

Pour rappel:

Pour assurer les besoins fonctionnels d'une cellule, de nombreuses transformations biochimiques s'y déroulent : elles constituent son métabolisme. Une voie métabolique est une succession de réactions biochimiques transformant une molécule en une autre. Le métabolisme dépend de l'équipement spécialisé de chaque cellule (organites, macromolécules dont les enzymes).

L'étude de quelques réactions du métabolisme, dont la photosynthèse, révèle que les êtres vivants échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement (milieu, autre organisme). Les voies métaboliques sont interconnectées par les molécules intermédiaires des métabolismes.

L'utilisation par la photosynthèse d'une infime partie de l'énergie solaire reçue par la planète fournit l'énergie nécessaire à l'ensemble des êtres vivants (à l'exception de certains milieux très spécifiques).

Objectifs de ce chapitre :

Comment les plantes produisent-elles leur matière organique et une diversité de métabolites nécessaires à leurs fonctions biologiques ?

I- Production de matière organique : la photosynthèse

A- Les structures impliquées dans la photosynthèse

La photosynthèse, permettant la production de matière organique tel que l'amidon (glucide), se déroule dans les chloroplastes des cellules chlorophylliennes uniquement en présence de lumière. La production de matière organique par photosynthèse se fait principalement au niveau des feuilles. C'est surtout dans leur parenchyme que se trouvent les cellules chlorophylliennes pourvues d'organites spécialisés, les chloroplastes, organites qui doivent leur couleur verte à la chlorophylle qu'ils renferment.

Le chloroplaste renferme un important réseau de **membranes internes** formant des sacs clos aplatis, les **thylakoïdes**. C'est dans la membrane des thylakoïdes que sont situés les **pigments chlorophylliens** (xanthophylles, carotènes, chlorophylles a et b).

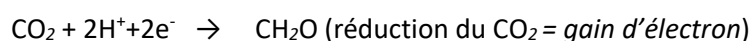
B- Les processus biochimiques de la photosynthèse

La photosynthèse se déroule en **deux phases distinctes** mais **couplées**

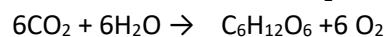
- **Une phase photochimique** rapide, impliquant directement la **lumière** se réalisant dans l'épaisseur des **membranes des thylakoïdes** où sont enchâssées les **molécules de chlorophylle**
- **Une phase chimique** plus lente, pendant laquelle le **CO₂ est incorporé** à la **matière organique** se réalisant dans le **stroma**.

Au cours de la photosynthèse.

- Lors de la phase photochimique, l'énergie lumineuse est captée par les pigments chlorophylliens. Cette absorption d'énergie déclenche une succession de réactions d'oxydo-réduction :
 - des molécules d'eau sont oxydées, libérant du dioxygène mais aussi des protons et des électrons :
 $H_2O \rightarrow 2H^+ + 2e^- + O_2$ (on parle de *photolyse de l'eau* ou *photo-oxydation de l'eau = perte d'électron*)
 - les électrons ainsi libérés sont captés par d'autres molécules situées dans la membrane des thylakoïdes déclenchant une série de réactions d'oxydo-réductions exoénergétiques et permettant de synthétiser une molécule, l'ATP qui « stockent » de l'énergie. L'énergie lumineuse est ainsi convertie en énergie chimique
- Lors de la phase chimique, l'ATP est utilisé et les électrons provenant des réactions de la phase photochimique vont être utilisés pour l'incorporation du CO₂ : cela correspond à une réduction du dioxyde de carbone dont le bilan est le suivant :



La photosynthèse correspond donc à une réduction de CO₂ en matière organique couplée à l'oxydation de l'eau dont l'équation bilan est :



II- Le devenir des produits de la photosynthèse

A- La matière organique est transportée et transformée

Les molécules organiques produites par photosynthèse sont en partie utilisées par les tissus chlorophylliens et le reste est exporté sous forme de molécules solubles : acides aminés et sucres vers tous les organes de la plante, en particulier vers les organes non chlorophyllien (racines, bourgeons, fruits...) via la sève élaborée. Ces sucres et ces acides aminés sont alors transformés et permettent la production d'une grande diversité de composés organiques : cellulose, lignine, anthocyanes, tanin, amidon.

B- Des matières organiques assurent la croissance et le port de la plante

Les cellules des plantes possèdent une paroi formée de différentes molécules organiques assemblées.

La paroi, d'épaisseur variable, forme un cadre rigide à l'extérieur de la cellule.

- Dans les jeunes cellules, les parois sont minces et extensibles. Les parois sont composées de cellulose qui est un polymère de glucose synthétisé grâce à une enzyme, la cellulose synthase.
- Quand l'allongement cellulaire est réalisé, la cellule produit une paroi épaisse non extensible par incorporation de nouvelles molécules. Ainsi, la paroi de certaines cellules s'enrichit en lignine et devient très rigide ; cela assure le soutien et le port de la plante.

C- De la matière organique est stockée

- En hiver ou lors de longues périodes de sécheresse, certaines plantes perdent leurs feuilles, d'autres perdent leurs parties aériennes, d'autres meurent. Des organes stockent de la matière organique en attendant le retour de conditions plus favorables au développement et à la photosynthèse.
- Les plantes herbacées pérennes possèdent des organes souterrains capables d'accumuler des réserves à l'abri comme les bulbes, les tubercules, les rhizomes. Les réserves sont le plus souvent glucidiques (amidon, saccharose).
- Chez les plantes annuelles, la pérennité est assurée par les graines qui contiennent des matières organiques qui nourriront l'embryon puis la jeune plantule lors de la germination. La nature de ses réserves peut être glucidiques (blé, riz), lipidiques (noix, amande), ou protéiques (pois, lentille).

D- Des molécules organiques assurent l'interaction avec l'environnement

Une plante vie au sein d'un environnement dans lequel se trouve d'autres espèces végétales ou animales. Les interactions multiples qui se mettent en place peuvent être :

- mutualistes : c'est un type d'interaction entre deux espèces dans laquelle les deux espèces sont bénéficiaires (une interaction +/+). Le mutualisme est courant et important pour la vie sur Terre : de nombreuses espèces tirent profit et offrent des avantages aux autres espèces. Les bénéfiques mutualistes augmentent la survie et la reproduction des espèces concernées. Par exemple, les plantes à fleurs produisent des substances qui attirent les insectes pollinisateurs qui trouvent alors le nectar sucré des fleurs.
- compétitives : la plante produit des molécules qui diminuent le risque d'être mangées. Par exemple, certaines plantes produisent des tanins qui ont effet répulsif ou toxiques envers les phytophages.

Lexique référentiel 07 :

Anthocyanes : pigments naturels des feuilles, des pétales et des fruits, situés dans les vacuoles des cellules, solubles dans l'eau, allant du rouge orangé au bleu pourpre dans le spectre visible

ATP : Adénosine triphosphate. Molécule synthétisée lors du métabolisme énergétique de la cellule. L'ATP est indispensable à la vie de toutes les cellules. Cette molécule est un intermédiaire énergétique : sa synthèse est le résultat de conversion énergétique.

Cellulose : Molécule polymère de glucose, constituant principal des parois végétales.

Chlorophylles : Molécules responsables de la couleur verte des végétaux, capables d'absorber la lumière solaire et de la convertir en énergie chimique.

Chloroplaste : Organite présent au sein de certaines cellules végétales et permettant la réalisation du métabolisme photosynthétique.

Diversité chimique : ensemble de molécules chimiques différentes contenues dans un organisme vivant.

Lignine : molécule polymère de dérivés d'acides aminés, responsable de la rigidification des parois.

Interaction compétitive : interaction entre êtres vivants fondée sur la compétition (pour une ressource par exemple).

Interaction mutualiste : interaction mutuellement bénéfique entre deux êtres vivants.

Phase chimique de la photosynthèse : étape au cours de laquelle le CO₂ est incorporé et permettant la synthèse de molécules organiques comme le glucose. Cette étape utilise les produits issus de la phase photochimique.

Phase photochimique de la photosynthèse : première étape de la photosynthèse incluant l'absorption d'énergie lumineuse, la photolyse de l'eau, la production d'ATP et d'un composé réduit.

Photolyse de l'eau ou photo-oxydation de l'eau : réaction d'oxydation de l'eau déclenchée par l'absorption d'énergie lumineuse par la chlorophylle. Elle conduit à la production de dioxygène et d'électrons.

Pigment chlorophyllien : Molécule organique absorbant des photons de longueurs d'ondes déterminées.

Phytophages : qui consomment des végétaux (ce sont par exemple les herbivores)

Réduction du dioxyde de carbone : Réaction chimique ayant lieu dans le stroma des chloroplastes et entraînant un gain d'électrons à l'atome de carbone. Cette réaction permet la production de matière organique.

Stroma : partie des chloroplastes où se déroule la synthèse des glucides.

Tanin : substance végétale de la famille des polyphénols, le plus souvent hydrosoluble

Thylakoïde : membranes présentes à l'intérieur des chloroplastes où se déroulent la phase photochimique.

Capacités et attitudes attendues pour ce chapitre :

-Étudier et/ou mettre en œuvre des expériences historiques sur la photosynthèse.

-Réaliser et observer des coupes dans des organes végétaux pour repérer une diversité de métabolites.

-Mettre en évidence expérimentalement la présence d'amidon dans les chloroplastes et les amyloplastes de réserve dans des organes spécialisés (graine, fruit, tubercules...).

-Mettre en œuvre une coloration afin d'identifier la lignine et la cellulose et d'analyser leur distribution.

-Réaliser une chromatographie de pigments végétaux.

-Extraire, organiser et exploiter des informations sur les effets antiphytophages, antibactériens ou antioxydants des tanins.

Références :