

# Chapitre 3 : Le métabolisme des cellules

## Observation film de division cellulaire d'une levure

Une cellule se reproduit par division (ou bourgeonnement). Pour ce faire, elle doit pouvoir exploiter les éléments disponibles dans son milieu. La cellule n'est donc pas indépendante de son environnement : c'est un espace limité par une membrane à travers laquelle se produisent les échanges d'énergie et de matières.

Les cellules réalisent, au cours de leur vie, de nombreuses activités : **division, déplacement, échange**. Ces activités impliquent de nombreuses transformations chimiques.

Le **métabolisme** est l'ensemble des réactions chimiques se déroulant à l'intérieur d'un organisme, réactions qui sont la base de la vie. Au cours de ces réactions, des molécules qui servent de substrat sont transformées en produits sous l'action d'**enzymes**

**Problème : comment caractériser le métabolisme cellulaire et de quelle manière est-il contrôlé ?**

## 1. La respiration : une réaction chimique commune au monde vivant.

### Etude expérimentale du métabolisme des Levures

**Activité 6** : Etude expérimentale du métabolisme des Levures

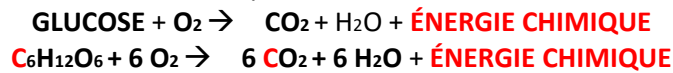
	Levure « sauvages »	Levure mutantes
<b>Organites</b>		
<b>Evolution O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> après l'injection de glucose</b>		

La **respiration** correspond à une suite de réactions chimiques complexes qui font intervenir des **molécules organiques carbonées** comme par exemple du **glucose** pour produire de **l'énergie chimique** que la cellule pourra utiliser pour son fonctionnement (divisions, déplacement, synthèses diverses...).

L'utilisation de ces molécules nécessite du **dioxygène** et ces réactions s'accompagnent du rejet d'un **déchet** : le **dioxyde de carbone**.

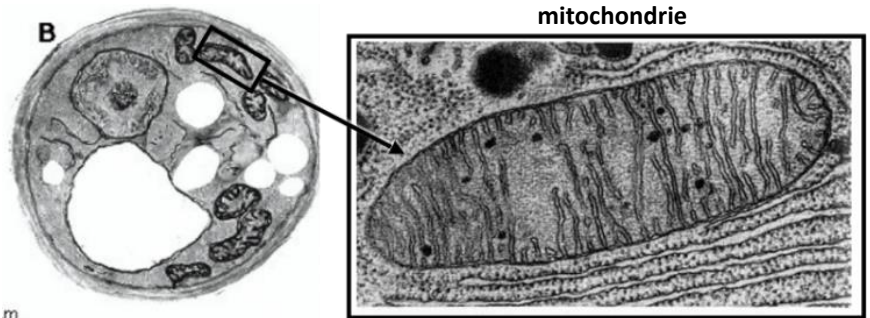
Les échanges gazeux entre une cellule et son environnement témoignent donc des transferts de matière et d'énergie.

Elles peuvent être résumées sous la forme d'une équation :

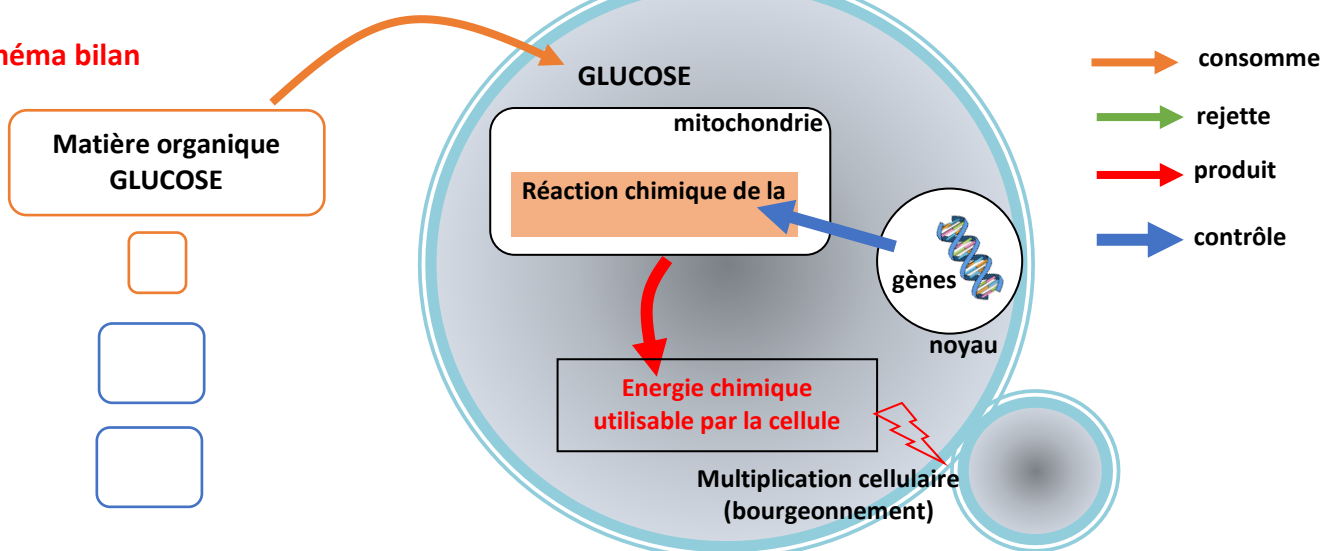


La respiration se réalise dans des organites spécialisés : les **mitochondries**. Or, ces organites sont présents dans toutes les **cellules eucaryotes** ; c'est pourquoi la respiration est une **réaction commune à l'ensemble du monde vivant**, preuve supplémentaire des **liens de parenté** qui unissent les êtres vivants.

*Remarque* : la lumière n'est pas indispensable à la réalisation de ces réactions chimiques

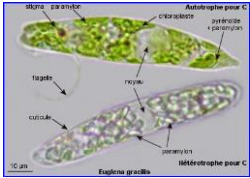


### Schéma bilan



## 2. La photosynthèse : une réaction chimique à l'origine des molécules organiques

### Etude du métabolisme des Euglènes



#### Activité 6 : Etude du métabolisme des Euglènes

- **Pour les Euglènes :**

Une suspension de cellules d'euglènes est mise dans l'enceinte d'un bioréacteur. On peut suivre les variations des taux de CO<sub>2</sub> et d'O<sub>2</sub> de l'enceinte grâce à des sondes spécifiques reliées à une interface.

	Euglène verte « sauvage »	Euglène blanche « mutant euglénoïde »
<b>Organites</b>		
<b>Evolution O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> à la lumière.</b>		
<b>Evolution O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> à l'obscurité</b>		

Les **végétaux chlorophylliens** sont capables de fabriquer leurs propres **molécules organiques** en n'utilisant que des **molécules minérales** (ions minéraux, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) mais ceci, à condition d'avoir à disposition de l'**énergie lumineuse**. Ces réactions chimiques complexes ont lieu dans des organites spécialisés, les **chloroplastes** et mobilisent de nombreuses **enzymes**.

C'est la **chlorophylle** contenue dans les chloroplastes qui captent l'énergie lumineuse. Ces réactions métaboliques sont connues sous le nom de **photosynthèse**.

Ces réactions peuvent être résumées sous la forme d'une équation :



\*NB : une molécule est classée parmi les molécules organiques lorsqu'elle est composée au moins des atomes suivants : **C, H, O**.

Remarque : Les **molécules organiques** (comme par exemple le glucose de formule : C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) fabriquées par la photosynthèse sont en partie **utilisées** par ces mêmes cellules (ex. pour la respiration cellulaire) ou **stockées** (par exemple sous forme d'amidon ou de paramylon (*voir l'étude des Euglènes*) ou encore **exportées** vers des organes qui ne peuvent réaliser la photosynthèse (ex. les cellules de la racine, bulbe (ex. la pomme de terre)).

#### Conclusion : On définit 2 types de métabolisme :

- Les organismes possédant un **métabolisme autotrophe**. Ils peuvent fabriquer leur propre matière organique en ne prélevant dans leur milieu de vie que des substances minérales : eau, ions et dioxyde de carbone. **Ce métabolisme se caractérise par les réactions de la photosynthèse .**
- Les organismes possédant un **métabolisme hétérotrophe**. Ils doivent prélever dans leur milieu de vie, non seulement de l'eau et des ions minéraux mais également des molécules organiques préexistantes pour fabriquer leurs propres matières organiques. **Ce métabolisme se caractérise par les réactions de la respiration .**

Les échanges gazeux et donc le métabolisme dépendent des conditions du milieu environnant.

### 3. L'influence du patrimoine génétique

Chez certains mutants, c'est-à-dire des organismes dont l'information génétique est modifiée, le métabolisme est différent.

Ainsi les levures mutantes ne peuvent pas utiliser le glucose injecté dans le milieu et effectuer la respiration contrairement aux levures dites « sauvages » **car elles ne possèdent pas de mitochondries fonctionnelles**.

De même, les **euglènes mutantes euglénoïdes** ne peuvent **pas** effectuer la **photosynthèse** car elles sont **dépourvues de chloroplastes**. (Ce qui explique leur couleur claire)

**La présence ou l'absence de mitochondries ou de chloroplastes modifie alors le métabolisme.**

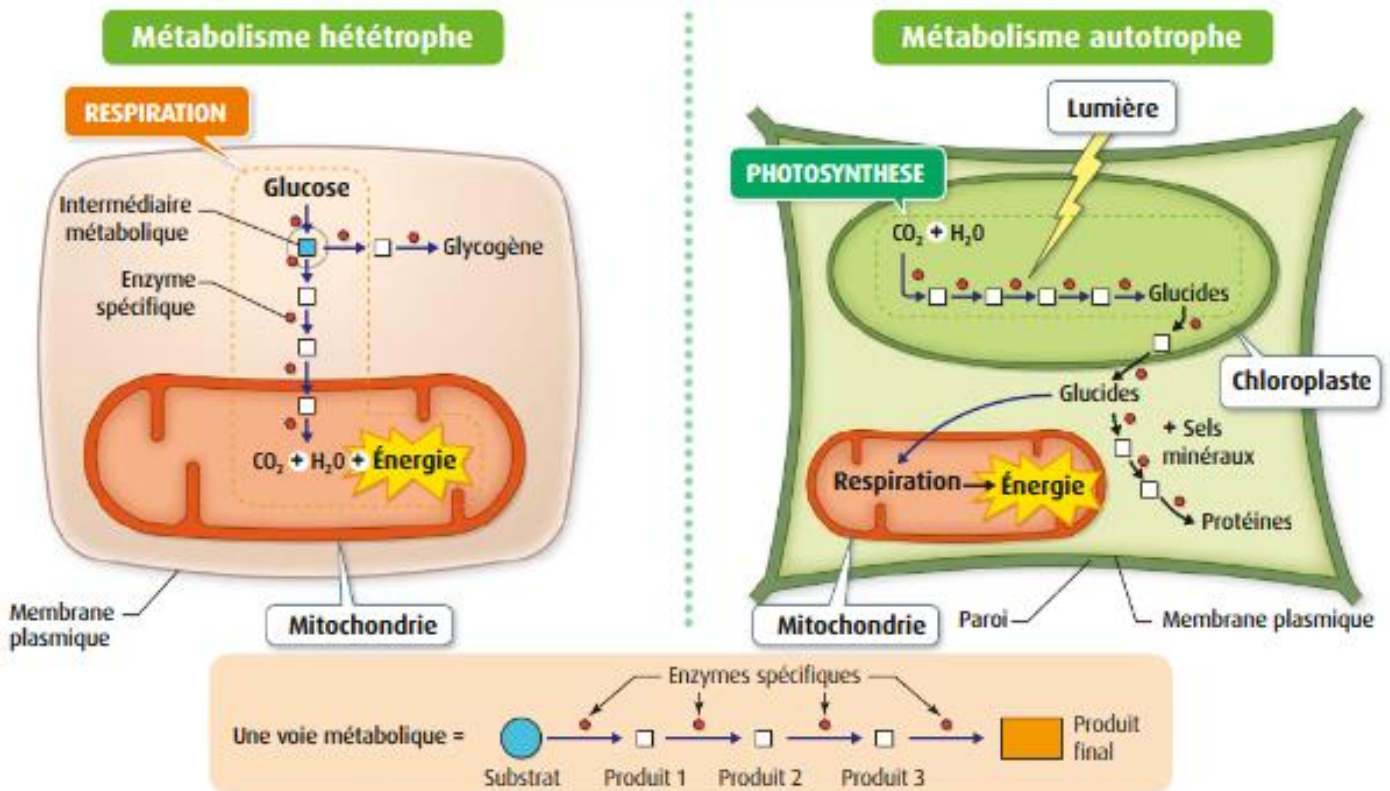
Or la présence ou l'absence de ces organites est **sous le contrôle du programme génétique**. L'effet de ces mutations montre bien que la capacité d'une cellule à réaliser un échange avec son milieu dépend de son information génétique.

**Conclusion** : Chez certains mutants, c'est-à-dire des organismes dont l'information génétique est modifiée, le métabolisme est différent. La capacité d'une cellule à réaliser ses réactions chimiques dépend de son information génétique et est contrôlé par les conditions du milieu.

#### 4. Des molécules déterminent le métabolisme des cellules : les enzymes.

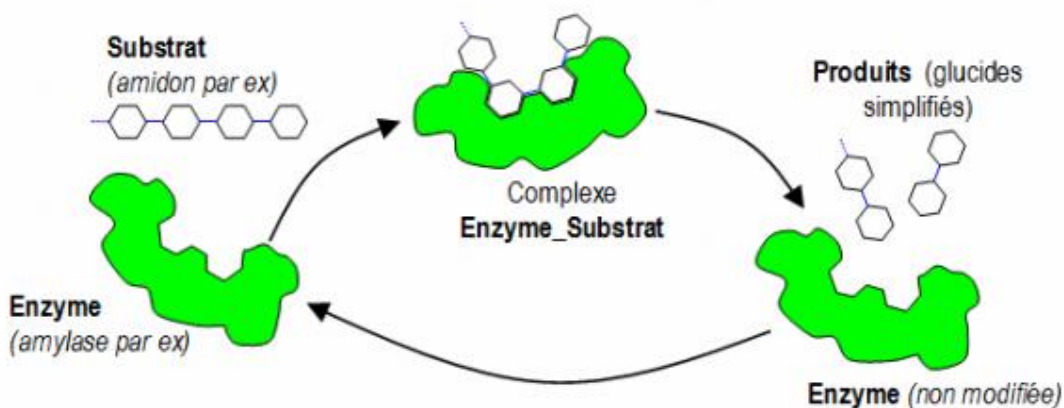
La capacité des cellules végétales à réaliser la **photosynthèse**, donc à être **autotrophes**, s'explique par la présence des **chloroplastes** (organites où a lieu la photosynthèse) et de différentes molécules, appartenant à la famille des **enzymes**. Les enzymes constituent une famille de molécules dont la présence accélère des réactions chimiques spécifiques. Ainsi, grâce à certaines enzymes spécifiques, les réactions de la photosynthèse (donc la production de glucose à partir de  $\text{CO}_2$  et de  $\text{H}_2\text{O}$ ) sont possibles.

De même pour le métabolisme hétérotrophe, grâce à certaines enzymes spécifiques, les réactions de la respiration sont également possibles.



Une **enzyme** est une molécule qui permet une réaction chimique, elle transforme un **substrat** (molécule initiale) en **produit** (nouvelle molécule).

Dans l'exemple ci-dessous, l'enzyme : **l'amylase** permet de transformer le substrat : **l'amidon** en produit : le **maltose** (qui deviendra ensuite du glucose)



Une **voie métabolique** est une succession de transformation chimique permise par l'action d'enzymes spécifiques ou le produit d'une réaction devient le substrat de la réaction suivante.

Conclusion : Les réactions du métabolisme dans une cellule donnée dépendent de son équipement en organites et en enzymes. Les voies métaboliques d'une cellule, d'un organisme ou d'un organisme à l'autre sont interconnectées par des molécules intermédiaires.

## 5. Des voies métaboliques interconnectées

Activité 7 : Flux de matière dans l'organisme et avec l'environnement.

Au sein d'un organisme pluricellulaire comme un végétal chlorophyllien, il existe des échanges de matière et d'énergie entre les organes et donc entre les cellules.

Ainsi, les matières minérales prélevées dans les racines et les feuilles sont acheminées vers les cellules chlorophylliennes autotrophes où se réalise la photosynthèse. Les molécules organiques produites par ces cellules autotrophes sont transportées vers les différentes cellules hétérotrophes qui vont utiliser ces molécules organiques pour leur fonctionnement (ex : fruits, tubercules ...).

Les métabolismes autotrophes et hétérotrophes sont donc interconnectés au sein de la plante.

De part cette spécialisation, les végétaux chlorophylliens sont à la base de tous les **réseaux trophiques\***, ils servent de nourriture aux êtres vivants **hétérotrophes** qui, eux, doivent s'approvisionner en **molécules minérales** et **organiques** pour satisfaire leurs propres besoins.

\*réseau trophique : ensemble de chaînes alimentaires interconnectées.

Ainsi, à l'échelle des écosystèmes, les êtres vivants échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement (milieu, autres organismes).

Les organismes pluricellulaires hétérotrophes (herbivores, carnivores, décomposeurs, champignons) reçoivent des molécules organiques d'autres êtres vivants en les consommant ou en établissant des relations de type symbiotique. Tous ces êtres vivants, produisent par la respiration et la fermentation, des molécules minérales (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) qui seront restituées au milieu, avant d'être prélevées par les organismes autotrophes. Les métabolismes autotrophes et hétérotrophes sont donc interconnectés au sein d'un même écosystème.