

SVT	Thème 2A – De la plante sauvage à la plante domestiquée	TSVT
Cours	Chapitre 2 : La plante productrice, de matière organique	ESTHER

Introduction



Les végétaux sont des organismes **autotrophes*** ; ils sont capables de produire leur matière organique (glucides, lipides, protéines, acides nucléiques, vitamines) à partir de molécules minérales prélevées dans leur milieu. La conséquence de ce métabolisme est que les plantes sont des producteurs primaires occupant une place particulière dans les réseaux trophiques et les écosystèmes.

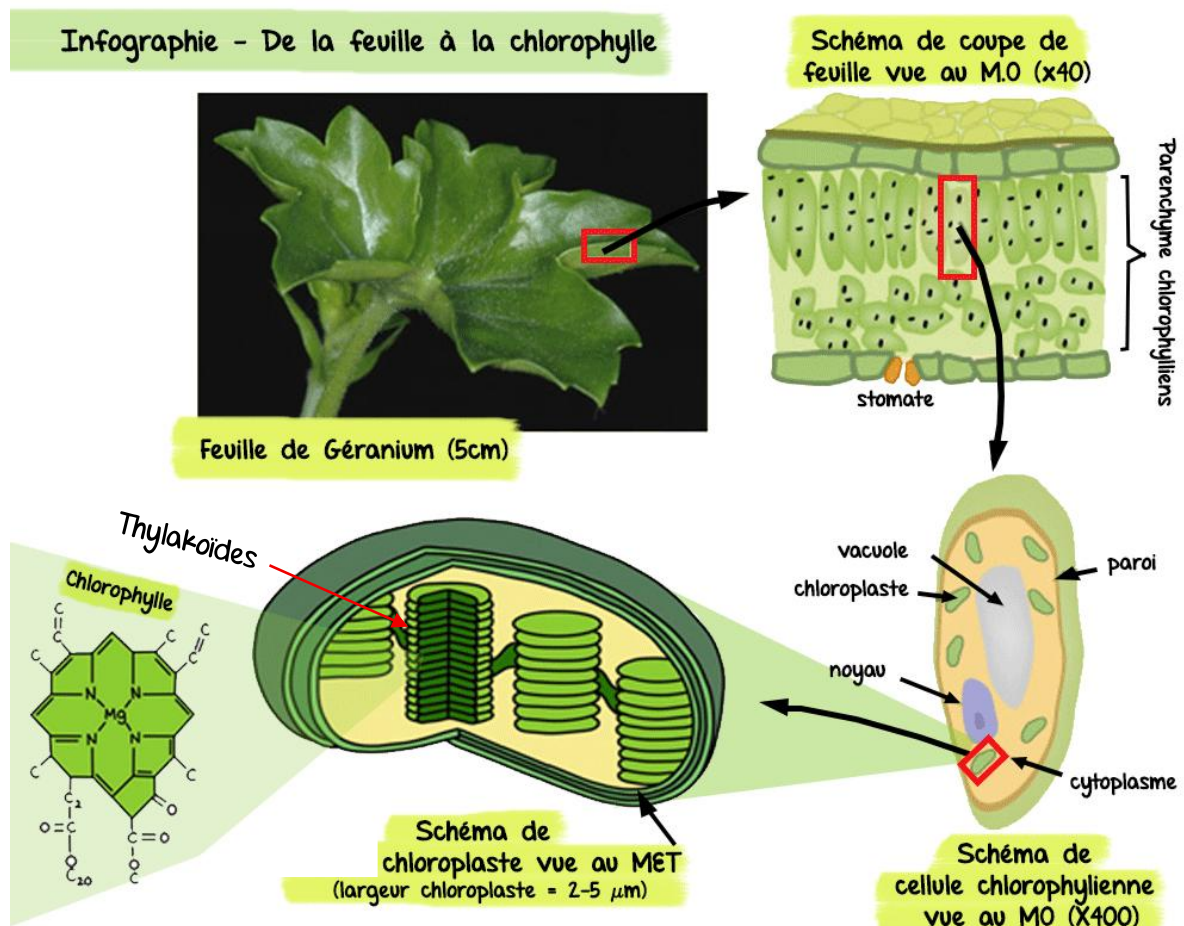
* : on nomme *hétérotrophe* les êtres vivants qui doivent prélever la matière organique dans leur milieu pour produire leur propre matière organique.

Problème : comment la matière organique de la plante est-elle produite et quel est son devenir ?

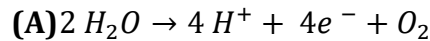
I – Transformer l'énergie du rayonnement solaire en énergie chimique

L'**autotrophie** des plantes repose sur leur capacité à capter l'**énergie lumineuse** au cours d'un processus chimique complexe appelée **photosynthèse**. On peut découpler la photosynthèse en une phase claire (nécessitant de l'énergie lumineuse) et une phase de production de matière organique.

Lors de la phase claire, les **pigments chlorophylliens** (chlorophylles, carotènes, etc.) contenus dans les thylakoïdes à l'intérieur des **chloroplastes** convertissent l'énergie lumineuse en énergie chimique.



Pour être plus précis, l'énergie lumineuse captée par les pigments permet la photolyse de l'eau. On peut écrire cette réaction chimique :



Cette réaction d'oxydo-réduction permet la production d'ATP et de molécules très réduites, les coenzymes, qui jouent un rôle très important dans les réactions de production de matière organique.

Quelques repères historiques

1747 : BONNET met en évidence le **rejet d'un gaz** par les végétaux éclairé à la lumière

1780 : INGEBHOUSZ identifie le gaz rejeté par les plantes comme du **dioxygène**

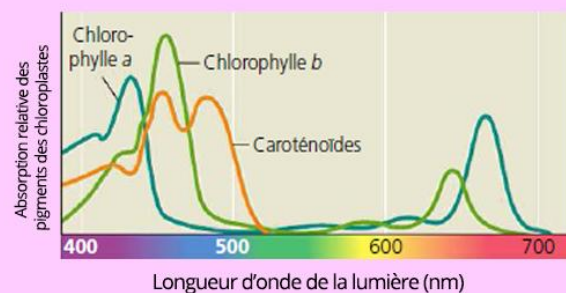
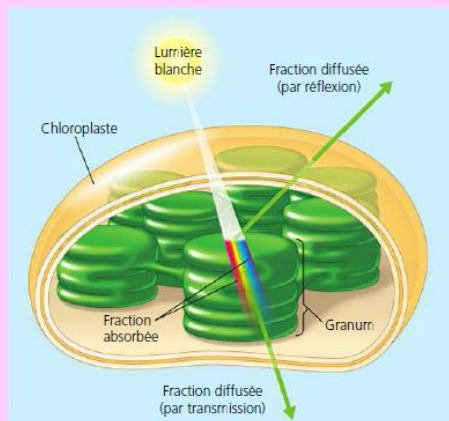
18^{ème} : PELLETIER et CAVENTOU isolent et observent la **chlorophylle**

1884 : ENGELMAN montre que les algues rejettent du dioxygène en **présence de lumière** bleue ou rouge

1929 : VAN NIEL fait l'hypothèse que lors de la photosynthèse les plantes font la **photolyse de l'eau**

Début du 20^{ème} siècle : les expériences de HILL d'une part et de RUBEN et KAMEN d'autre part permettent d'identifier la réaction de photolyse de l'eau (réaction d'oxydo-réduction) et la production de coenzymes réduits.

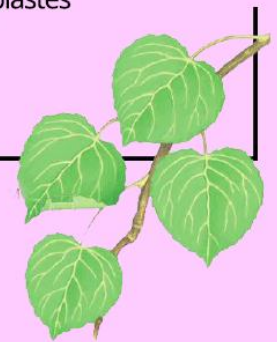
Infographie - Absorption de la lumière et pigments des chloroplastes



2. Spectres d'absorptions de 3 pigments contenus dans les chloroplastes

1. Schéma l'absorption de la lumière par les pigments des chloroplastes

Les feuilles n'absorbent du végétal n'absorbe qu'une toute petite partie de la lumière et de l'énergie lumineuse

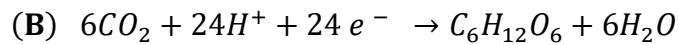


II – Du CO2 à la matière organique

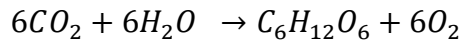
L'ATP et les coenzymes produits lors de la phase claire de la photosynthèse sont des sources d'énergie chimique que la cellule utilise pour **synthétiser des molécules organiques** à partir du dioxyde de carbone.

Ces synthèses de molécules organiques font intervenir un ensemble de réactions chimiques appelé : **cycle de Calvin-Benson**. Lors de ces réactions, il y a réduction du CO₂ grâce à l'énergie chimique des coenzymes et à une enzyme appelée RUBISCO. Les molécules organiques formées grâce à la réduction du CO₂ sont notamment des sucres et des acides aminés qui permettront la fabrication d'un large éventail de molécules organiques.

On peut écrire un bilan des réactions du cycle de Calvin-Benson :



Et si on fait le bilan de la photosynthèse, de (A) et (B) :



Lors de la photosynthèse, l'énergie lumineuse est donc captée par les pigments chlorophylliens, transformée en énergie chimique pour permettre la synthèse de molécules organiques (dans l'équation bilan, du glucose $C_6H_{12}O_6$).



Repères historiques

1952 : par des expériences d'**autoradiographie**, CALVIN et BENSON identifient les produits de la photosynthèse et établissent les réactions chimiques du cycle de CALVIN-BENSON

Schéma simplifié : la photosynthèse

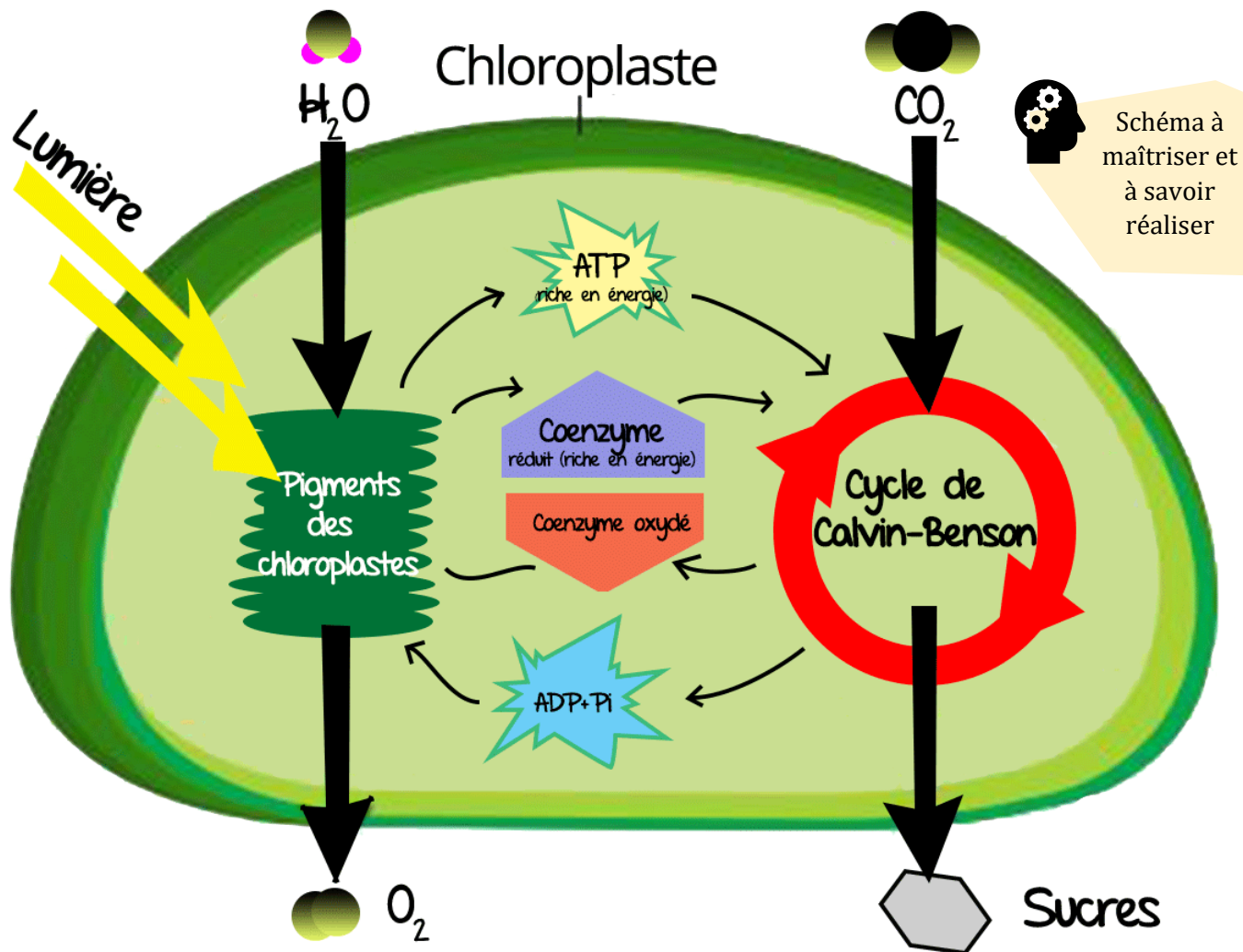
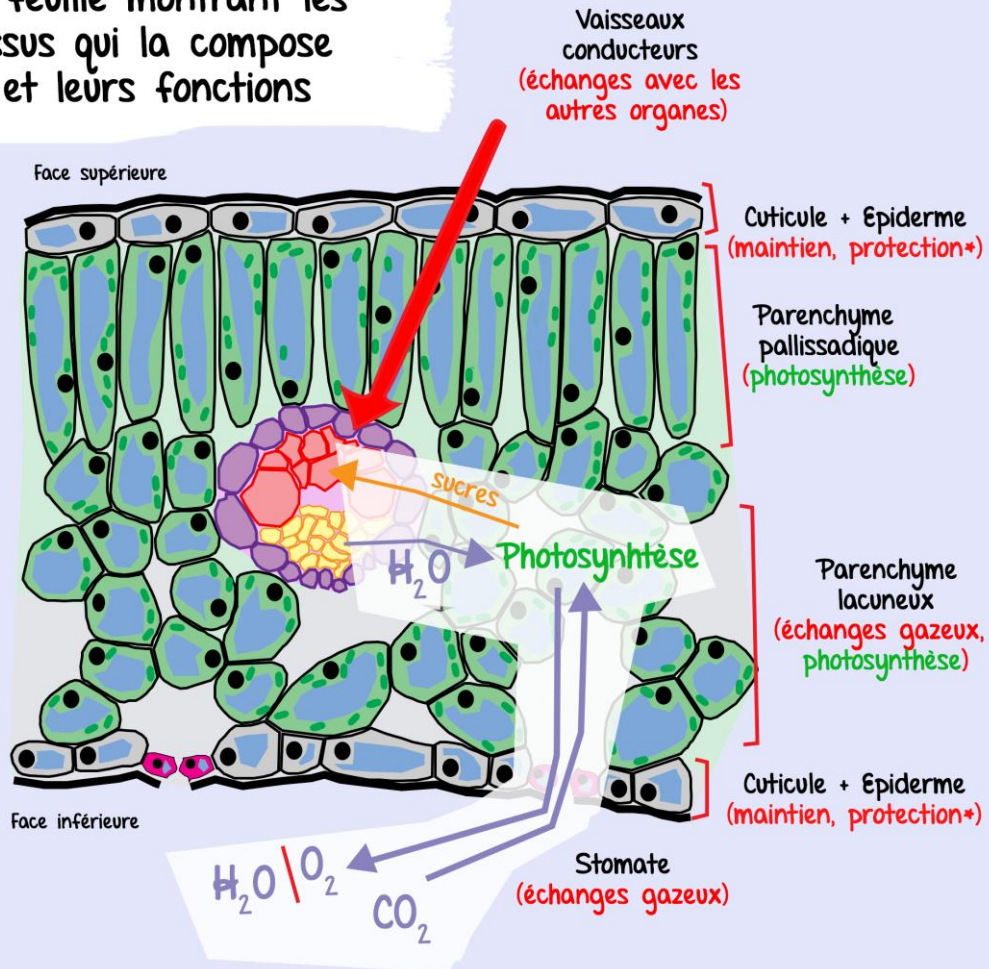


Schéma d'une coupe transversale de feuille montrant les tissus qui la compose et leurs fonctions



Rappel : toutes les cellules végétales font également de la **respiration** pour s'approvisionner en énergie, grâce aux mitochondries qui n'ont pas été représentées pour ne pas surcharger le schéma.
 * : **protection** contre les UVs, les variations d'humidité, les prédateurs, etc.

III – Le devenir des produits de la photosynthèse

1. Les métabolites primaires : des molécules permettant la nutrition et la croissance des végétaux

La photosynthèse permet la fabrication de **métabolites** (acides aminées, lipides, sucres) qui vont être exportés dans la plante et servir à la production d'un large éventail de molécules organiques par les cellules du végétal.

Les produits de la photosynthèse permettent la **synthèse de nombreux composants des cellules** (acides aminés/protéines, lipides, etc.).

A partir de ces produits de la photosynthèse, les plantes synthétisent des molécules permettant le **transfert d'énergie** (glucose/saccharose). Elles sont distribuées via les vaisseaux conducteurs du phloème. Ces molécules permettent le fonctionnement des mitochondries (*respiration cellulaire* – T3B) et la fabrication d'ATP, molécule riche en énergie, ce qui permet le fonctionnement de toutes les cellules du végétal.

Les produits de la photosynthèse peuvent être stockés sous la forme de **réserves nutritives**. Elles permettent par exemple la synthèse d'amidon (polymère de glucose) dans des organes de réserve comme les graines, les tubercules, etc.

Les produits de la photosynthèse permettent aussi la synthèse de molécules permettant la **croissance de la plante** comme la cellulose (polymère de glucose) et la lignine. La cellulose est le principal composant des parois végétales et permet à la plante d'assurer son port. La lignine produite dans certains tissus peut s'associer à la cellulose pour rigidifier les parois.

Remarque : chez les plantes dites ligneuses, la paroi du xylème, riche en lignine, se forme et s'épaissit année après année formant un matériau léger et rigide : le bois.

2. Les métabolites secondaires : des molécules permettant des interactions avec l'environnement

Comme nous l'avons vu lors de l'introduction, les plantes occupent une place particulière dans les réseaux trophiques. Elles constituent une ressource alimentaire pour un grand nombre d'êtres vivants. Les plantes sont donc soumises à une forte pression de prédation/brouillage. Au cours de l'évolution, les voies de biosynthèse (à partir des produits de la photosynthèse) de métabolites secondaires permettant de se défendre se sont mises en place chez les végétaux.

Les plantes produisent par exemple des tanins, ou des alcaloïdes (caféine, morphine), qui sont des molécules toxiques pour certains animaux, ou pour les champignons et les bactéries.

Certaines molécules permettent également de bloquer la croissance des autres végétaux à proximité (allélopathie).

Interactions compétitives

Par ailleurs, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, la vie fixée pose le problème du rapprochement des gamètes lors de la reproduction. Au cours de l'évolution, des stratégies de coopération avec des animaux se sont mises en place pour permettre la pollinisation (§ Chap3) . Elles impliquent la production de molécules parfumées (ex : terpènes) et/ou nutritives (sucres du nectar) et de pigments (ex : anthocyanes) pour attirer les animaux. Ces molécules intervenant dans la relation plante/pollinisateur sont également des métabolites secondaires de la photosynthèse.

Interactions coopératives

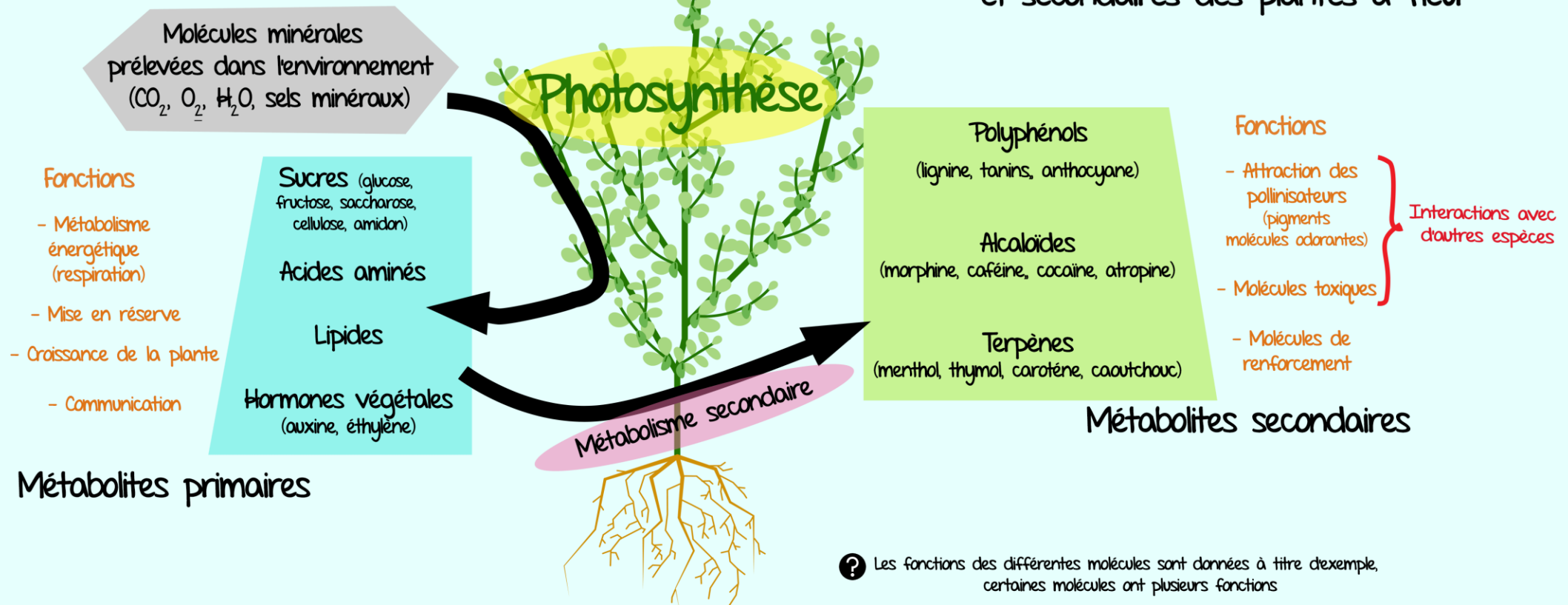
Fil rouge : Développement durable : les plantes sont en interactions avec un grand nombre d'être vivant au sein des écosystèmes. Mieux comprendre ces relations complexes permet de mieux gérer les écosystèmes et les agrosystèmes (principe de l'agroécologie).

Tableau : quelques exemples de métabolites produits par les plantes

	Nom	Famille	Fonction(s)
Métabolite primaire	Glucose	Sucres	Glucose molécule énergétique utilisée dans de nombreuses voies métaboliques, notamment lors de la respiration cellulaire.
	Cellulose	Sucres	Polymère de glucose. Présent dans les parois des cellules végétales. Molécule de soutien et de renfort.
	Amidon	Sucres	Polymère de glucose. Molécule de stockage énergétique.
Métabolite secondaire	Tanins	Polyphénol	Molécules toxiques ou donnant un goût désagréable. Protection contre le brouillage et les parasites. Protection contre l'excès de lumière.
	Carotène	Terpène	Pigment de couleur jaune-orange permettant de capter d'autres longueurs d'ondes que celles de la chlorophylle. Coloration de certaines fleurs, attraction des pollinisateurs.
	Géraniol (Rosier) Limonène (Citronnier)	Terpène	Molécule parfumée. Attraction des pollinisateurs.
	Caféine	Alcaloïde	Molécule agissant sur le système nerveux et toxique pour certains animaux (insectes, araignées). Rôle de blocage de la germination des autres espèces végétales (allélopathie).

Fil rouge : Développement durable : les plantes constitue une énorme « catalogue moléculaire », source d'inspiration pour de nombreuses disciplines (agronomie, cosmétique, pharmacie, etc.)

Infographie - Les métabolites primaires et secondaires des plantes à fleur

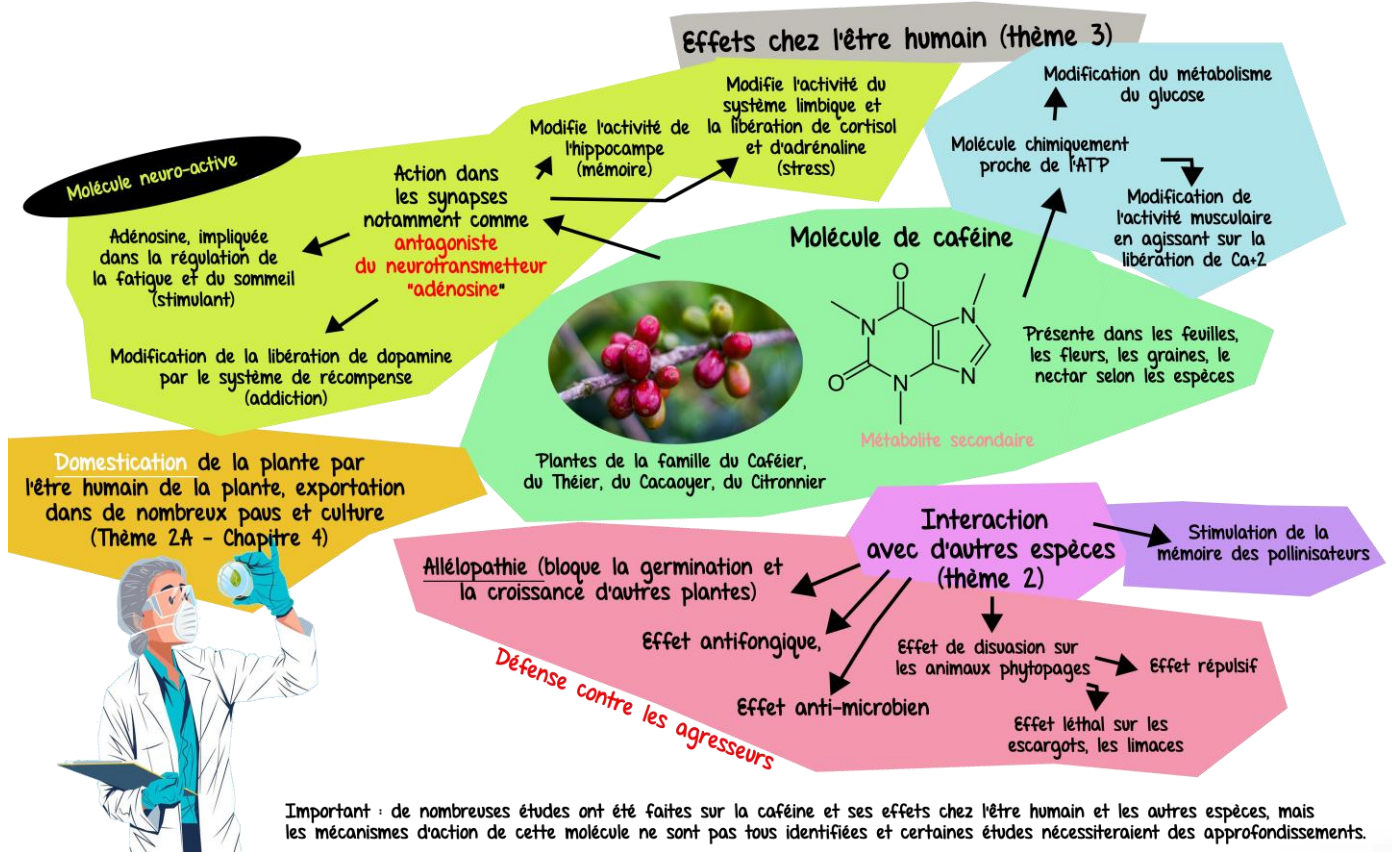


Conclusion

La plante est un organisme autotrophe qui grâce à la photosynthèse et à des nombreuses voies métaboliques fabrique un grand éventail de molécules organiques aux fonctions variées.

Les interactions entre les plantes et les autres êtres vivants sont favorisées par des molécules organiques, dérivées de la photosynthèse, attractives ou répulsives.

La caféine, un exemple de métabolite secondaire fabriqué par les végétaux et... qui permet de faire de nombreux liens avec les chapitres du programme



Les points clés du chapitre à maîtriser



- Étudier et/ou réaliser les **expériences historiques qui ont permis de comprendre les mécanismes de la photosynthèse** (expérience de Bonnet, d'Engelmann, de Ruben & Kamen, de Calvin & Benson) ;
- Montrer comment les plantes fabriquent leur matière organiques (sucres, lipides, protéines) ; faire le lien avec la notion **d'autotrophie** ;
- Faire des liens entre la **forme/structure des organes aériens** et la photosynthèse (grande surface pour les échanges de gaz et l'absorption de la lumière) ;
- Connaître **l'équation bilan de la photosynthèse** et être capable de l'utiliser dans différents contextes (physiologie végétale, climatologie...) ;
- Comprendre le **devenir des produits de la photosynthèses** (métabolites primaires et secondaires) ;
- Connaître des exemples de **métabolites primaires** (glucose, saccharose, amidon, cellulose, acides aminés, lipides) ;
- Connaître des exemples de **métabolites secondaires** et leur rôle dans les interactions avec d'autres espèces ;

Compétences travaillées lors des TP

- Réaliser un protocole d'extraction de pigment du végétal et/ou une chromatographie simple ;
- Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'étudier les échanges entre le végétal et son environnement [ExAO] ;

Schémas indispensables à travailler :

- * Schéma d'un chloroplaste et des principales réactions chimiques de la photosynthèse ;
- * Schéma d'une expérience ExAO permettant de mieux comprendre les mécanismes de la photosynthèse ;
- * Schéma d'une coupe de feuille avec les échanges associés à la photosynthèse ;
- * Schéma des échanges au sein de la plante (entre les organes photosynthétiques et les autres) ;

4 activités – 4 notions ou arguments



Activité : L'expérience de Calvin, Benson et Bassham	Activité : L'adaptation à l'aridité des plantes à métabolisme CAM
Activité : La cellulose : composant des parois végétales et produit de la photosynthèse	TP – La photosynthèse

SVT	Thème 2A - De la plante sauvage à la plante domestiquée	TSVT
BILAN	Chapitre 2 : La plante productrice, de matière organique	ESTHER