

Chapitre 5 : La plante, productrice de matière organique.

Introduction : Les plantes et les autres organismes chlorophylliens sont photoautotrophes vis-à-vis du carbone, c'est-à-dire qu'ils sont capables de synthétiser leur matière organique carbonée à partir de molécules minérales (CO_2 , eau et sels minéraux) en exploitant l'énergie lumineuse. C'est le mécanisme de la photosynthèse.

Ce mécanisme est rendu possible par diverses adaptations des feuilles : présence d'une grande surface d'exposition, présence d'un parenchyme palissadique adapté au captage de la lumière...

Mais à une échelle plus petite, la photosynthèse est permise par certaines structures cellulaires et moléculaires spécifiques aux végétaux.

Après être synthétisées par photosynthèse, les molécules organiques vont ensuite subir des transformations et des déplacements au sein du végétal, afin d'assurer différents rôles.

Pb-Quelles sont les structures cellulaires et moléculaires impliquées dans la photosynthèse ?

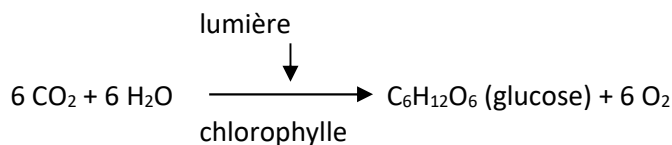
- Comment se déroule le mécanisme de la photosynthèse ?

- Quelles est le devenir des glucides créés par photosynthèse au sein du végétal ?

I/ Le processus de la photosynthèse.

A) L'équation globale.

La **photosynthèse** est un ensemble de réactions chimiques catalysées par des enzymes, nécessitant de la lumière et de la chlorophylle et permettant la synthèse de glucides à partir d'eau et de dioxyde de carbone.



Les glucides formés sont d'abord des glucoses. Les glucoses vont ensuite être combinés en amidon.

B) Les chloroplastes, organites de la photosynthèse.

Chez les organismes eucaryotes, la photosynthèse a lieu dans les **chloroplastes**, organites spécialisés de couleur verte contenant de la chlorophylle.

Les chloroplastes...

- sont délimités par une **enveloppe** constituée de **deux membranes**,
- contiennent un milieu liquidien appelé **stroma**,
- contiennent des structures membranaires de couleur verte et de forme aplatie : les **thylakoïdes** (contenant le **lumen**),
- contiennent des **grains d'amidon**.



Représentation 3D d'un chloroplaste

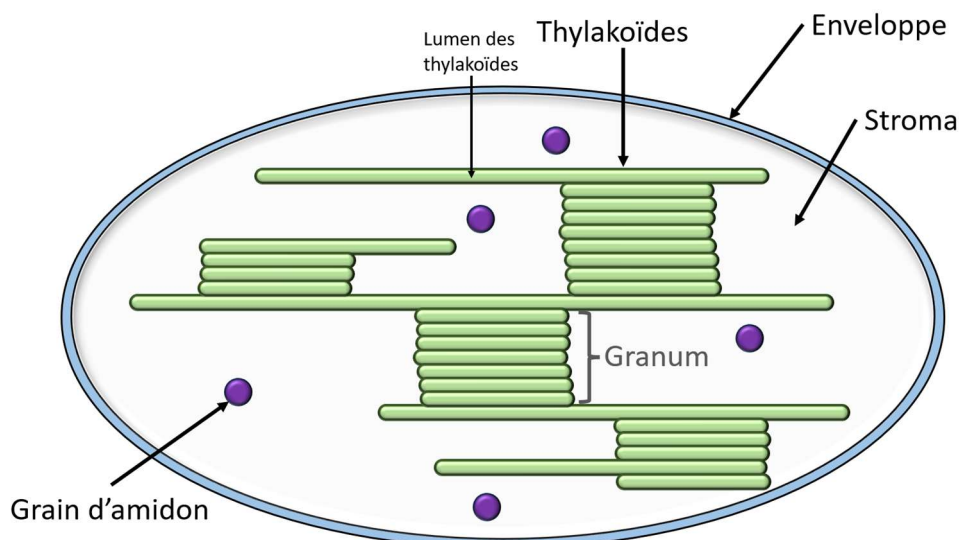


Schéma simplifié d'un chloroplaste

C) Les pigments chlorophylliens.

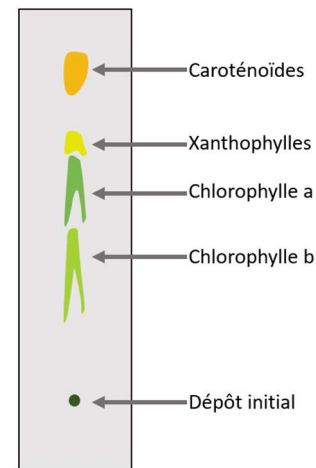
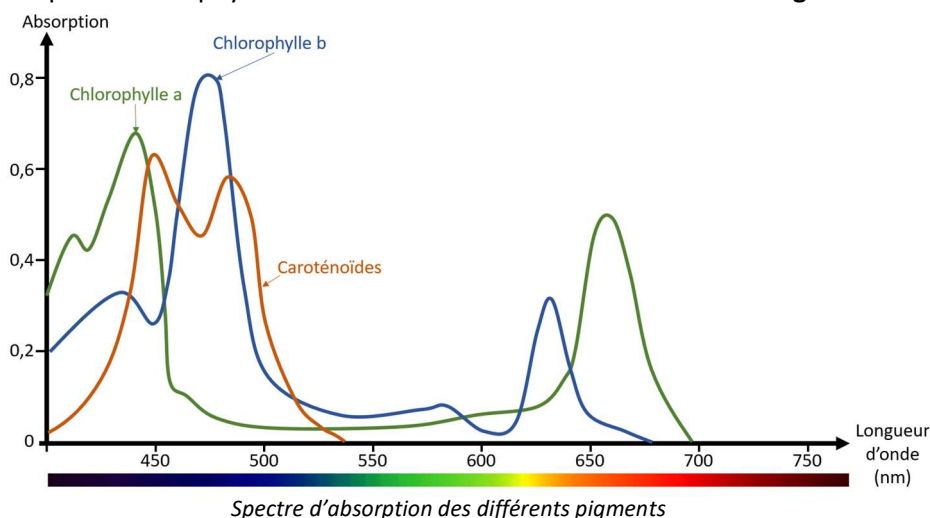
1) Spectre d'absorption des pigments chlorophylliens.

Un **pigment** est une substance colorée capable d'absorber certaines radiations lumineuses. Ce sont les radiations non absorbées qui donnent sa couleur au pigment (ex : un pigment rouge n'absorbe pas le rouge).

Une solution de chlorophylle brute extraite des feuilles contient plusieurs types de pigments appelés **pigments chlorophylliens** : deux pigments verts (chlorophylles a et b), un pigment jaune (xanthophylle) et un pigment orange (carotène).

Le **spectre d'absorption** d'un pigment représente le pourcentage de lumière absorbée par ce pigment en fonction de la longueur d'onde. Les pigments constituant la chlorophylle brute absorbent chacun des longueurs d'onde spécifiques et le spectre d'absorption de la chlorophylle brute représente la somme des spectres d'absorption de chaque pigment.

Les radiations absorbées par la chlorophylle brute sont essentiellement le **bleu** et le **rouge**.



Chromatographie des différents pigments chlorophylliens

2) Efficacité des radiations lumineuses : spectre d'action.

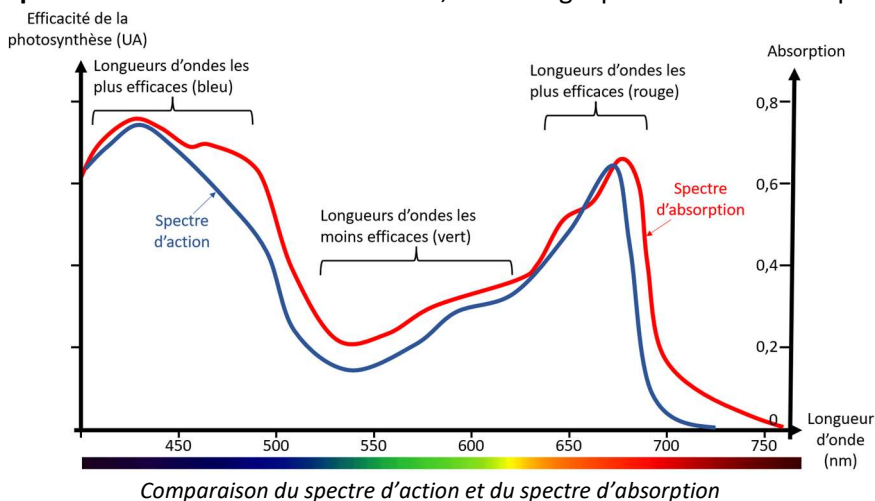
L'activité photosynthétique peut être évaluée en mesurant la quantité d'O₂ rejeté (ou la quantité de CO₂ absorbé) par unité de temps. Elle dépend de la longueur d'onde des radiations lumineuses.

Le **spectre d'action** de la lumière représente la valeur de l'intensité photosynthétique en fonction de la longueur d'onde. Les radiations les plus efficaces sont le **bleu** et le **rouge**.

3) Comparaison des deux spectres.

La comparaison du spectre d'absorption de la chlorophylle brute et du spectre d'action de la photosynthèse montre que **les radiations les plus efficaces sont celles qui sont absorbées par les pigments chlorophylliens**.

Les végétaux absorbent en effet certaines radiations solaires grâce à leurs pigments chlorophylliens appelés aussi **pigments photosynthétiques**. Une fois la radiation absorbée, son énergie pourra être utilisée pour la photosynthèse.



D) Les étapes de la photosynthèse.

1) La phase photochimique.

Elle nécessite de la lumière et se déroule dans les thylakoïdes en deux étapes :

- **Absorption de l'énergie lumineuse** : les pigments chlorophylliens, situés dans la membrane des thylakoïdes, captent les photons de certaines radiations lumineuses, ce qui constitue un apport énergétique.

- **Réactions d'oxydo-réduction** :

Oxydation de l'eau : $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- + \frac{1}{2} \text{O}_2$ qui quitte le chloroplaste.

Une chaîne de protéines situées dans la membrane des thylakoïdes captent alors successivement les e^- libérés et les transfèrent finalement à la coenzyme R.

Réduction de la coenzyme R située dans le stroma : $\text{R} + 2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{RH}_2$ (coenzyme réduite)

(Remarque : si R est absente, le rejet de O_2 n'a lieu que si on rajoute un autre accepteur d'électron. Cela explique l'expérience de Hill avec les chloroplastes isolés.)

-Synthèse d'ATP : $\text{ADP} + \text{Pi} \rightarrow \text{ATP}$ (réaction de phosphorylation)

ADP : adénosine diphosphate ; Pi : phosphate inorganique ; ATP : adénosine tri-phosphate.

Cette synthèse est réalisée grâce à une enzyme ATP synthase située elle aussi dans la membrane.

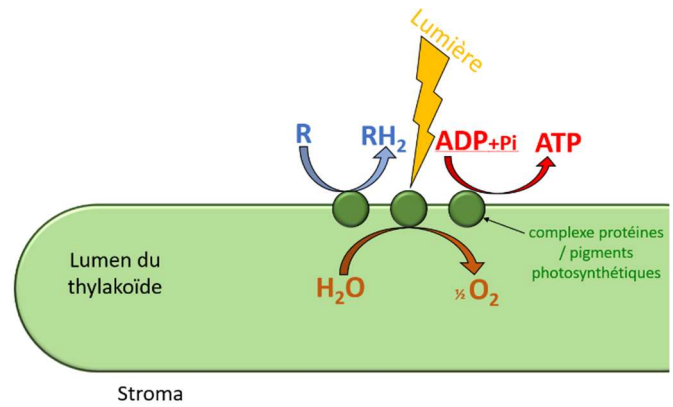


Schéma bilan de la phase photochimique

2) La phase non photochimique.

Elle ne nécessite pas de lumière.

Dans le stroma, le **CO_2 est réduit** en étant incorporé au ribulose 1-5 biphosphate (5 C) pour former deux molécules d'acide phosphoglycérique APG (3 C). Ces APG sont réduits en trioses phosphate (3 C). La réduction du CO_2 et des APG est permise par les **coenzymes réduites RH_2** produits lors de la phase photochimique. Cette réduction nécessite de l'énergie qui est apportée sous forme d'ATP par la phase photochimique. Certaines de ces molécules en C3 sont utilisées pour régénérer la molécule en C5 de départ et les autres permettent la synthèse des glucides.

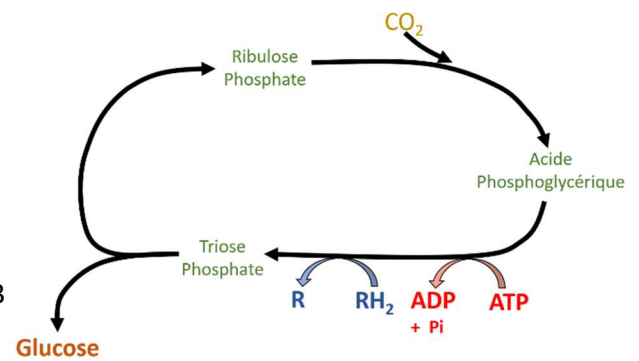


Schéma bilan de la phase non-photochimique

3) Le couplage des deux phases.

L'équation-bilan de la photosynthèse résulte en réalité du **couplage** de deux phases complémentaires :

- la phase photochimique au cours de laquelle le dioxygène, les coenzymes réduites et l'ATP sont produits grâce à l'énergie lumineuse captée par les pigments chlorophylliens

- la phase non photochimique au cours de laquelle le CO_2 est incorporé dans les premières molécules organiques grâce aux produits de la première phase.

L'arrêt de l'une des phases entraîne très rapidement l'arrêt de l'autre.

Schéma bilan des deux phases de la photosynthèse

