

**Thème : De la plante sauvage à la  
plante domestiquée**

## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée



## Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée



**Comment la plante assure-t-elle ses besoins nutritifs malgré sa vie fixée ?**



**Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée**

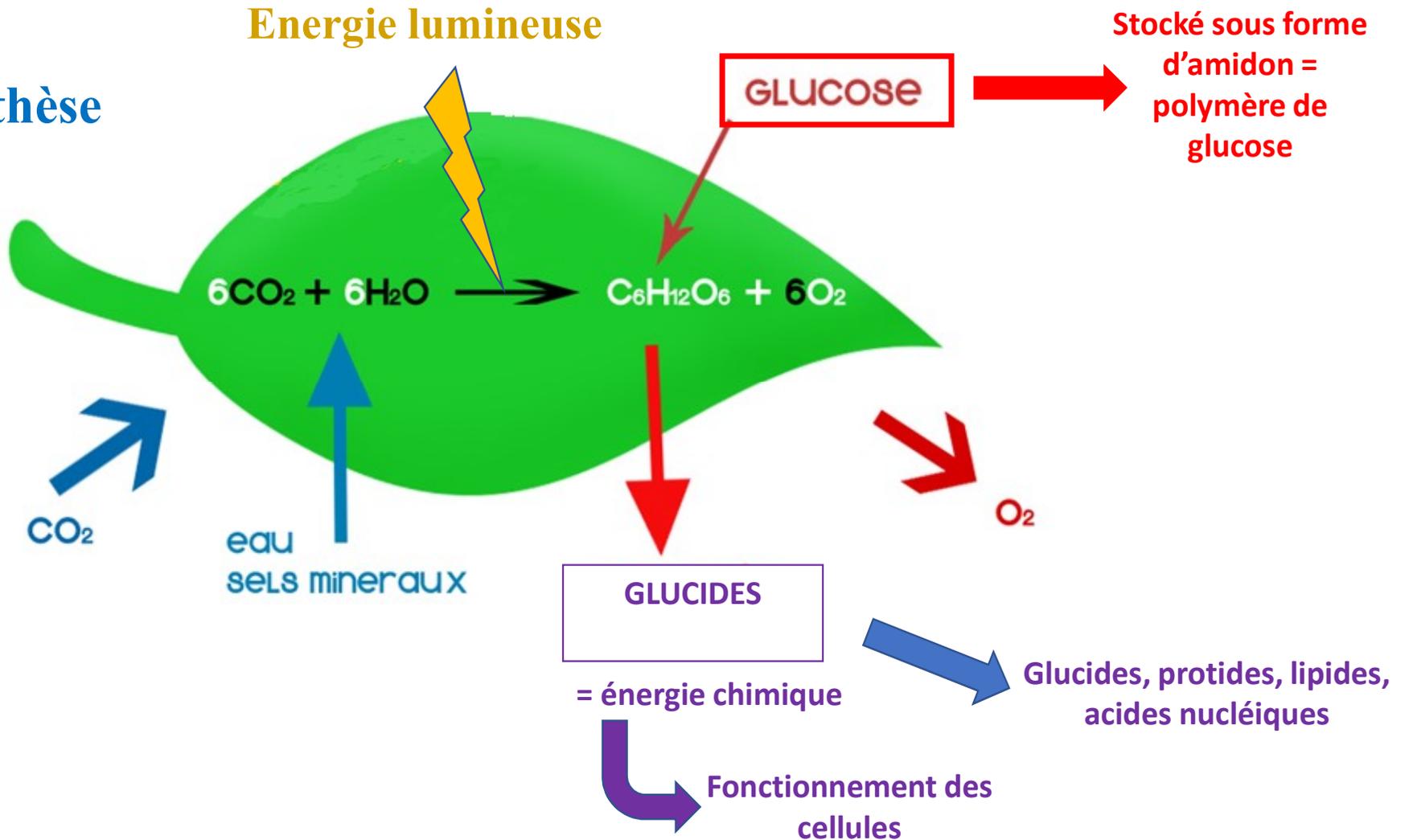
**Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée**

**I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.**

**A. Les plantes à fleurs sont des organismes autotrophes.**

# Les plantes à fleurs sont des organismes autotrophes

## La photosynthèse



## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

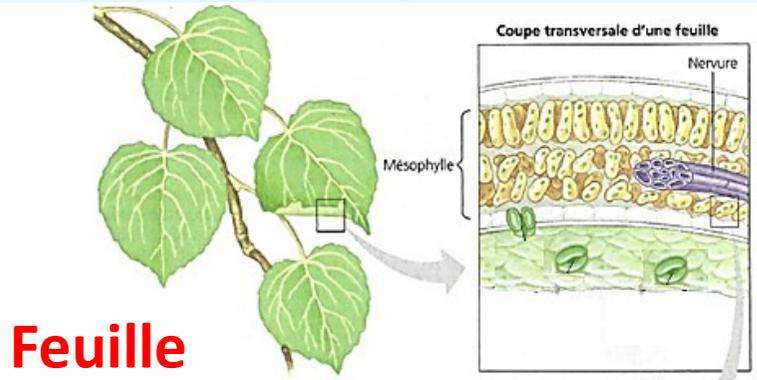
### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

#### I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

##### A. Les plantes à fleurs sont des organismes autotrophes.

##### B. Localisation de la photosynthèse dans la plante

# Localisation de la photosynthèse



Parenchyme chlorophyllien

Organisme : plante à fleurs

Organe : Feuille

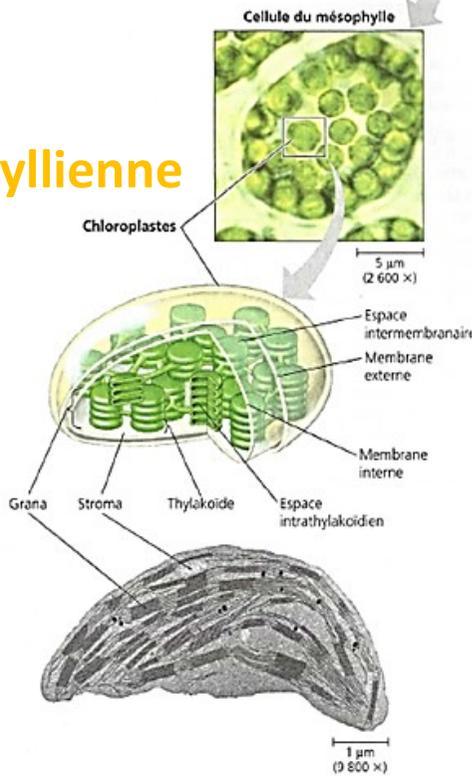
Tissu : parenchyme chlorophyllien

Cellule : cellule chlorophyllienne

Organite : Chloroplaste

Cellule chlorophyllienne

Chloroplaste



## TD

On souhaite montrer que, chez les végétaux, la synthèse d'amidon a lieu se réalise en présence d'énergie lumineuse et que l'amidon est stocké dans les chloroplastes des cellules de la feuille.

On dispose : - de petites plantes aquatiques (les élodées) : certaines ont été placées pendant plusieurs heures à la lumière, d'autres à l'obscurité.



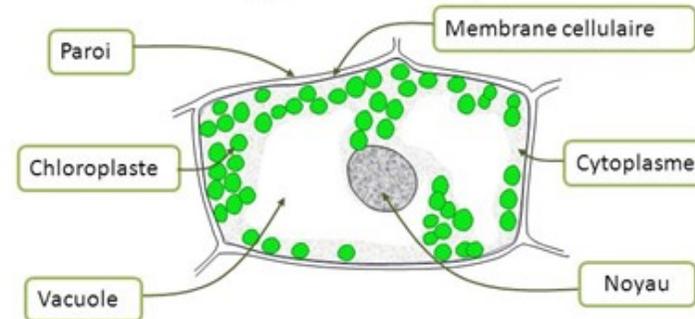
Elodée (plante entière)

- de pincettes, lames et lamelles
- d'un microscope optique
- d'eau iodée : réactif jaune orangé qui prend une coloration violette en présence d'amidon (forme de stockage du glucose).

1. **Proposer une stratégie** réaliste permettant de montrer que la photosynthèse se réalise dans les chloroplastes des cellules de la feuille en présence d'énergie lumineuse.
2. **Présenter les résultats** pour qu'ils apportent les informations nécessaires à la résolution du problème.

Schéma d'une cellule d'élodée observée au microscope optique

Longueur de la cellule = 140  $\mu\text{m}$



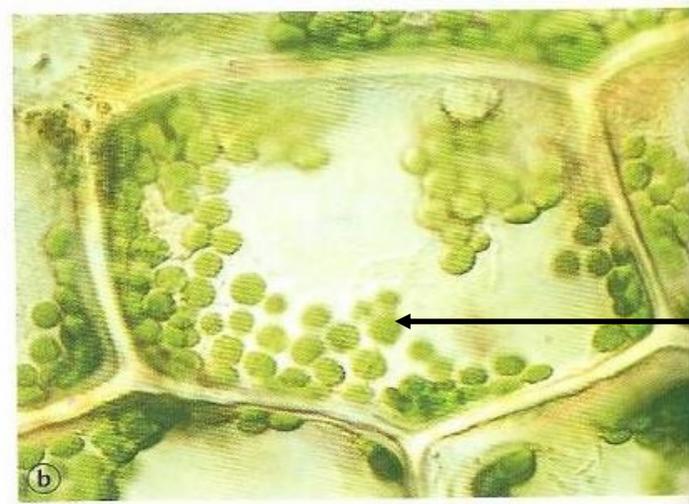
## Résultats obtenus

**Amidon  
(coloré en violet  
par l'eau iodée)**



**chloroplaste  
contenant de  
l'amidon**

Observation microscopique d'une cellule de feuille d'élodée exposée à la lumière et colorée à l'eau iodée (x600)



**chloroplaste  
sans amidon**

Observation microscopique d'une cellule de feuille d'élodée placée à l'obscurité et colorée à l'eau iodée (x600)

## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

#### I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

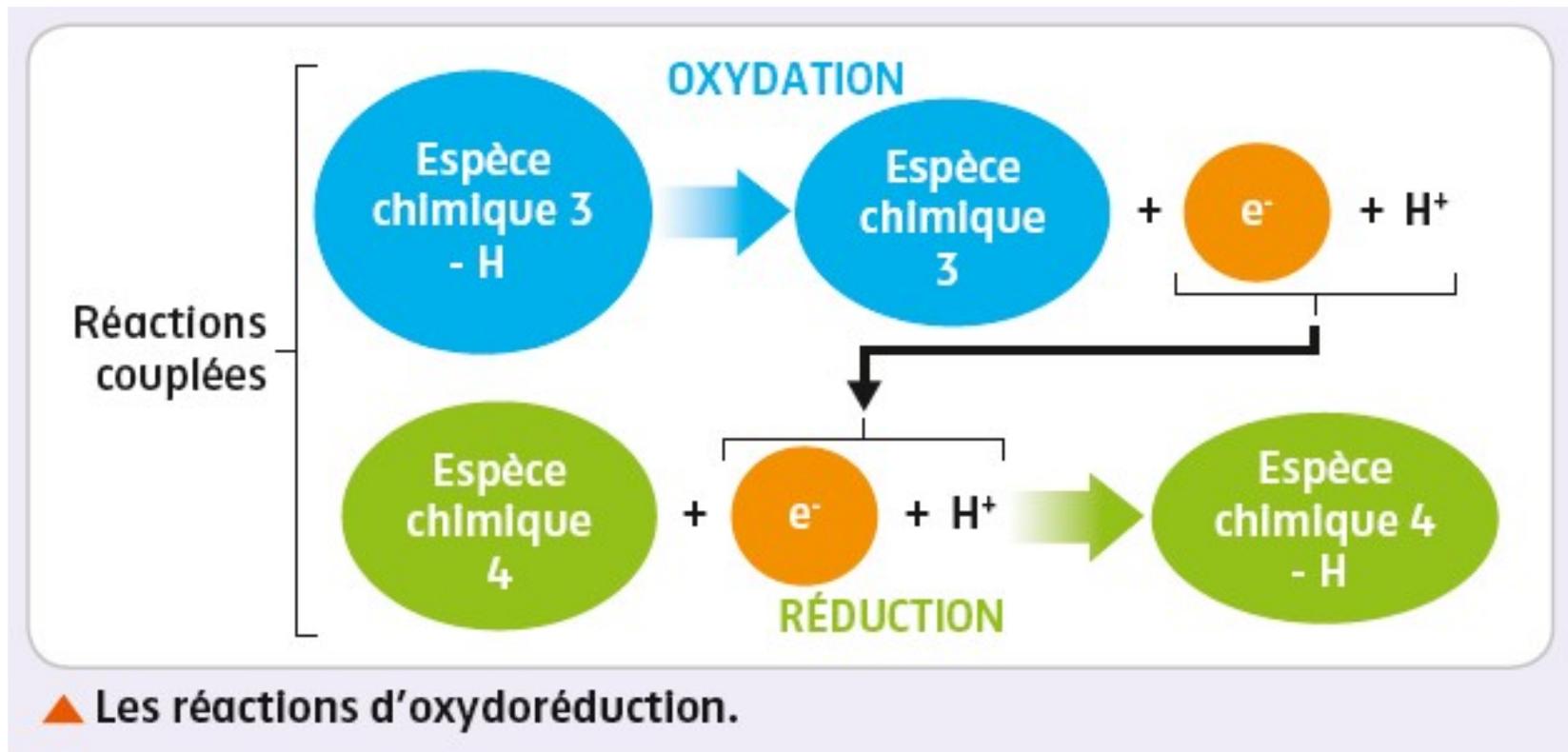
##### A. Les plantes à fleurs sont des organismes autotrophes.

##### B. Localisation de la photosynthèse dans la plante

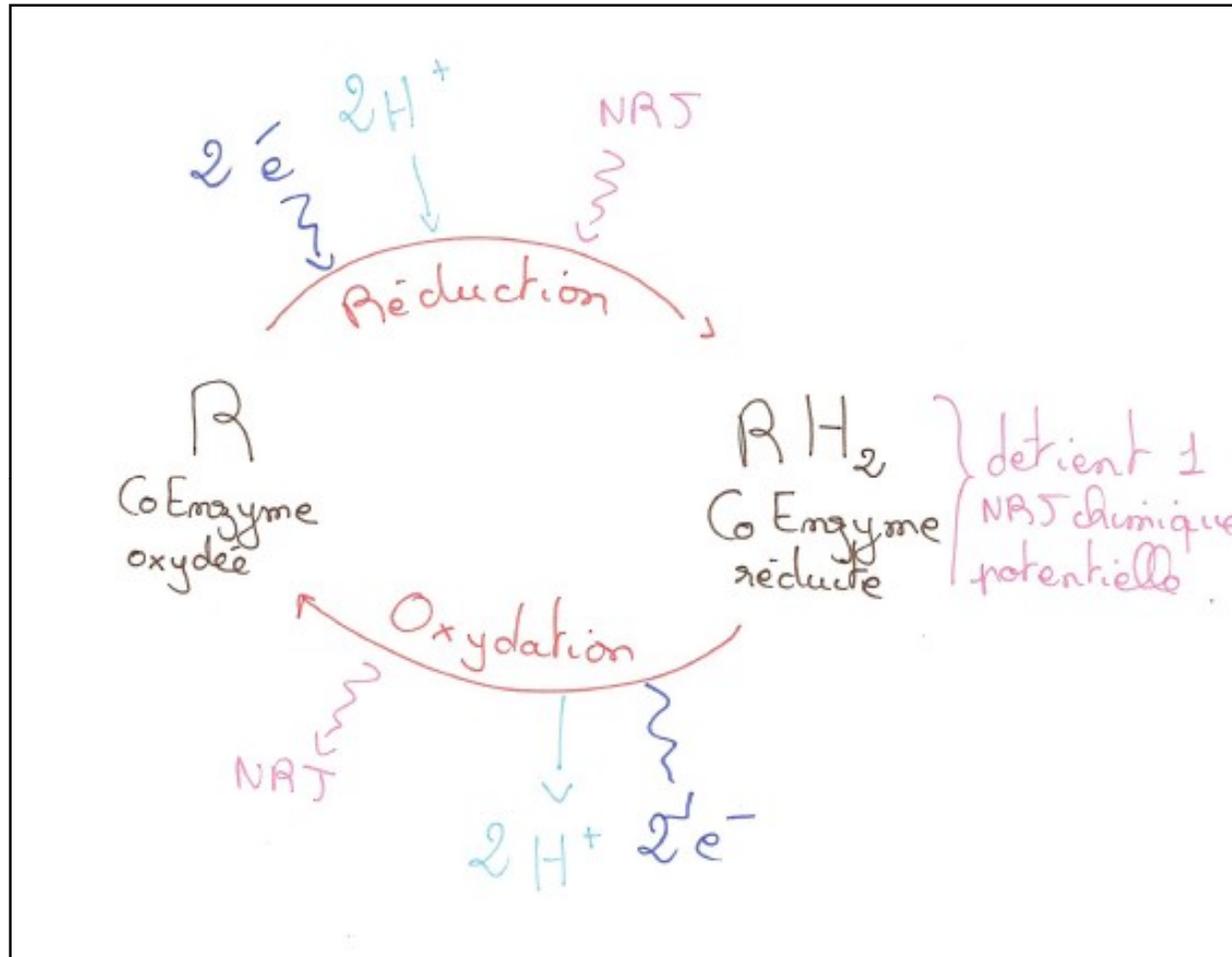
##### C. Mécanismes de la photosynthèse.

##### 1. Quelques définitions avant de commencer : oxydo-réductions, coenzymes et ATP

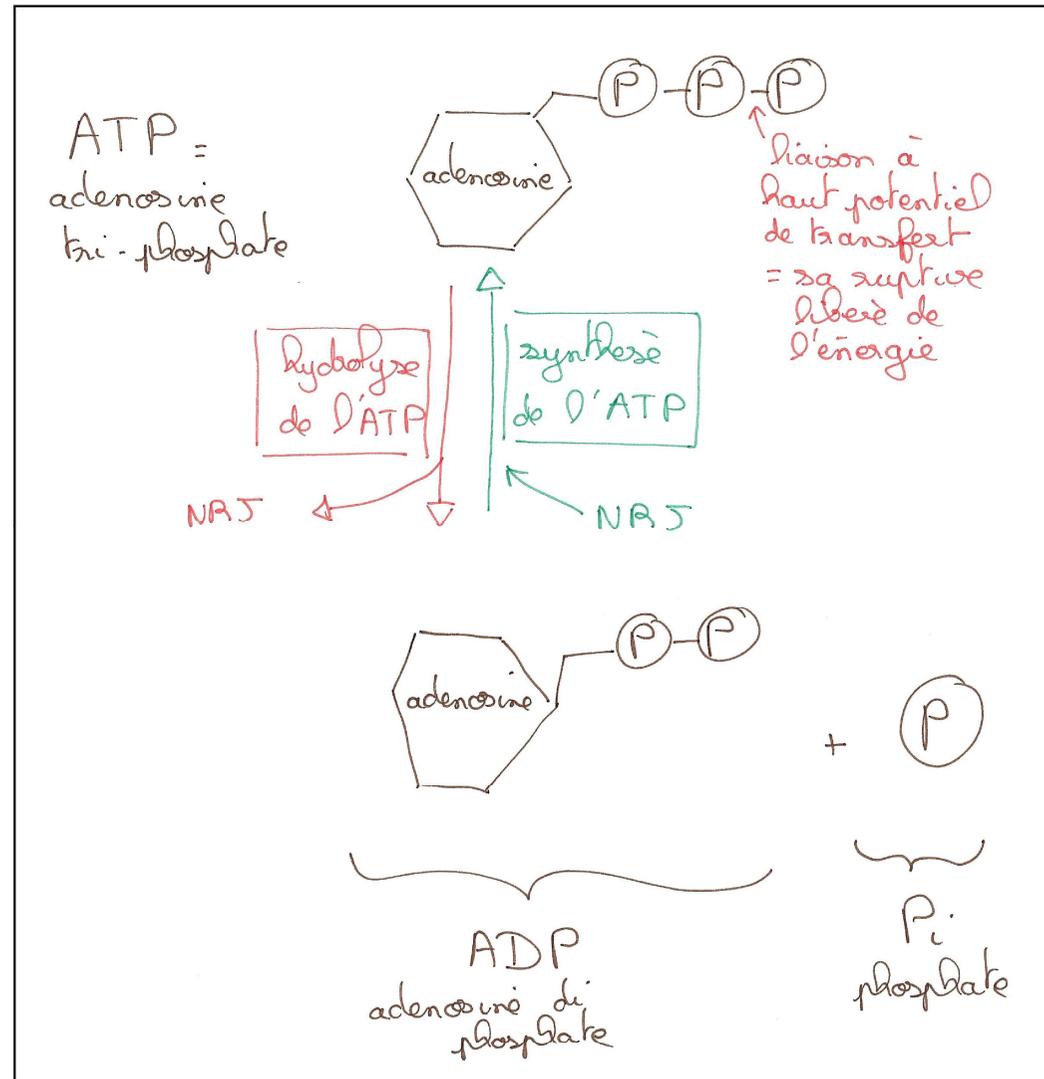
# La notion d'oxydo-réduction



# La notion de coenzyme



# L'ATP



## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

#### I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

##### A. Les plantes à fleurs sont des organismes autotrophes.

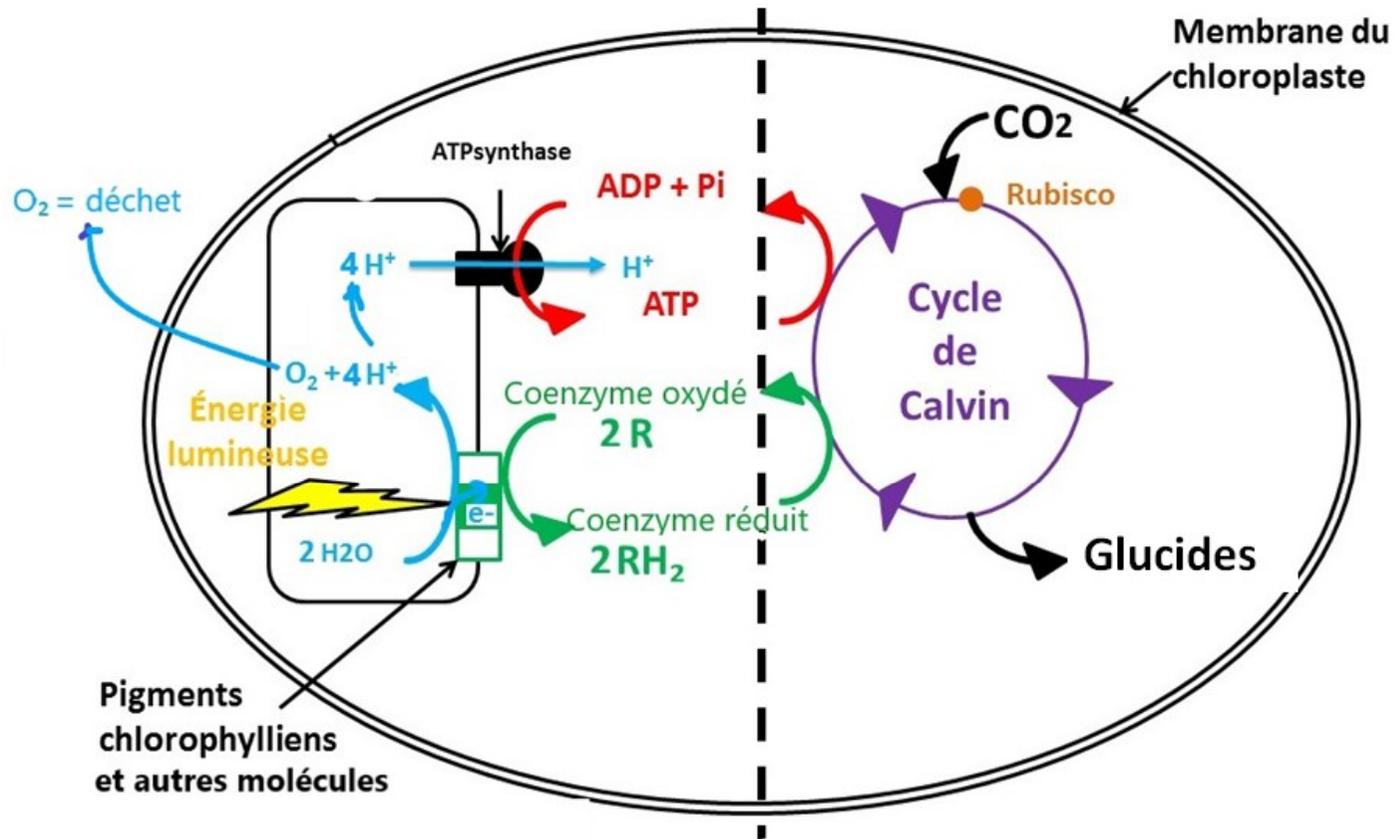
##### B. Localisation de la photosynthèse dans la plante

##### C. Mécanismes de la photosynthèse.

##### 1. Quelques définitions avant de commencer : oxydo-réductions, coenzymes et ATP

##### 2. La photosynthèse peut se décomposer en deux étapes

# Mécanismes de la photosynthèse



Phase photochimique

Phase chimique

schéma montrant les mécanismes de la photosynthèse

## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

#### I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

##### A. Les plantes à fleurs sont des organismes autotrophes.

##### B. Localisation de la photosynthèse dans la plante

##### C. Mécanismes de la photosynthèse.

##### 1. Quelques définitions avant de commencer : oxydo-réductions, coenzymes et ATP

##### 2. La photosynthèse peut se décomposer en deux étapes

- La phase claire : photolyse de l'eau et production d'énergie chimique

# Les pigments chlorophylliens sont indispensables à la photosynthèse

Afin d'établir le lien entre les pigments chlorophylliens et la matière organique\* produite par photosynthèse, une plante aux feuilles panachées partiellement recouvertes de caches noirs est éclairée quelques heures (B).

Des feuilles sont prélevées (C) et décolorées dans de l'eau bouillante. Un test au lugol est effectué sur les feuilles décolorées (D). De couleur brune, le lugol prend une teinte bleue ou noire en présence d'amidon, un polymère\* de glucose.



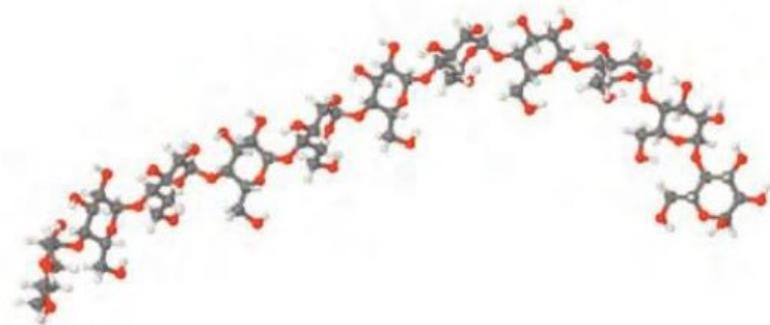
**B** Dispositif expérimental.



**C** Feuille de coléus partiellement recouverte d'un cache noir.

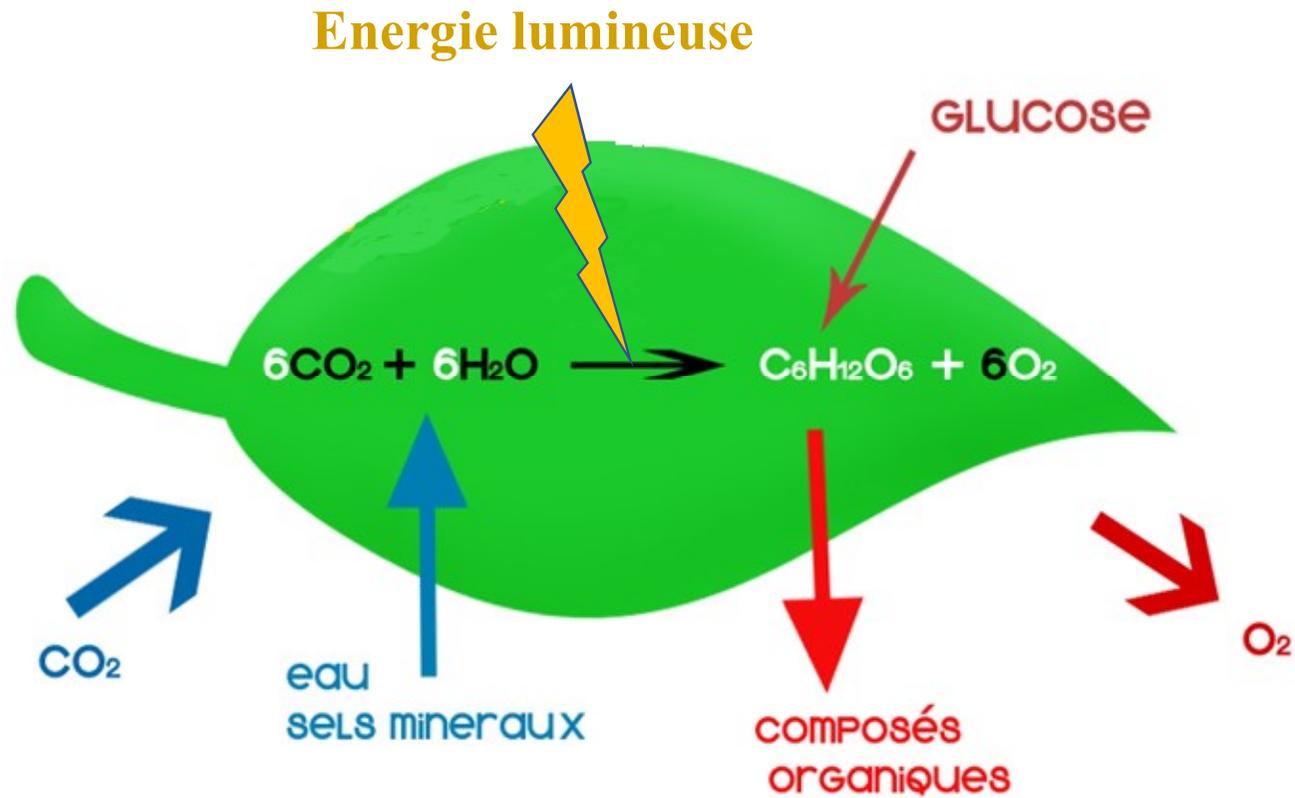


**D** Résultat du test au lugol.



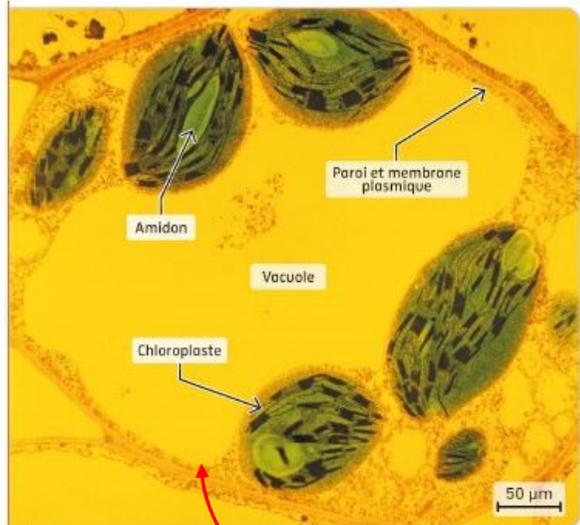
**E** Modèle d'un fragment de molécule d'amidon.

## Rôle des pigments chlorophylliens dans la photosynthèse

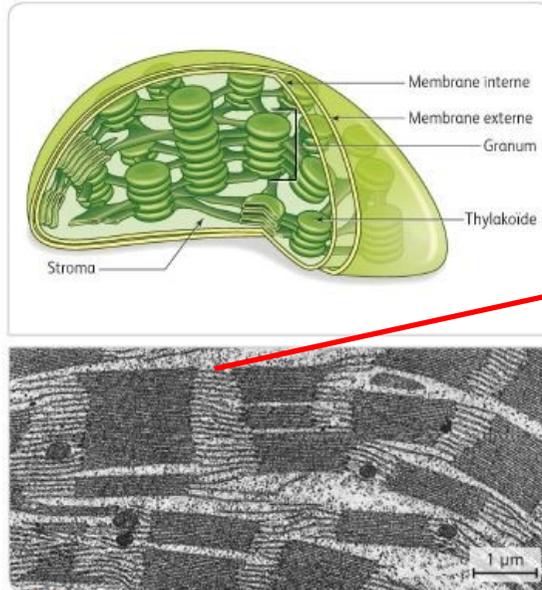


Ce sont les pigments chlorophylliens qui absorbent l'énergie lumineuse

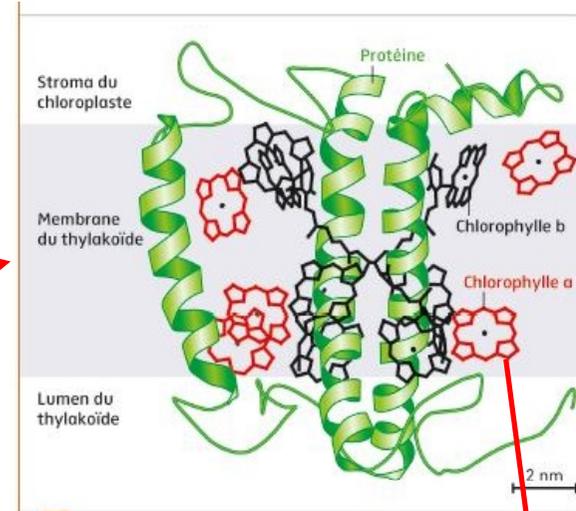
# Les pigments chlorophylliens, des molécules localisées dans les chloroplastes



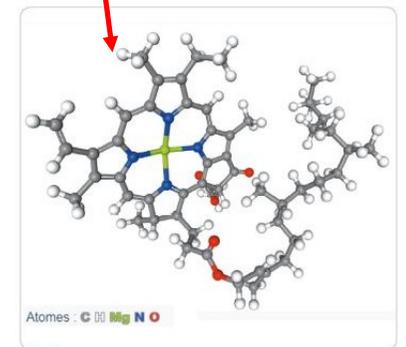
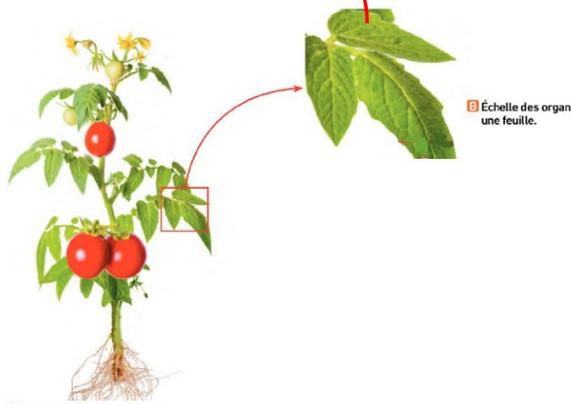
1 Observation au microscope électronique à transmission d'une cellule végétale.



2 Schéma d'un chloroplaste et observation au microscope électronique à transmission des thylakoïdes contenant les pigments dans leur membrane.

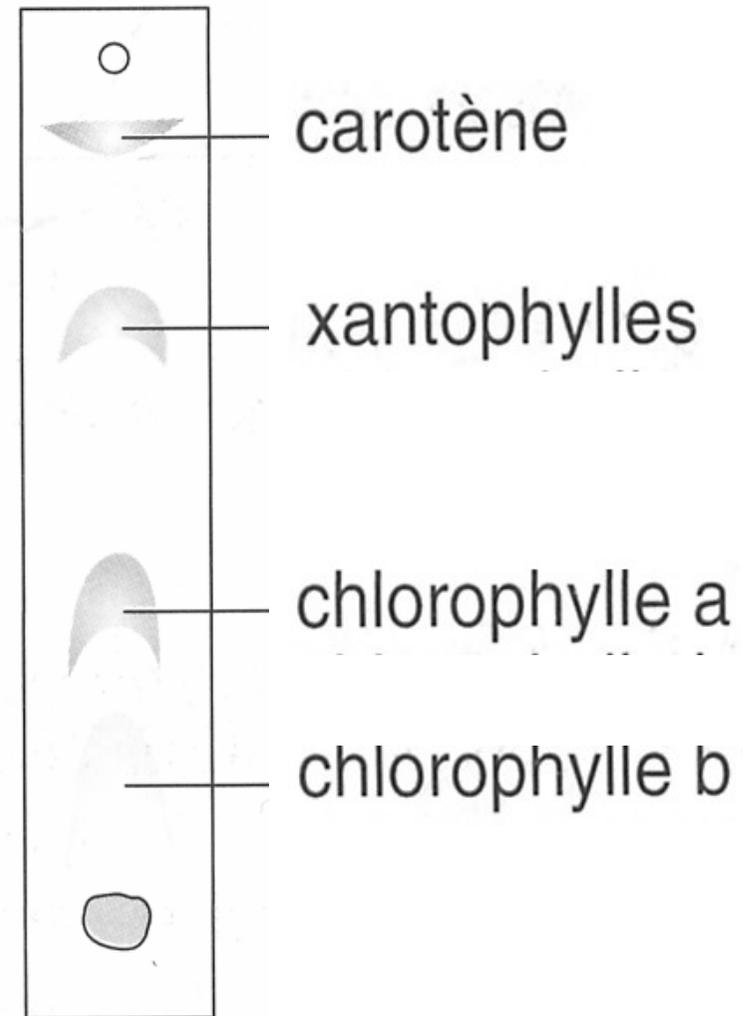
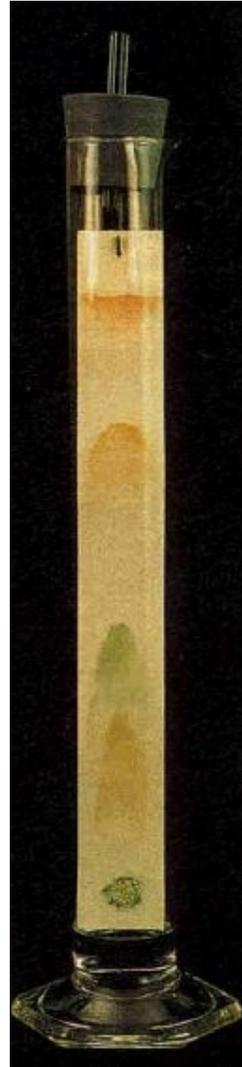
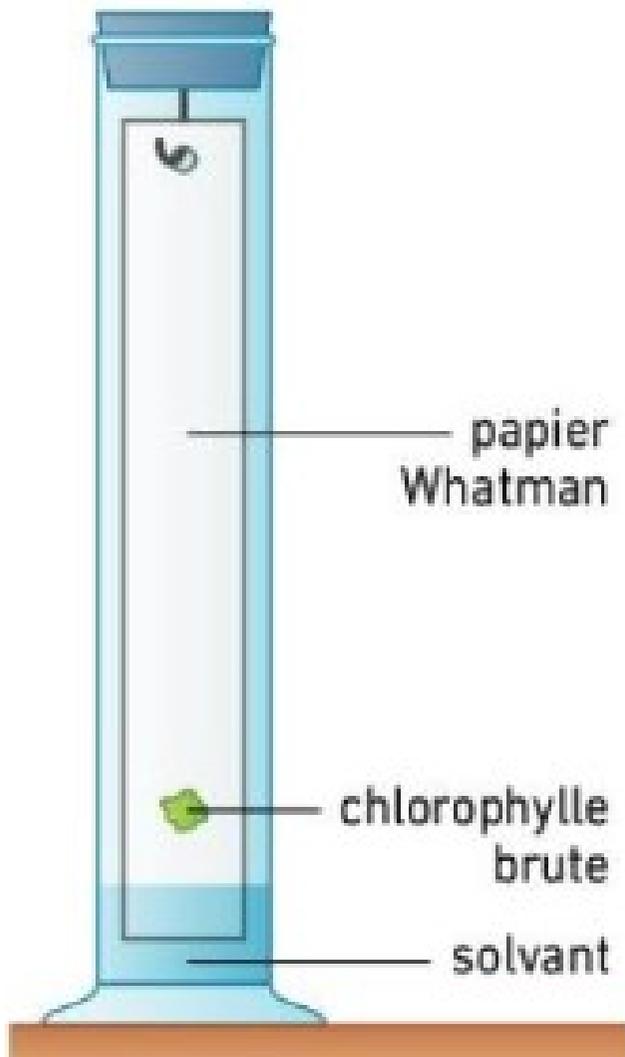


3 Schéma de la membrane d'un thylakoïde montrant l'organisation des pigments.

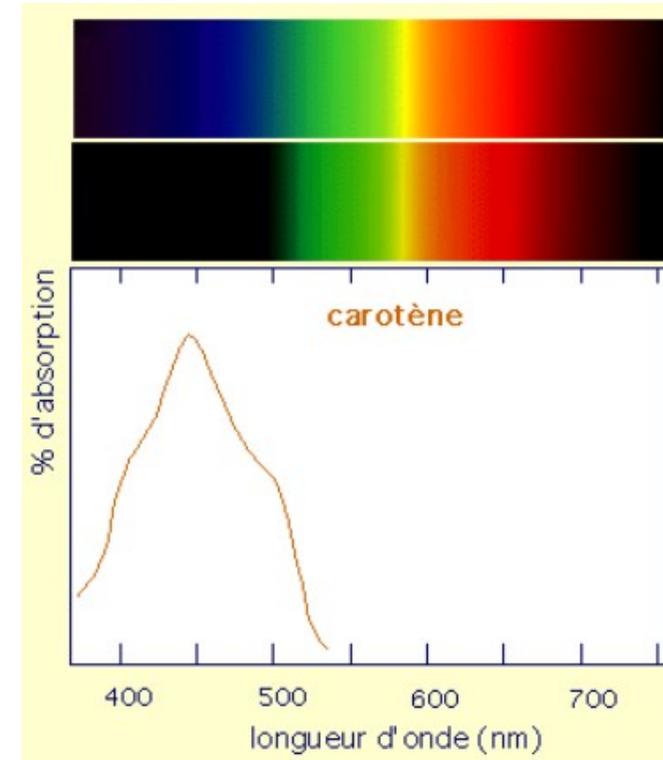
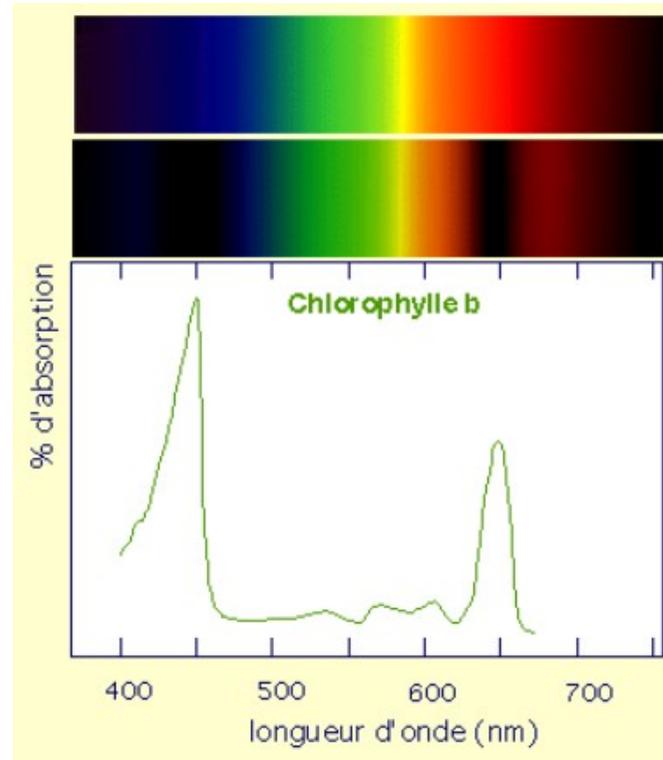
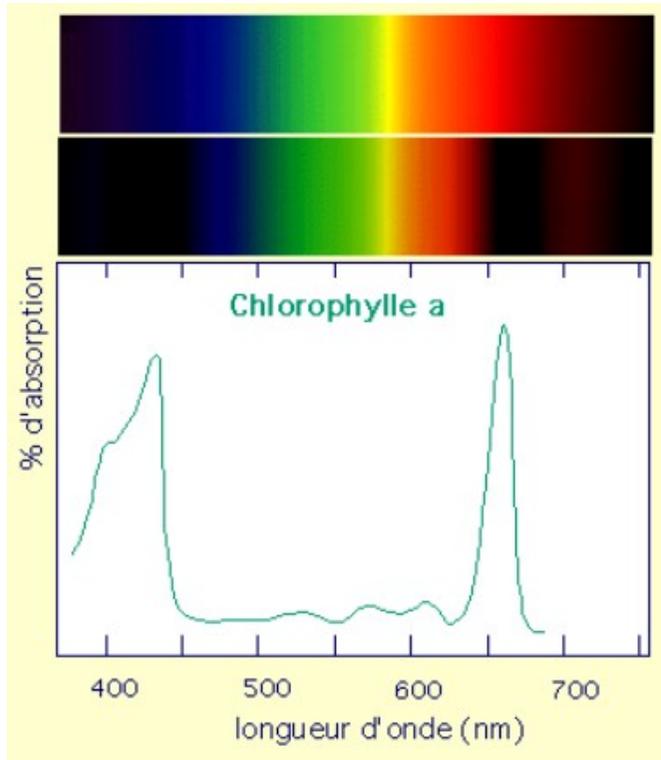


4 Molécule de chlorophylle a obtenue à l'aide du logiciel Libmol.

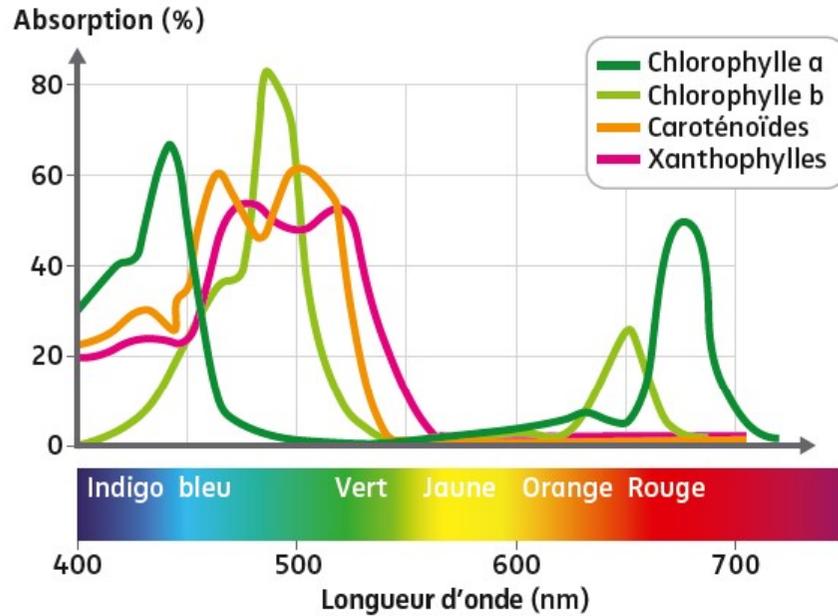
## Les différents pigments chlorophylliens



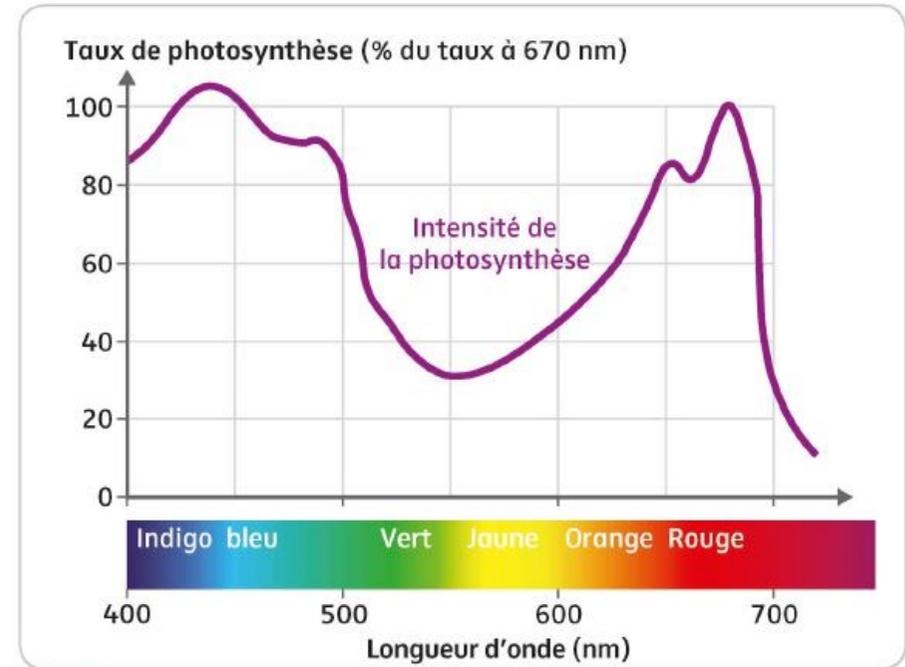
# Longueurs d'onde absorbées par les pigments



# Longueurs d'onde absorbées et activité photosynthétique

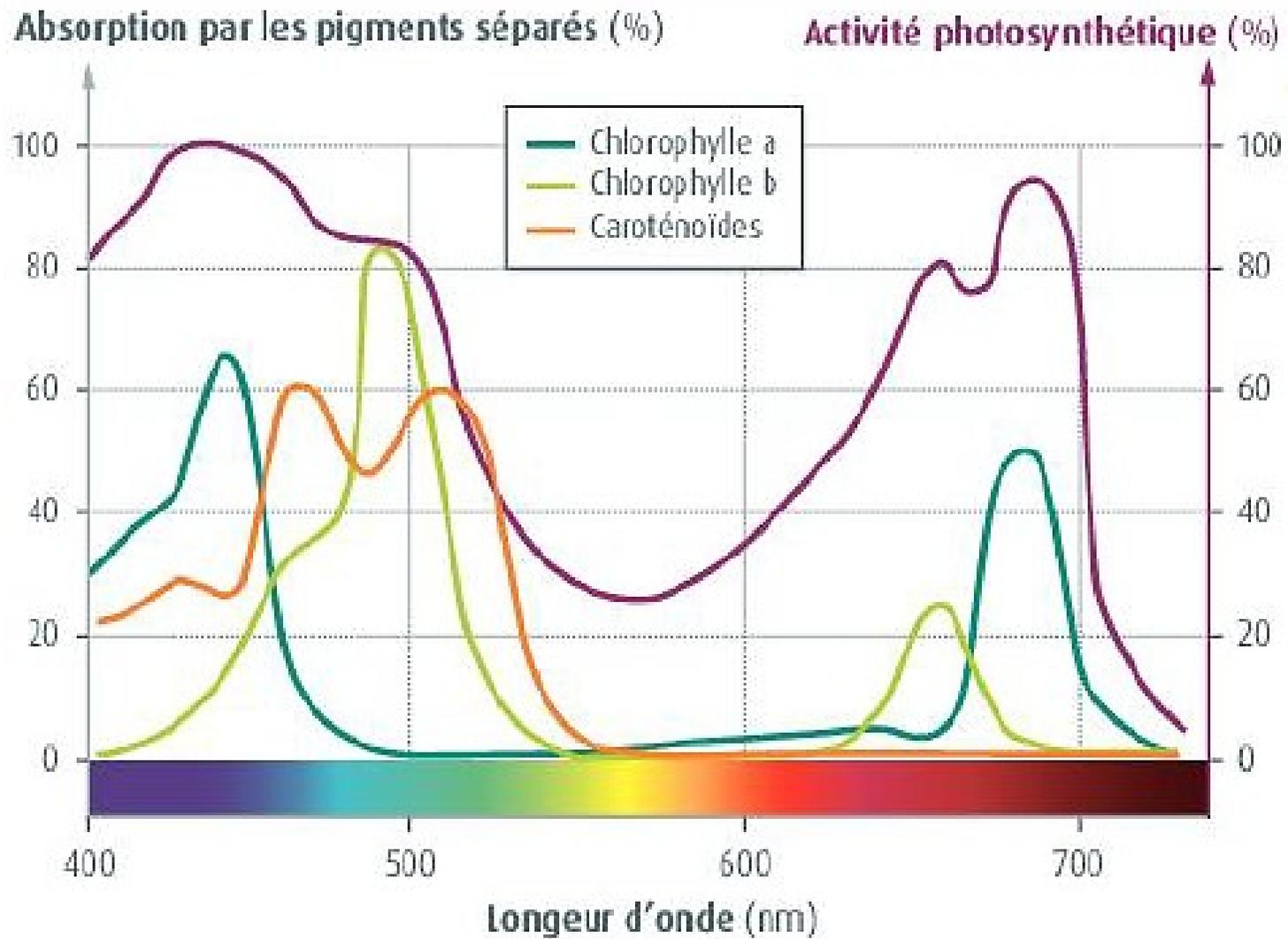


Résultats des spectres d'absorption obtenus avec les différents pigments d'une cellule végétale photosynthétique après extraction et séparation.

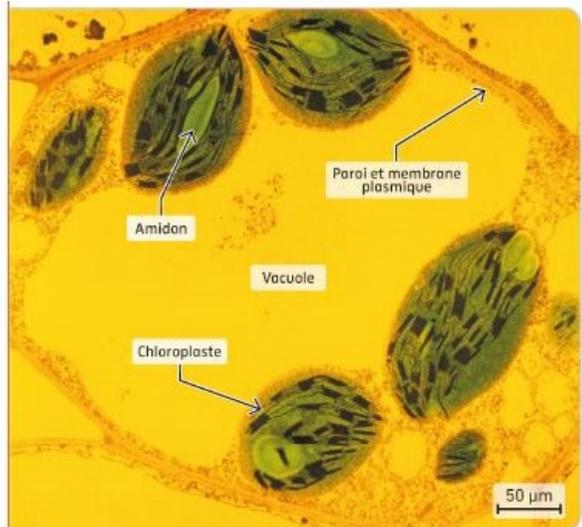


Résultats de l'intensité de la photosynthèse en fonction de la longueur d'onde.

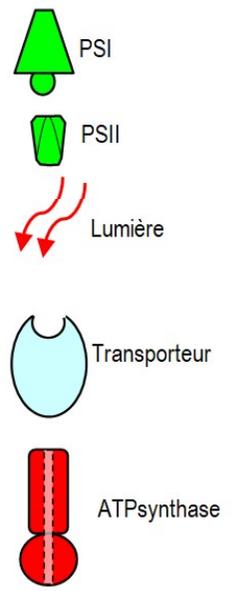
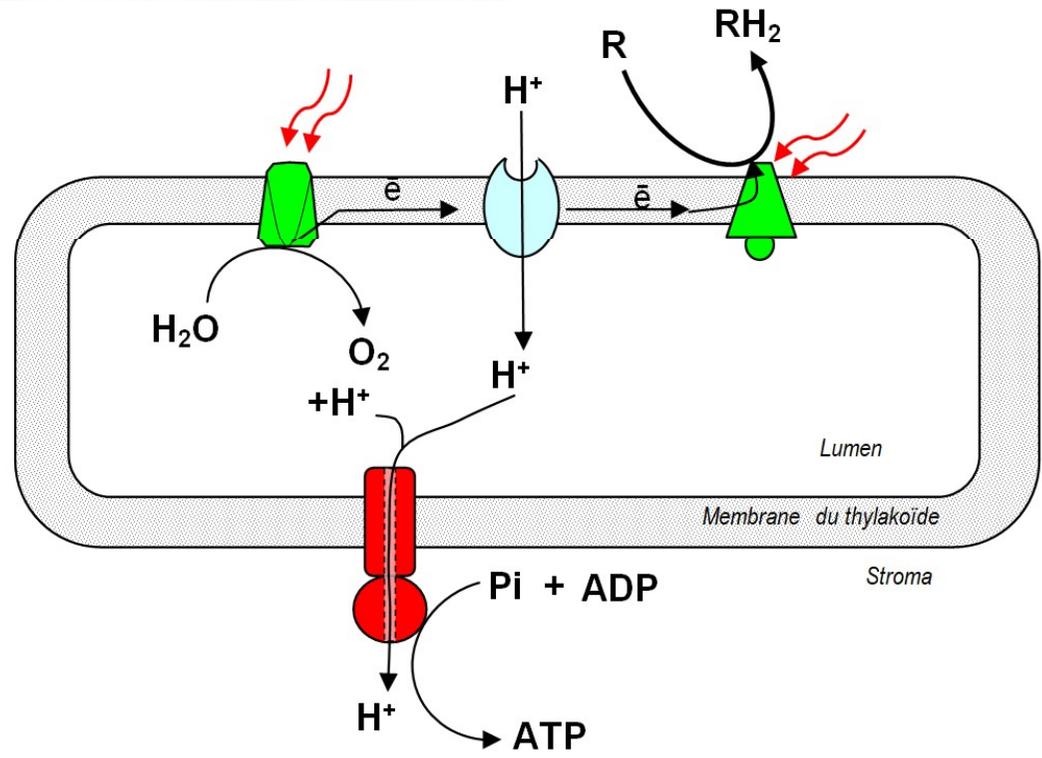
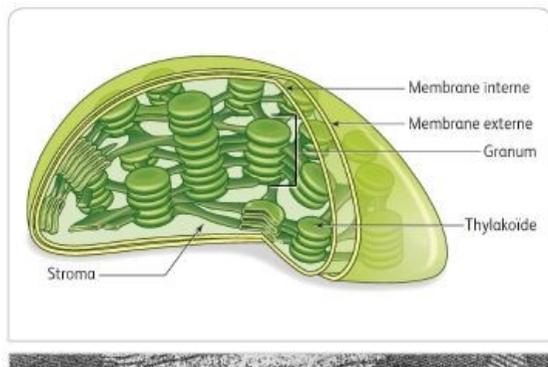
## Longueurs d'onde absorbées et activité photosynthétique



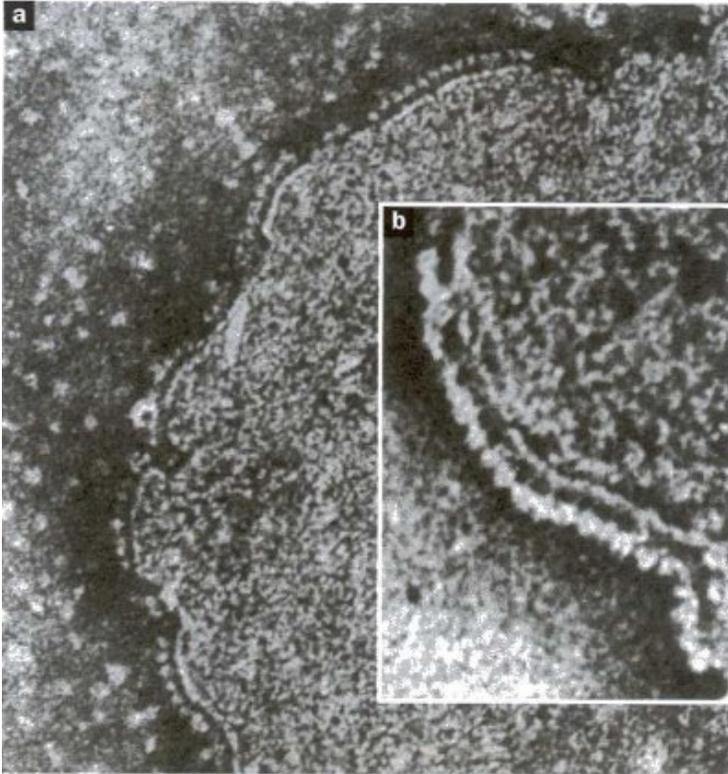
# Chaine d'oxydo-réductions dans la membrane du thylakoïde



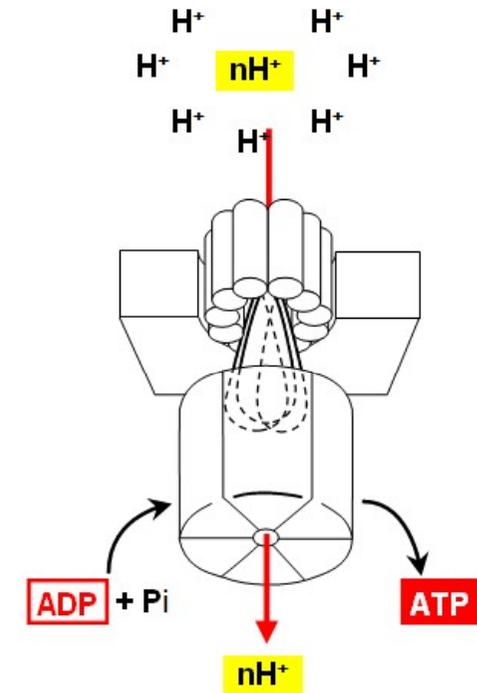
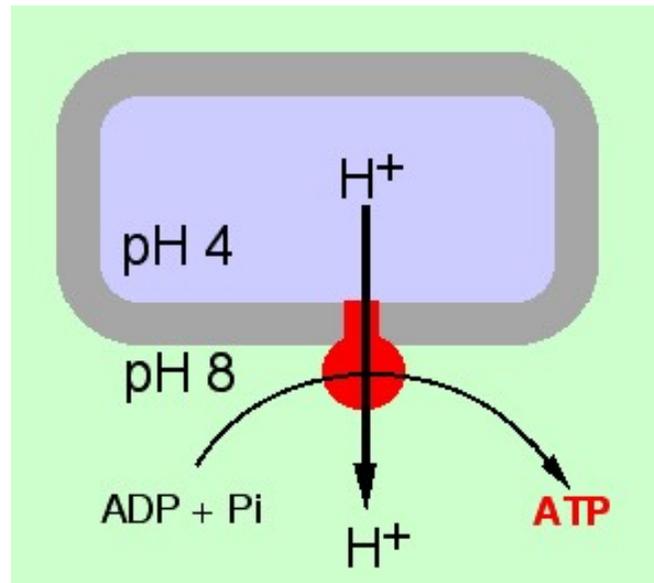
1 Observation au microscope électronique à transmission d'une cellule végétale.



# ATP synthase

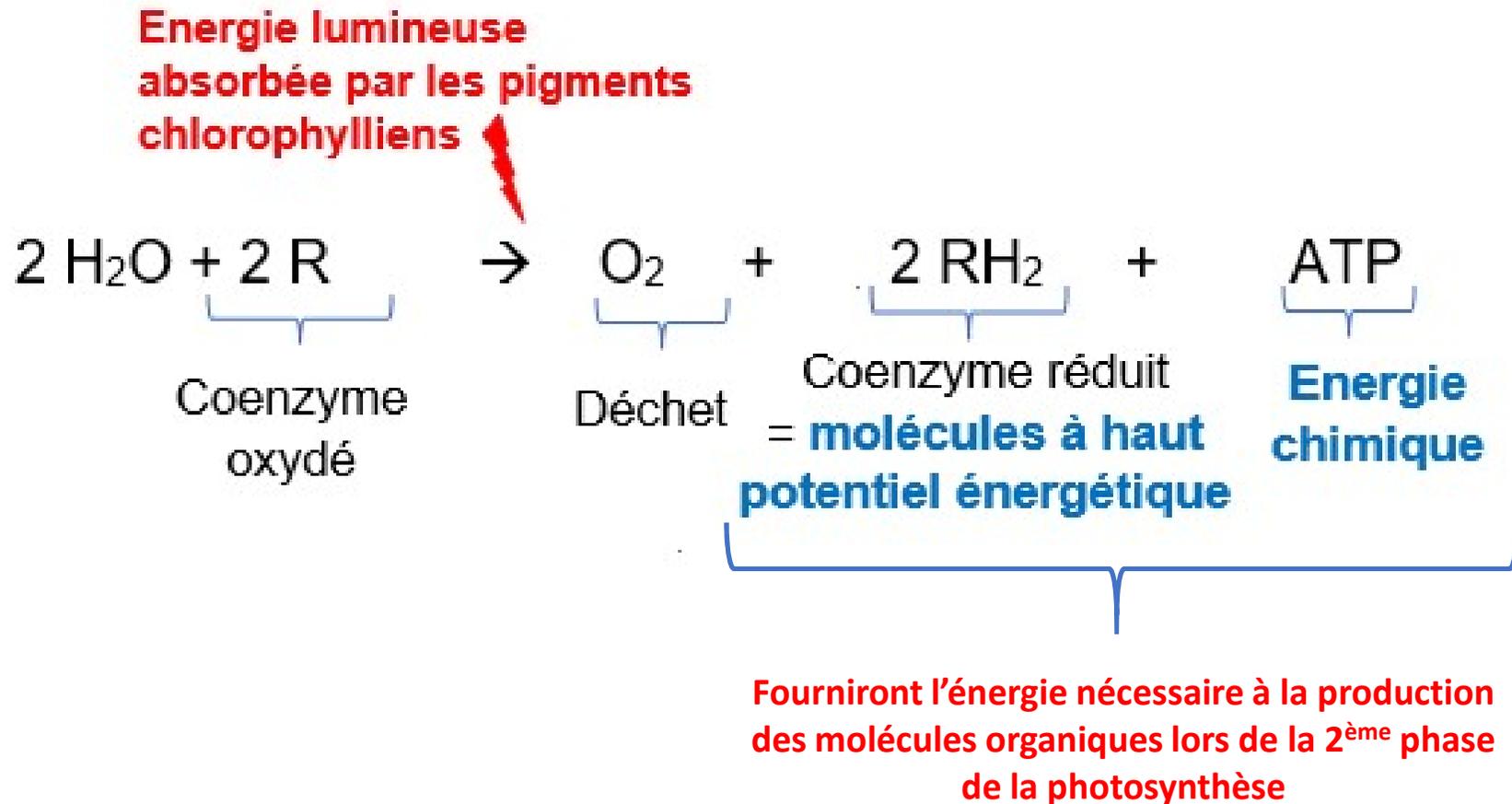


3. Les ATP-synthases : a. portion de thylakoïde isolée à partir de chloroplastes d'épinard (MET x 12 000) ; b. détail de la face stromatique du thylakoïde (MET x 200 000). Les clichés sont obtenus par microscopie électronique après ultracryotomie.



**Synthèse d'ATP**  
L'ATP synthase peut synthétiser l'ATP en captant la force motrice protonique.

## Bilan de la phase photochimique de la photosynthèse



## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

#### I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

A. Les plantes à fleurs sont des organismes autotrophes.

B. Localisation de la photosynthèse dans la plante

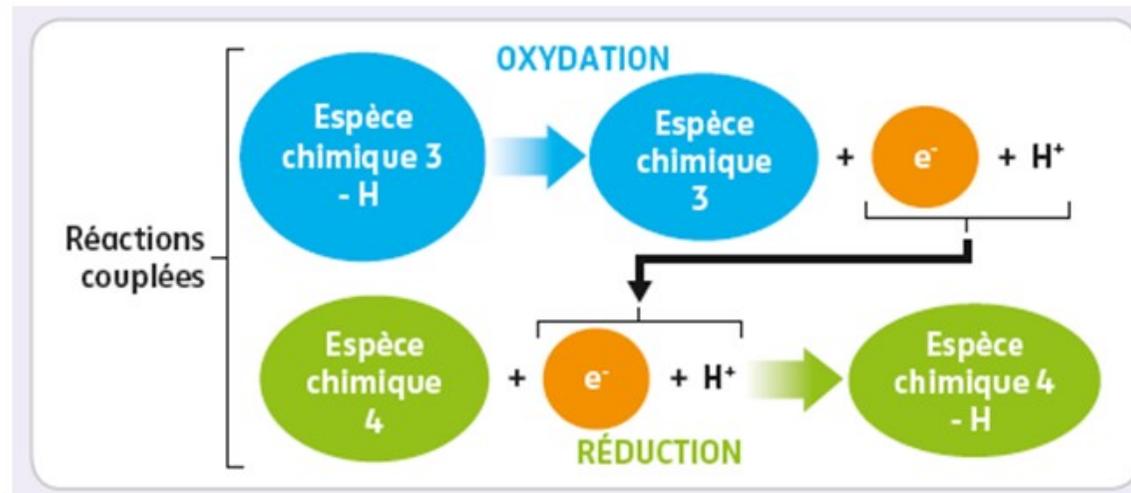
C. Mécanismes de la photosynthèse.

1. La photosynthèse peut se décomposer en 2 étapes.

2. 1<sup>ère</sup> phase de la photosynthèse : la phase claire.

3. Réduction du CO<sub>2</sub> et production de molécules organiques pendant la phase sombre.

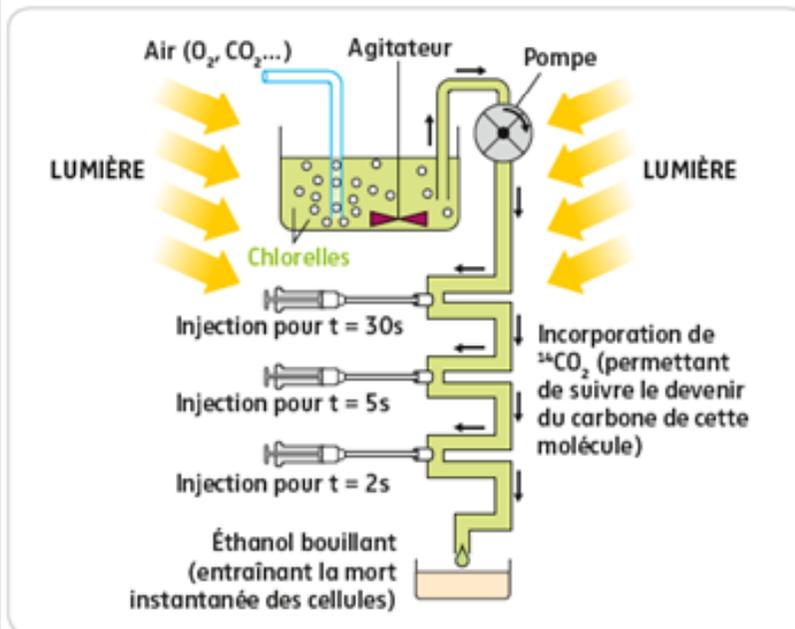
# TD : La production de molécules organique pendant la 2ème phase de la photosynthèse



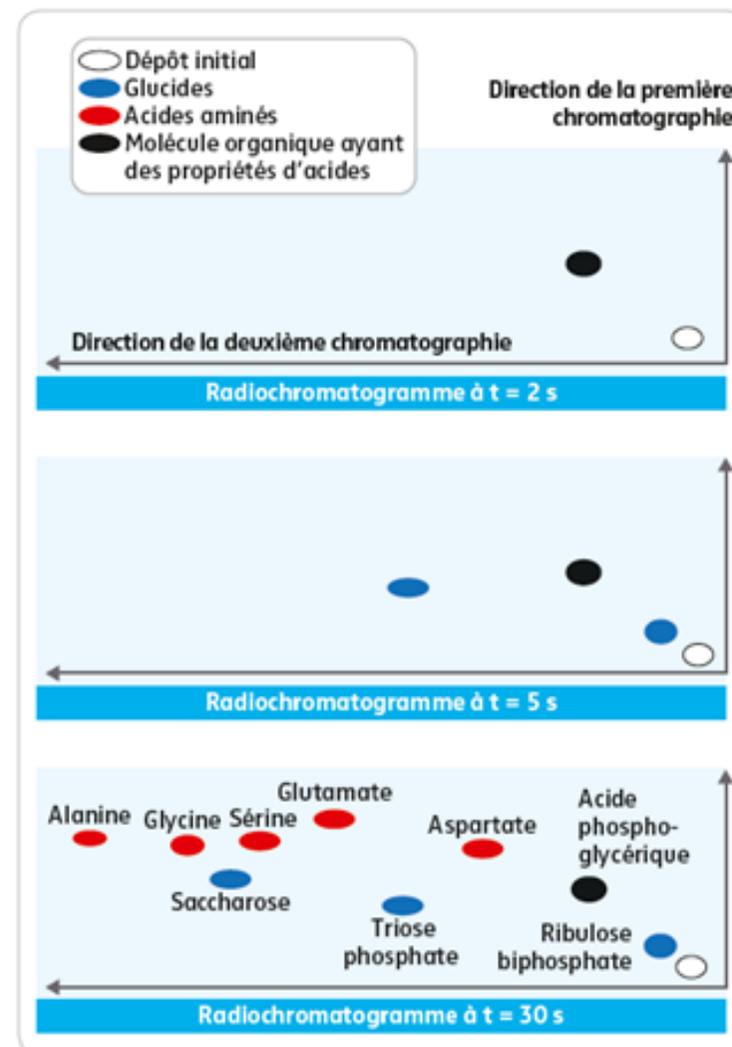
Doc 1 : les réactions d'oxydoréduction

# TD : La production de molécules organique pendant la 2ème phase de la photosynthèse

Dans les années 1950, Calvin, Benson et Bassham réalisent des expériences sur les chlorelles, des algues unicellulaires capables de réaliser la photosynthèse. Ces chercheurs américains construisent un dispositif particulier permettant d'incorporer du dioxyde de carbone radioactif ( $^{14}\text{CO}_2$ ) à ces algues avant de bloquer toute réaction chimique à l'aide d'éthanol bouillant. L'objectif de leur expérience est de découvrir les molécules incorporant le dioxyde de carbone marqué. Une fois les réactions chimiques bloquées, ils réalisent une chromatographie bidimensionnelle afin de séparer les molécules produites, puis une autoradiographie permettant de révéler les molécules radioactives.

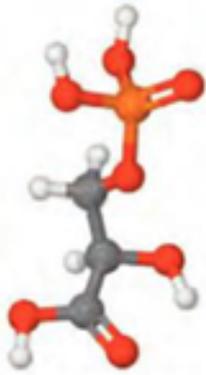


Doc 2 Schéma du dispositif expérimental utilisé par Calvin, Benson et Bassham.

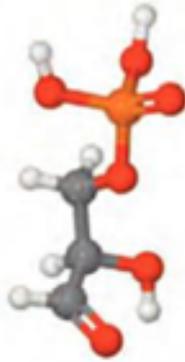


Doc 3 Schémas des résultats des chromatographies suivies d'une autoradiographie après 2, 5 et 30 secondes en présence de dioxyde de carbone radioactif.

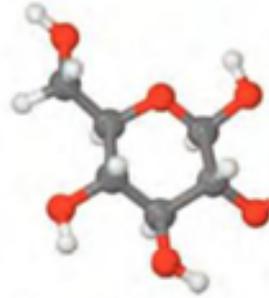
## TD : La production de molécules organique pendant la 2ème phase de la photosynthèse



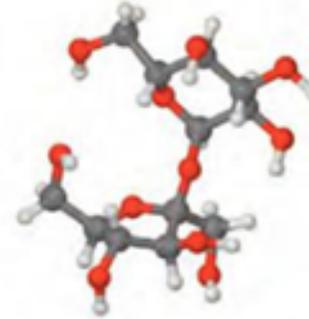
APG : acide phosphoglycérique



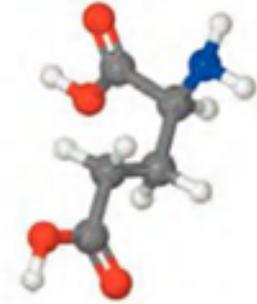
Triose phosphate



Glucose



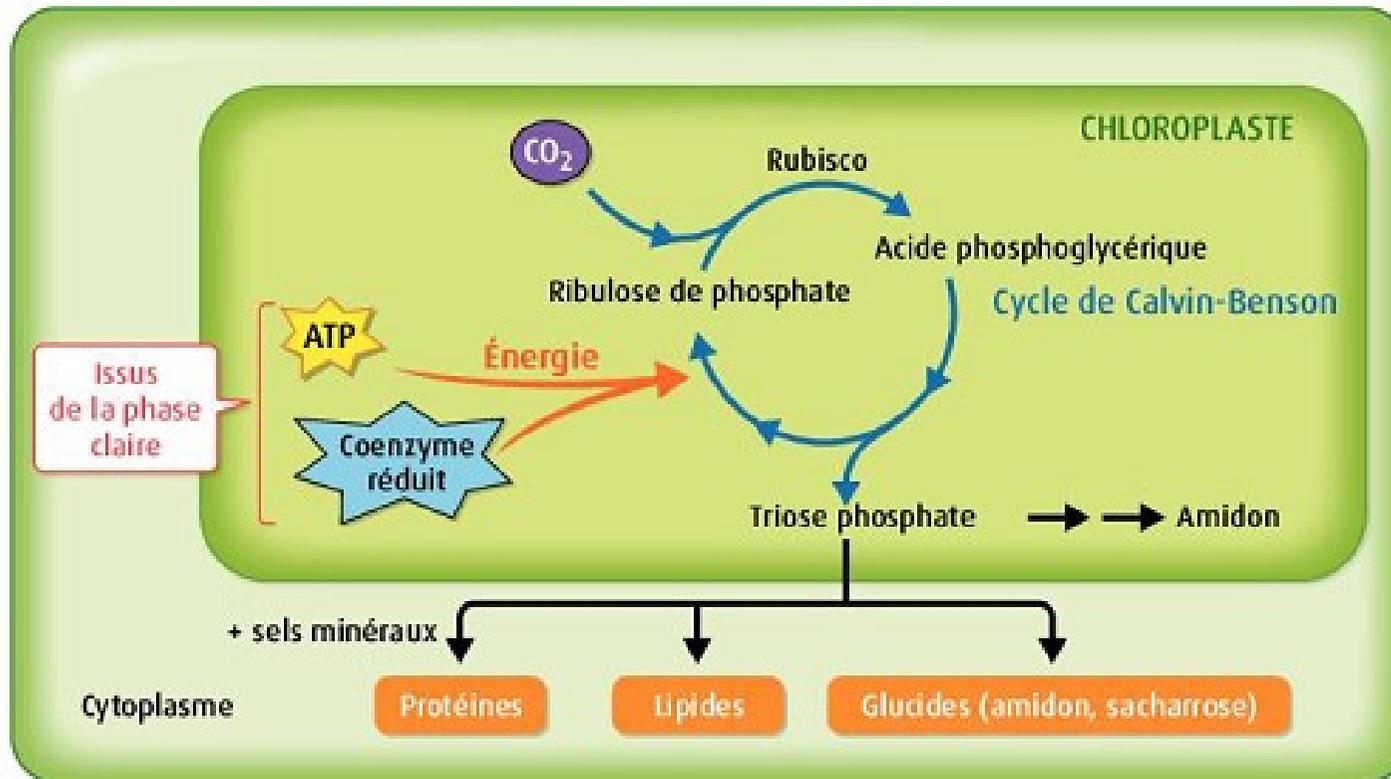
Saccharose



Glutamate

Doc 4 Quelques molécules produites par la réduction du  $\text{CO}_2$ .

# La production de molécules organique pendant la 2ème phase de la photosynthèse



## Cycle de Calvin Benson.

De nombreuses années ont été nécessaires pour découvrir la suite des réactions permettant la synthèse des glucides à partir du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Ces réactions forment un cycle. La fixation du dioxyde de carbone sur une molécule de RuBP est réalisée par une enzyme : la Rubisco. Le produit de cette réaction est l'APG qui grâce à l'énergie apportée par la phase claire de la photosynthèse est converti en sucres à trois carbones phosphorylés : les trioses phosphates.

## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

#### I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

A. Les plantes à fleurs sont des organismes autotrophes.

B. Localisation de la photosynthèse dans la plante

C. Mécanismes de la photosynthèse.

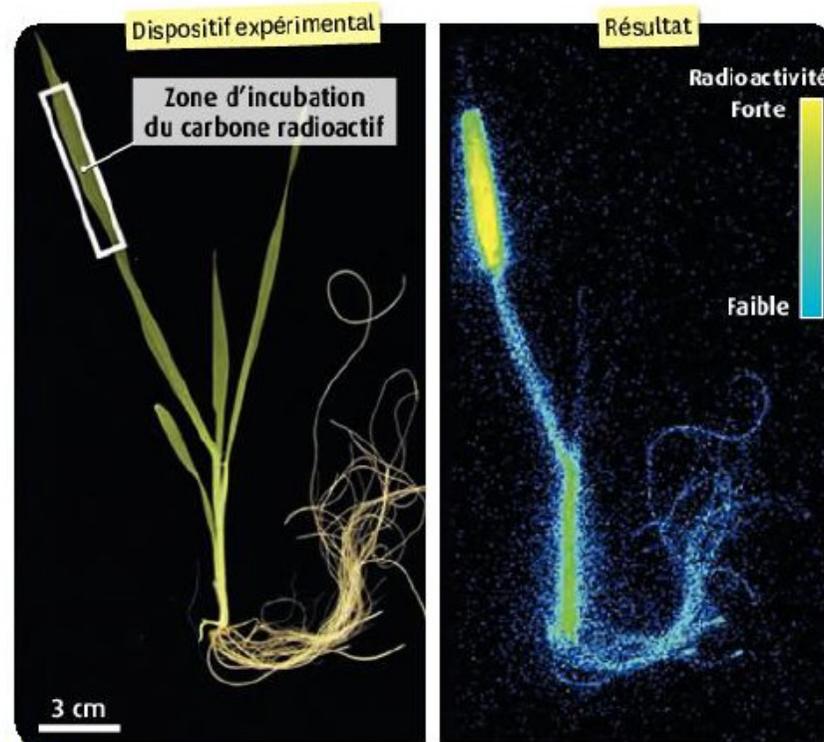
1. La photosynthèse peut se décomposer en 2 étapes.

2. 1<sup>ère</sup> phase de la photosynthèse : la phase claire.

3. Réduction du CO<sub>2</sub> et production de molécules organiques pendant la phase sombre.

D. Devenir des produits de la photosynthèse.

# Devenir des produits de la photosynthèse



**1 Répartition du carbone radioactif capté par une plante après quelques heures.** On fournit du dioxyde de carbone marqué au  $^{14}\text{C}$  radioactif à un fragment de feuilles et on mesure la radioactivité après quelques heures dans toute la plante. Dans une plante, deux types de sèves circulent : la sève brute, principalement composée d'eau, et la sève élaborée qui peut contenir jusqu'à 15% de matière organique (voir chapitre 8 pages 202-203).

# Devenir des produits de la photosynthèse

Molécules produites lors de la photosynthèse

Enzymes

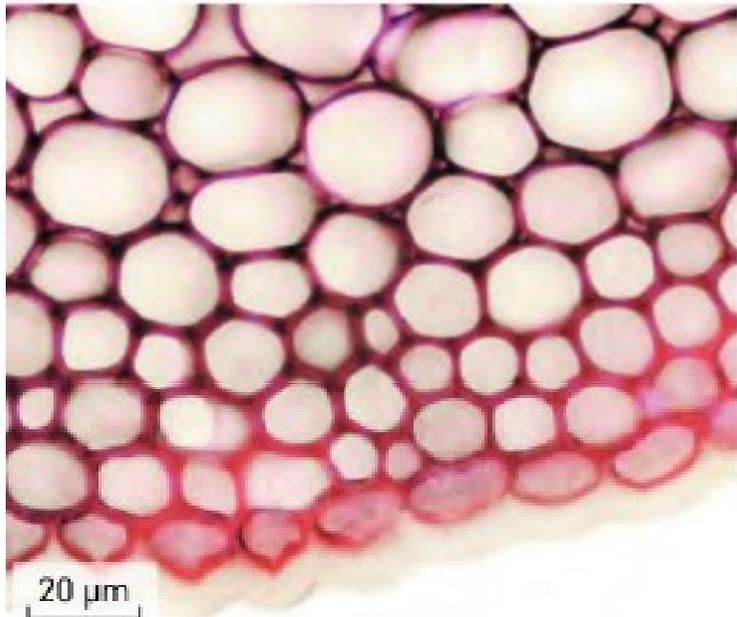
Nouvelles molécules (protides, lipides, glucides) permettant

Port et croissance de la  
plante

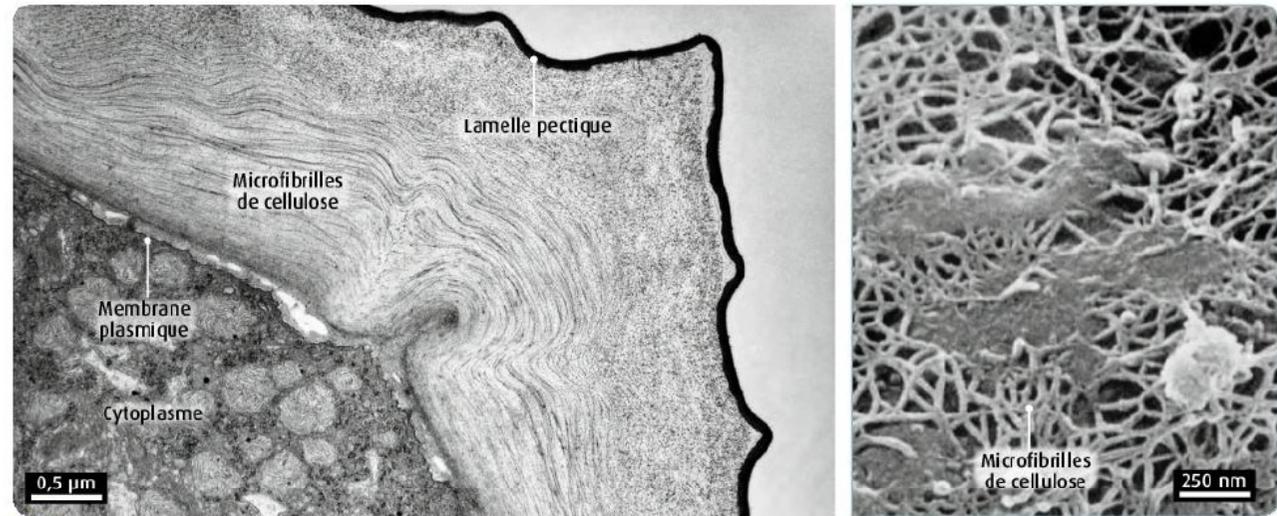
Stockage de réserves  
(mauvaise saison,  
reproduction)

Interaction avec d'autres  
espèces

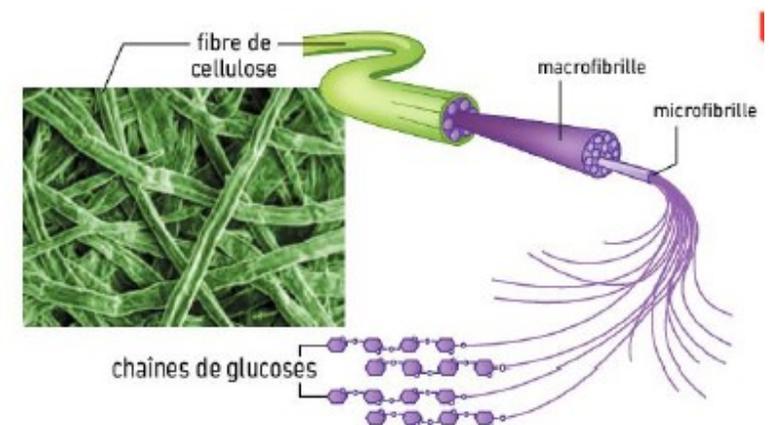
# La cellulose des paroi végétales



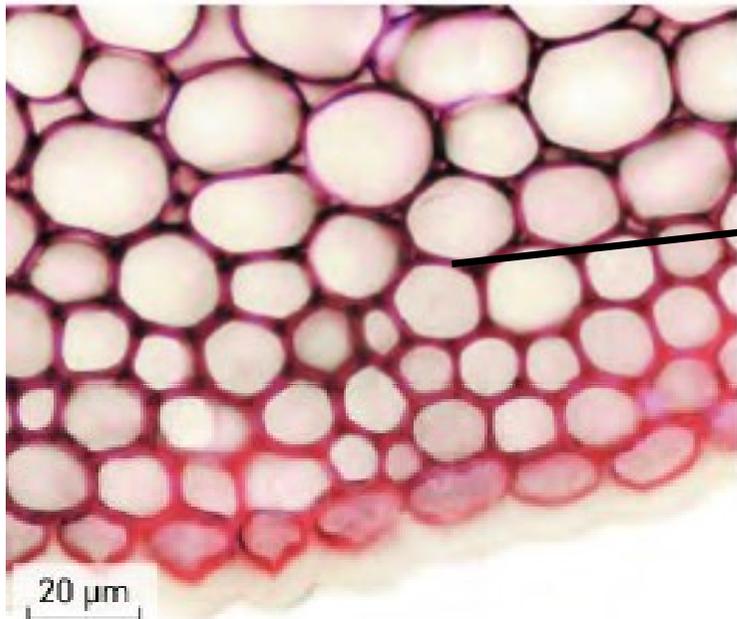
Cellules végétales observées au microscope optique après coloration au carmin acétique (la cellulose apparaît en rose).



Observation au MET (à gauche) et au MEB (à droite) de la paroi de cellules de filet d'étamine de blé. La cellulose est la molécule organique la plus abondante sur Terre, elle constitue l'essentiel de la biomasse des végétaux.



# La cellulose des paroi végétales



Cellules végétales observées au microscope optique après coloration au carmin acétique (la cellulose apparaît en rose).

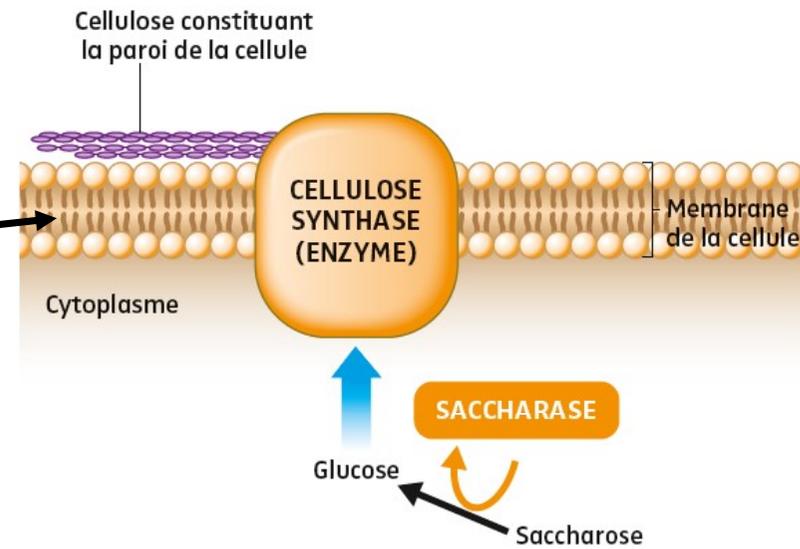
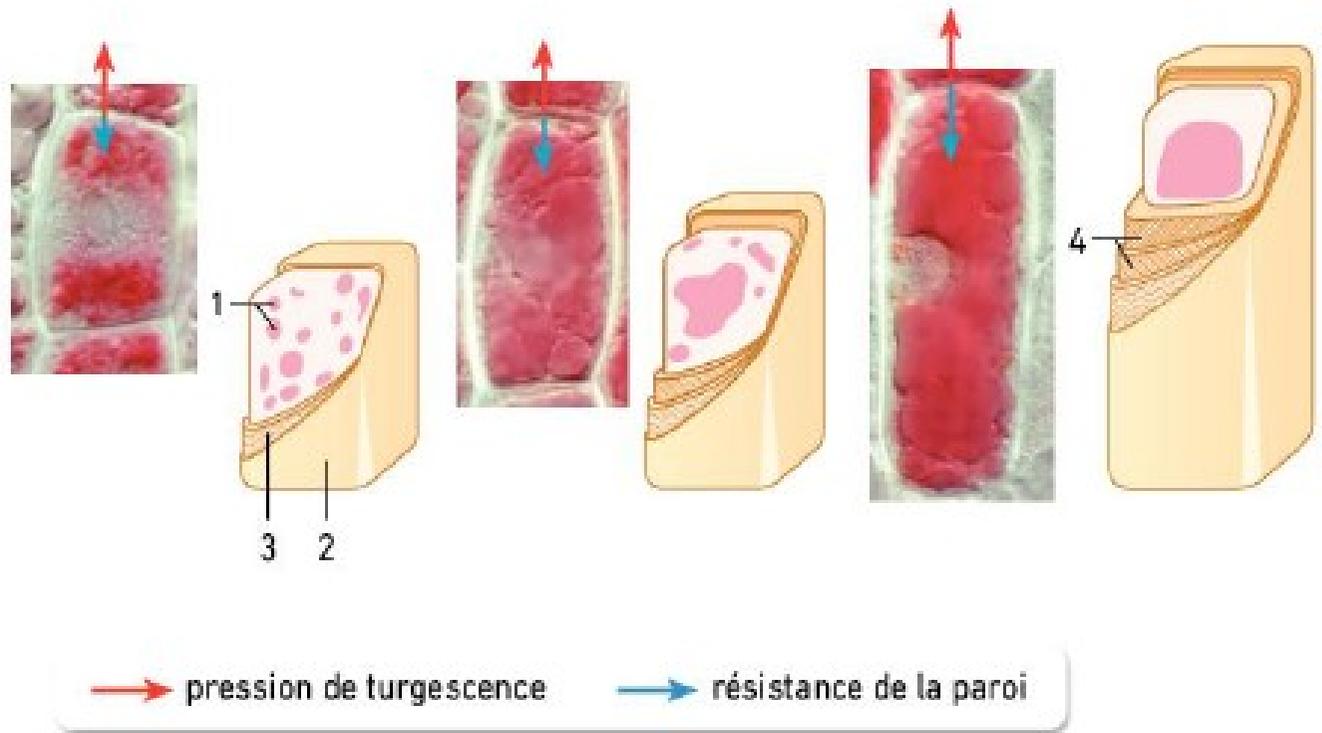


Schéma de l'enzyme produisant la cellulose au niveau de la membrane plasmique d'une cellule végétale.

## Composition de la paroi et élongation cellulaire

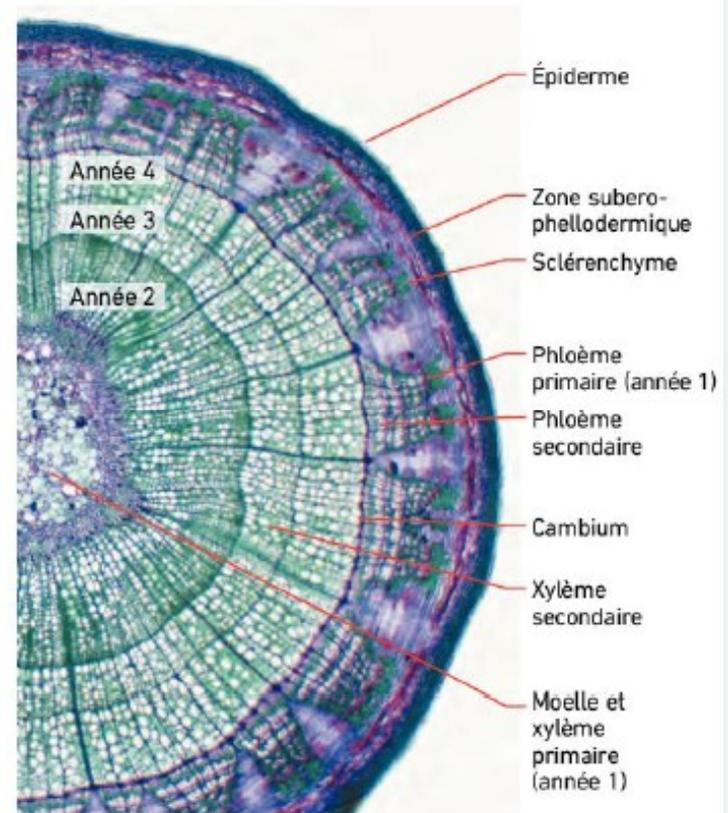
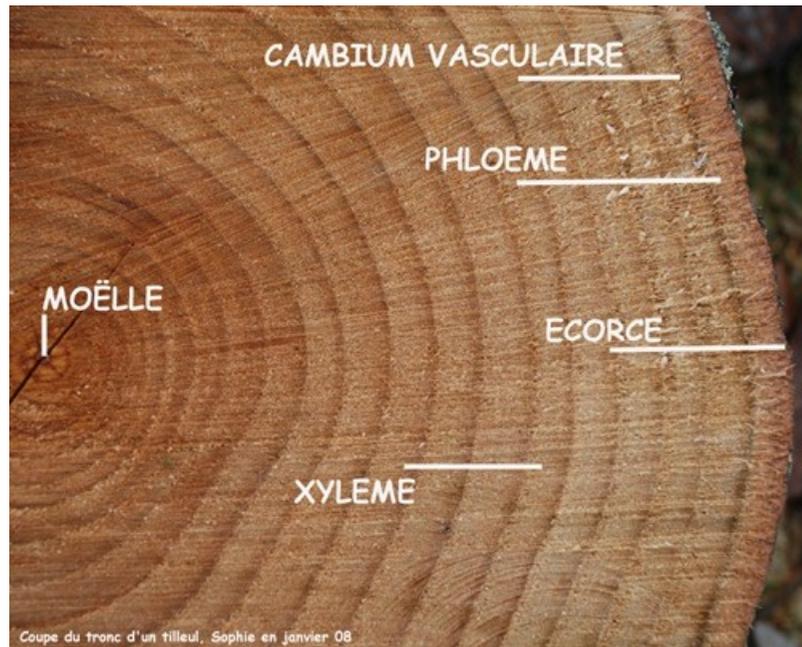
L'eau absorbée par la plante a tendance à s'accumuler dans les vacuoles\* des cellules (1), provoquant leur gonflement et exerçant de ce fait une pression dite « de turgescence » sur la paroi.

La paroi des jeunes cellules est fine. Elle contient des pectines\* (2) et peu de cellulose (3). La résistance est donc très inférieure à la pression de turgescence : la cellule répond à la contrainte en s'allongeant. Au cours de leur croissance, les cellules déposent des couches successives de fibres de cellulose entrecroisées (4). La paroi devient de plus en plus résistante et s'oppose finalement à la déformation. L'élongation s'arrête : les cellules ont alors atteint leur taille définitive.



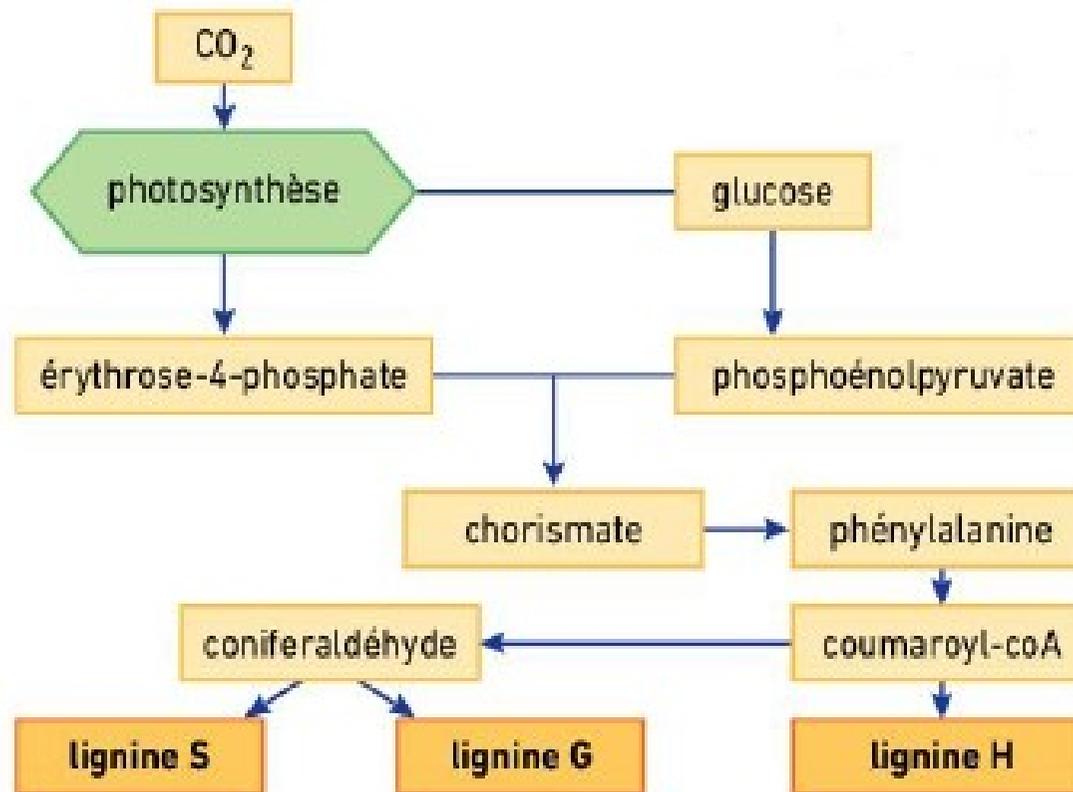
**C** Observation microscopique de l'élongation des cellules végétales et schémas d'interprétation.

# Lignine et port du végétal



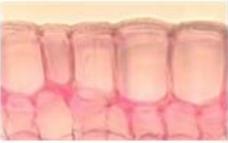
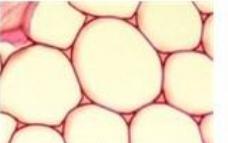
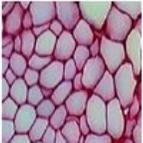
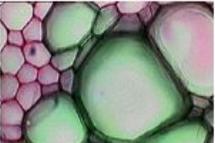
**B** Coupe transversale d'une tige de tilleul (arbre) âgée de 4 ans. Observation au MO\* après coloration au carmin vert d'iode (la lignine apparaît en vert).

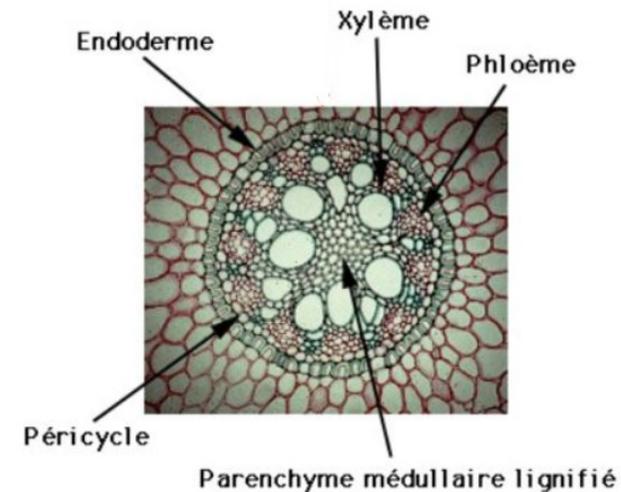
# La lignine, une molécule issues des produits de la photosynthèse



**A** Biosynthèse des lignines (simplifiée). Chaque flèche représente une série de réactions nécessitant chacune une enzyme spécifique.

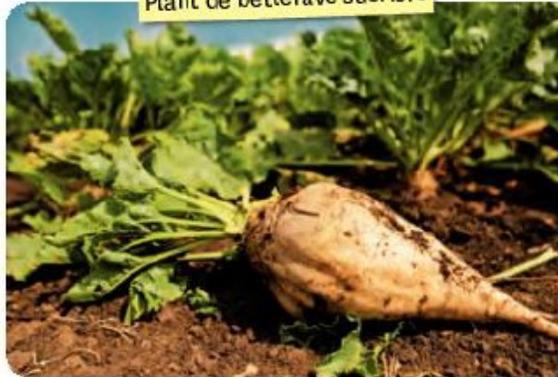
# Lignine et cellulose dans les cellules végétales

Tissus	Epiderme	Parenchyme	Sclérenchyme	Collenchyme	Phloème	Xylème
						
<b>Caractéristiques et coloration au carmin-vert d'iode</b>	<b>Tissu de protection</b> couche externe de cellules à paroi constituée de cellulose colorée en rose	<b>Tissu de remplissage</b> constitué de cellules à paroi fine et cellulosique, colorées en rose	<b>Tissu de soutien</b> dont les cellules ont une paroi épaisse et rigide composé de lignine épaisse et très rigide colorée en vert	<b>Tissu de soutien</b> dont les cellules ont une paroi très épaisse constituée de cellulose colorée en rose	<b>Tissu conducteur</b> , principalement de sève élaborée (molécules organiques). Cellules à paroi constituée de cellulose colorée en rose	<b>Tissu conducteur</b> d'eau et d'ions minéraux. Vaisseaux constitués de cellules mortes et vides souvent plus grosses que les autres réduites à une paroi constituée de lignine, épaisse et très rigide, colorée en vert



# Une mise en réserve des produits de la photosynthèse

Plant de betterave sucrière



Coupe transversale



## 5 La betterave sucrière.

La betterave sucrière (*Beta vulgaris*) présente une racine charnue dont les tissus stockent du saccharose, un sucre issu de la photosynthèse. Si elle est remise en terre, cette racine est capable de redonner une nouvelle plante. Les humains la cultivent notamment pour la fabrication de sucre en poudre.



# Des molécules de réserve variées



**A** Test du biuret sur des graines de haricot.



**B** Coupe de noix colorée au rouge Soudan III (MO).



**C** Test à la liqueur de Fehling sur le tubercule de la betterave.



**D** Pomme de terre colorée au lugol et amyloplastes dans une cellule de ce tubercule (MO).

## Recherche des protéines (test du biuret)

- Recouvrir l'échantillon d'une solution de sulfate de cuivre.
- Verser quelques gouttes d'hydroxyde de sodium (NaOH) à  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

La couleur bleu-violet met en évidence la présence de protéines.

## Recherche des lipides

- Couper très finement l'échantillon (pour une observation au microscope).
- Mettre l'échantillon dans un verre de montre.
- Ajouter quelques gouttes de rouge Soudan III.
- Monter entre lame et lamelle et observer au microscope.

Le rouge Soudan III met en évidence les lipides par une coloration rouge.

## Recherche de sucres simples

- Broyer et filtrer l'échantillon pour en extraire le jus.
- Verser 2 mL dans un tube à essai contenant 1 mL d'HCl à  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- Chauffer au bain-marie à  $60^\circ\text{C}$  quelques minutes.
- Verser le contenu du tube dans une solution de liqueur de Fehling (bleue).

La présence de glucose et de fructose issus de l'hydrolyse du saccharose est mise en évidence par un précipité rouge.

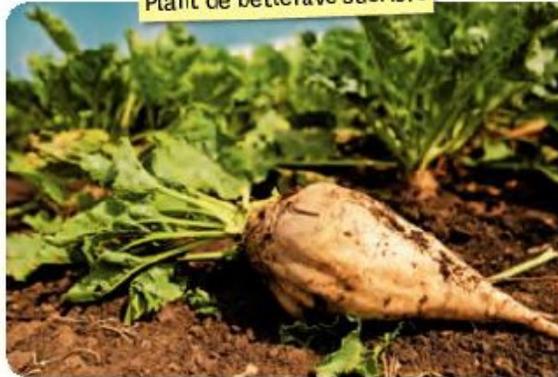
## Recherche d'amidon

- Couper très finement l'échantillon (pour une observation au microscope).
- Mettre l'échantillon dans un verre de montre.
- Ajouter quelques gouttes de lugol concentré.
- Monter entre lame et lamelle et observer au microscope.

Le lugol met en évidence la présence d'amidon dans les amyloplastes par une coloration bleue très foncée.

# Une mise en réserve des produits de la photosynthèse

Plant de betterave sucrière



Coupe transversale

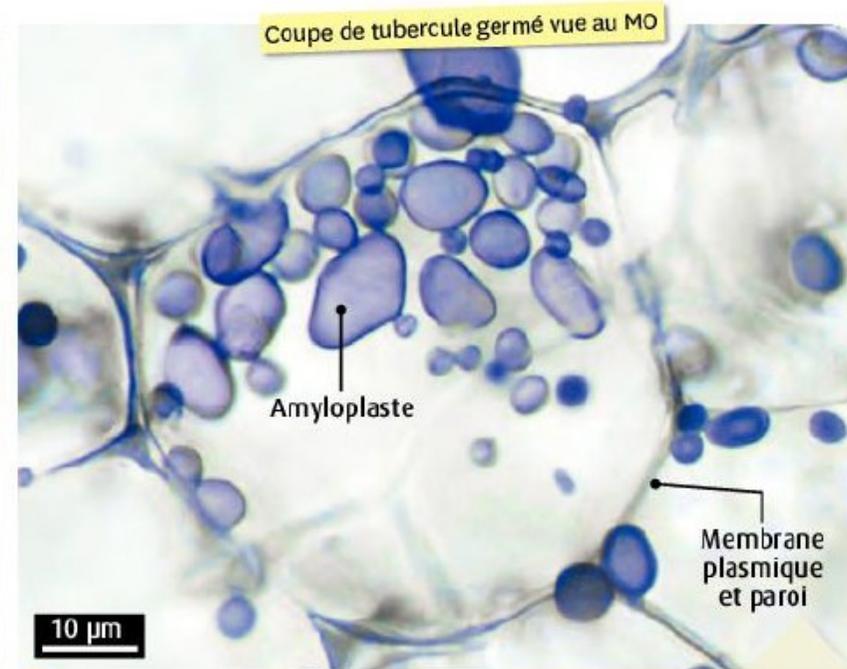
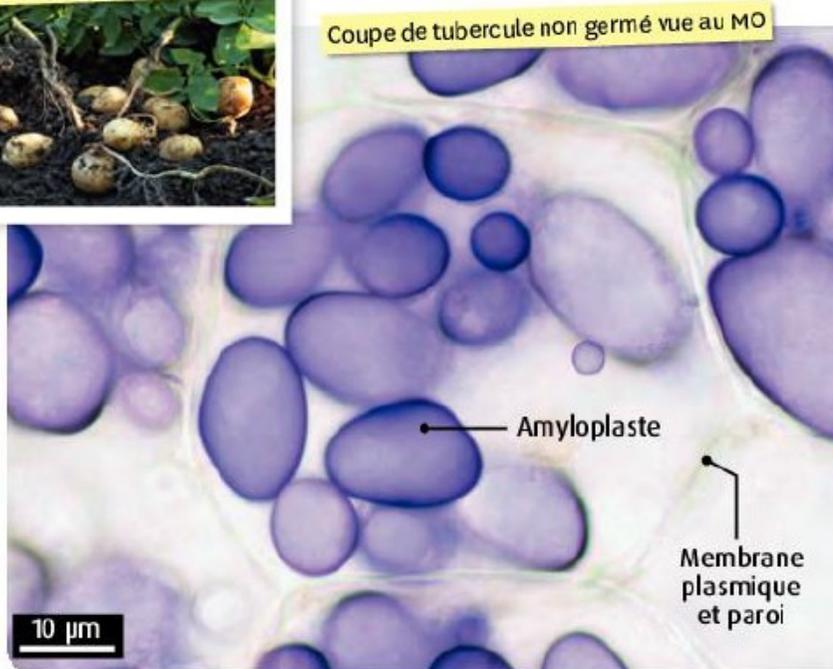


## 5 La betterave sucrière.

La betterave sucrière (*Beta vulgaris*) présente une racine charnue dont les tissus stockent du saccharose, un sucre issu de la photosynthèse. Si elle est remise en terre, cette racine est capable de redonner une nouvelle plante. Les humains la cultivent notamment pour la fabrication de sucre en poudre.



# Mise en réserve des produits de la photosynthèse (ex de la pomme de terre)



**1** Tubercules de pomme de terre et coupes vues au MO après coloration au lugol. Le lugol colore l'amidon en violet. S'il n'est pas ramassé, le tubercule peut passer l'hiver dans le sol et garder son pouvoir germinatif.

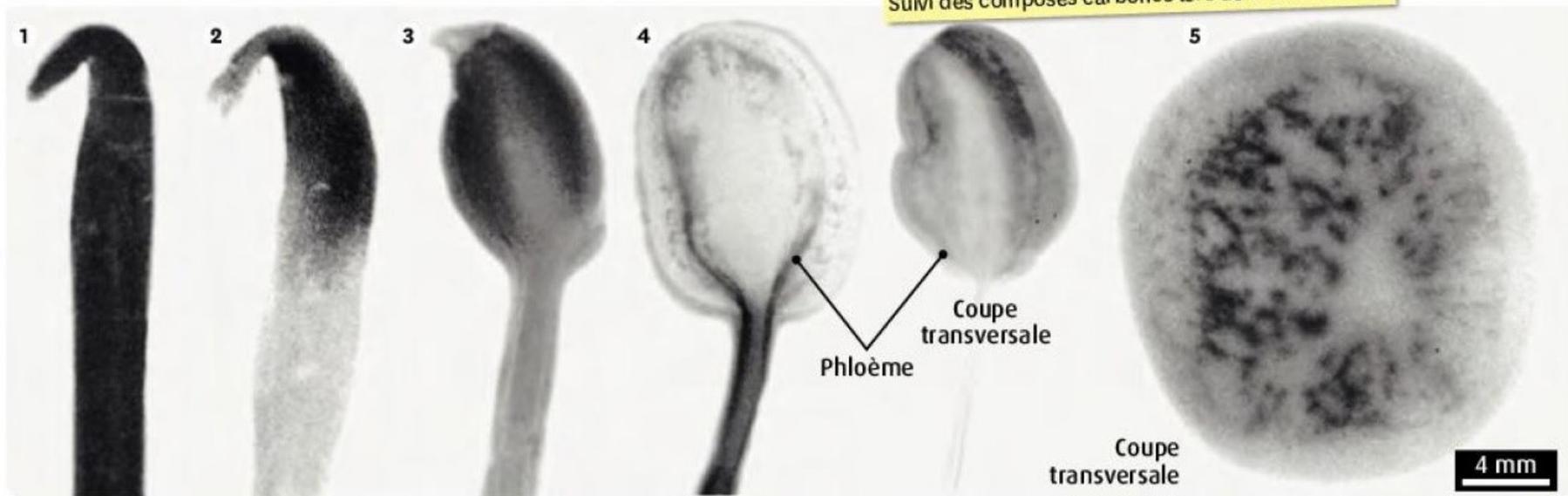
# Des molécules de réserve issues des produits de la photosynthèse

Extrémité de la tige souterraine

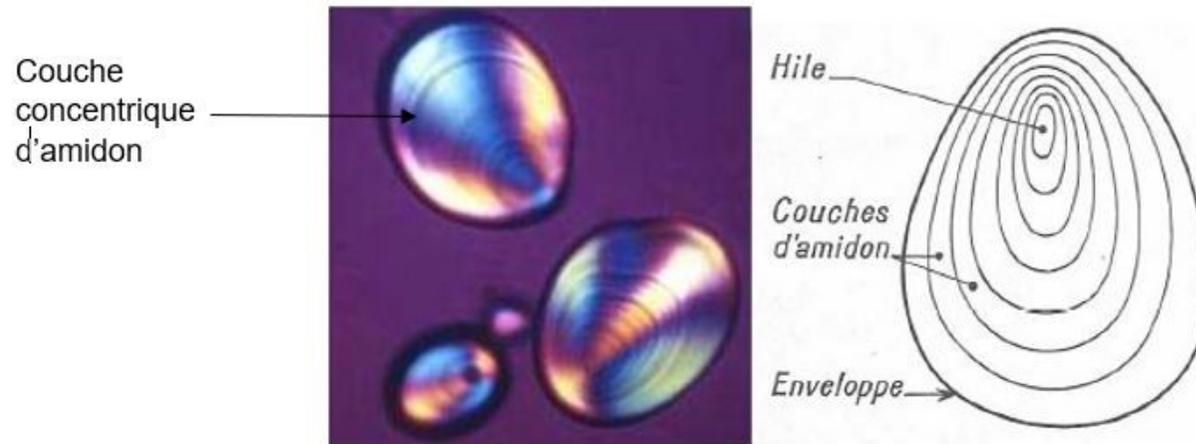


**Extrémité de la tige souterraine de plant de pomme de terre lors des premières étapes de formation du tubercule et suivi des composés carbonés.** Les plantes ont été mises en présence de  $\text{CO}_2$  marqué avec l'isotope  $^{14}\text{C}$  radioactif du carbone. Des autoradiographies ont été réalisées lors des premiers stades de la croissance du tubercule ou tubérisation. La présence de composés contenant du  $^{14}\text{C}$  se manifeste par des zones foncées sur les autoradiographies.

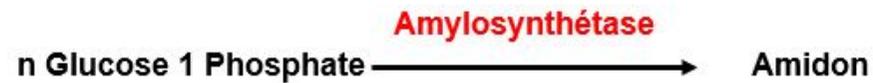
Suivi des composés carbonés lors de la tubérisation



# Mise en réserve des produits de la photosynthèse (ex de la pomme de terre)

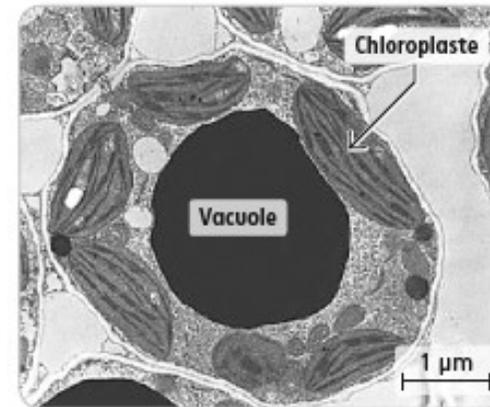
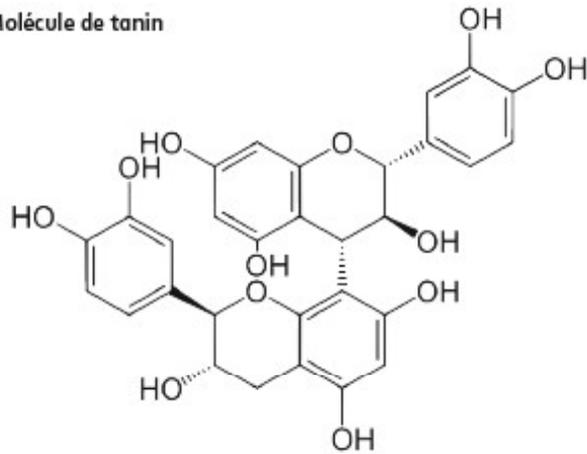


Amyloplastes observés en lumière polarisée (microscope optique x1000) et interprétation

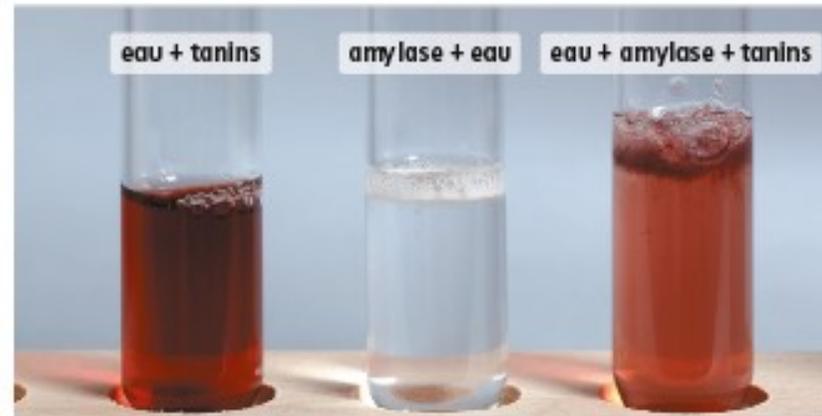


# Les tanins, des métabolites secondaires qui protègent des prédateurs

Molécule de tanin



**6** Photographie au microscope électronique d'une cellule de feuille de sensitive *Mimosa pudica*. Les tanins opaques aux électrons apparaissent en noir et remplissent la vacuole centrale de la cellule.



L'action des tanins en présence d'enzyme salivaire d'un phytophage.

## Les tanins, des métabolites secondaires qui protègent des prédateurs

Les dégâts causés par la larve du *Bombyx disparate* sont considérables. Après une attaque, les chênes produisent de nouvelles feuilles beaucoup plus riches en tanins, ce qui limite la prolifération de la larve. Les tanins sont des molécules au goût désagréable repoussant les phytophages.



▲ **Chenille au 5<sup>e</sup> stade larvaire**  
(5 paires de « verrues bleues » vers la tête, 6 paires de « verrues rouges » vers l'abdomen).



▲ **Papillon mâle de *Bombyx disparate*.**



▲ **Dégâts sur un rameau de chêne causés par la larve.**

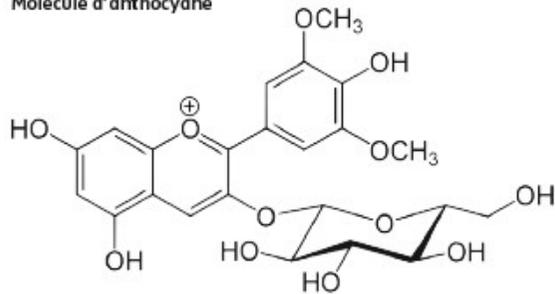
Le *Bombyx disparate* est un papillon dont la chenille se nourrit des feuilles de chêne.

# Les anthocyanes, des métabolites secondaires qui favorisent la reproduction



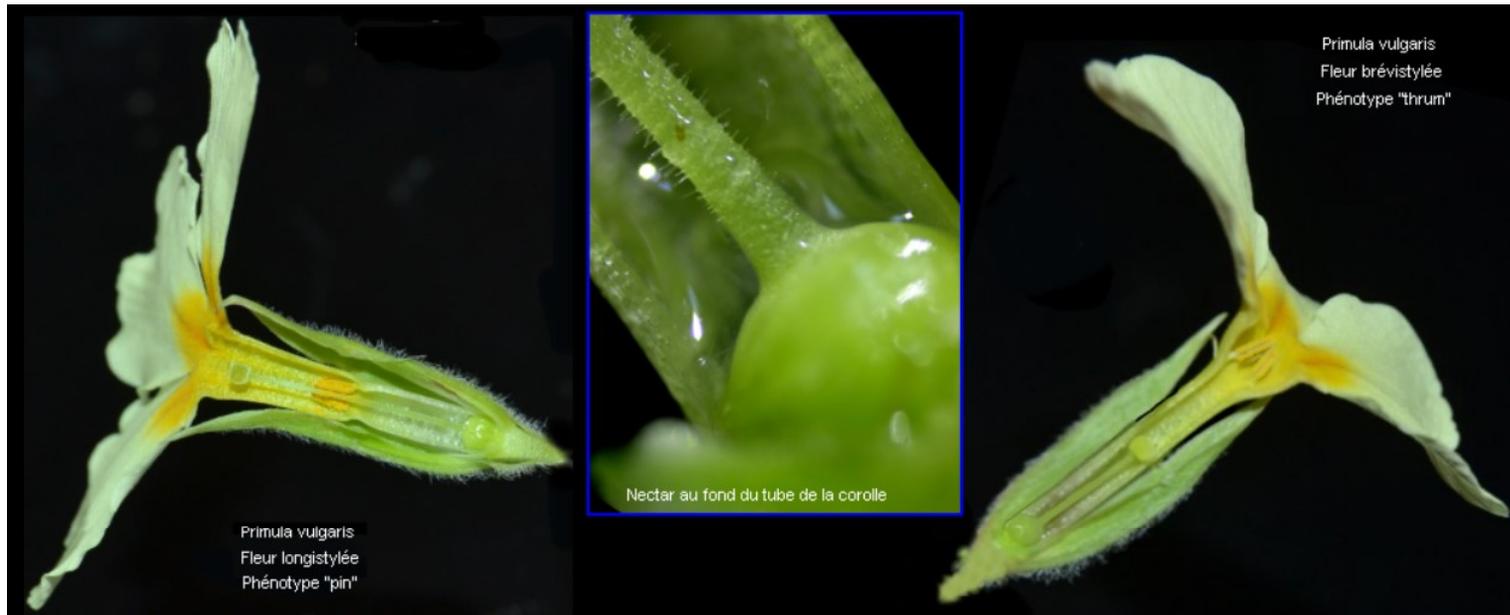
Une fauvette à tête noire, en train de consommer une baie de sureau noir. Les baies de cet arbre sont riches en anthocyanes, responsables de leur couleur attractive pour les oiseaux. En mangeant ces fruits, les oiseaux vont permettre de disperser les graines qu'ils contiennent.

Molécule d'anthocyane



**3** Les anthocyanes contenues dans les pétales des fleurs réfléchissent les rayonnements ultraviolets visibles par les insectes. Ils sont en partie responsables de la couleur des fleurs ou des fruits. À gauche, la vision de la fleur de populage en lumière naturelle. À droite, la vision de la même fleur avec un filtre ultraviolet, comme l'observerait un insecte. En attirant les pollinisateurs, la fleur favorise la dispersion du pollen et la fécondation entre individus différents. Ce pollen peut aussi servir de nourriture pour les insectes.

# Le nectar attire les insectes pollinisateurs



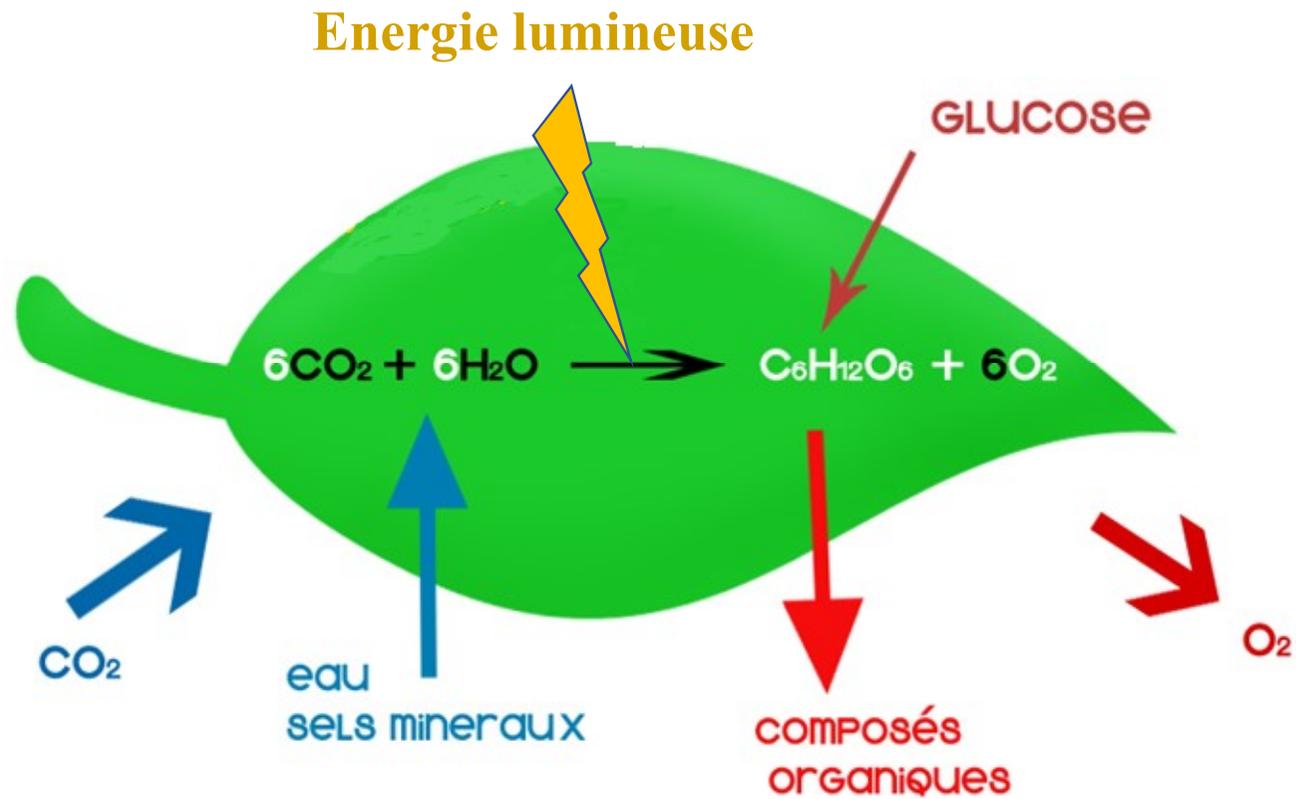
**Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée**

**Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée**

**I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.**

**II. Organisation de la plante et approvisionnement des feuilles en éléments nécessaires à la photosynthèse.**

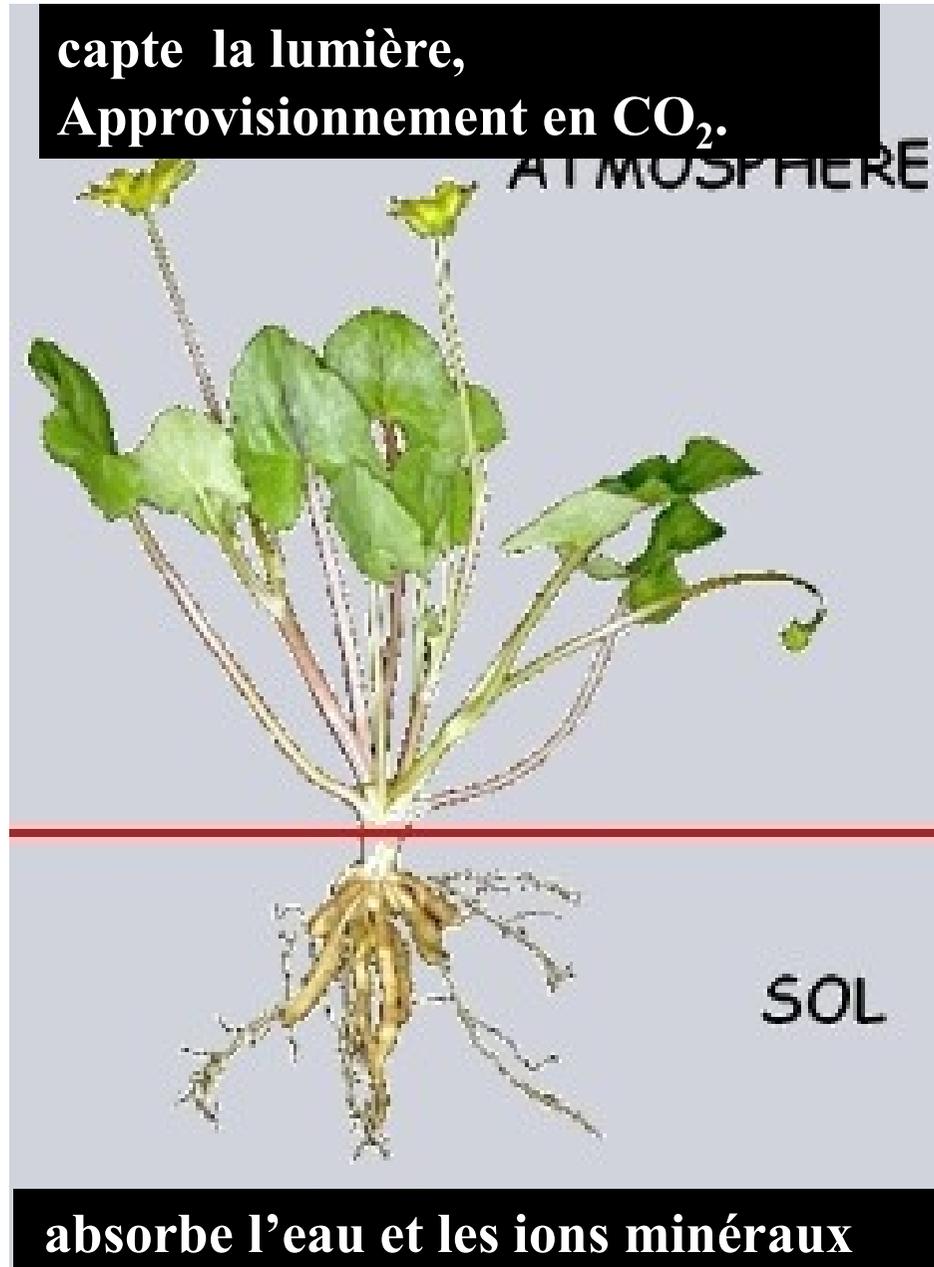
## Les besoins nutritifs des plantes à fleurs



**Organisation d'une plante  
à fleurs**

**L'appareil aérien**

**L'appareil racinaire**



## **Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée**

### **Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée**

**I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.**

**II. Organisation de la plante et approvisionnement des feuilles en éléments nécessaires à la photosynthèse.**

**A. De vastes surfaces d'échanges permettent l'approvisionnement en substances nutritives et la captation de lumière.**

**1. Les adaptations au niveau du système racinaire.**

## Le système racinaire



**nombreuses  
longues  
ramifiées**



**grande surface de  
contact avec le sol**

## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

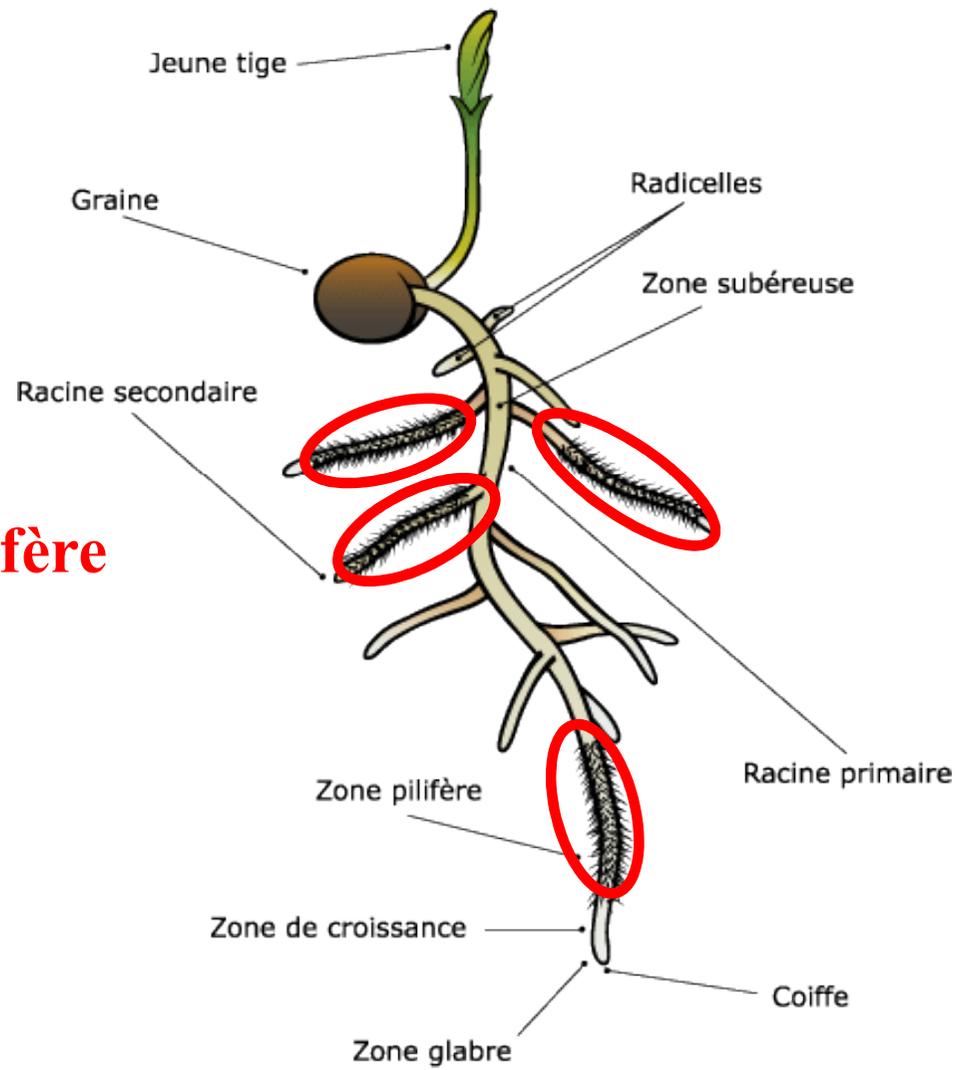
II. Organisation de la plante et approvisionnement des feuilles en éléments nécessaires à la photosynthèse.

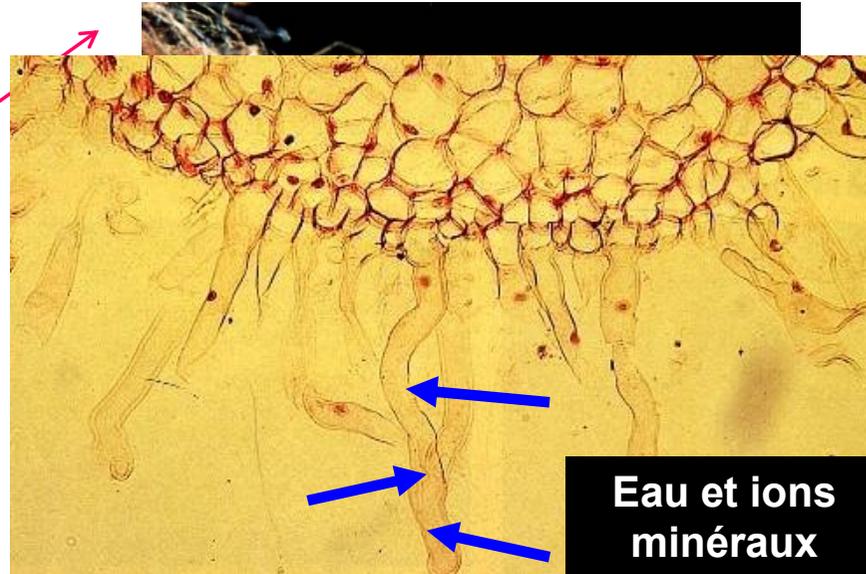
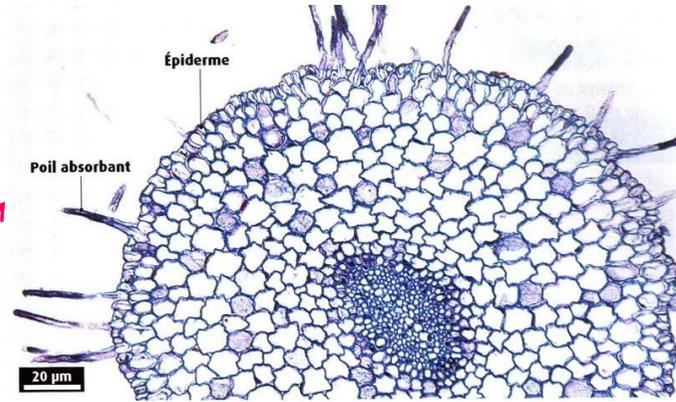
A. De vastes surfaces d'échanges permettent l'approvisionnement en substances nutritives et la captation de lumière.

1. Les adaptations au niveau du système racinaire.

a. des cellules spécialisées au niveau des racines.

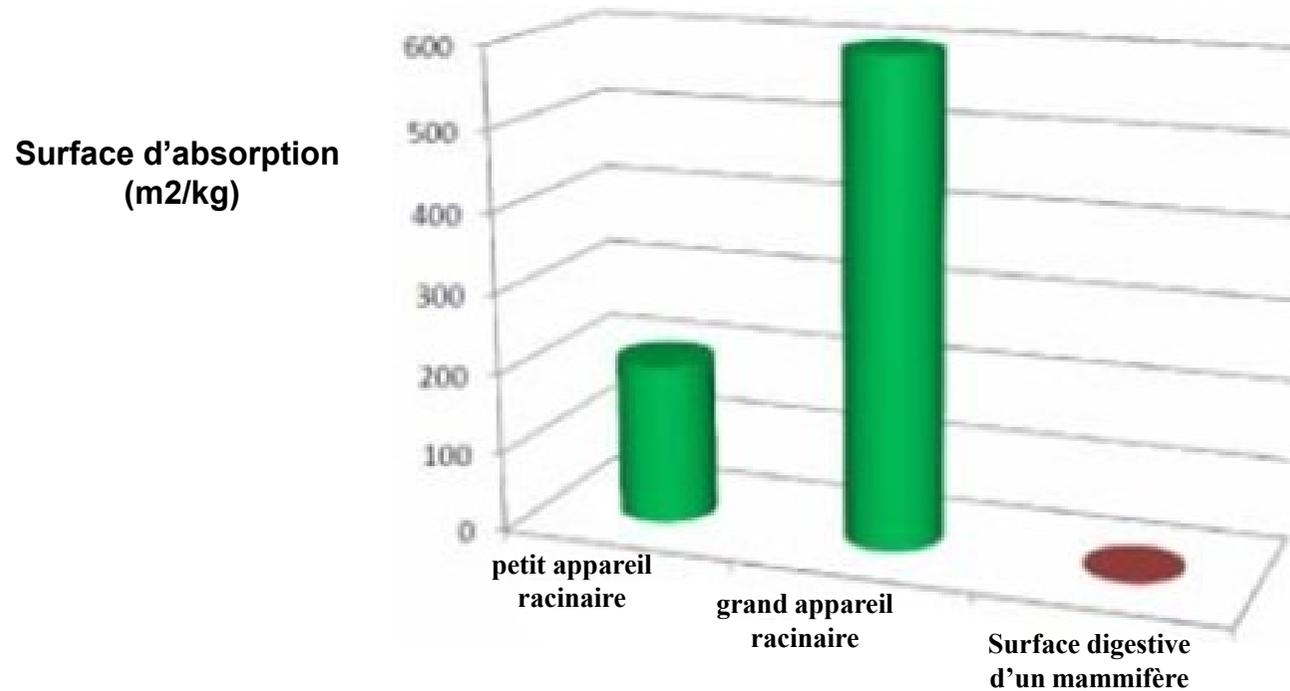
## Zone pilifère





**Poils absorbants nombreux, longs et fins = surface de contacts très importante avec le sol**

## Surface d'absorption (m<sup>2</sup>/kg) comparée/plante animal



**Très grande surface d'échange par rapport à la masse de la plante**

## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

II. Organisation de la plante et approvisionnement des feuilles en éléments nécessaires à la photosynthèse.

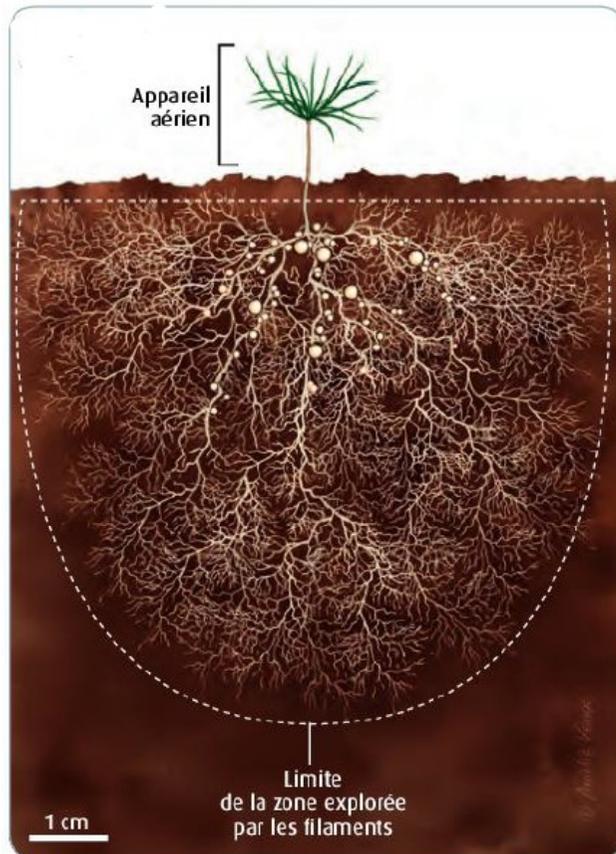
A. De vastes surfaces d'échanges permettent l'approvisionnement en substances nutritives et la captation de lumière.

1. Les adaptations au niveau du système racinaire.

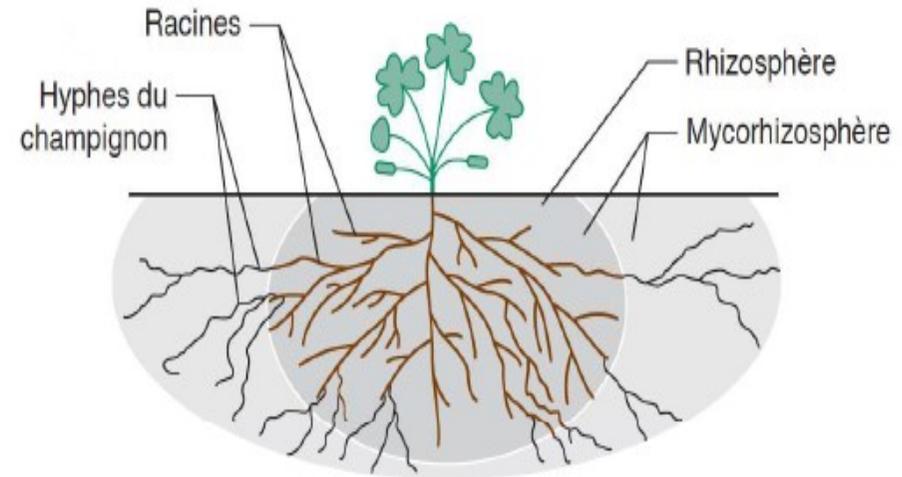
a. des cellules spécialisées au niveau des racines.

b. des associations symbiotiques facilitent l'approvisionnement en eau et en ions minéraux.

# Des symbioses qui augmentent la surface d'échange avec le sol



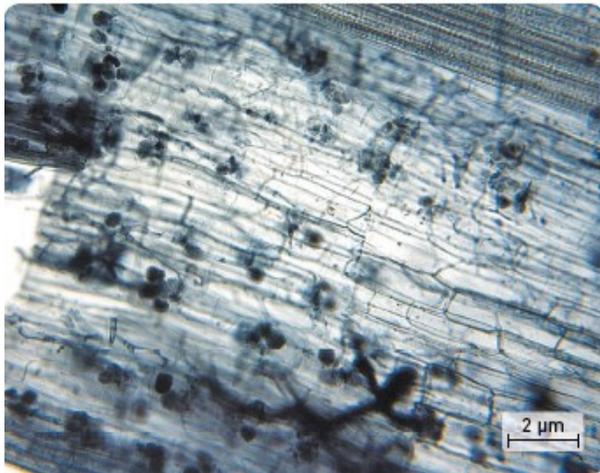
**5 Visualisation schématique du système mycorhizien d'une jeune plantule de pin.** Chez plus de 90 % des plantes, les racines sont associées à des champignons avec lesquels elles forment des structures symbiotiques appelées mycorhizes. Le champignon dégrade la matière organique et prélève les éléments nutritifs du sol qu'il transmet en partie à la plante ; la plante en retour transmet aux champignons des sucres d'origine photosynthétique.



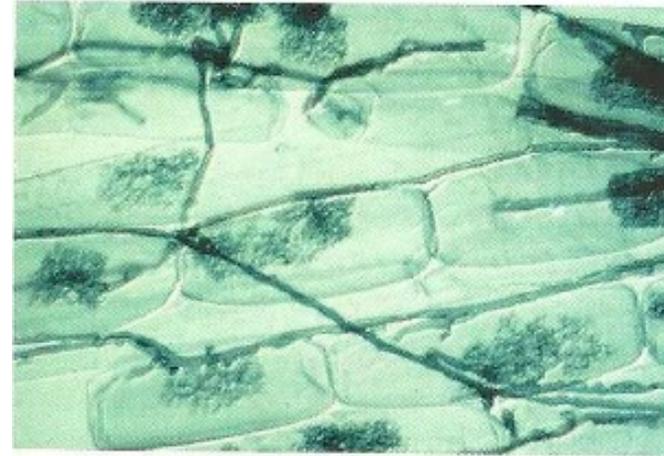
Les hyphes augmentent de façon considérable le volume de sol exploitable

Les mycorhizes sont des structures formées de l'association symbiotique entre une plante et un champignon. Ce dernier fournit au végétal l'eau et les ions minéraux qu'il puise dans le sol. La plante fournit au champignon des molécules organiques issues de la photosynthèse. Les mycorhizes multiplieraient par 100 à 1000 la surface d'échange du végétal avec le sol.

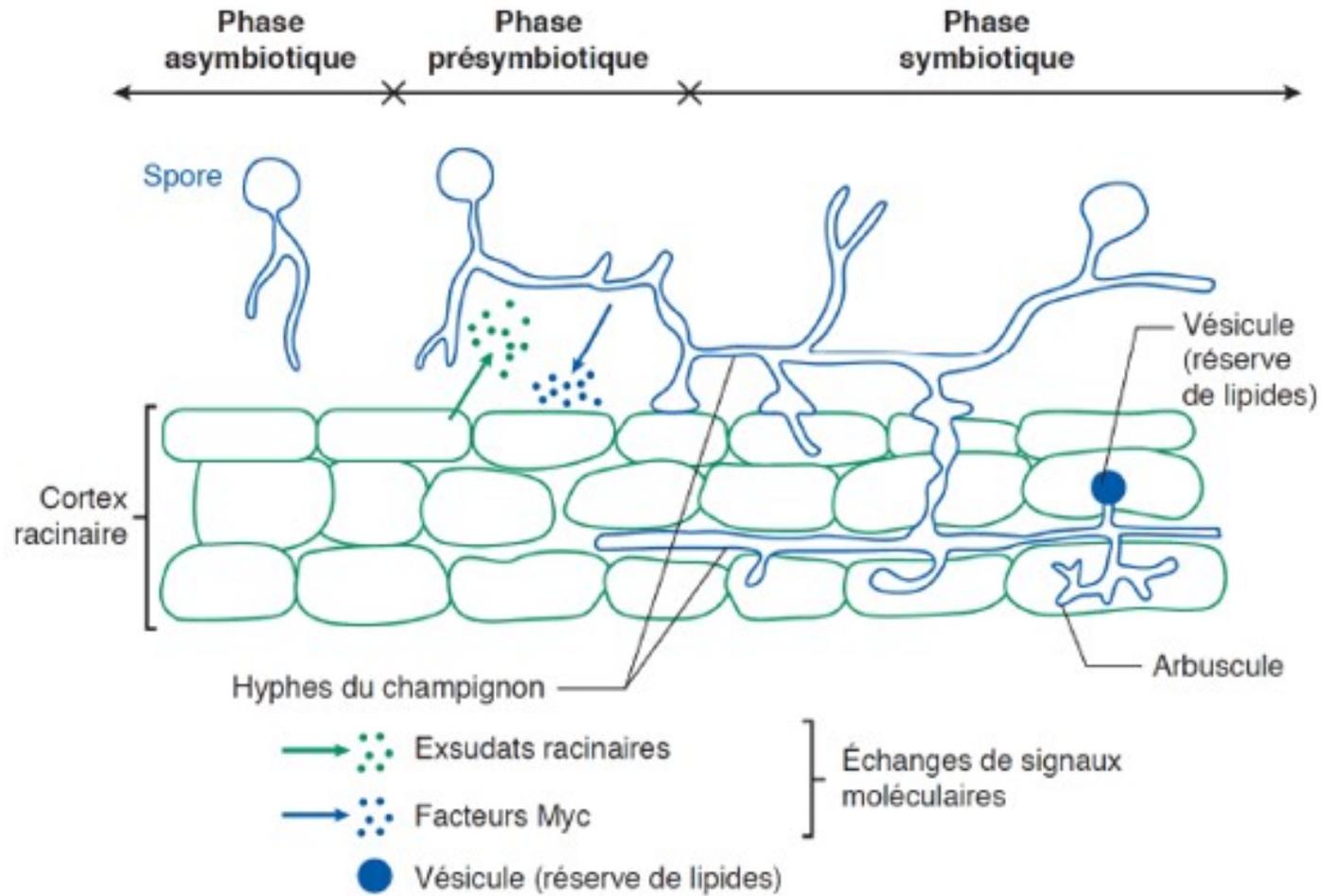
# Une association très étroite entre le champignon et les cellules du végétal



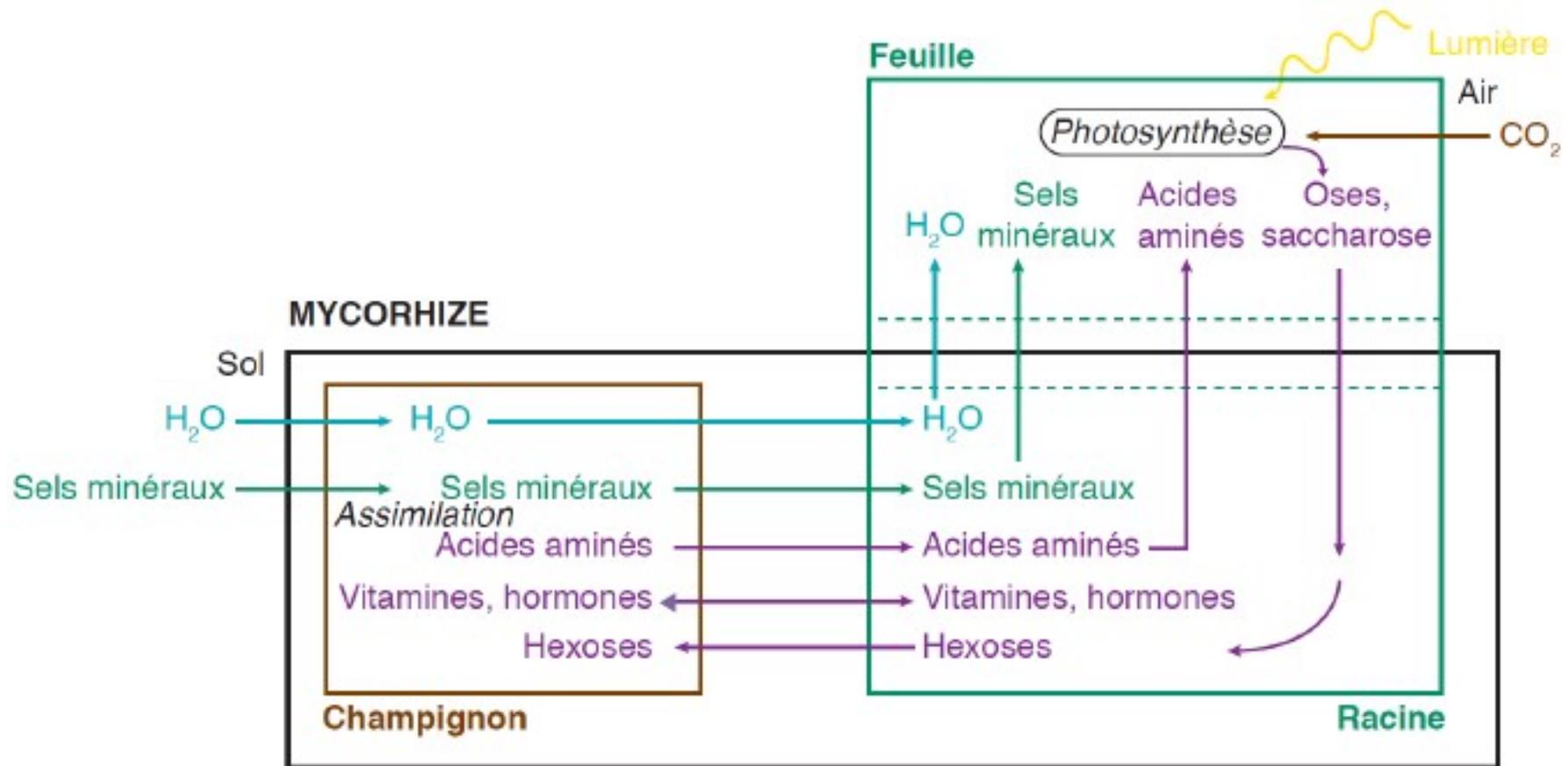
**Mycorhize d'une racine de Iln.** Les cellules du champignon sont colorées en noir tandis que celles de la plante ne sont pas colorées.



# Mise en place d'une mycorhize

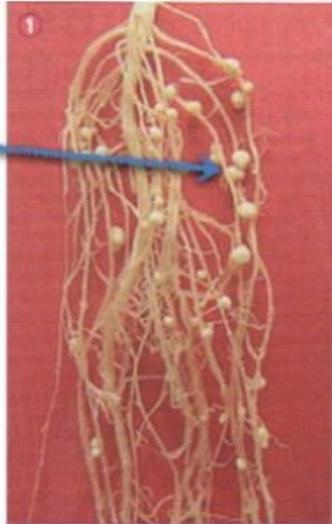


## Une association à bénéfices réciproques



# Une association symbiotique entre une bactérie et les racines du végétal

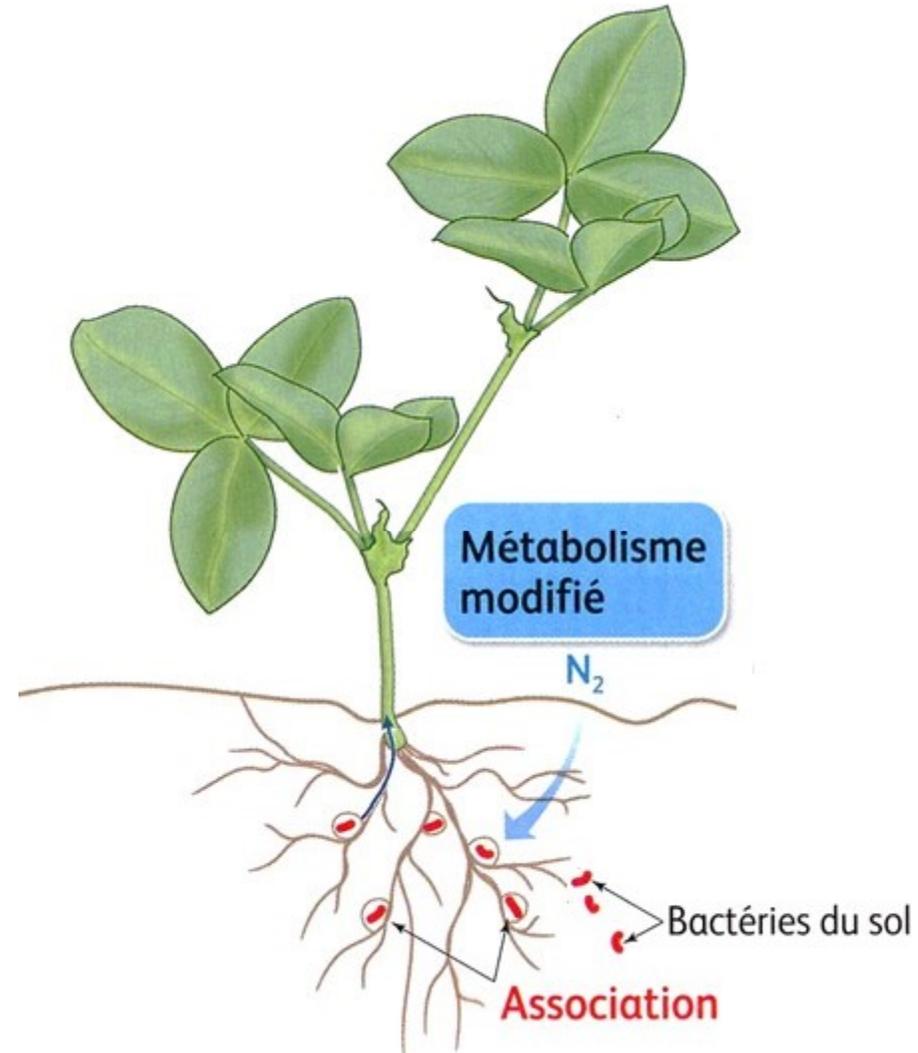
Nodosités



Document 1 : Comparaison après un an de culture d'un plant de corroyère du Japon (*Coriaria myrtifolia*) seule ou en association avec des bactéries du genre *Rhizobium*

La croissance de plants de soja japonais « inoculés » ou non avec des bactéries du genre «*Rhizobium* » a été mesurée. La masse totale d'azote dans ces plants a également été déterminée. Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous.

Plants	Longueur totale des pousses (en cm)	Masse de la plante sèche (en mg)	Masse totale d'azote (en mg)
sans nodule	68.5	0.42	0.0034
avec nodules	225.5	9.51	0.1012



## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

II. Organisation de la plante et approvisionnement des feuilles en éléments nécessaires à la photosynthèse.

A. De vastes surfaces d'échanges permettent l'approvisionnement en substances nutritives et la captation de lumière.

1. Les adaptations au niveau du système racinaire.

a. des cellules spécialisées au niveau des racines.

b. des associations symbiotiques facilitent l'approvisionnement en eau et en ions minéraux.

2. Les adaptations au niveau des feuilles.

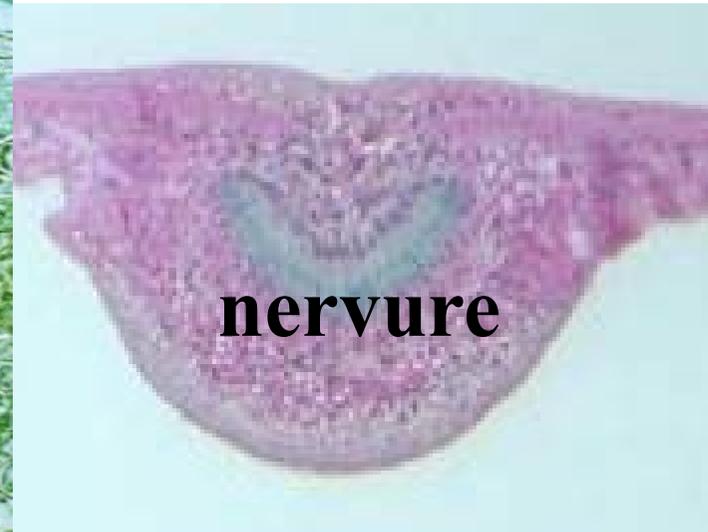
## **La forme des feuilles favorise l'approvisionnement**



**Les feuilles sont plates**

**Très grande surface exposée aux rayons solaires et au contact de l'air.**

## Coupe transversale de feuille



**Les feuilles sont fines**

**La lumière parvient à toutes les cellules.**

## Surface d'absorption (m<sup>2</sup>/kg) comparée/plante animal

Surfaces estimées		Surfaces (m <sup>2</sup> )	surfaces/masse (m <sup>2</sup> / kg)
Externe	Peau	1,9	0,027
Internes	Muqueuse intestinale	200	2,8
	alvéoles pulmonaires	130	1,85

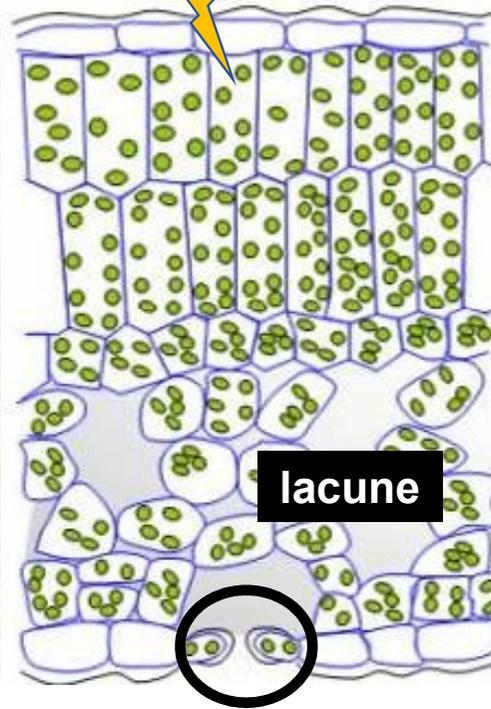
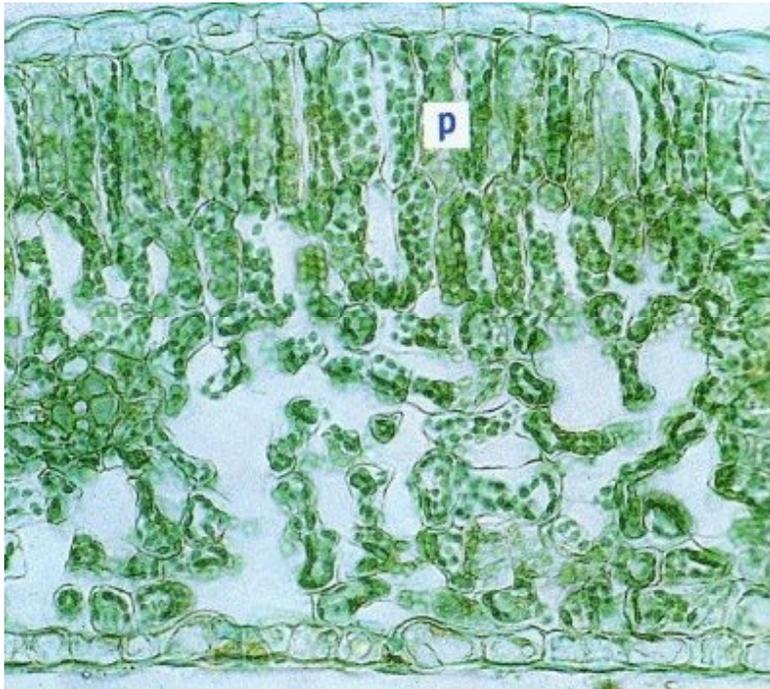
**feuille**

**= 6**

**Très grande surface d'échange par rapport à la masse de la plante**

L'organisation de la feuille favorise l'approvisionnement en CO<sub>2</sub> et la captation de la lumière

Énergie  
lumineuse



transparent

cuticule  
Épiderme >

Parenchyme  
palissadique

Photosynthèse

Parenchyme  
lacuneux

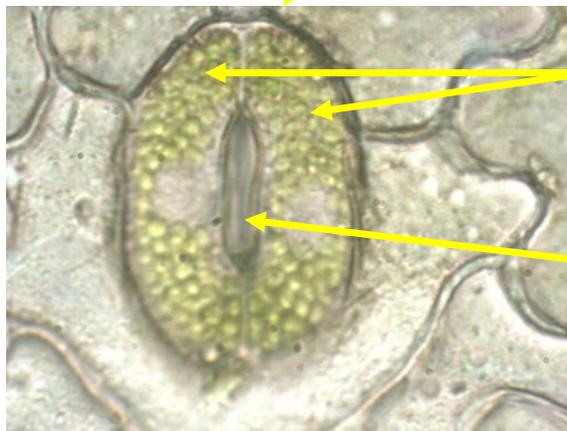
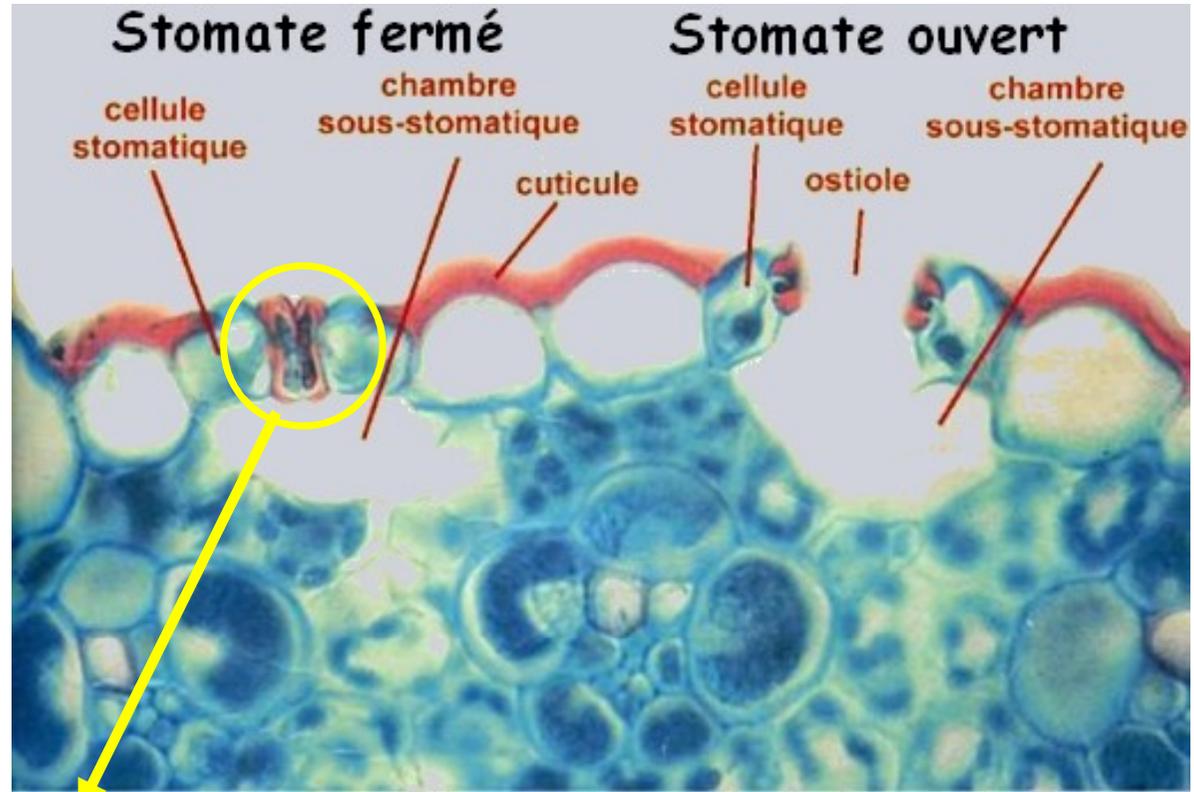
Circulation  
des gaz

Épiderme <  
cuticule

lacune

stomate

Pénétration du CO<sub>2</sub>



**deux cellules stomatiques**

**l'ostiole**

## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

II. Organisation de la plante et approvisionnement des feuilles en éléments nécessaires à la photosynthèse.

A. De vastes surfaces d'échanges permettent l'approvisionnement en substances nutritives et la captation de lumière.

1. Les adaptations au niveau du système racinaire.

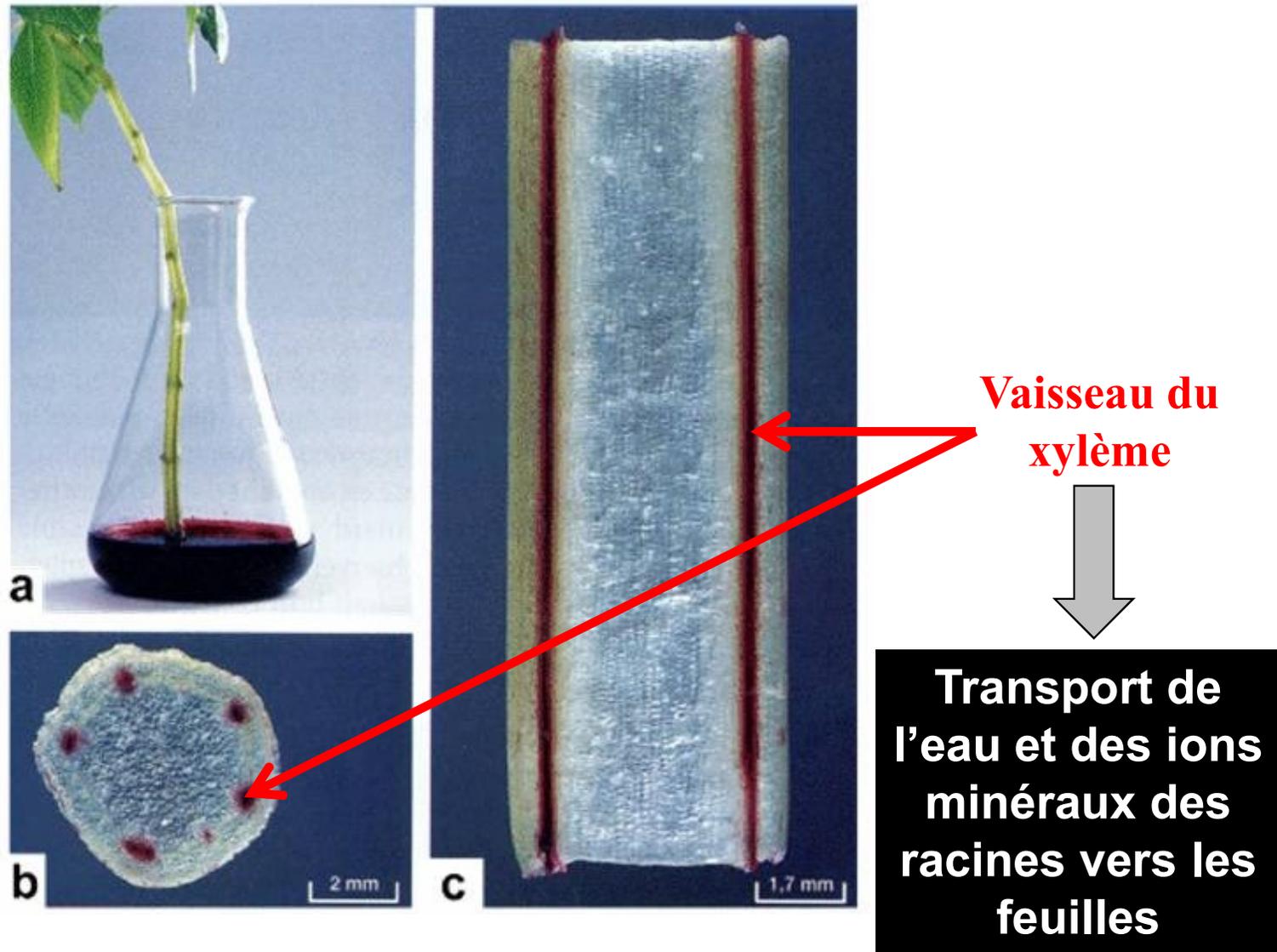
a. des cellules spécialisées au niveau des racines.

b. des associations symbiotiques facilitent l'approvisionnement en eau et en ions minéraux.

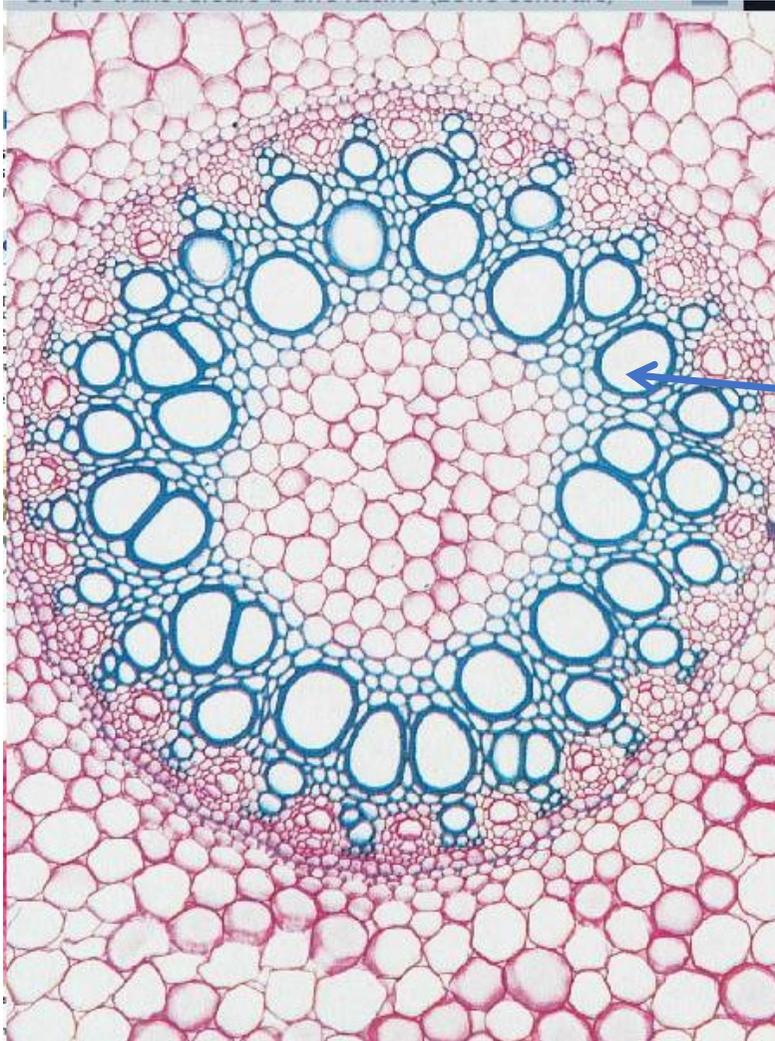
2. Les adaptations au niveau des feuilles.

B. Des vaisseaux conducteurs assurent la circulation de matières entre les parties aériennes et souterraines.

## Acheminement de l'eau et des ions minéraux vers les feuilles

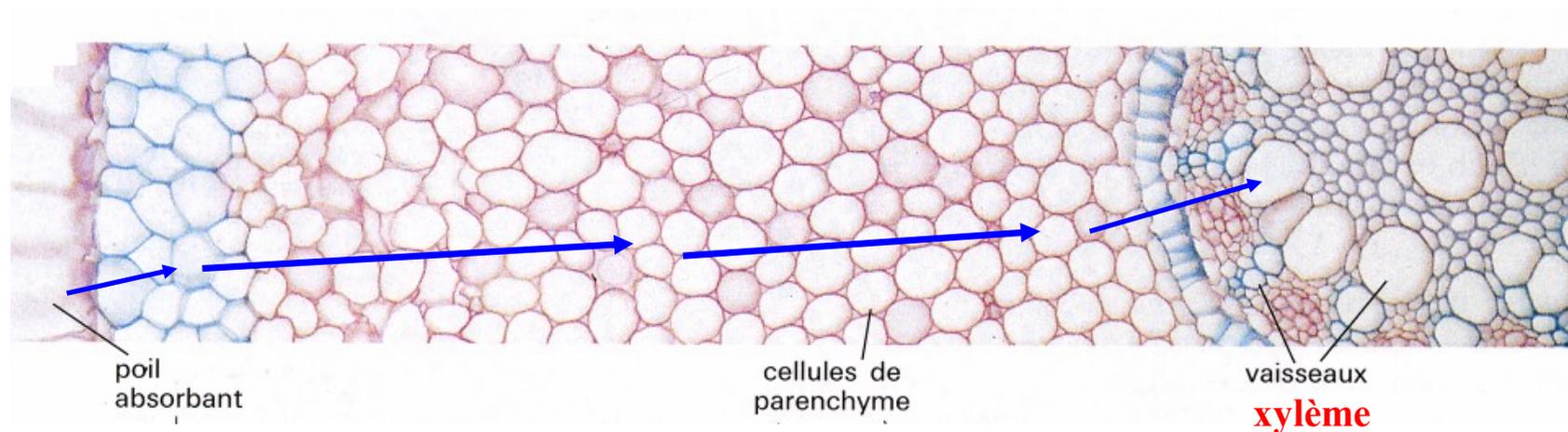


## Coupe transversale de racine

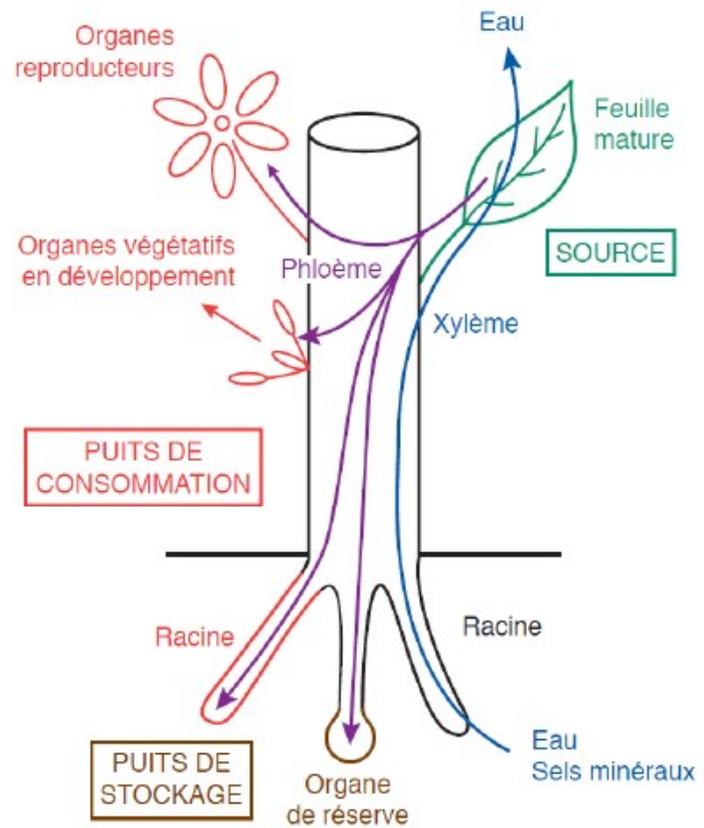


Xylème

## L'eau et les ions minéraux (sève brute) gagnent les vaisseaux du xylème



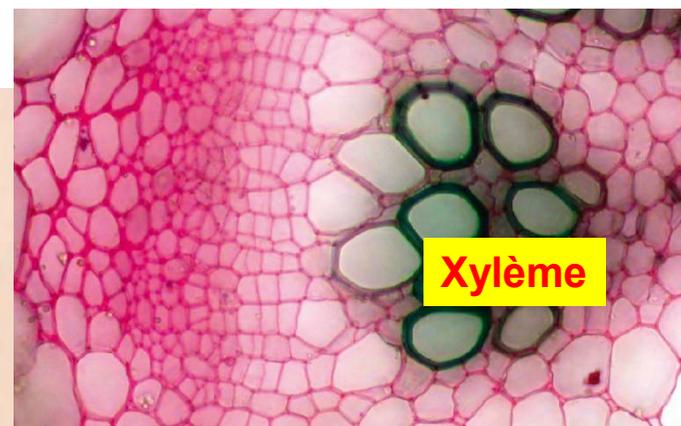
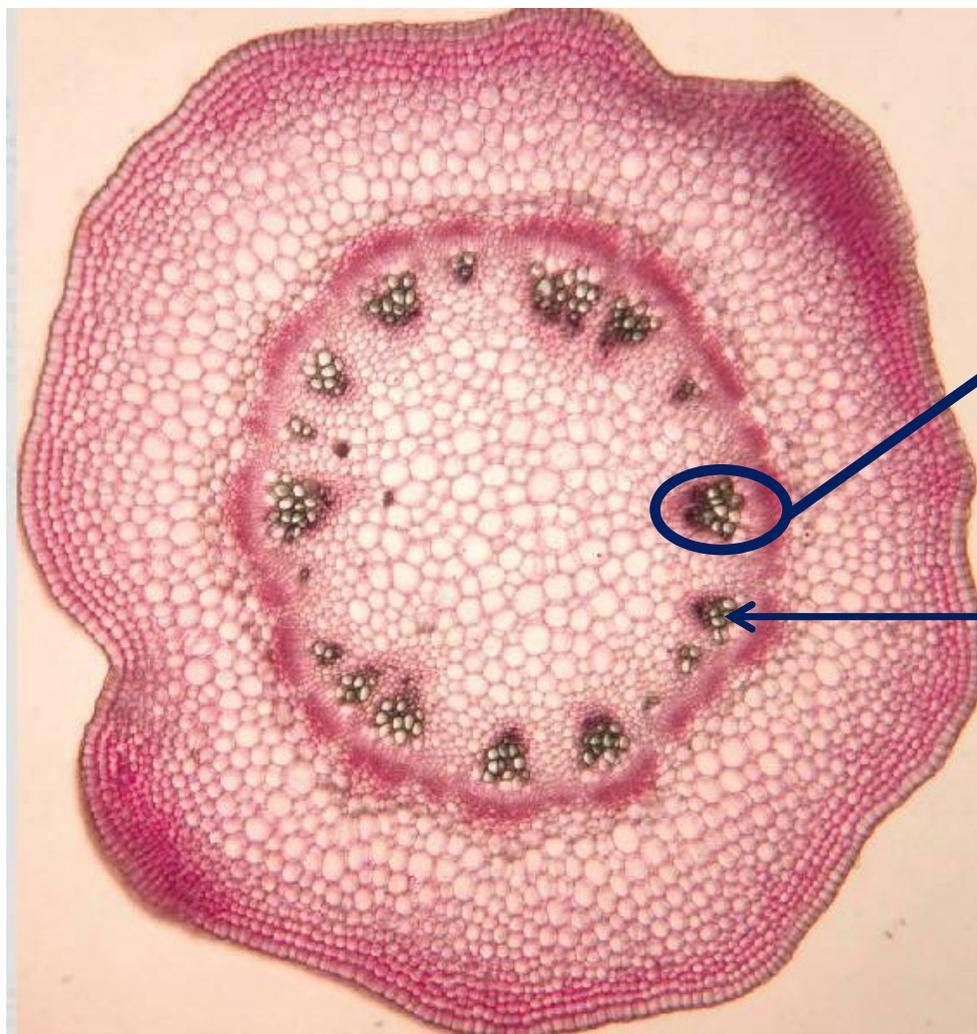
**Circulation de l'eau et des ions minéraux = sève brute**



anté est celui d'une angiosperme pendant une journée d'été. Flèche bleue : sève brute; flèche violette.

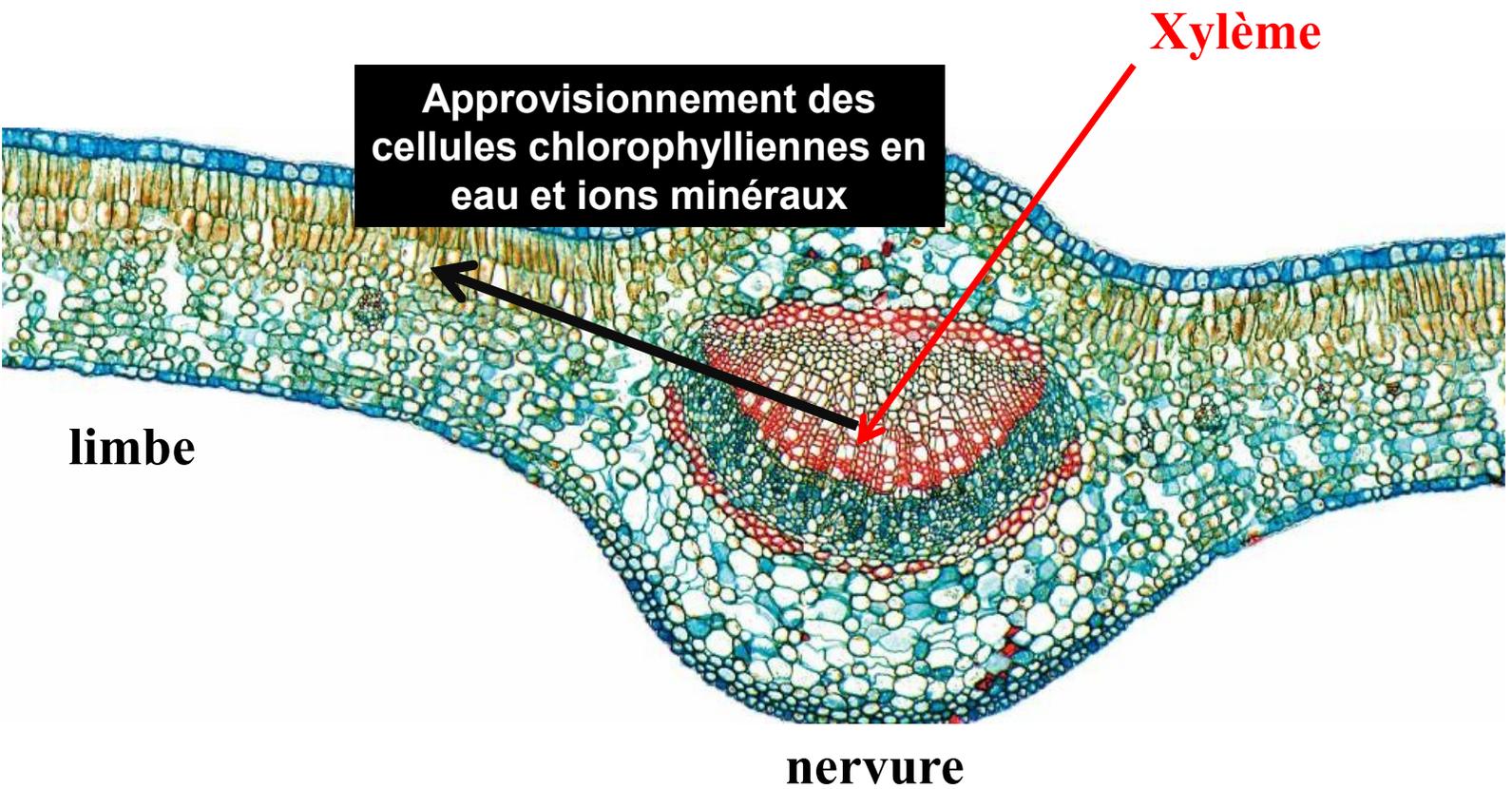
**FIGURE 12. Corrélations trophiques entre organes chez Angiospermes (été).**  
D'après SEGARRA *et al.* (2015).

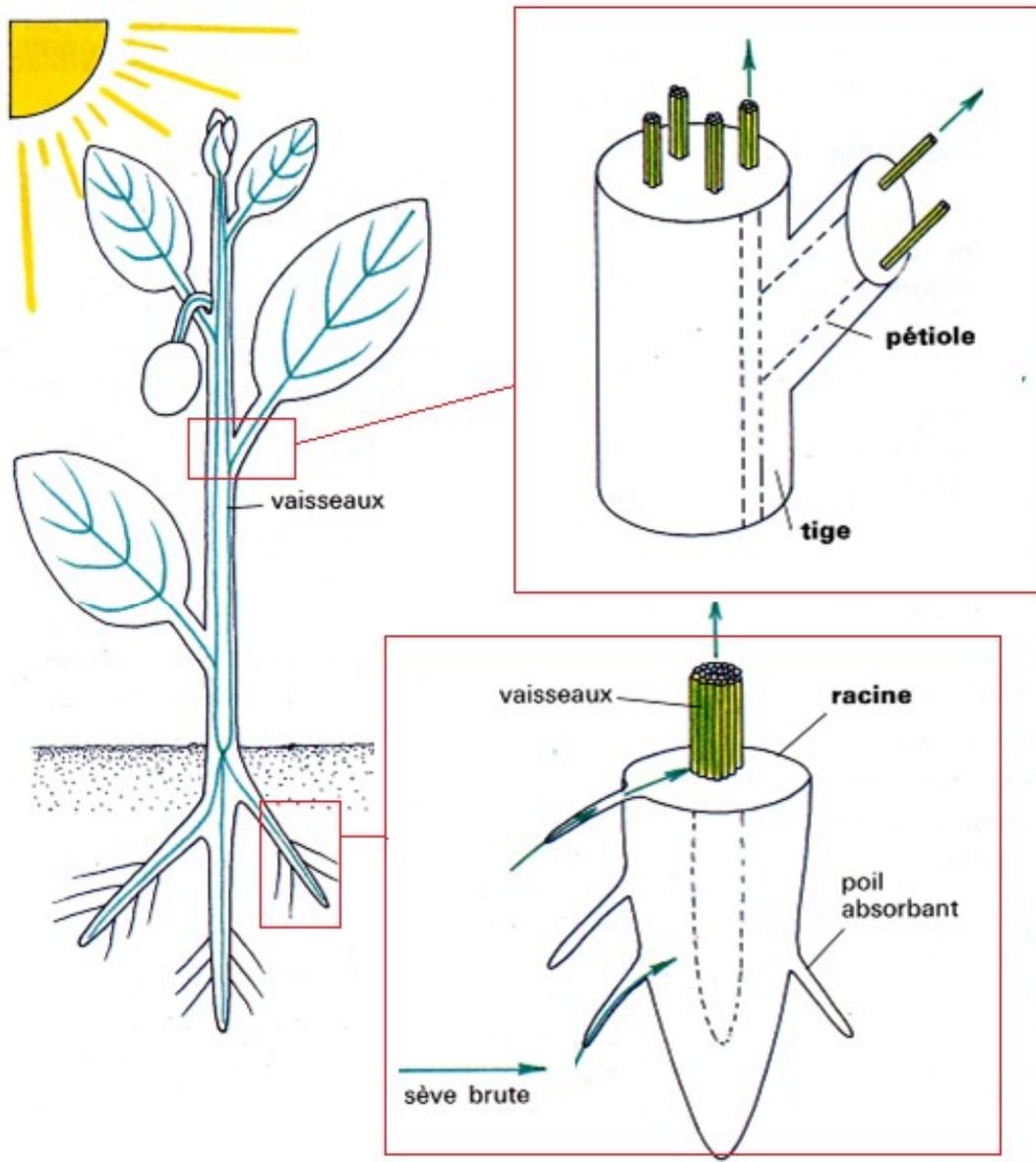
## Coupe transversale de tige



Xylème

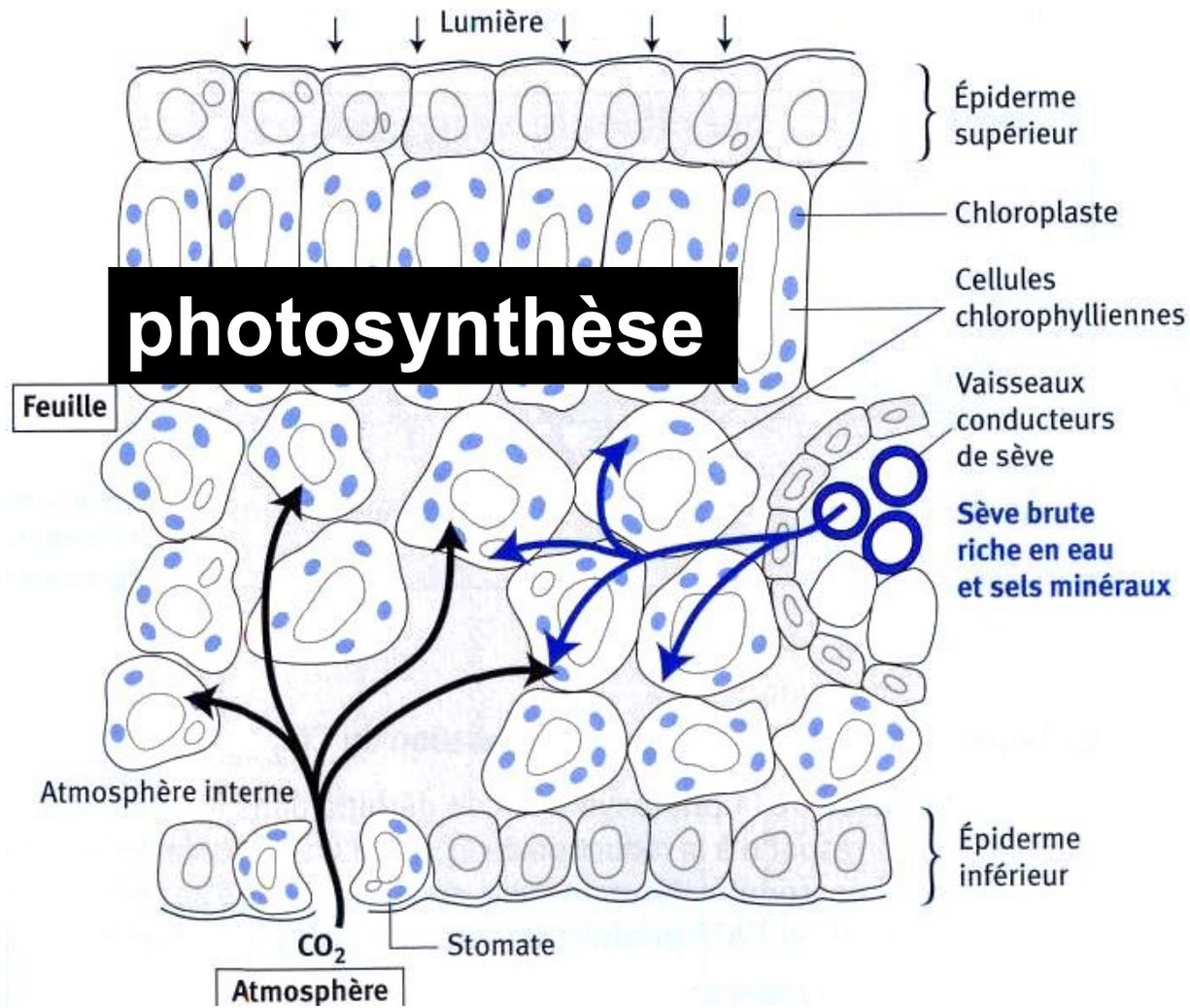
# Coupe transversale de feuille



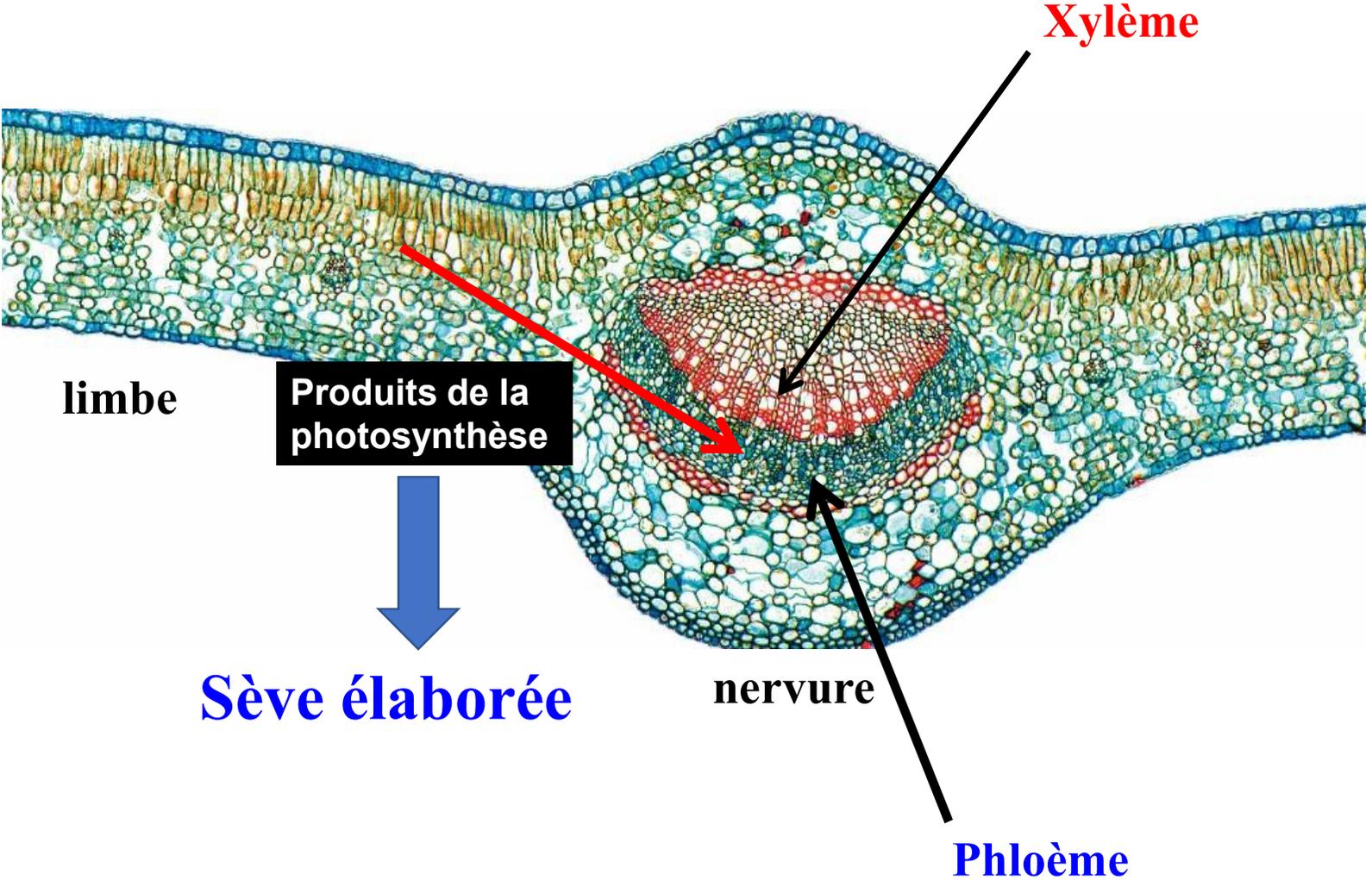


**Les vaisseaux  
forment un réseau  
continu des  
racines jusqu'aux  
feuilles**

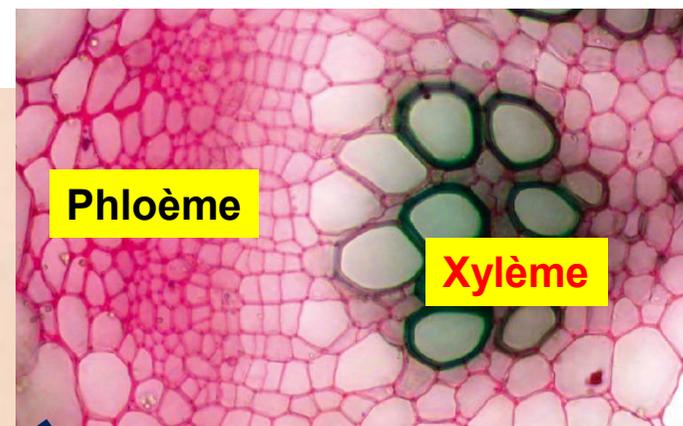
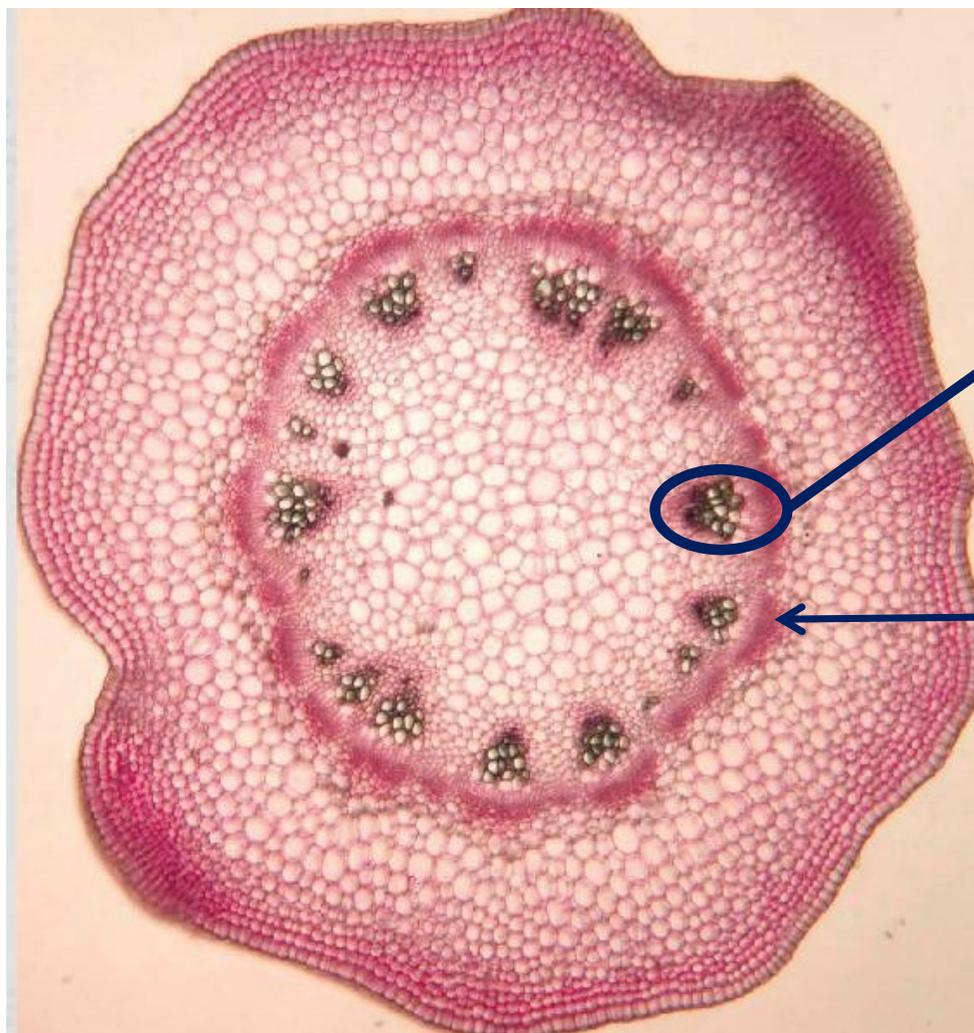
# Approvisionnement de la feuille



# Coupe transversale de feuille



## Coupe transversale de tige

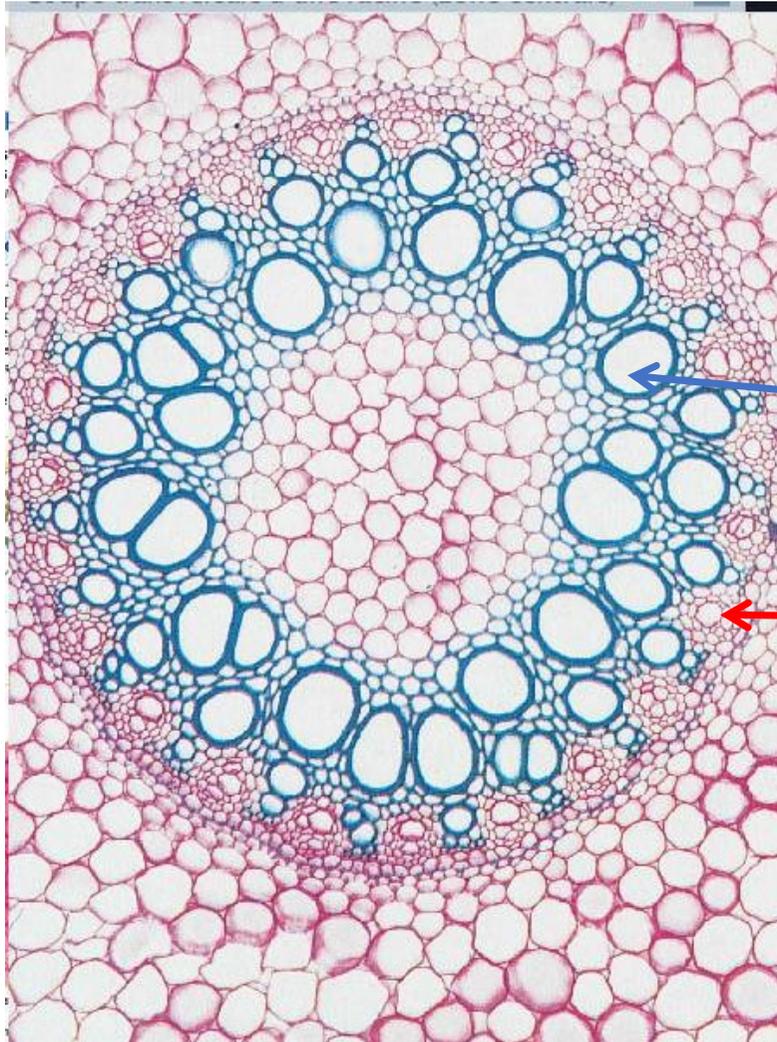


Phloème

Xylème

phloème

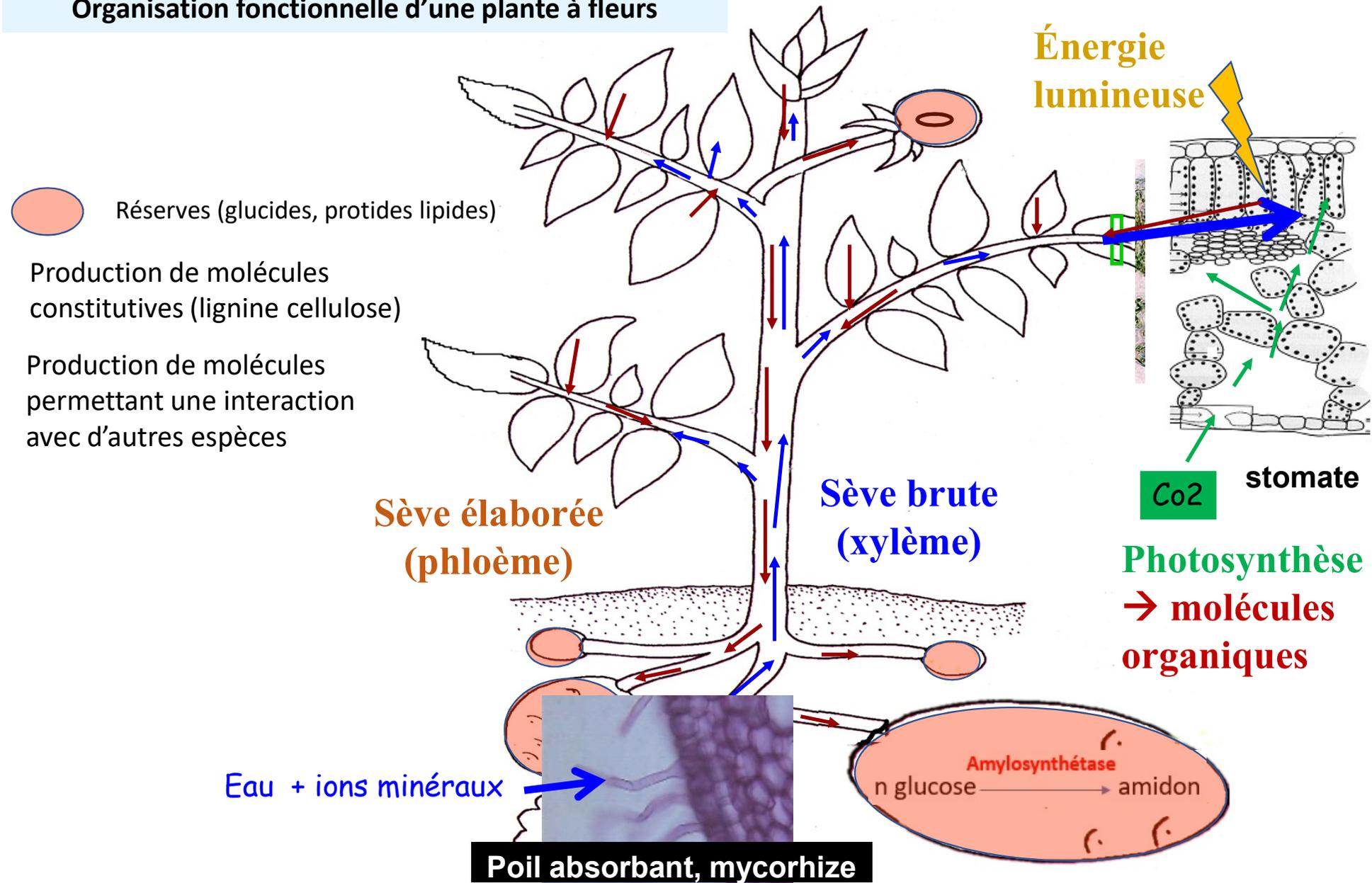
## Coupe transversale de racine



**Xylème**

**Phloème**

# Organisation fonctionnelle d'une plante à fleurs



## Thème : De la plante sauvage à la plante domestiquée

### Chapitre 2 : La nutrition d'une plante à fleurs en relation avec sa vie fixée

I. Les plantes à fleurs produisent de la matière organique.

II. Organisation de la plante et approvisionnement des feuilles en éléments nécessaires à la photosynthèse.

A. De vastes surfaces d'échanges permettent l'approvisionnement en substances nutritives et la captation de lumière.

1. Les adaptations au niveau du système racinaire.

a. des cellules spécialisées au niveau des racines.

b. des associations symbiotiques facilitent l'approvisionnement en eau et en ions minéraux.

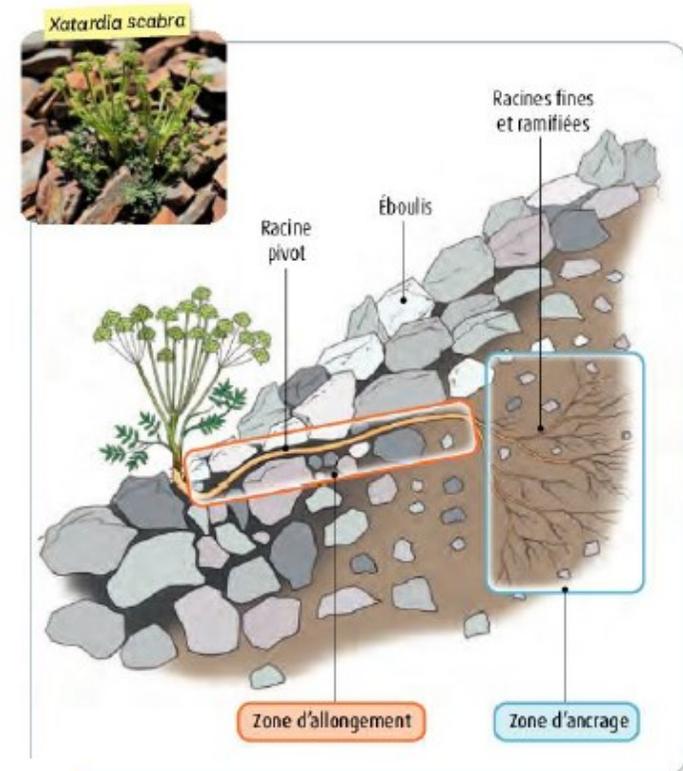
2. Les adaptations au niveau des feuilles.

B. Des vaisseaux conducteurs assurent la circulation de matières entre les parties aériennes et souterraines.

C. Un approvisionnement même dans des conditions environnementales particulières.

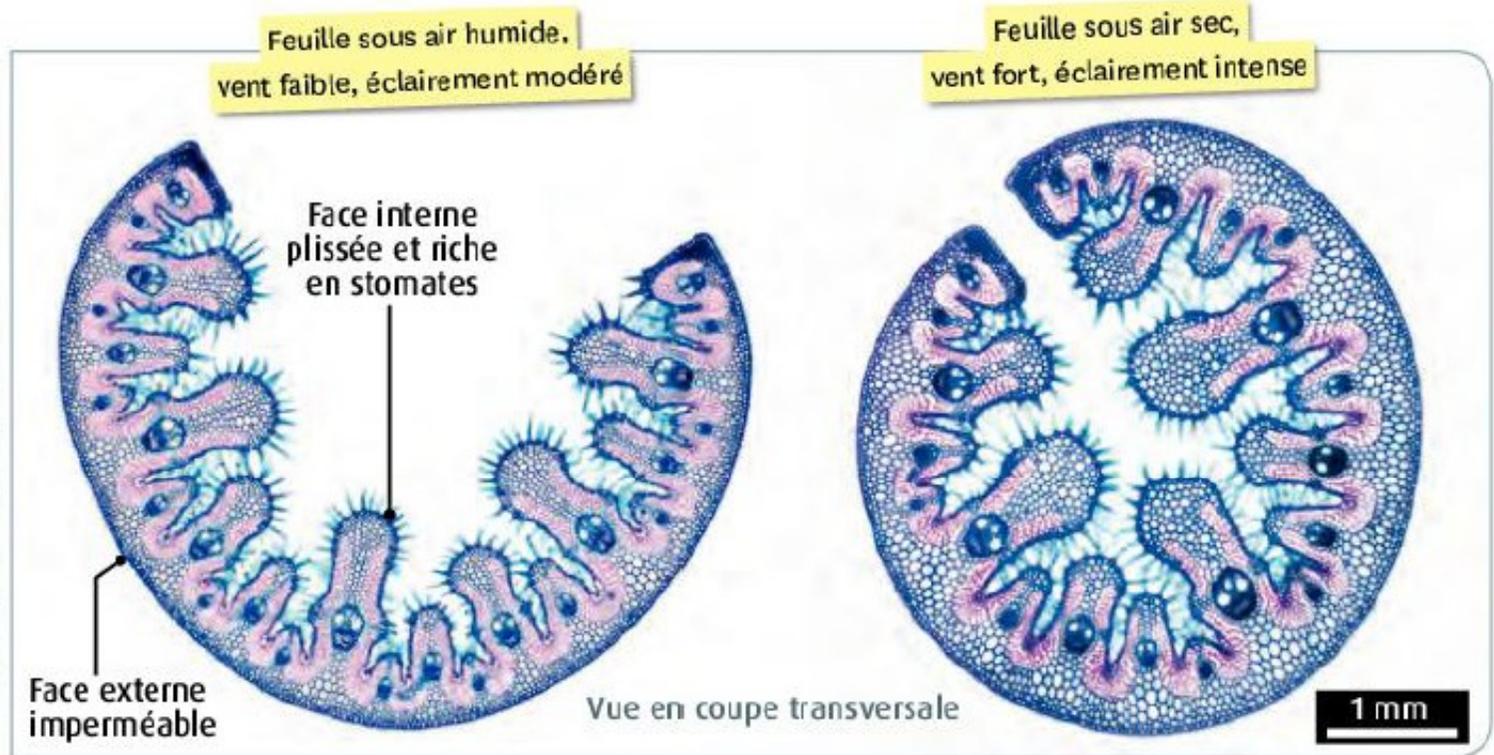


**3 Vivre fixée à haute altitude.** La renoncule des glaciers (*Ranunculus glacialis*) est capable de survivre au plus près des glaciers, où règnent températures basses et rayonnements UV intenses. Elle détient le record d'altitude des plantes à fleur dans les Alpes suisses, avec 4270 m. Cette plante présente une tige courte, robuste, très ramifiée à sa base et parfois rampante. Les feuilles sont petites et produisent une protéine qui aide la plante à tolérer les conditions climatiques extrêmes.



**2 Vivre fixée dans un éboulis.** La xatardie rude (*Xatardia scabra*) est une plante herbacée adaptée aux milieux rocheux mobiles de moyenne montagne. Elle survit aux mouvements de son milieu grâce à une racine pivot robuste qui s'allonge entre les gros rochers jusqu'à atteindre une zone d'ancrage. Dans cette zone, les racines sont beaucoup plus fines et très ramifiées et permettent à la plante de puiser l'eau et les nutriments dans le sol.

## TD



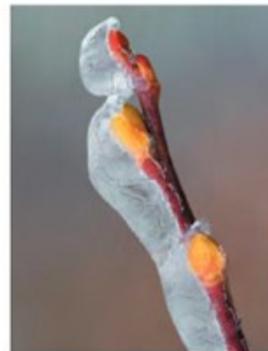
**4** **Vivre fixée sur un sol asséchant.** L'oyat (*Ammophila arenaria*) est une plante fréquente sur les dunes d'Europe. Le sable sur lequel elle pousse ne retient pas l'eau et le vent peut être fort. Cette plante peut donc être soumise à une importante sécheresse. L'oyat présente de longues feuilles qui sont capables de s'enrouler sur elles-mêmes. La partie extérieure de la feuille est relativement imperméable. La partie intérieure comporte des structures (les stomates) responsables des échanges d'eau et de gaz entre la feuille et l'atmosphère.

# TD

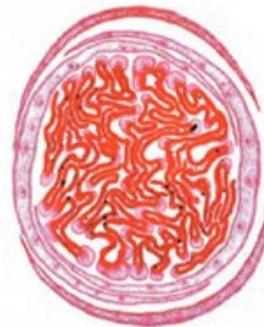
En climat tempéré, la saison hivernale est peu propice à la photosynthèse : les jours sont courts, le Soleil monte peu au-dessus de l'horizon, les températures sont basses. La présence de liquides pouvant geler dans le végétal pourrait causer de grands dommages à la plante. C'est pourquoi la plupart des arbres des forêts tempérées entrent en vie ralentie à cette saison. Cela se manifeste entre autres par la chute de leurs feuilles au cours de l'automne, c'est la sénescence\*. Il s'agit d'un phénomène contrôlé par un gaz, l'éthylène, et une hormone, l'auxine (voir p. 200) qui activent des enzymes qui dissolvent les parois cellulaires au niveau d'une zone précise située à la base du pétiole\* de la feuille : la zone d'abscission.



**A** La sénescence des feuilles d'érable en automne. **A** et **B** : les matières organiques quittent la feuille ; **C** : le pétiole de la feuille se sépare de la tige\* et la feuille tombe.



**D** Rameau d'érable recouvert de glace. Les ébauches de tige et de feuilles sont à l'abri du gel dans les bourgeons\*.

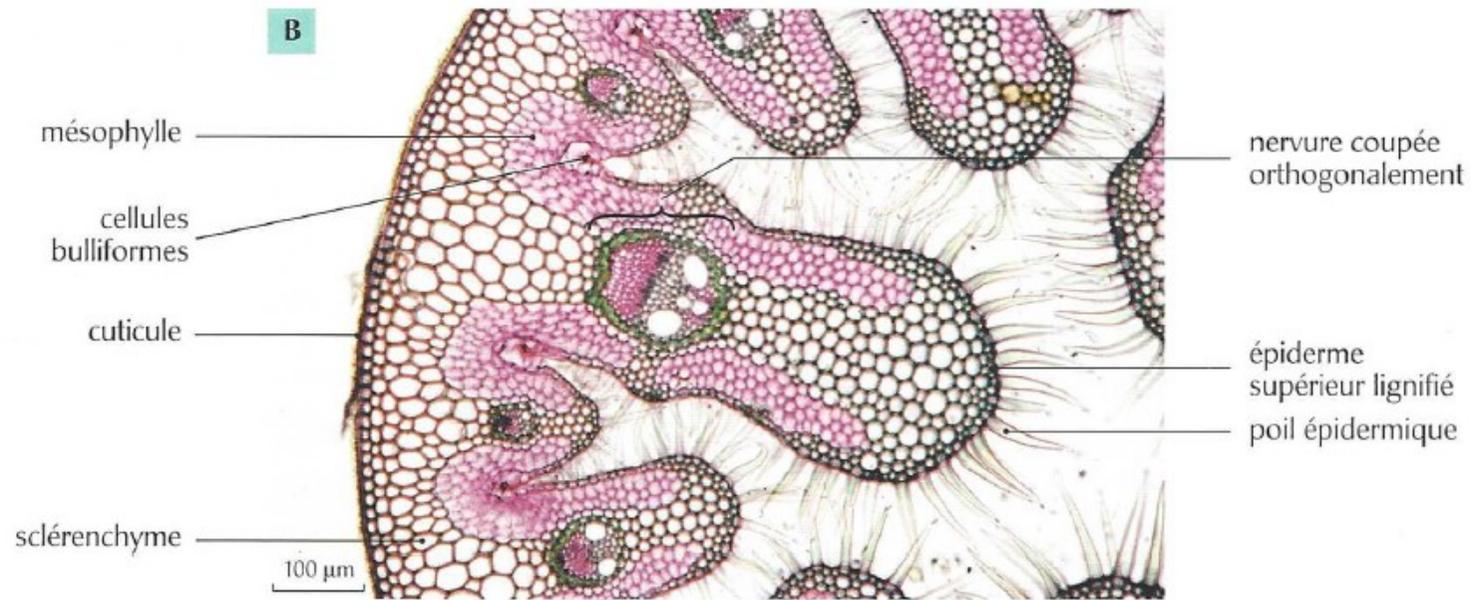


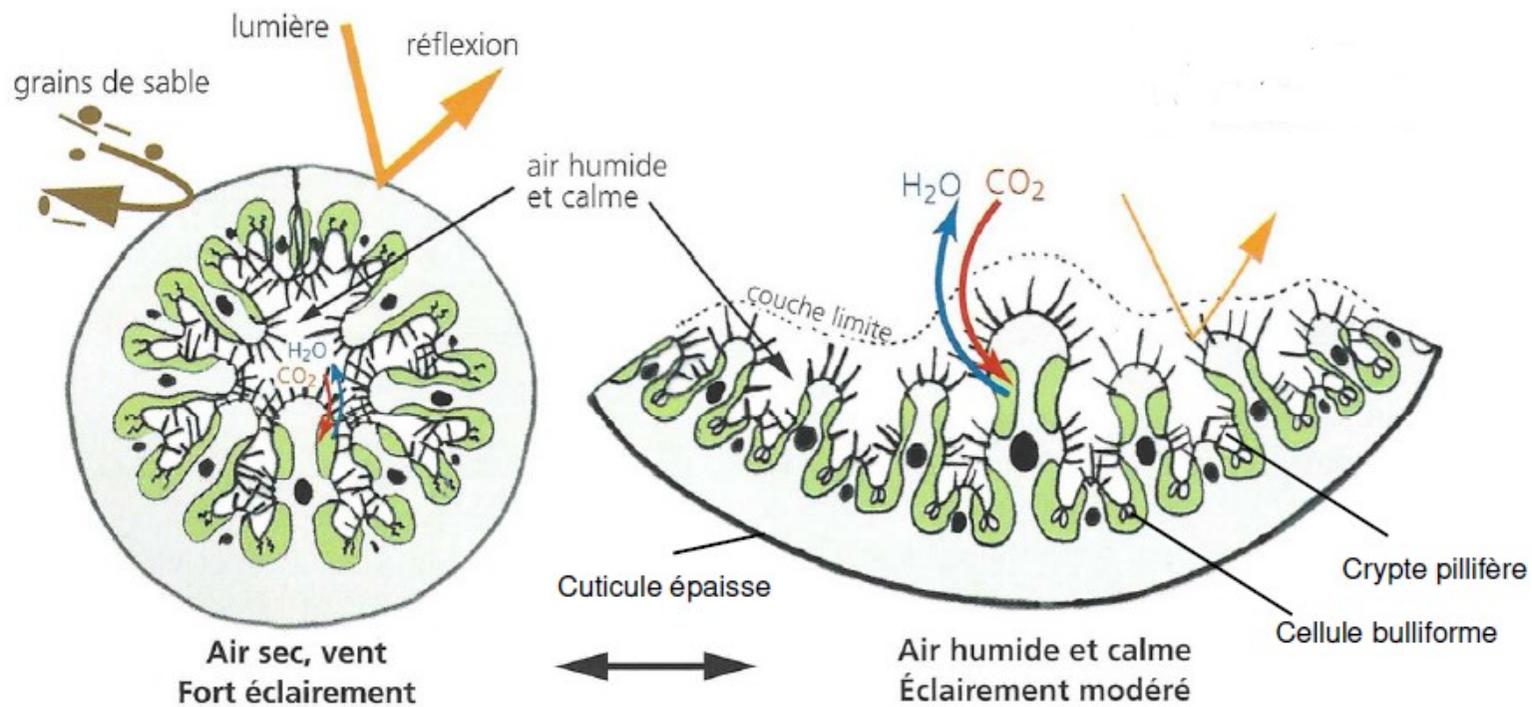
**E** Coupe transversale d'un bourgeon d'érable (MO). Les petites feuilles repliées sur elles-mêmes sont protégées par les écailles du bourgeon. L'activité cellulaire y est très réduite : en hiver,



**F** Lorsque les conditions redeviennent favorables, les bourgeons « débourrent » sous l'effet de la croissance très rapide des nouvelles tiges feuillées.

## 4. Survivre aux conditions hivernales





anatomie fonctionnelle d'une feuille d'oyat  
 En vert, le mesophylle; en gris, le sclérenchyme.

	Organe concerné	Caractéristiques (adaptations)		Avantage
nutrition	Feuille	=> Grande surface de contact avec l'air		
Racine		=> Grande surface de contact avec le sol		
	Racine, tige, feuille			

	Organe concerné	Caractéristiques (adaptations)		Avantage
nutrition	Feuille	=> Grande surface de contact avec l'air		
Racine	Nombreuses Longues ramifiées	=> Grande surface de contact avec le sol	approvisionnement en eau et ions minéraux	
	Présence de poils absorbants			
Racine, tige, feuille				

	Organe concerné	Caractéristiques (adaptations)	Avantage
nutrition	Feuille	plate	Grande surface de contact avec l'air => - captation de la lumière - approvisionnement en CO <sub>2</sub>
		fine	- captation de la lumière
		Cuticule transparente	approvisionnement en lumière
		Epiderme transparent	captation de la lumière
		stomate	- approvisionnement en CO <sub>2</sub>
		Parenchyme lacuneux	Circulation du CO <sub>2</sub>
	Racine	Nombreuses Longues ramifiées Présence de poils absorbants	Grande surface de contact avec le sol => approvisionnement en eau et ions minéraux
Racine, tige, feuille			