fermentation permet la production de 2 molécules d'ATP à partir d'une molécule de glucose.

1 molécule ATP = 30 kJ

1 molécule de glucose = 2860 kJ.

Donc  $(2 \times 30) \times 100 / 2860 \approx 2\%$

\* La respiration cellulaire permet la production de 36 molécules d'ATP à partir d'une molécule de glucose.

Donc  $(36 \times 30) \times 100 / 2860 \approx 38\%$

Le rendement énergétique de la respiration cellulaire est donc largement supérieur à celui de la fermentation (de 19 fois).

A l'aide du document 4, **déterminer** si les réactions chimiques liées à la fermentation et à la respiration cellulaire se déroulent dans le cytoplasme ou dans les mitochondries.

On peut constater que le nombre de mitochondries est d'autant plus important que les cellules musculaires réalisent des contractions. De plus lors de l'expérience où l'on suit l'évolution de la concentration en dioxygène, cette dernière diminue (preuve que la respiration cellulaire a lieu) uniquement si les levures possèdent des mitochondries fonctionnelles. Nous pouvons donc en déduire que **les réactions chimiques liées à la respiration cellulaire ont lieu dans les mitochondries**.

Lorsque les levures sont cultivées de façon prolongée en milieu anaérobie, elles réalisent uniquement la fermentation, or on peut observer que ces levures ne possèdent pas de mitochondries. Les réactions chimiques liées à la fermentation, doivent donc se dérouler **dans le cytoplasme**.

#### **Bilan :**

\* Dans toutes les cellules, l'**énergie** nécessaire à leur fonctionnement est apportée par l'**ATP** (Adénosine TriPhosphate). C'est une petite molécule qui **libère de l'énergie** lorsqu'elle est **hydrolysée en ADP + Pi**.

\* Les quantités d'**ATP** disponibles dans la cellule sont extrêmement faibles (moins de 1 seconde de contraction...) et l'**ATP n'est pas stocké**. Pourtant, il est utilisé en permanence pour assurer les contractions musculaires. **L'ATP doit donc être perpétuellement régénérée** par diverses voies métaboliques à partir de molécules organiques, notamment le glucose.

\* **2 voies métaboliques** permettent la **régénération de l'ATP à partir d'ADP + Pi** :

- la **respiration cellulaire** qui se fait en présence de  $O_2$  dans les mitochondries (**voie aérobie**).

- la **fermentation lactique** qui se réalise sans  $O_2$  dans le cytoplasme (**voie anaérobie**).

**Rappel :** Une voie métabolique est une succession de plusieurs réactions chimiques chacune catalysée par une enzyme.