

Chapitre A2 - La plante, productrice de matière organique

Dans un végétal, certaines cellules sont hétérotrophes alors que d'autres sont autotrophes c'est-à-dire qu'elles produisent la matière organique qui les constituent, grâce au mécanisme de la photosynthèse. En effet, à la lumière, les cellules chlorophylliennes incorporent le carbone lors de la photosynthèse ce qui conduit à la synthèse de glucides et autres molécules organiques dans les chloroplastes.

Problématique : Quels sont les mécanismes en jeu et que deviennent les molécules organiques produites ?

I- Les processus biochimiques de la photosynthèse permettant la production de molécules organiques

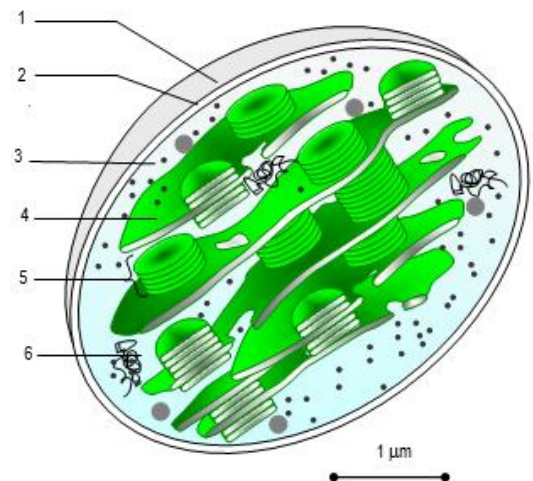
1) Le rôle de la lumière.

La photosynthèse se déroule dans les feuilles, plus précisément dans les cellules chlorophylliennes, au sein des chloroplastes.

Un chloroplaste est un organe compartimenté qui contient une membrane externe (1), une membrane interne (2) et des **thylakoïdes** (4), sacs aplatis, qui baignent dans un liquide appelé **stroma** (3). Ces thylakoïdes peuvent être regroupés en empilement ou **grana** (5).

Seules les membranes des thylakoïdes sont de couleur verte et contiennent des **pigments chlorophylliens** de plusieurs sortes.

Les chloroplastes contiennent leur propre ADN (6).



Depuis on sait qu'il existe plusieurs **pigments chlorophylliens ou photosynthétiques** (chlorophylles a et b, xanthophylles et caroténoïdes) présents dans la membrane des thylakoïdes, capables d'absorber l'énergie lumineuse. Chaque pigment absorbe une certaine longueur d'onde ; on définit alors le **spectre d'absorption** de ce pigment (= variation de l'absorption de la lumière en fonction de la longueur d'onde des radiations lumineuses considérées).

Le **spectre d'action** de la photosynthèse (variation de la quantité de dioxygène dégagé en fonction de la longueur d'onde émise) **est corrélé au spectre d'absorption** : seules les radiations lumineuses absorbées par les différents pigments sont efficaces pour la photosynthèse.

2) Les réactions de la photosynthèse

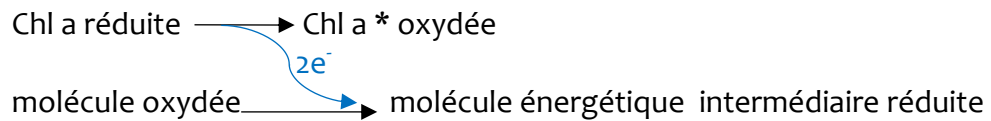
L'ensemble des pigments situés dans les thylakoïdes transforme l'énergie lumineuse absorbée en énergie chimique.

Ceci se réalise en 2 étapes :

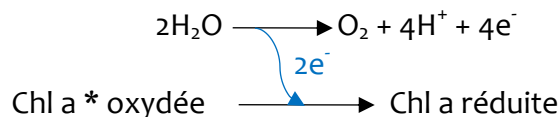
- **une phase se déroulant obligatoirement à la lumière** (= phase photochimique) au cours de laquelle l'énergie lumineuse est convertie en molécules énergétiques intermédiaires au sein du thylakoïde.
- **une phase qui ne dépend pas directement de la lumière** (= phase chimique), au cours de laquelle les molécules énergétiques intermédiaires sont utilisées, au sein du stroma.

a) La conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique dans les thylakoïdes

La lumière absorbée par les pigments contenus dans les membranes des thylakoïdes, entraîne l'**oxydation de la chlorophylle a** : les électrons perdus par la chlorophylle a sont transférés à une succession de molécules de la membrane des thylakoïdes, des accepteurs d'électrons, aboutissant à la formation de molécules énergétiques intermédiaires à l'état réduit.



Pour que cette succession de réactions se renouvelle, et donc que la production d'énergie chimique soit continue lorsque la cellule végétale est éclairée, la molécule de chlorophylle oxydée doit revenir à l'état réduit en récupérant les e^- perdus ; c'est la molécule d'eau qui fournit ces e^- en subissant une oxydation : c'est la **photolyse de l'eau**.



Grâce à l'ensemble de ces réactions, de l'**ATP** (autre molécule énergétique intermédiaire) est produite à partir d'ADP.

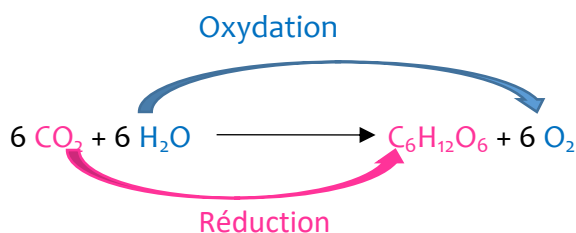
b) La synthèse de matière organique dans le stroma, par incorporation du CO_2 atmosphérique

Cette synthèse implique un cycle de réaction : le **cycle de Calvin-Benson-Bassham**, qui se déroule **dans le stroma** et permet la synthèse de glucose et autres glucides solubles, à partir de la **réduction du CO_2** .

Ce cycle **nécessite de l'énergie chimique** apportée par les molécules énergétiques intermédiaires produites par la cellule lorsque celle-ci est éclairée.

Il permet également de régénérer les molécules oxydées et l'ADP essentiels au déroulement de la phase photochimique.

Bilan : La **photosynthèse** correspond donc à une réduction du CO_2 en matière organique, couplée à une oxydation de l'eau à la lumière : il y a **couplage entre photo-oxydation de l'eau et incorporation de CO_2** .



Une **oxydation** correspond à une **perte** d'électron(s) par une molécule alors qu'une **réduction** correspond à un **gain** d'électron(s) par une molécule.

II- Les fonctions biologiques des molécules organiques produites par la photosynthèse

Les molécules organiques produites par la photosynthèse sont en partie **utilisées** par les tissus chlorophylliens eux-mêmes (pour assurer leur métabolisme). Le reste est **exporté** sous forme de petites **molécules solubles** (acides aminés, sucres) vers tous les organes de la plante, et particulier vers les organes non chlorophylliens (racines, bourgeons, fruits...) **via la sève élaborée**.

Selon la composition enzymatique des cellules, ces métabolites seront transformés en différentes molécules capables d'assurer des fonctions biologiques diverses au sein de la plante.

1) Des molécules impliquées dans la croissance et le maintien de la plante

Des produits de la photosynthèse entrent dans la composition chimique de la cellulose et de la lignine, molécules constituant les parois cellulaires des végétaux :

- La **cellulose** est un polymère de glucose synthétisé chez les jeunes cellules en cours de croissance grâce à une enzyme (la cellulose synthase). Sous l'effet de la pression de turgescence, les jeunes cellules s'allongent mais plus la cellule va exporter de cellulose dans sa paroi et plus celle-ci va devenir rigide et épaisse, ce qui s'oppose à la poursuite de la croissance en longueur.
- La **lignine** est un polymère d'un acide aminé, la phénylalanine, qui dérive du glucose. L'accumulation de lignine dans les parois des cellules de xylème les imperméabilise facilitant la circulation de la sève brute ; abondante au sein des parois des cellules du sclérenchyme, elle en fait un tissu de soutien responsable du port dressé des plantes herbacées permettant une croissance en hauteur importante (il en est de même pour les cellules du « bois » des plantes ligneuses).

2) Des molécules temporairement stockées assurant la mise en réserve de la matière organique

Une partie des produits de la photosynthèse est stockée sous différentes formes dans les tissus de la plante : **glucides** (saccharose, amidon, inuline...), **protéines** et **lipides**.

Ils sont stockés dans les cellules d'organes de réserve et peuvent servir ultérieurement à la plante lors du retour à des conditions favorables à la photosynthèse, ou lors de la reproduction.

Les plantes herbacées pérennes possèdent des organes de réserves souterrains : les **bulbes** (bourgeon de réserve comme la tulipe l'oignon...), les **tubercules** (tige souterraine ou racine comme la pomme de terre ou la carotte...), et les **rhizomes** (tige souterraine : gingembre, iris...)

Les plantes annuelles assurent leur pérennité grâce à leurs **graines**, qui contiennent des molécules de nature différentes selon les espèces, mais qui nourriront l'embryon puis la jeune plantule lors de la germination.

Beaucoup de plantes possèdent des **fruits charnus** comestibles, riches en matière organique aussi.

3) Des molécules impliquées dans les interactions avec d'autres espèces

Les molécules produites par les plantes jouent un rôle important dans leurs interactions avec les autres organismes de leur environnement.

Comme la plante est fixée, il est nécessaire que celle-ci maintienne une certaine intégrité.

Ainsi, les **tanins**, les **essences** (comme le thymol) et les **alcaloïdes** par leurs **propriétés répulsives** jouent un rôle dans la **défense** contre les bactéries, les champignons ou les animaux herbivores : on parle **d'interaction compétitive ou de compétition** (= relation caractérisant deux individus en compétition pour l'exploitation de la même ressource dans un milieu). La **lignine** participe également à la défense contre l'herbivorie en rendant les feuilles coriaces.

D'autres molécules, comme les **anthocyanes**, donnent notamment leurs couleurs aux fleurs. Ces couleurs peuvent être **informatives ou attractives** pour les pollinisateurs, on parle **d'interaction mutualiste** (= relation entre deux individus ou deux populations d'individus, avantageuse pour tous les deux.).