



impression PDF

Photosynthèse et chloroplaste : présentation générale

1. Photosynthèse : présentation générale
2. Apparition et évolution de la photosynthèse
 - a. Photosynthèse bactérienne primitive
 - b. Photosynthèse évoluée
3. Les deux phases de la photosynthèse
4. Le chloroplaste
5. Liens Internet et références bibliographiques

1. Photosynthèse : présentation générale

Il existe 3 catégories d'êtres vivants :

- les êtres **hétérotrophes** ("hétéro" - autres et "trophé" - nourriture) qui doivent trouver dans le milieu extérieur les composés organiques réduits qui leur fournissent une source de carbone et d'énergie. Ils utilisent la fermentation ou la respiration.
- les êtres semi-autotrophes aptes à s'approvisionner seuls en énergie dans un monde entièrement minéral (aux dépens de la lumière ou de composés minéraux réduits) mais exigeant encore des composés organiques pour leur alimentation en carbone.
- les êtres **autotrophes** : complètement indépendants du reste de la biosphère pour leur alimentation en carbone et en énergie. Ils peuvent se développer seuls dans un monde entièrement minéral. Ce sont les êtres photosynthétiques et chimiosynthétiques.

Les végétaux synthétisent leur **matière organique** à partir de **molécules simples** ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) et de l'**énergie lumineuse** (soleil). Ce processus s'appellent la **photosynthèse**.

Le CO_2 et l'eau se combinent (réaction de réduction) pour former des **glucides**. Les 2 principaux "réservoirs" de carbone sont le CO_2 atmosphérique et le carbone constitutifs des êtres vivants.

La formule générale de la photosynthèse est : $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + h\nu$ (énergie lumineuse) \rightarrow $(\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2$

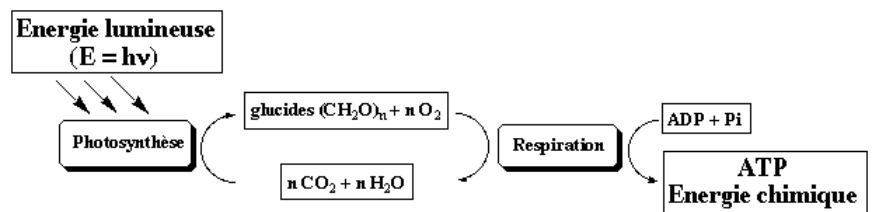
Les végétaux sont donc des organismes **phototrophes** (autotrophes), comme le sont également les Cyanobactéries (algues bleu - vert), les Algues, les plantes avasculaires et les plantes vasculaires (supérieures).

La photosynthèse est un phénomène physiologique d'une **importance capitale** car il est indispensable à toute forme de vie animale et humaine.

L'**énergie lumineuse** est captée par des pigments assimilateurs : les **chlorophylles** (grec *khloros*, vert et *phullon*, feuille). Les chlorophylles sont situés dans les **chloroplastes** des cellules végétales ou dans des régions spécialisées de la membrane cellulaire des bactéries photosynthétiques.

Puis, chez tous les organismes, les **glucides** sont oxydés pour reformer de l'eau et du CO_2 au cours de la **respiration**. Une partie de l'énergie contenue dans les glucides est transformée en **énergie chimique** sous la forme d'une molécule : l'**ATP**.

Tous les êtres de la biosphère dépendent de cette transformation de l'énergie lumineuse en énergie chimique.



E. Jaspard (2005)

La photosynthèse et la respiration s'équilibrent globalement.

- la **photosynthèse** par les végétaux alimente continuellement la biosphère en carbone sous forme de glucides. Les quantités de carbone qui passent annuellement de l'atmosphère à la biosphère sont de l'ordre de **500 milliards de tonnes**.
- la **respiration** restitue ce carbone sous forme de CO_2 après dégradation des glucides.



2. Apparition et évolution de la photosynthèse

a. Photosynthèse bactérienne primitive

- les pigments qui captent l'énergie lumineuse (bactériochlorophylle) ne forment qu'un seul photosystème (pigments et protéines)
- la source d'électrons est un composé minéral réduit

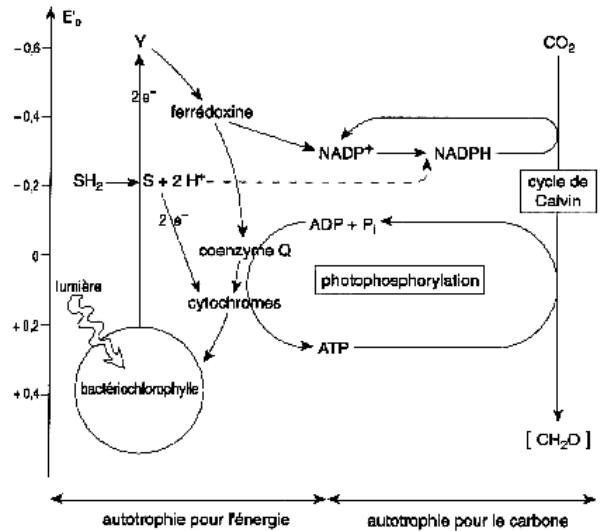
La photo-organotrophie de la bactérie pourpre non sulfureuse *Rhodospirillum rubrum* (figure ci-contre) est caractérisée par un photosystème à **bactériochlorophylle** qui opère une circulation cyclique des électrons délocalisés par les photons captés.

Il s'agit donc d'une semi - autotrophie quant à l'énergie et dépendance quant aux matières organiques.

Deux **évolutions importantes** sont annoncées : l'ATP et le NAD réduit peuvent être utilisées pour réduire le CO₂ de l'air. Donc, passage de la semi - autotrophie à l'autotrophie complète pour le carbone et l'énergie.

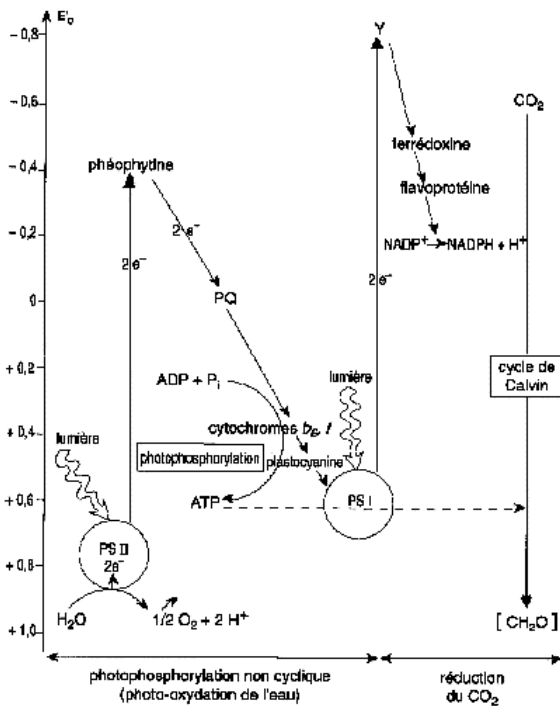
Quand l'oxygène aura envahi l'atmosphère, les cytochromes c injecteront leurs électrons soit vers la bactériochlorophylle, soit vers d'autres cytochromes (a₁, a₃) et l'oxygène.

La respiration apparaîtra comme "sous-produit" de la photosynthèse primitive.



Source figure : "Physiologie végétale" (1995)

D. Laval-Martin et P. Mazliak



b. Photosynthèse évoluée

Quand les cyanobactéries (ou "algues bleues") ont remplacé les donneurs d'électrons soufrés par l'eau, les êtres photosynthétiques ont pu dès lors conquérir tous les milieux.

On note :

- la présence des 2 photosystèmes PS I et PS II
- la circulation cyclique des électrons de l'eau au [NADPH + H⁺]
- le couplage entre les réactions photochimiques et la synthèse des glucides
- le produit final est l'oxygène provenant totalement de l'eau

Source figure : "Physiologie végétale" (1995) - D. Laval-Martin et P. Mazliak

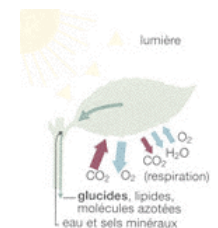
3. Les deux phases de la photosynthèse

La photosynthèse se déroule en deux étapes distinctes :

1. la phase diurne :

- la feuille capte la lumière et la chlorophylle **photolyse** l'eau : les molécules d'oxygène et d'hydrogène se séparent
- le dioxyde de soufre absorbé *via* l'eau est réduit par l'hydrogène issu de la photolyse de l'eau : le composé réduit se fixe sur un accepteur qui est un sucre à 5 carbones

La réaction globale de cette phase est : $H_2O + ADP + Pi + NADP^+ + hv$ (énergie lumineuse) $\rightarrow O_2 + ATP + NADPH + H^+$

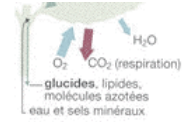


Source : "LeSucre.com"

2. la phase nocturne ou phase sombre ou phase de carboxylation ou cycle de Calvin (Prix Nobel 1961)

- l'énergie est utilisée pour la synthèse chimique
- cette synthèse est le **cycle de Calvin**
- le fructose est l'ose formé le plus abondant . Il s'associe au glucose pour former le saccharose





La réaction globale de cette phase est : $CO_2 + ATP + NADPH + H^+ \rightarrow (CH_2O) + ADP + Pi + NADP^+$

HAUT PAGE

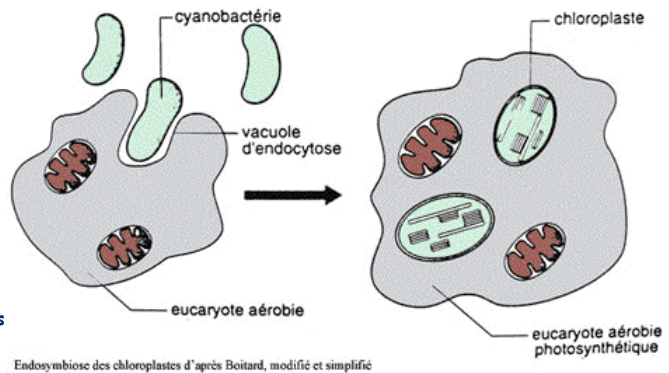
4. Le chloroplaste

La **théorie endosymbiotique** de l'origine de la cellule eucaryote postule que :

- la **mitochondrie** dérive d'une bactérie respirante
- le **chloroplaste** dérive des cyanobactéries

La photosynthèse a lieu dans les chloroplastes.

Source figure : Futura-Sciences



Endosymbiose des chloroplastes d'après Boitard, modifié et simplifié

Les chloroplastes ont deux membranes (interne et externe) bordant une zone aqueuse appelée **stroma** (siège de la phase sombre).

Le stroma contient la **membrane thylacoïde** (siège de la phase diurne).

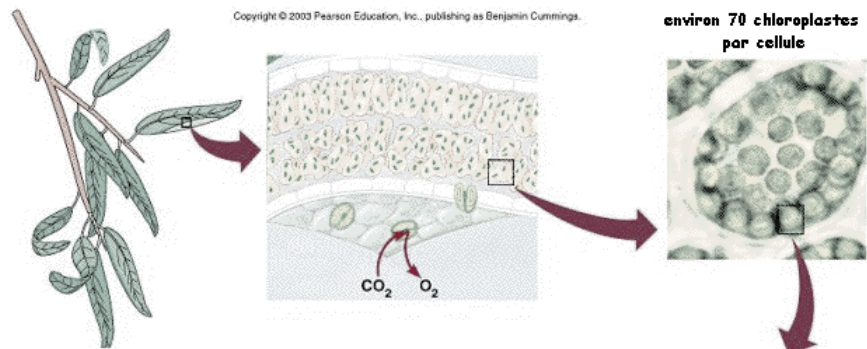
La membrane thylacoïde est plissée en un réseau de nombreuses vésicules aplaties qui prend la forme :

- soit d'empilements compacts appelés **grana** (*granum*)
- soit isolées et libres dans le stroma et réunissant plusieurs grana

Les parties de membrane thylacoïde :

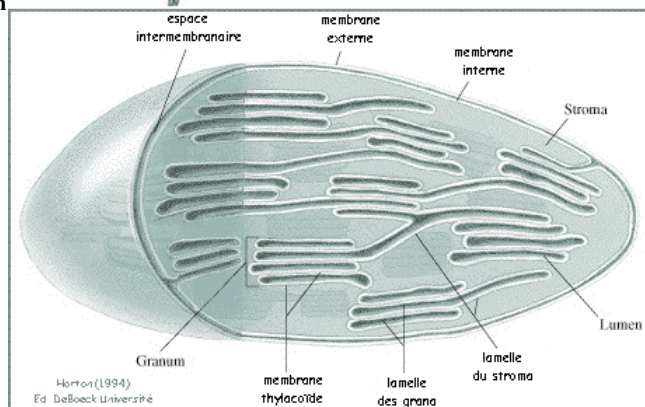
- situées au sein des grana et sans contact avec le stroma sont les **lamelles des grana**
- baignent dans le stroma sont les **lamelles du stroma**

L'espace interne enclos par la membrane thylacoïde est le **lumen**.



Source figures :

1. "Principes de Biochimie" Horton et al. (1994)
2. Pearson Education, Inc.



5 milliards de chloroplastes par feuille

5. Liens Internet et références bibliographiques

<p>"Principes de Biochimie" Horton, Moran, Ochs, Rawn et Scrimgeour (1994) Ed. DeBoeck Universités - ISBN : 2-8041-1578-X</p>	<p>Consulter cet ouvrage via Internet. Remarque : dans chaque chapitre des exercices interactifs ("Quizz") sont proposés.</p>
<p>"Physiologie végétale" (1995) volume I - "Nutrition et métabolisme", Danielle Laval-Martin et Paul Mazliak, Collection "Méthodes", Hermann / ISBN : 2 7056 6253 7</p>	
<p>"Photosynthesis"</p>	<p>Aller au site</p>
<p>"La structure du chloroplaste des plantes supérieures" (Equipe multimédia - Université jussieu)</p>	<p>Aller au site</p>
<p>"Chloroplasts and Other Plastids"</p>	<p>Aller au site</p>

HAUT PAGE