

Thème 2 :Chapitre 1 - Une  
conversion de l'énergie solaire :  
la photosynthèse

# **I. La photosynthèse : de l'énergie solaire à l'énergie chimique**

## II. La photosynthèse à l'échelle de la planète

## III. La photosynthèse à l'échelle de la feuille chez les plantes

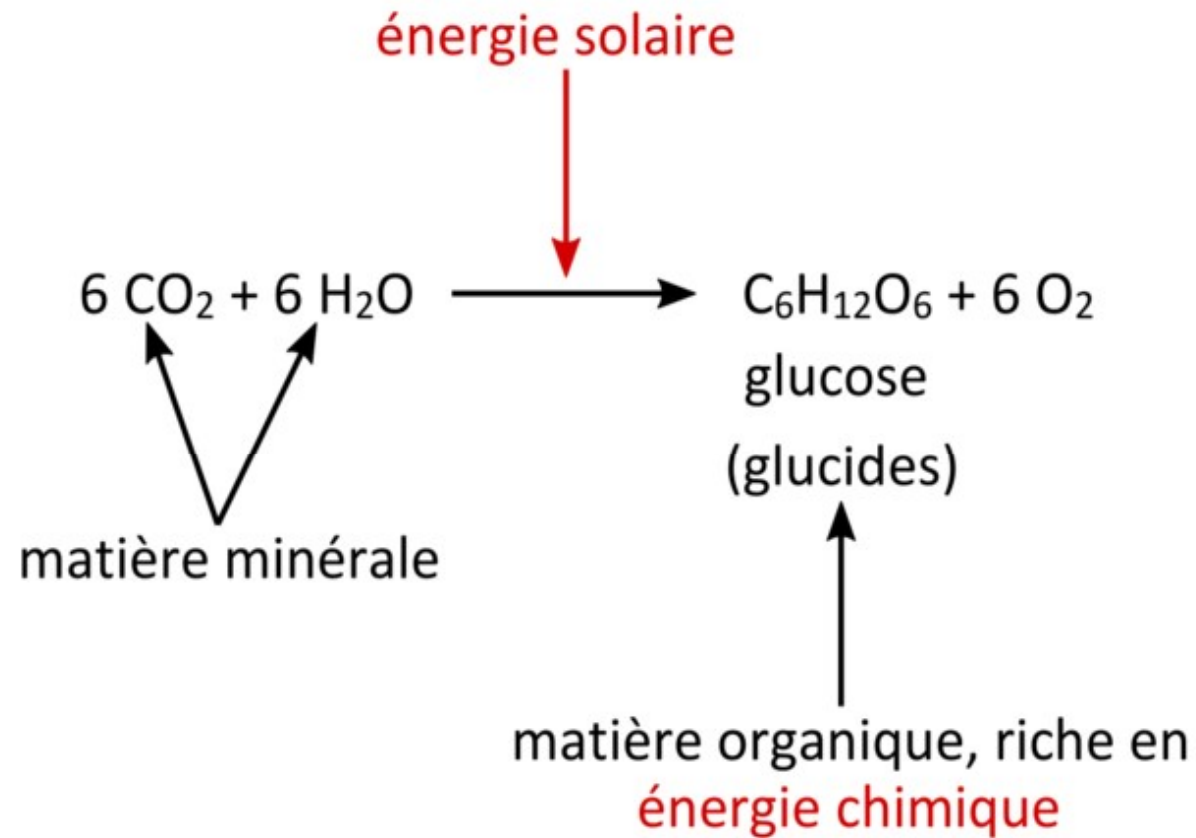
## IV. Utilisations de la matière organique par les êtres vivants

## V. À l'échelle des temps géologiques, une partie de la matière organique forme des combustibles fossiles

Les organismes chlorophylliens sont capables de réaliser la **photosynthèse** en absorbant une partie du **rayonnement solaire**.

Les **végétaux verts**, les **algues**, ou encore les **bactéries photosynthétiques** sont des organismes photosynthétiques.

# Équation-bilan de la photosynthèse



**La photosynthèse est la synthèse de matière organique à partir de matière minérale (eau, sels minéraux et CO<sub>2</sub>) grâce à l'énergie lumineuse d'origine solaire.**

La photosynthèse permet donc la **conversion** de l'**énergie solaire** en **énergie chimique**, présente dans les molécules organiques produites lors de la photosynthèse.

**I. La photosynthèse : de l'énergie solaire à l'énergie chimique**

**II. La photosynthèse à l'échelle de la planète**

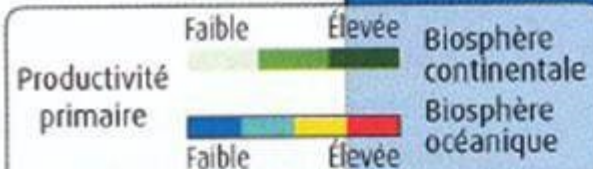
## La photosynthèse à l'échelle de la biosphère

Matière minérale  
( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , sels minéraux)

Énergie lumineuse

Photosynthèse

Matière organique



À l'échelle de la planète, le pourcentage de la puissance solaire utilisé par les organismes chlorophylliens pour la photosynthèse est estimé à **0,1 %** de la puissance solaire totale disponible sur Terre.

**Les organismes chlorophylliens n'utilisent donc qu'une infime partie de la puissance solaire disponible.**



Cette **infime fraction de la puissance solaire** est **indispensable** pour l'ensemble de la biosphère.

En effet, la **photosynthèse** permet la synthèse de **molécules organiques riches en énergie chimique**, qui sont alors utilisées comme **source de matière et d'énergie** par les **organismes** chlorophylliens et non chlorophylliens.

À l'échelle de la planète, **la photosynthèse permet donc l'entrée d'énergie et de matière dans la biosphère.**

**I. La photosynthèse : de l'énergie solaire à l'énergie chimique**

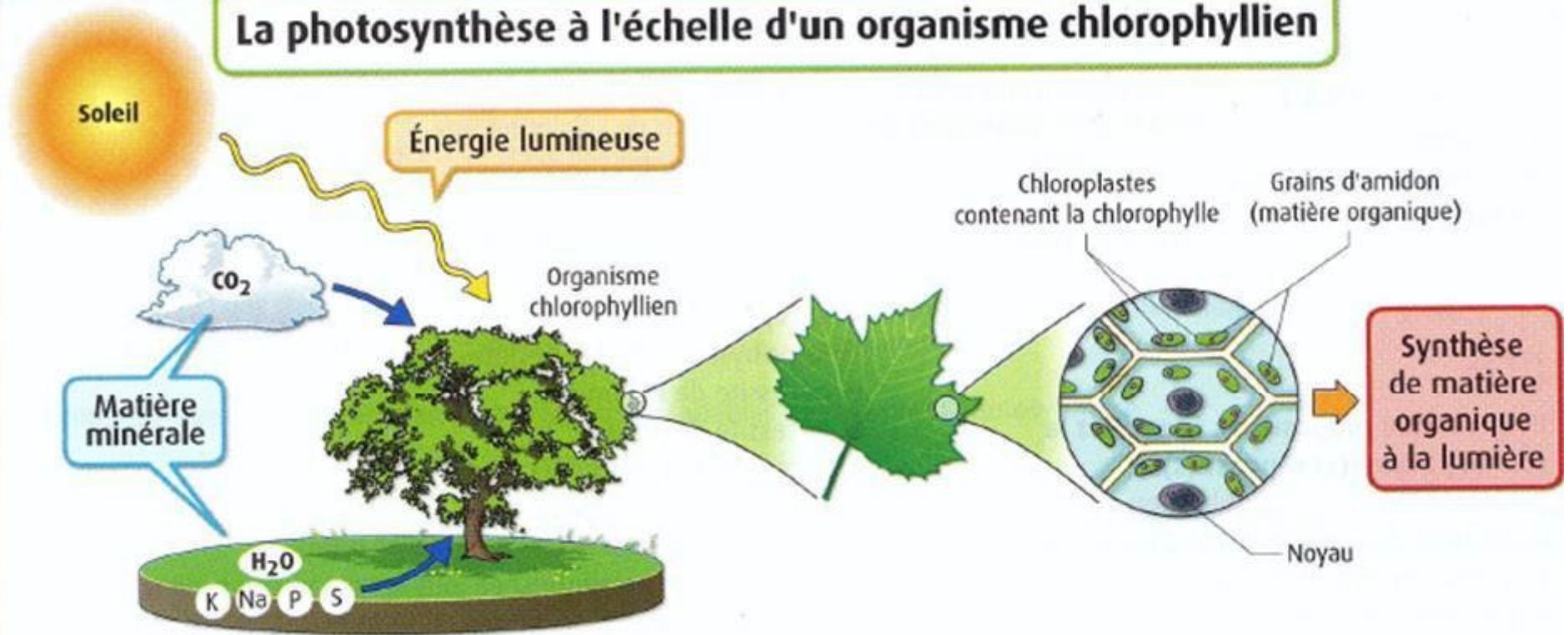
**II. La photosynthèse à l'échelle de la planète**

**III. La photosynthèse à l'échelle de la feuille chez les plantes**

**IV. Utilisations de la matière organique par les êtres vivants**

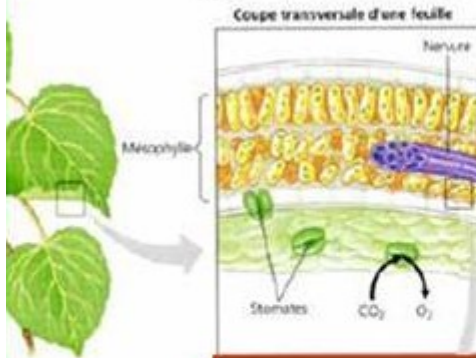
**V. À l'échelle des temps géologiques, une partie de la matière organique forme des combustibles fossiles**

## La photosynthèse à l'échelle d'un organisme chlorophyllien

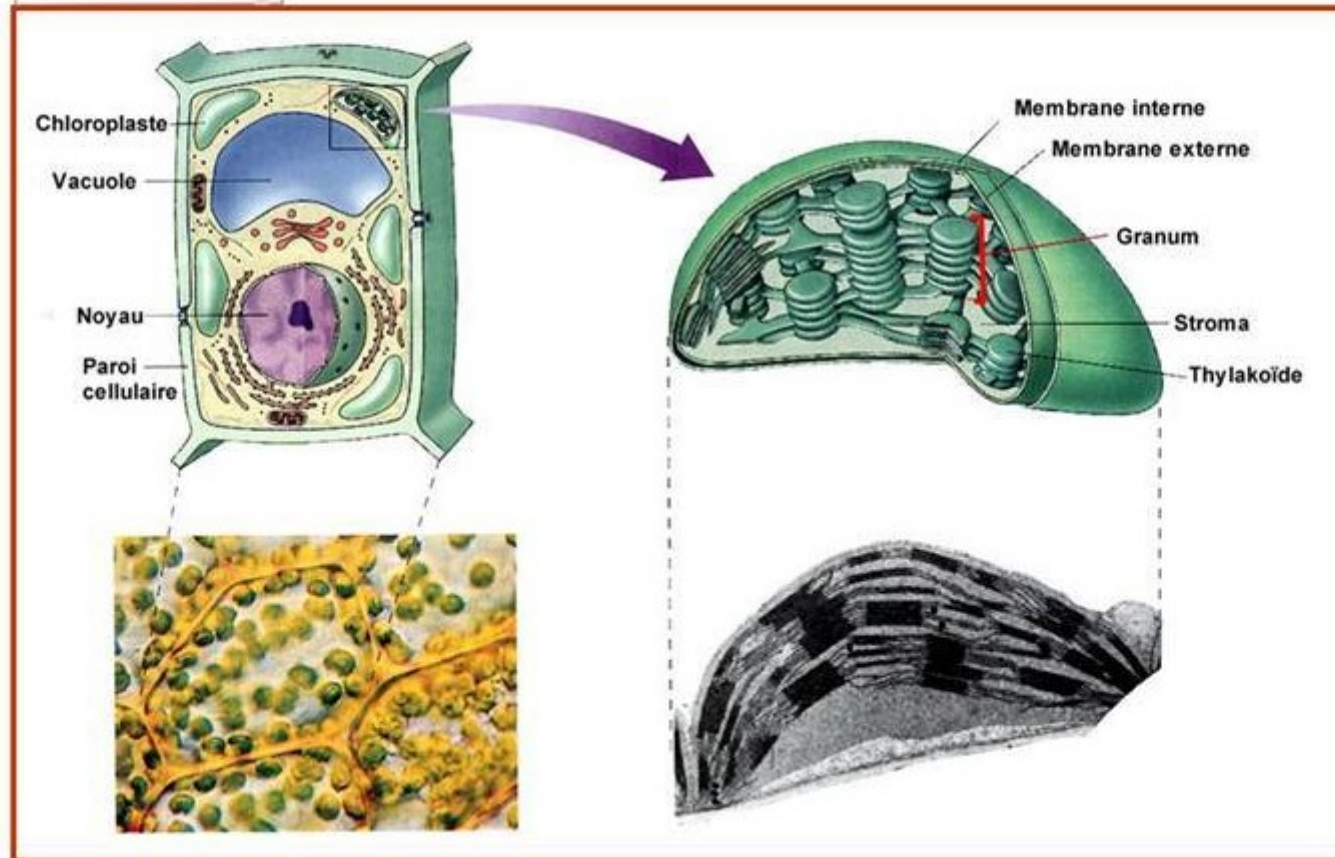


La feuille des plantes vertes est l'organe chlorophyllien aérien, porté par la tige et spécialisé dans la photosynthèse.

# Les organites spécialisés dans la photosynthèse



1 mm<sup>2</sup> de feuille peut contenir ~ 500,000 chloroplastes



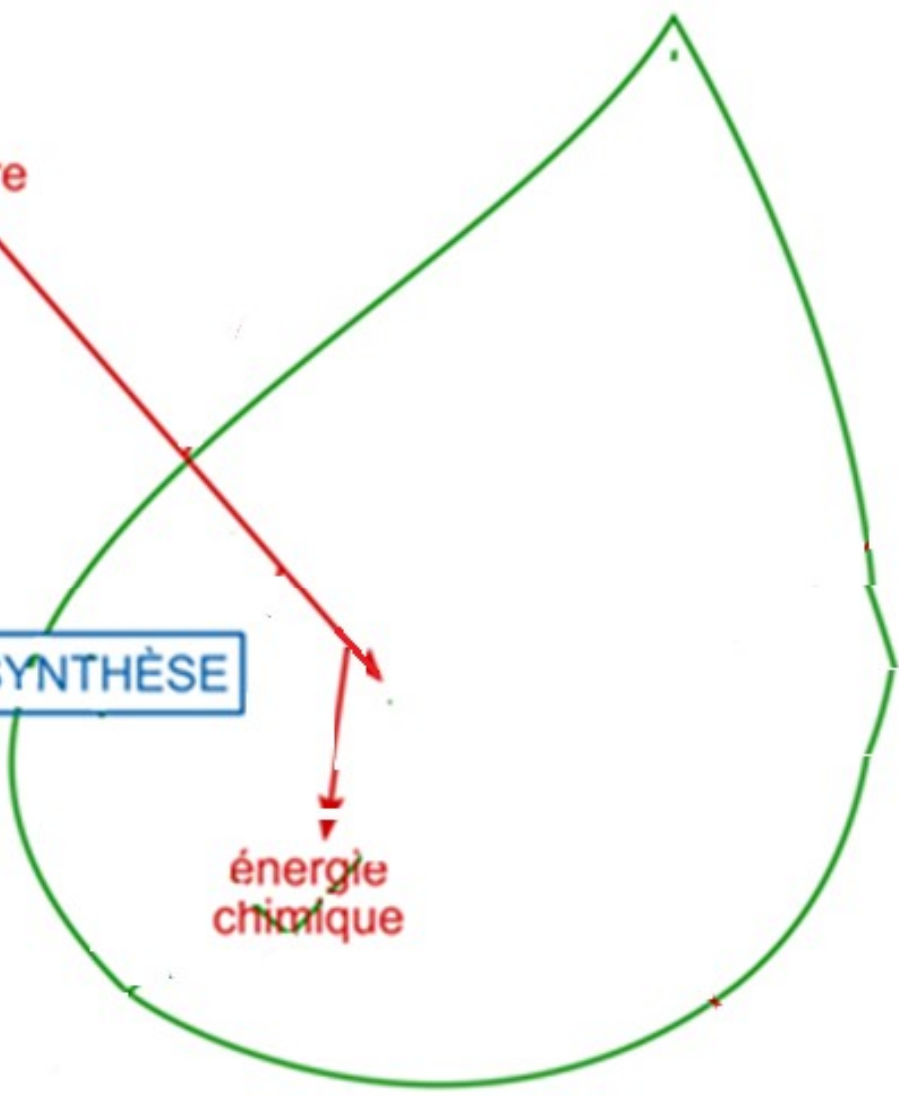
Au sein des cellules photosynthétiques de la feuille, la photosynthèse se déroule dans un organite spécialisé : le **chloroplaste**.

La feuille reçoit le rayonnement solaire parvenu à son niveau. Une très faible fraction de l'énergie radiative reçue est utilisée par la feuille pour la photosynthèse, qui permet de convertir l'énergie solaire en énergie chimique présente dans les molécules organiques produites.

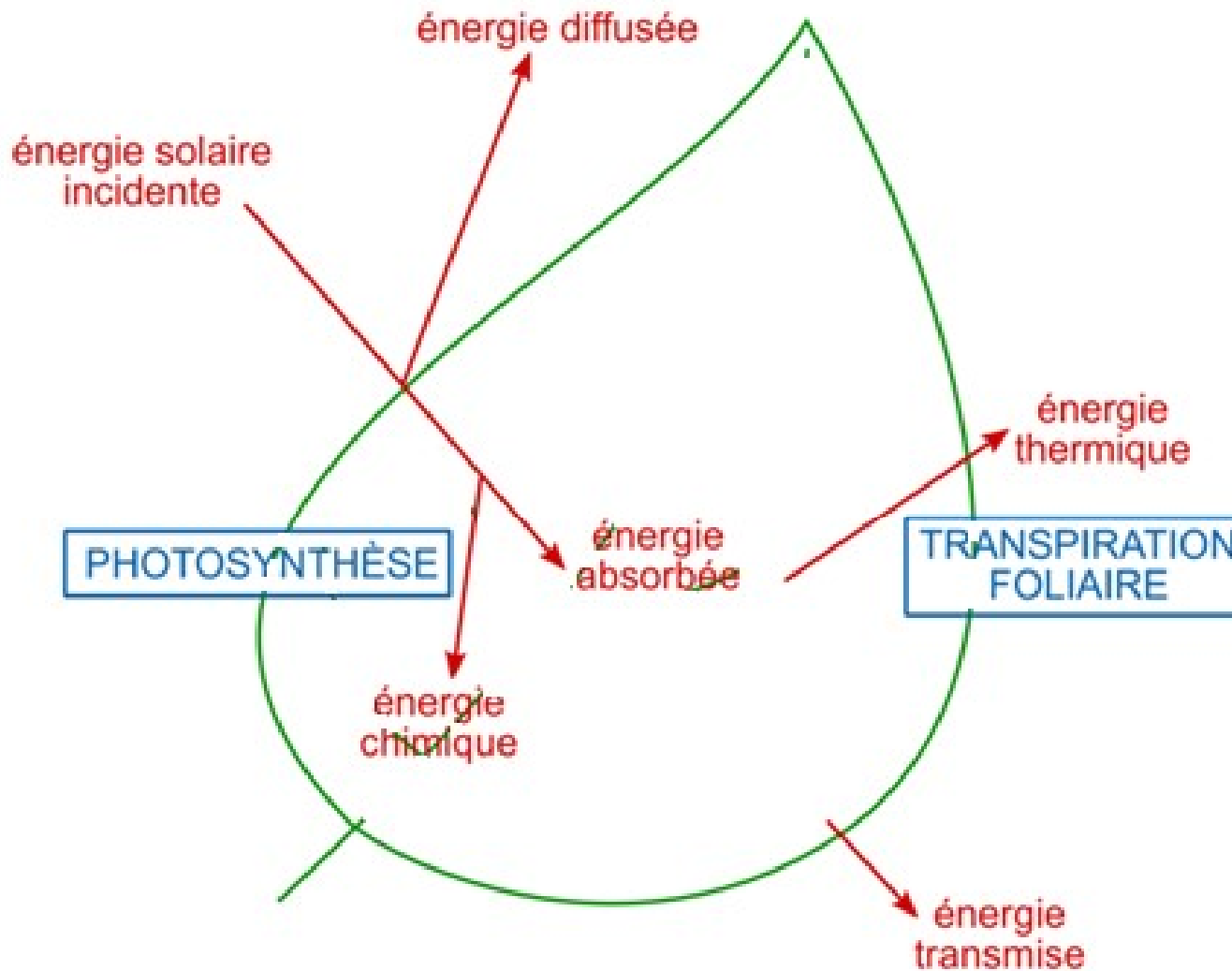
énergie solaire  
incidente

PHOTOSYNTHÈSE

énergie  
chimique

A diagram of a green leaf with a pointed tip. A red arrow labeled 'énergie solaire incidente' points from the top left towards the center of the leaf. A blue rectangular box with the word 'PHOTOSYNTHÈSE' is positioned to the left of the leaf's center. A second red arrow points downwards from the center of the leaf to the text 'énergie chimique'.

# Bilan énergétique de la feuille





- Une partie de l'énergie reçue par la feuille est **diffusée** par celle-ci, c'est-à-dire **réfléchie** dans toutes les directions de l'espace.

-Une autre partie de l'énergie lumineuse reçue est **transmise** par la feuille, c'est-à-dire qu'elle passe à travers.

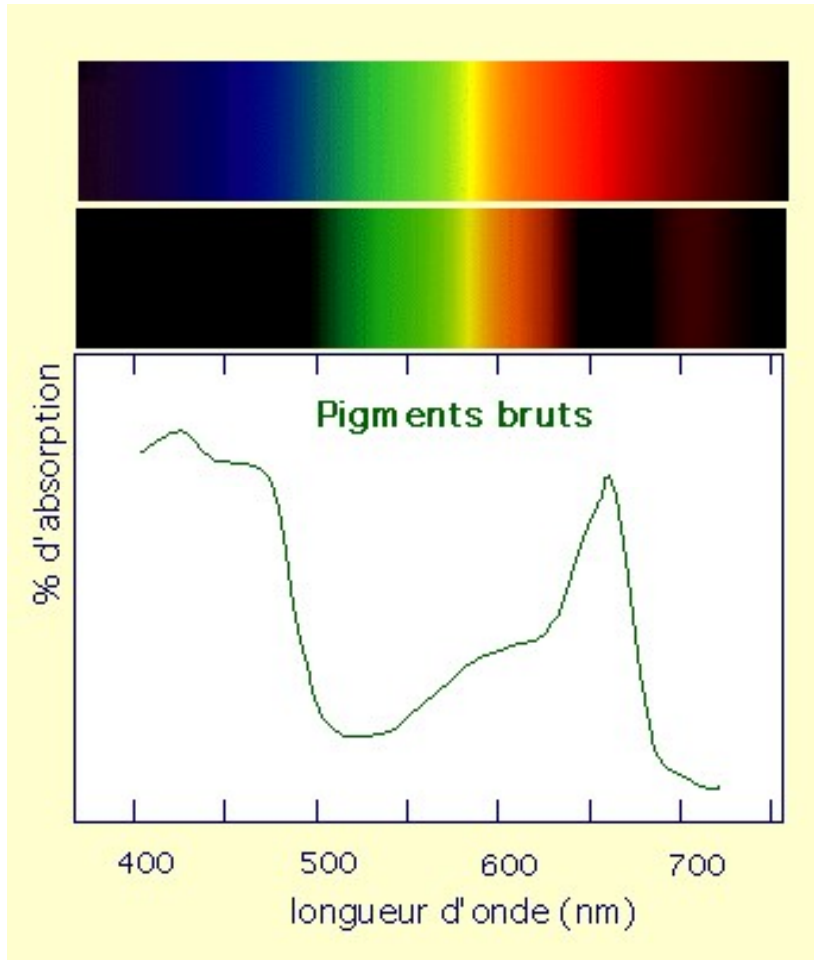
-Enfin, le reste de l'énergie solaire est absorbée et contribue à l'échauffement de la feuille et à la transpiration foliaire.

-La **transpiration foliaire** est la perte d'eau par évaporation au niveau des feuilles, c'est-à-dire que l'eau présente à l'état liquide dans la feuille passe à l'état gazeux dans l'atmosphère.

Ainsi la feuille n'utilise qu'une petite fraction de la puissance solaire qu'elle reçoit pour réaliser la photosynthèse.

**La photosynthèse est rendue possible par différents pigments photosynthétiques, en particulier la chlorophylle, un pigment de couleur verte.** L'étude d'un spectre d'absorption des pigments photosynthétiques met en évidence l'absorption des radiations lumineuses par ces pigments

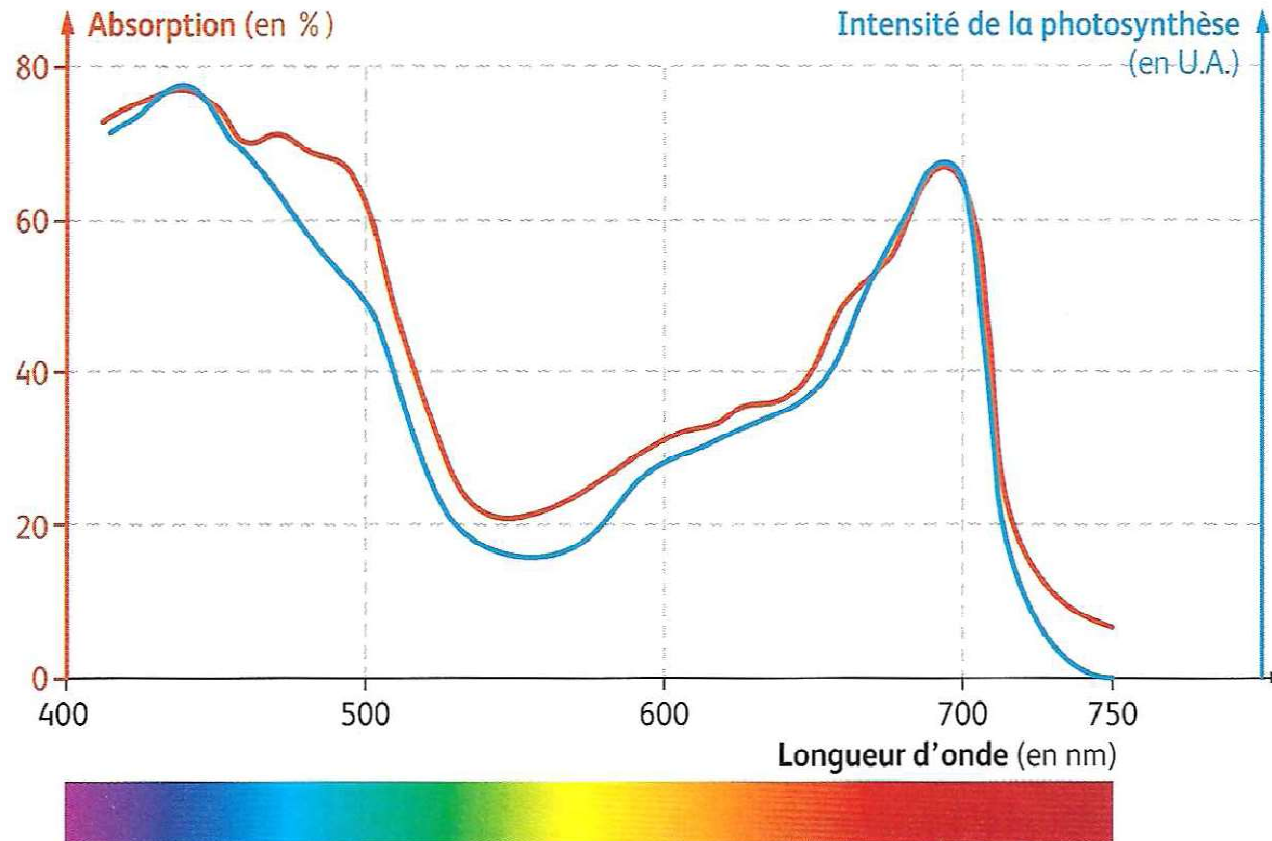
# spectre d'absorption d'une solution de chlorophylle brute



**graphique du pourcentage d'absorption des radiations lumineuses en fonction de la longueur d'onde.**

Les pigments photosynthétiques absorbent les radiations **rouges et bleues**. L'absence d'absorption des radiations vertes par ces pigments explique la couleur verte des feuilles.

## Comparaison des spectres d'absorption et d'action photosynthétique d'un végétal



- **Le spectre d' action** est la variation de l' intensité photosynthétique pour chaque longueur d' onde du spectre de la lumière blanche, **il coïncide** avec **le spectre d'absorption**.

Le **spectre d'action** des pigments photosynthétiques représente l'intensité de la photosynthèse en fonction de la longueur d'onde des radiations lumineuses reçues.

L'étude du spectre d'action **montre** que **la photosynthèse est maximale** pour les radiations **rouges et bleues**.

La **comparaison** des deux types de spectres montre que les **radiations lumineuses absorbées** par les pigments photosynthétiques sont celles **efficaces pour la photosynthèse**.

En effet, lors de la photosynthèse, la capture de l'énergie solaire par les pigments photosynthétiques permet, par un ensemble de réactions moléculaires, la synthèse de matière organique à partir de la matière minérale prélevée dans le milieu.



**I. La photosynthèse : de l'énergie solaire à l'énergie chimique**

**II. La photosynthèse à l'échelle de la planète**

**III. La photosynthèse à l'échelle de la feuille chez les plantes**

**IV. Utilisations de la matière organique par les êtres vivants**

**V. À l'échelle des temps géologiques, une partie de la matière organique forme des combustibles fossiles**

RESPIRATION CELLULAIRE	FERMENTATIONS
Équation-bilan de la respiration cellulaire	Équation-bilan de la fermentation éthylique
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ <p> <math>\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6</math> : glucose  ↑  matière organique riche en énergie chimique </p> <p> ↓ (rouge)  <b>énergie utilisable par la cellule</b> </p> <p> ↑  matière minérale </p> <p> <math>6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}</math> </p>	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ <p> <math>\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6</math> : glucose  ↑  matière organique riche en énergie chimique </p> <p> ↓ (rouge)  <b>énergie utilisable par la cellule</b> </p> <p> ↑  matière minérale </p> <p> ↑  matière organique </p> <p> <math>2\text{CO}_2 + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}</math> : <math>2\text{CO}_2</math> et éthanol </p>
	Équation-bilan de la fermentation lactique $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCOOH}$ <p> <math>\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6</math> : glucose  ↑  matière organique riche en énergie chimique </p> <p> ↓ (rouge)  <b>énergie utilisable par la cellule</b> </p> <p> ↑  matière organique </p> <p> <math>2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCOOH}</math> : acide lactique </p>

- Les molécules organiques produites lors de la photosynthèse par les organismes chlorophylliens sont utilisées par les êtres vivants pour se fournir en énergie et permettre leur fonctionnement. Différents métabolismes existent permettant de produire de l'énergie à partir des molécules organiques synthétisées lors de la photosynthèse. Un de ces métabolismes est la **respiration cellulaire** qui est réalisée par de très nombreuses cellules en présence d'O<sub>2</sub>. **La respiration cellulaire consomme de l'O<sub>2</sub> présent dans le milieu et y libère du CO<sub>2</sub>.** Elle fournit une quantité importante d'énergie que la cellule peut directement utiliser pour son fonctionnement.
- Une autre voie d'utilisation de la matière organique par certaines cellules est la **fermentation**. **La fermentation ne nécessite pas d'O<sub>2</sub> et son rendement énergétique est plus faible que celui de la respiration cellulaire.** Différentes fermentations existent comme **la fermentation éthylique (alcoolique)**, qui produit du CO<sub>2</sub> et de l'éthanol, et **la fermentation lactique**, qui produit de l'acide lactique.
- Ainsi, les différentes voies métaboliques d'utilisation des molécules produites par la photosynthèse par les organismes chlorophylliens permettent à l'ensemble des êtres vivants de se fournir en énergie pour leur fonctionnement.

**En utilisant les documents, montrer qu'il faut que la respiration cellulaire s'arrête pour que les levures pratiquent la fermentation alcoolique.**

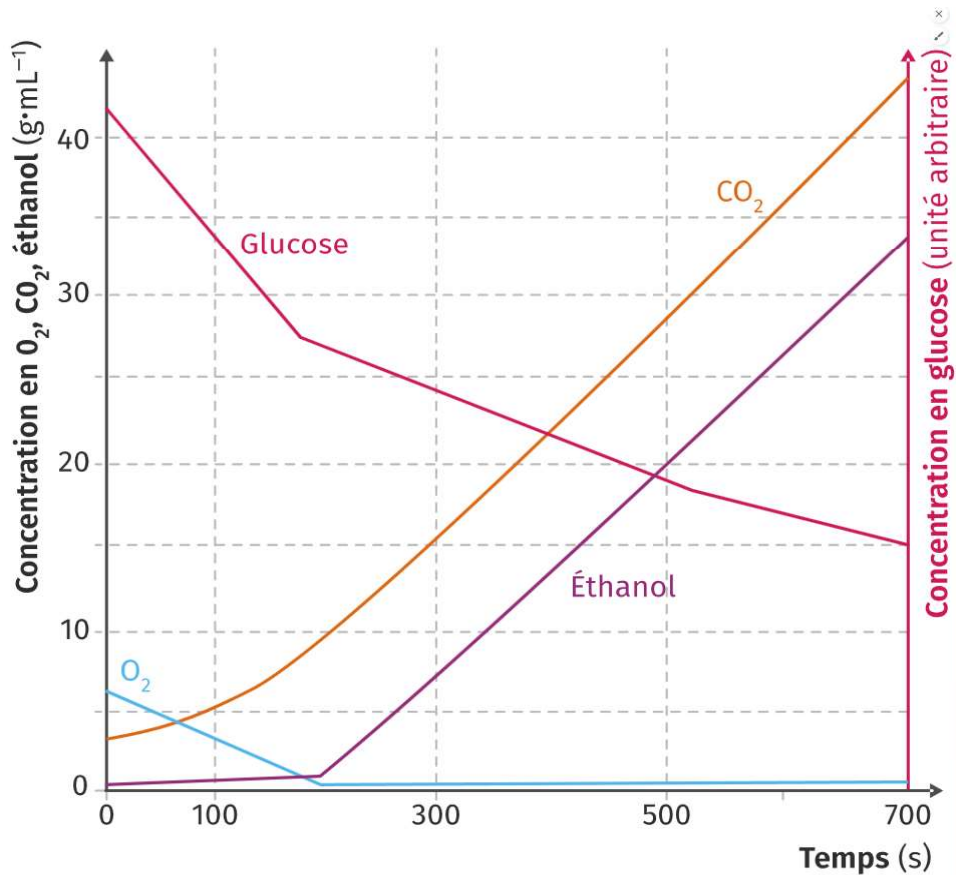
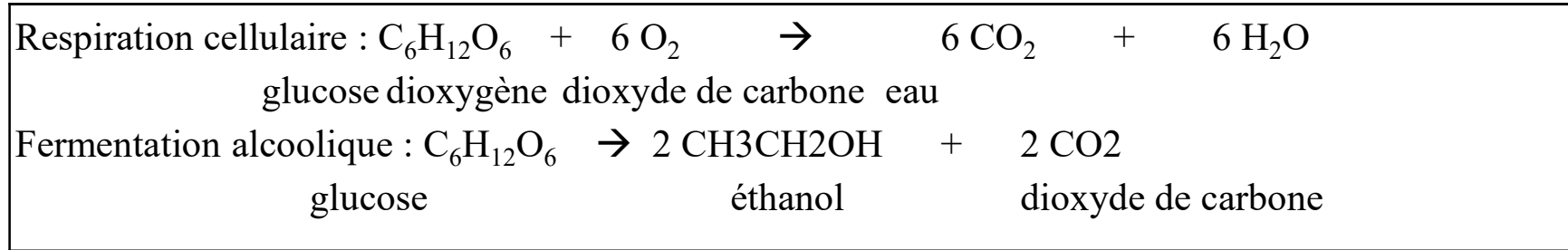

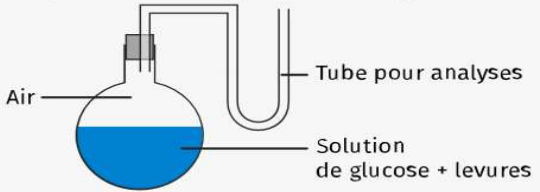
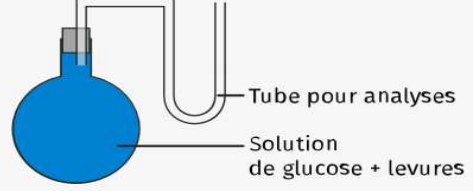
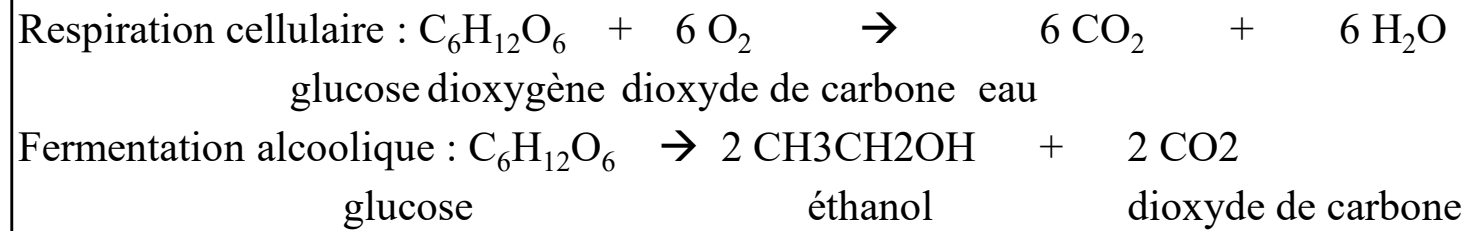


Figure 1: Évolution des concentrations en glucose, dioxygène, CO<sub>2</sub> et éthanol dans une suspension de levures

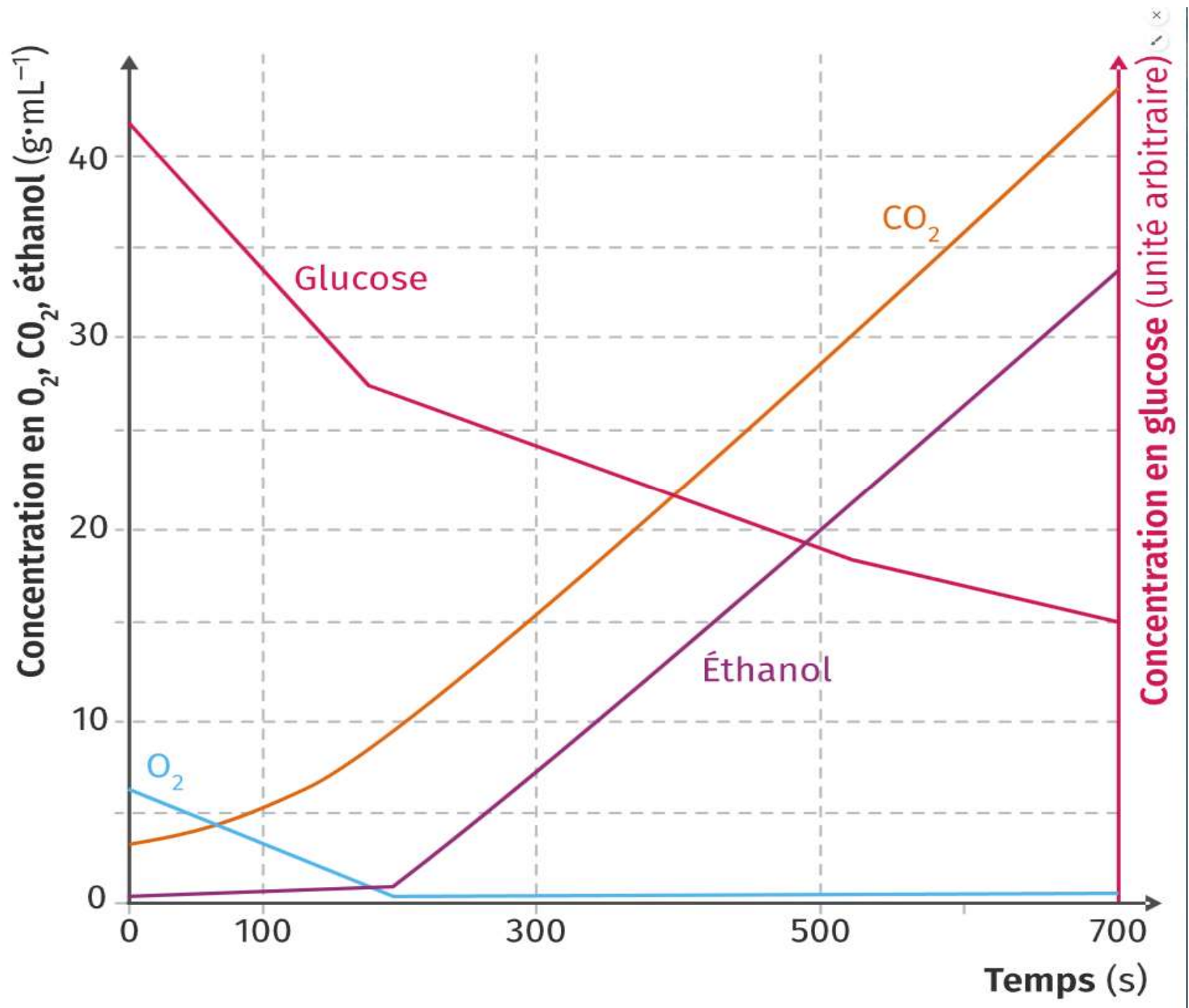
Conditions expérimentales	Quantité d'éthanol (alcool) produit par les levures
<b>Expérience 1 : au contact du dioxygène de l'air</b> 	Traces
<b>Expérience 2 : air appauvri en dioxygène</b> 	++
<b>Expérience 3 : absence de dioxygène</b> 	+++++

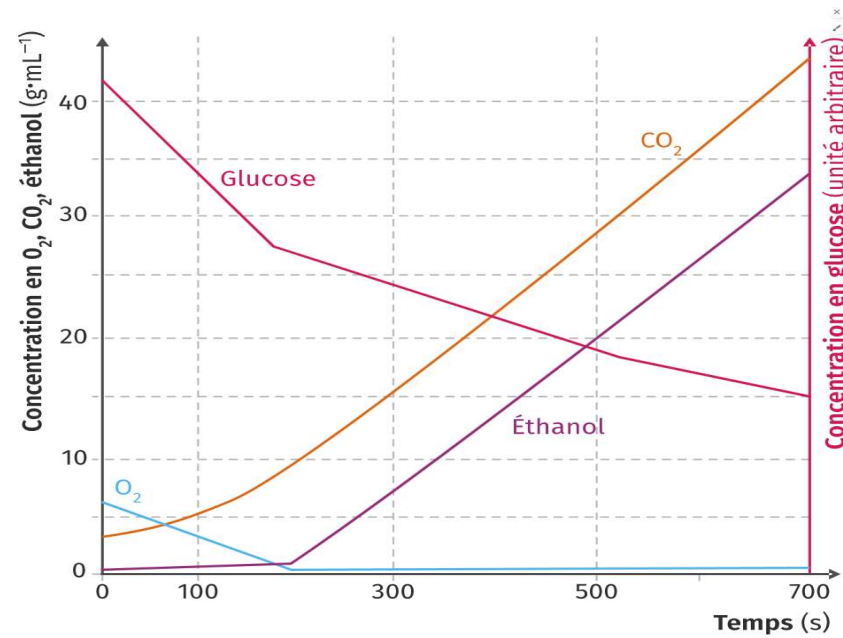
**En utilisant les documents, montrer qu'il faut que la respiration cellulaire s'arrête pour que les levures pratiquent la fermentation alcoolique.**



Elles montrent que :

- la respiration nécessite la consommation de dioxygène et de glucose et produit du  $CO_2$  et de l'eau.
- la fermentation alcoolique nécessite la consommation de glucose et produit du  $CO_2$  et de l'éthanol.

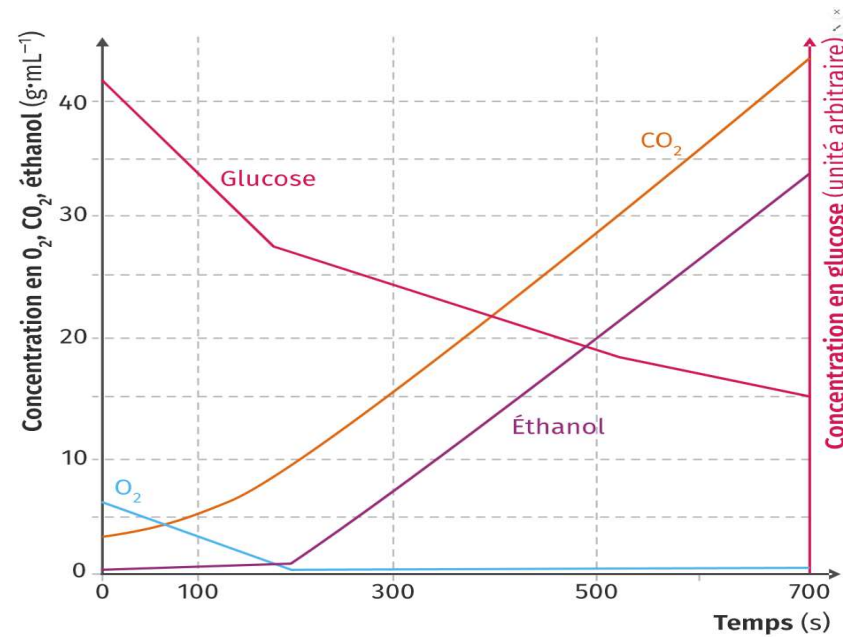




Sur le graphique on voit de 0 à 200 secondes :

- une consommation de O<sub>2</sub> dont la quantité passe de 6 à 0 g/mL.
- une consommation de glucose.
- une production de CO<sub>2</sub> dont la quantité passe de 3 à 7 g/mL.
- pas de production d'éthanol dont la quantité stagne à 0 g/mL.

Donc de 0 à 200 secondes, le métabolisme des levures est la respiration puisqu'elles consomment O<sub>2</sub> et glucose et produisent du CO<sub>2</sub> mais pas d'éthanol.




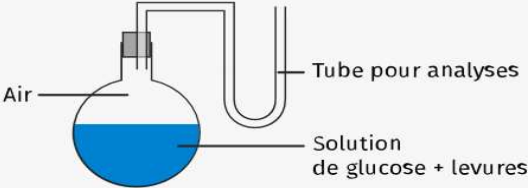
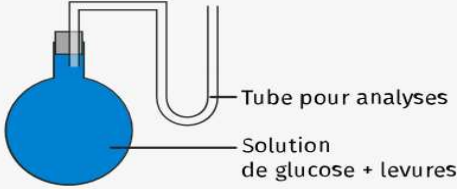
Sur le graphique on voit de 200 à 700 secondes :

- aucune consommation de O<sub>2</sub> dont la quantité stagne à 0 g/mL.
- une consommation de glucose.
- une production de CO<sub>2</sub> dont la quantité passe de 7 à 42 g/mL.
- une production d'éthanol dont la quantité passe de 0 à 33 g/mL.

Donc de 200 à 700 secondes, le métabolisme des levures est la fermentation puisqu'elles consomment du glucose sans dioxygène et produisent du CO<sub>2</sub> et de l'éthanol.

Donc les levures ont commencé la fermentation dès que la respiration cellulaire s'est arrêtée par manque de dioxygène.



Conditions expérimentales	Quantité d'éthanol (alcool) produit par les levures
<p><b>Expérience 1 : au contact du dioxygène de l'air</b></p> 	Traces
<p><b>Expérience 2 : air appauvri en dioxygène</b></p> 	++
<p><b>Expérience 3 : absence de dioxygène</b></p> 	+++++

Pasteur l'avait déjà montré avec ses cultures de levures dans des milieux plus ou moins riches en dioxygène. Plus le milieu est pauvre en dioxygène, plus la production d'éthanol par fermentation est importante.

**I. La photosynthèse : de l'énergie solaire à l'énergie chimique**

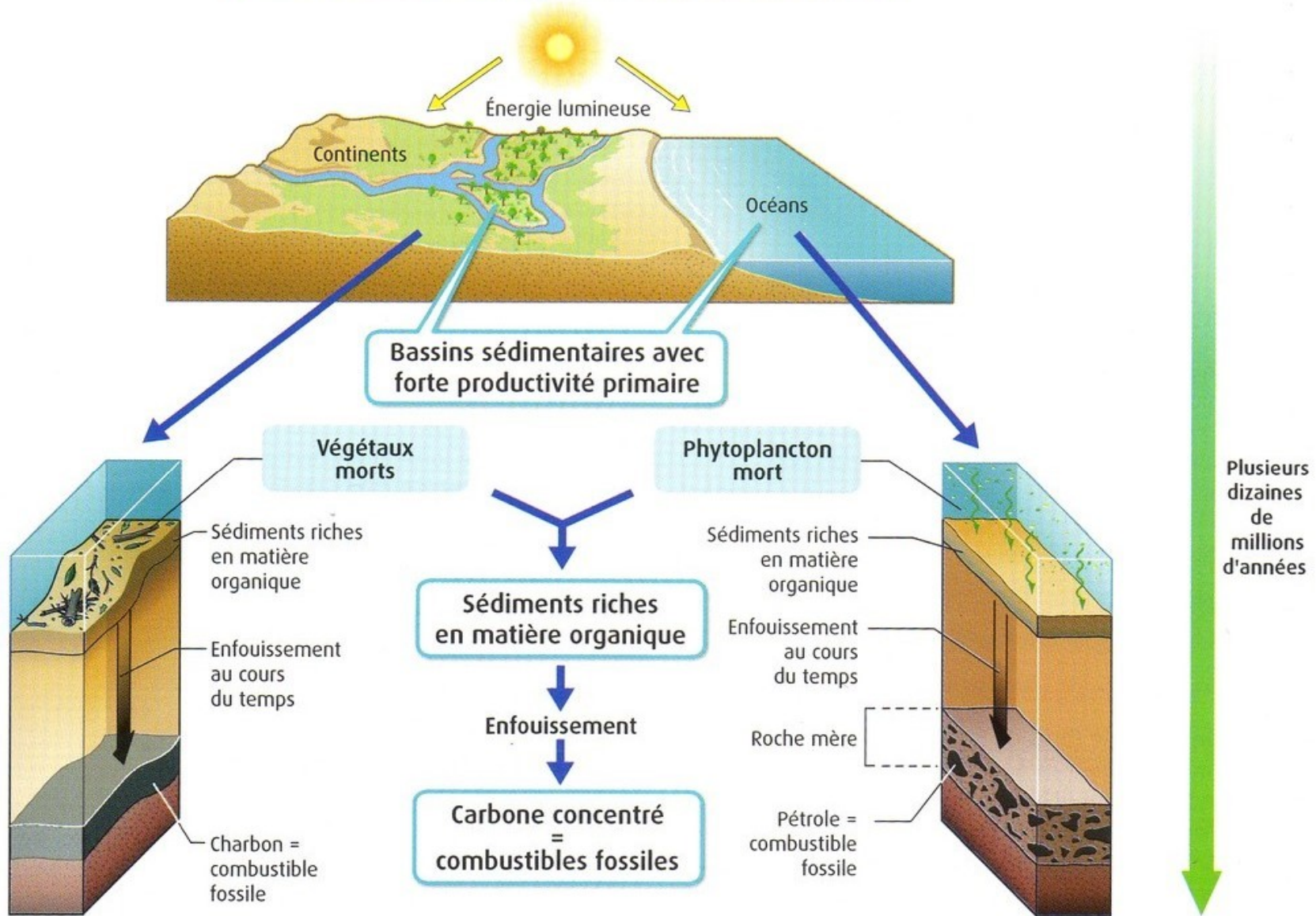
**II. La photosynthèse à l'échelle de la planète**

**III. La photosynthèse à l'échelle de la feuille chez les plantes**

**IV. Utilisations de la matière organique par les êtres vivants**

**V. À l'échelle des temps géologiques, une partie de la matière organique forme des combustibles fossiles**

# La formation des combustibles fossiles





Exemples de végétaux fossiles  
trouvés dans du charbon



- Un combustible fossile, comme le charbon, le pétrole ou le gaz, résulte de la fossilisation de la biomasse produite par des organismes chlorophylliens. **Les combustibles fossiles sont des roches riches en carbone, qui sont issues de la transformation de végétaux chlorophylliens.** Cette transformation nécessite des conditions particulières et s'effectue sur de **longues périodes** (plusieurs centaines de millions d'années).
- Des fossiles végétaux sont fréquemment observés dans les gisements de charbon, attestant de l'origine biologique de cette roche. Dans le pétrole ou le gaz, des molécules proches de celles présentes chez les végétaux démontrent également l'origine biologique de ces roches.
- Dans une zone littorale ou en bordure d'un lac, lorsqu'une grande quantité de débris végétaux s'accumule dans une couche d'eau peu profonde, pauvre en O<sub>2</sub>, une partie de cette matière organique peut échapper à l'action des organismes décomposeurs. **Si cette matière organique est recouverte de sédiments et qu'elle subit un enfouissement progressif, alors elle se transforme en charbon sous l'action de bactéries et de l'augmentation de la température liée à l'enfouissement.**
- **En milieu océanique, le pétrole et le gaz résultent de la transformation de la matière organique du phytoplancton** (organismes chlorophylliens microscopiques océaniques). Cette matière organique, déposée au fond de l'océan, peut échapper à l'action des organismes décomposeurs et se transforme en une roche carbonée liquide, le pétrole et en gaz sous l'action de bactéries et de l'augmentation de la température.