

Chapitre 11 Origine de l'ATP nécessaire à la contraction musculaire

Introduction :

- **La réalisation des activités cellulaires nécessite de l'énergie qui est apportée sous forme d'ATP** (adénosine triphosphate).

L'hydrolyse de l'ATP libère de l'énergie. Elle produit de l'ADP et un groupement phosphate (Pi) : $ATP + H_2O \rightarrow ADP + Pi + \text{énergie disponible}$

- **L'ATP n'est pas stocké dans l'organisme** : il est constamment consommé et renouvelé pour satisfaire les besoins énergétiques des cellules. La synthèse d'ATP nécessite un apport d'énergie

Nous allons voir comment l'ATP peut être régénéré.

I Des voies multiples de synthèse de l'ATP dans les cellules musculaires

Quelles sont les voies métaboliques de synthèse de l'ATP, et qu'est-ce qui conditionne l'utilisation de l'une ou l'autre ?

Il existe différents métabolismes permettant de régénérer l'ATP. Ils dépendent du type d'effort :

Les quantités d'ATP disponibles dans la cellule musculaire sont faibles et dès le début d'un effort physique l'ATP consommé est immédiatement régénéré grâce à la phosphocréatine présente dans la cellule musculaire.

D'autres voies métaboliques consommant des molécules organiques interviennent ensuite éventuellement selon le type d'effort (durée, intensité) :

- **La fermentation lactique** ,qui ne consomme pas de dioxygène ,permet de fournir rapidement de l'ATP aux cellules musculaires : elle est mobilisée lors d'**efforts brefs et intenses**.
- **La respiration** est un métabolisme aérobie, c'est-à-dire qui nécessite la présence d'O₂. Elle n'est pleinement fonctionnelle qu'après quelques minutes d'effort, une fois que les appareils cardiorespiratoire et circulatoire se sont adaptés : elle est ainsi mobilisée lors d'efforts de **longue durée et de faible intensité** (exercices d'endurance).

Ces deux types de métabolismes vont donc produire de l'ATP à partir de matière organique, la plus couramment utilisée est le glucose.

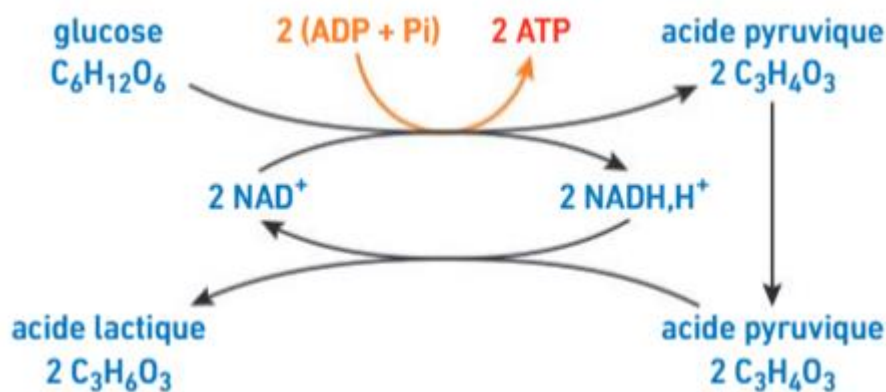
Comment est ce que le glucose peut-il générer des molécules d'ATP ?

III- La « résolution » de la glycolyse en absence de dioxygène : les fermentations (TP)

Certaines cellules peuvent vivre en anaérobiose (= sans dioxygène).

Comment l'ATP est-il formé en anaérobiose ?

- **Les cellules musculaires réalisent la fermentation lactique, qui ne consomme pas de dioxygène** : elle se déroule dans des conditions anaérobies. Lors de la **fermentation lactique**, la **glycolyse** produit dans le cytoplasme de l'acide pyruvique, des composés réduits NADH, H^+ et de l'ATP. La réoxydation des composés réduits NADH, H^+ se fait grâce à la réduction de l'acide pyruvique en acide lactique.



Bilan : Les **fermentations** consistent en une **oxydation incomplète du glucose** puisqu'il reste de la matière organique en fin de réaction (donc de l'énergie non exploitée).

Leur **rendement énergétique** est donc **faible** : pour une molécule de glucose oxydée, elles produisent seulement deux molécules d'ATP.

Transition : En absence de dioxygène, l'ATP peut être produit par différentes voies métaboliques. Les cellules musculaires utilisent notamment la fermentation lactique. Cette voie produit cependant bien moins d'ATP que la respiration cellulaire.

IV- La « résolution » de la glycolyse en milieu aérobie : la respiration cellulaire

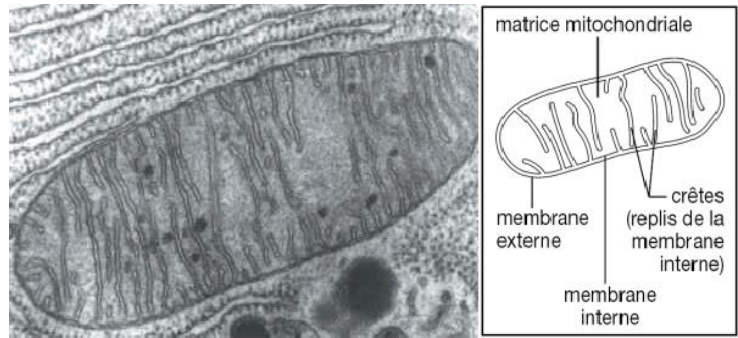
La glycolyse qui a lieu dans le cytoplasme est considérée comme **la première étape** de la respiration cellulaire.

Où se déroule la suite de la respiration cellulaire et en quoi consiste-t-elle ?

A Deuxième étape : le cycle de Krebs dans la matrice mitochondriale

- Les mitochondries sont des organites qui jouent un rôle majeur dans la respiration cellulaire.

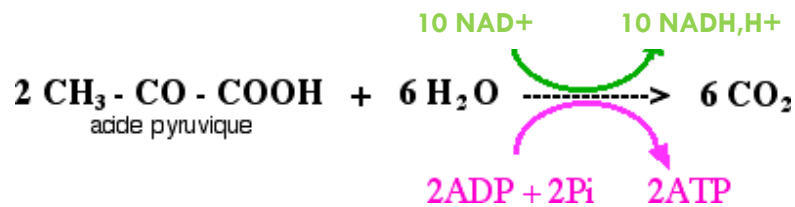
Structure d'une mitochondrie



- Dans la **matrice mitochondriale**, l'**acide Pyruvique est totalement oxydé (dégradé) en CO₂**, au cours d'un cycle de réactions appelé **cycle de Krebs**.

Pour une molécule de glucose, cette oxydation est couplée :

- à la réduction de 10 composés NAD⁺ en NADH,H⁺
- à la **synthèse de deux molécules d'ATP**.



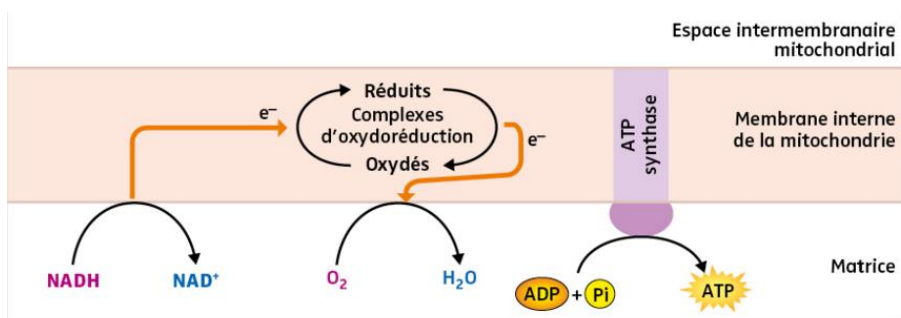
Le cycle de Krebs

Bilan : dans leur ensemble, les réactions de la glycolyse puis du cycle de Krebs produisent de l'ATP, mais aussi du CO₂ et des composés réduits NADH,H⁺.

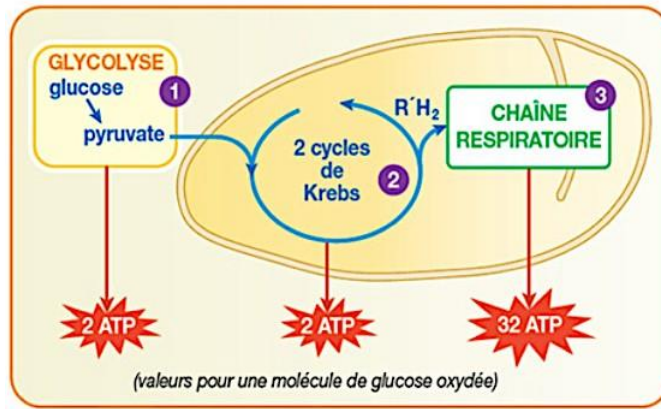
B Troisième étape : la réoxydation des composés réduits NADH,H⁺ dans les crêtes mitochondriales.

- La membrane interne des mitochondries, dont les replis forment des crêtes mitochondriales, contient des complexes protéiques formant la **chaîne respiratoire mitochondriale**. Celle-ci permet la **réoxydation des composés réduits NADH,H⁺**. Elle est couplée :

- à la **réduction du dioxygène en eau**, qui est l'accepteur final des électrons.
- à la **synthèse d'ATP** grâce à des **ATP synthases** : pour une molécule de glucose oxydée, 32 molécules d'ATP sont produites.



5 **Modèle simplifié de la membrane interne mitochondriale.** La membrane interne de la mitochondrie, très riche en protéines, contient des complexes d'oxydoréduction qui forment la chaîne respiratoire et dont le fonctionnement est couplé à celui d'une autre protéine : l'ATP synthase.

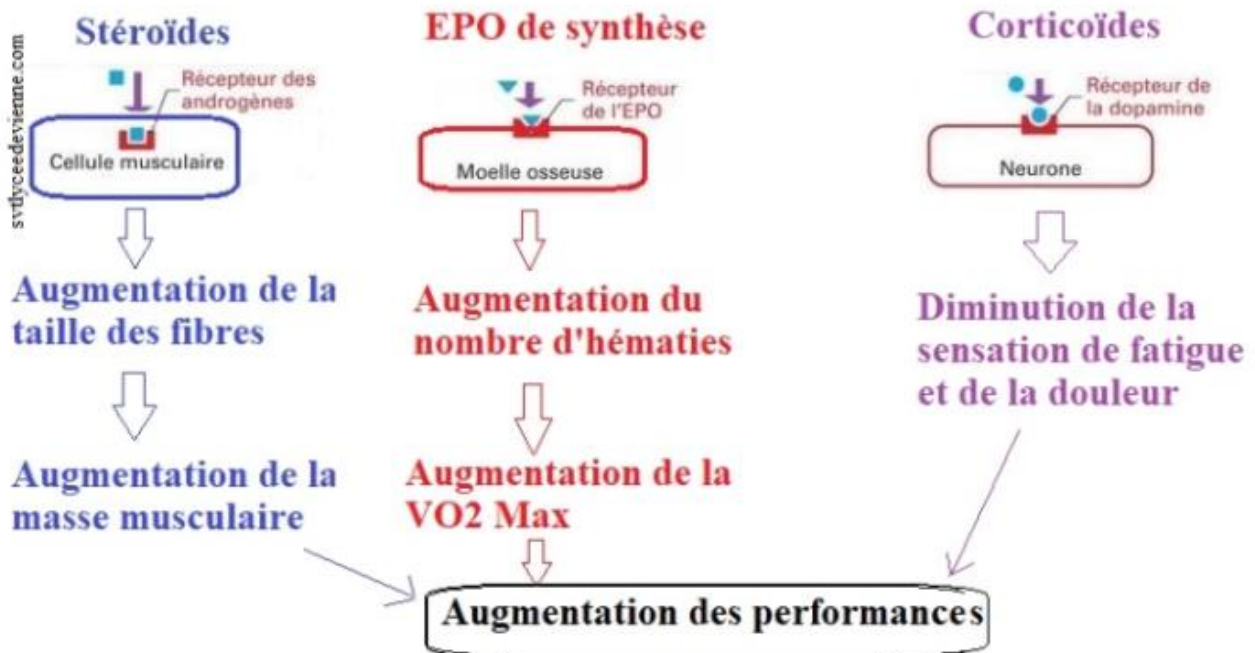


Le rendement énergétique de la respiration cellulaire est élevé : pour une molécule de glucose oxydée, elle produit 36 molécules d'ATP.

V – Le dopage

- Des substances exogènes (= non produites par l'organisme) peuvent avoir des effets sur le métabolisme et/ou la masse musculaire.
- Ces substances sont parfois utilisées comme produits dopants pour améliorer les performances sportives. Mais elles ont des répercussions sur la santé qui peuvent être parfois graves.

Impact de la prise de substances exogènes



Conclusion

L'ATP nécessaire à la vie cellulaire peut être produit suivant différentes voies métaboliques, avec ou sans dioxygène. La respiration cellulaire, qui nécessite un apport en dioxygène, a un rendement énergétique bien plus élevé que la fermentation.

La voie métabolique utilisée dépend du type d'effort à réaliser.

Remarque : il existe différents types de fibres musculaires. Elles sont plus ou moins riches en mitochondries et utilisent préférentiellement une voie métabolique particulière.

