

A gnarled, ancient-looking tree with a thick, twisted trunk and sparse green foliage stands on a rocky cliff. The background is a clear blue sky with scattered white clouds. The tree's branches are twisted and weathered, suggesting a harsh environment.

Thème A La vie fixée chez les plantes

Chapitre 01

Les relations entre organisation
fonctionnelle et mode de vie chez les
Angiospermes

L'objectif de ce thème

Comme tous les plantes, les Angiospermes possèdent un mode de vie fixé.

Au cours de l'évolution, des processus trophiques, des systèmes de protection et de communication, ainsi que des modalités particulières de reproduction se sont mis en place chez les Angiospermes (= **plantes à fleurs**) .

*L'objectif de ce thème est de relier **quelques** particularités d'organisation des Angiospermes avec leur mode de vie fixé.*

Quelles sont les particularités d'organisation fonctionnelle des Angiospermes en rapport avec le mode de vie fixé ?

Attention !!! On ne cherche pas « à expliquer », mais « à relier ».
De nombreuses particularités des Angiospermes ne seront pas envisagées, car non liées à la vie fixée.

fleur



Bourgeon apical



feuille



tige



Bourgeon axillaire



Poil absorbant racine



racine



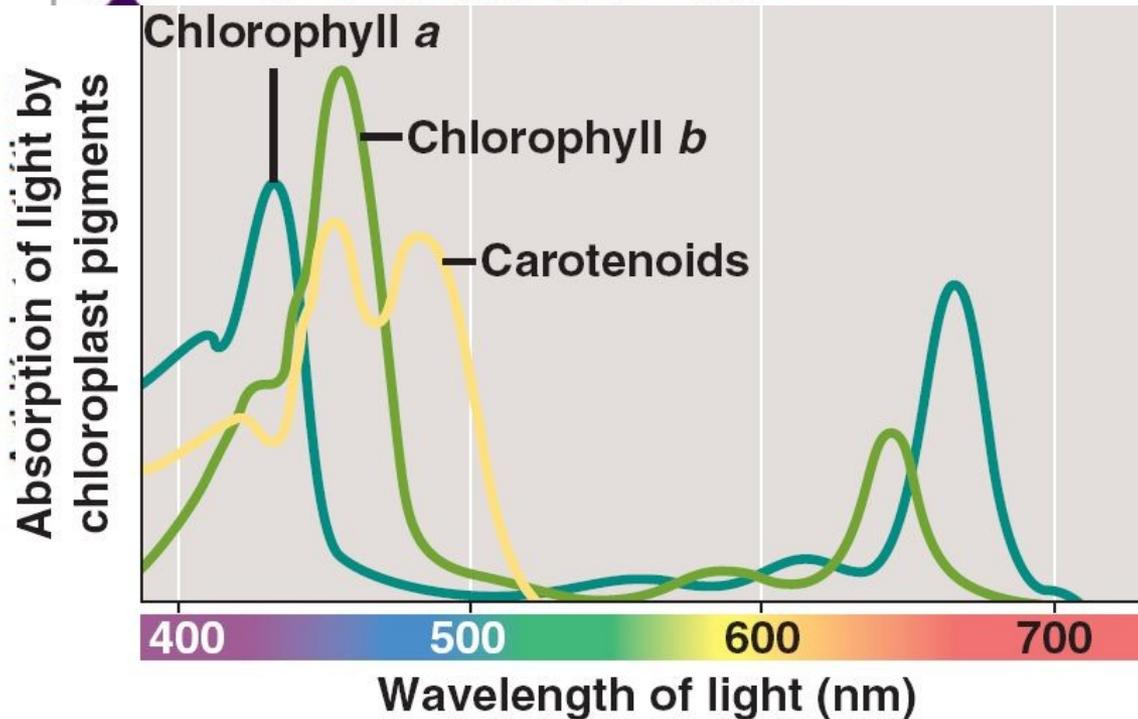
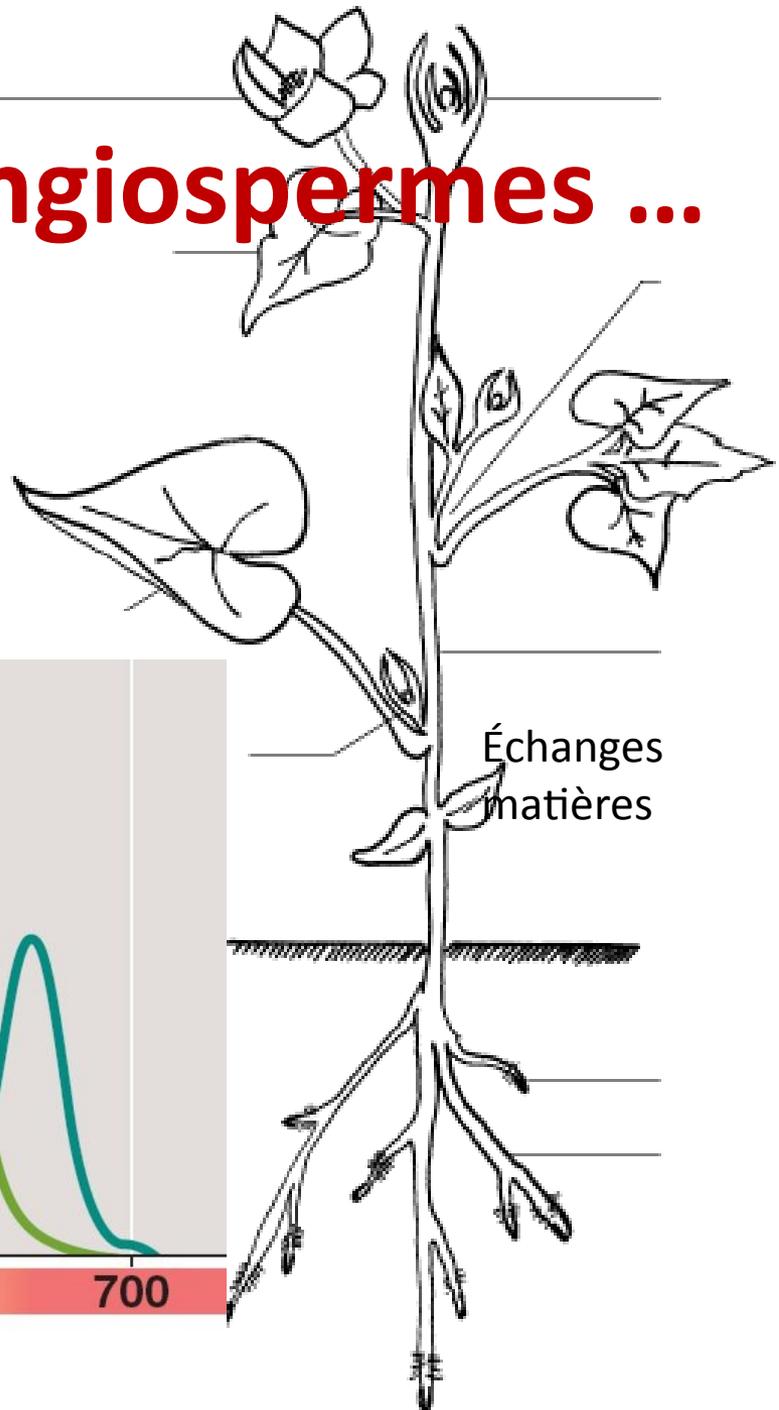
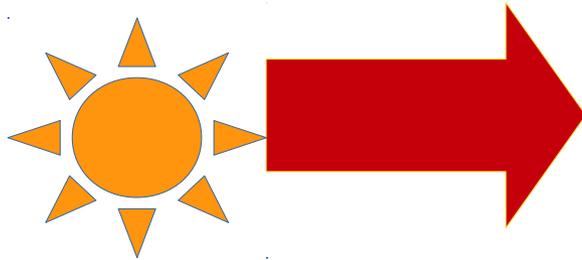
Organisation simplifiée d'une Angiosperme

système caulinaire
système racinaire

I Les particularités d'organisation fonctionnelle des Angiospermes liées à la nutrition en rapport avec la vie fixée [TP.01]

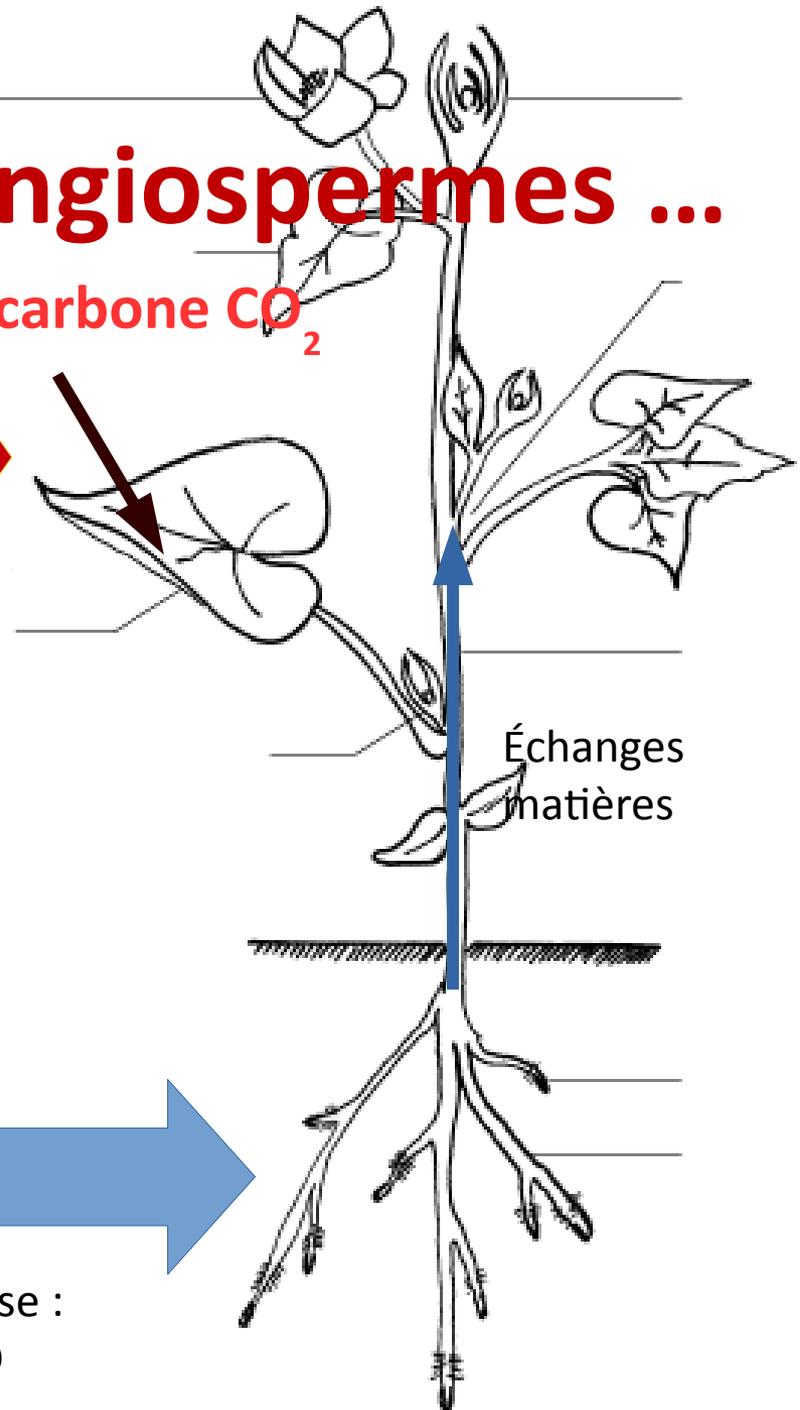
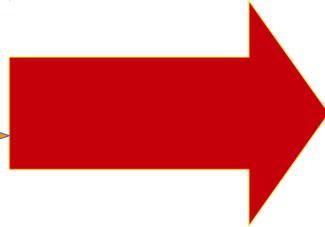
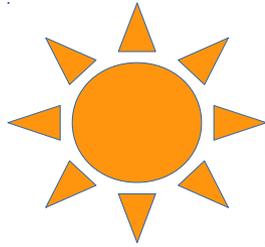
A. Identification des contraintes liées à la nutrition en rapport avec la vie fixée

Nutrition des Angiospermes ...



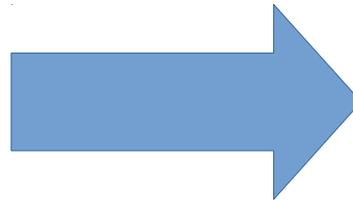
Nutrition des Angiospermes ...

Dioxyde de carbone CO_2



**Nécessité d'échange
plante/air,
plante/sol
et plante/plante**

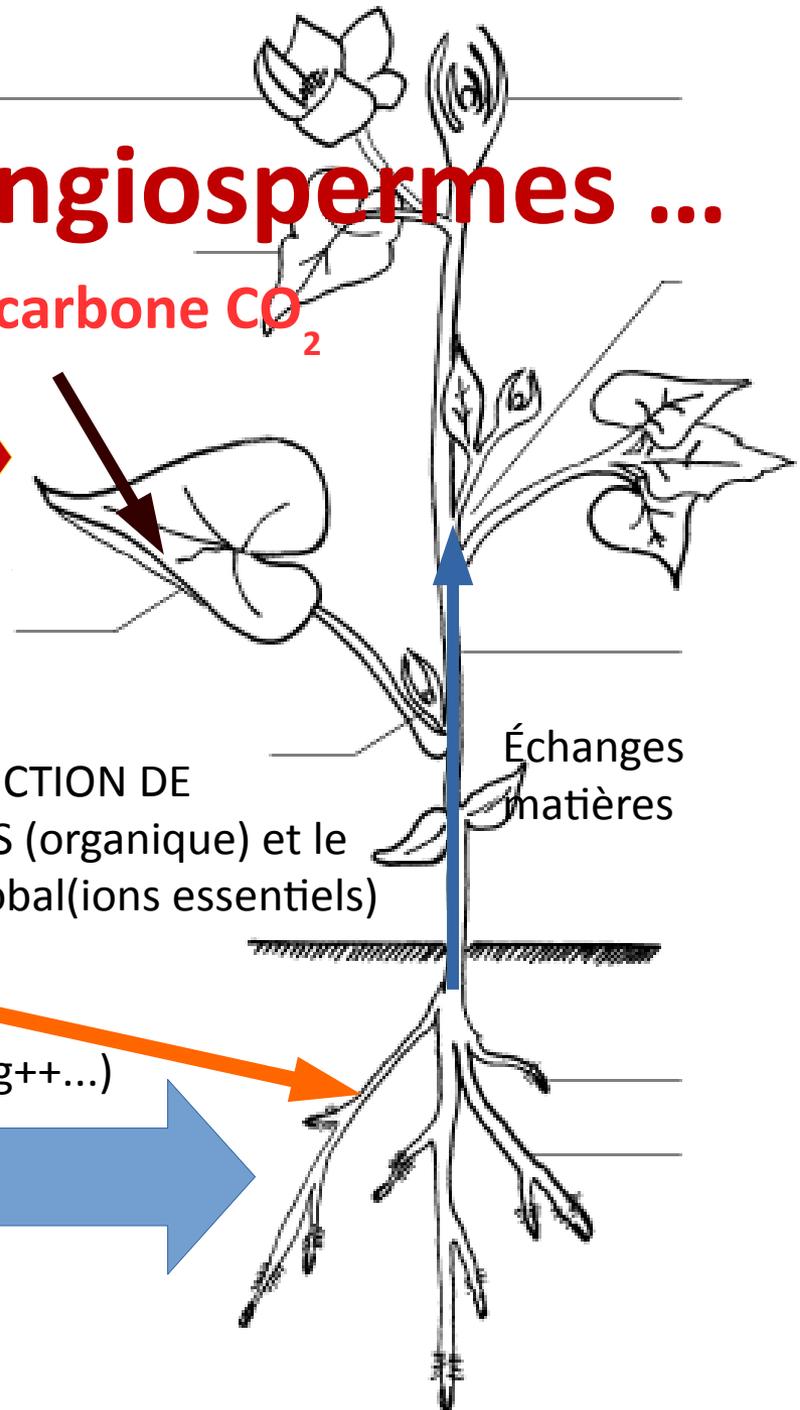
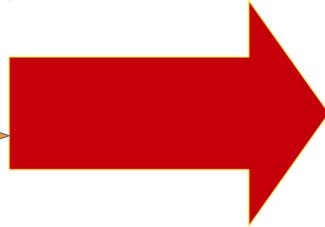
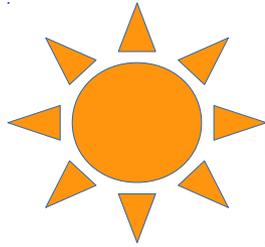
Eau H_2O



Permet une photosynthèse de base :
PRODUCTION DE MOLÉCULE CHO
(organique)

Nutrition des Angiospermes ...

Dioxyde de carbone CO_2



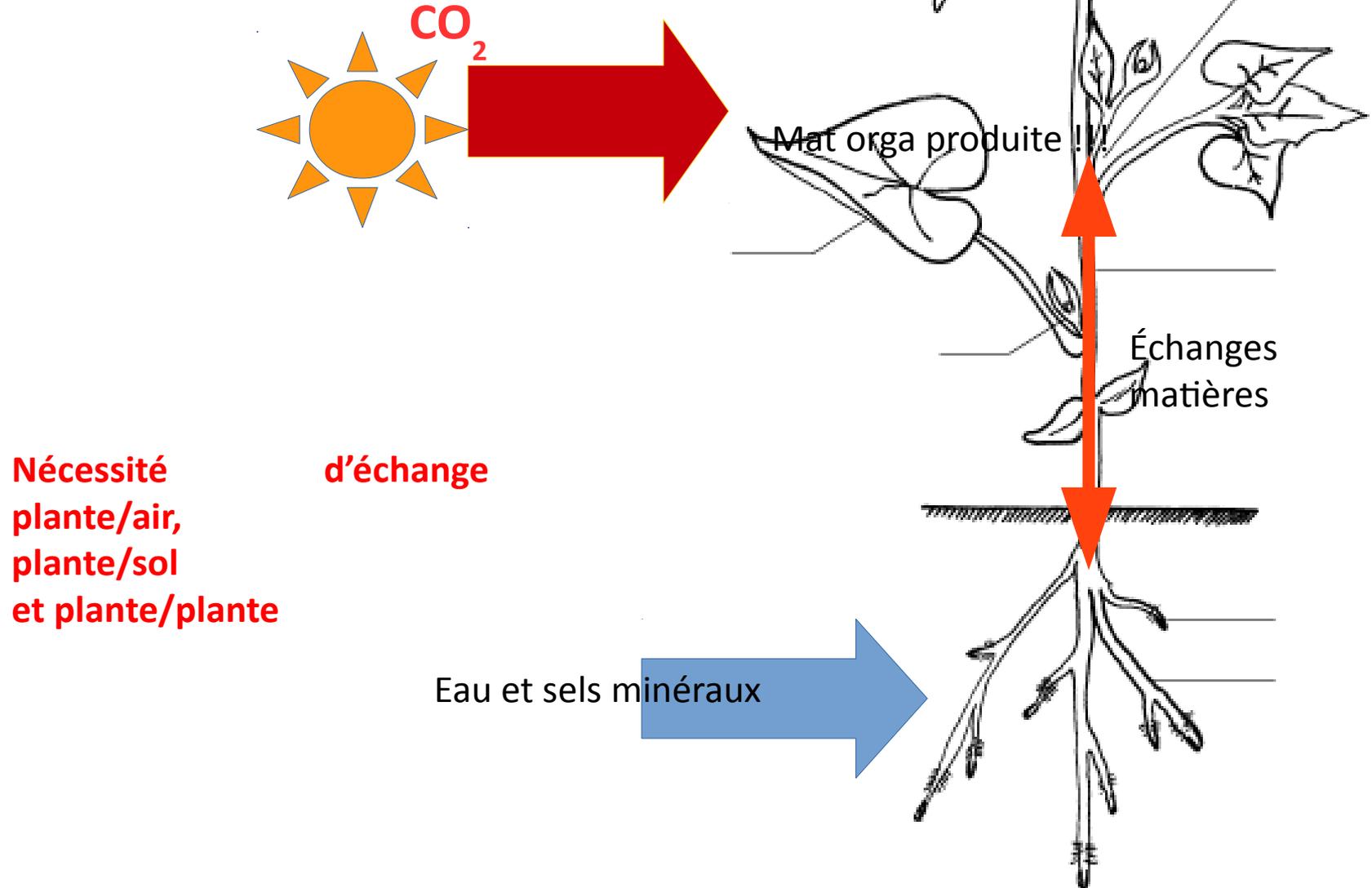
Nécessité d'échange
plante/air,
plante/sol
et plante/plante

Permet une PRODUCTION DE
MOLÉCULE CHONPS (organique) et le
fonctionnement global(ions essentiels)

Sels minéraux
(comprenant S P et N
mais aussi des ions tel Mg^{++} ...)

Eau H_2O

Nutrition des Angiospermes ...



B. L'organisation générale des organes

Les plantes à fleur ont toutes la même organisation : racine vers le bas, tige vers le haut...

Dès le début du 18ème siècle, Dodart et Astruc **remarquent l'orientation verticale** de bon nombre d'organes végétaux, et émettent l'hypothèse d'une relation avec la gravité. En effet, lorsqu'une racine, par exemple, croît initialement dans la direction du champ de gravité, puis est placée ensuite perpendiculairement à celle-ci, on observe au bout d'une vingtaine de minutes l'apparition d'une courbure qui tend à ramener la pointe de la racine dans la direction du champ de gravité.

Racine de lentille après 27h de germination à la verticale



Proposez un montage simple qui permet de tester l'hypothèse de Dodart et Astruc...

La racine est placée perpendiculairement au champ de gravité

Courbure observée après 2h



Ce n'est cependant qu'un siècle plus tard que la relation causale entre gravité et orientation des organes végétaux a été montrée expérimentalement.

Expérience de Knight (1806).

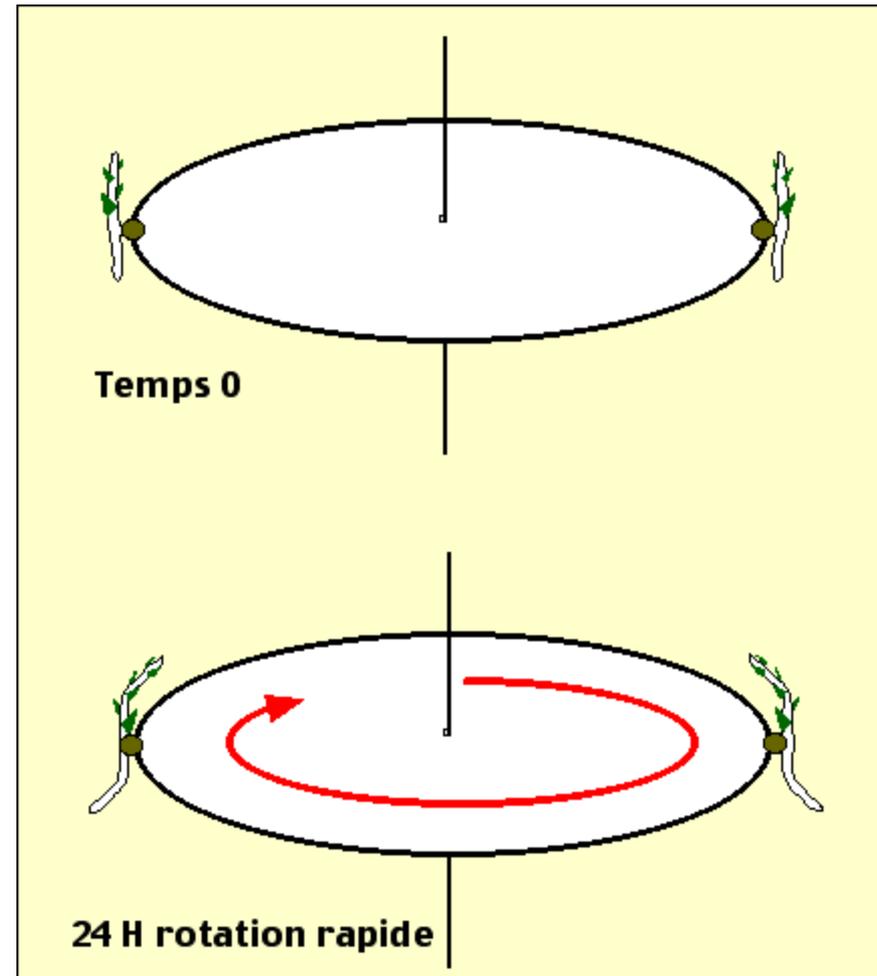
En plaçant de jeunes plantules sur un tambour tournant autour d'un axe vertical.

Dans ce dispositif expérimental, la rotation du tambour crée une accélération centrifuge C dont les propriétés physiques sont tout à fait semblables à celle de la gravité G , si ce n'est que son orientation diffère.

Racine : "pointe vers le bas" → Il s'agit donc d'un **gravitropisme positif**

Tiges : sens opposé au champ de gravité → Il s'agit alors d'un **gravitropisme négatif**.

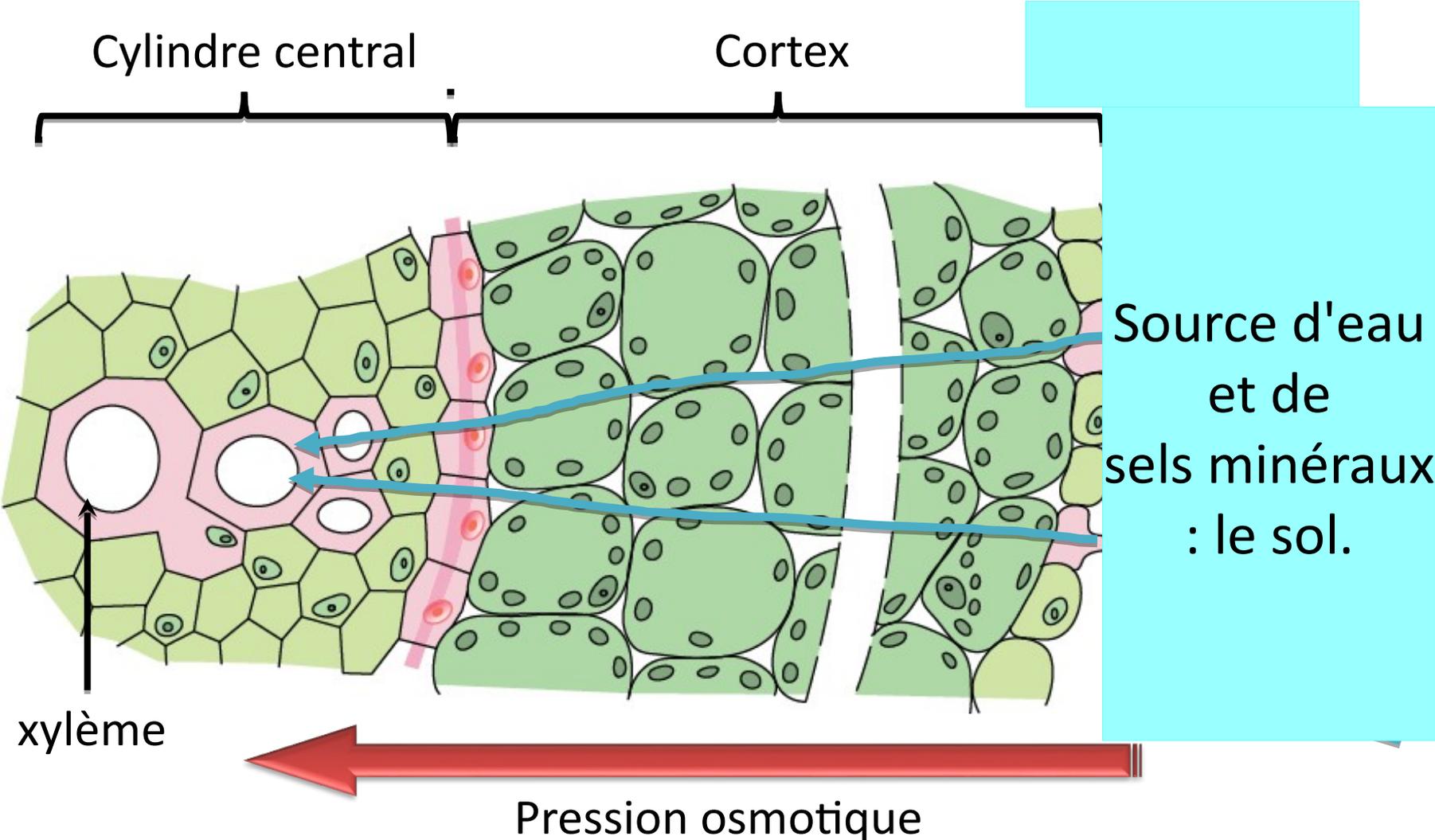
... Intérêts évidents pour les végétaux qui possèdent cette particularité...



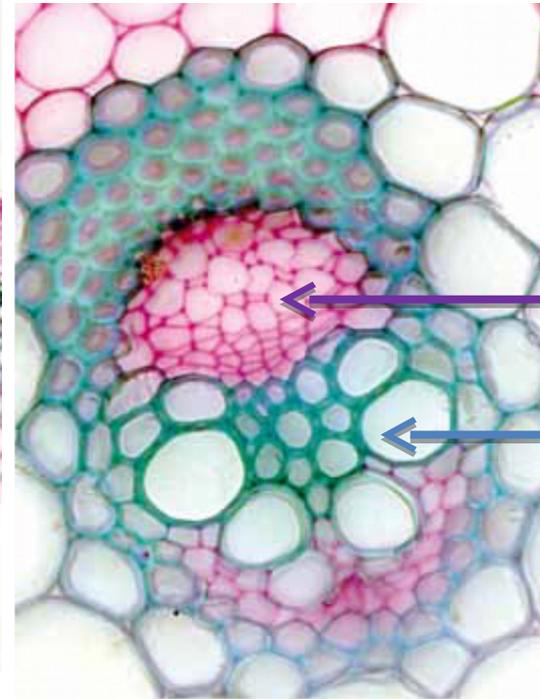
C. L'organisation des systèmes d'échange entre les organes

1.) Le transport de l'eau et des ions minéraux des racines vers les feuilles

CT de racine

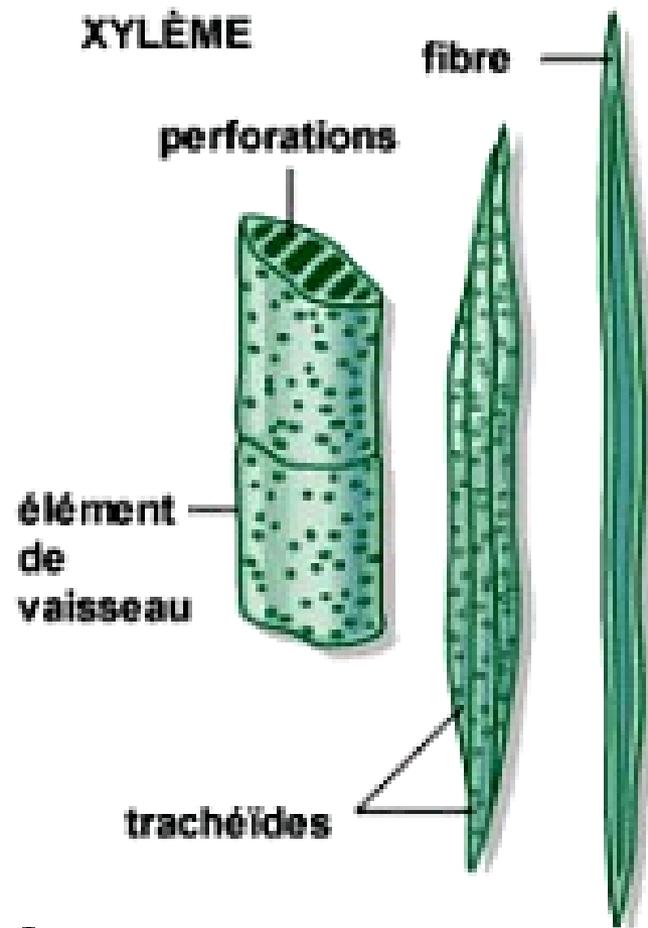


CT Tige



phloème

xylème



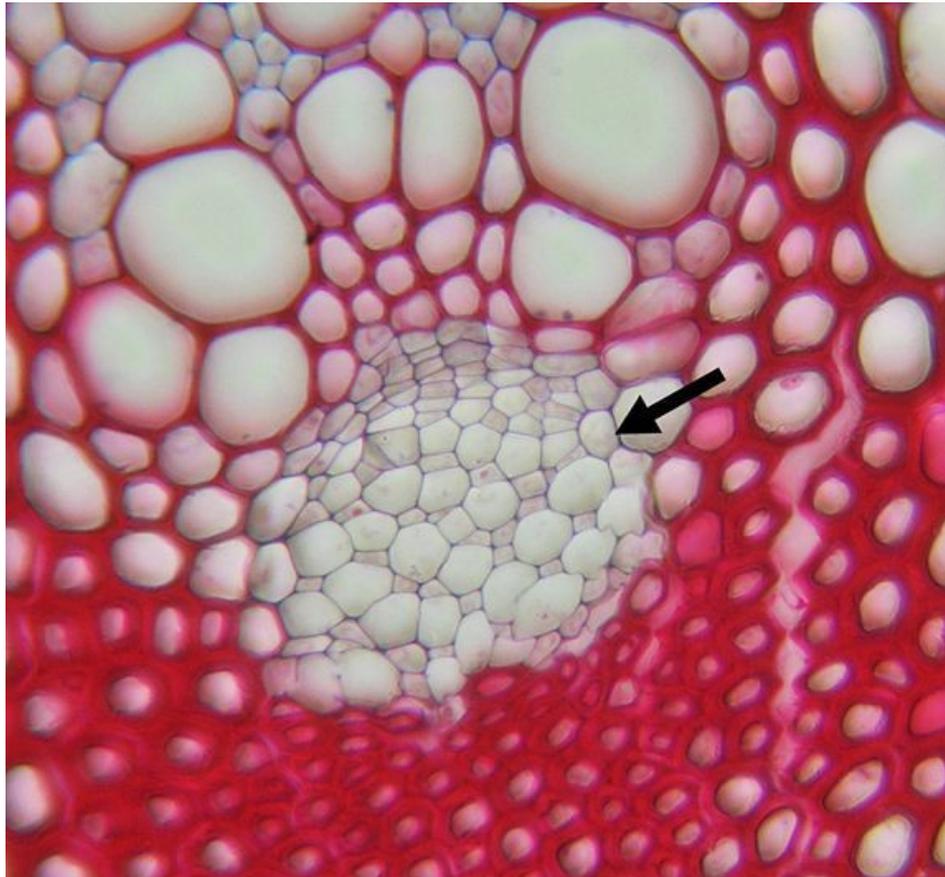
Les parois des vaisseaux du xylème sont renforcées de lignine, une molécule qui offre une grande rigidité.

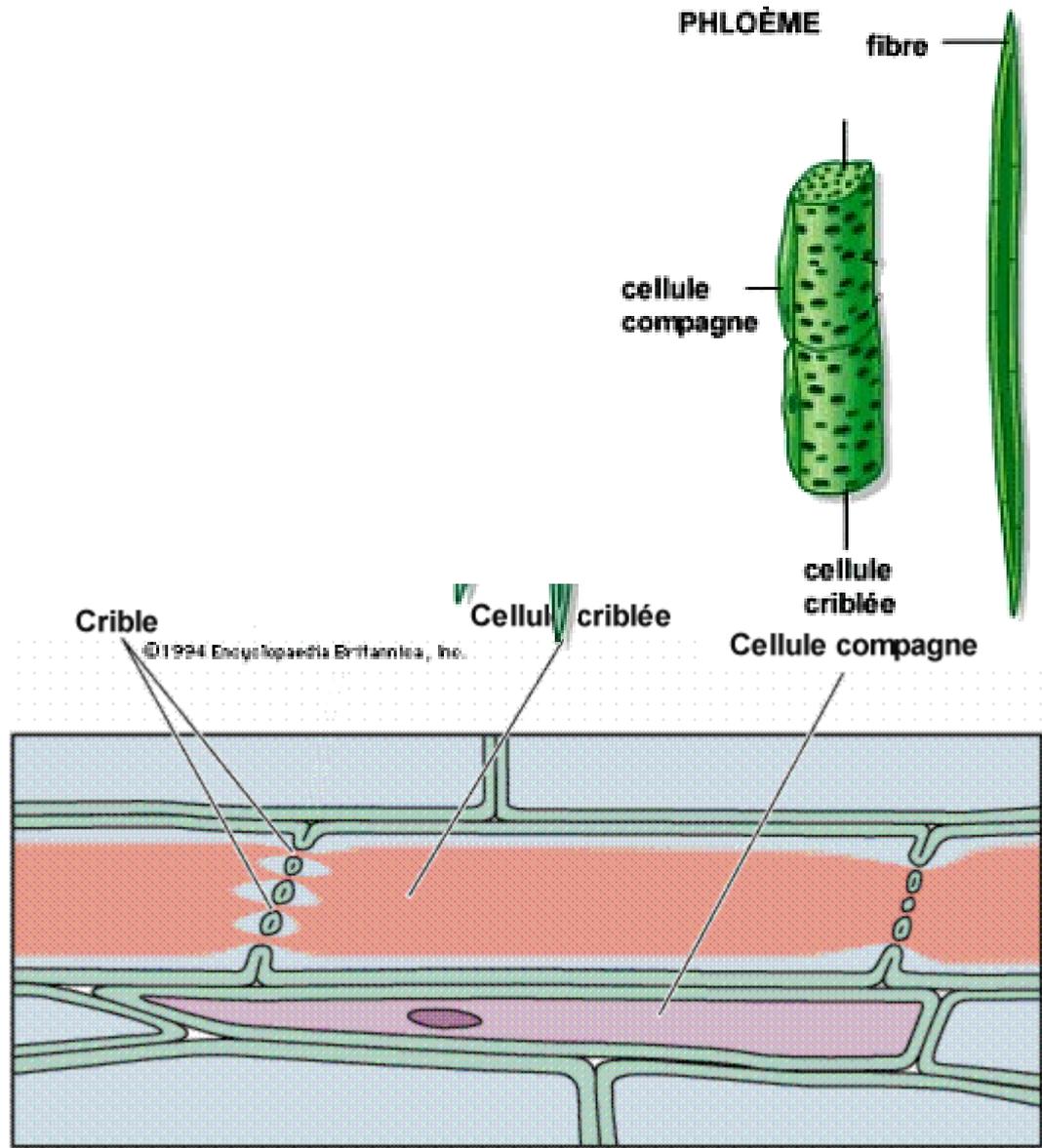
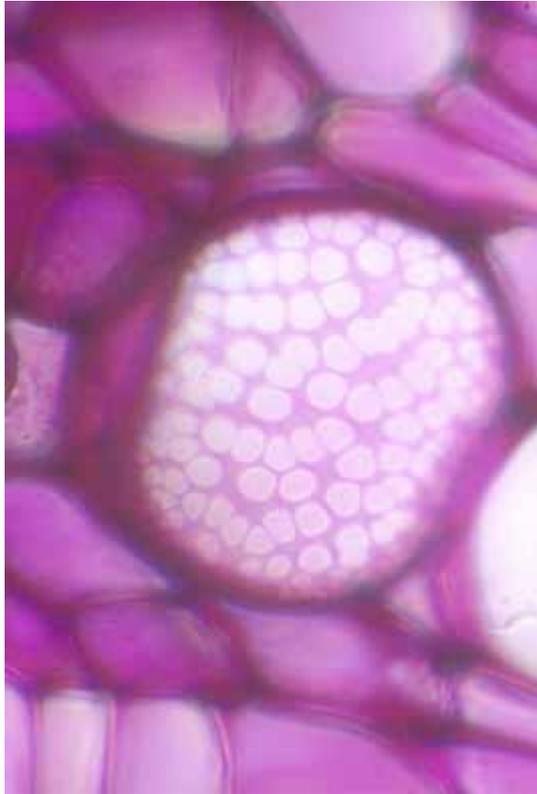
Cette rigidité permet la remontée de l'eau par succion sans collapser.



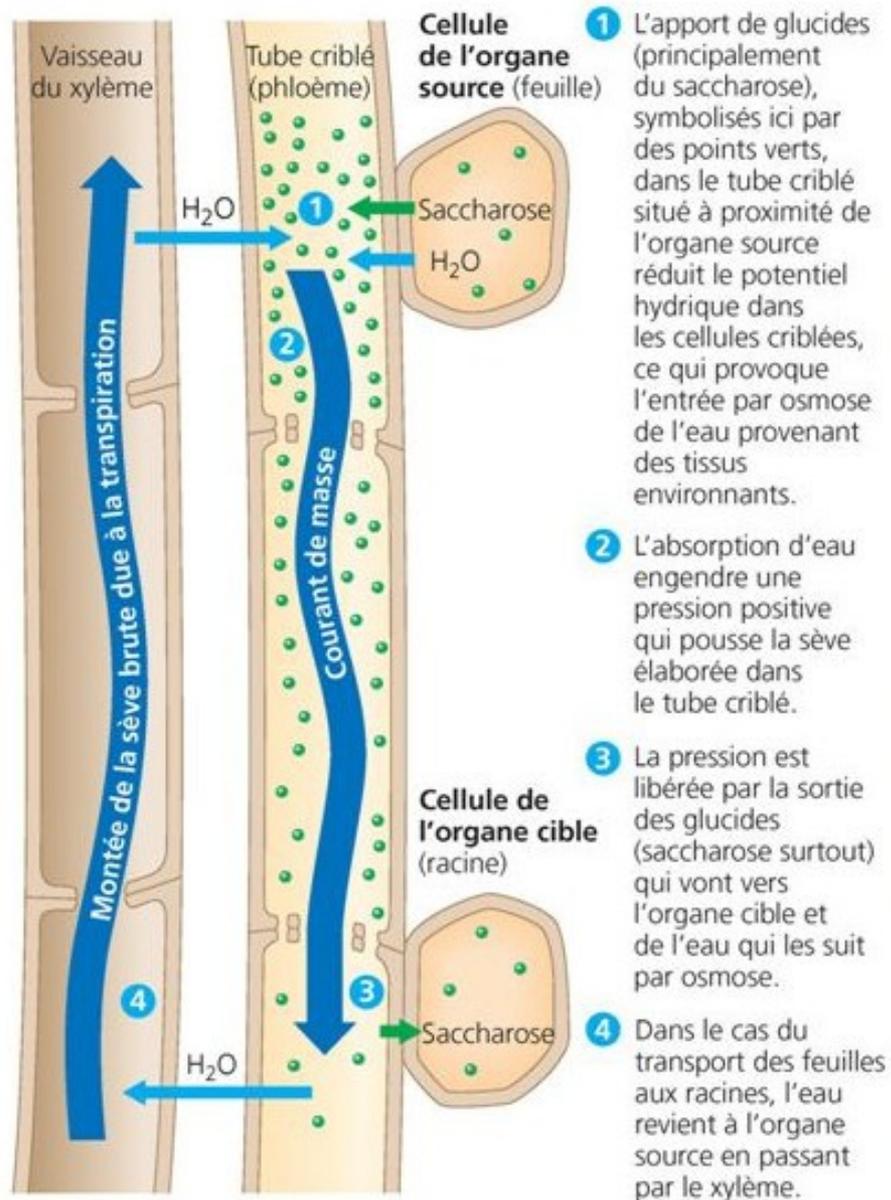
Cette succion est permise par l'évaporation de l'eau au niveau des feuilles grâce à l'énergie lumineuse qui « chauffe » les molécules d'eau.

2.) Le transport des produits de la photosynthèse des feuilles vers les organes non chlorophylliens



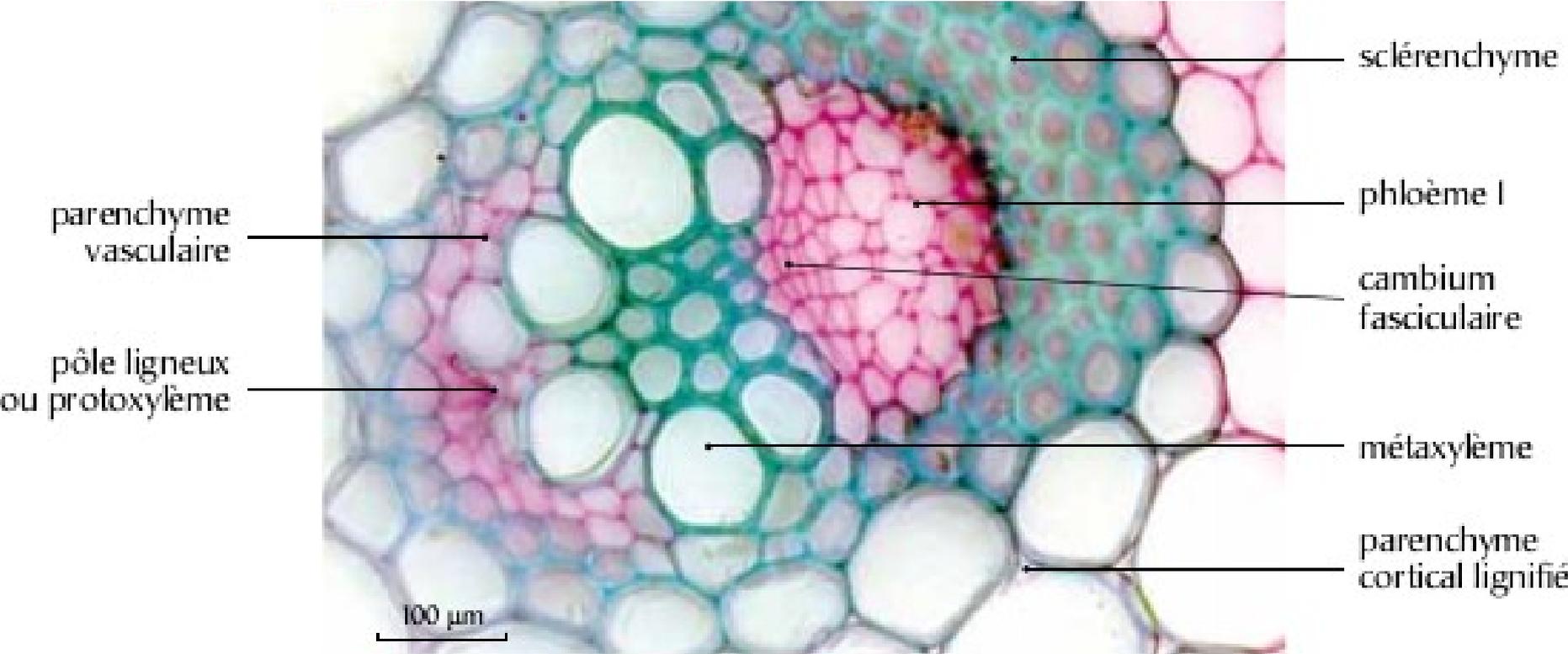


Moteur du déplacement : complexe et hors programme... Mais vous aimez comprendre !!!



▲ Figure 36.18 Courant de masse dans un tube criblé.

Après colorations : en rose la cellulose et en vert la lignine...



D. La surface racinaire, interface plante/sol



Le réseau racinaire possède de **nombreuses ramifications.**

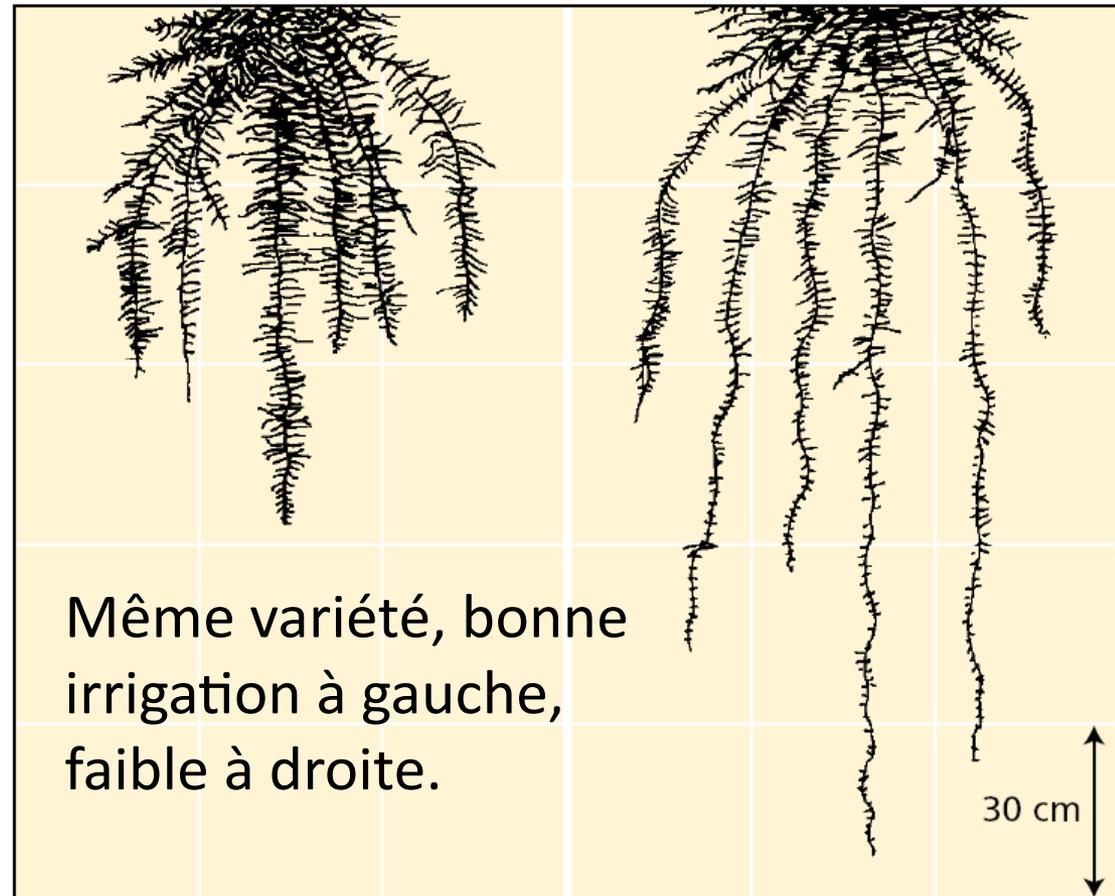
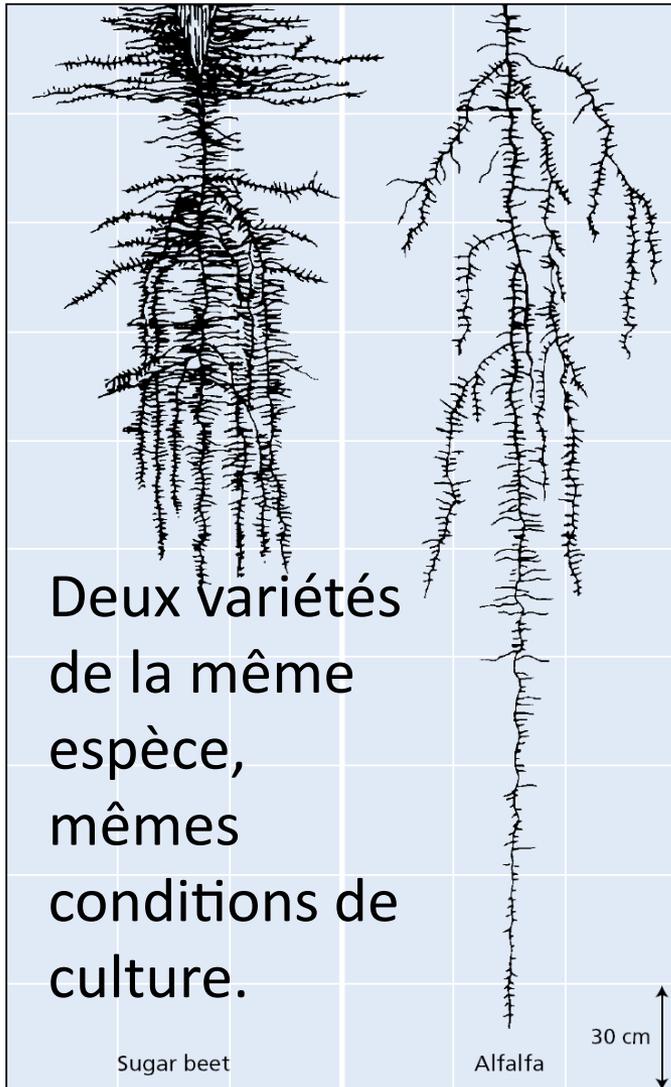
Les racines assurent l'ancrage de la plante dans le sol.

Elles assurent également le **prélèvement d'eau et d'ions minéraux**

Variation individuelle



Systeme racinaire en fonction du sol et de l'irrigation

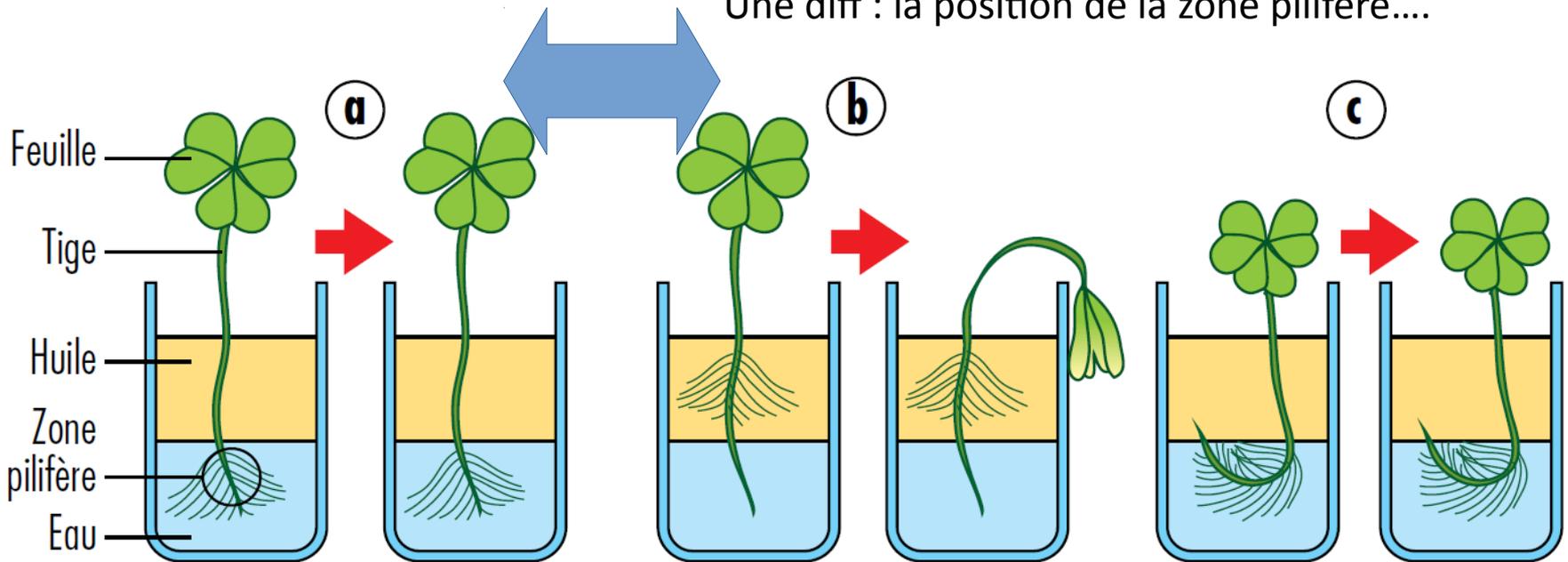


Exp. De Rosène... à vous de jouer.

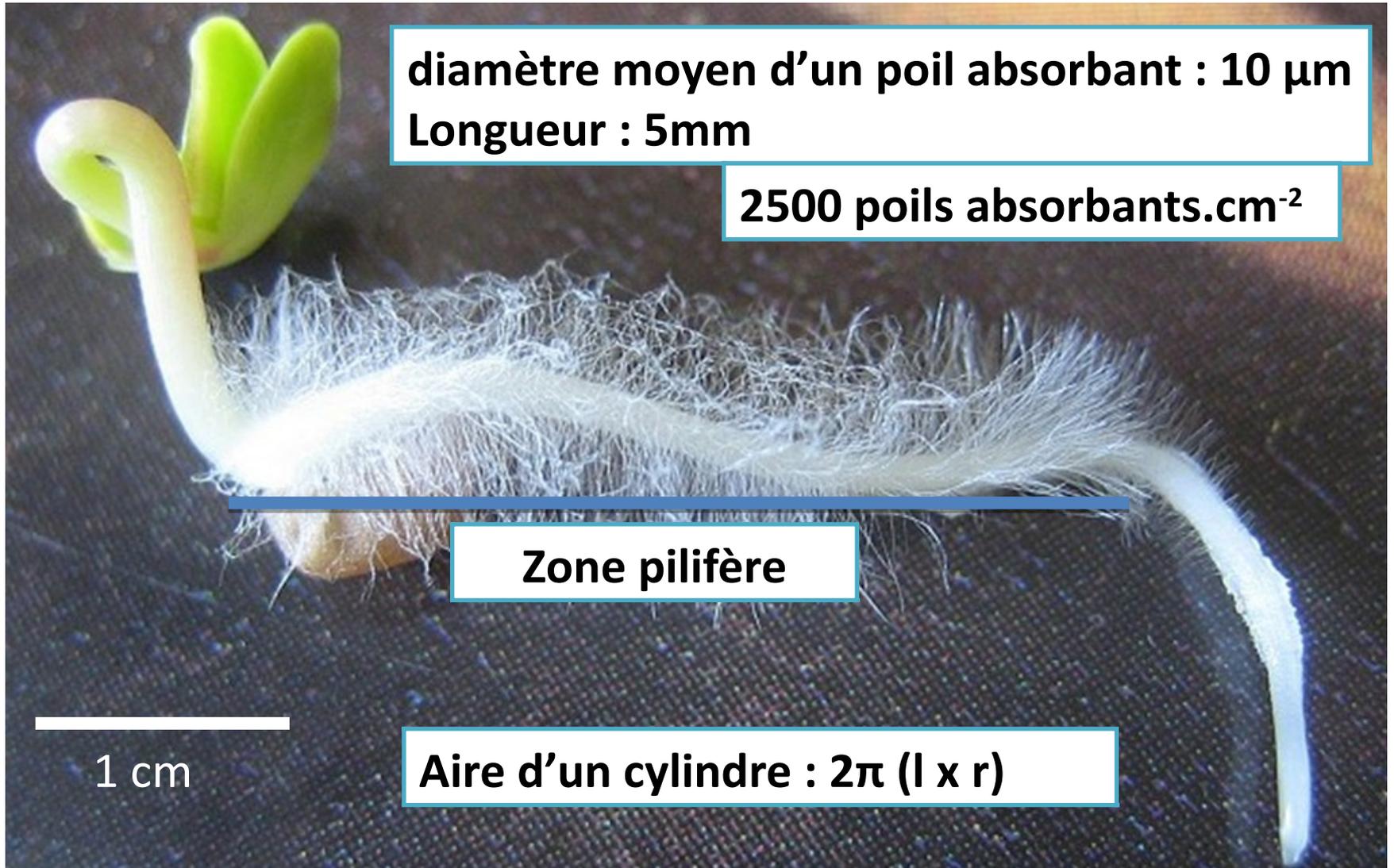
Décrire ; interpréter, conclure.

Consigne : Où se situe la zone d'absorption de l'eau au niveau des racines ?

Une diff : la position de la zone pilifère...



surface d'échange racinaire



résultats

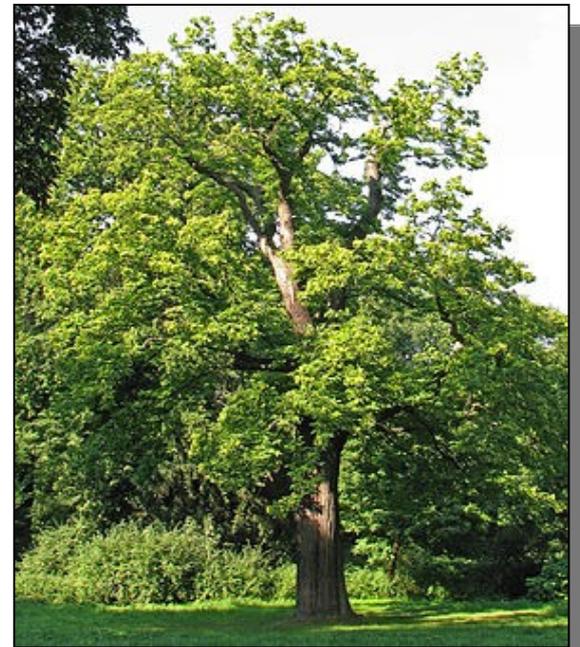
Seigle

Longueur de racine = 60 km
poils absorbant = 14 milliards
surface d'absorption racinaire
= **700m²**



Châtaigner

Surface d'absorption racinaire
= **44 000 m²**

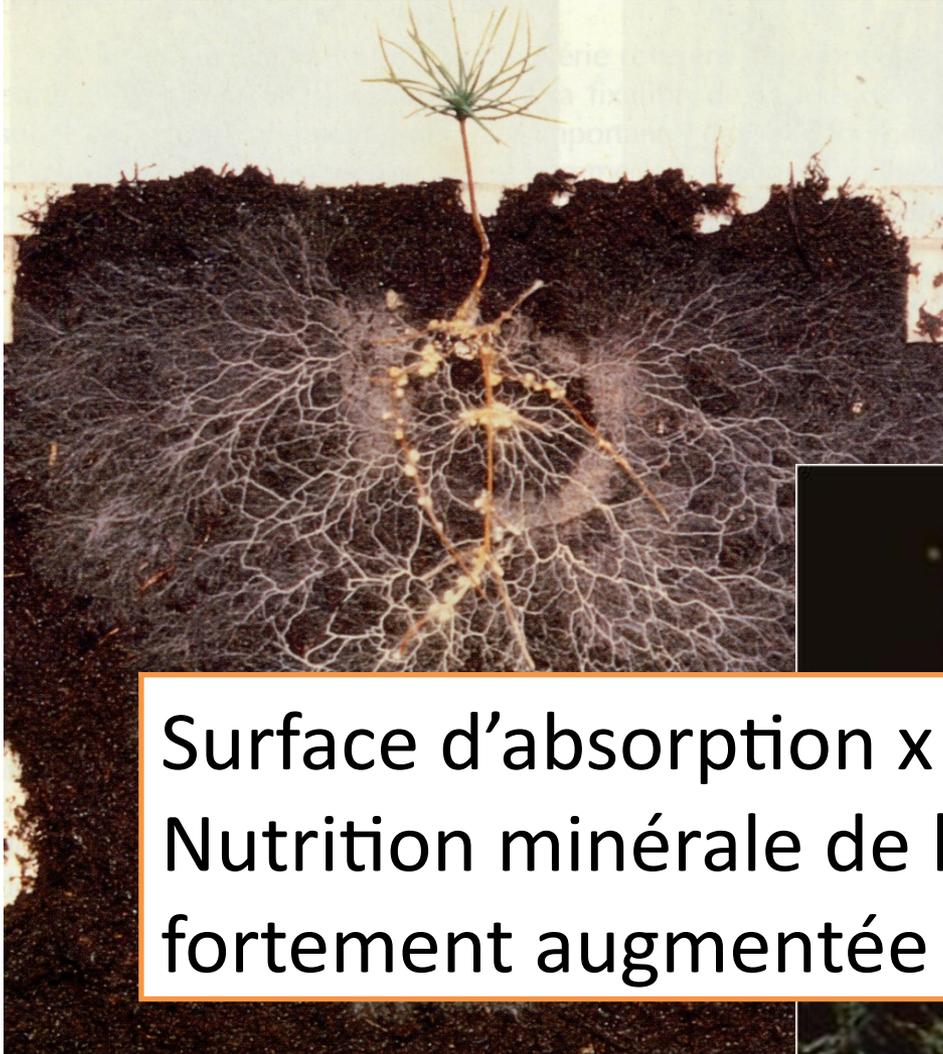


Estimation de quelques surfaces d'échange

	Plantain	Pervenche	Violette
			
Estimation de la surface d'absorption racinaire ($\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$)	314	285	660

intestin humain :
 $280\text{m}^2/70 \text{ kg}$
 $=4 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$

Mais ce n'est pas tout...



mycorhizes

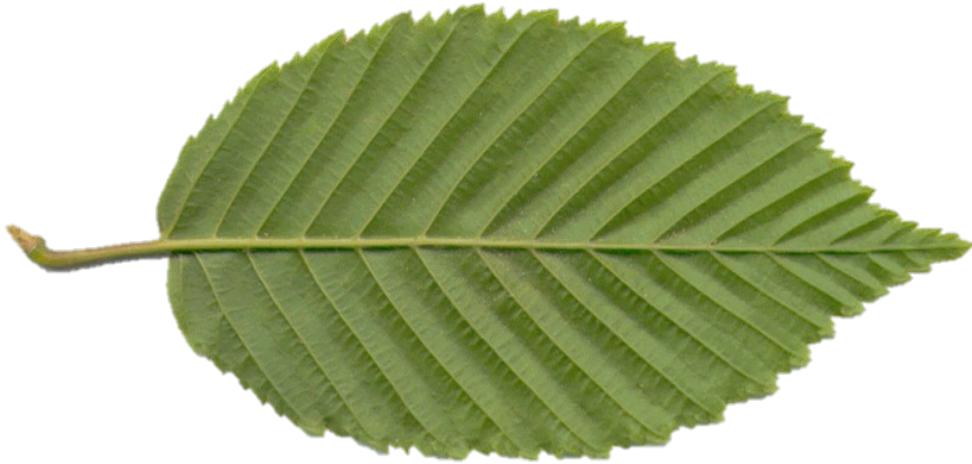
Surface d'absorption x 100
Nutrition minérale de la plante très
fortement augmentée



conclusion

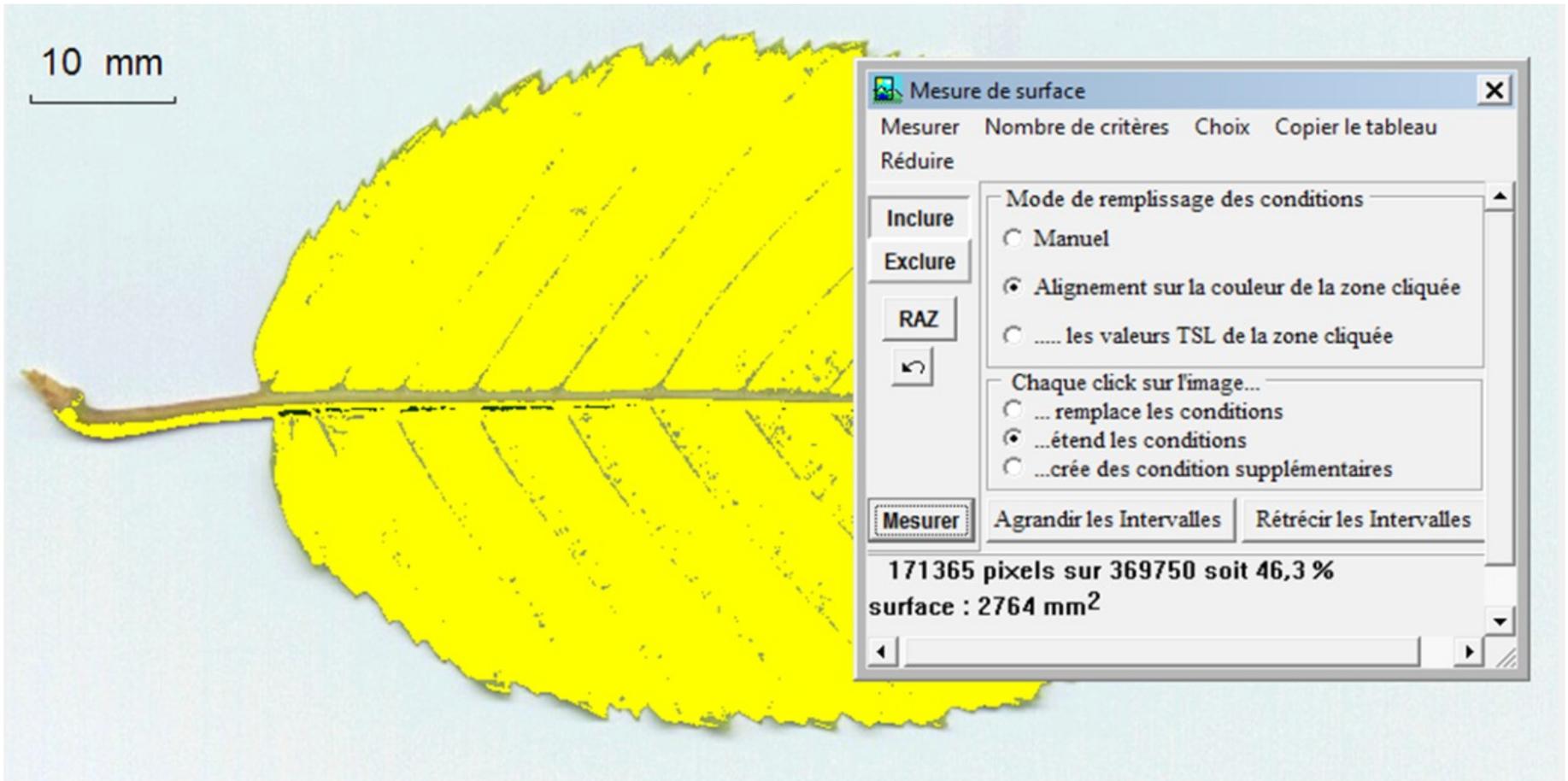
L'organisation du système racinaire (*ramifications, poils absorbants, symbioses*) facilite donc le prélèvement d'eau et d'ions minéraux dans le sol grâce à une **surface racinaire très importante et aux caractéristiques des poils absorbants.**

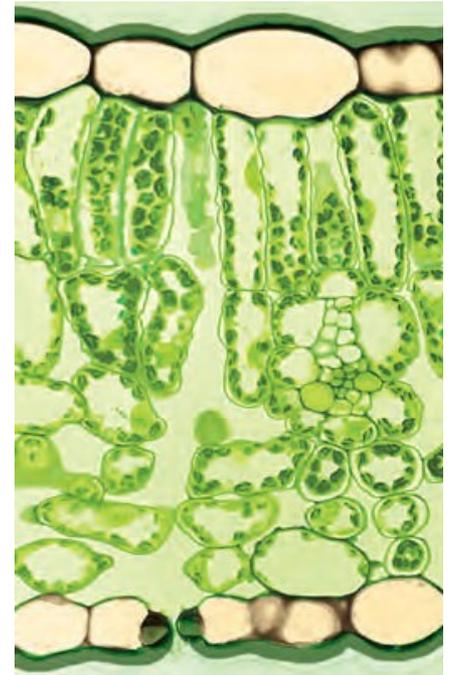
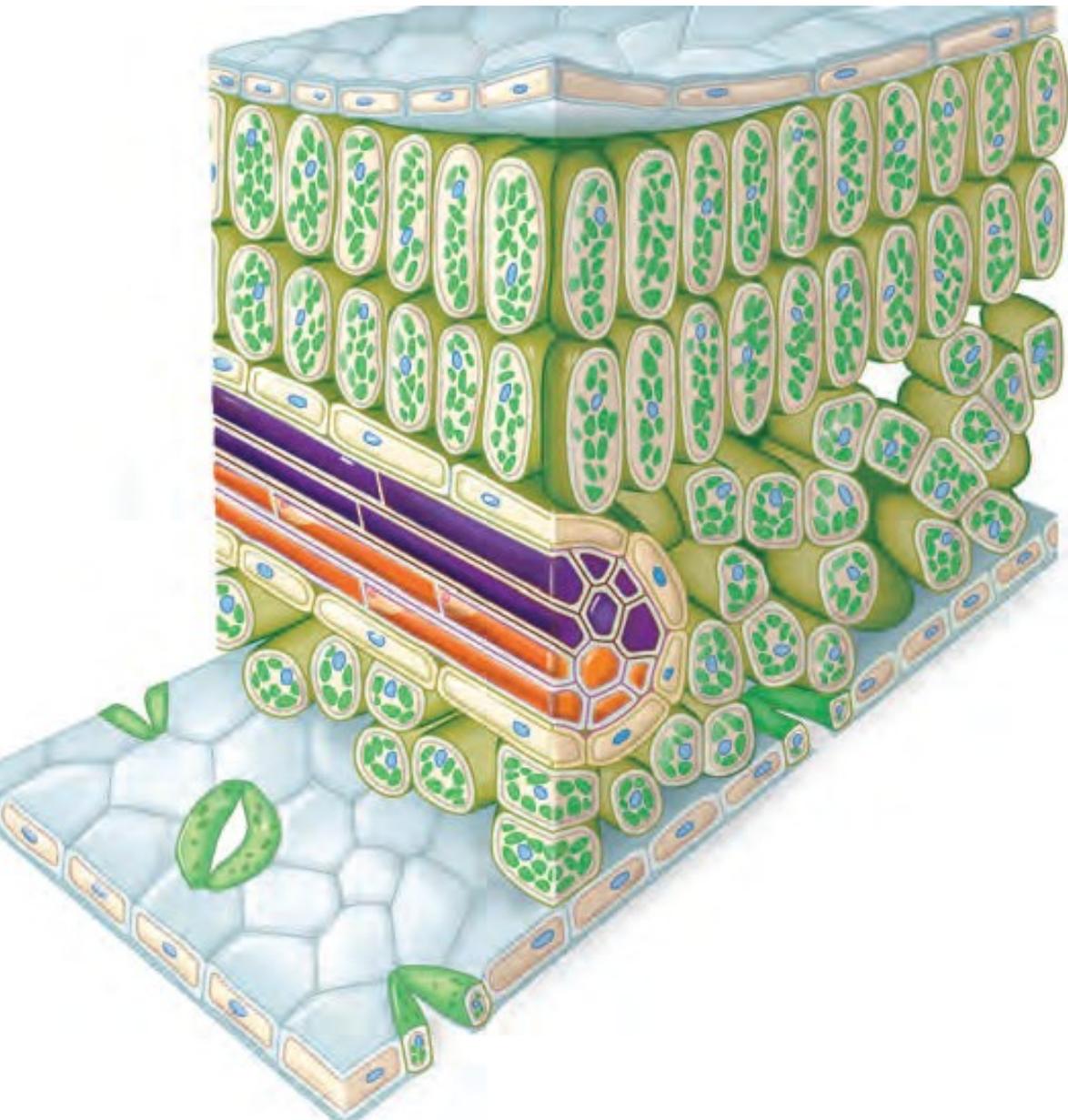
E. La surface foliaire, interface plante/air



A l'aide de mesurim

+ un comptage des feuilles....





conclusion

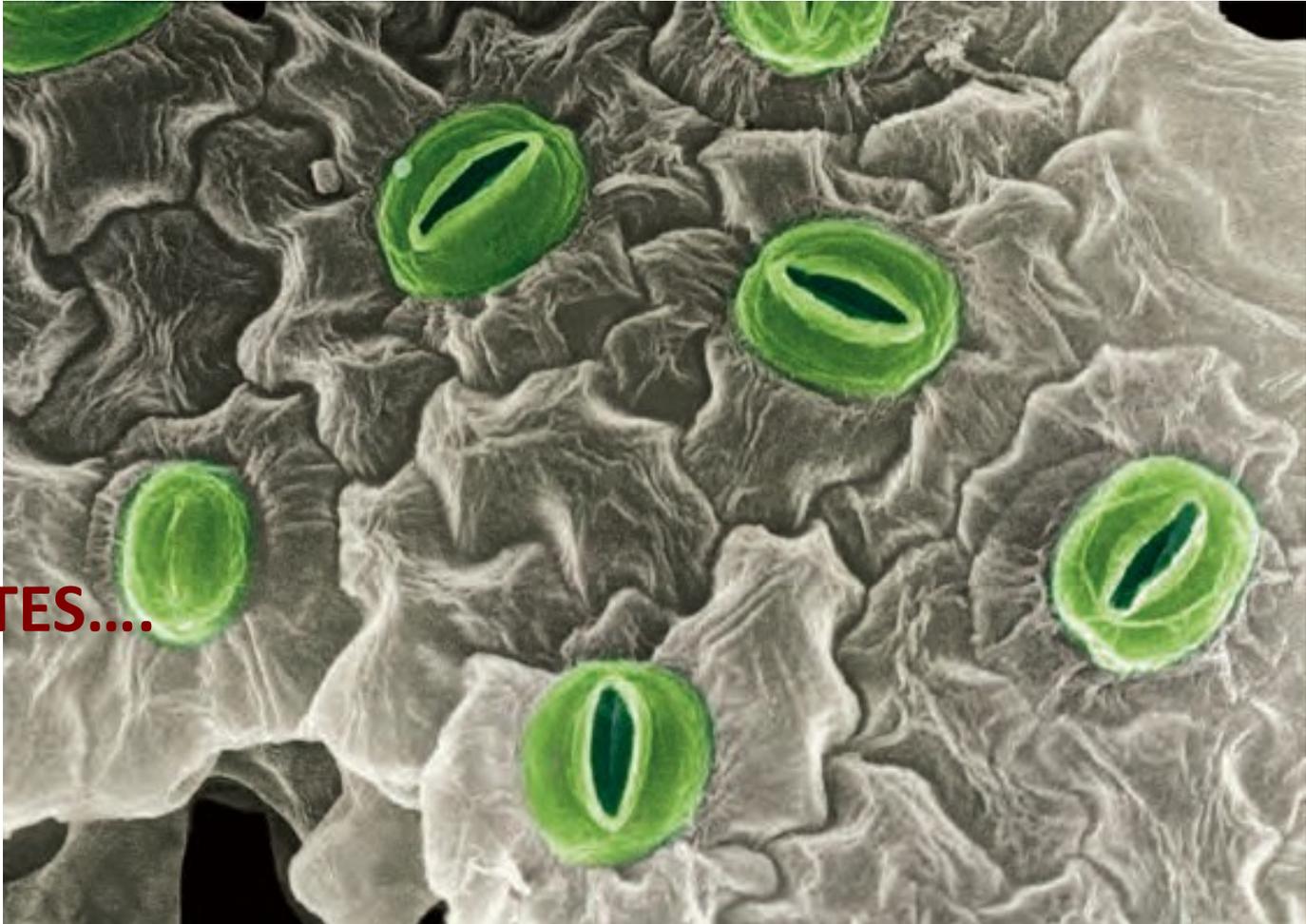
Une surface foliaire très importante permet une importante possibilité d'absorption des photons par la chlorophylle.

Un système de double conduction est connecté aux feuilles.

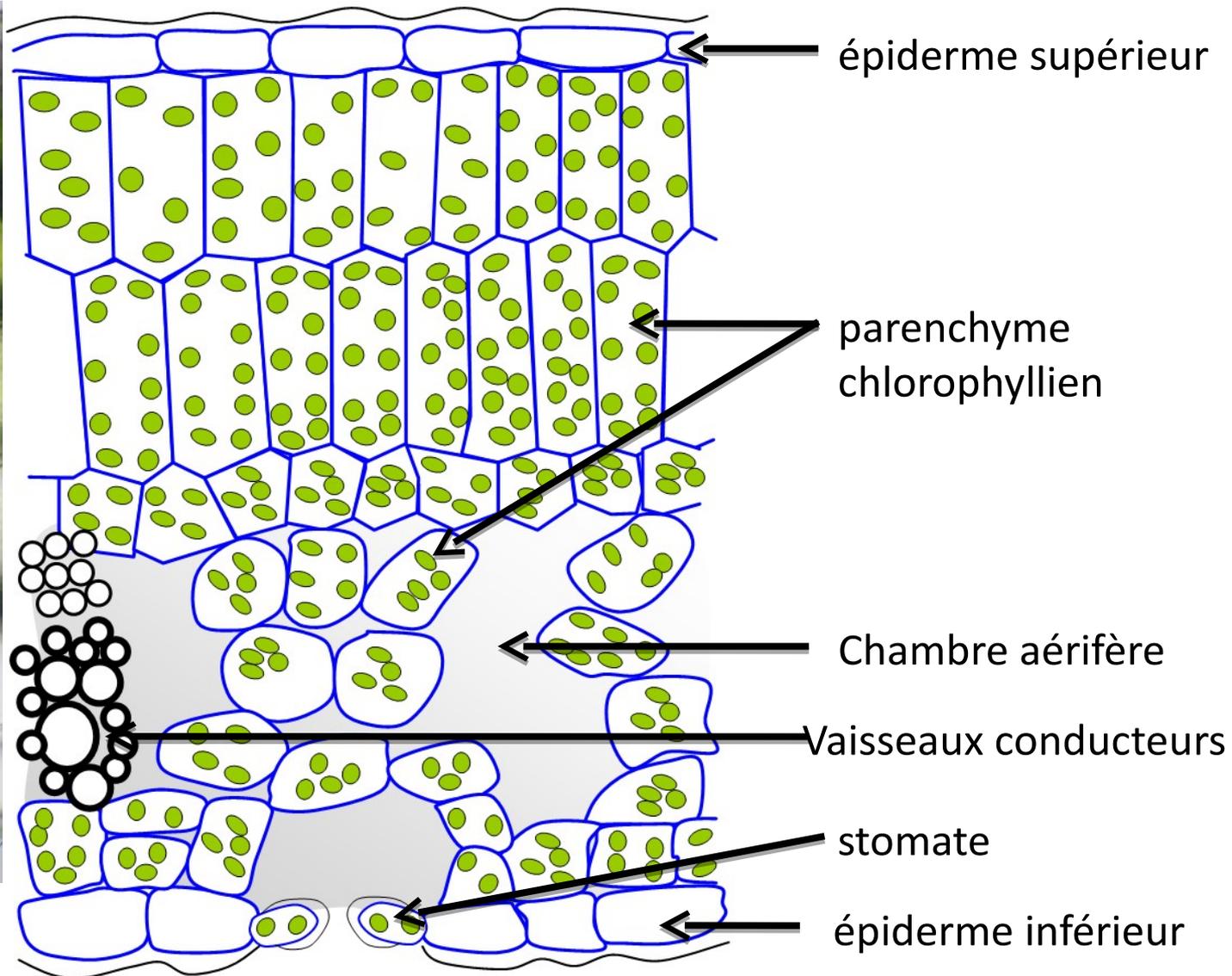
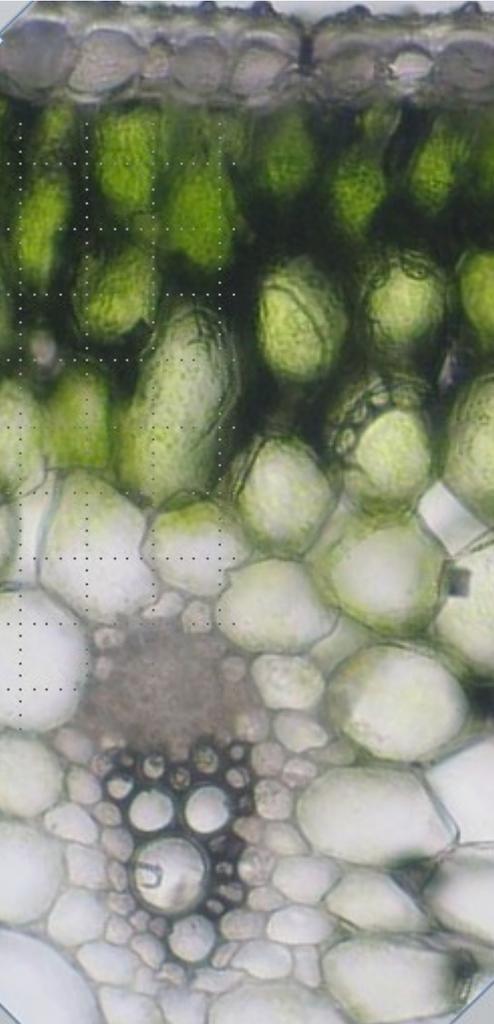


Un système permettant l'échanges de gaz...

**LES
STOMATES....**



Structure d'une feuille



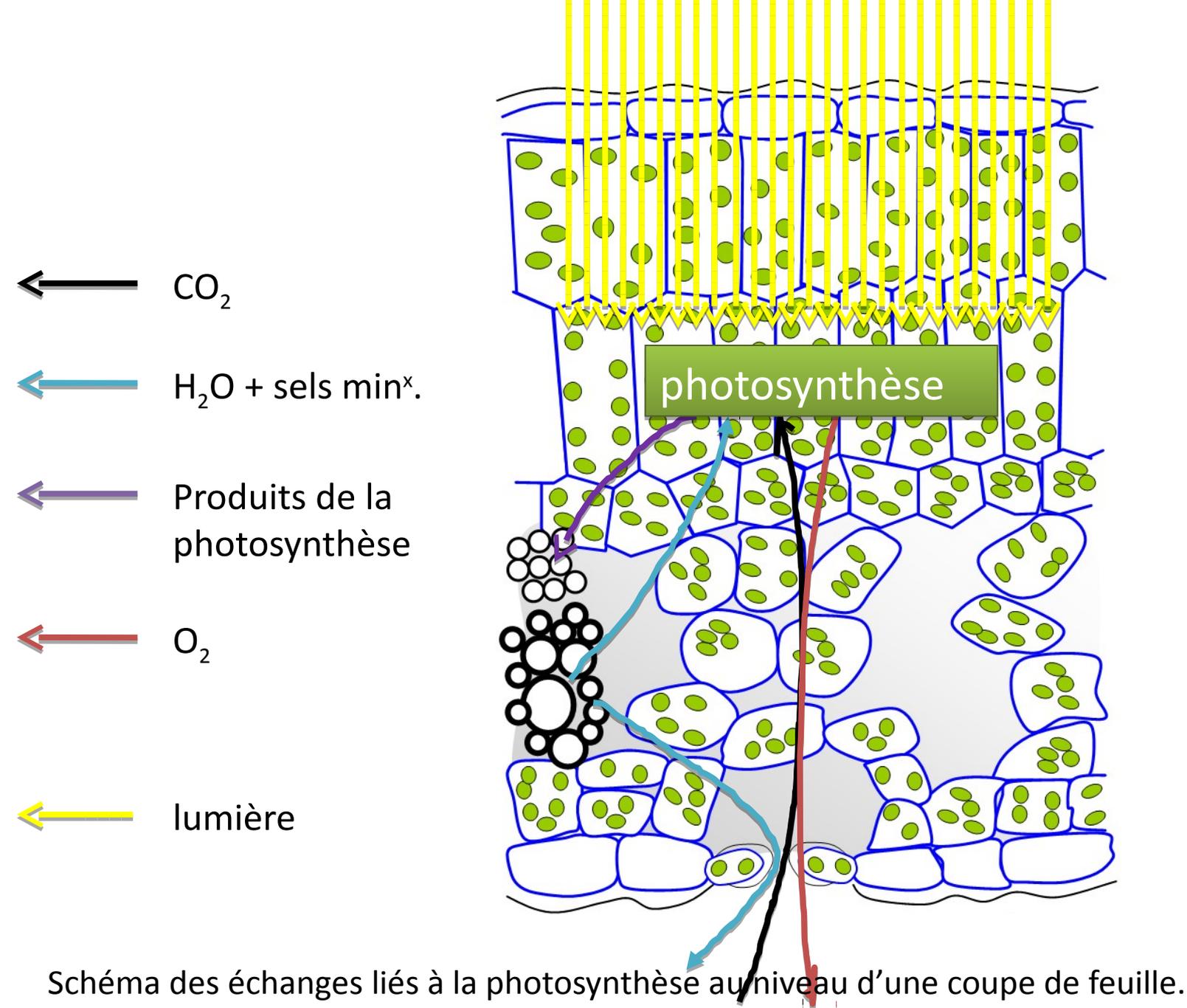
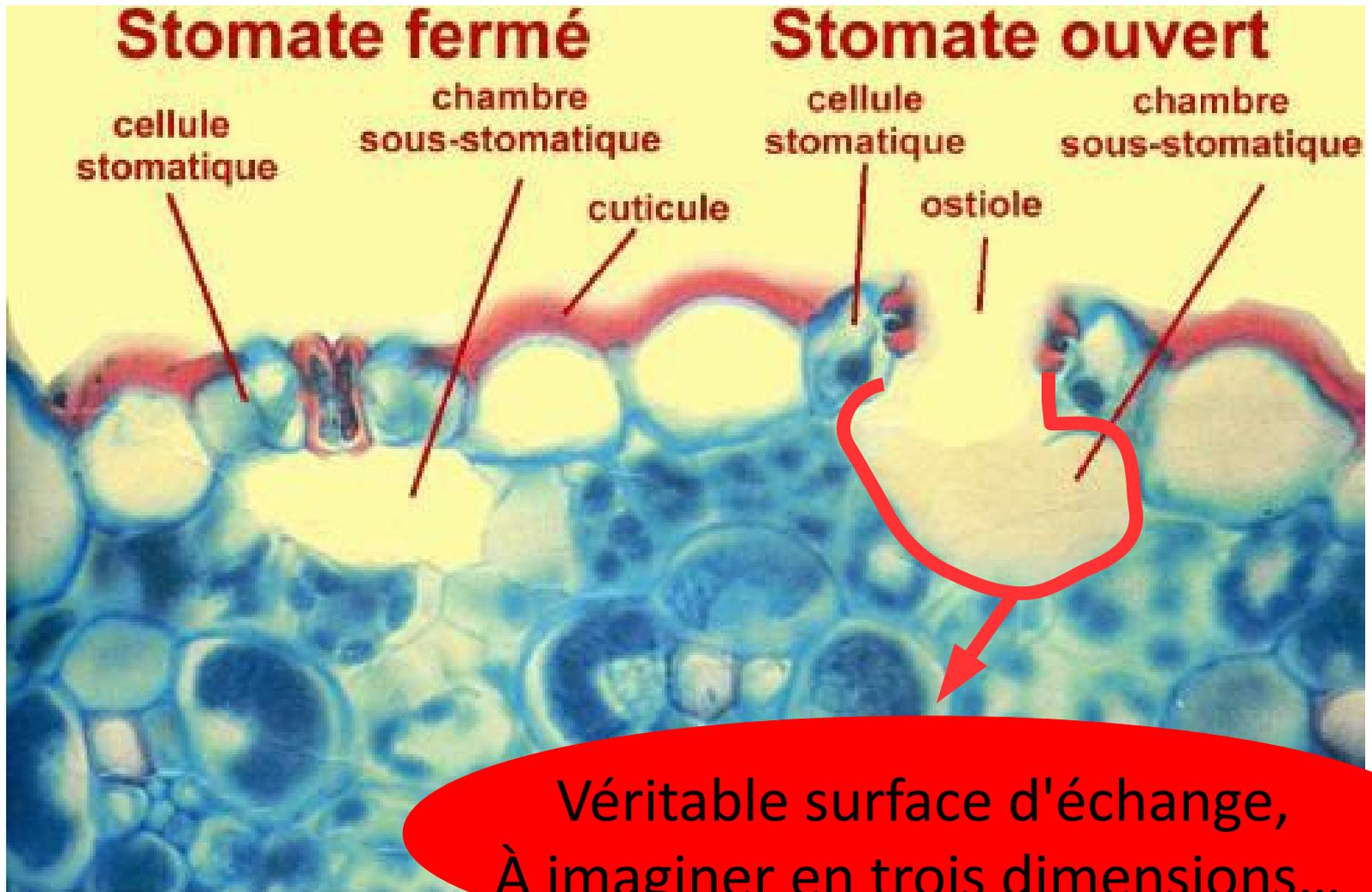


Schéma des échanges liés à la photosynthèse au niveau d'une coupe de feuille.



	Plantain	Pervenche	Violette
			
Estimation de la surface d'absorption racinaire ($m^2.kg^{-1}$)	314	285	660
Estimation de la surface foliaire chlorophyllienne ($m^2.kg^{-1}$)	2,42	2,19	5,08
Estimation de la surface d'échange gazeux foliaire ($m^2.kg^{-1}$)	72,5	65,8	152

Poumon humain :
70 $m^2.kg^{-1}$

conclusion

Une surface foliaire très importante permet une importante possibilité d'échange de gaz.

L'existence de structures stomatiques permet ces échanges de façon régulée...

Un résultat éloquent : un individu fixé ne peut pas « aller chercher » mais...

Les échanges	Nature, position (interne ou externe : aérien ou souterrain) et caractéristiques		Grandeur surface/masse en m ² / kg	
	Végétal	Mammifère	Végétal	Mammifère
CO ₂ sortant O ₂ entrant Respiration	Stomates nombreux externes aériens + chambre sous stomatique interne en contact avec les cellules	2 Orifices nasaux externes aériens + Alvéoles pulmonaires internes et nombreuses en contact avec des capillaires sanguins	45 à 150	1,85
O ₂ sortant CO ₂ entrant Photosynthèse	Stomates nombreux externes aériens + chambre sous stomatique interne en contact avec les cellules		45 à 150	
Eau et sels minéraux : entrants Nutrition	Racines ramifiées, poils absorbants et mycorhizes augmentant la surface d'absorption Externes souterraines	Intestin interne	194 à 660	2,8

En + : Savoir schématiser et expliquer le fonctionnement des zones d'échanges et de transport.



photosynthèse

Transport et distribution

absorption

O_2
 CO_2
 H_2O

lumière

feuille

Mat org.

surface foliaire très importante

tige

xylème

phloème

surface racinaire très importante

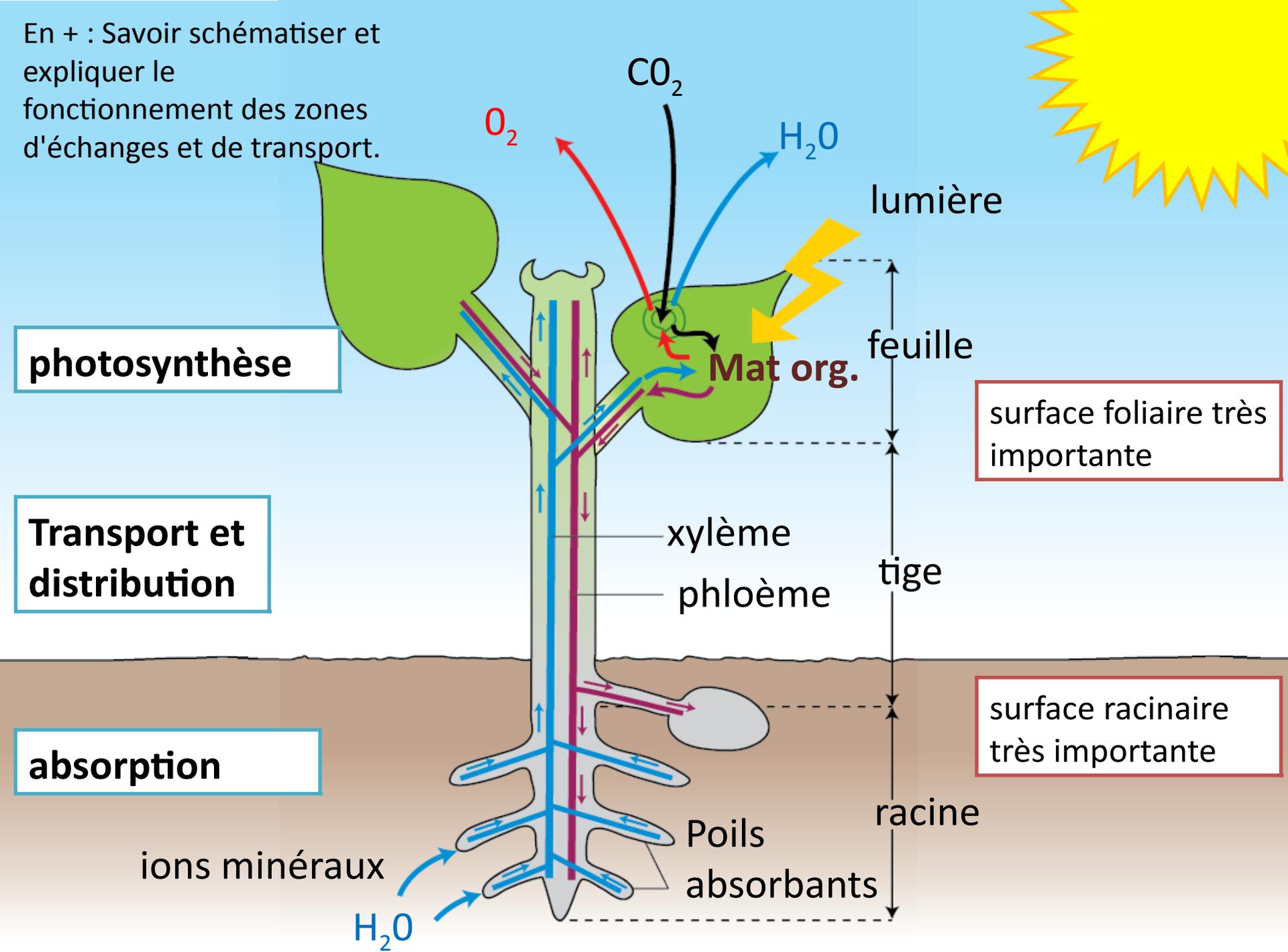
racine

ions minéraux

H_2O

Poils absorbants

absorbants



II. Les structures et mécanismes de défense des Angiospermes [TP.02]

A. Résister aux agressions climatiques

lessivage

déshydratation



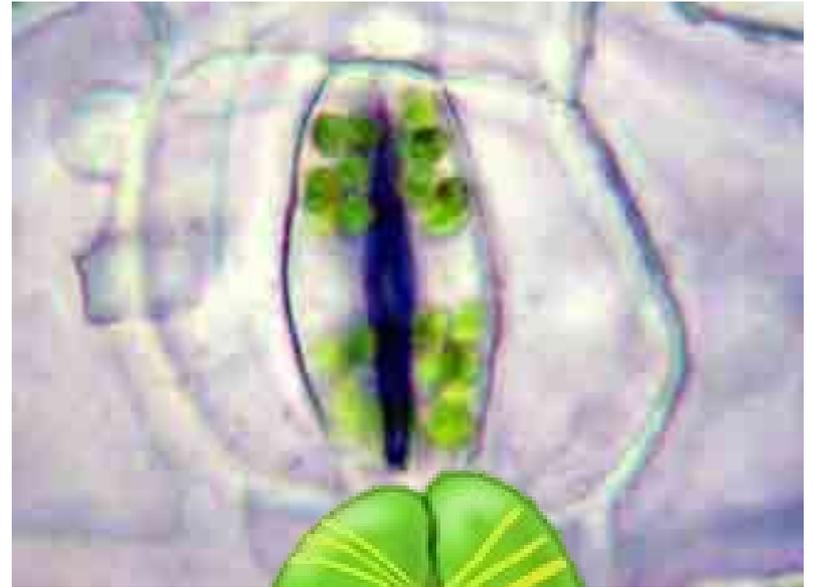
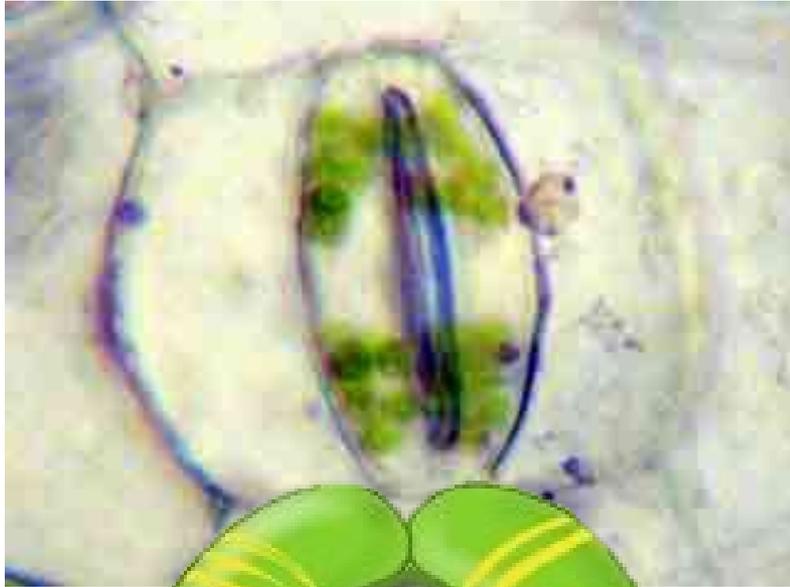
épiderme est doublé d'une structure épaisse, la **cuticule**.

lipidiques

→ imperméable

→ résistance au ruissellement

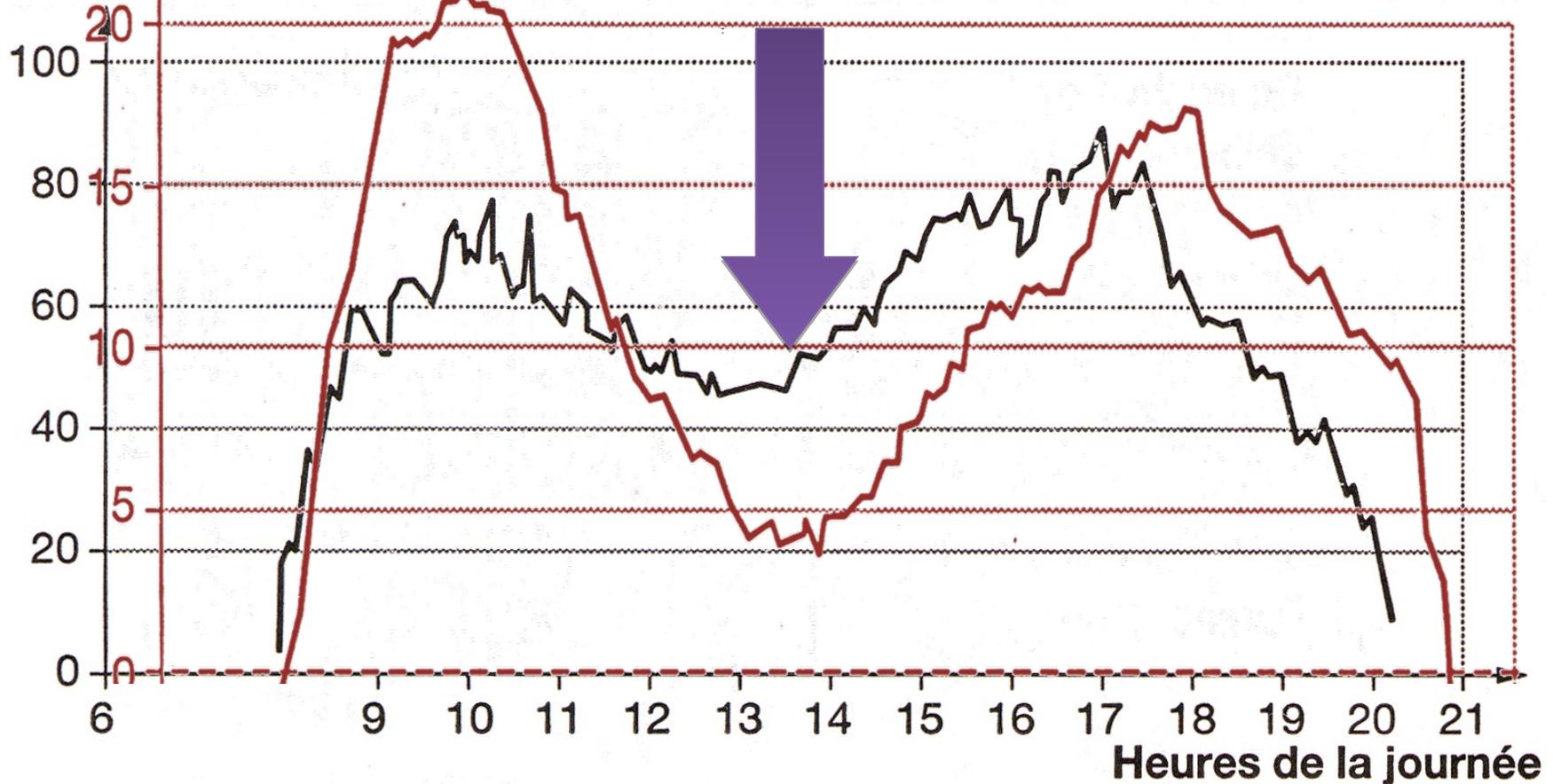
Limitation des pertes d'eau dues à la transpiration



Limitation des pertes d'eau dues à la transpiration

Intensité photosynthétique ($\text{ng CO}_2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Ouverture des stomates (% de l'ouverture maximale)



Limitation des pertes d'eau dues à la transpiration

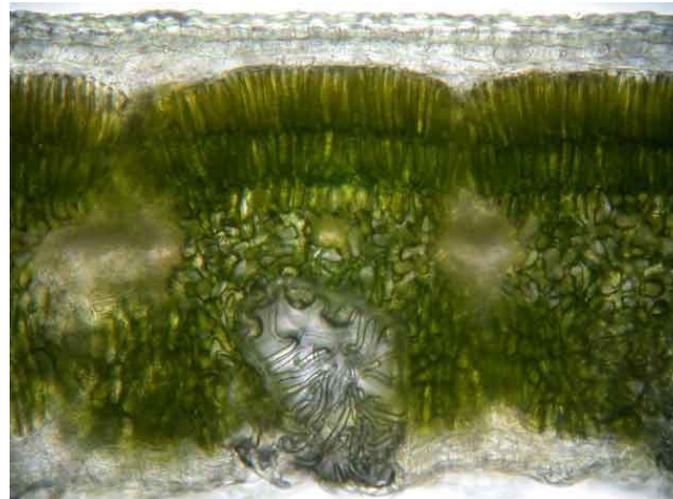
cuticule

Feuilles

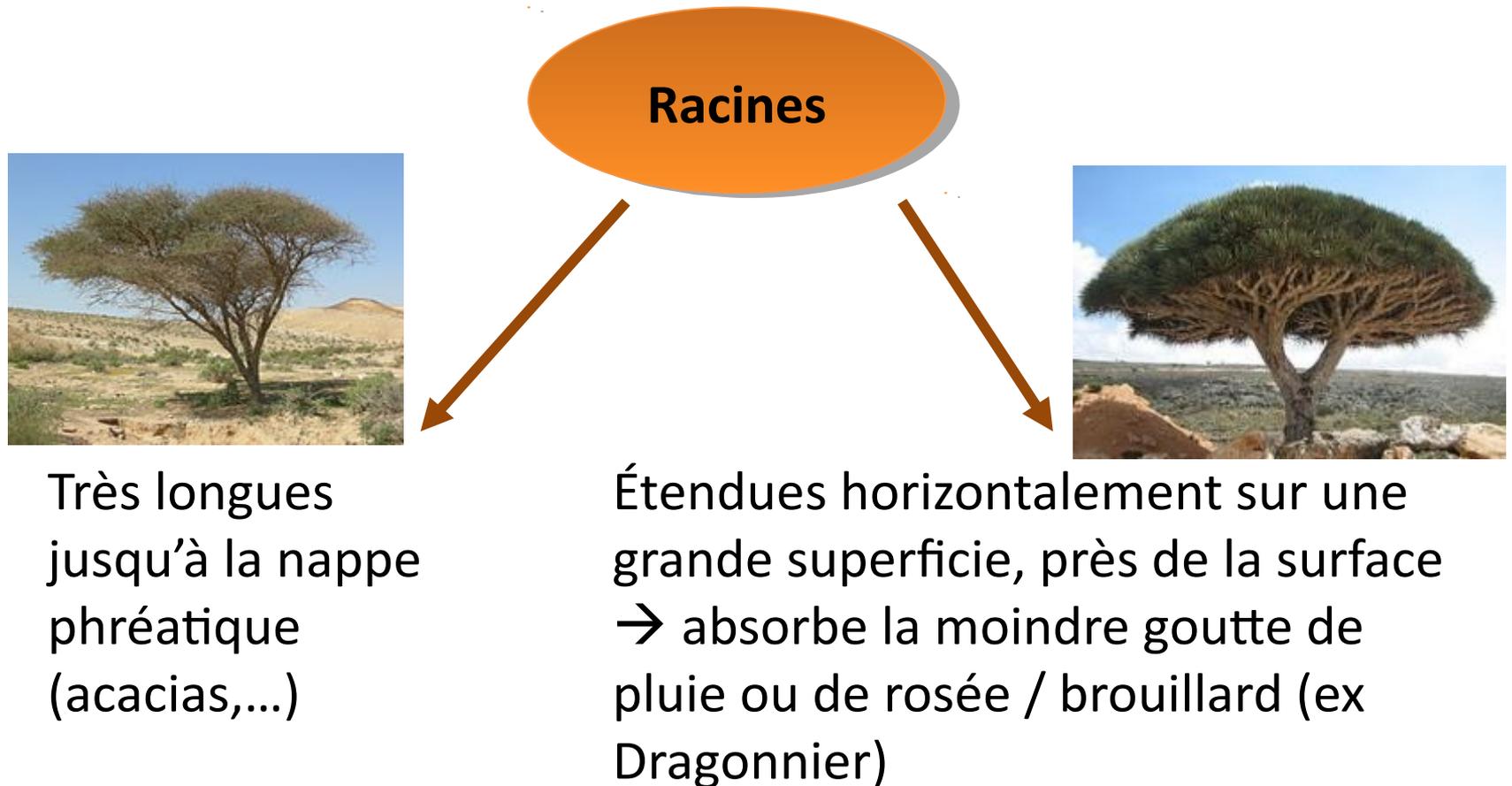
Régulation de l'ouverture des stomates

Epines
Ex. Cactées

protection des stomates (laurier rose)



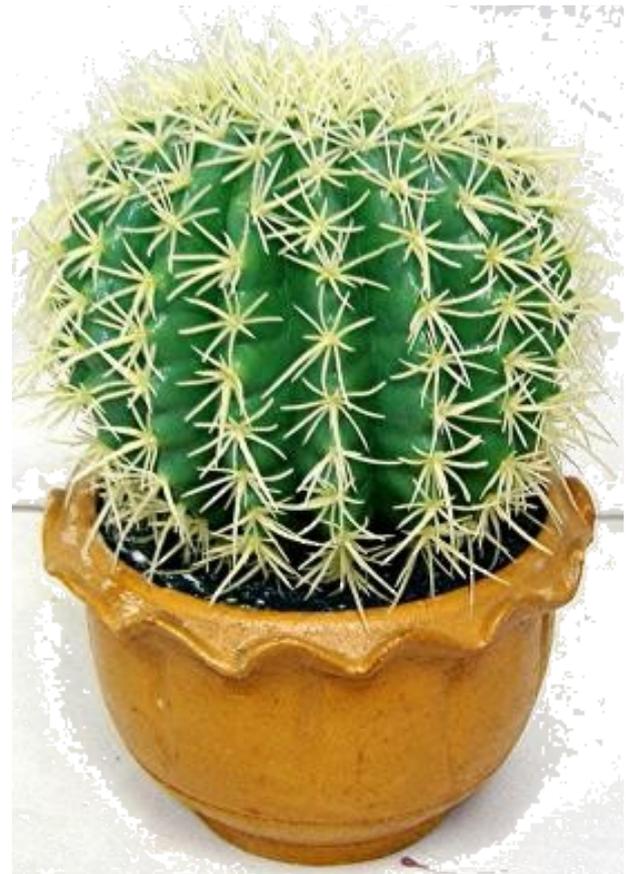
Optimisation capacité d'absorption de l'eau



stockage de l'eau

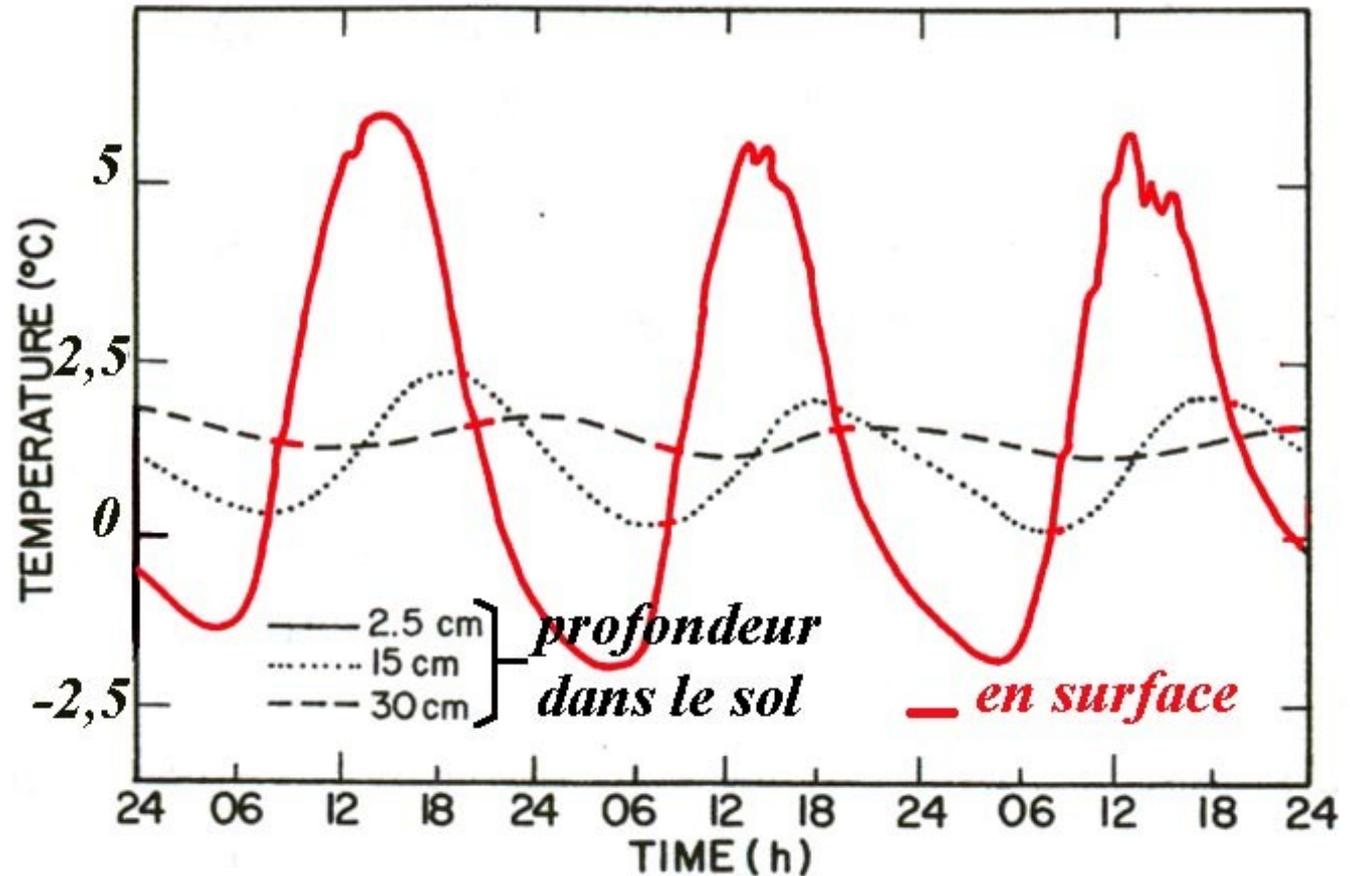
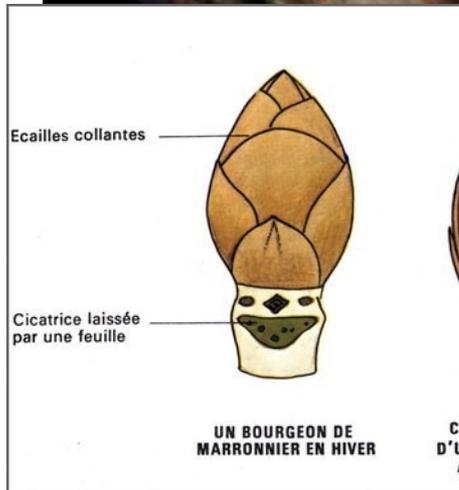
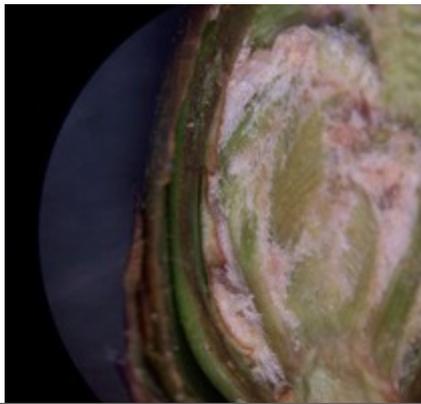
Succulence : formation de tissu charnus capables d'emmagasiner des réserves d'eau.

Ex : Cactacées, Euphorbiacées,...



Résister aux variations saisonnières

Dans le square Tino Rossi, Paris 5°, le 25/01/2013



Existence de poils de surface Mort à l'automne, ne laisse que
Qui provoque une gangue isolante de gel (effet isolant) au printemps.



Autres adaptations physiologiques à l'environnement

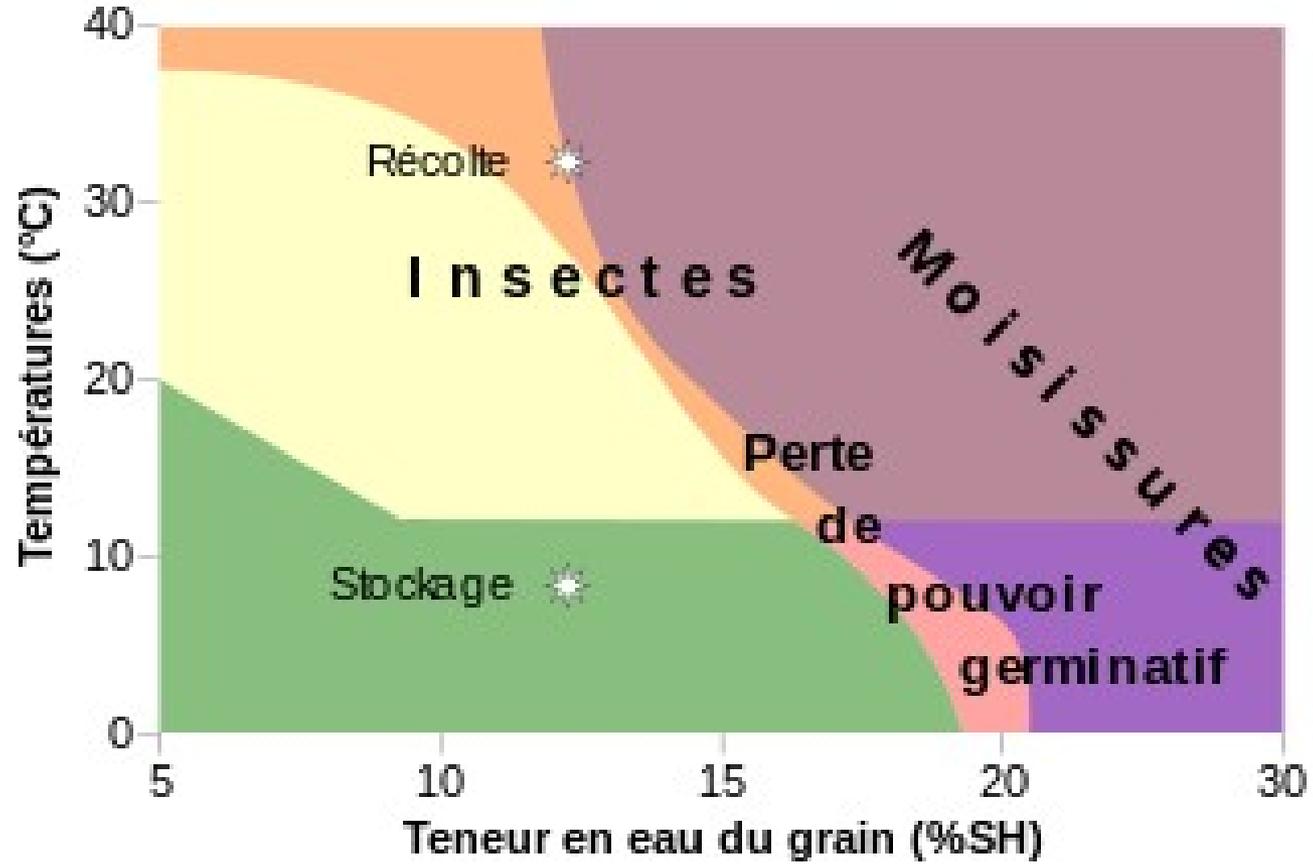
- Mouvements des feuilles → limite l'exposition au soleil.
- Cycle de reproduction adapté : graines dormantes pdt des années, puis germination, floraison et fructification en qqs jours qd conditions favorables,
- Synthèse d'antioxydants (*ex. vitamine C piège les molécules toxiques générées par le stress du à l'excès d'UV*)

B. Résister aux agressions biologiques

Parasites
phytophages



Diagramme de conservation du grain



Mécanismes macroscopiques





L'association avec des animaux...
... quelque peu agressifs.



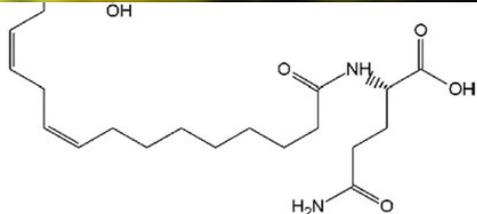
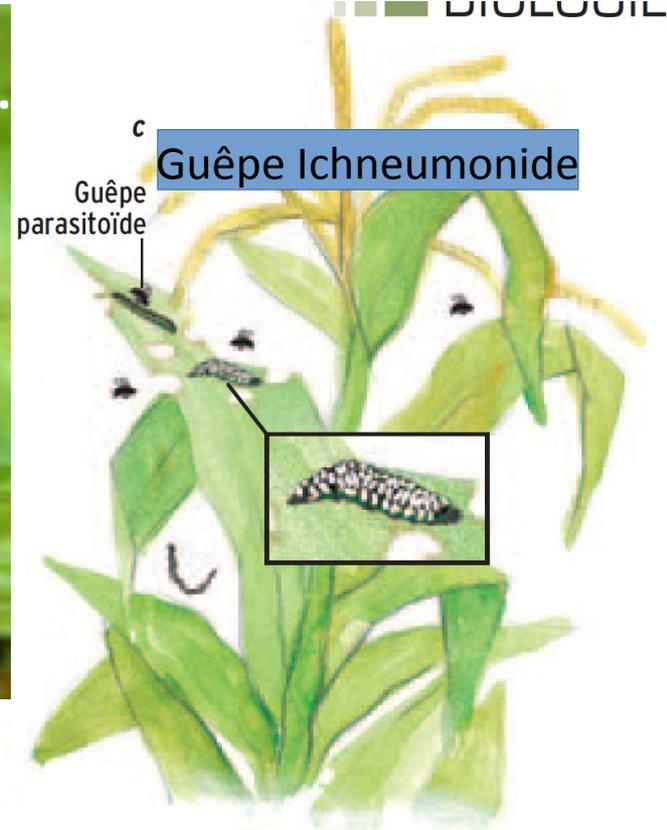
épiderme est doublé d'une structure épaisse, la **cuticule**.

lipidiques

→résister aux attaques des parasites

libération de composés volatils induits par les herbivores. Ces composés volatils peuvent être

La chenille et les larves de guêpes qui en sortent..



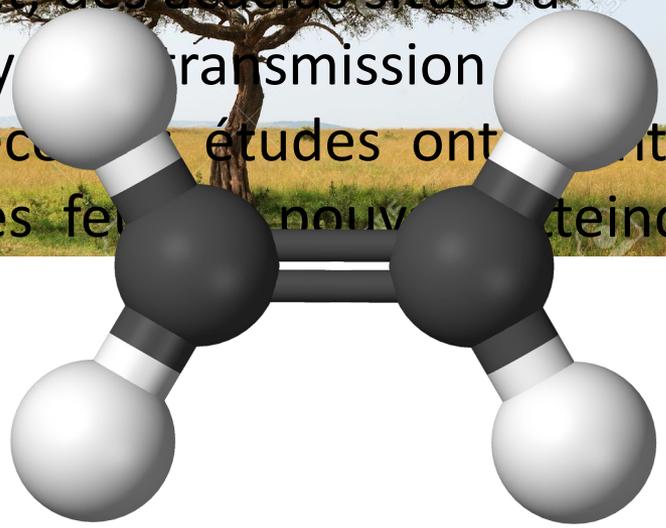
Volicitine induit la production d'indole Par le végétal

L'indole, volatil, attire les guêpes...

En 1980, plusieurs corps de Koudous d'élevage sont retrouvés inanimés dans leurs enclos au Pied d'acacias. Des chercheurs sud-africains se penchent sur le sujet et suspectent aussitôt des mécanismes de



En étant agressée, la feuille d'acacia libère un gaz : l'éthylène. Une expérience est réalisée : fouetter vigoureusement les feuilles et les analyser. Le constat est clair : en deux heures, les acacias ont augmenté deux fois et demie leur teneur en tanin. Et, des acacias situés à plusieurs mètres de là en ont fait autant. Il y a transmission message d'alerte d'un arbre à l'autre. De récentes études ont montré que la teneur en tanin contenue dans les feuilles peut atteindre des doses létales.



Défense à l'échelle microscopique



La digitaline est un puissant poison agissant sur le fonctionnement cardiaque : Elle ralentit le rythme cardiaque jusqu'à un point létal.



En conclusion

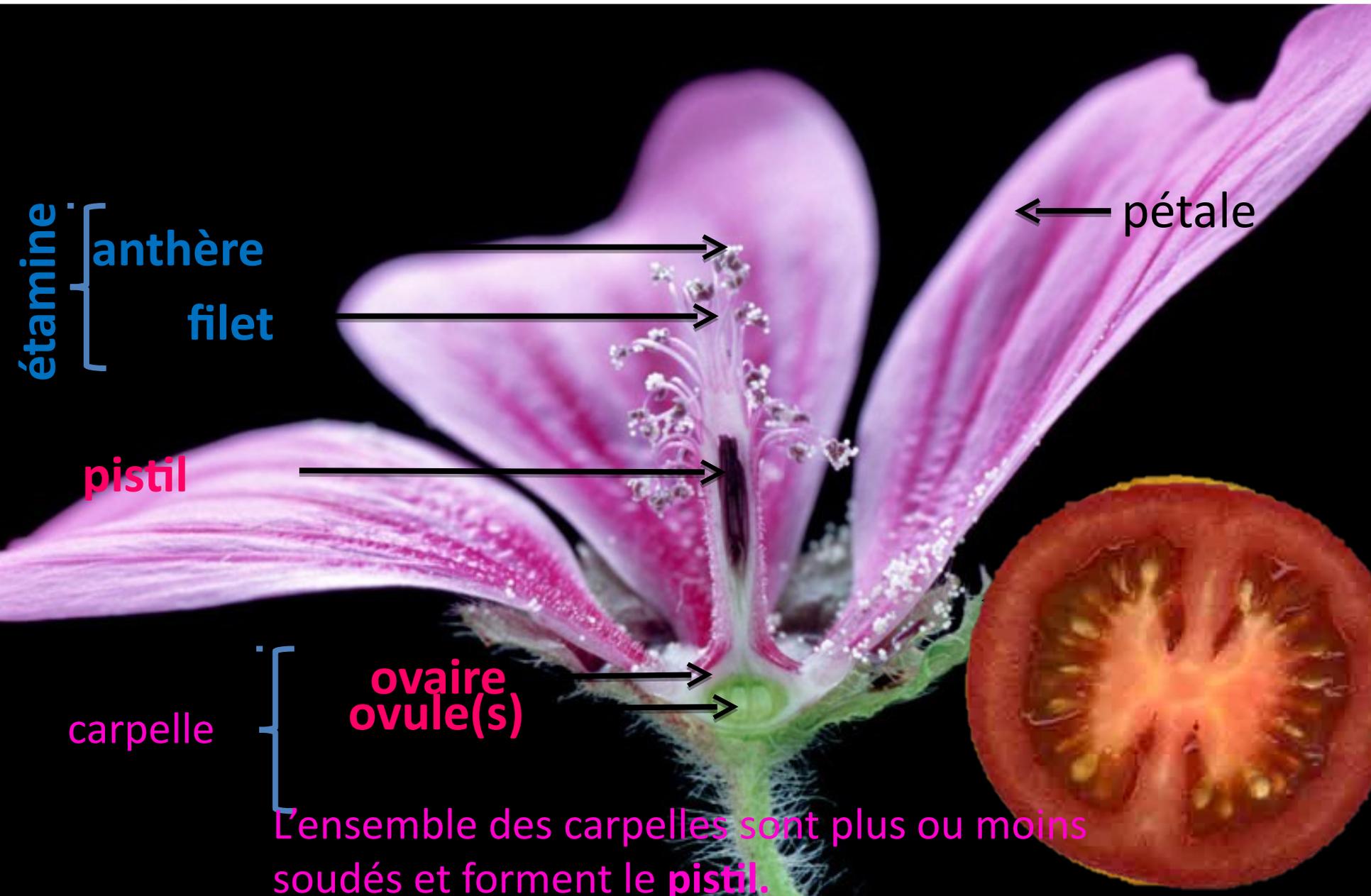
La science (comme l'art) commence, lorsque, de plusieurs données empruntées à l'expérience, se forme une seule notion générale.

Les plantes à fleurs possèdent des structures et des mécanismes de défense (*contre les agressions du milieu, les prédateurs, les variations saisonnières*) que l'on peut mettre en relation avec leur mode de vie fixé.

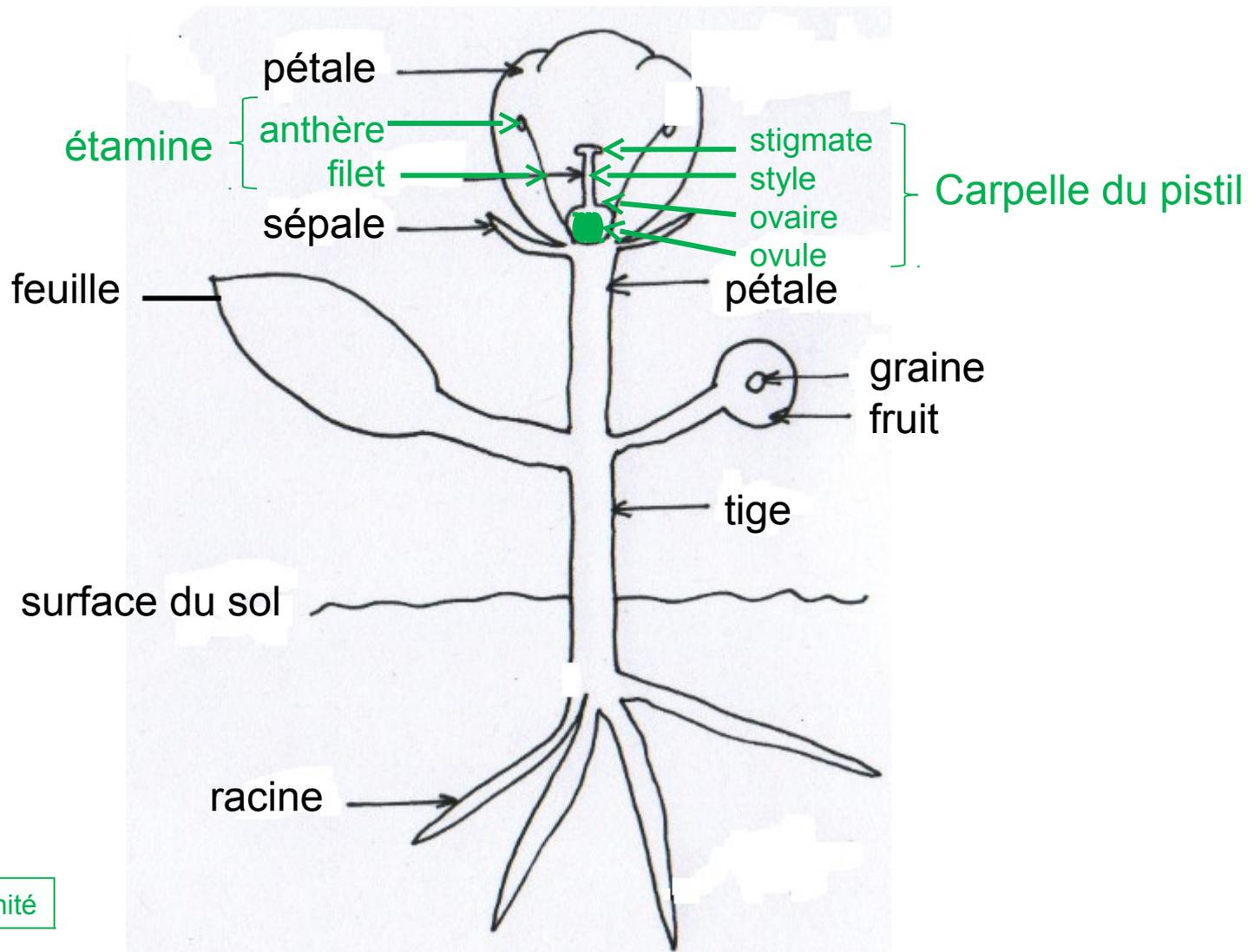
III. Les particularités de la reproduction sexuée des Angiospermes en rapport avec la vie fixée [TP.03]

A. L'organisation structurale des fleurs

organisation structurale des fleurs



L'appareil reproducteur d'un angiosperme



Une fleur complète est formée de 4 « cercles » de pièces florales, (4 verticilles), qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur :

- ✓ Le calice,
- ✓ La corolle,
- ✓ L'androcée,
- ✓ Le gynécée

Certaines fleurs sont hermaphrodites. Mais il existe également des fleurs unisexuées.

B. Le contrôle génétique de l'organisation florale

floraison → mise en place progressive des différentes pièces florales dans le bourgeon.

se fait de la périphérie vers le centre (sépalés → carpelles).

→ fait intervenir un ensemble de gènes de développement (= gène contrôlant via des protéines, l'expression d'autres gènes).

Arabidopsis thaliana

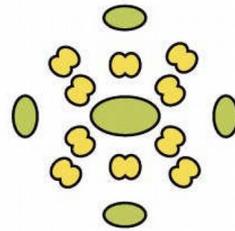
mutants
de classe A



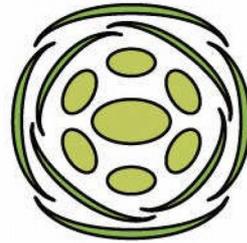
mutants de
classe B



mutants
de classe c



transformation des
sépales en carpelles et
des pétales en étamines



transformation des
pétales en sépales et des
étamines en carpelles



transformation des
étamines en pétales et
des carpelles en sépales

Ces plantes mutantes ont permis de comprendre que :

les gènes A s'expriment dans les deux premiers verticilles,

les gènes B dans le 2e et le 3e verticille

les gènes C dans les deux derniers verticilles.

Les gènes A exprimés seuls induisent la formation de sépales.

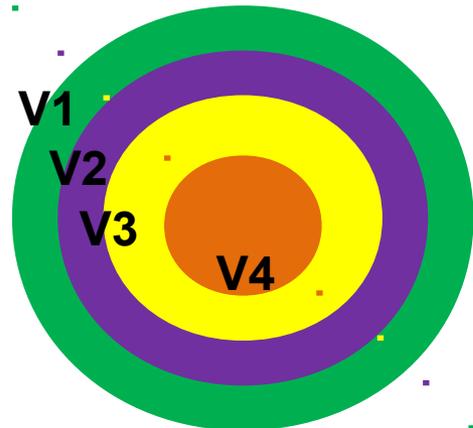
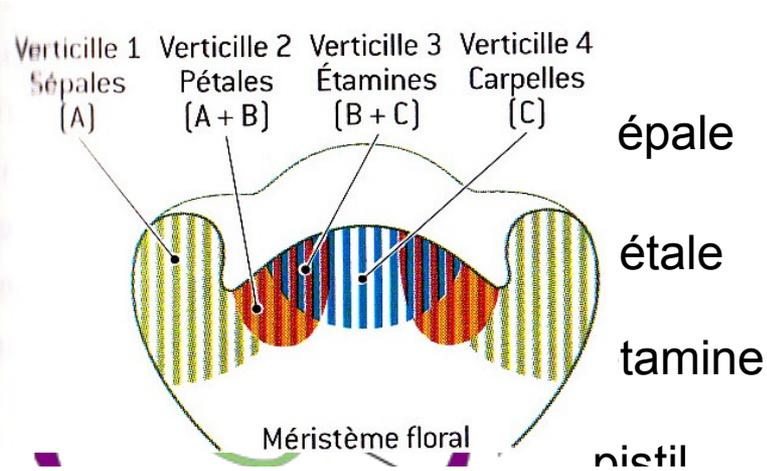
Les gènes A et B associés induisent la formation de pétales.

Les gènes B et C associés induisent la formation d'étamines.

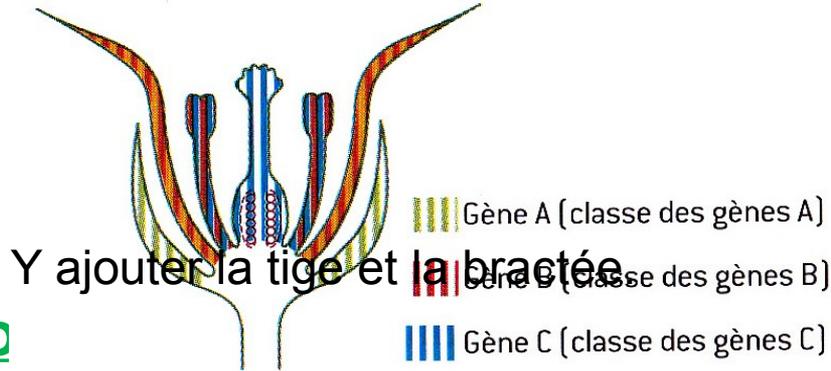
Les gènes C seuls induisent la formation de carpelles.

Des systèmes similaires du contrôle génétique de l'organisation florale décrit chez *Arabidopsis* ont été mis en évidence chez d'autres plantes à fleurs.

Comment se met en place l'organisation florale ?



Représentation schématique des verticilles



Y ajouter la tige et la bractée

Fo
5S+5P+5E+2C

➔ **Contrôle par des gènes du développement**

The background of the slide is a dark blue field filled with numerous pollen grains of various shapes and colors, including yellow, green, and pink. Some grains are spherical with spines, while others are more elongated or have distinct surface patterns. On the right side, a portion of a pistil is visible, showing its reddish-orange color and fibrous structure.

C. Le rapprochement des gamètes entre plantes fixées : la pollinisation.

pollinisation :

processus par lequel le pollen est transporté des étamines vers les pistils

Divers modes de pollinisation existent :

- autogame
- allogame

Le transport est assuré par différents moyens :

le vent, l'eau, les animaux

Parmi les animaux
insectes

Les plantes produisent
niveau des fleurs un
que les insectes viennent
prélever.



Les insectes pollinisateurs sont souvent porteurs de « poils » où le pollen peut s'accrocher. Le butinage conduit l'insecte à transporter le pollen

Cette collaboration est le fruit d'une **coévolution**.



La coévolution :

Sélection réciproque de certains caractères

Renforcement de l'association

Peut aller jusqu'à l'inter-dépendance.

1, En 1862, on présenta à Darwin une orchidée, *Agraecum sesquipedale*, l'« étoile de Madagascar ». Elle se distingue par son nectaire, un tube qui peut dépasser 30 centimètres de long au fond duquel se trouve le nectar. En aspirant le nectar, l'insecte touche les pollinies (amas de pollen), qui se collent alors sur sa tête ou son abdomen. L'insecte s'envole ensuite vers d'autres fleurs pour se nourrir et dépose le pollen qui entraînera la fécondation.

2, En examinant l'orchidée, Darwin prédit l'existence d'un papillon muni d'une trompe de la même longueur que le nectaire.

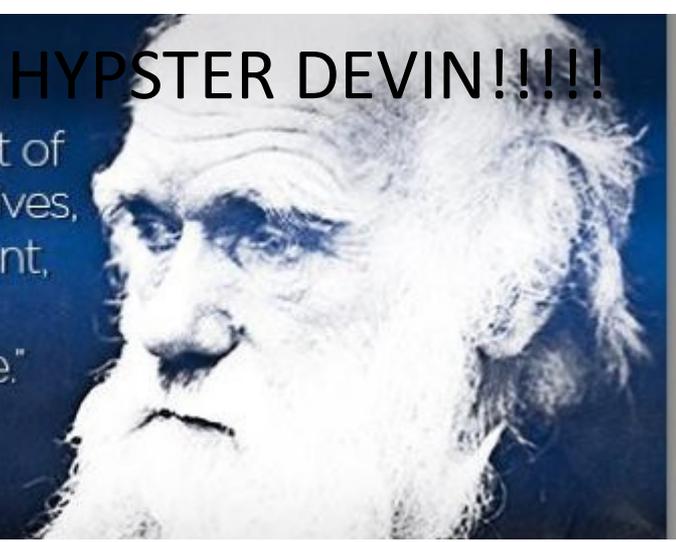


3, Quarante ans plus tard
un grand papillon nocturne
une trompe longue de
de *Xanthopan morgani*

C'est le premier HYPSTER DEVIN!!!!

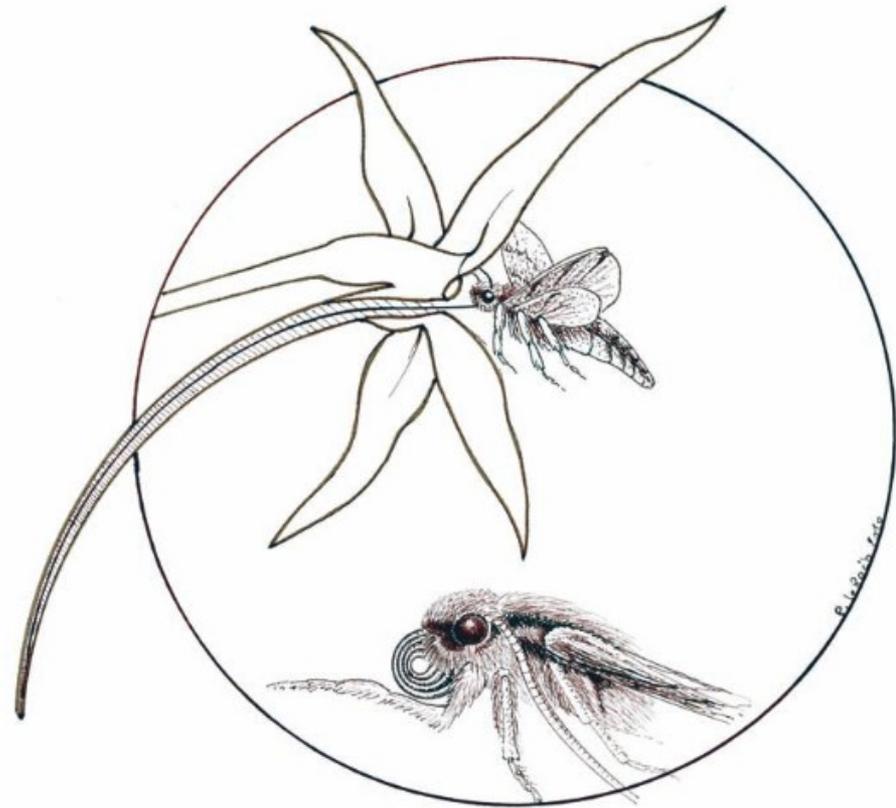
"It is not the strongest of
the species that survives,
nor the most intelligent,
but the one most
responsive to change."

Charles Darwin





P. R. S. 1940



P. R. S. 1940

4, L'adaptation du nectaire et de la trompe s'explique par la **coévolution**, c'est-à-dire une suite de transformations qui se produisent au cours de l'évolution de deux espèces suite à leurs influences réciproques. Selon le modèle proposé par Darwin et élaboré plus tard par Wallace, dans une population d'orchidées celles qui ont le nectaire le plus long ont un avantage sélectif en optimisant le contact des butineurs avec les pollinies. De la même façon, les papillons à longue trompe ont un avantage sélectif parce qu'ils récoltent plus de nectar. Cette coévolution se serait produite graduellement par alternance.



conclusion

L'organisation florale, contrôlée par des gènes de développement, et le fonctionnement de la fleur permettent le rapprochement des gamètes entre plantes fixées.

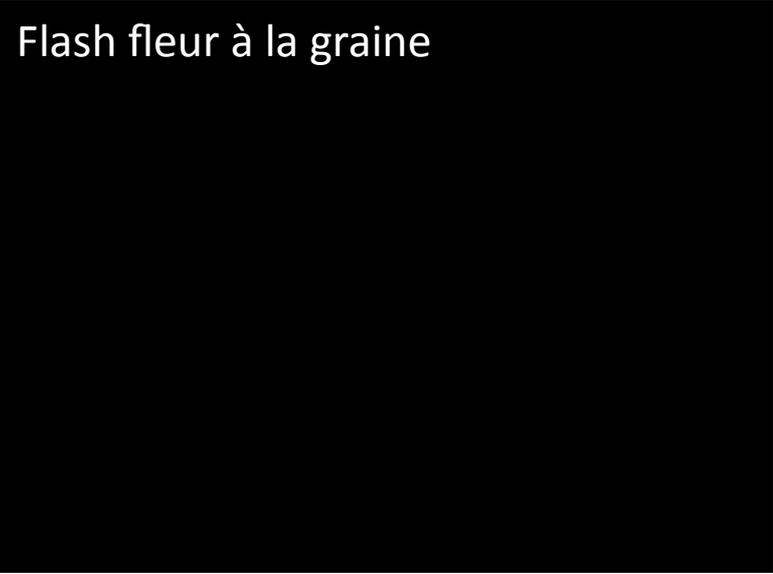
La pollinisation de nombreuses plantes repose sur une collaboration animal pollinisateur/plante produit d'une coévolution.

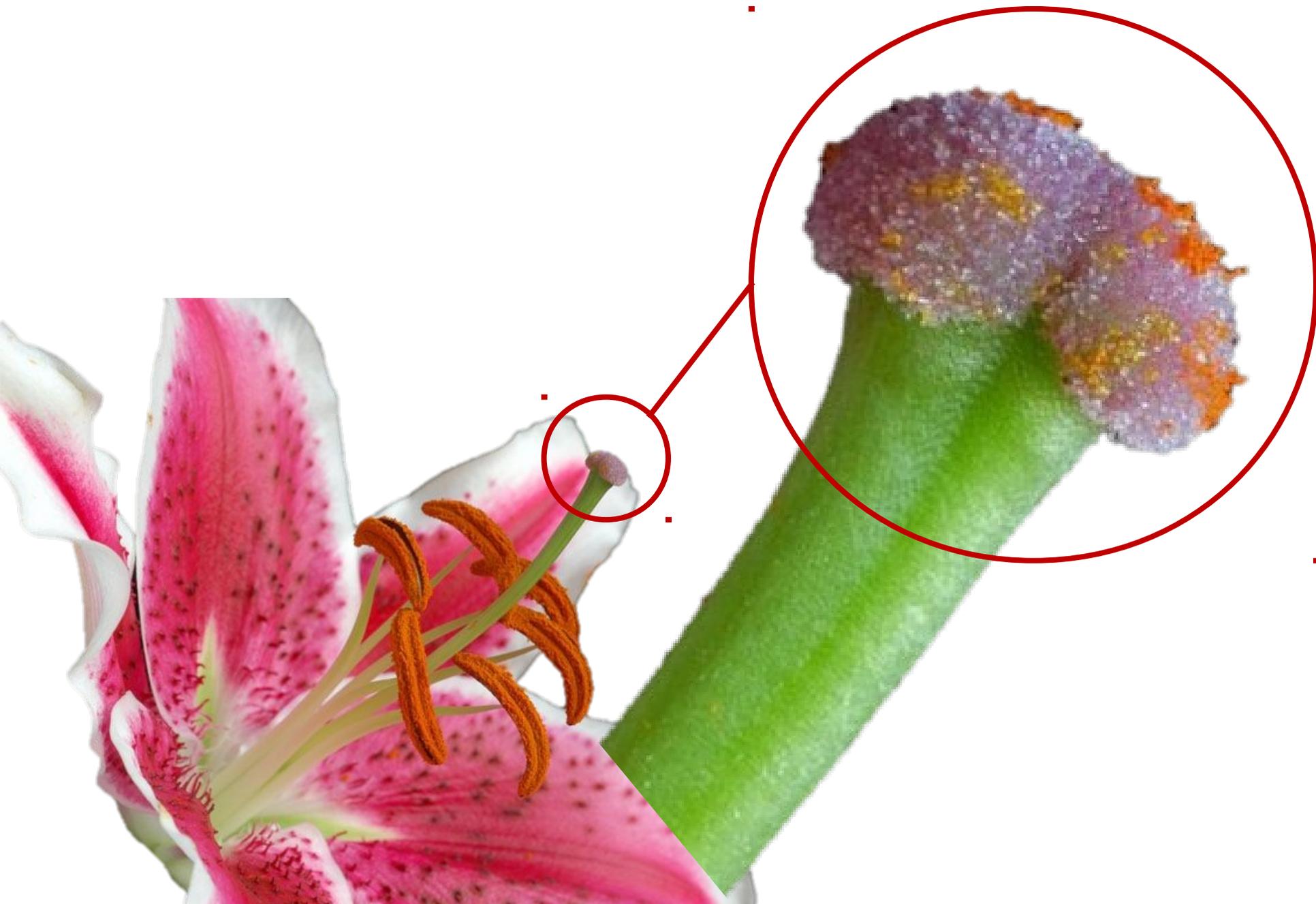
D. La dispersion des graines

1.) La formation des graines

formation des graines

Flash fleur à la graine



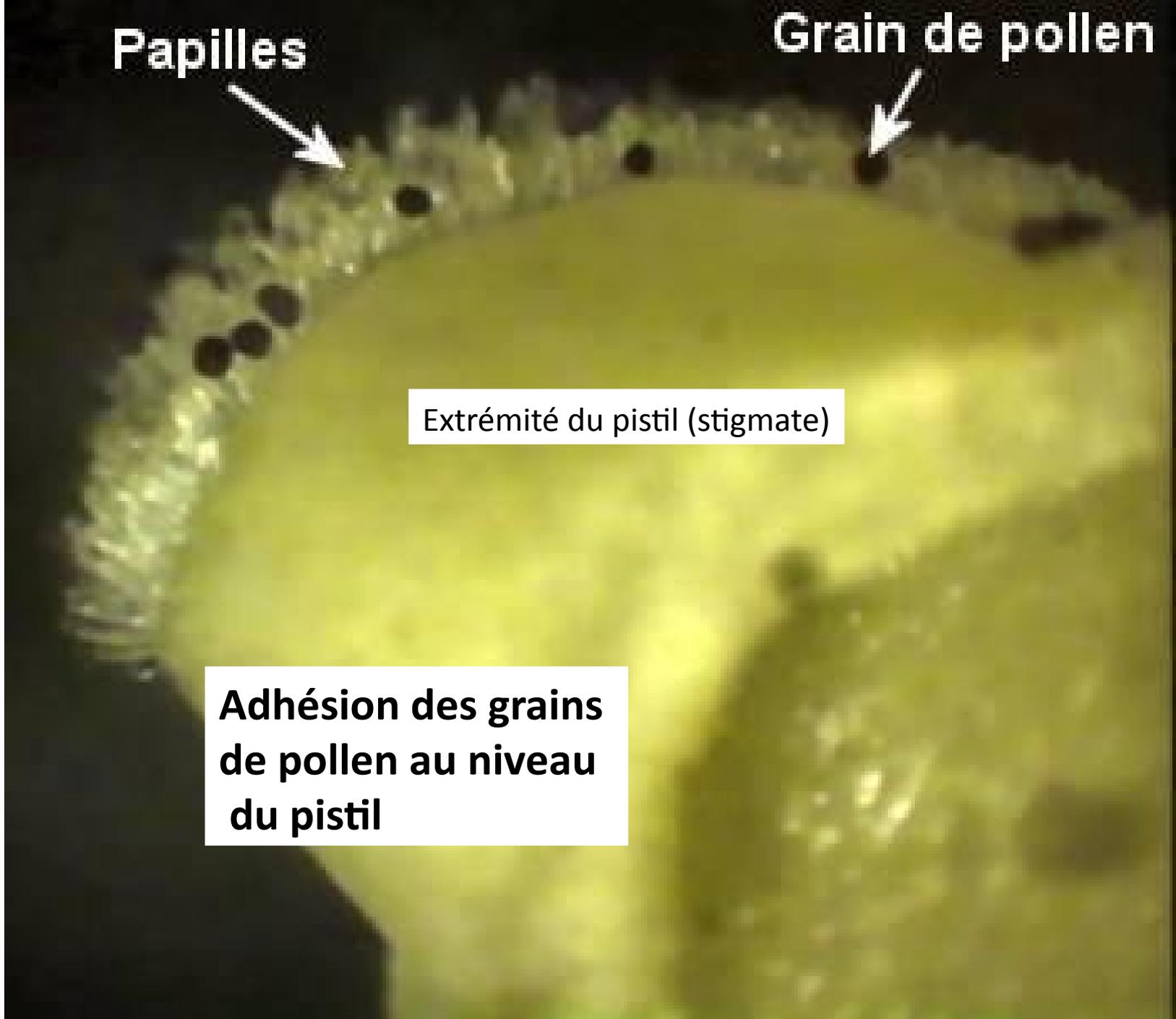


Papilles

Grain de pollen

Extrémité du pistil (stigmate)

**Adhésion des grains
de pollen au niveau
du pistil**





Tube
pollinique





Observation d'une graine de pois ouverte

Cotylédon

Si les réserves (protéiques, lipidiques et glucidiques) sont stockées dans l'albumen (3n issue de la fécondation), alors les cotylédons (dérivés d'ébauches foliaires) sont très minces : on dit que la graine est albuminée.

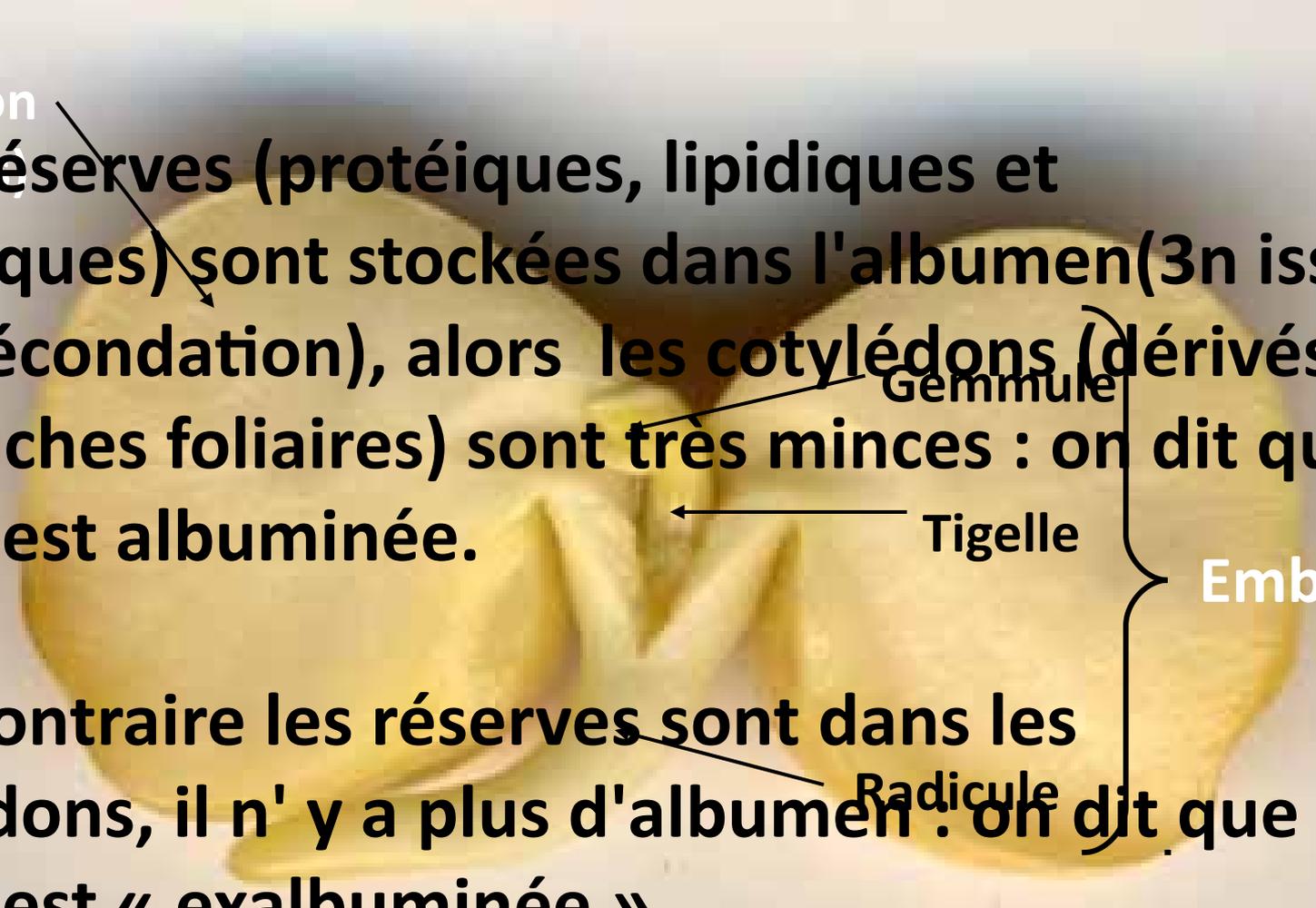
Gemmule

Tigelle

Embryon

Si au contraire les réserves sont dans les cotylédons, il n'y a plus d'albumen : on dit que la graine est « exalbuminée ».

Radicule



2.) La dispersion des graines

Dissémination:

processus par lequel les graines d'un végétal sont répandues dans le biotope

Dispersion:

déplacement dans l'espace généralement unidirectionnel, unique et définitif. Ce déplacement est suivi d'une phase d'installation de l'organisme

Dispersion des graines



La dispersion des graines est nécessaire à la survie et à la dispersion de la descendance.

Certaines plantes ne dispersent que les graines, mais le plus souvent, c'est le fruit en entier qui est dispersé.

Il existe différents modes de dissémination des graines:

- la plante elle-même (autochorie),
- le vent (anémochorie),
- l'eau (hydrochorie)
- et les animaux (zoochorie)

Les réserves se trouvant dans fruit servent à payer les animaux pour leur « travail » de dissémination.

Tandis que les graines peuvent être préservées et rejetées dans les excréments de l'animal.

conclusion

Au cours de l'évolution, des systèmes d'échange et de protection, ainsi que des modalités particulières de reproduction se sont mis en place chez les végétaux.

Les relations entre organisation et mode de vie sont le résultat de l'évolution.