

CHAPITRE 2 : LA PRODUCTION D'ATP dans les cellules.

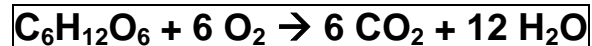
Toutes les cellules ont besoin d'énergie pour fonctionner (biosynthèses, transport de molécules, mouvements cellulaires ...). **L'ATP est une molécule jouant un rôle clé dans les transferts énergétiques cellulaires. Cette molécule peut être produite au cours de diverses réactions chimiques.**

Chez la plupart des cellules eucaryotes, c'est la respiration qui fournit l'énergie nécessaire aux activités cellulaires.

TP 6 EXAO levures et respiration (pour identifier les produits et substrats).

I. Respiration cellulaire et production d'ATP.**A. Manifestations de la respiration cellulaire.**

En présence de glucose et d'O₂ (donc en aérobiose), la levure consomme de l'O₂ et rejette du CO₂ : c'est la respiration. Elle s'accompagne d'un dégagement de chaleur et d'une production d'eau et d'énergie et peut être traduite par une équation présentant le bilan des transformations à partir d'une molécule de glucose:



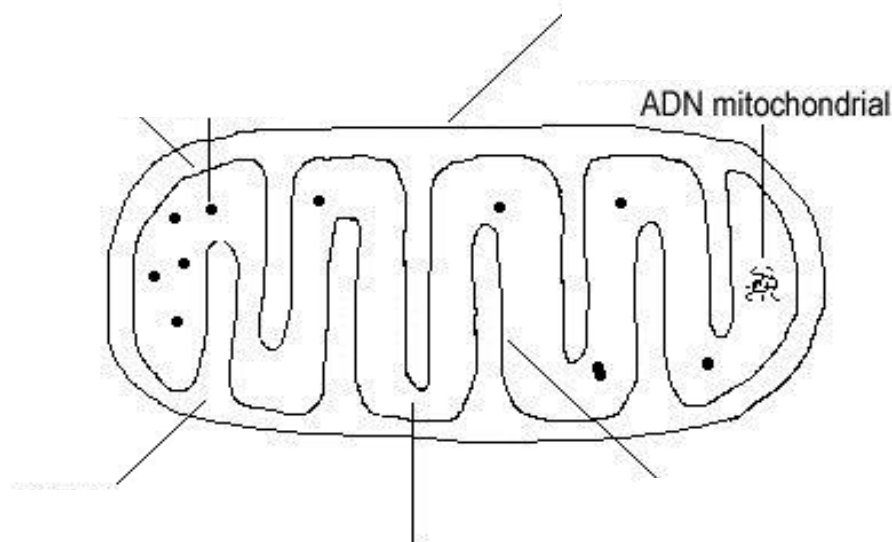
Tous les atomes de carbone sont oxydés : la respiration est donc **une oxydation complète de la matière organique** ; on dit que **la matière carbonée est intégralement minéralisée sous forme de CO₂**.

La respiration comporte plusieurs étapes catalysées par des enzymes.

TD 7 : mitochondries/ glycolyse / cycle de Krebs.

Les **mitochondries** sont les organites clé de la respiration cellulaire : sans, aucune cellule n'est capable de respirer et des mitochondries isolées consomment du O₂ et oxydent certaines molécules organiques.

Schéma d'organisation d'une mitochondrie.

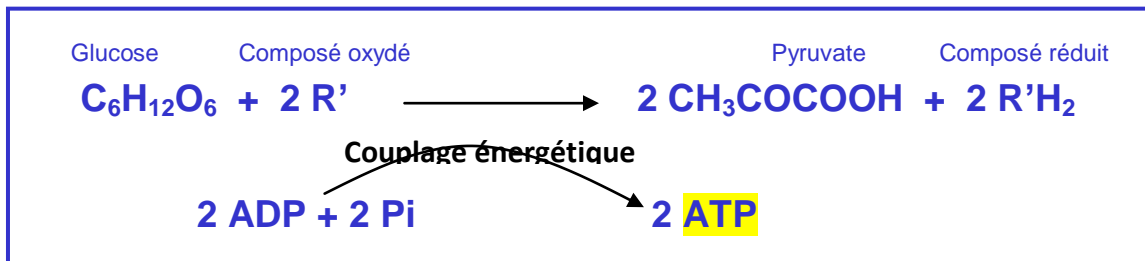


B. Le déroulement de la respiration cellulaire.

1. Une première étape dans le cytoplasme : oxydation du glucose en pyruvate

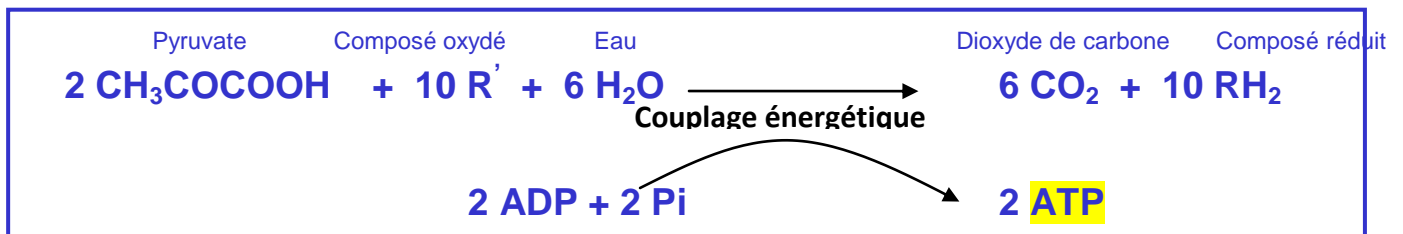
Le **glucose** contenu dans le milieu extra-cellulaire pénètre **dans le cytoplasme** de la cellule. Il y subit une première étape d'oxydation partielle, la **GLYCOLYSE**, qui aboutit à la formation d'une molécule organique, le **pyruvate**.

Cette oxydation s'accompagne de la production de composés réduits R'H₂ (proches des composés RH₂ fabriqués au cours de la photosynthèse) : R' est réduit en R'H₂ par 2 protons H⁺ et 2 e⁻ provenant du glucose. La réaction d'oxydoréduction libère de l'énergie qui est utilisée par **couplage énergétique** pour la **synthèse de 2 molécules d'ATP par molécule de glucose oxydée**.



2. Une deuxième étape dans la matrice mitochondriale : cycle de Krebs.

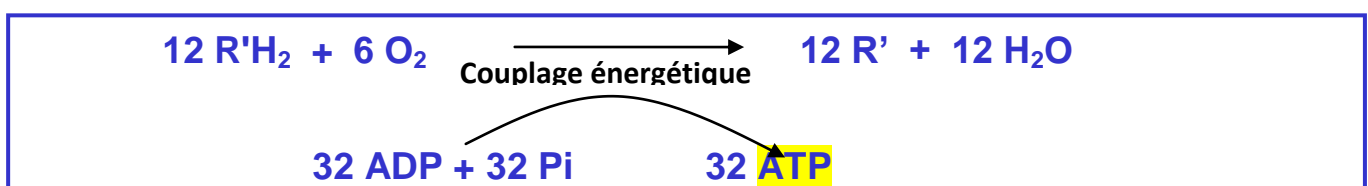
Le pyruvate formé par la glycolyse entre dans la mitochondrie et subit une **oxydation complète dans la matrice** au cours d'une suite de réactions formant le **cycle de Krebs**. Elles s'accompagnent de la production de composés réduits et de synthèse d'ATP. Le pyruvate est **intégralement oxydé** : du CO₂ est produit, c'est le « déchet » de la respiration cellulaire.



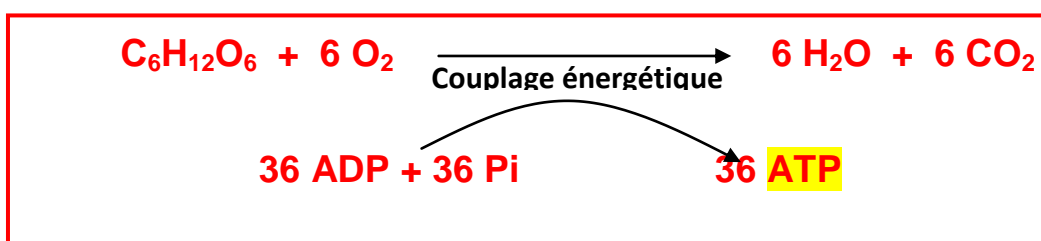
3. Une troisième étape dans les crêtes de la membrane interne de la mitochondrie : oxydation des composés réduits

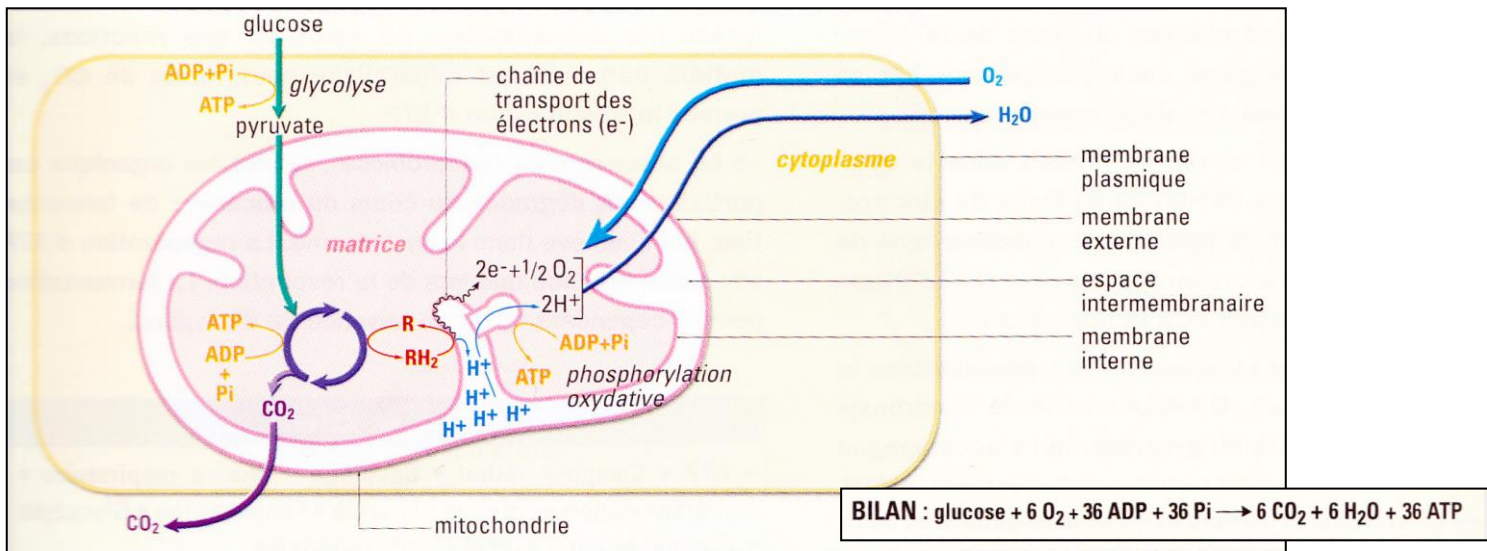
Les composés réduits R'H₂ produits dans la matrice lors de la glycolyse et du cycle de Krebs sont utilisés pour produire de l'**ATP**. Ils cèdent leurs électrons (oxydation) au niveau d'une chaîne de transporteurs (**chaîne respiratoire**): les électrons sont transportés dans la membrane interne de la mitochondrie jusqu'à l'**accepteur final O₂** qui est alors **réduit en H₂O**, autre déchet de la respiration.

Ces réoxydations s'accompagnent d'une très grande production d'ATP grâce aux ATP synthases de la membrane interne mitochondriale activées en bout de la chaîne respiratoire.



Au final 36 molécules d'ATP sont formées pour une molécule de glucose oxydée au cours des 3 étapes de la respiration. L'équation finale de la respiration est donc :





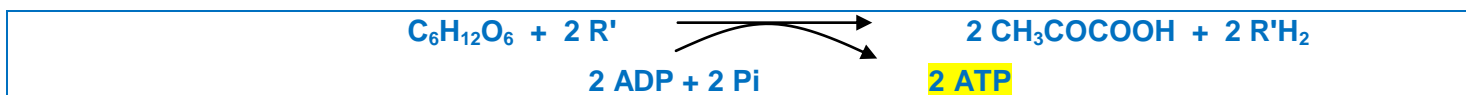
II. Fermentations et production d'ATP.

En absence d'oxygène, le métabolisme respiratoire ne peut avoir lieu et les cellules dépendent alors entièrement de la glycolyse pour leur production d'ATP. Dans ces conditions, les atomes H⁺ générés par la glycolyse sont cédés à des molécules organiques dans un processus appelé fermentation, qui recycle le R⁺, l'accepteur d'électrons nécessaire à la glycolyse.

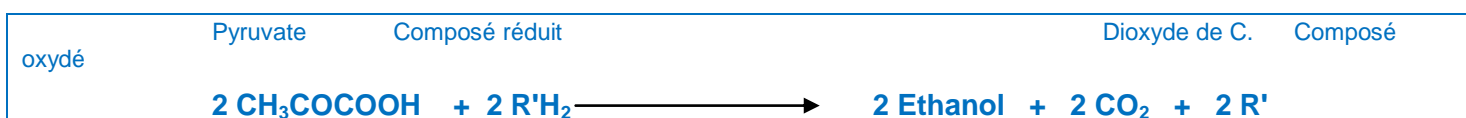
La molécule organique réduite est dans de nombreux cas un acide organique ou un alcool.

A. La fermentation alcoolique

En **anaérobiose** (absence d'O₂) et en présence de glucose, les levures produisent du CO₂ et un alcool, de l'**éthanol** : c'est la **fermentation alcoolique**. Ce processus débute, comme la respiration, par la glycolyse. 2 molécules de composés réduits (R'H₂) s'accumulent dans le cytoplasme :



La fermentation permet une **réoxydation** de ces composés réduits **dans le cytoplasme** :



L'**éthanol** (CH₃CH₂OH ou C₂H₅OH), le déchet de la fermentation formé à partir du pyruvate, est une molécule organique qui n'est pas totalement oxydée (qui est donc encore réduite) : la fermentation est donc une **dégradation PARTIELLE DE LA MATIERE ORGANIQUE**.

La fermentation alcoolique assure néanmoins grâce à la glycolyse, un **renouvellement peu efficace mais réel d'ATP** (seulement 2 ATP formés par molécule de glucose dégradée), et **permet ainsi à la cellule de vivre même en absence d'O₂**. L'équation bilan de la fermentation alcoolique est donc :

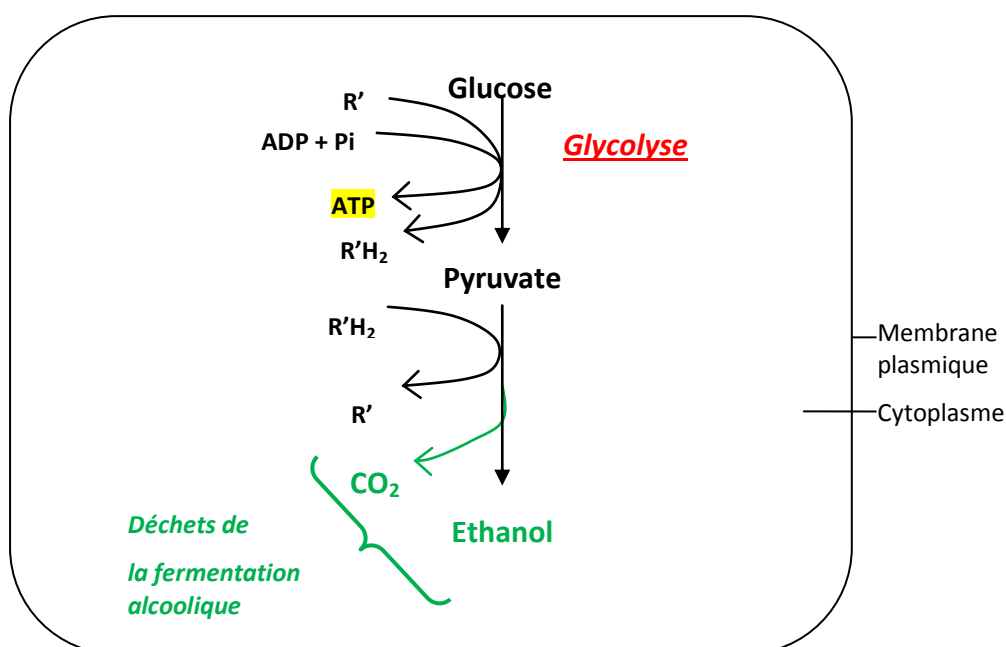
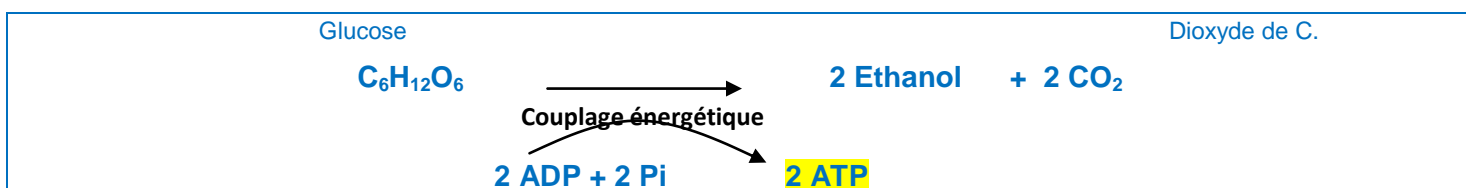


Schéma bilan de la fermentation alcoolique

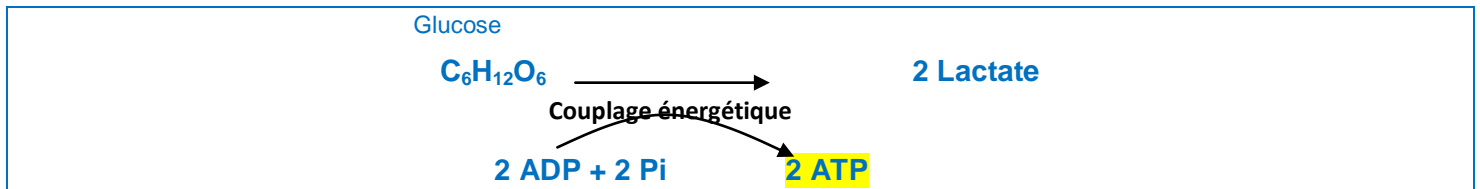
La levure n'est pas le seul être vivant réalisant la fermentation : **toute cellule vivante, isolée ou non, animale ou végétale (autotrophe ou hétérotrophe), régénère son ATP en oxydant des molécules organiques par un processus respiratoire ou fermentaire.**

Cellules végétales et champignons fermentation alcoolique

B. La fermentation lactique

En anaérobiose, de nombreux procaryotes réalisent une fermentation lactique. C'est la dégradation incomplète du pyruvate issu de la glycolyse en lactate (ou acide lactique) qui permet de régénérer le $R'H_2$ en R'^+ .

Cellules animales et bactéries fermentation lactique : c'est l'acide lactique qui permet de transformer le lait en yaourt (changement de texture et de saveur)



C'est l'équipement enzymatique présent dans les cellules qui sera responsable de telle ou telle fermentation.

EX TYPE BAC IIB POUR COMPARER FERMENTATION ET RESPIRATION

COMPARAISON DES RENDEMENTS ENERGETIQUES DE LA RESPIRATION ET DE LA FERMENTATION

En aérobiose, la dégradation complète d'une molécule de glucose permet la synthèse de **36 ATP** grâce au mécanisme de la **respiration**, ce qui correspond à un rendement énergétique de 38,6%.

En anaérobiose, la dégradation incomplète du glucose permet la synthèse de **2 molécules d'ATP** (par la glycolyse en début de **fermentation**), avec un rendement énergétique de 2,1%.

Cette différence de rendement a pour conséquence une croissance plus lente des organismes avec un besoin en matière organique plus élevée. Cependant, la fermentation est avantageuse dans certaines conditions, car elle permet la vie cellulaire en l'absence d' O_2 .