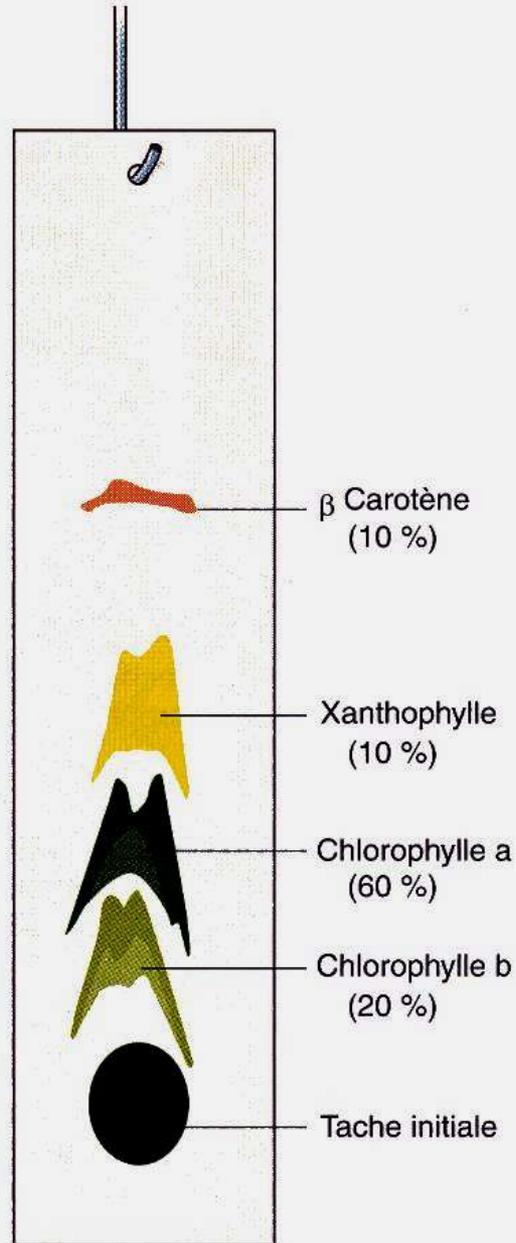


**Thème : Enjeux planétaires contemporains - De la plante sauvage à la plante domestiquée**



**Les plantes à fleurs, des producteurs primaires à l'origine de la matière organique sur Terre**

# TP 3 : Pigments photosynthétiques et théorie endosymbiotique



**TD - T-  
SVT**

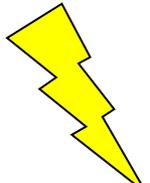
Chapitre : Les végétaux,  
producteurs de matière  
organique

Date :

**La phase photochimique de la photosynthèse  
(Réaction de Hill)**

# Réaction générale de la photosynthèse :

Lumière en présence de chlorophylle



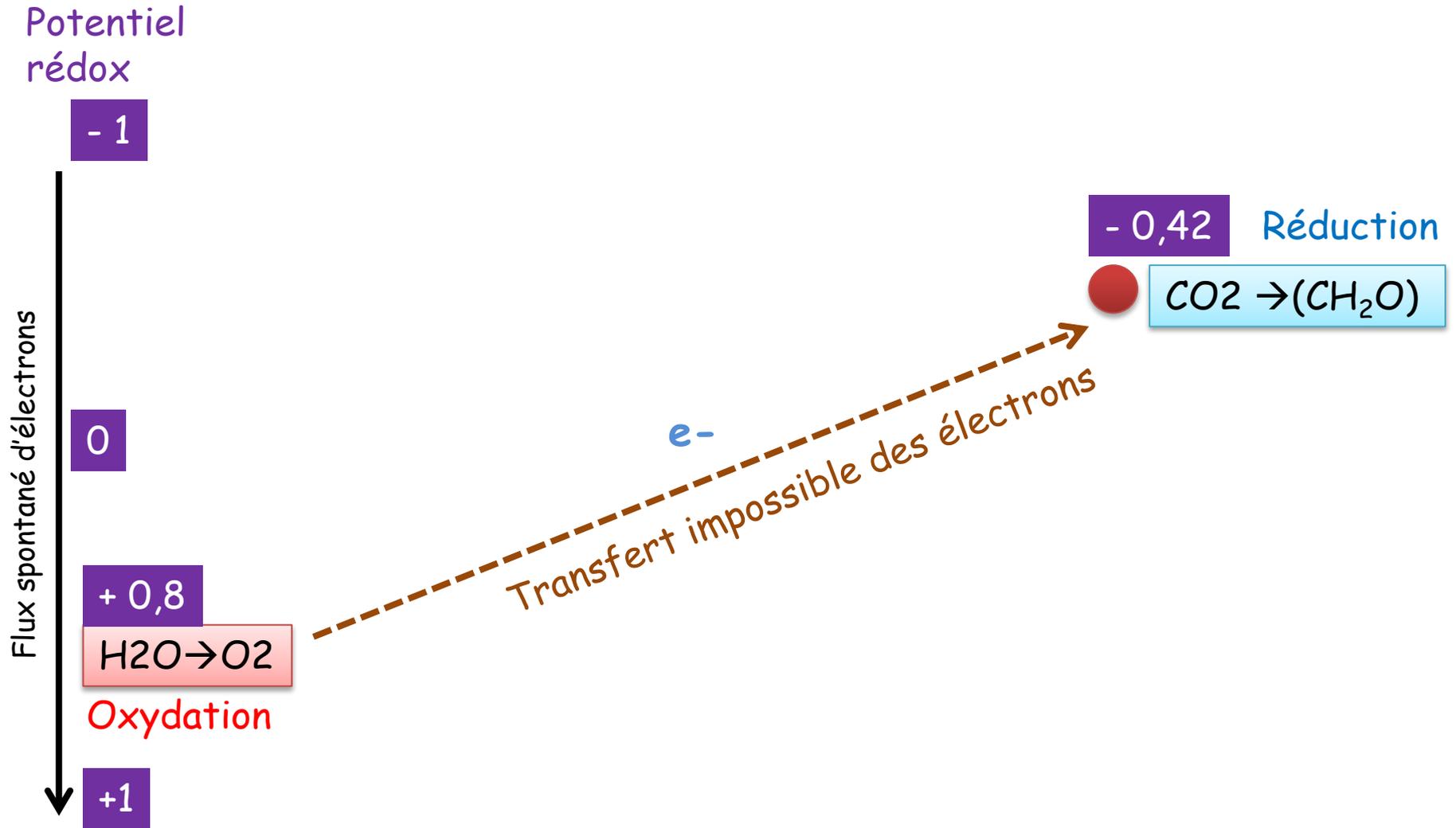
Glucose



Oxydation à la lumière  
(photolyse de l'eau)

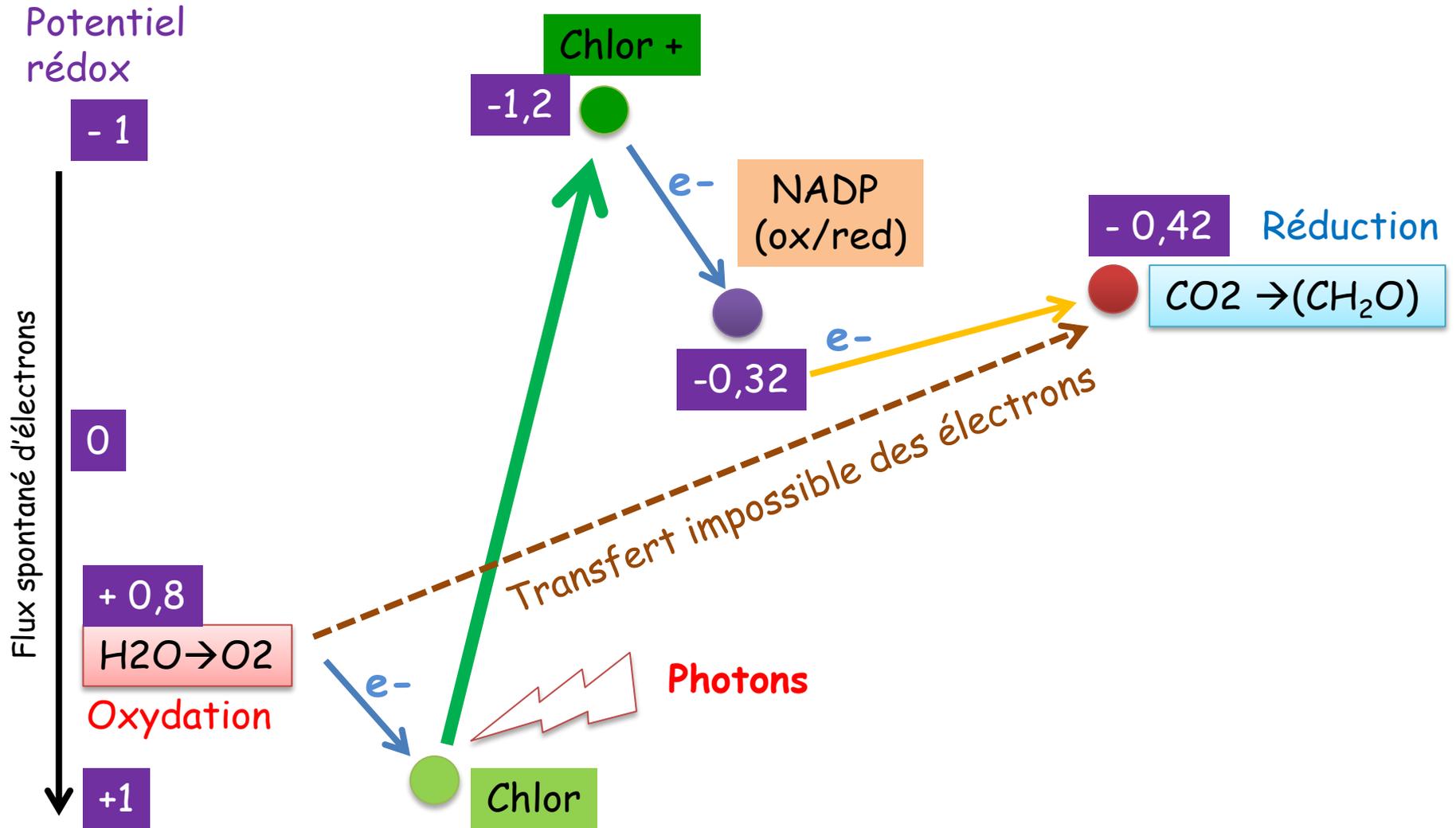
Réduction du C sans lumière

# Potentiel rédox et photosynthèse



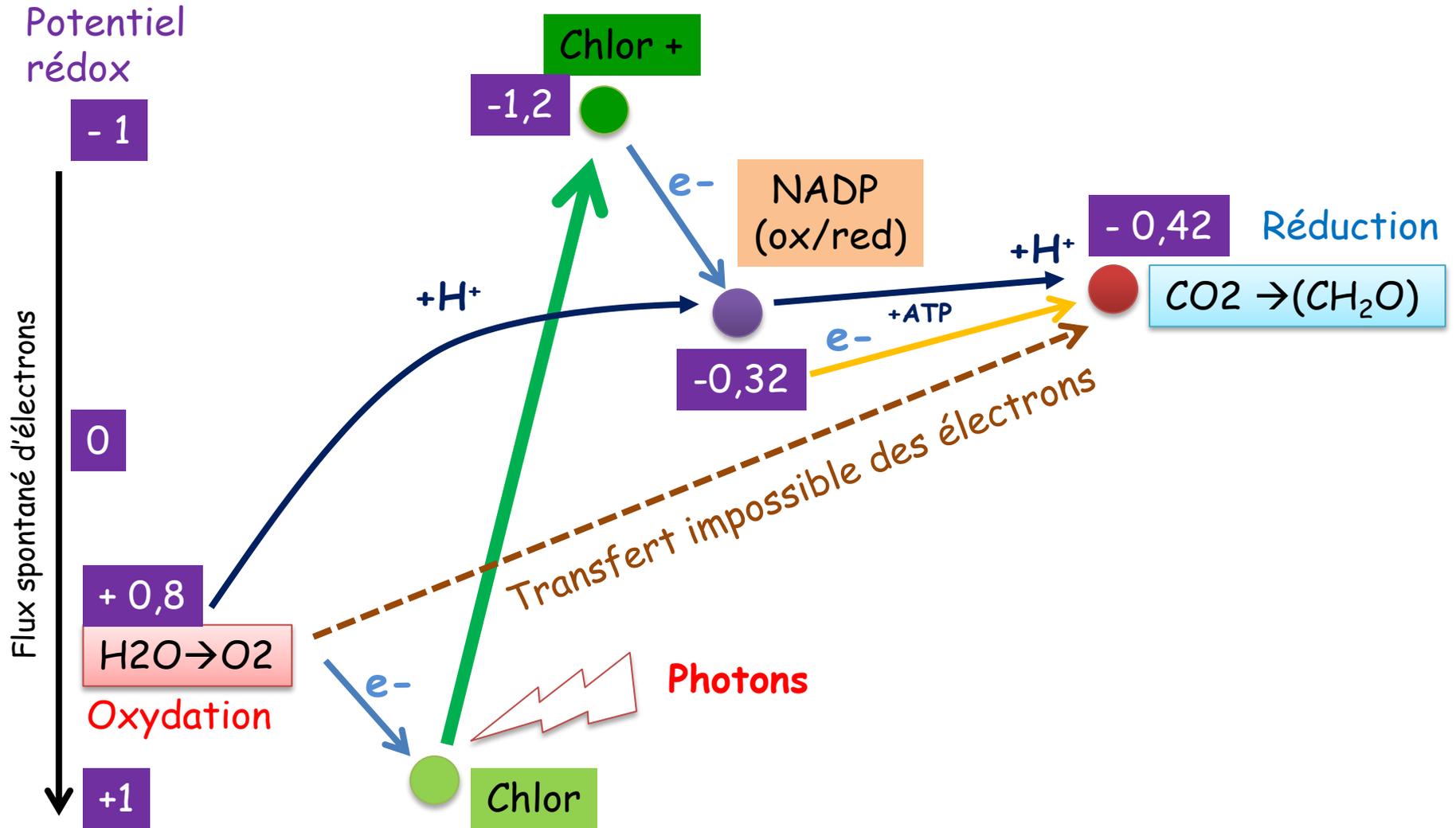
On constate que la réaction n'est pas possible spontanément car le transfert des électrons ne peut se faire sans apport d'énergie que dans le sens des potentiels d'oxydo-réduction croissants.

# Potentiel rédox et photosynthèse



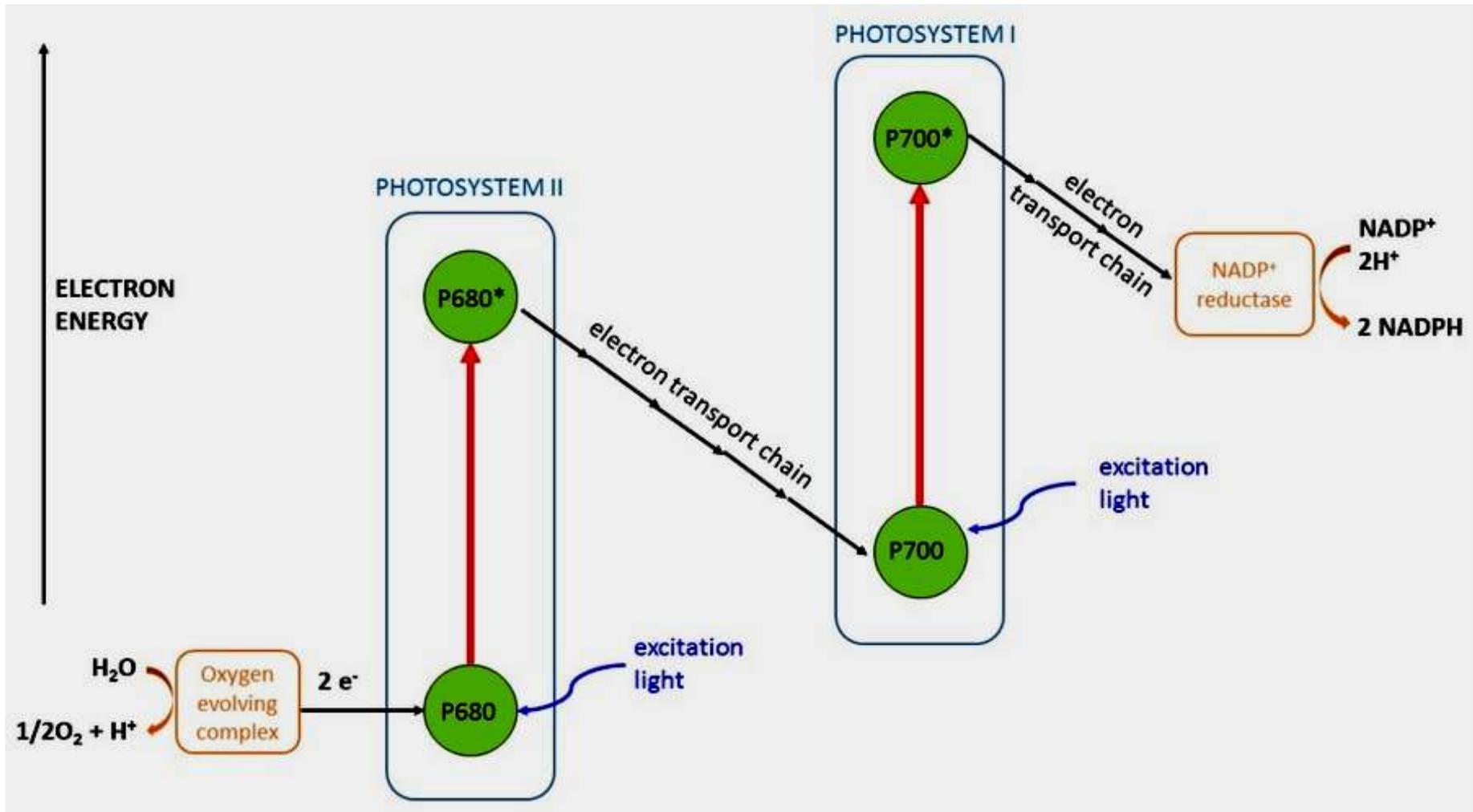
Cette réaction est en fait rendue possible grâce à l'énergie de la lumière.

# Potentiel rédox et photosynthèse

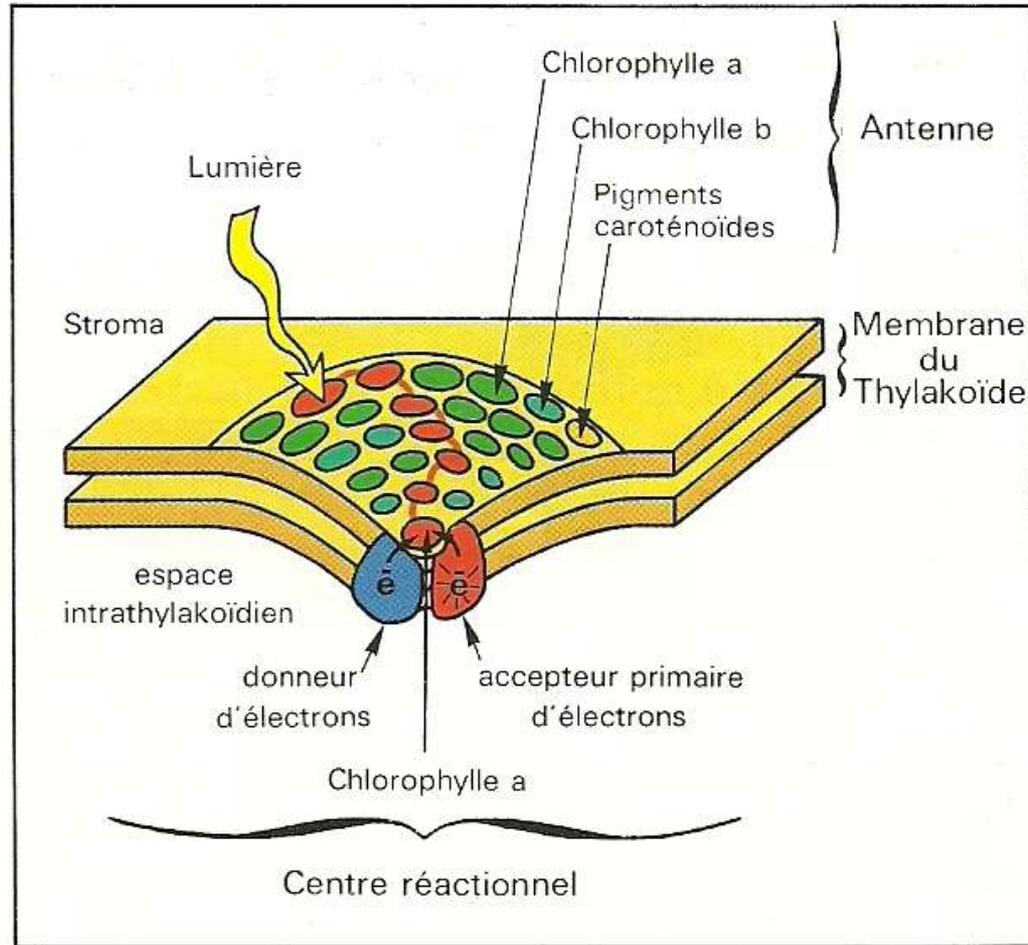


Lors des réactions d'oxydoréduction, les électrons passent du corps qui a le potentiel redox le plus faible vers celui qui a le potentiel le plus élevé (règle dite du gamma).

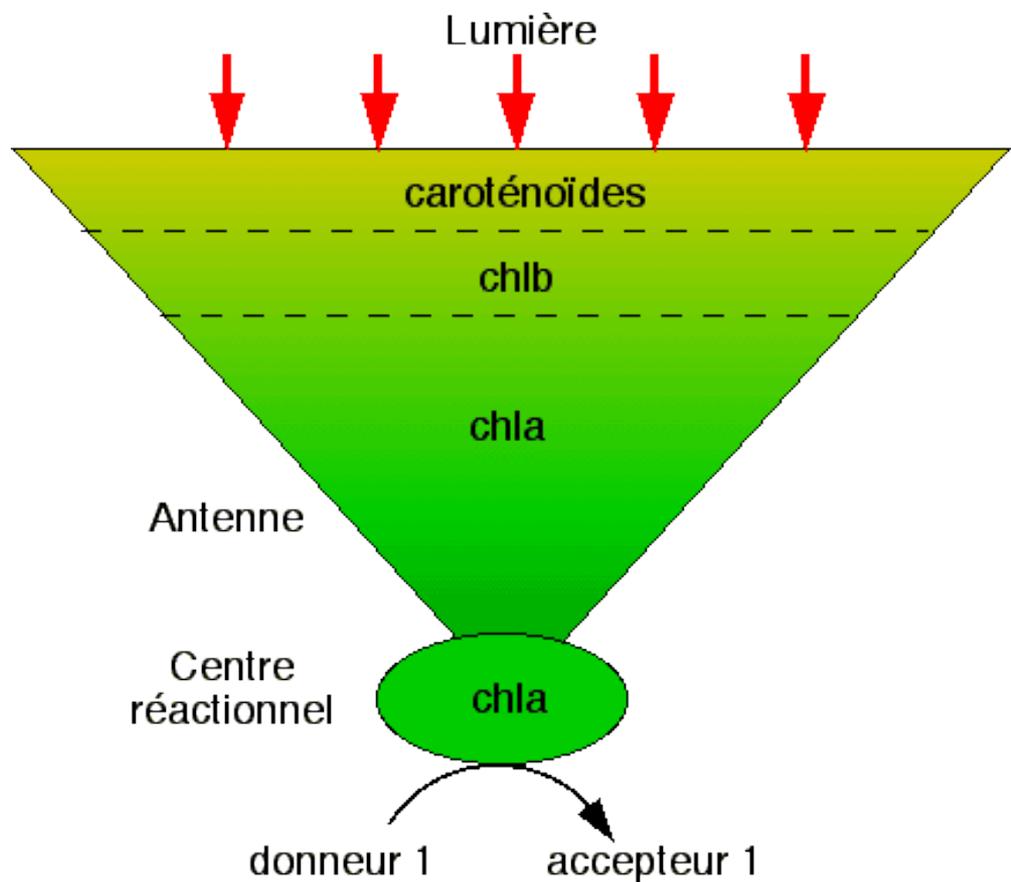
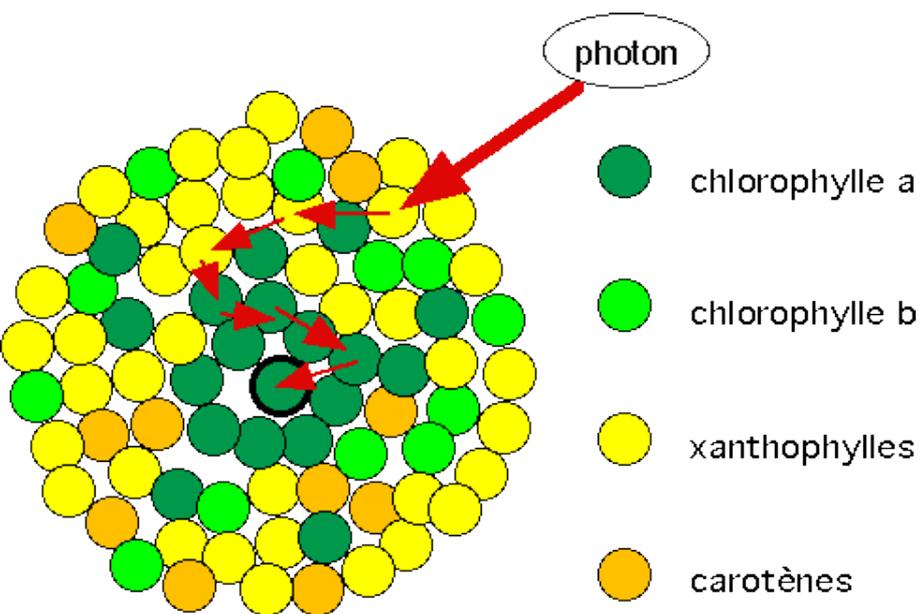
# Transport d'électrons et photosystèmes



Les pigments des unités photosynthétiques forment une antenne qui collecte l'énergie lumineuse.

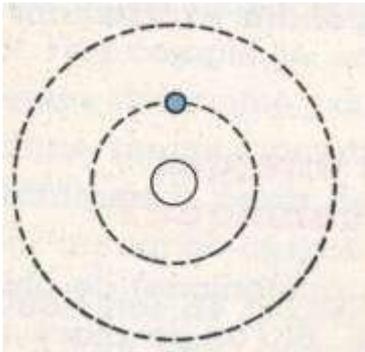


Les pigments des unités photosynthétiques forment une antenne qui collecte l'énergie lumineuse.



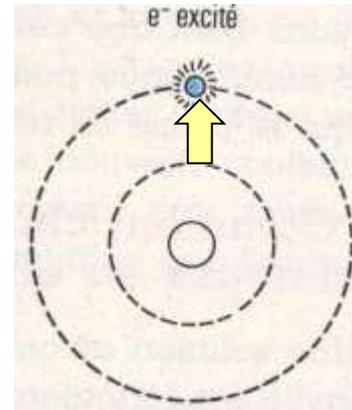
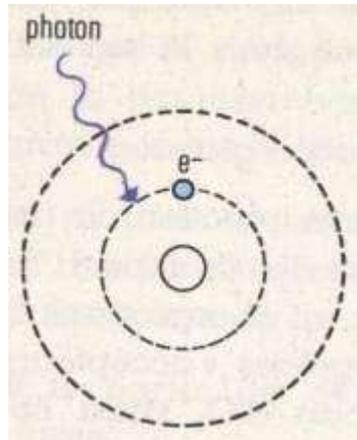
# Réactions d'un atome d'une molécule de chlorophylle dans une feuille

Molécule de chlorophylle a



Etat fondamental

État d'énergie E1

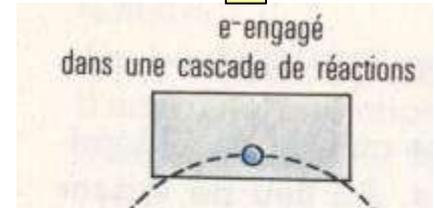
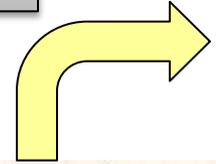


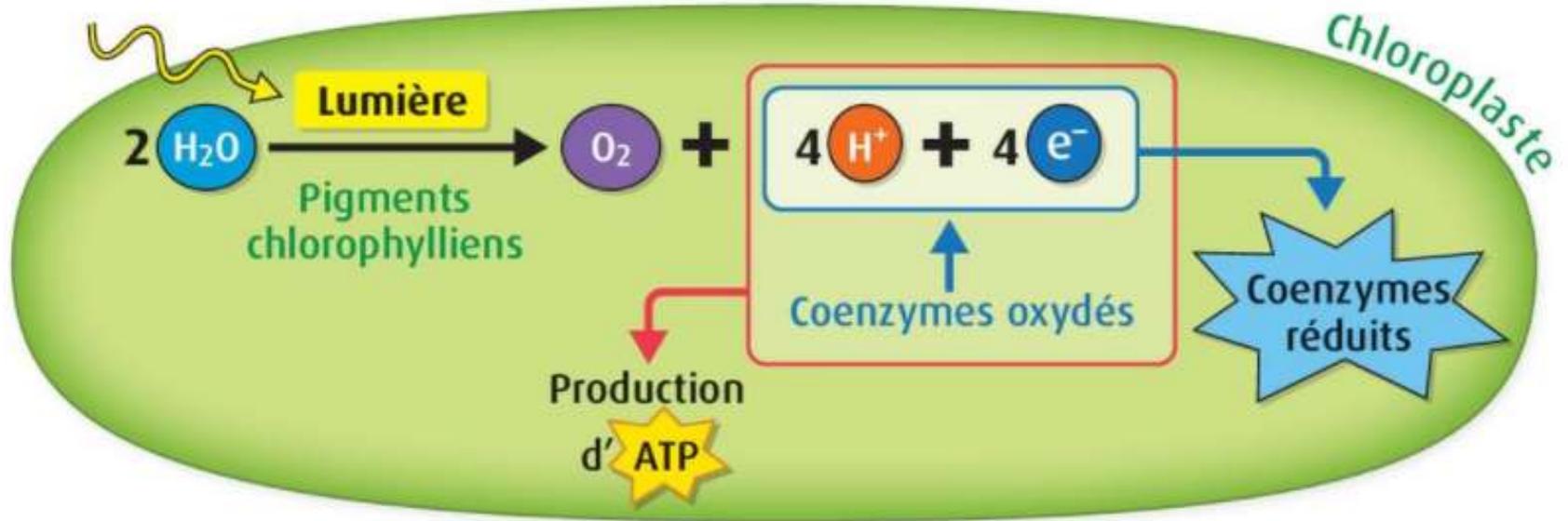
Etat excité

État d'énergie E2

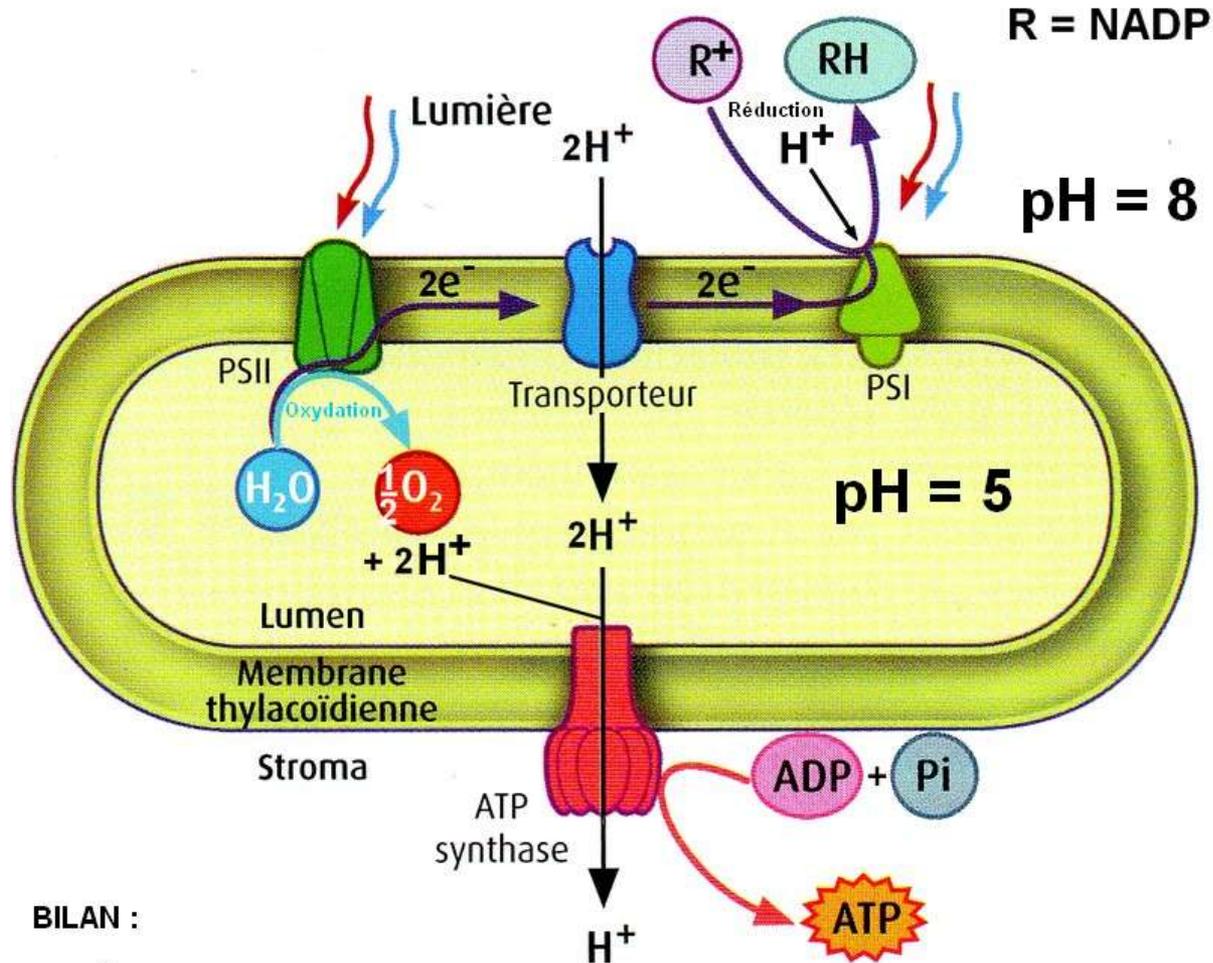


Ce qui explique le spectre d'absorption





# Photosystèmes, transporteurs et enzymes du tylakoïde

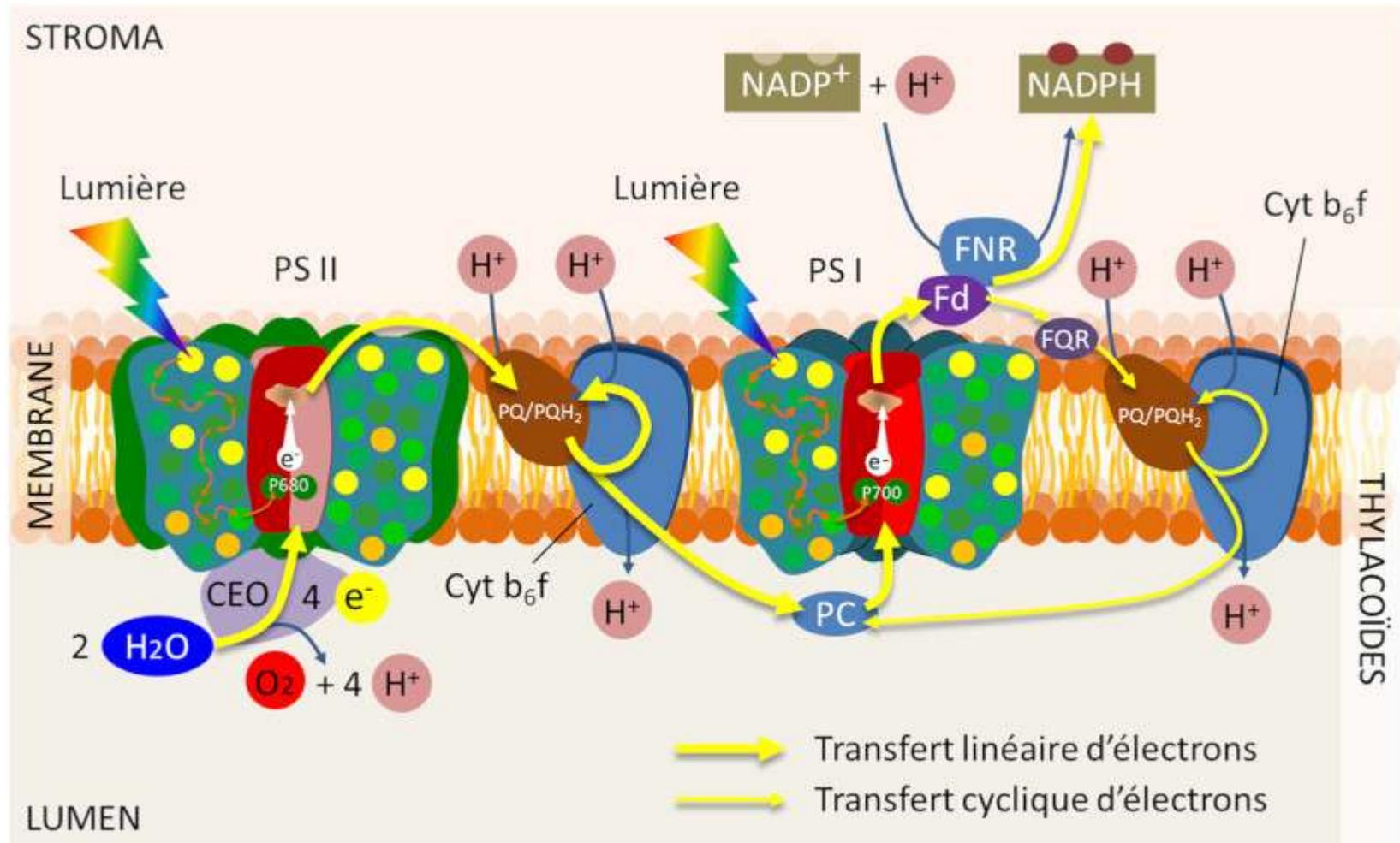


**BILAN :**

+  $4H^+$  dans le lumen  
-  $3H^+$  dans le stroma

=> flux de proton photoinduit  
permettant la synthèse d'ATP

# Photosystèmes, transporteurs et enzymes du tylakoïde



**B . La photosynthèse est un ensemble de réactions d'oxydo-réductions activées par la lumière. L'oxydation de l'eau est couplée à une réduction du  $\text{CO}_2$  atmosphérique.**

1. Captée par les pigments chlorophylliens, l'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique par la photolyse de l'eau (oxydation)

- Les pigments chlorophylliens n'absorbent que certaines radiations lumineuses : c'est le spectre d'absorption photosynthétique

- Les radiations absorbées sont celles utilisées dans les réactions : c'est le spectre d'action photosynthétique.

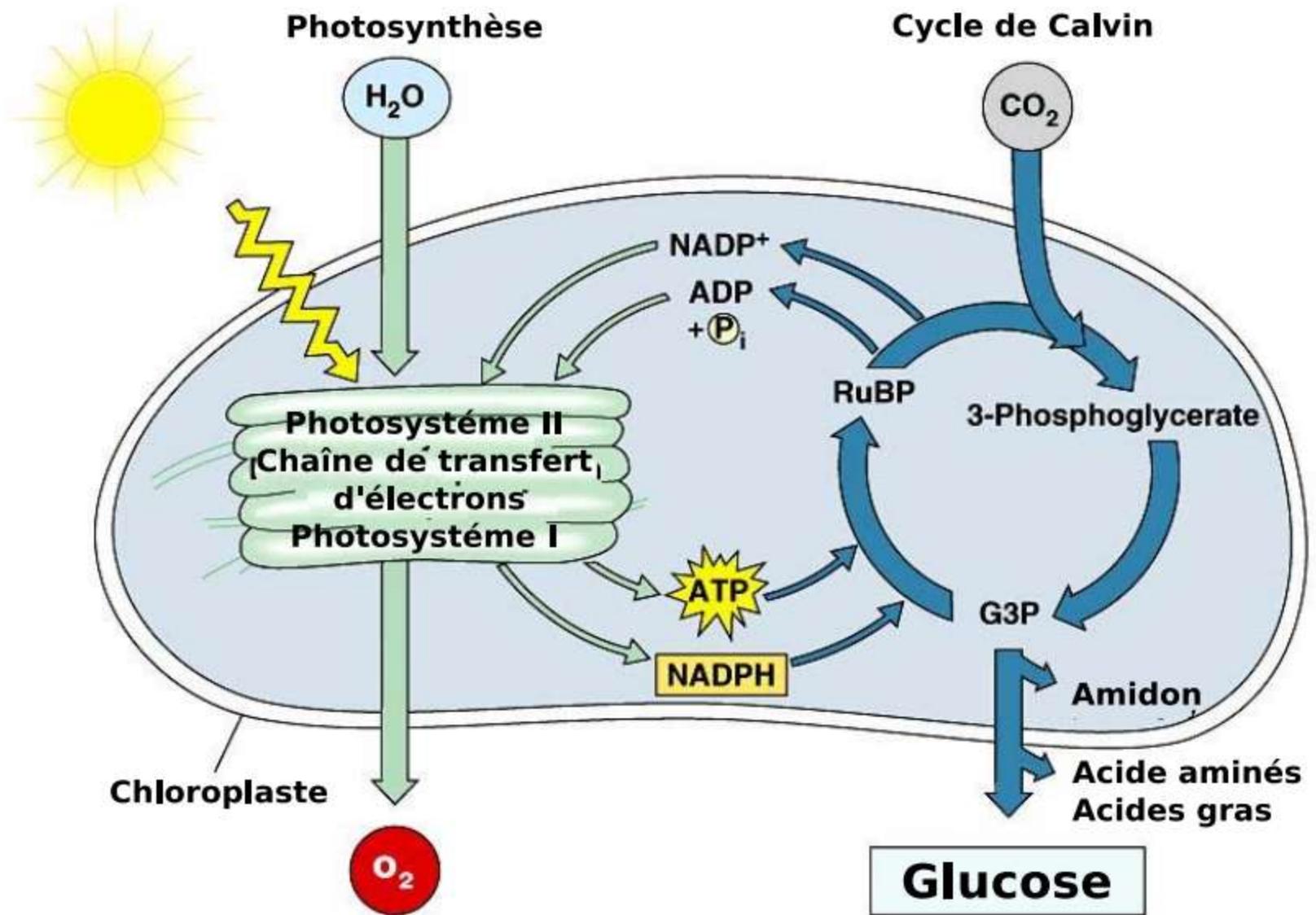
- Sous l'action des photons, des électrons sont arrachés à la chlorophylle a (oxydation) puis transférés à d'autres molécules (coenzymes) qui sont à leur tour réduites.

- Parallèlement, les électrons libérés par l'oxydation de l'eau ( $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2$ ) permettent la régénération de la chlorophylle a

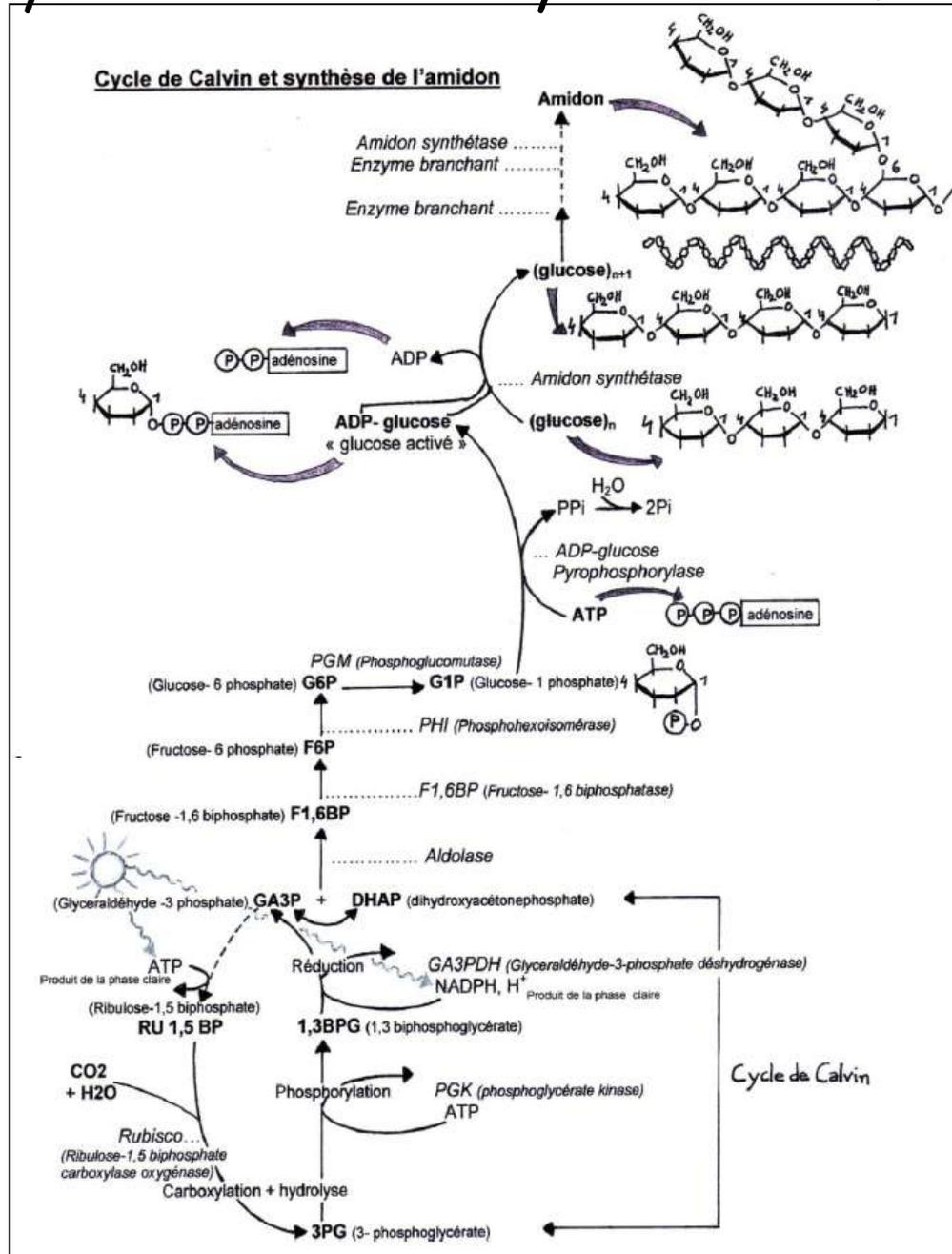
- Ces réactions sont couplées à la synthèse d'ATP (molécule riche en énergie)

TD - T- SVT	Chapitre : Les végétaux, producteurs de matière organique	Date :
Du CO <sub>2</sub> à la matière organique (Cycle de Calvin)		

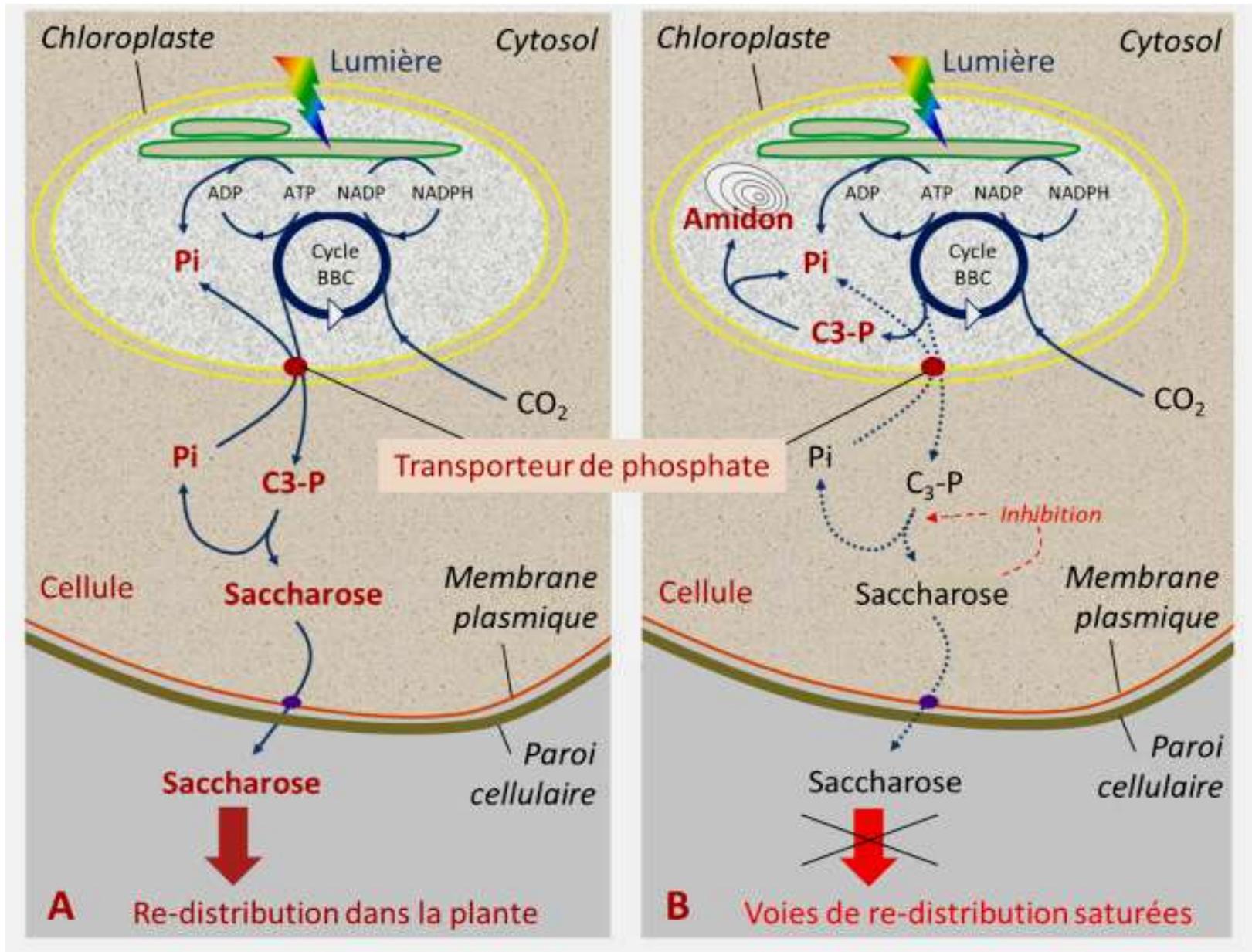
# Couplage entre réaction photochimique / biochimique



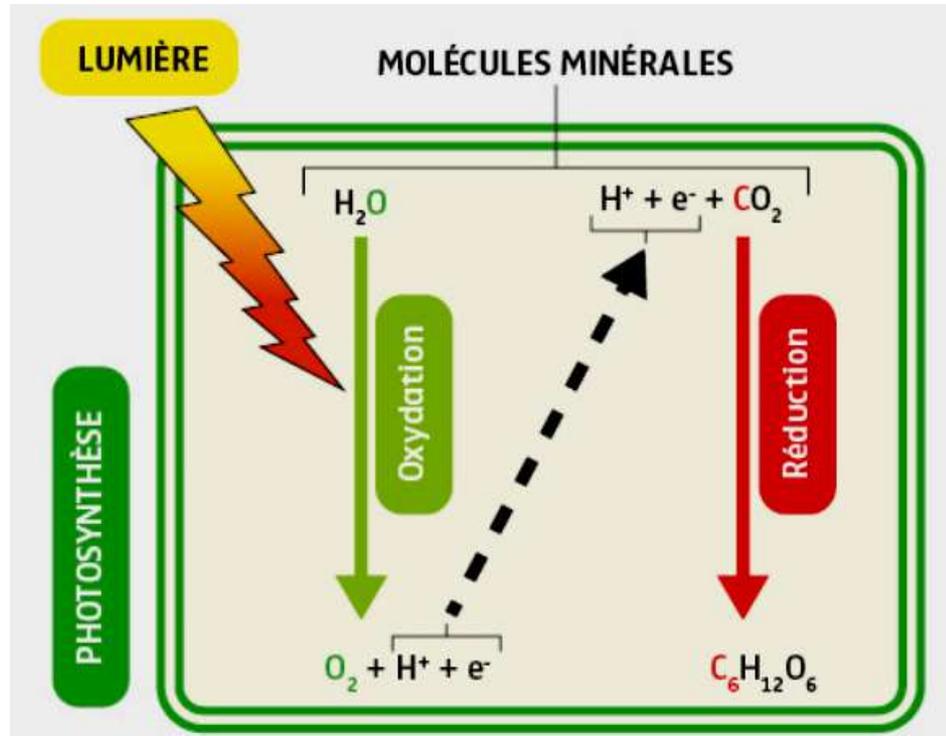
# Cycle de Calvin et synthèse d'amidon



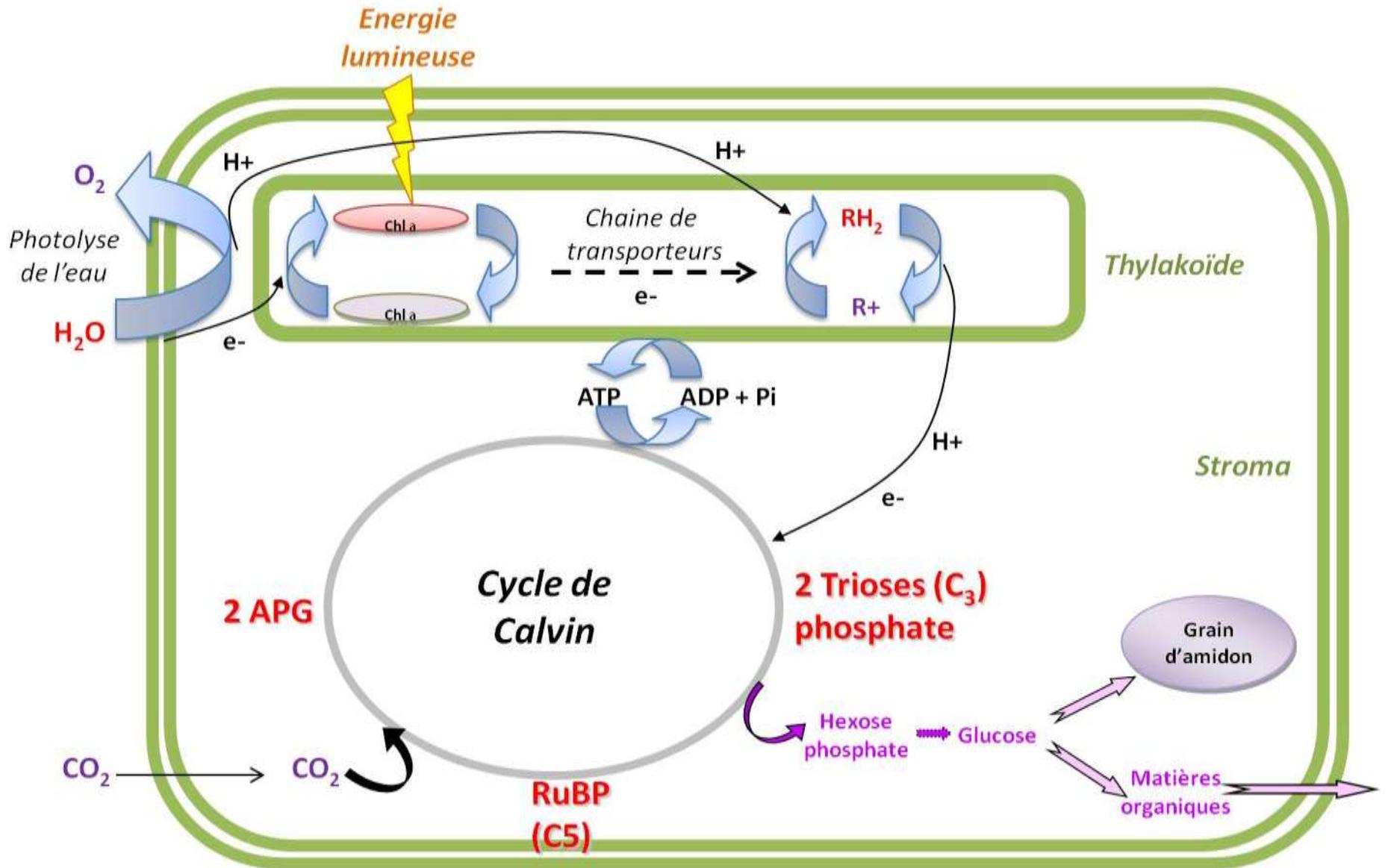
# Synthèse de saccharose ou d'amidon



# Schémas bilans



# Schémas bilans

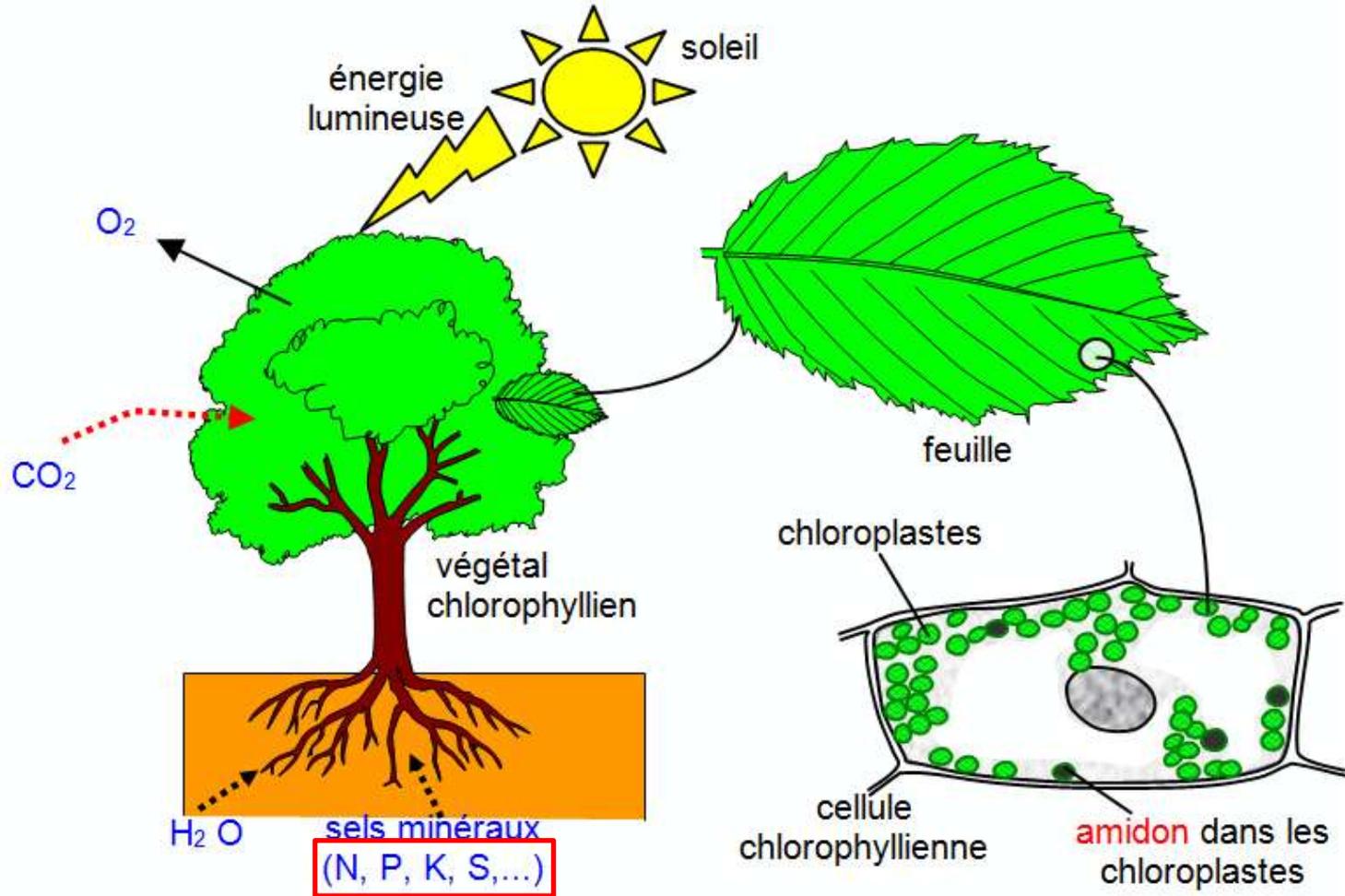


2. Les électrons et les protons libérés par la photolyse de l'eau permettent la réduction du  $\text{CO}_2$  en molécules organiques

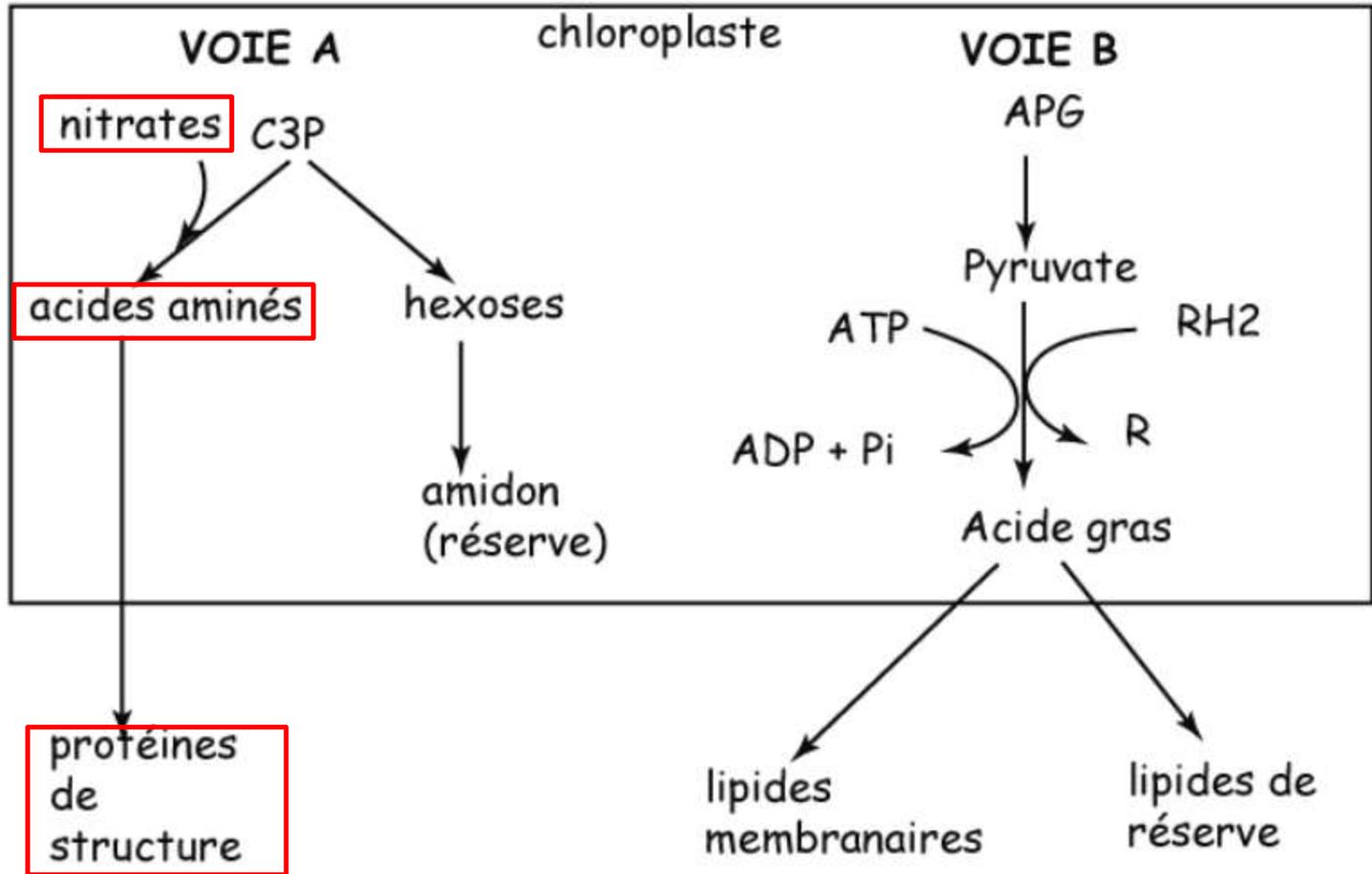
- L'ATP et les coenzymes réduits formés précédemment sont les sources d'énergie chimique que la cellule utilise pour fabriquer les molécules organiques à partir du  $\text{CO}_2$

- Cette synthèse, qui se déroule dans le stroma des chloroplastes, implique un cycle de réactions (cycle de Calvin) faisant intervenir des molécules intermédiaires :
  - Grâce à une enzyme, la rubisco, le  $\text{CO}_2$  se fixe sur le ribulose di-phosphate (RuBP) et forme 2 molécules de Phosphoglycérate (PGA).
  - Le PGA est ensuite réduit en trioses phosphates (C3P), grâce à l'oxydation des coenzymes réduits et la consommation d'ATP
  - Une partie des trioses phosphates sert à la régénération de l'accepteur initial RuBP. L'autre partie sert de point de départ pour la fabrication de glucides (glucose, saccharose, amidon... etc) puis d'autres molécules organiques (lipides, etc)

# Biosynthèse des protides



# Biosynthèse des protides



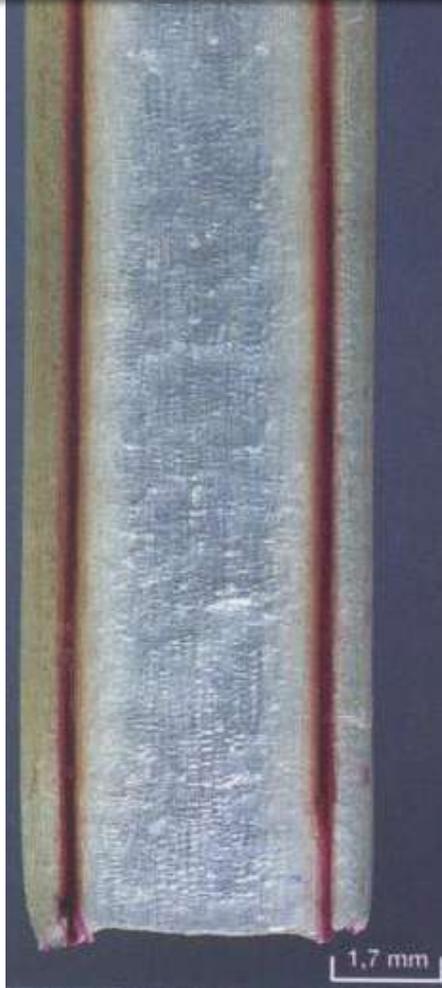
- La fabrication de certaines molécules (en particulier les protides, molécules comportant les atomes N, P...etc) nécessite un apport d'ions minéraux acheminés par la sève brute depuis les racines. ( ex : jus de bouleau en cure au printemps)

# TP 6 : Conduction des sèves

# Rameau d'impatiens dans un récipient contenant une solution de fushine



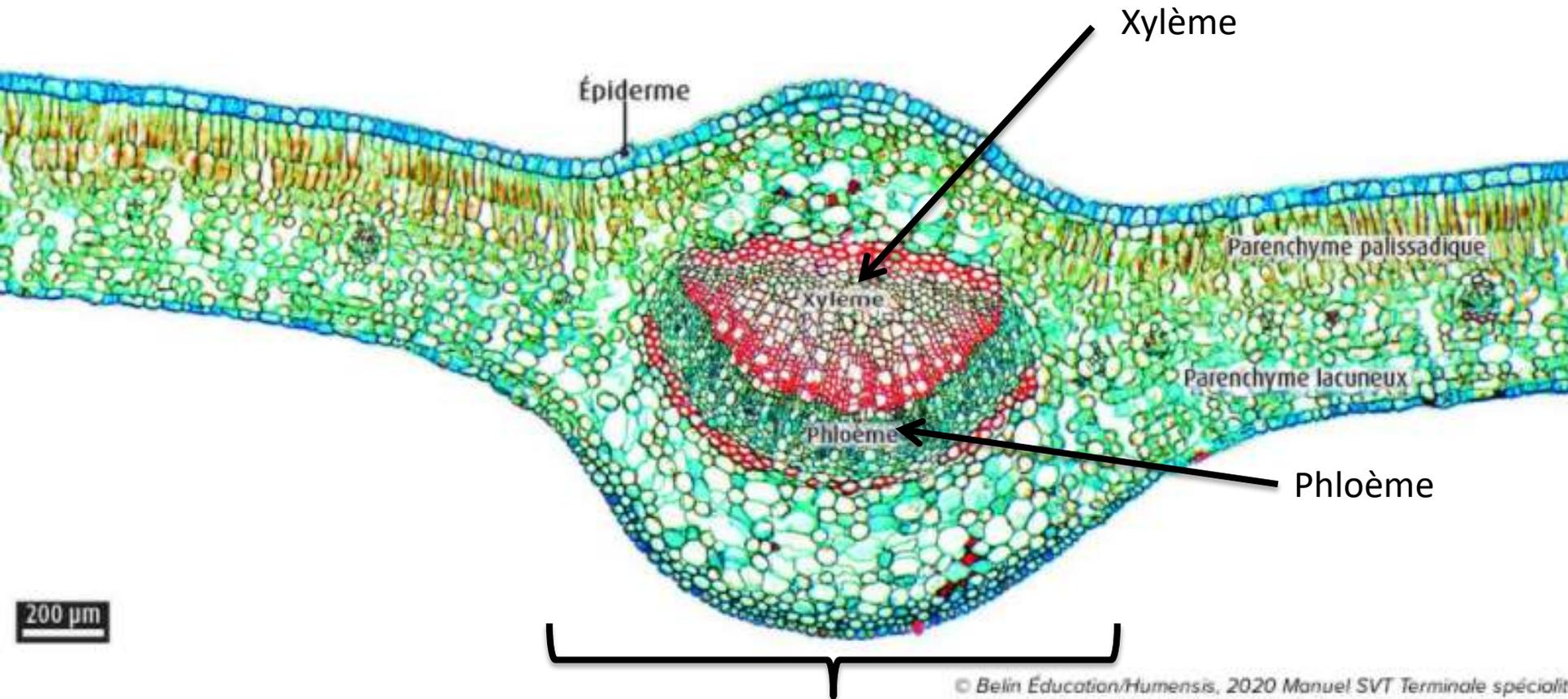
Coupe longitudinale



Coupe transversale



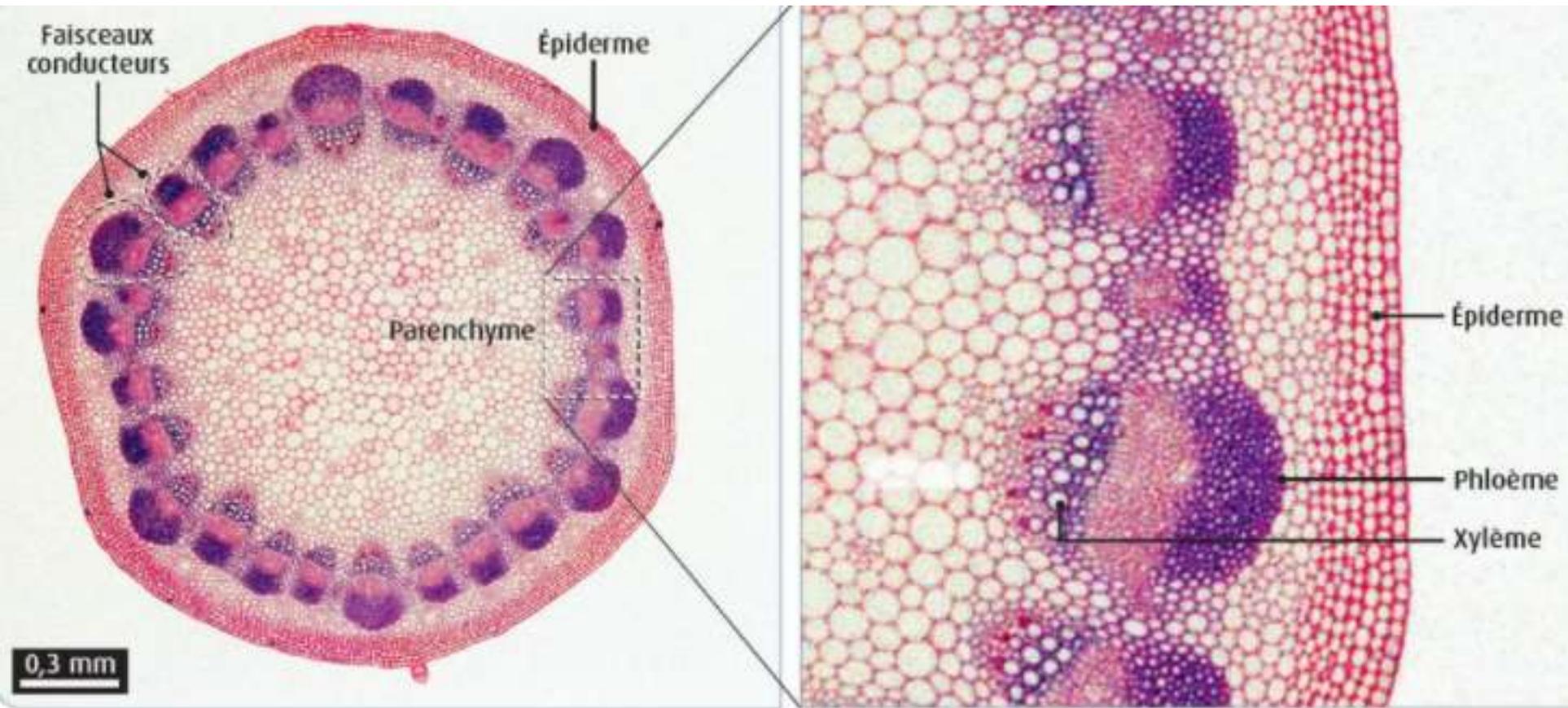
# Coupe transversale de feuille de théier (*Camellia sinensis*) vue au MO après coloration.



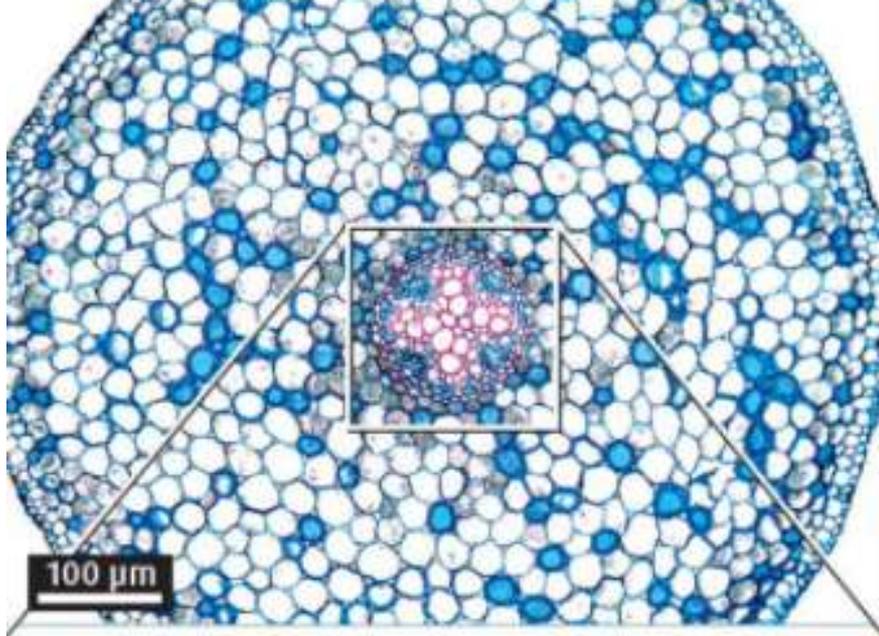
Nervure principale

# Coupe transversale de tige de tournesol

phloème et xylème superposé

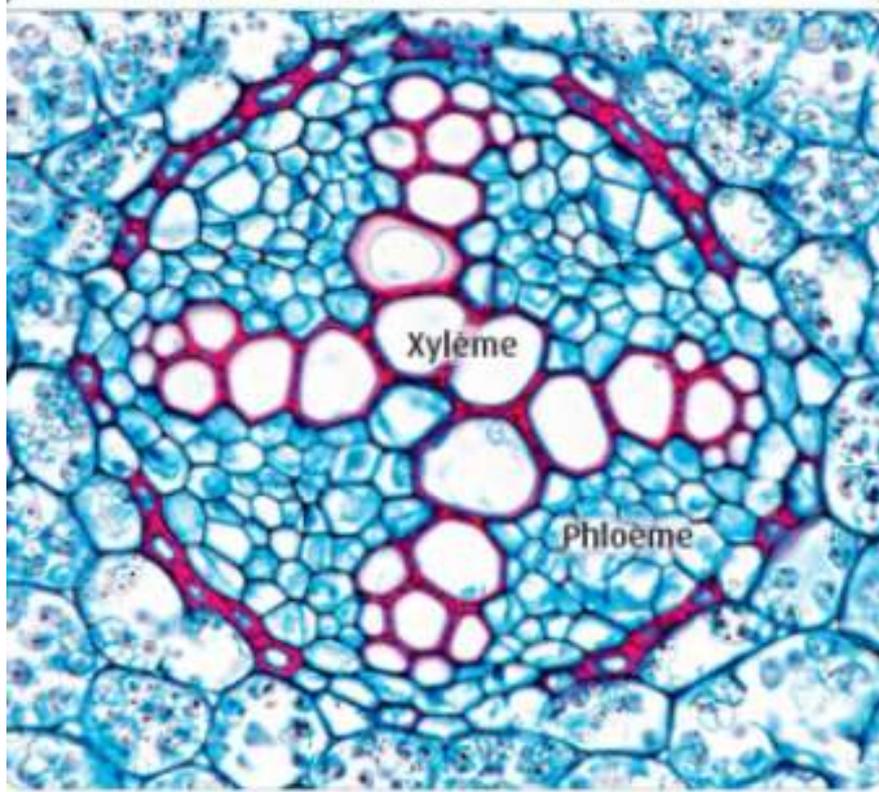


vue au MO après coloration.



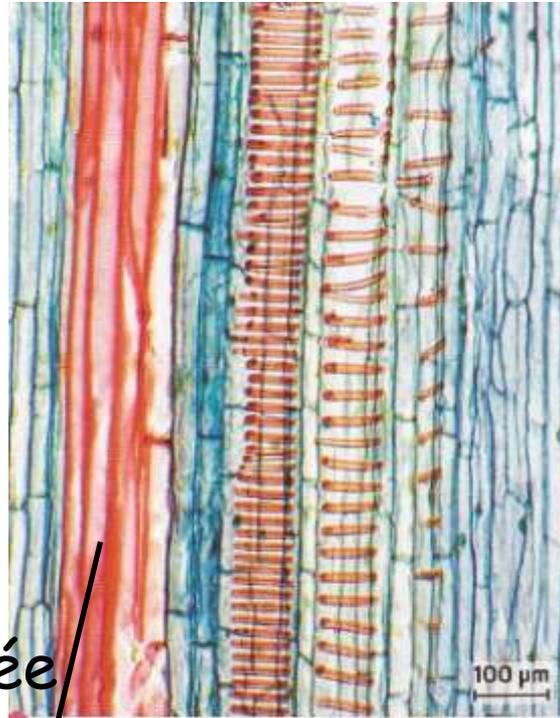
## Coupe transversale de racine de radis

**Alternance  
xylème et phloème**

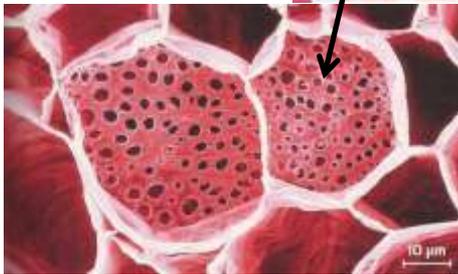


vue au MO après coloration.

# Coupe longitudinale de vaisseaux de bois + schémas d'interprétation°



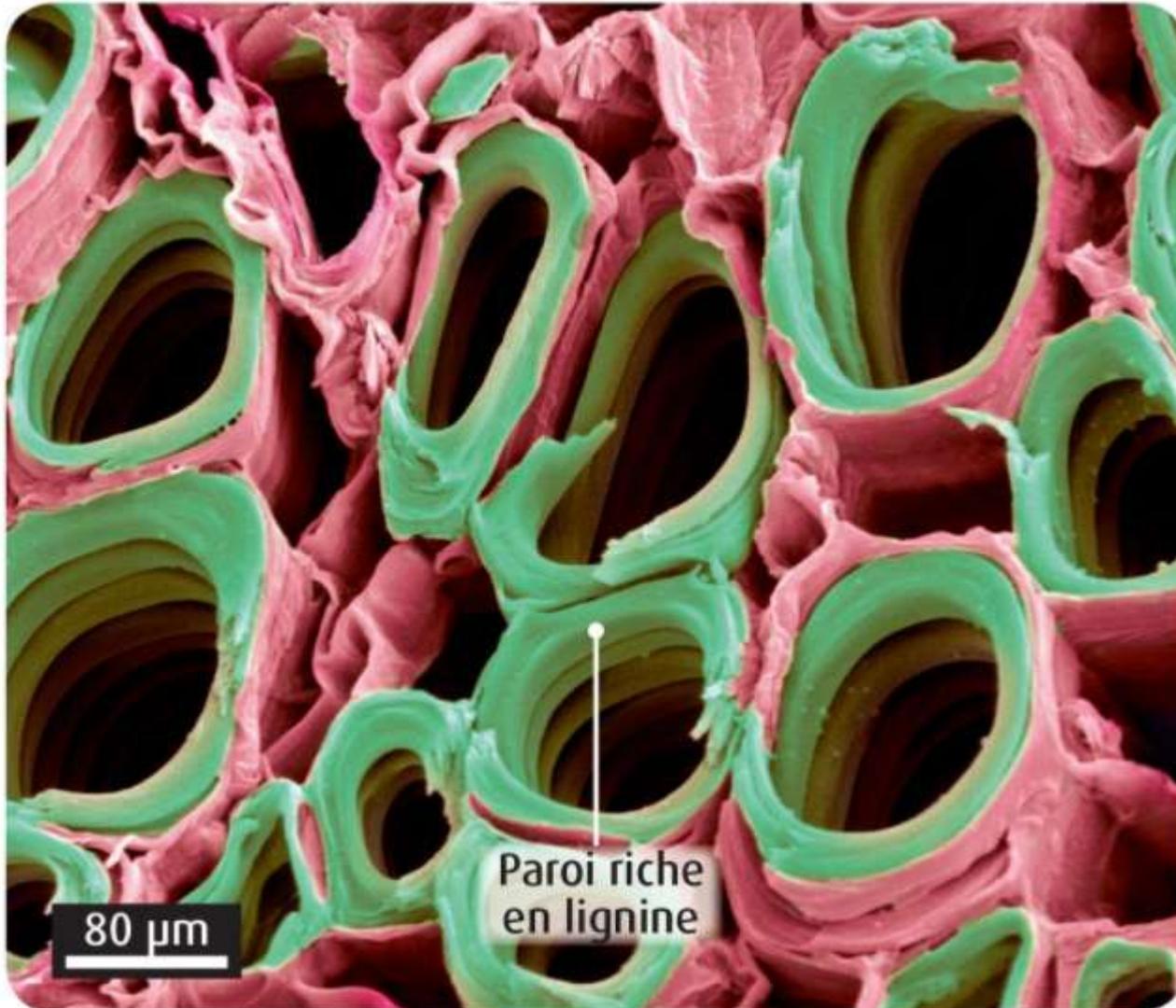
**Phloème**  
Sève élaborée



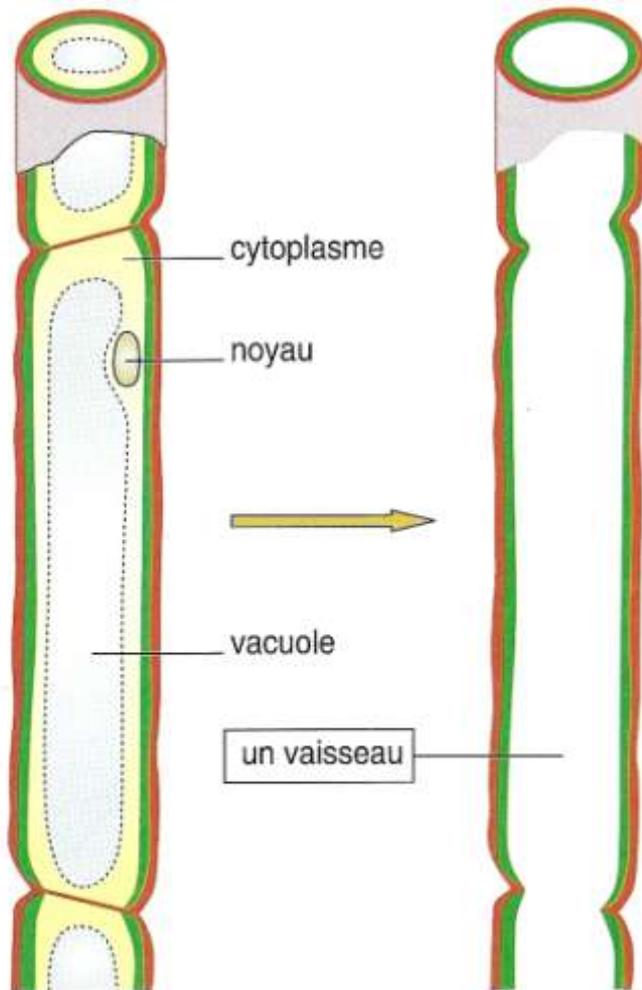
**Xylème**  
Sève brute

Dépôts de lignine en anneaux, spirale...  
→ Vaisseaux maintenus ouverts

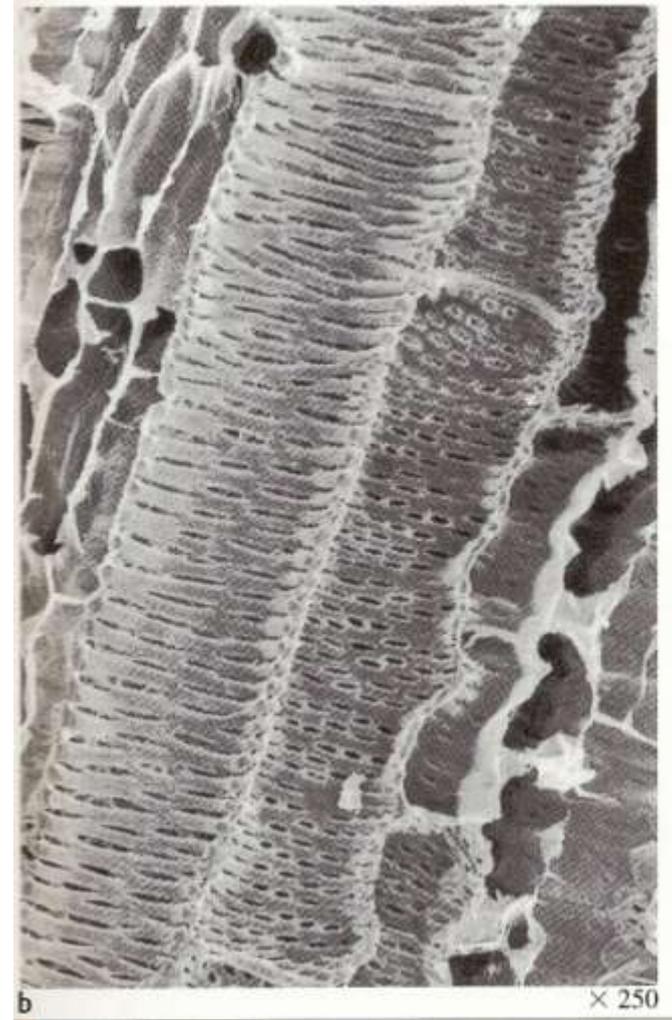
# Observation au MEB de vaisseaux du xylème.



# Différentiation en vaisseaux du bois : les tubes criblés

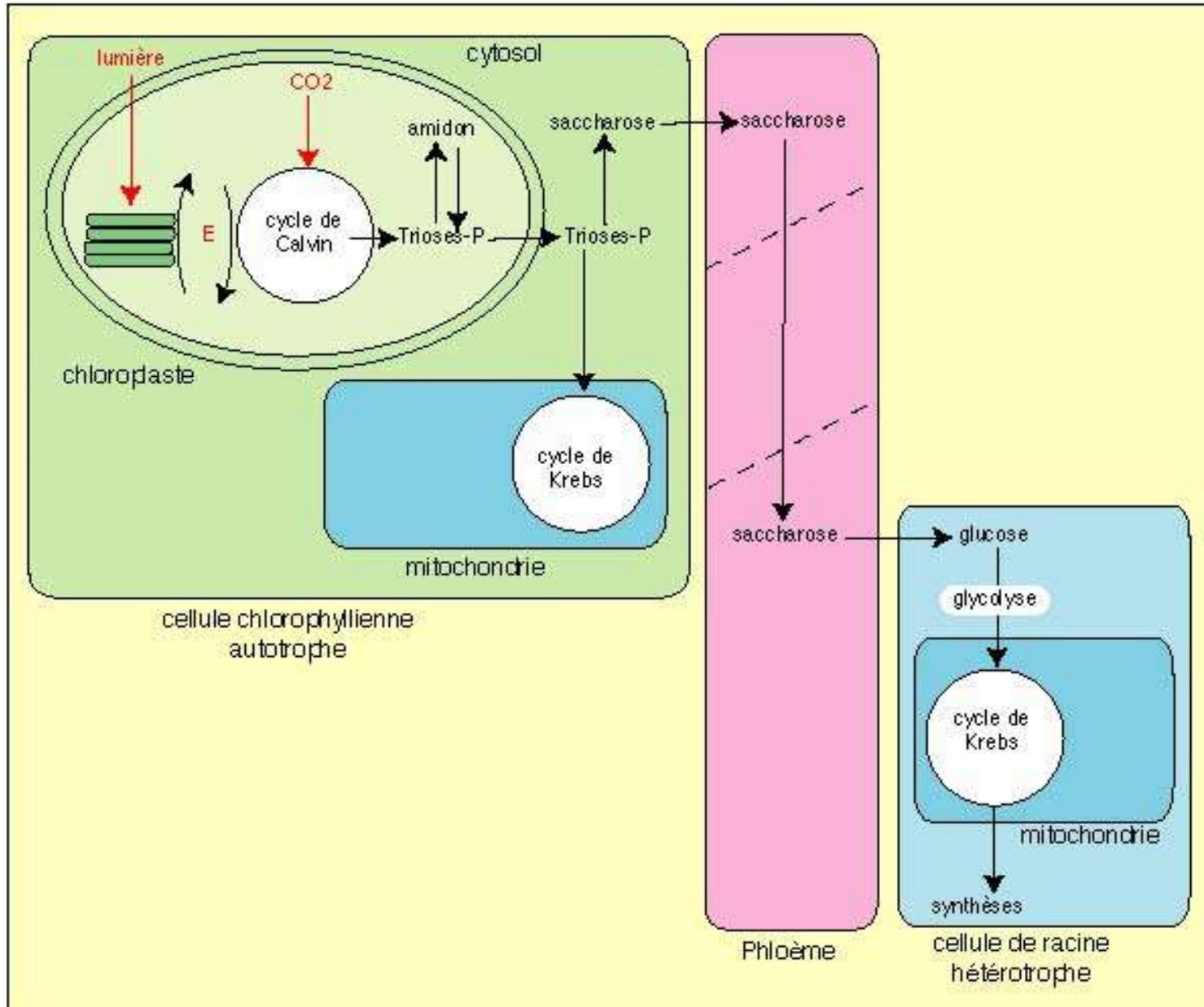


En rouge : paroi cellulaire cellulosique.  
En vert : épaissement interne de lignine.



CL

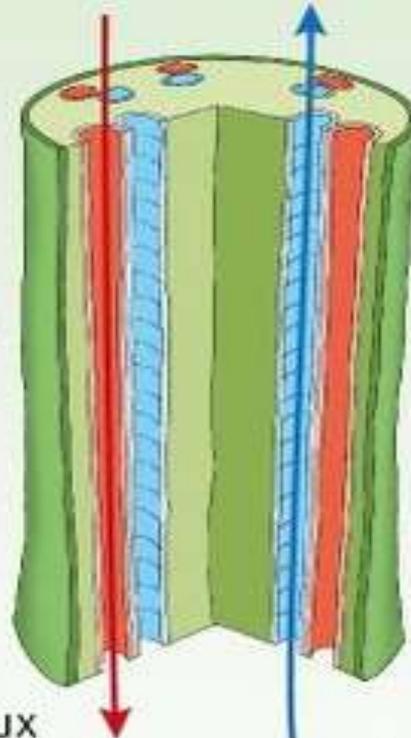
# Distribution des produits de la photosynthèse



## Des circulations de matière

Vers les lieux de synthèse  
de la matière organique

**Phloème :**  
circulation  
de la sève  
élaborée

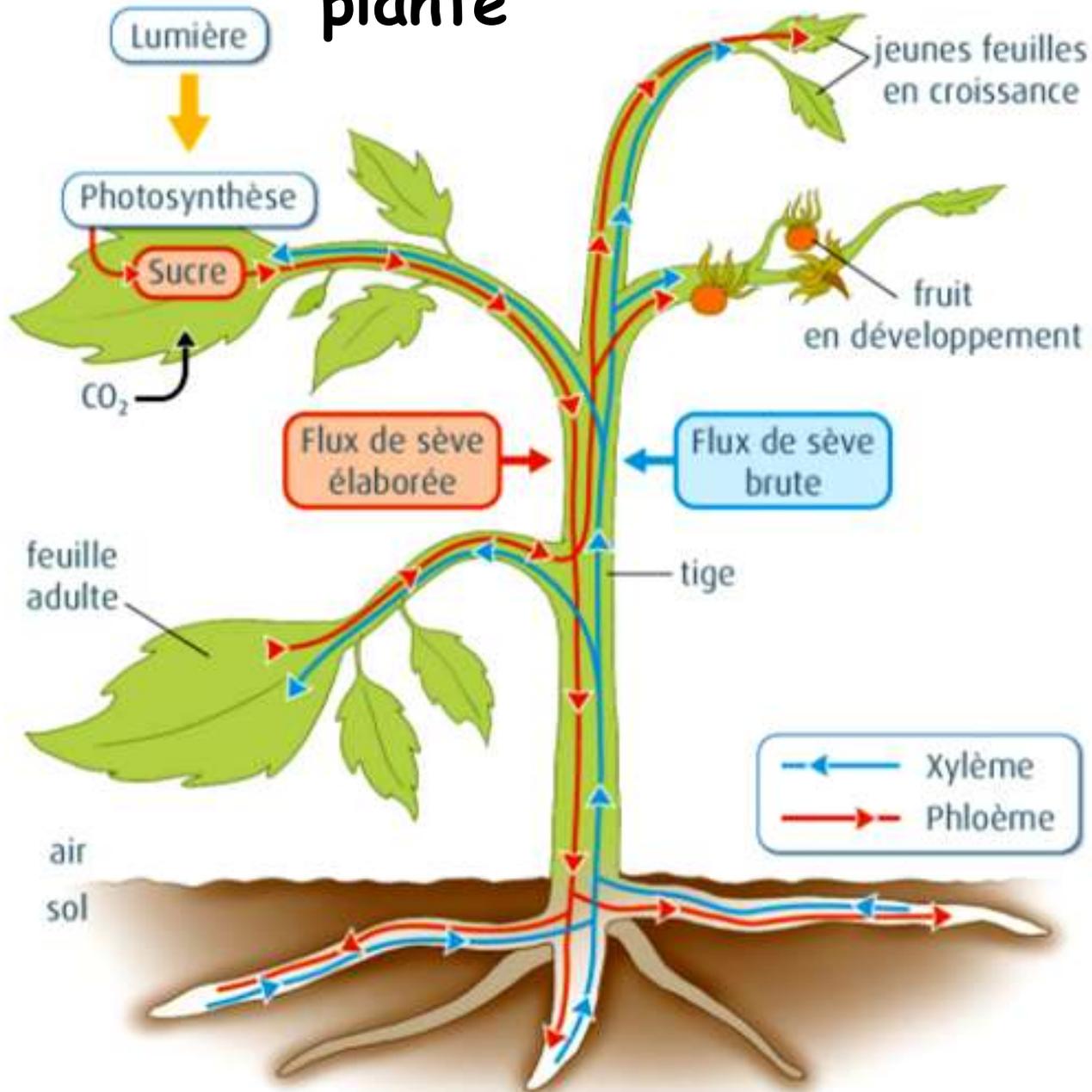


**Xylème :**  
circulation  
de la sève  
brute

Vers les lieux  
de consommation  
et de stockage  
de la matière  
organique

Depuis les lieux  
de prélèvement  
de la matière  
minérale

# Rôle des tissus conducteurs dans la plante



### III - Un double système conducteur pour assurer le transport des substances dissoutes

A. Les vaisseaux du xylème transportent la sève brute provenant des racines jusqu'aux feuilles, lieu de la photosynthèse.

1. La sève brute est une solution diluée d'ions minéraux principalement

2. Ces vaisseaux sont formés de cellules mortes, vides, allongées, sans paroi transversale, renforcées par des dépôts de lignine, ce qui permet une circulation ascendante rapide.

**B. Les vaisseaux de phloème** véhiculent la sève élaborée, des feuilles adultes jusqu'à divers organes tels que ceux en croissance et les organes non chlorophylliens ne réalisant pas la photosynthèse : racines, fleurs, fruits, organes de stockage....

1. La sève élaborée est une solution concentrée en produits de la photosynthèse, en majorité des glucides sous forme soluble (saccharose)

2. Ces vaisseaux sont formés de cellules vivantes, sans noyau, allongées, à paroi transversale perforée (cellules criblées)

3. Cette circulation est ascendante et descendante

# Des enzymes variées pour assurer des fonctions variées

Enzyme	Localisation	Rôle
Pyruvate déshydrogénase	Mitochondries	Respiration cellulaire
Amidon synthétase	Chloroplastes, amyloplastes	Synthèse d'amidon
Rubisco	Chloroplastes	Réduction du CO <sub>2</sub> (Photosynthèse)
Cellulose synthétase	Membrane plasmique	Synthèse de cellulose
Saccharose phosphate synthétase	Cytoplasme	Synthèse de saccharose

4. Ainsi les molécules organiques produites par photosynthèse peuvent être utilisées dans toute la plante. Des enzymes variées les métabolisent, produisant des molécules très diverses capables d'assurer de nombreuses fonctions au sein de la plante (croissance et port de la plante, formation de réserves, interactions avec d'autres espèces)

# Organisation de la paroi pecto-cellulosique

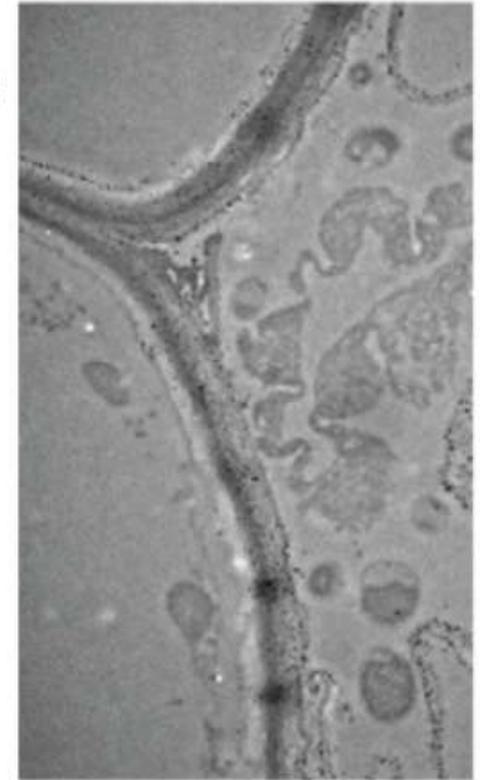
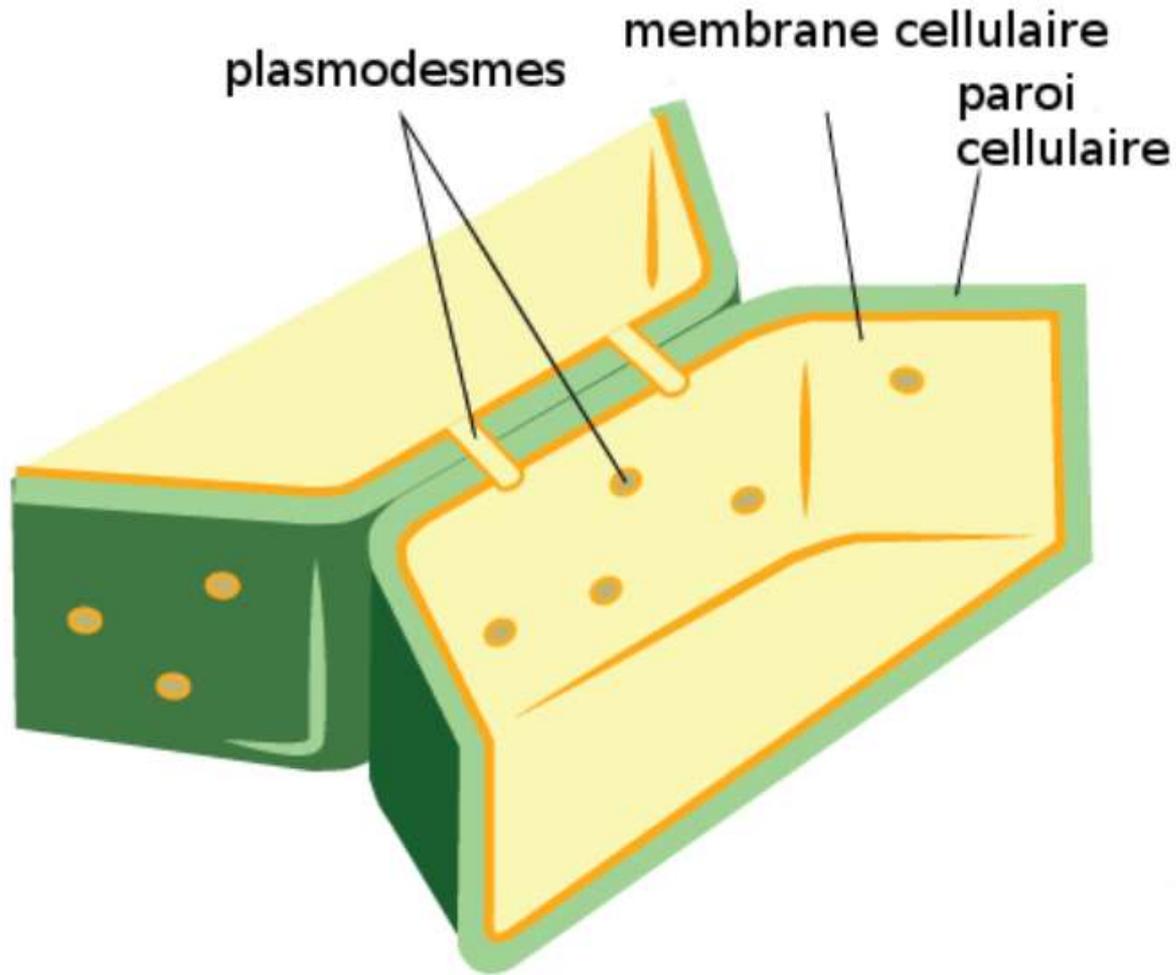
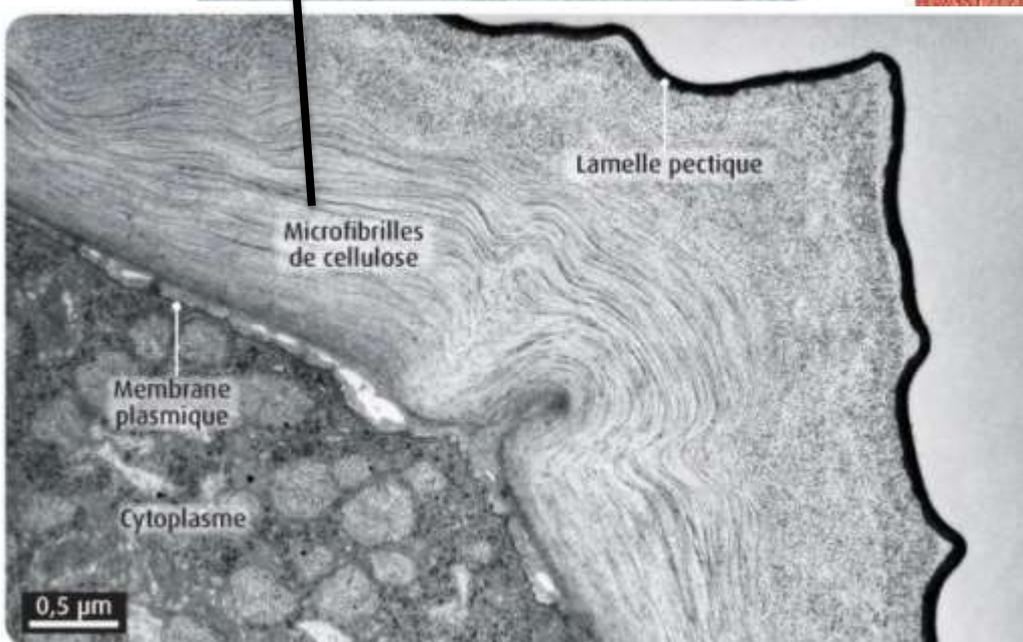
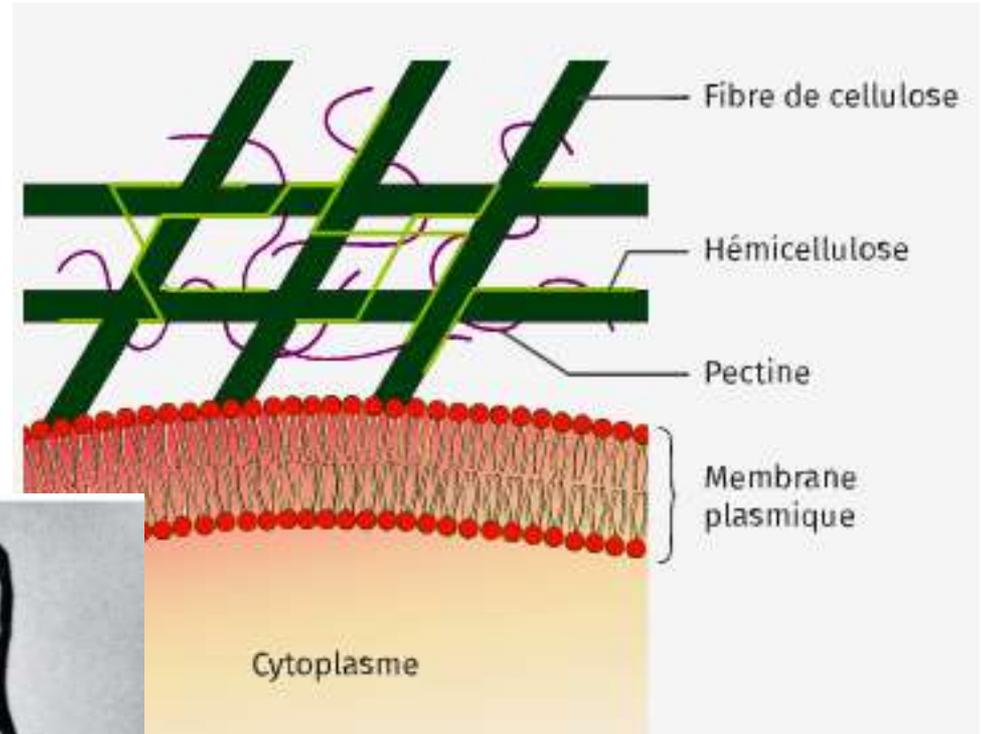
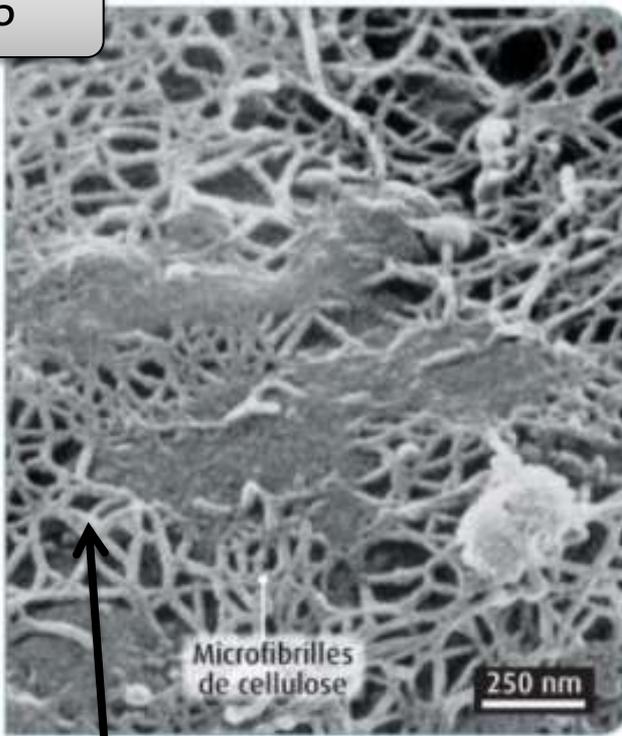


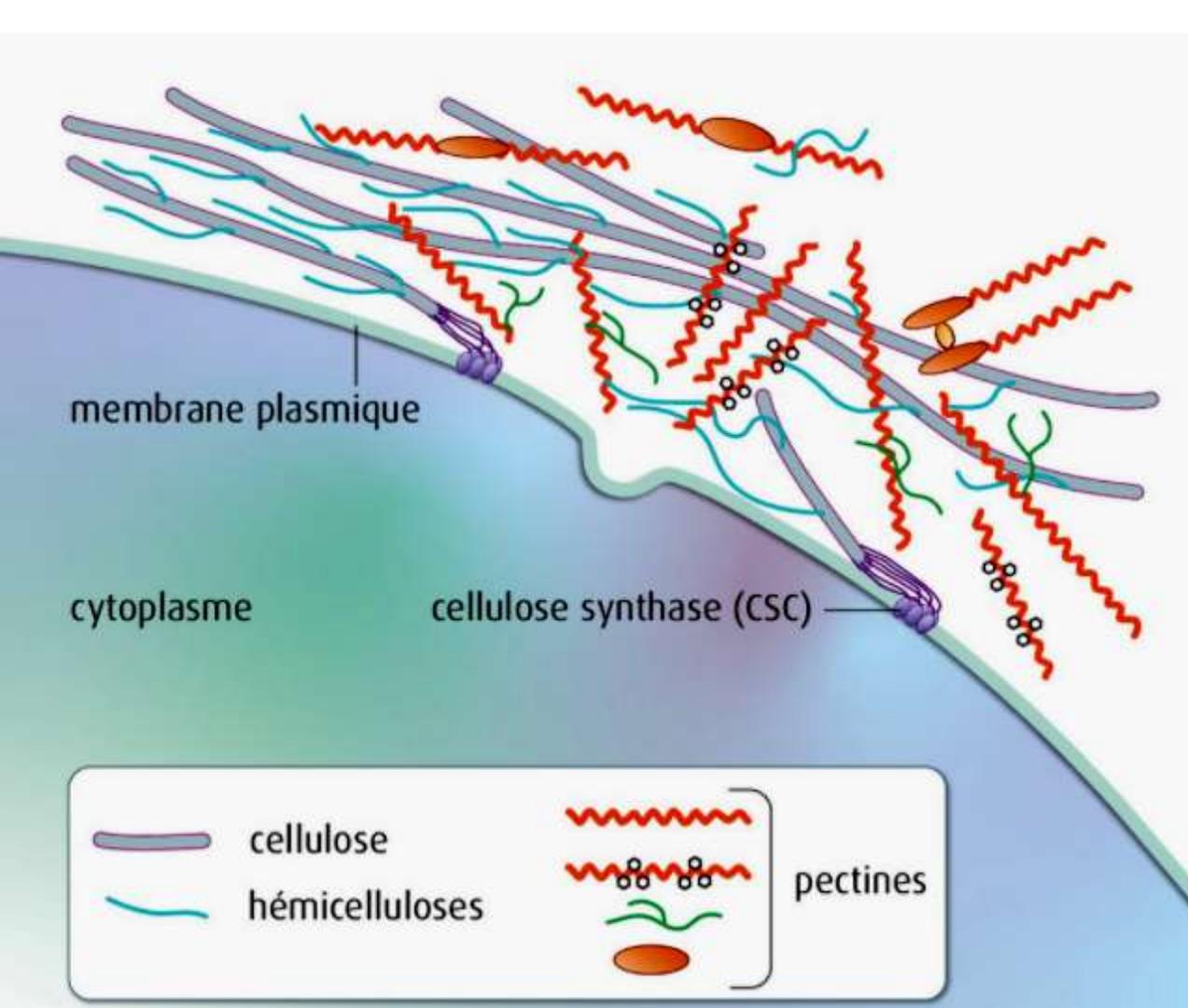
Photo TEM de la paroi cellulaire

# La paroi : matrice extracellulaire



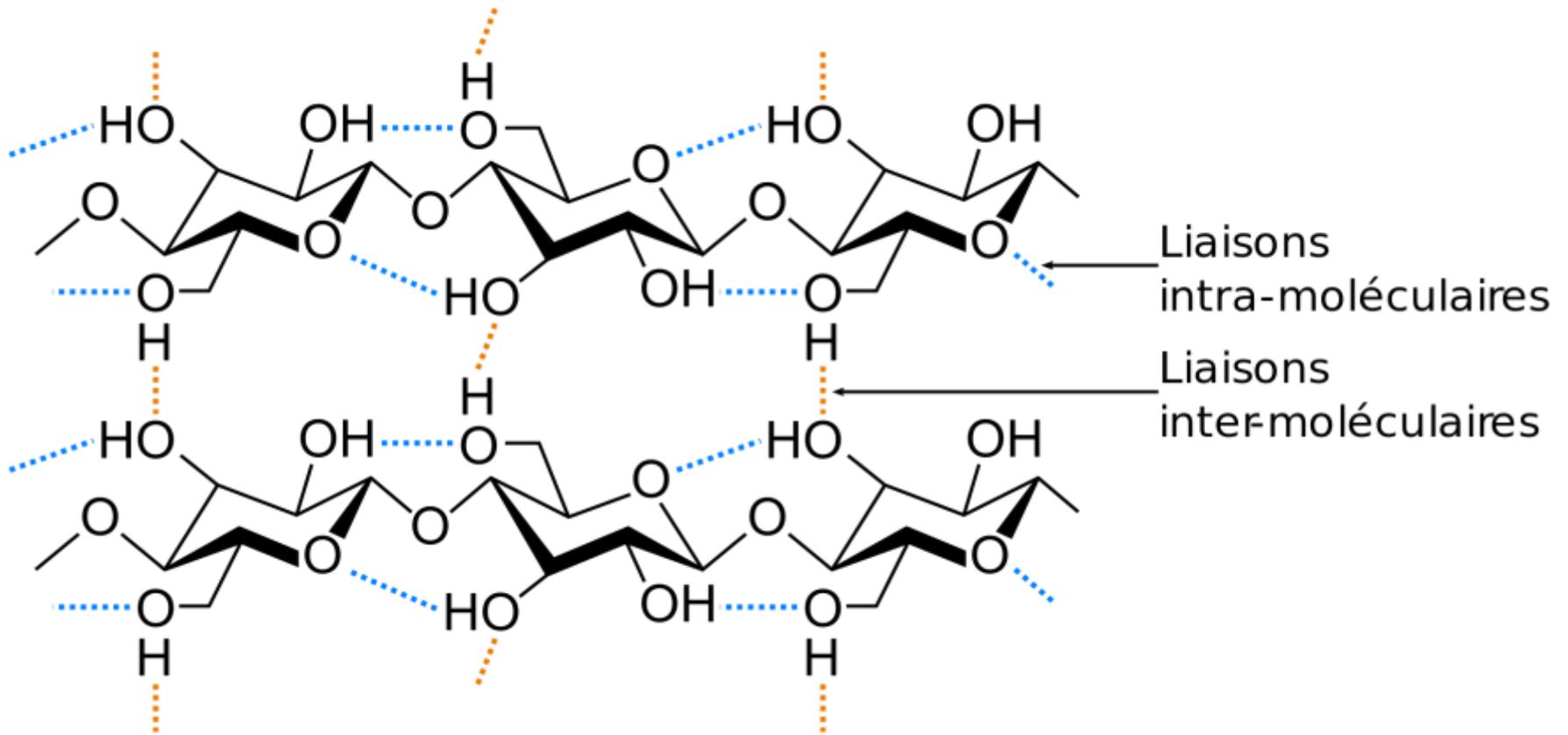
Observation au MET (à gauche) et au MEB (à droite) de la paroi de cellules de filet d'étamine de blé.

# La constitution d'une paroi cellulaire végétale.

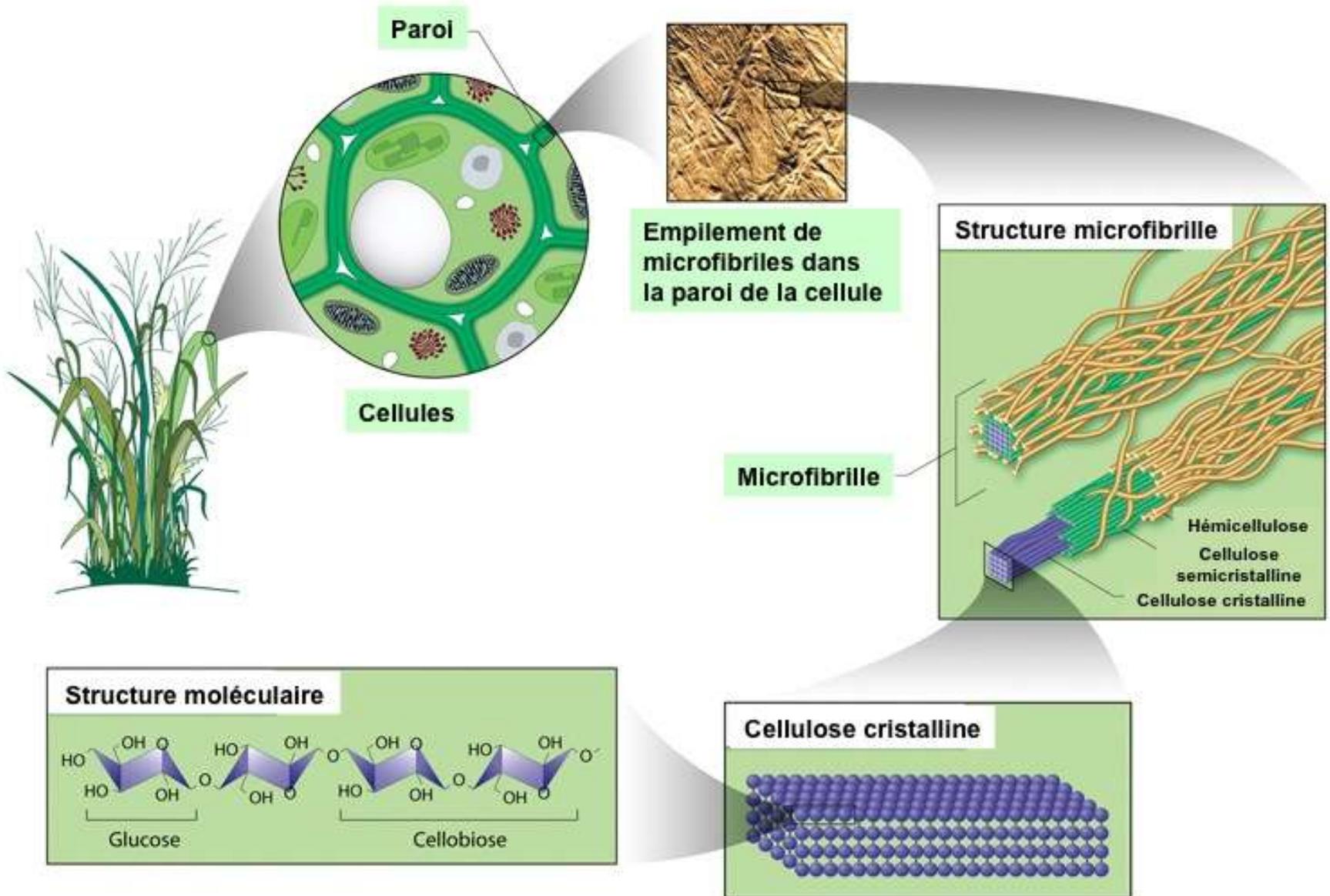


Une paroi est majoritairement constituée de **cellulose** qui baignent dans un gel formé d'autres dérivés glucidiques : les **pectines**

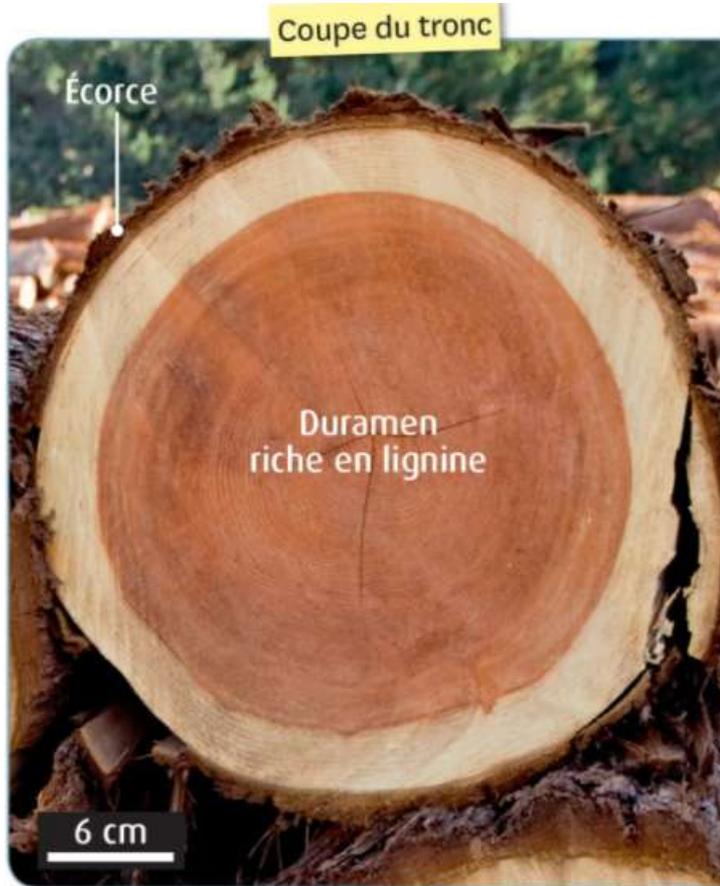
# Liaisons-H entre molécules de cellulose



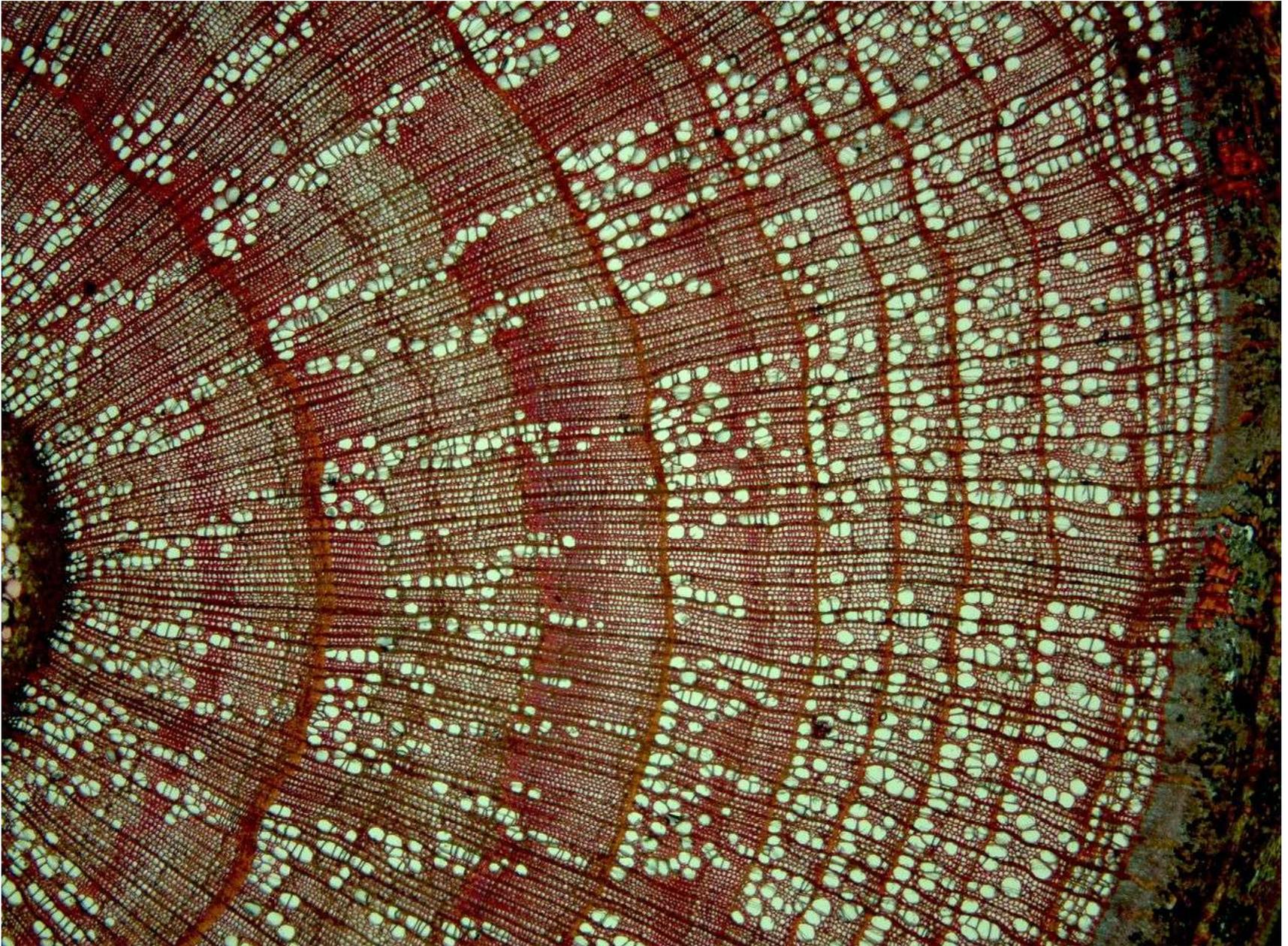
# Organisation de la paroi pecto-cellulosique



# Lignine et port dressé des plantes. Ex : séquoia géant → 112 m de haut

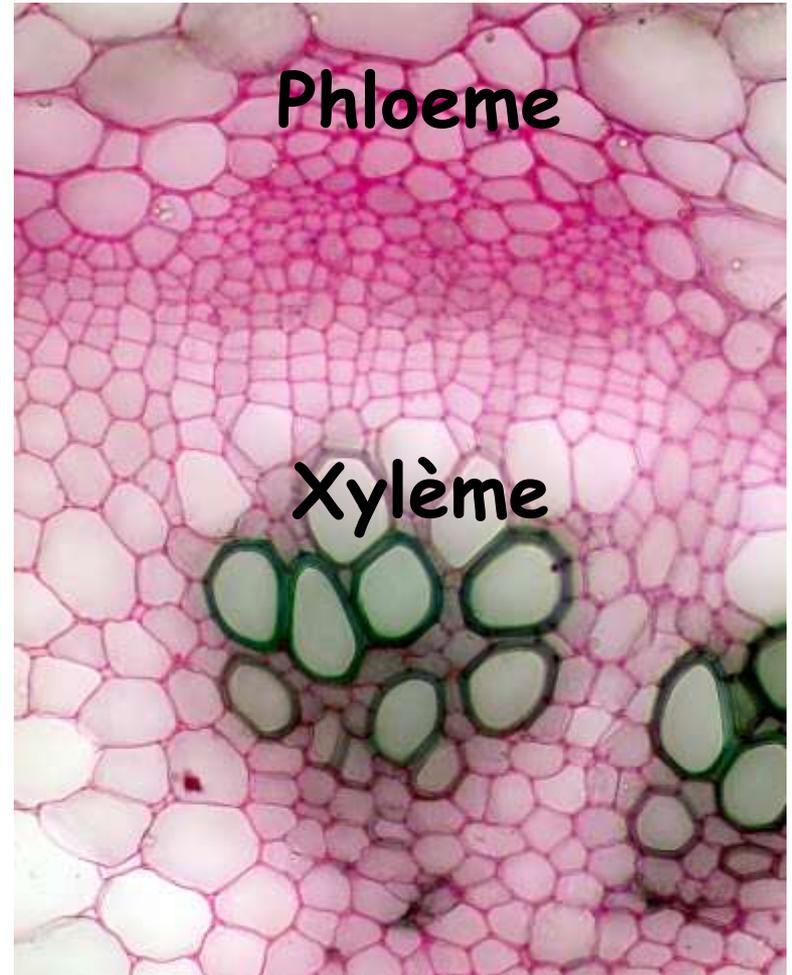
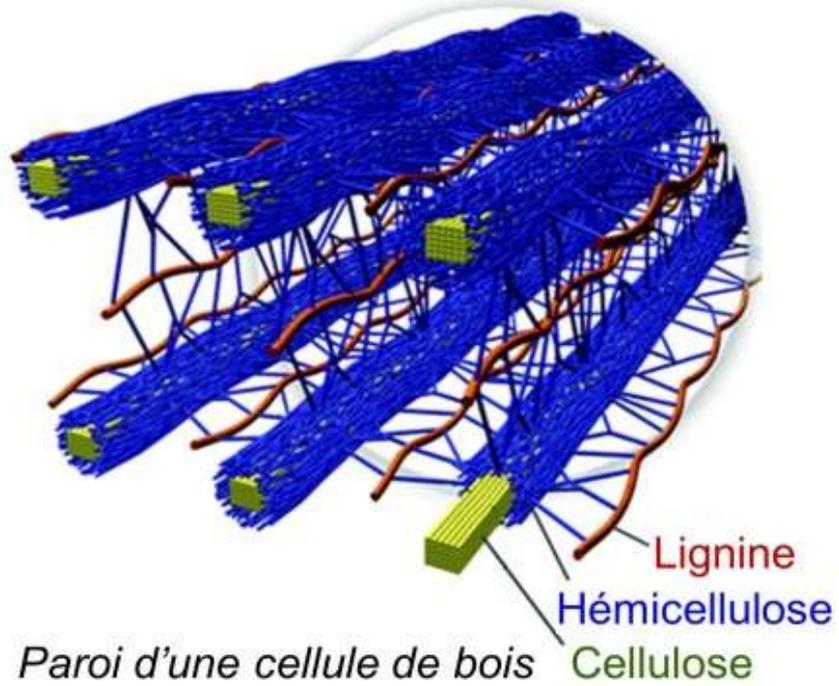


# La lignine, un composant du bois

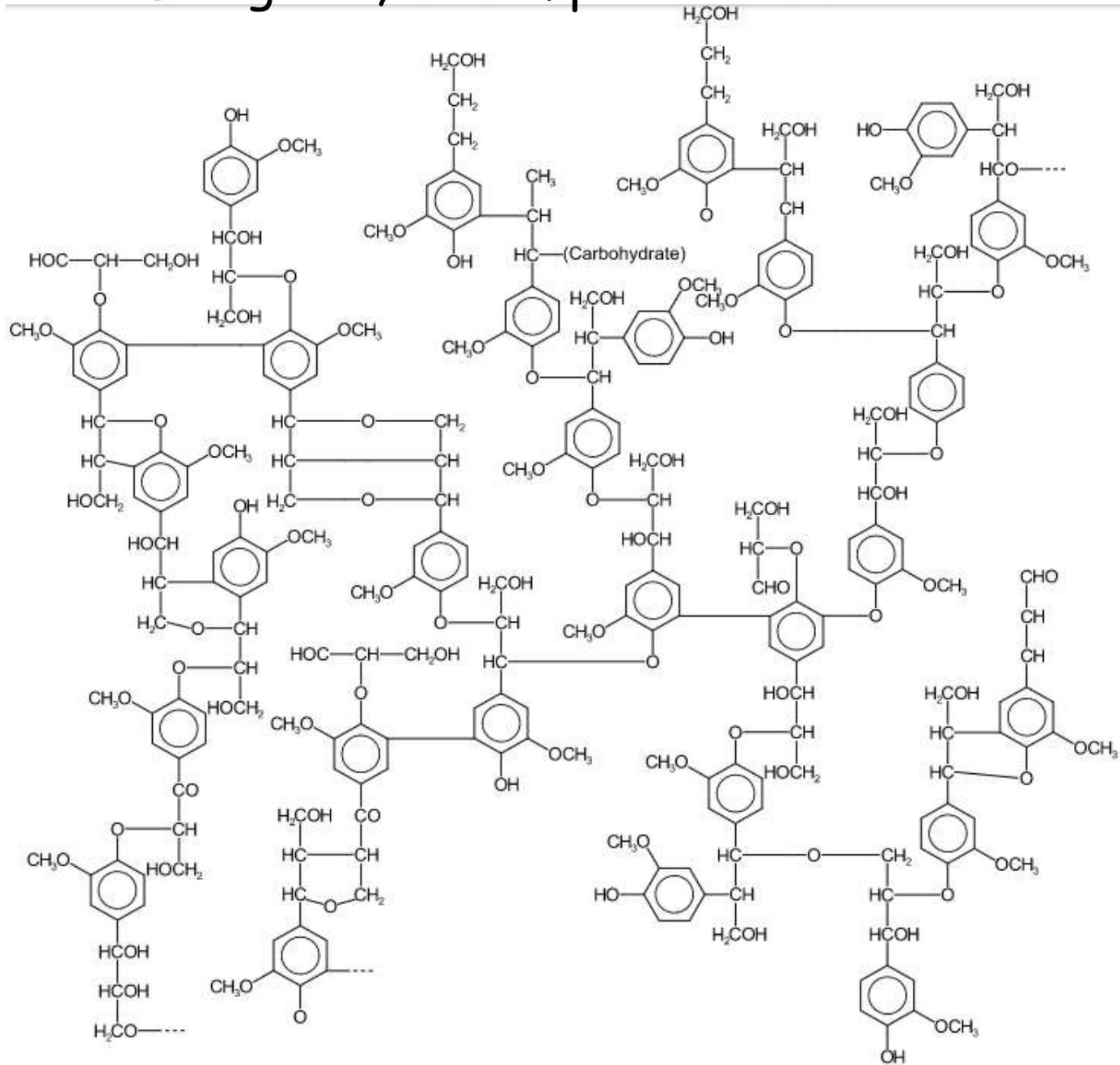


Coupe de bois de noisetier observée au microscope

# La lignine, un composant du bois



# La lignine, un composant du bois



## IV - Certains produits de la photosynthèse assurent un rôle structurant à toutes les échelles de la plante

Certaines molécules organiques produites participent à la construction de la paroi des cellules végétales. Ces molécules participent ainsi au contrôle de la croissance des cellules, assurent soutien et port dressé de la plante en rigidifiant les parois (matrice extracellulaire).

1. La **cellulose**, constituant principal de la paroi des cellules végétales, est un polymère de glucose fabriqué chez les jeunes cellules au moyen d'un enzyme, la cellulase synthétase. Ce constituant s'accumule progressivement et rend la paroi de plus en plus épaisse et rigide, finissant par s'opposer à la croissance en longueur. Cette cellulose constitue les fibres végétales que nous ne savons pas digérer directement mais qui participent au bon fonctionnement de notre transit

2. Dans certaines cellules, cette paroi peut être imprégnée secondairement par de la lignine, polymère synthétisé à partir d'un acide aminé produit par photosynthèse, la phénylalanine.

La **lignine** est une molécule imperméable. Dans les vaisseaux du xylème, elle facilite ainsi la circulation de la sève brute. La lignine est également présente dans la paroi des cellules constituant les tissus de soutien (sclérenchyme). Elle provoque une rigidification permettant un port dressé et une croissance en hauteur importante.

Chez les arbres, la lignine imprègne les tissus de transport qui s'épaississent année après année pour donner un matériau à la fois léger et rigide, le bois.