

ENJEUX PLANÉTAIRES CONTEMPORAINS



*Terminale
spécialité*

De la plante sauvage à la plante domestiquée

Chapitre 2 : la plante, productrice de matière organique

Lycée Camille Claudel

Introduction :	3
I- Photosynthèse : mécanisme de production de matière organique	3
photosynthèse	3
A) Les organes chlorophylliens	3
Doc 1 : Chloroplaste	4
B) Le mécanisme de la photosynthèse	4
1) la phase photochimique ou photolyse de l'eau :	4
2) La phase non photochimique :	5
Doc 2 : Schéma bilan simplifié de la photosynthèse	5
<i>Activité : La cuscute, un parasite plante.</i>	6
II- Devenir des produits de la photosynthèse	6
A) L'utilisation des composés glucidiques de la photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne.	6
B) Le devenir du saccharose dans la plante.	7
Doc 3 : Réserves en huile et en amidon	7
Doc 4 : Cellulose et paroi végétale	8
Doc 5 : A- Koudou et acacia ; B- Datura ou herbe du diable	9
Doc.6 : Nectaires et sécrétion de liquide sucré	9
Doc 7 : Vision ou perception dans les UV d'une abeille d'une renouée révélant des anthocyanes	10
Doc 8 : Stockage dans des structures spécialisées chromoplastes ou vacuoles	10
Conclusion :	11

*Plantes sauvages / Plantes domestiquées - Chapitre 2 : la plante, productrice de matière organique***Introduction :**

La plante se développe harmonieusement grâce à une bonne nutrition hydrique et minérale, une optimisation du placement de ses feuilles pour mieux capter les rayons solaires pour la photosynthèse et une croissance contrôlée. La **photosynthèse** est centrale, car elle constitue le seul apport de **carbone** pour élaborer la matière organique végétale. Elle est à l'origine de toutes les molécules qui permettent à la plante **de se développer, de se défendre et de se reproduire**.

Problèmes : Comment la matière organique est-elle produite et quel est son devenir ?

I- Photosynthèse : mécanisme de production de matière organique

Film : Francis Hallé : [photosynthèse 5'](#)

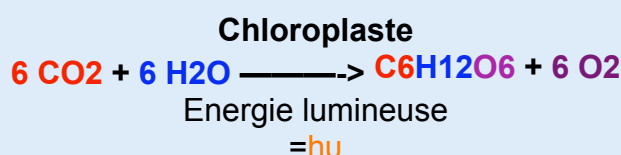


TP-TD

photosynthèse

A) Les organes chlorophylliens**Rappel : vu en 1ère enseignement scientifique et en 2nde à savoir remobiliser**

Les producteurs primaires sont au sens large les végétaux chlorophylliens. Ces producteurs primaires fabriquent leur matière organique à partir de carbone minéral (par exemple le CO₂ atmosphérique) grâce à une source de lumière ; on dit qu'ils sont autotrophes pour le carbone. Le carbone oxydé absorbé est alors réduit sous la forme d'une molécule organique (le glucose : C₆H₁₂O₆) grâce à l'énergie lumineuse et à l'absorption d'eau. Ils réalisent une photosynthèse dont le bilan global peut s'écrire :



Les producteurs primaires sont à l'origine de toute la matière organique consommée au sein de l'écosystème, ils représentent le premier maillon ou niveau trophique de l'écosystème.

Les feuilles sont les organes spécialisés dans la photosynthèse. Elles peuvent à la fois optimiser les échanges gazeux, mais aussi la captation des photons nécessaires à l'activation de la première étape de la photosynthèse. Ce sont les **cellules chlorophylliennes des parenchymes palissadiques et lacuneux** qui sont spécialisées plus précisément dans ce mécanisme, car chargées de **chloroplastes**. Le **chloroplaste** est l'organite clé spécialisé dans la photosynthèse. Il est capable de stocker le glucose synthétisé sous forme de **grains d'amidon**.

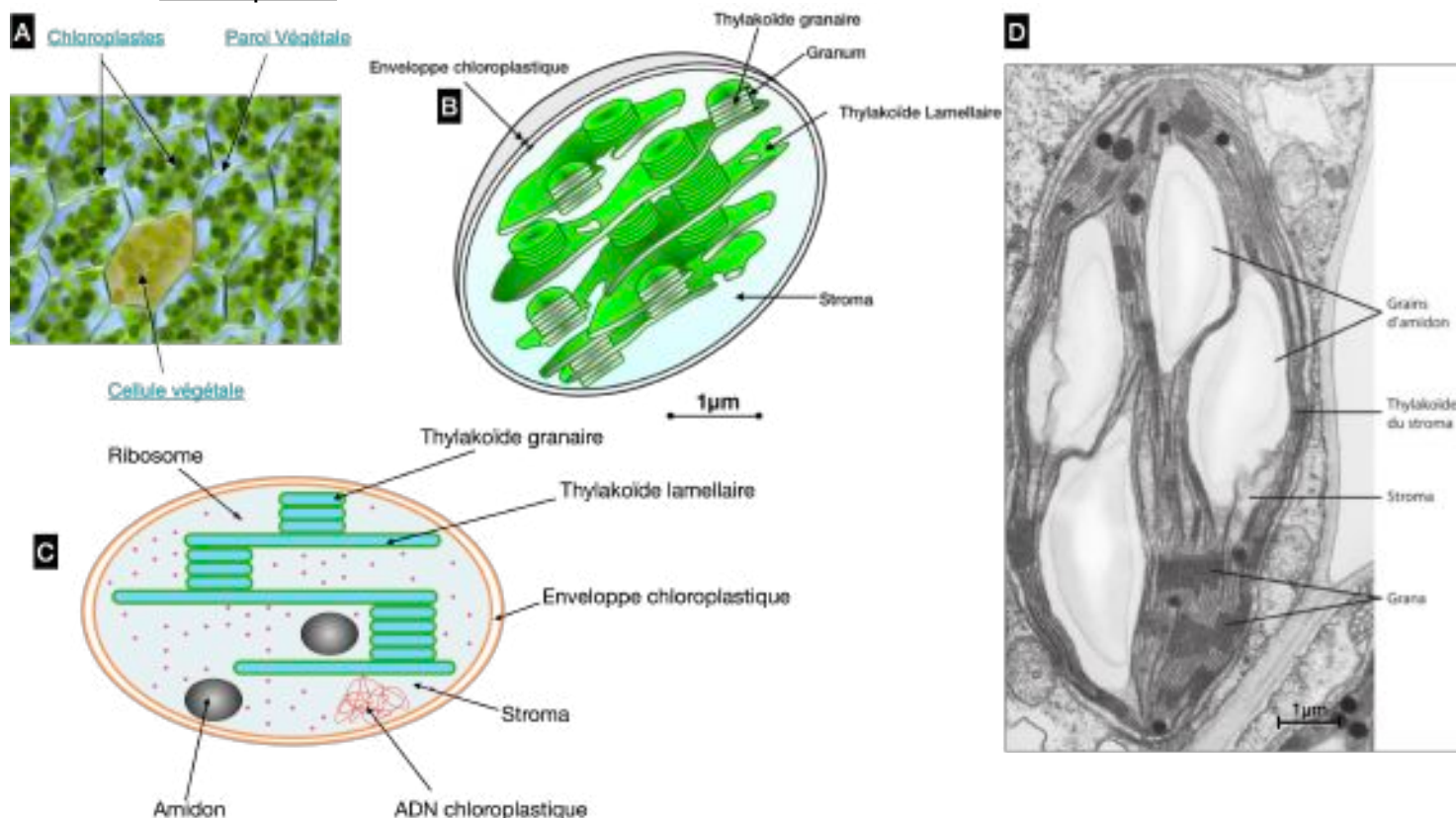
Le chloroplaste est un organite de couleur verte. Il est organisé en systèmes membranaires empilés les uns sur les autres (les thylakoïdes). Ce sont ces thylakoides qui sont colorés et possèdent les pigments photosynthétiques capables de capter les rayons solaires.

Rappel : vu en 1ère enseignement scientifique et à savoir

Dans le **chloroplaste**, les pigments photosynthétiques sont enchâssés dans la membrane des thylakoïdes. Ces pigments sont dissociables par chromatographie. Quand on observe une solution de pigments photosynthétiques et les longueurs d'ondes de la lumière qui sont retenues par cette dernière, on parle de **spectre d'absorption**. on se rend compte que l'intensité photosynthétique (ou activité) correspond parfaitement à ce spectre d'absorption. Les pigments photosynthétiques permettent l'absorption de longueurs d'onde dans le rouge et le bleu.

Plantes sauvages / Plantes domestiquées - Chapitre 2 : la plante, productrice de matière organique

Doc 1 : Chloroplaste



Légendes : A- cellules chlorophylliennes du parenchyme palissadique ; B- Schéma d'un chloroplaste en vue 3D ; C- Schéma d'un chloroplaste (à savoir faire) ; D- Chloroplaste vue en microscopie électronique

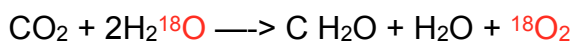
B) Le mécanisme de la photosynthèse

1) la phase photochimique ou photolyse de l'eau :

En 1937, Robert Hill montra que des chloroplastes isolés, exposés à la lumière, étaient capables de produire de l' O_2 en l'absence de CO_2 . Cette libération d'oxygène activée par la lumière et en l'absence de CO_2 est appelée réaction de Hill. Elle n'est possible que si les chloroplastes sont éclairés et s'ils disposent d'un accepteur d'électrons artificiel.

La photosynthèse n'est donc pas une simple fusion de l'eau et du dioxyde de carbone, mais plutôt une succession de réactions d'oxydo-réduction dont le démarrage est initiée par la lumière.

Une preuve plus convaincante du fait que l' O_2 libéré par la photosynthèse dérive de H_2O vit le jour en 1941 quand Samuel Ruben et Martin Kamen utilisèrent un isotope ^{18}O pour suivre l'O de l'eau jusqu'à l' O_2 libéré.



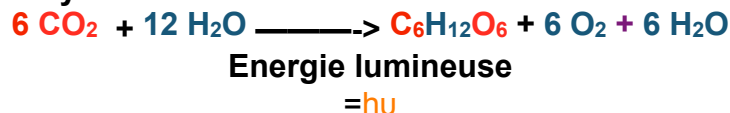
Molécule organique

L'eau est donc un donneur d'électrons dont la réaction, appelée photolyse de l'eau est activée par des pigments chlorophylliens excités par la lumière : $2H_2O \longrightarrow 4H^+ + 4e^- + O_2$

La place centrale des thylakoïdes provient de la présence de pigments photosynthétiques dont la chlorophylle, dans leur membrane. Leur rôle est de capter l'énergie lumineuse, nécessaire à la

Plantes sauvages / Plantes domestiquées - Chapitre 2 : la plante, productrice de matière organique
réduction du CO₂ en molécule organique carbonée. Ces pigments n'entrent en action qu'à certaines longueurs d'ondes particulières de la lumière, dans le bleu (430nm) et le rouge (660nm).
 Les H⁺ se concentrent dans la lumière du thylakoïde puis leur libération permet la synthèse d'énergie sous forme d'ATP et les électrons sont acceptés sur un transporteur d'électrons. Cet ensemble de réactions est appelé **phase photochimique de la photosynthèse**.

L'équation bilan de la photosynthèse devient donc :



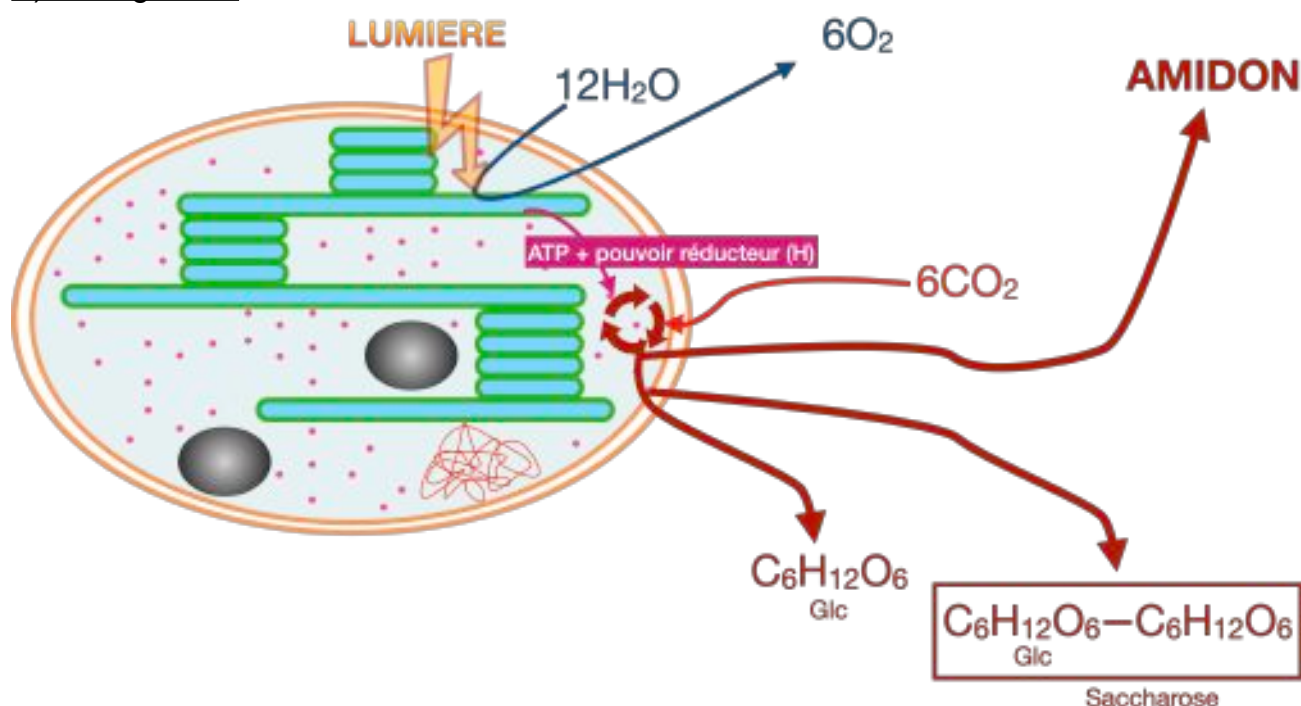
2) La phase non photochimique :

La **phase non photochimique** se déroule dans le stroma. Elle consiste en l'assimilation du CO₂ grâce à un cycle mis en évidence par Melvin Calvin (d'où son nom, **cycle de Calvin**). Les sucres sont synthétisés à partir du dioxyde de carbone et de l'hydrogène apportés par le transporteur (ou accepteur d'électrons). Ce processus nécessite aussi **de l'énergie ou ATP**. L'enzyme clé de ce cycle est la **Rubisco** qui permet la fixation de 3 carbones par cycle, issus du CO₂ absorbé. Cela permet d'obtenir un sucre à 3 carbones ou **triose**. Il faut donc faire tourner 2 fois le cycle pour obtenir un **glucose** qui est un sucre à 6 carbones.

Cette étape ne nécessite pas directement la lumière mais les produits de la phase photochimique, c'est pourquoi on l'appelle **phase non photochimique**.

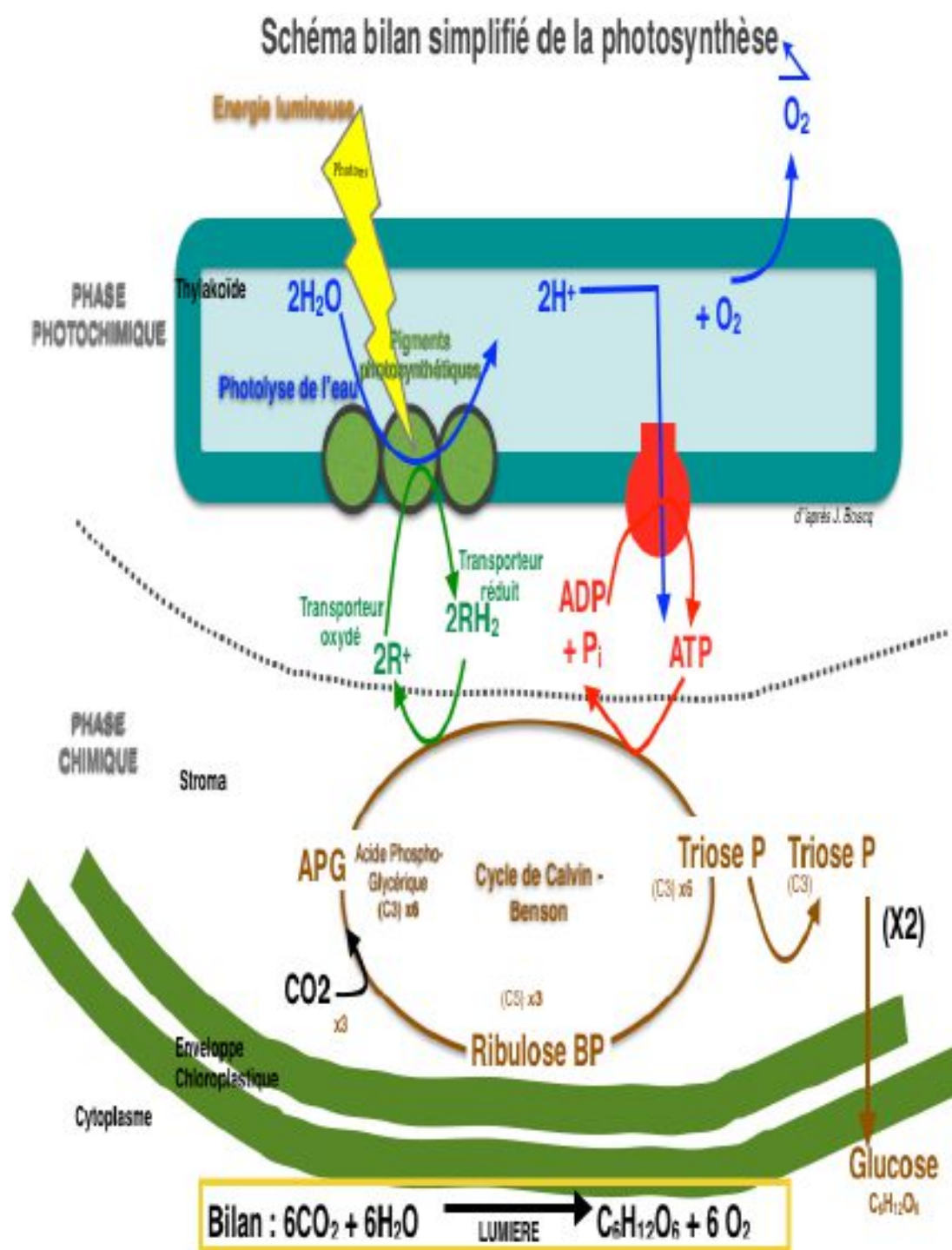
Doc 2 : Schéma bilan simplifié de la photosynthèse

A) Bilan général



Plantes sauvages / Plantes domestiquées - Chapitre 2 : la plante, productrice de matière organique

B) Distinction des deux phases et précision du cycle de Calvin



Mieux comprendre

Activité : La cuscute, un parasite plante.

II- Devenir des produits de la photosynthèse

A) L'utilisation des composés glucidiques de la photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne.

À l'issue de la photosynthèse, au sein du chloroplaste, des molécules de **trioses-phosphate** (sucres en C_3) sont formées; selon les besoins, celles-ci vont servir, soit au stockage, soit à diverses réactions cellulaires, grâce à l'action d'**enzymes variées**.

Plantes sauvages / Plantes domestiquées - Chapitre 2 : la plante, productrice de matière organique

À l'intérieur même du chloroplaste, les composés glucidiques peuvent servir à la **synthèse et au stockage d'amidon** si la cellule dispose d'assez d'énergie. **Ce stockage sous forme d'amidon dans le chloroplaste est temporaire.**

Une grande partie des trioses exportés hors du chloroplaste, dans le cytoplasme de la cellule chlorophyllienne, sert à l'obtention de **fructose et de glucose**, sucres à l'origine du **saccharose**. C'est aussi la forme circulante du sucre dans le **phloème (sève élaborée)**.

Glucose et fructose permettent de fournir l'**énergie nécessaire à la vie cellulaire**. Cette énergie est obtenue, comme chez les organismes hétérotrophes, par dégradation de ces molécules glucidiques (grâce à la respiration cellulaire...).

Une autre partie sert de point de départ à l'ensemble des **biosynthèses cellulaires** qui nécessitent des chaînes carbonées. En effet, le carbone organique obtenu par photosynthèse est **à la base de toutes les molécules biologiques** (glucides, acides aminés et protéines, lipides, nucléotides et acides nucléiques...).

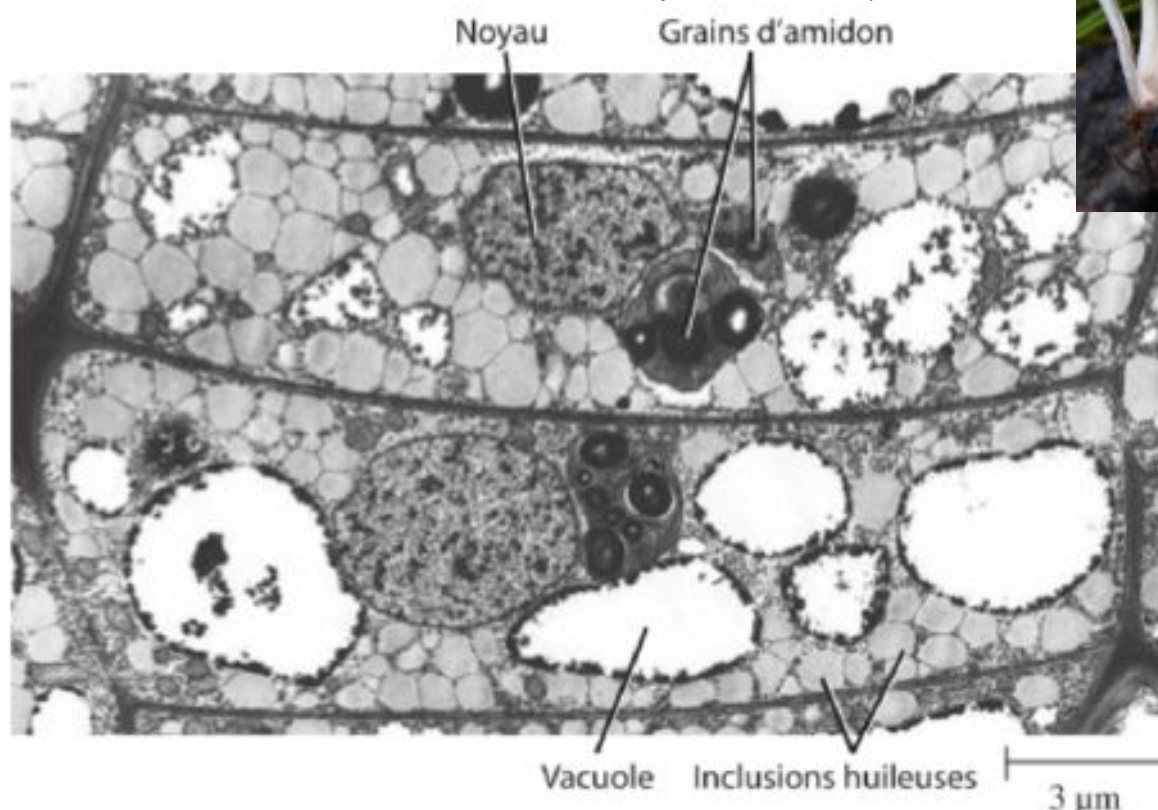
B) Le devenir du saccharose dans la plante.

L'excédent de saccharose formé est exporté hors de la cellule chlorophyllienne et mis en circulation dans la sève élaborée qui le transporte vers l'ensemble du végétal notamment :

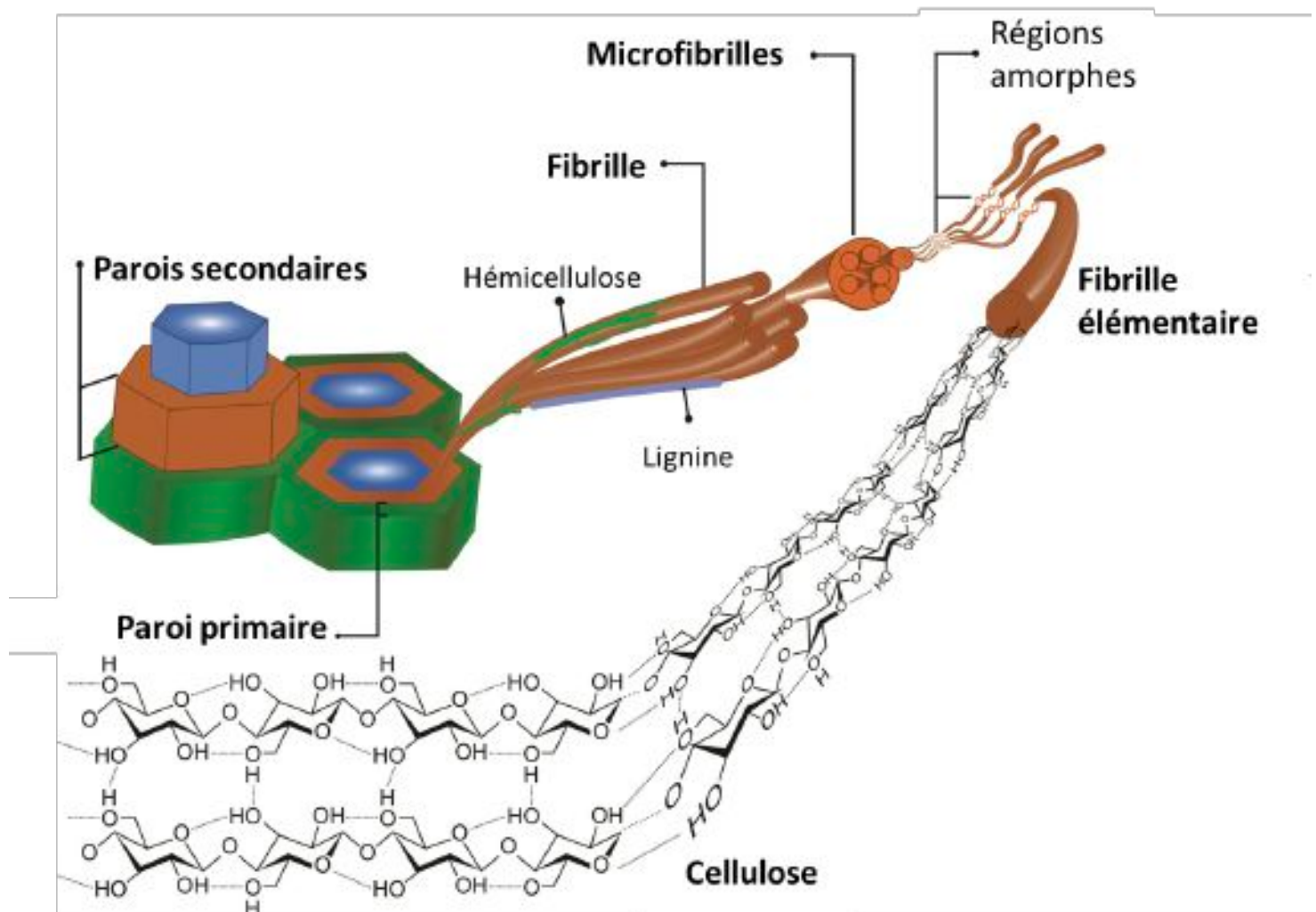
- **Pour stocker et effectuer des réserves** : les graines, les fruits, les **organes de réserve** (tubercules, bulbes, rhizomes) où le plus souvent le sucre est soit stocké sous forme d'**amidon dans des amyloplastes**, soit maintenu sous forme de **saccharose (fruits, racines, ...)**. Parfois dans les graines, les sucres sont **transformés en lipides (Oléagineux)**.

Doc 3 : Réserves en huile et en amidon

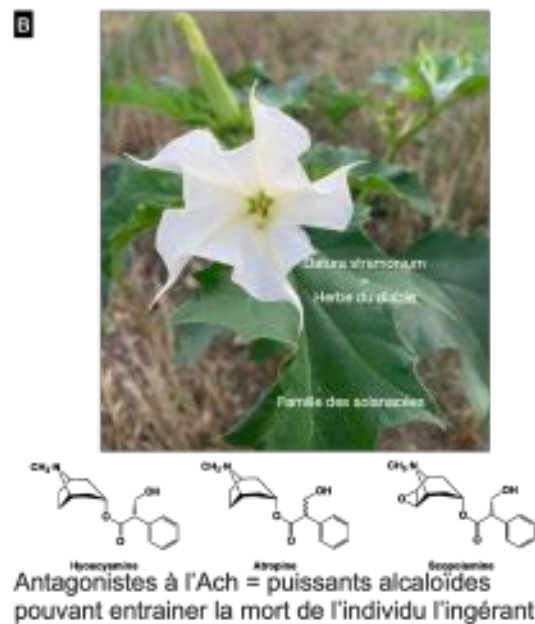
(Tige charnue souterraine d'*Isoetes* - *Isoetes muricata* pendant l'hiver)



- **Pour effectuer la respiration cellulaire dans toutes les parties non chlorophylliennes du végétal.** Ces dernières ont un comportement hétérotrophe à l'échelle cellulaire, nécessitant un apport de matière organique pour survivre (production d'énergie);
- **Pour alimenter les zones en croissance** où le saccharose exporté sert également à la synthèse des **parois cellululosiques** et du bois. La **cellulose** est donc un **sucré issu de la photosynthèse**. De même, la **lignine** qui imprègne les parois du Xylème et du bois correspond à un composé dérivé d'un **acide aminé** (Phe) et ce grâce à une cascade enzymatique. Cette **lignine** participe à la rigidité des plantes.

Doc 4 : Cellulose et paroi végétaleD'après [thèse de l'université de Troyes de Duy Cuong NGUYEN](#)

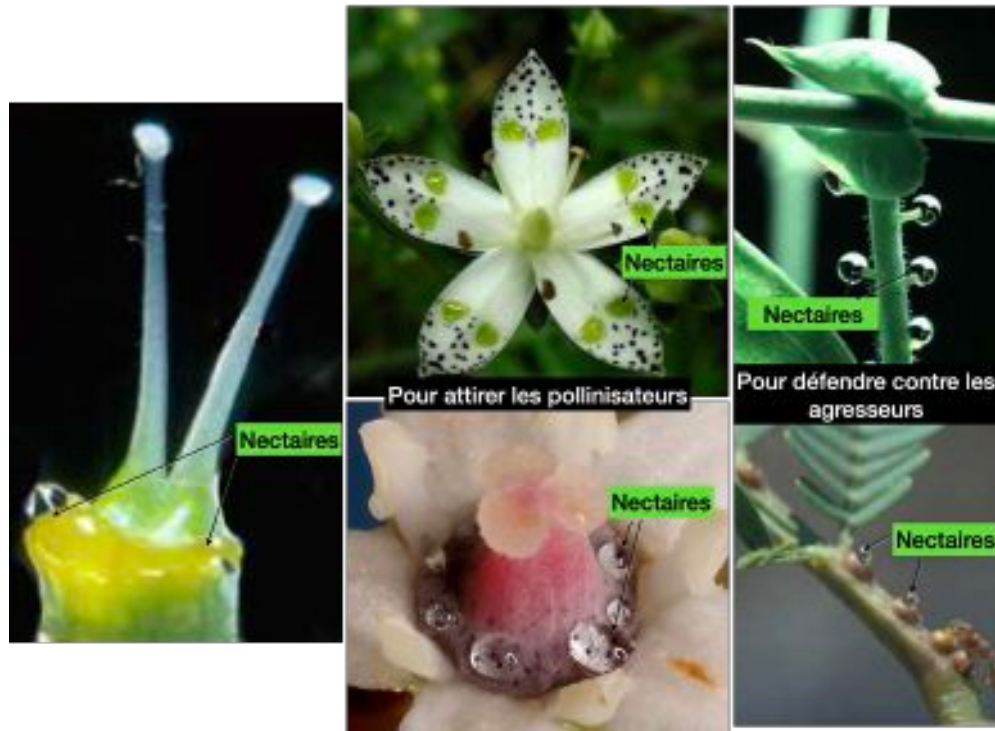
- **Pour élaborer des substances toxiques ou répulsives permettant de lutter efficacement contre les agresseurs.** Exemples 1) Les acacias et les koudous : Les acacias ont mis en place de longues épines (adaptation morphologique), pour éviter qu'ils ne soient broutés par les herbivores. Malgré cela, certaines antilopes viennent dévorer leurs feuilles. Dès qu'elles sont broutées, des **tannins** sont produits rendant plus amères les feuilles (adaptation métabolique de la cellule). 2) La lavande, la sauge (...) : **huiles essentielles antibactériennes**. 3) Des molécules extrêmement toxiques : **digitaline/digitale, Alcaloïdes/Datura, ...**

Doc 5 : A- Koudou et acacia ; B- Datura ou herbe du diable

- **Pour attirer des pollinisateurs** : la fleur, ou plus rarement la tige, possèdent souvent des **nectaires** qui est une glande sécrétrice d'un liquide riche en **saccharose**. Pour attirer avec plus d'efficacité les **pollinisateurs**, beaucoup de plantes utilisent des substances volatiles puissantes qui sont des combinaisons de dizaines de milliers de **métabolites**. Les fragrances résultent de petites molécules organiques qui s'évaporent facilement. Mais ce n'est pas le seul atout, elles peuvent aussi produire des pétales aux couleurs vives pour attirer les pollinisateurs (vision dans l'UV par exemple). Ces couleurs peuvent être le fait d'**anthocyanes** stockées dans les vacuoles des cellules de sépales ou pétales de la fleur.

Doc.6 : Nectaires et sécrétion de liquide sucré

La diversité des nectaires et de leurs rôles



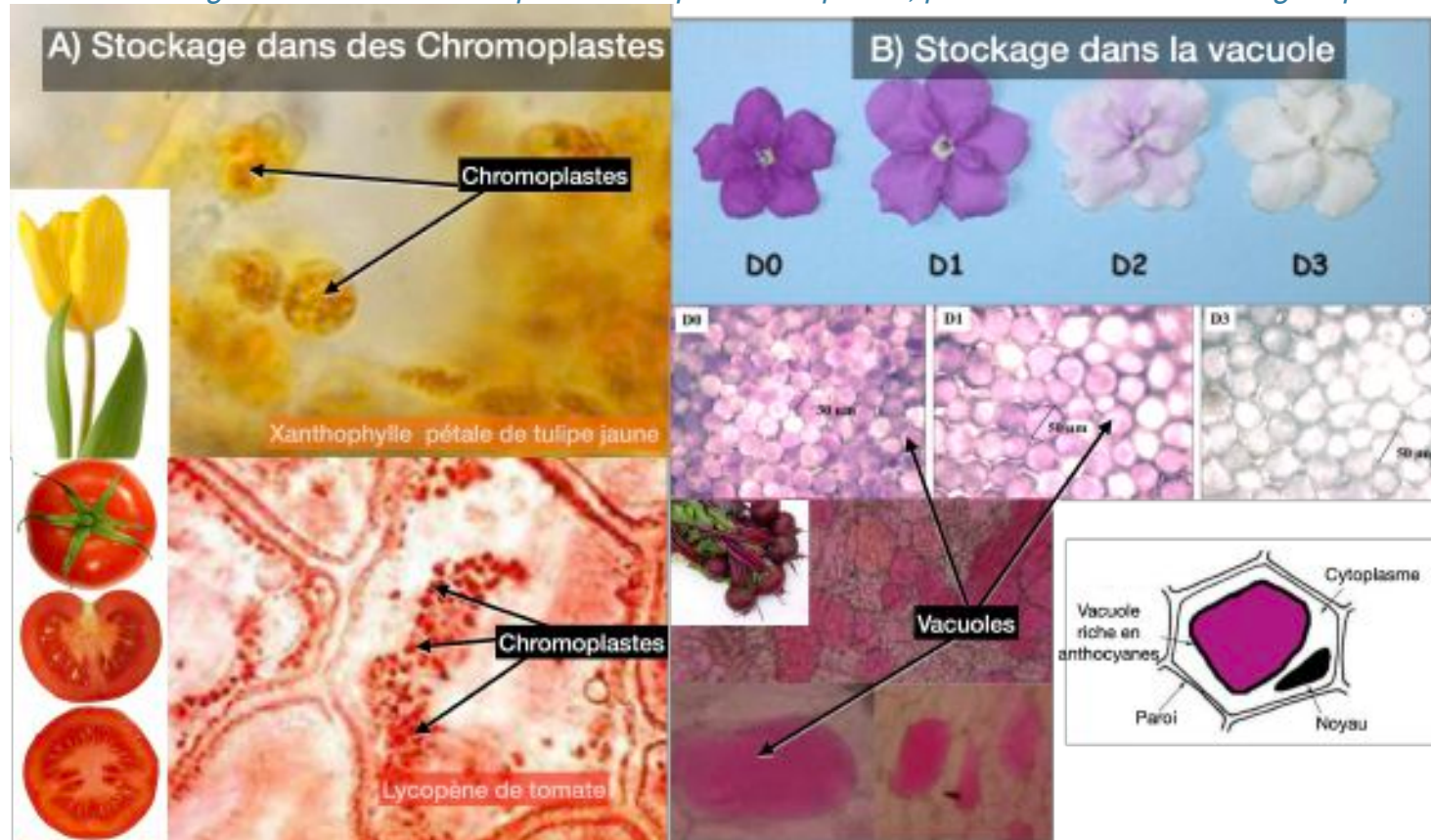
Doc 7 : Vision ou perception dans les UV d'une abeille d'une renouée révélant des anthocyanes



- **Pour attirer des disséminateurs** : ou pour disperser les graines : Les **fruits charnus**, en plus de leur **réserves nutritives**, peuvent posséder les **couleurs vives** provenant de pigments comme les caroténoïdes contenus dans des **chromoplastes**.

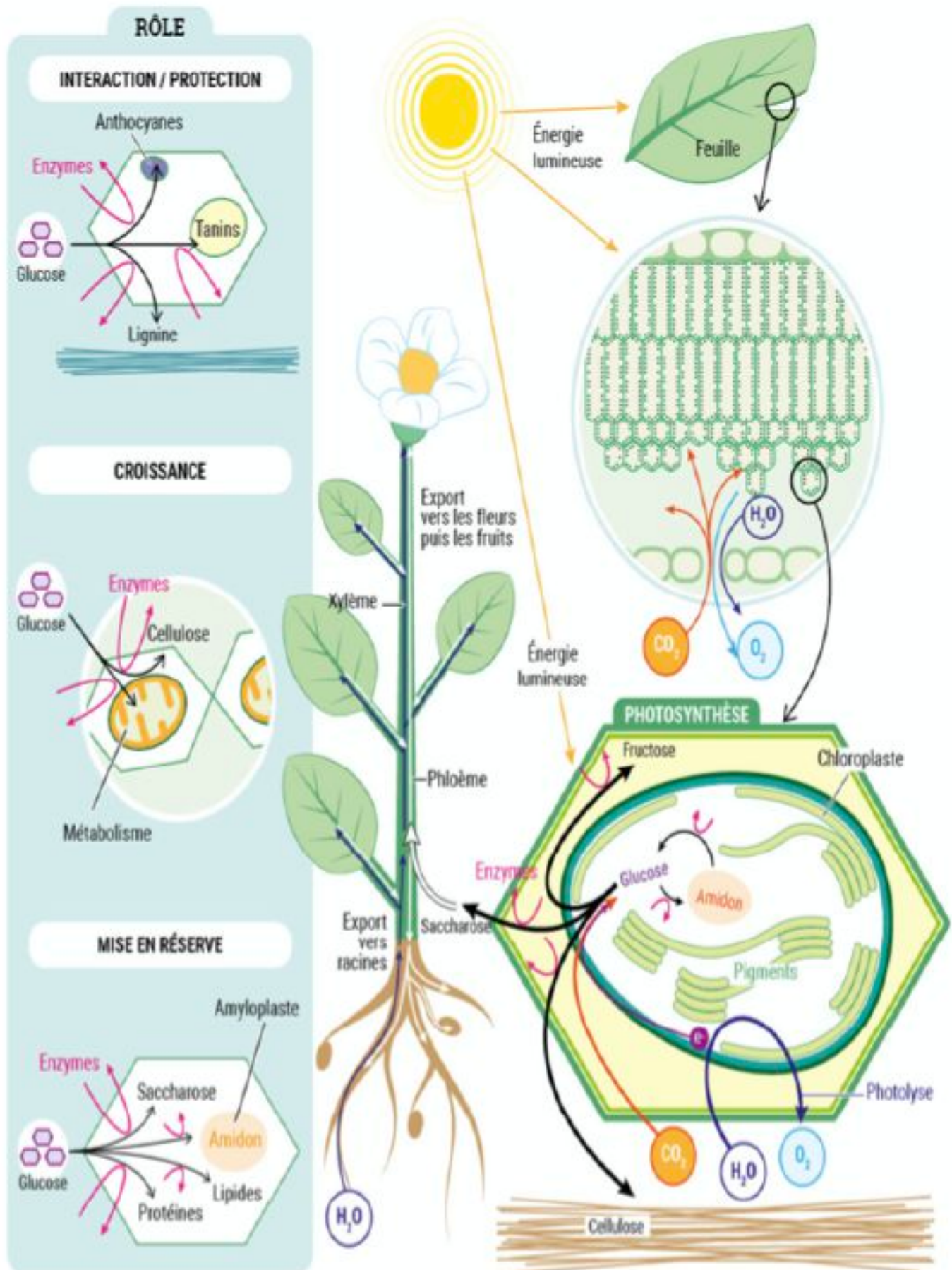
Doc 8 : Stockage dans des structures spécialisées chromoplastes ou vacuoles

Plantes sauvages / Plantes domestiquées - Chapitre 2 : la plante, productrice de matière organique

**Conclusion :**

Les plantes sont capables d'utiliser des **éléments inorganiques** pour synthétiser leurs propres **constituants organiques (ou molécules carbonées - CHON-)**. Elles sont en général **phototrophes** (ou photoautotrophes), c'est-à-dire capables d'utiliser l'énergie lumineuse et de convertir cette énergie en étapes chimiques (par **oxydoréduction**) grâce à leurs **chloroplastes**. Les produits de cette photosynthèse sont soit utilisés directement par la plante (**métabolisme, synthèse de constituants de la paroi, synthèse de molécules de défense...**), soit transportés et stockés dans des **organes spécialisés de réserve** (pour stocker du **saccharose, de l'amidon...**).

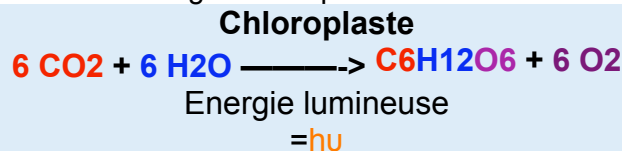
[Voir Schéma bilan du livre p 195 :](#)



Problèmes : Comment la matière organique est-elle produite et quel est son devenir ?

I- Les organes chlorophylliens

- Organes impliqués : feuilles (parenchymes palissadiques et lacuneux riches en chloroplastes).
 - Chloroplaste : organite vert contenant les thylakoïdes (membranes avec pigments photosynthétiques) et le stroma.
 - Pigments : chlorophylles, caroténoïdes — absorbent dans le bleu et le rouge.
- => Rôle : siège de la photosynthèse. → Bilan global : Equation bilan



II- Le mécanisme de la photosynthèse

A- Phase photochimique (dans les thylakoïdes)

- Activation des pigments chlorophylliens → photolyse de l'eau :
 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2$ (Réaction de Hill)
- => **Formation d'ATP et de transporteurs d'électrons réduits (NADPH).**
- Mise en évidence par la réaction de Hill.

→ **Libération d'O₂, et surtout production d'énergie chimique et de pouvoir réducteur**

B- Phase non photochimique (cycle de Calvin) (dans le stroma)

- Fixation du CO₂ par la Rubisco → **formation de trioses-phosphates (C3).**
- 2 cycles nécessaires pour produire 1 glucose (C6).
- Utilise ATP et NADPH produits précédemment.

→ **Synthèse de matière organique.**

III- Devenir des produits de la photosynthèse

A- Dans la cellule chlorophyllienne

- Formation de sucres simples → glucose, fructose, saccharose.
- Amidon : forme de stockage temporaire dans le chloroplaste (polymère de glucose).
- Respiration cellulaire : production d'énergie immédiate à partir du glucose.

B- À l'échelle de la plante

- **Transport** sous forme de saccharose (uniquement) par la sève élaborée (phloème).
- **Stockage** :

Amidon (amyloplast) : tubercules, graines, rhizomes.

Lipides : graines oléagineuses.

- **Utilisations diverses** :

Construction (cellulose, lignine).

Défense (tannins, alcaloïdes, huiles essentielles).

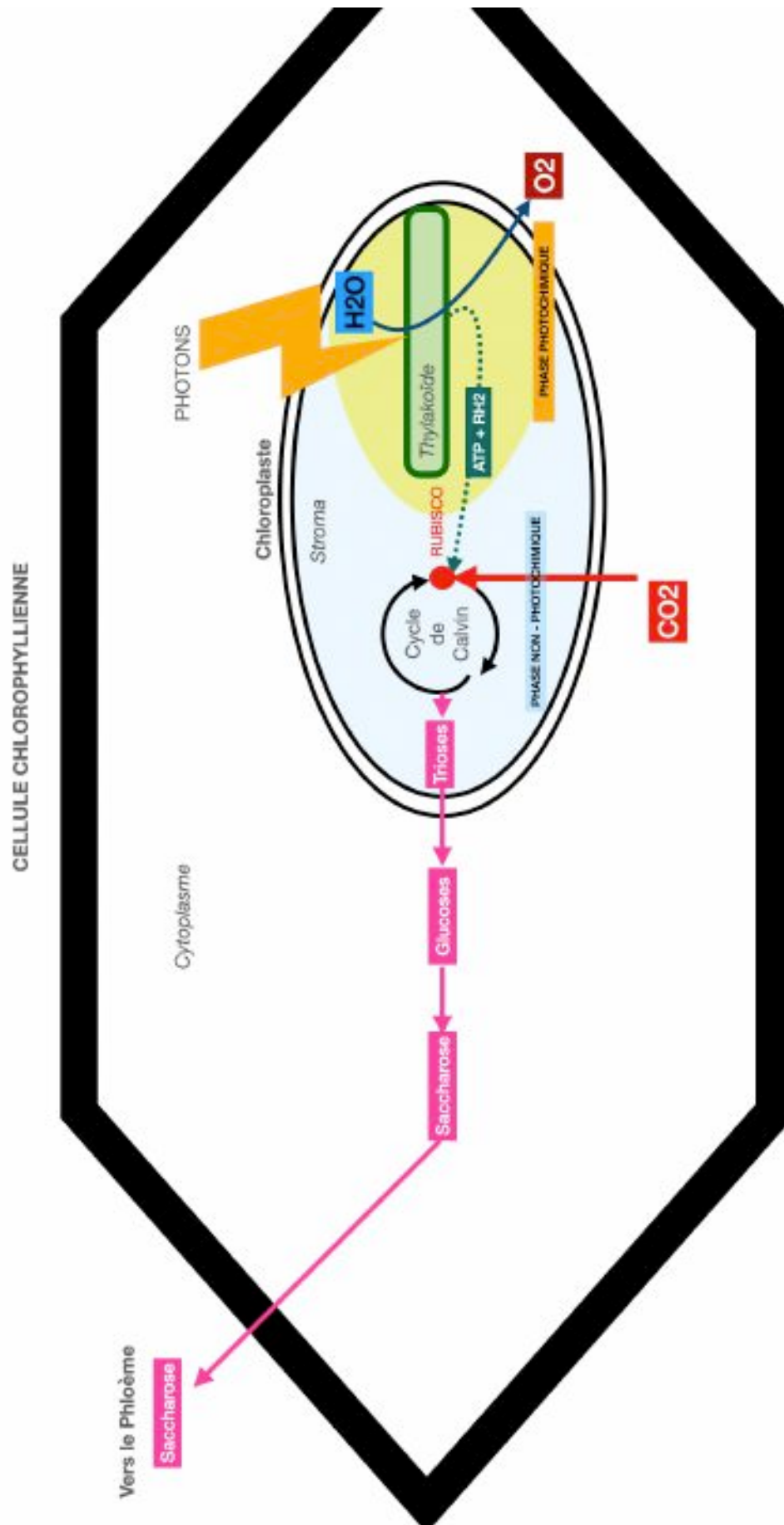
Attraction (nectar, pigments : anthocyanes, caroténoïdes).

Bilan général

- La plante est photoautotrophe : elle produit sa propre matière organique à partir d'éléments minéraux (CO₂, H₂O, sels minéraux) grâce à l'énergie lumineuse.

Cette matière sert :

- au métabolisme énergétique,
- à la croissance et à la rigidité (cellulose, lignine),
- à la défense et à la reproduction (nectar, pigments, toxines).



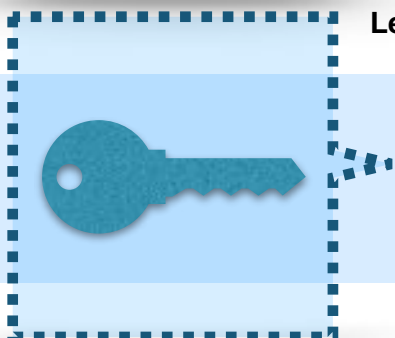
Problèmes du chapitre : Comment la matière organique est elle produite et quel est son devenir ?

Les définitions à connaître :



- ★ Phototrophie, autotrophie, photoautotrophie
- ★ Cellule chlorophyllienne, chloroplaste, thylakoïdes
- ★ Phase photochimique / Photolyse de l'eau
- ★ Phase non photochimique / cycle de Calvin
- ★ Trioses, glucose, fructose, saccharose
- ★ Amyloplast
- ★ Paroi cellulosique, lignine
- ★ tannins, huiles essentielles, substances toxiques
- ★ Pollinisateurs, nectaires, anthocyanes

Les notions clés à maîtriser (à savoir expliquer) :



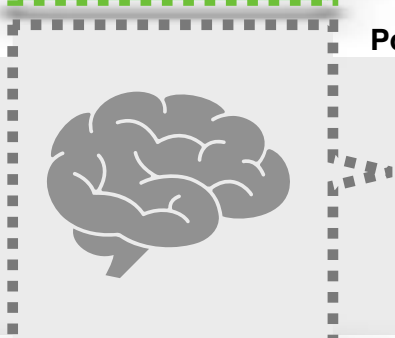
- ★ Structure et fonction du chloroplaste (en relation avec les différentes phases);
- ★ Photosynthèse, phase photochimique (réaction de Hill);
- ★ Photosynthèse, phase non photochimique;
- ★ Transport des produits de la photosynthèse
- ★ Devenir des produits de la photosynthèse pour quel(s) rôle(s)

Les méthodes et compétences travaillées



- ★ ECE
- ★ ExAO photosynthèse, réaction de Hill
- ★ Dissection puis observation de tissus de réserves
- ★ Analyse par réactifs de produits issus de la photosynthèse
- ★ Analyse de documents, expériences historiques

Pour mieux mémoriser ou s'entraîner:



- ★ L'essentiel dans votre livre + Exercices se tester p192 à 196
- ★ Carte de mémorisation Anki
- ★ S'entraîner à refaire les schémas ou à les légender
- ★ S'entraîner à argumenter à l'aide des expériences, à bien remettre en lien structure et fonction
- ★ ECE (beaucoup de possibilités)
- ★ QCM
- ★ DM

Exemples de sujet de synthèse :

lien vers le livre : [Dans le livre P 196](#)

- 1) A l'aide de vos connaissances, expliquez comment la plante arrive par la photosynthèse à élaborer à peu près toute la matière organique dont elle a besoin
- 2) Avec doc sur la cellulose. La cellulose est un composé glucidique participant à la rigidité des plantes. Expliquez comment ce composé est élaboré et acheminé aux endroits où la plante a besoin d'élaborer sa paroi.

Anales du bac :

Septembre 2021 - Métropole : **Expliquer comment la photosynthèse d'une plante mère peut permettre le développement d'une nouvelle plante issue de la reproduction sexuée.**

Juin 2021 - Afrique du Nord 2 : **Présenter les caractéristiques des végétaux terrestres qui leur permettent de produire leur propre matière organique.**

Mars 2023 - Liban 1 : **Montrez comment les mitochondries et les chloroplastes contribuent au métabolisme des cellules végétales chlorophylliennes.**

Juin 2024 - Métropole 1 : **Montrer comment les pigments interviennent dans le métabolisme et la reproduction des plantes à fleurs.**