

Thème 2 - ENJEUX PLANETAIRES CONTEMPORAINS

THEME 2A - De la plante sauvage à la plante domestiquée

Classe : Terminales SPE

Durée envisagée : 5 semaines

Nombre de TP : 5

En rouge : Bilans à faire noter aux élèves

En bleu : Activités pratiques

En vert : Problématique et hypothèses



Chapitre 2 - La photosynthèse et la production de matière organique par la plante

Intro : Les plantes ont une vie fixée qui empêche le déplacement pour prélever de la nourriture. **L'autotrophie** est une forme d'adaptation physiologique (métabolisme) qui permet de produire sa propre matière organique grâce à de la matière minérale (CO_2 et H_2O), sans avoir à se déplacer. C'est en particulier le cas de la **photosynthèse**, une voie métabolique permettant de produire du glucose (matière organique) grâce à l'énergie lumineuse.

Problématique : Comment la photosynthèse permet-elle la production de matière organique et que devient le glucose produit au niveau du végétal ?

- **Plan :**

- 1 - Photosynthèse
- 2 - Pigments
- 3 - Devenir des molécules produites (photosynthétats)

I- Le fonctionnement général de la photosynthèse

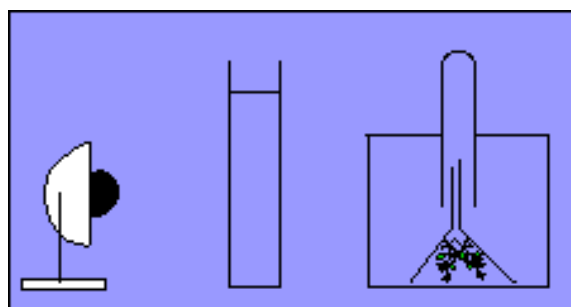
TP3 : La photosynthèse et la capture de l'énergie lumineuse

1- Nature des échanges de la photosynthèse

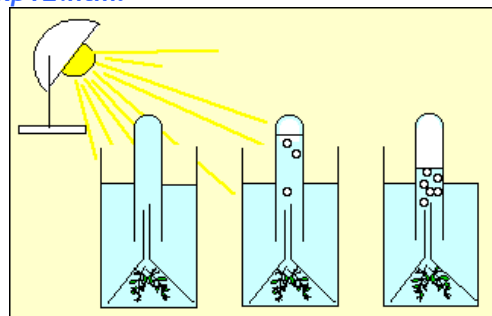
Document 1 : Les conditions de la photosynthèse

Activité Pratique (non nécessaire) - Expériences classiques sur la photosynthèse (Elodée)

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese/exp12.html>



A l'obscurité



+ H_2O
distillée

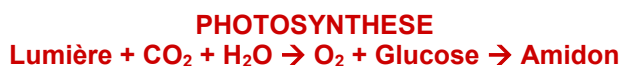
+ Eau du
robinet

+ HCO_3^-

Différentes expériences et manipulations ExAO (Expérimentation Assistée par Ordinateur) montrent qu'une plante verte consomme du CO_2 et dégage du dioxygène (O_2) à la lumière. Ce phénomène dépend de :

- l'intensité lumineuse avec un optimum vers 300 W (Watts)
- la température (température optimale environ 25°C – Impossible au-dessus de 45°C)
- la présence de dioxyde de carbone

Des observations microscopiques montrent que ces échanges de gaz s'accompagnent de la formation de glucose et d'amidon au sein du chloroplaste. On peut donc écrire l'équation bilan suivante :



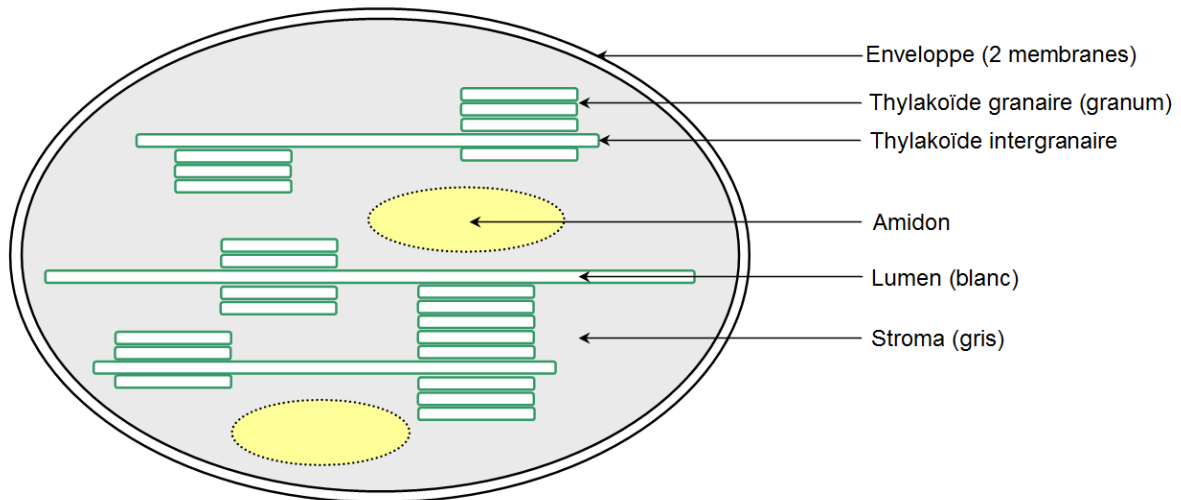
2- La photosynthèse a lieu dans le chloroplaste

L'observation de la localisation de l'amidon (grâce au lugol) montre qu'il s'accumule dans les chloroplastes. On en déduit que le CO_2 de l'atmosphère passe par les stomates puis les chambres sous-stomatiques et les lacunes du parenchyme lacuneux pour rejoindre les chloroplastes.

Les chloroplastes sont des organites à double membrane qui contiennent des filaments : les thylakoïdes (granaire et inter-granaire). Ces thylakoïdes contiennent des pigments et ménagent 2 compartiments :

- Le lumen (dans le thylakoïde)
- Le stroma (dans le chloroplaste mais en dehors du thylakoïde)

Document 2 : Schéma de la structure du chloroplaste



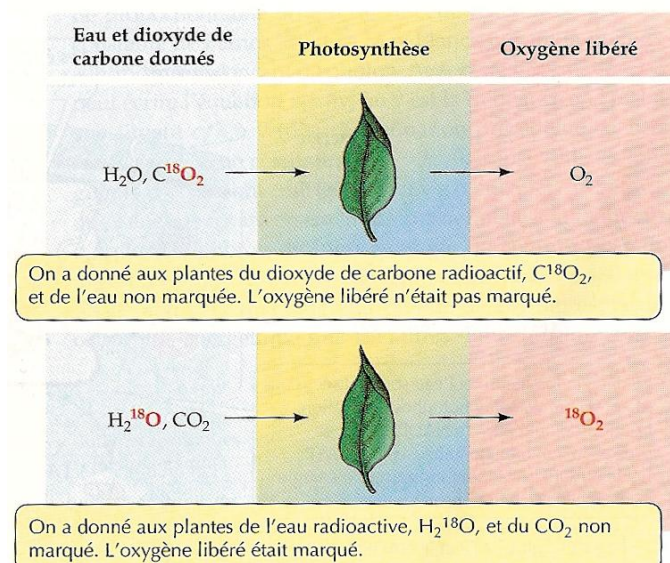
3- La photolyse de l'eau et la phase photochimique

En 1940, Ruben et Kamen montrent que le marquage de l'oxygène (^{18}O) de l'eau (H_2O) se retrouve dans le dioxygène produit par la photosynthèse. Ceci prouve que le CO_2 ne permet pas la production d' O_2 mais aussi que l'oxygène est produit par la destruction (lyse) de l'eau par la lumière : c'est la photolyse de l'eau :



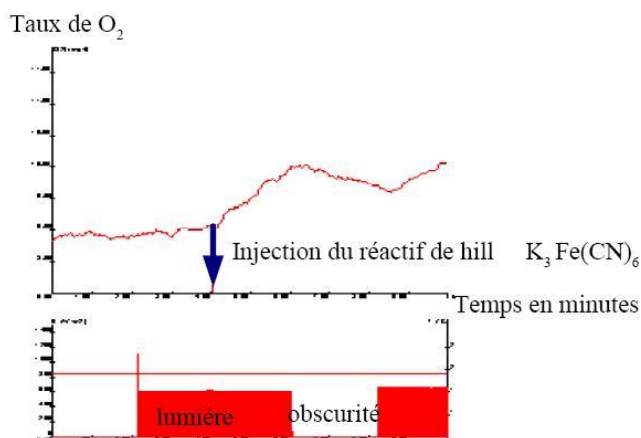
La photolyse de l'eau se fait au niveau des thylakoïdes et permet la réalisation d'une réaction d'oxydation de l'eau et produit de l' O_2 (déchet) mais aussi des ions H^+ et des électrons. Les électrons et les ions H^+ sont ensuite transportés dans la membrane des thylakoïdes et certains ions H^+ entrent dans le lumen. On appelle l'ensemble de ces réactions : phase photochimique de la photosynthèse.

Document 3 : Schéma des expériences de Ruben et Kamen



En 1955, Hill montre que la phase photochimique n'a pas lieu en l'absence de « composés intermédiaires ». Il prouve que ces composés correspondent à un accepteur d'électron (R) qui est réduit en RH_2 mais aussi à un composé énergétique : l'ATP (Adénosine Tri-Phosphate). Il montrera également que le CO_2 n'est pas nécessaire à ces réactions, même en présence de lumière. Ainsi, la phase photochimique correspond à une réaction d'oxydoréduction permettant d'oxyder l'eau (photolyse) et de réduire des composés intermédiaires ($R \rightarrow RH_2$).

Document 4 : L'expérience de Hill (1955)



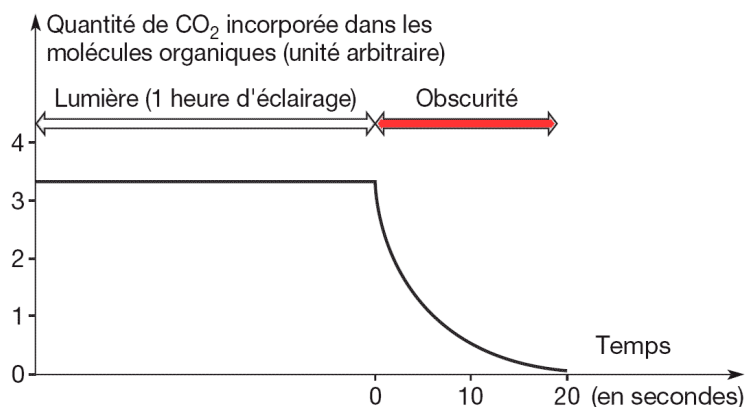
NB : RH_2 correspond à la molécule NADPH, H^+ et il s'agit d'une forme de pouvoir réducteur.

4- La réduction du CO_2 et la phase non photochimique

En 1951, Gaffron montre que l'incorporation du CO_2 peut se faire pendant quelques secondes après avoir arrêté l'éclairement. Il en déduit que les molécules intermédiaires (ATP et RH_2) permettent l'incorporation du CO_2 . Ainsi, le RH_2 transmet ses ions H^+ et électrons au CO_2 qui va alors être réduit et former du glucose ($C_6H_{12}O_6$).

En 1959, Calvin, Benson et Bassham montreront que la fixation du CO_2 se fait grâce à un cycle de réactions qui permet de former le glucose en utilisant le pouvoir réducteur (RH_2) et l'ATP produit lors de la phase photochimique.

Document 5 : L'expérience de Gaffron (1951)



CONCLUSION :

La photosynthèse est constituée de deux phases complémentaires et simultanées, mais présentant des caractéristiques différentes :

- une phase photochimique qui dépend de l'intensité lumineuse et qui ne dépend pas de la température : la phase photochimique (également improprement appelée phase « claire »)
- une phase non photochimique (ou thermochimique) qui dépend de la température et de la concentration en CO_2 et du fonctionnement des enzymes. Elle est également appelée (à tort) phase « sombre » car l'incorporation du CO_2 demeure possible à l'obscurité, mais seulement pendant quelques minutes et après une période de forte illumination.

II- Les pigments et la capture de l'énergie lumineuse

Problématique : Comment est captée la lumière nécessaire à la photosynthèse ?

Hypothèse : La feuille contient des molécules qui permettent de capter certaines longueurs d'onde pour réaliser la photosynthèse.

1- Identification des pigments par chromatographie

Un pigment est une substance qui absorbe certaines longueurs d'ondes de la lumière et renvoie les autres (donnant une sensation de couleur).

On peut identifier les différents pigments par une chromatographie qui sépare les molécules en fonction de leur affinité pour le solvant (solvant organique qui solubilise les molécules selon leur caractère hydrophobe). Les pigments sont donc lipophiles (cohérent avec le fait d'être placés dans des membranes biologiques).

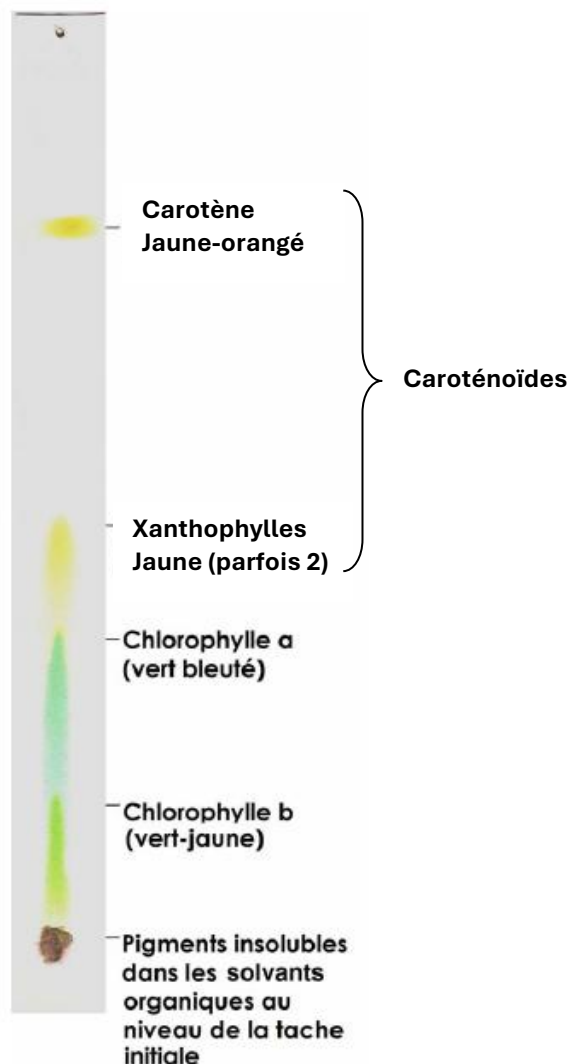
La chromatographie montre que les pigments présents sont :

- la chlorophylle b (vert pomme)
- la chlorophylle a (vertes émeraude)
- les caroténoïdes (lycopène, carotène, xanthophylle) : rouges, orangés et jaunes
- les flavonoïdes (flavones et anthocyanes) : jaunes à orangées et violettes à bleues

Les pigments présents dans les chloroplastes sont appelés **PIGMENTS PHOTOSYNTHETIQUES**. Ils permettent de capter l'énergie lumineuse nécessaire à la photosynthèse.

Remarque : Les anthocyanes sont des pigments qui varient du rouge au bleu présents dans la vacuole. Ils n'ont pas d'activité photosynthétique mais sont présents dans les fleurs (Bourrache) et sont parfois le signe d'un stress chez la plante.

Document 6 : Photographie d'une chromatographie de pigments d'une feuille de Prunus



2- L'activité des pigments et la capture de l'énergie lumineuse

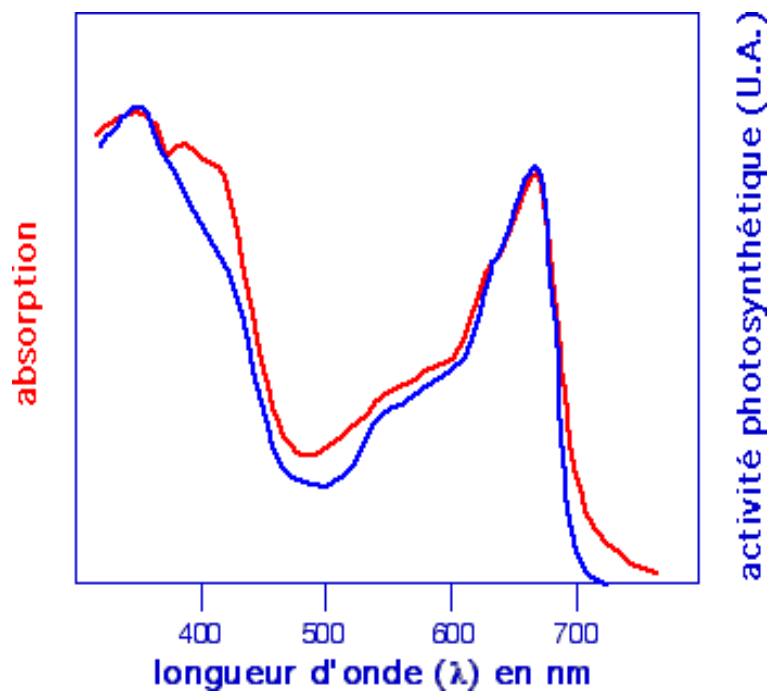
Les pigments ont pour fonction de capter la lumière. On peut évaluer leur activité en réalisant un spectre d'absorption qui montre l'intensité de l'absorption lumineuse en fonction de la longueur d'onde, grâce à un spectrophotomètre ou un spectroscopie.

Ainsi, les pigments chlorophylliens absorbent les radiations de longueur d'onde de 450-500 nm (bleu) et 650-700 nm (rouge). Les radiations vertes ne sont pas absorbées et sont renvoyées (couleur verte d'un végétal).

D'autre part, on peut déterminer le rôle de l'absorption en comparant le spectre d'absorption avec le spectre d'action. Ici, il s'agit de mesurer l'activité photosynthétique (production d'O₂) en fonction de la longueur d'onde.

L'efficacité de la photosynthèse dépend de la qualité (longueur d'onde) de la lumière. On remarque que la photosynthèse est active à 400 nm (bleu) et à 650/700 nm (rouge). Ces longueurs d'ondes sont absorbées par les pigments photosynthétiques.

Document 7 : Comparaison entre le spectre d'absorption de pigments chlorophylliens et le spectre d'action de la lumière sur la photosynthèse d'une suspension d'algues unicellulaires (<http://www.snv.jussieu.fr/>).



III- Le devenir des produits de la photosynthèse

TP4 : Le devenir des produits de la photosynthèse

Problématique : Comment la plante stocke et transforme-t-elle les produits de la photosynthèse ?

1. Le devenir du glucose dans les cellules de feuilles

La photosynthèse produit principalement du glucose mais celui-ci ne reste pas libre sinon la photosynthèse s'arrêterait. Le glucose est donc transformé en d'autres molécules (lipides, protéines, acides nucléiques comme l'ADN ou l'ARN) : on parle de conversions métaboliques.

De plus, il est mis en réserve (stocké) soit dans la cellule soit dans des organes spécialisés (graines, fruits, tubercules ...). Les réserves sont généralement d'un type préférentiel (pomme de terre et amidon, noix et lipides, betterave et saccharose ...), ce qui est associé à la spécialisation des cellules (enzymes spécifiques, devenir cellulaire différent : capacité à former un tubercule).

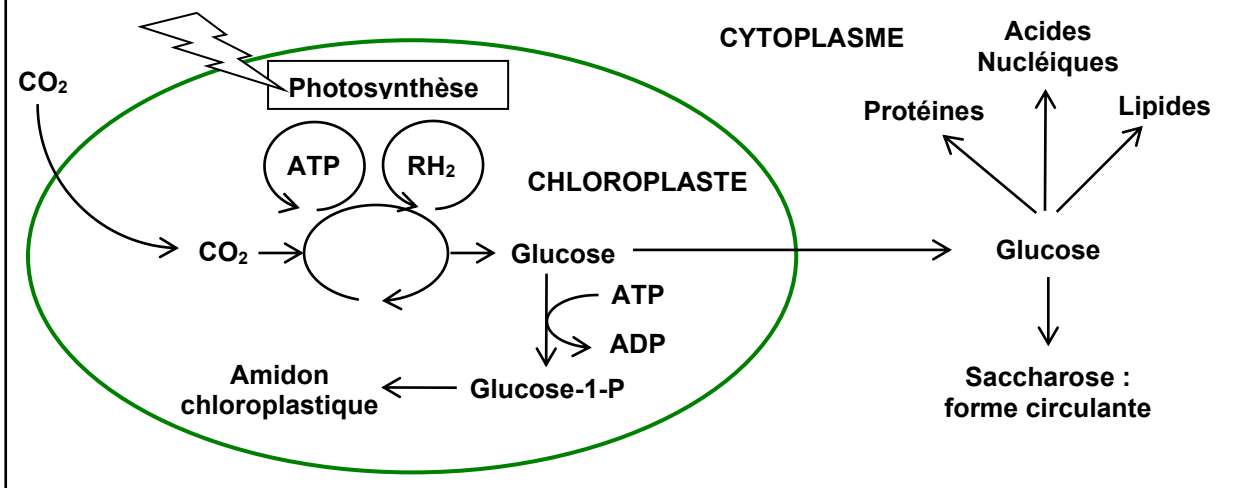
Les réserves sont présentes sous différentes formes comme :

- Des formes solubles dans la cellule (glucides simples)
- Des grains d'amidon dans des organites appelés amyloplastes (glucides complexes)
- Des gouttelettes lipidiques (lipides)
- Des grains d'aleurone qui accumulent des protéines

2. Le transport et le stockage dans le végétal

A l'échelle du végétal, les plantes vont produire des réserves plus variées et plus spécifiques. Le glucose est transformé en saccharose qui sera la forme circulante (sève élaborée circulant dans les vaisseaux du phloème). Le saccharose peut ensuite être stocké directement (fruits, graines, betterave, canne à sucre). Il peut également être transformé à nouveau en amidon pour être stocké dans des organes de réserve (tubercule comme la pomme de terre). De la même manière, le saccharose peut aussi être transformé en d'autres réserves (lipides, protéines...).

Document 8 : Devenir du glucose dans le végétal



3. L'utilisation des photosynthétats pour la croissance et le port des plantes

Les molécules issues de la photosynthèse peuvent également être transformées en molécules plus pérennes (présence à long terme). C'est le cas des molécules de la paroi, qui participent à la croissance et au port (maintien) des plantes :

- La cellulose est un polymère de glucose, synthétisée grâce à une enzyme : la cellulose synthétase. C'est une fibre résistante mais souple qui est présente autour des cellules en croissance (cellule en division et en élongation) et qui s'agrandit avec le volume cellulaire.
- La lignine est un polymère de molécules hydrophobes et rigides. Elle s'accumule dans les cellules plus âgées et rigidifie la paroi ce qui contribue au soutien (« maintien »). Elle a aussi des propriétés imperméabilisantes (facilitation du transfert de l'eau dans un conduit hydrophobe). De plus, la lignine peut s'accumuler pour former des cernes et épaissir les tiges et ainsi former du bois (et un tronc).

4- Les métabolites synthétisés et les interactions avec d'autres espèces

Les plantes sont des producteurs primaires et elles s'intègrent donc dans l'écosystème au sein de nombreuses interactions (prédation, compétition, symbiose ...). Leurs productions sont utilisées en grande quantité par les consommateurs. D'autres molécules peuvent également interagir avec les êtres vivants :

- les tanins : ce sont des polyphénols qui ont des fonctions répulsives contre les herbivores qui les mangent. A haute dose, ils peuvent même avoir des effets toxiques (en inhibant leurs enzymes digestives).

- [Vidéo YouTube sur l'acacia et les Koudous \(Olympiades de Biologie 2021 MAURIAC\)](#)
- [Vidéo YouTube Acacia et Koudous \(Fabrice Perché\)](#) + [Autre vidéo F Perché](#)

- les anthocyanes : ce sont des molécules proches des pigments, qui donnent aux pétales des fleurs par exemple, des couleurs vives (roses, rouges, ou violette) qui attirent les insectes pollinisateurs (ex : Abeilles)

- les molécules volatiles de type terpènes (communication, défense)) : le menthol, géraniol, eugénol (clou de girofle), le limonène, le citronellol, le citral (agrumes), le myrcène,

Exercices et approfondissements :

- [Exercice 2 \(docs\) - Amitrole](#)
- [Exercice 2 - Tentoxine](#)
- [Exercice 2 - Voyage sur Mars](#)
- [Exercice 2 - Photosynthèse CAM](#)
- *Tâche complexe du manuel Belin p. 230-231*
- *Possibilité de proposer un oral de 1 minute sur un photosynthétat (défi 60s)*

La plante, productrice de matière organique

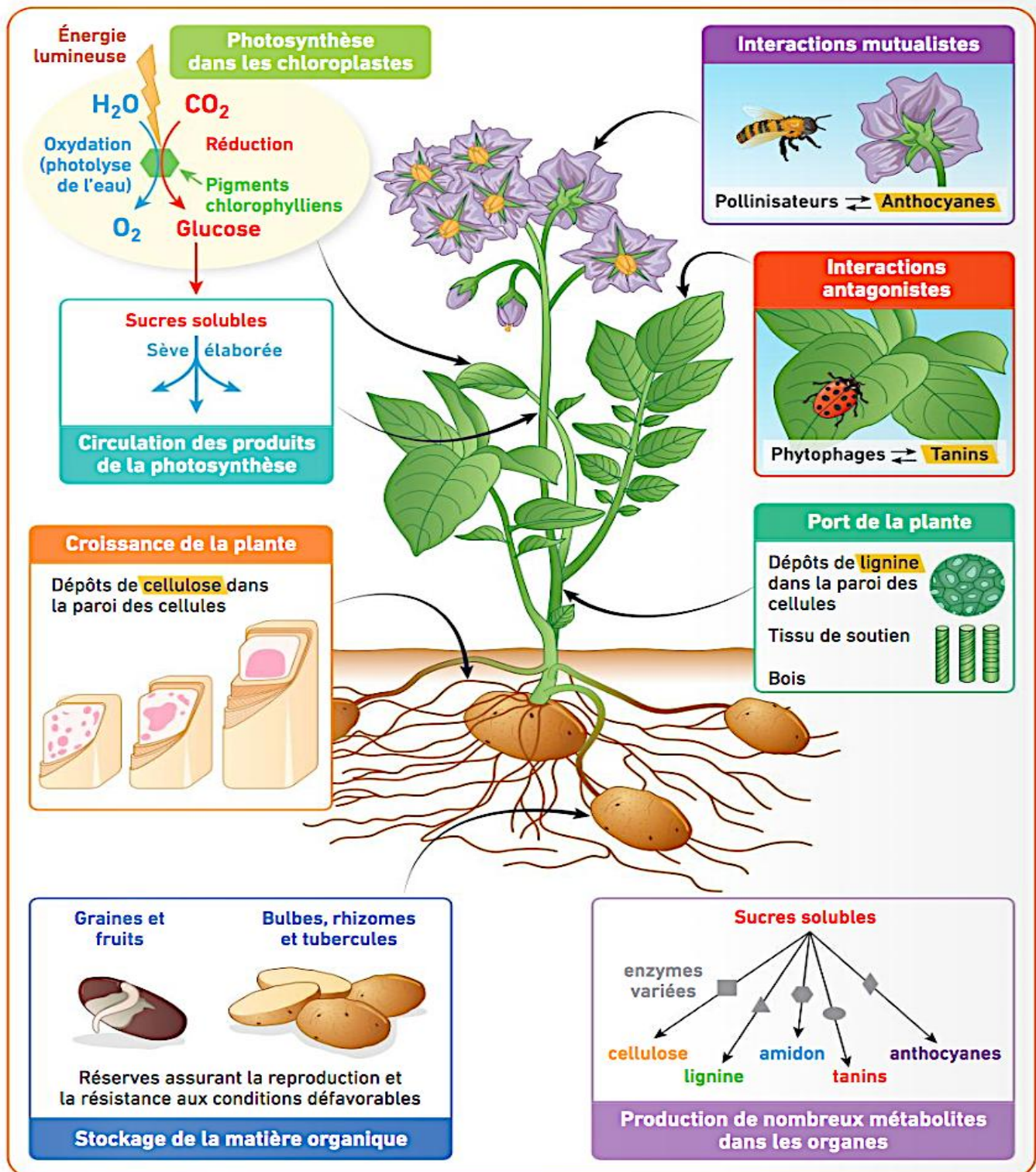




Schéma des réactions de la photosynthèse
https://www.youtube.com/watch?v=wYsFKRP_LL0

