

**Thème 1 « La Terre dans l'univers, la vie et l'évolution de la vie –
Energie et cellule vivante »**

Référentiel 02

Toutes les cellules échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement. La cellule est le siège d'un ensemble de réactions biochimiques, constituant le métabolisme, qui lui permettent d'assurer ses fonctions vitales. Les sources d'énergie utilisées par les cellules dépendent de leurs caractéristiques biologiques : par exemple des cellules utiliseront l'énergie stockée dans des molécules organiques alors que d'autres seront capables d'utiliser l'énergie lumineuse. Dans tous les cas, cette énergie est convertie en énergie chimique utilisable par la cellule.

Chap.II Respiration, fermentation et sources d'énergie

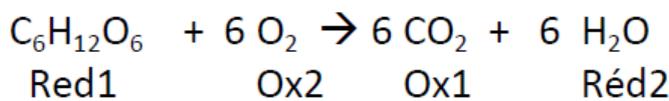
Chez les cellules eucaryotes, cellules compartimentées dont le cytoplasme comprend des organites comme le noyau, les mitochondries ou encore les chloroplastes pour les cellules végétales, le métabolisme énergétique fait intervenir de nombreuses réactions notamment des réactions d'oxydo-réduction. Le métabolisme énergétique dépend de l'équipement enzymatique de la cellule.

Respiration et fermentation sont deux mécanismes qui permettent de convertir l'énergie chimique des molécules organiques (substrats organiques) en énergie chimique utilisable par la cellule, notamment sous forme d'ATP. Dans tous les cas, les molécules organiques sont oxydées. Au cours de ces réactions du métabolisme énergétique, les molécules organiques sont plus ou moins dégradées : la respiration cellulaire entraîne une dégradation complète mais pas la fermentation.

Les substrats organiques utilisés lors de la respiration et de la fermentation sont de diverses natures (lipides, protides, glucides), mais pour simplifier on prendra comme seul exemple une molécule glucidique simple : le glucose.

I La respiration

La respiration se déroule dans un milieu aérobie. La cellule doit donc être en aérobiose. La respiration cellulaire correspond à une oxydation complète de la matière organique. L'équation bilan de la respiration dans le cas de la consommation de glucose est :



Cette réaction libère de l'énergie qui est utilisée pour la synthèse d'ATP.

Au cours de ces transformations, la matière organique est entièrement minéralisée.

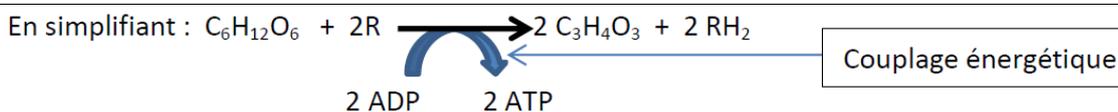
Trois étapes sont nécessaires à la réalisation de la respiration : glycolyse, cycle de Krebs et chaîne respiratoire.

A La glycolyse

La respiration débute par un ensemble de réactions qui constituent la glycolyse.

La glycolyse se déroule dans le cytosol. Le glucose est oxydé en deux molécules d'acide pyruvique. Il perd des électrons mais aussi des protons qui sont pris en charge par une molécule à l'état oxydé noté R. Cette molécule passe d'un état oxydé R à un état réduit noté RH2.

La glycolyse libère suffisamment d'énergie pour permettre la synthèse de deux moles d'ATP par mole de glucose consommé.

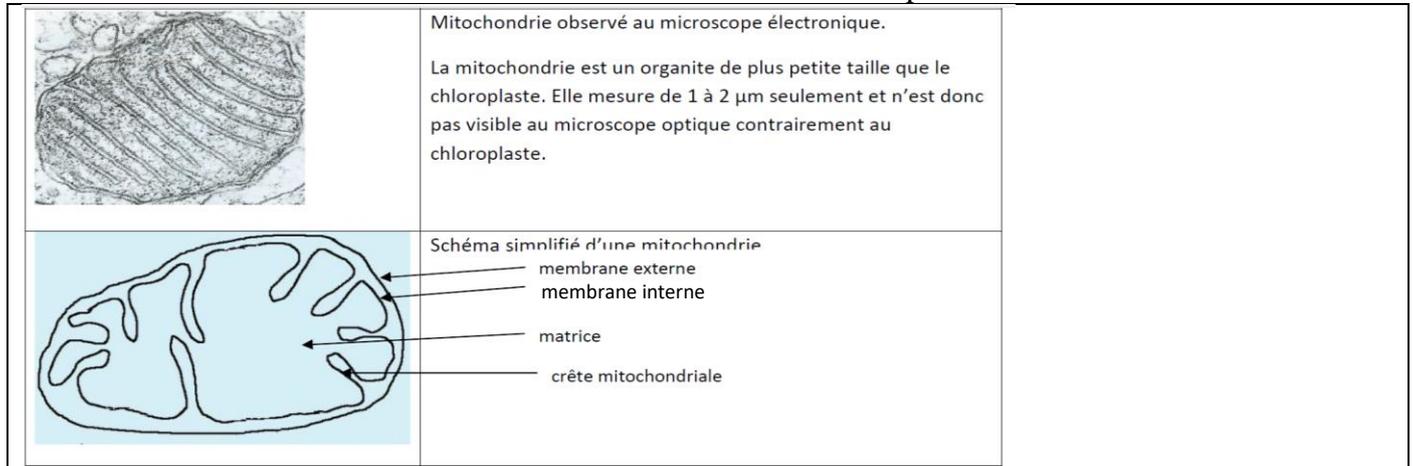


B La respiration mitochondriale

La respiration débute par la glycolyse et se poursuit dans les mitochondries. L'acide pyruvique formé au cours de la glycolyse est consommé par les mitochondries. La mitochondrie est un organe de petite taille (1 – 2 µm en moyenne) délimité par une double membrane. L'intérieur de la mitochondrie est appelé matrice mitochondriale. La membrane interne forme des replis appelés crêtes mitochondriales. La mitochondrie est donc aussi compartimentée et deux étapes successives ont lieu :

1 – dans la matrice où se déroule le cycle de Krebs

2 - au niveau des crêtes mitochondriales où se trouvent les chaînes respiratoires.

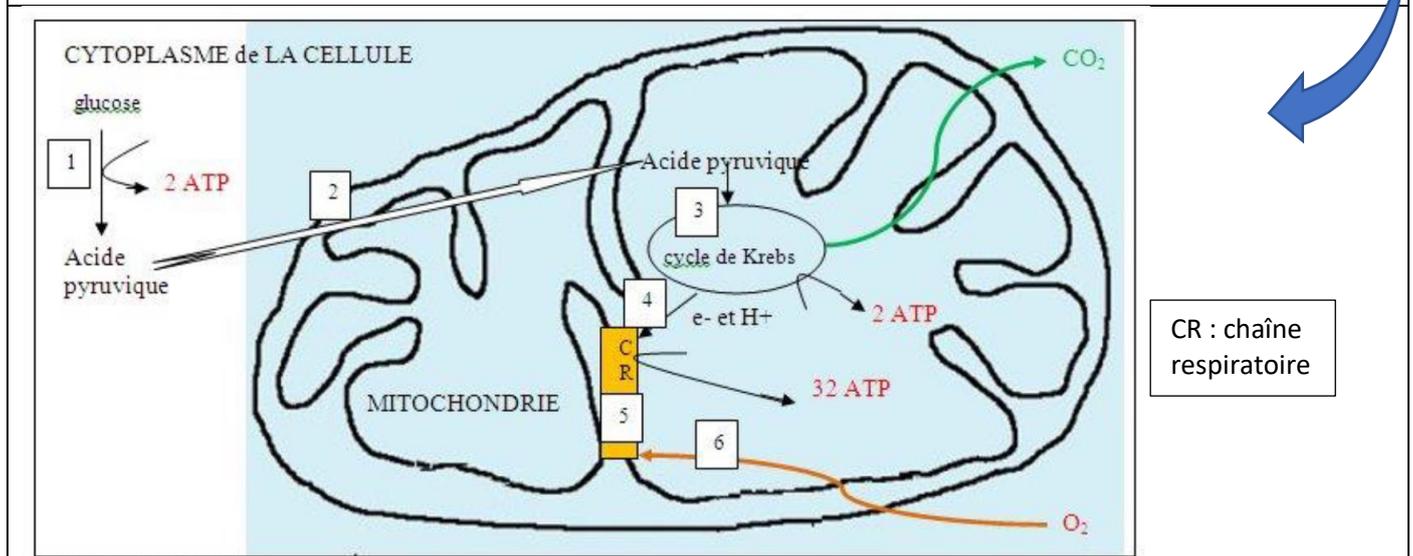


Les mitochondries sont le siège de deux étapes :

1. L'acide pyruvique issu de la glycolyse **1** pénètre dans les mitochondries **2**.
2. **Dans la matrice des mitochondries**, l'acide pyruvique subit une dégradation totale entraînant la perte de CO₂ (décarboxylation) et d'électrons et de protons (oxydation et déshydrogénation). C'est au cours de cette étape que le carbone de la matière organique est entièrement minéralisé. Les électrons et les protons perdus par l'acide pyruvique sont acceptés par des molécules R oxydées. Les molécules R passent alors à l'état réduit.

Cette étape aboutit donc à la production de CO₂ et de molécules réduites RH₂. Cette étape constitue le Cycle de Krebs. Deux moles d'ATP sont produites. **3**

3. **Au niveau des crêtes mitochondriales** de la membrane interne des mitochondries, les molécules réduites RH₂ sont à nouveau oxydées. Elles cèdent des électrons **4** à des transporteurs d'électrons constituant la chaîne respiratoire **5**. Les électrons circulent de transporteur en transporteur par des réactions successives d'oxydoréduction. **L'accepteur final d'électron est le dioxygène.** **6**
Le dioxygène est alors réduit, accepte des électrons et des protons, des molécules d'eau sont formées (il y a réduction du O₂ : $\frac{1}{2} O_2 + 2e^- + 2 H^+ \rightarrow H_2O$)



Bilan: 36 moles d'ATP pour une mole de glucose oxydé en théorie. Rendement important.

III La fermentation

A Un exemple de fermentation : la fermentation alcoolique

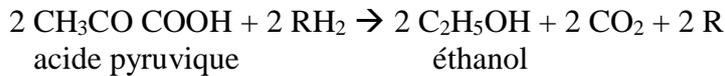
La fermentation alcoolique est un processus métaboliques qui permet la synthèse d'ATP en milieu anaérobie.

Elle se déroule entièrement dans le cytoplasme.

L'équation bilan de la fermentation alcoolique est : $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$

La fermentation débute par la glycolyse. Il y a donc oxydation du glucose en acide pyruvique et formation de deux moles d'ATP pour une mole de glucose consommée. (voir I)

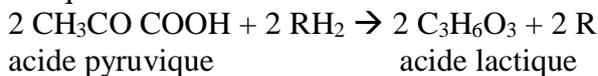
L'acide pyruvique est ensuite transformé en éthanol. Cette étape permet la régénération des transporteurs R utilisés au cours de la glycolyse mais ne fournit pas d'énergie pouvant servir à la synthèse d'ATP.



- ⇒ La fermentation alcoolique aboutit donc à une dégradation incomplète de la matière organique car dans les produits formés il y a encore une molécule organique (l'éthanol).
- ⇒ A partir d'une mole de glucose oxydée, il y a production de 2 moles d'ATP.
- ⇒ Le rendement de la fermentation est donc faible et est de l'ordre de 2%.

B Un exemple de fermentation : la fermentation lactique

La fermentation lactique se déroule en condition anaérobie. Elle débute par la glycolyse qui permet de produire deux moles d'ATP pour une mole de glucose consommé. L'acide pyruvique est ensuite transformé en acide lactique.



- ⇒ La fermentation lactique aboutit donc à une dégradation incomplète de la matière organique car dans les produits formés il y a encore une molécule organique (acide lactique).
- ⇒ A partir d'une mole de glucose oxydée, il y a production de 2 moles d'ATP.
- ⇒ Le rendement de la fermentation est donc faible et est de l'ordre de 2%.

Lexique Référentiel 02 Spé SVT

Aérobic : se dit d'un milieu contenant du dioxygène. Se dit d'un organisme nécessitant la présence de dioxygène.

Aérobiose : milieu avec dioxygène.

Anaérobic : se dit d'un milieu dépourvu de dioxygène. Se dit d'un organisme capable de se développer en l'absence de dioxygène.

Anaérobiose : milieu sans dioxygène.

Chaîne respiratoire : Ensemble de transporteurs permettant le transfert d'électrons grâce à une succession d'oxydoréductions au cours de la respiration cellulaire.

Décarboxylation : réaction catalysée par une décarboxylase conduisant à une libération de CO_2 .

Déshydrogénation : réaction catalysée par une déshydrogénase conduisant à une perte de proton.

Glycolyse : première étape de la dégradation du glucose, commune à la fermentation et à la respiration, qui a lieu dans le cytoplasme et qui fournit de l'acide pyruvique.

Mitochondrie : organite cellulaire limité par une double membrane, présent dans les cellules végétales, animales et chez les champignons et qui est le siège des phénomènes respiratoires. La mitochondrie est compartimentée : elle est caractérisée par un compartiment appelé matrice où se déroule le cycle de Krebs et des crêtes mitochondriales au niveau desquelles se déroulent les réactions d'oxydoréduction de la chaîne respiratoire.

Phosphorylation : synthèse d'ATP par transfert d'un phosphate sur l'ADP. D'une façon générale, transfert d'un groupement phosphate sur une molécule organique.