

Thème 3B - CH2- ORIGINE DE L'ATP NÉCESSAIRE À LA CONTRACTION DE LA CELLULE MUSCULAIRE

La contraction musculaire (comme toutes les autres activités cellulaires: divisions, synthèses...) nécessite de l'énergie. Celle-ci est fournie par l'hydrolyse de l'ATP:

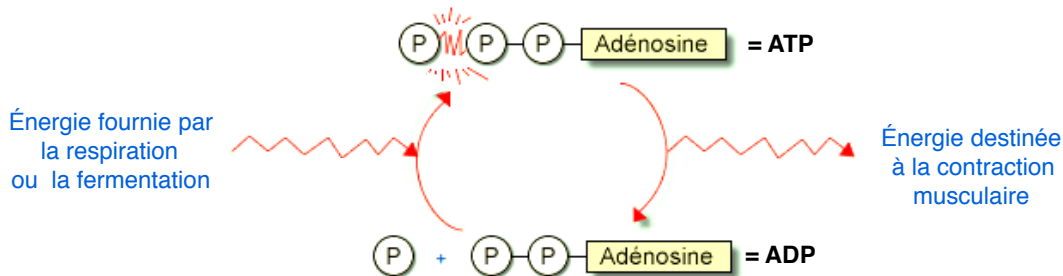


ATP: adénosine triphosphate; ADP: adénosine diphosphate; P_i: phosphate inorganique.

Il n'y a **pas de stockage de l'ATP**. Cette molécule doit donc être régénérée en permanence. Or, sa synthèse nécessite un apport d'énergie:



La **respiration cellulaire** et la **fermentation lactique** permettent de fournir l'énergie nécessaire à la régénération de l'ATP.



Comment l'ATP est-il produit lors de la respiration et de la fermentation lactique?

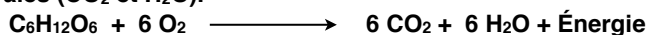
Quelle voie métabolique (voie de fabrication de l'ATP) est utilisée en fonction du type d'effort?

Comment les substances dopantes agissent-elles sur le métabolisme des cellules musculaires?

I- LES VOIES MÉTABOLIQUES DE RÉGÉNÉRATION DE L'ATP DANS LES CELLULES MUSCULAIRES:

1- La production d'ATP au cours de la respiration cellulaire:

Lors de la respiration, les cellules consomment du glucose et du dioxygène. **Le glucose est complètement oxydé en matières minérales (CO₂ et H₂O).**



Toute l'énergie potentielle contenue dans le glucose est libérée. Cette énergie permet la **synthèse de 36 ATP** par molécule de glucose dégradée.

La respiration comporte plusieurs étapes. Voir **Schéma bilan page 3**.

1^{ère} étape: Dans le **hyaloplasme**, au cours de la **glycolyse**, le glucose est partiellement oxydé en **acide pyruvique**. Des atomes d'hydrogène sont libérés et pris en charge par des composés **NAD⁺**. Il se forme ainsi des **composés réduits NADH, H⁺**. L'énergie libérée par la glycolyse permet de produire **2 ATP**.

2^e étape: Dans la **matrice des mitochondries** l'acide pyruvique subit une **oxydation complète** au cours de réactions formant le **cycle de Krebs**: l'acide pyruvique est totalement dégradé en **CO₂**, protons (H⁺) et électrons. Le **CO₂** est rejeté lors de la respiration. Les protons et électrons sont pris en charge par des composés **NAD⁺** et forment ainsi des **composés réduits NADH, H⁺**.

Ces réactions libèrent de l'énergie qui permettent la formation de **2 ATP**.

3^e étape: Au niveau des **crêtes mitochondriales**, les composés réduits **NADH, H⁺** (formés lors des étapes précédentes) sont **réoxydés** par les molécules de la **chaîne respiratoire**. Les électrons circulent d'une molécule à l'autre grâce à des réactions d'oxydoréduction.

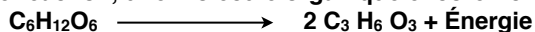
L'accepteur final des électrons et des protons est le **O₂**. **Celui-ci est réduit et il y a formation d'eau** qui est rejetée.

Ces réactions libèrent de l'énergie qui permettent de produire une **32 ATP**.

Au total: **36 ATP produits par molécule de glucose dégradée.**

2- La production d'ATP au cours de la fermentation lactique:

En absence de O₂, les cellules musculaires réalisent la **fermentation lactique**: le glucose est **oxydé partiellement**. Il reste, en fin de réaction, une **molécule organique encore riche en énergie potentielle**: l'**acide lactique**.



La **dégradation du glucose étant incomplète**, la **production d'ATP est donc plus faible** que lors de la respiration: **2 ATP par glucose**.

La fermentation se déroule entièrement dans le **hyaloplasme**. Elle comprend les étapes suivantes: [Voir Schéma bilan page 3](#)

1^{ère} étape: Lors de la **glycolyse** le glucose est partiellement oxydé en **acide pyruvique**. Il y a production de composés réduits **NADH,H⁺** et de **2 ATP**.

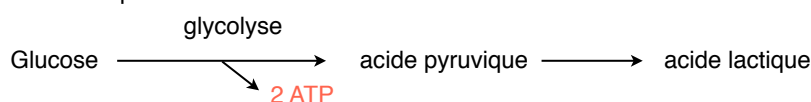
2^c étape:

L'acide pyruvique est réduit en **acide lactique**. Les composés **NADH,H⁺** sont réoxydés en **NAD⁺**.

II- LES VOIES MÉTABOLIQUES DE RÉGÉNÉRATION DE L'ATP UTILISÉES EN FONCTION DU TYPE D'EFFORT:

1- Efforts intenses de courte durée: la fermentation lactique

La fermentation lactique intervient lors d'**efforts brefs et intenses**.

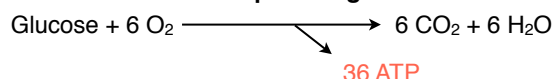


Ce métabolisme est essentiellement réalisé par des fibres musculaires spécialisées appelées "**fibres rapides, de type II**". Elles sont pauvres en mitochondries, très puissantes mais peu résistantes à la fatigue.

La fermentation lactique **fournit très rapidement de l'ATP** dans les fibres musculaires et **ne nécessite pas de dioxygène**. Toutefois, elle a un **faible rendement**: elle **consomme beaucoup de réserves glucidiques** et la **production d'ATP est faible (2 ATP par molécule de glucose)**. De plus, l'**accumulation d'acide lactique** semble contribuer à la **fatigue musculaire**.

2- Efforts longs: la respiration

La respiration intervient lors d'**efforts de plus longue durée**.



Ce métabolisme est essentiellement réalisé par des fibres musculaires spécialisées appelées "**fibres lentes, de type I**". Elles sont riches en mitochondries, d'une puissance modérée mais très résistantes à la fatigue.

La respiration a un **rendement très élevé**: elle produit **beaucoup plus d'ATP (36 ATP par molécule de glucose)**.

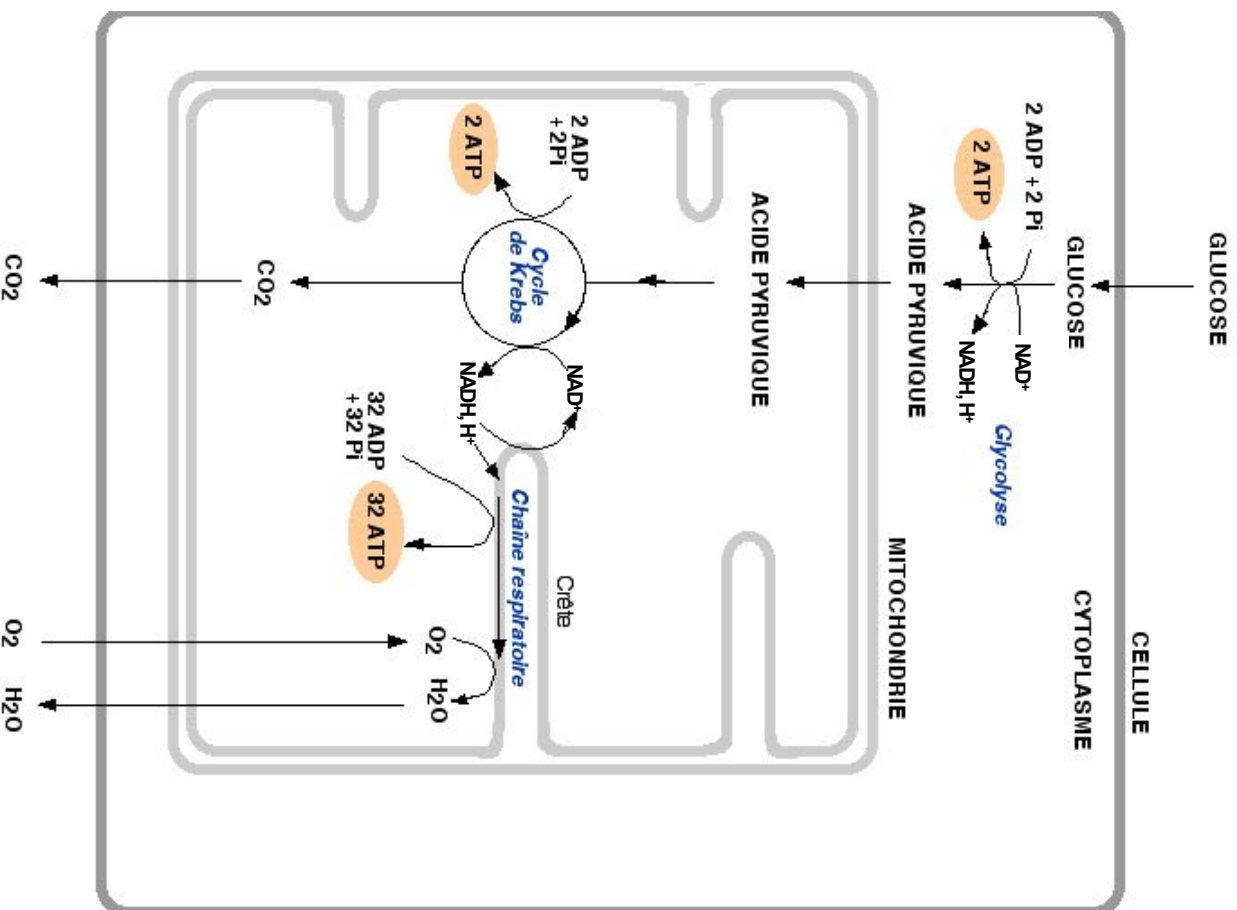
Toutefois, elle **nécessite un bon approvisionnement en O₂**. L'activité respiratoire et circulatoire doivent donc augmenter.

III- LES EFFETS DES SUBSTANCES DOPANTES SUR LE MÉTABOLISME DES CELLULES MUSCULAIRES:

Afin d'améliorer leurs performances, certains sportifs ont recours à des **pratiques illégales**, le **dopage**. Ils **détournent des molécules de leur usage médical**. Par exemple, les stéroïdes anabolisants (dérivés de la testostérone) augmentent la masse et la force musculaire. Certaines substances peuvent augmenter le nombre de mitochondries.

Ces substances peuvent avoir des **effets graves sur la santé**: lésions musculaires et tendineuses, cancers, stérilité, masculinisation chez la femme...

PRODUCTION D'ATP AU COURS DE LA RESPIRATION CELLULAIRE



PRODUCTION D'ATP AU COURS DE LA FERMENTATION LACTIQUE

