

Chapitre V Organisation des plantes à fleurs et vie fixée

Problème : en quoi l'organisation des plantes à fleurs est-elle adaptée à leur vie fixée à l'interface entre le sol et l'atmosphère ?

- I - Les plantes à fleurs dans leur environnement



1 Une prairie dans le Jura. La prairie est un écosystème composé exclusivement de **plantes herbacées**, c'est-à-dire caractérisées par la présence d'une tige non rigide. Les plantes herbacées peuvent vivre plusieurs années (plantes vivaces) ou bien mourir à l'approche de l'hiver (plantes annuelles). Leur croissance est continue pendant la belle saison. Une prairie est majoritairement composée de poacées (nouveau nom des graminées) vivaces, associées à d'autres plantes herbacées (pissenlits, coquelicots, trèfles, etc.).

Biomasse (en t.ha ⁻¹)	Prairie	Forêt
Aérienne	3,12	261
Souterraine	13,8	56,3

2 La répartition de la biomasse végétale dans une prairie et dans une forêt tempérée.



5 Une hêtraie dans le Châtillonnais (Côte-d'Or). Dans une forêt, la végétation est répartie en trois couches ou strates verticales. La strate arborescente, dominante, est composée d'arbres (ici, des hêtres pour l'essentiel). La strate des plantes herbacées est la plus proche du sol. Entre cette dernière et la strate arborescente, on observe des arbustes, comme le noisetier (strate arbustive). Les tiges des arbres et arbustes sont rigidifiées par la présence de lignine dans la paroi de certaines cellules : ce sont des **plantes ligneuses**. Les arbres se distinguent par la présence d'une tige principale - le tronc - tandis que les arbustes possèdent de nombreuses tiges d'importance équivalente.

Écosystème : formé par un ensemble d'êtres vivants (biocénose) et un milieu de vie (biotope). Le biotope et la biocénose sont en interaction permanente.

Biomasse : masse d'individus présents à un instant donné dans un écosystème.

Comparaison des caractéristiques des deux écosystèmes

Ecosystème	Prairie	Forêt
Caractéristiques		
Type de plantes présentes	Plantes herbacées exclusives	Plantes ligneuses dominantes
Organisation de la végétation	Basse et dense	Stratifiée et haute : <ul style="list-style-type: none"> - strate arborescente dominante - strate des arbustes - strate des plantes herbacées
Répartition de la biomasse	Principalement souterraine	Essentiellement aérienne



4 La morphologie du coquelicot. L'appareil aérien est constitué d'une tige chlorophyllienne dont les feuilles, très riches en cellules chlorophylliennes, assurent la synthèse de matière organique (photosynthèse). À la base de chaque feuille, un **bourgeon** axillaire assure la ramification de la plante. L'appareil souterrain est constitué d'un système racinaire organisé autour d'une racine principale et de racines secondaires. Cet ensemble permet l'ancrage de la plante et son alimentation en eau et en sels minéraux.



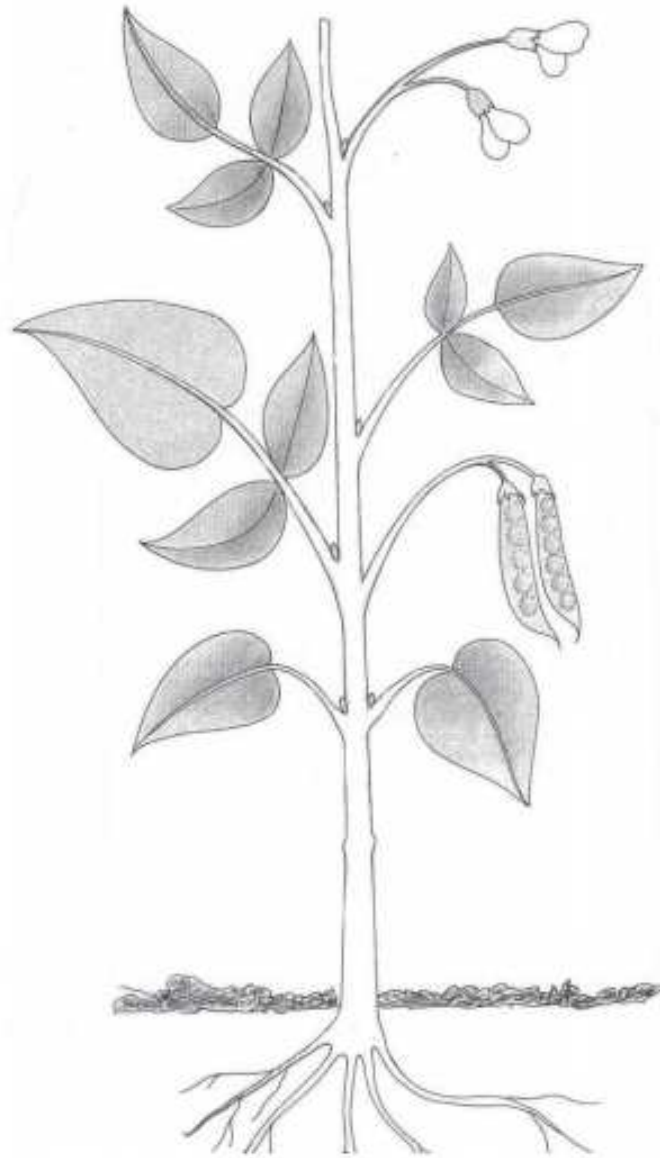
6 La morphologie du hêtre. Avec son tronc rigide dont la croissance s'effectue pendant de nombreuses années (entre 150 et 300 ans), le hêtre peut atteindre une hauteur de 30 à 40 m. Les feuilles se développent horizontalement, alors qu'un bourgeon terminal assure la croissance en longueur de chaque rameau. Des bourgeons axillaires situés à la base des feuilles permettent la ramification du tronc et des rameaux. Le hêtre possède un système racinaire superficiel, avec des racines peu enfoncées, mais étalées sous la surface du sol.

Comparaison des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles d'une plante herbacée et d'une plante ligneuse

- appareil aérien : en contact avec l'atmosphère et la lumière
 - rigidifié par la présence de lignine dans certaines cellules chez les arbres et les arbustes
 - beaucoup plus souple dans les plantes herbacées
- appareil racinaire : présent dans le sol pour les 2 types de plantes, assure l'absorption minérale et l'ancrage de la plante

Organisation fonctionnelle commune aux 2 types de plantes

- surface d'échange aérienne (échanges avec l'atmosphère) =
feuilles
=> assure les échanges nécessaires à la photosynthèse
- surface d'échange souterraine (échanges avec le sol) = racines
=> assure l'alimentation en eau et en sels minéraux de la
plante



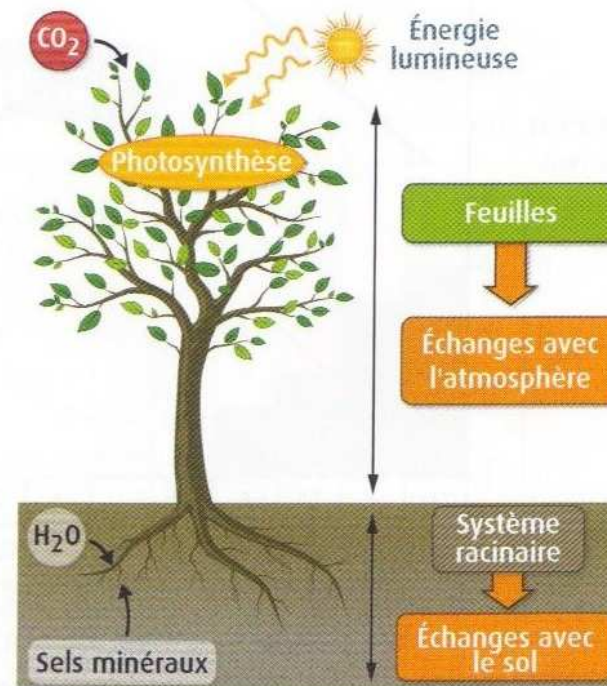
Conclusion

Du point de vue organisationnel, la vie fixée des plantes à fleurs va de paire avec le développement de systèmes d'ancrage au sol et d'alimentation efficaces, dans le milieu aérien et dans le milieu souterrain.

Ainsi, les plantes à fleurs, herbacées ou ligneuses, présentent une tige feuillée avec une vaste surface d'échanges avec l'air et de capture d'énergie lumineuse pour permettre la photosynthèse, un système racinaire assurant la fixation au sol et un contact étendu avec celui-ci pour l'alimentation minérale de la plante.

Bilan

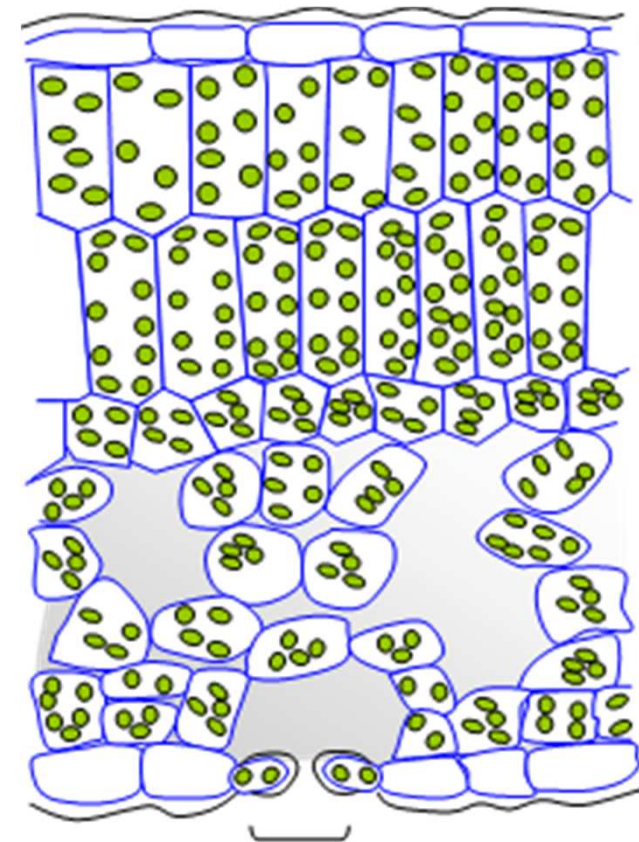
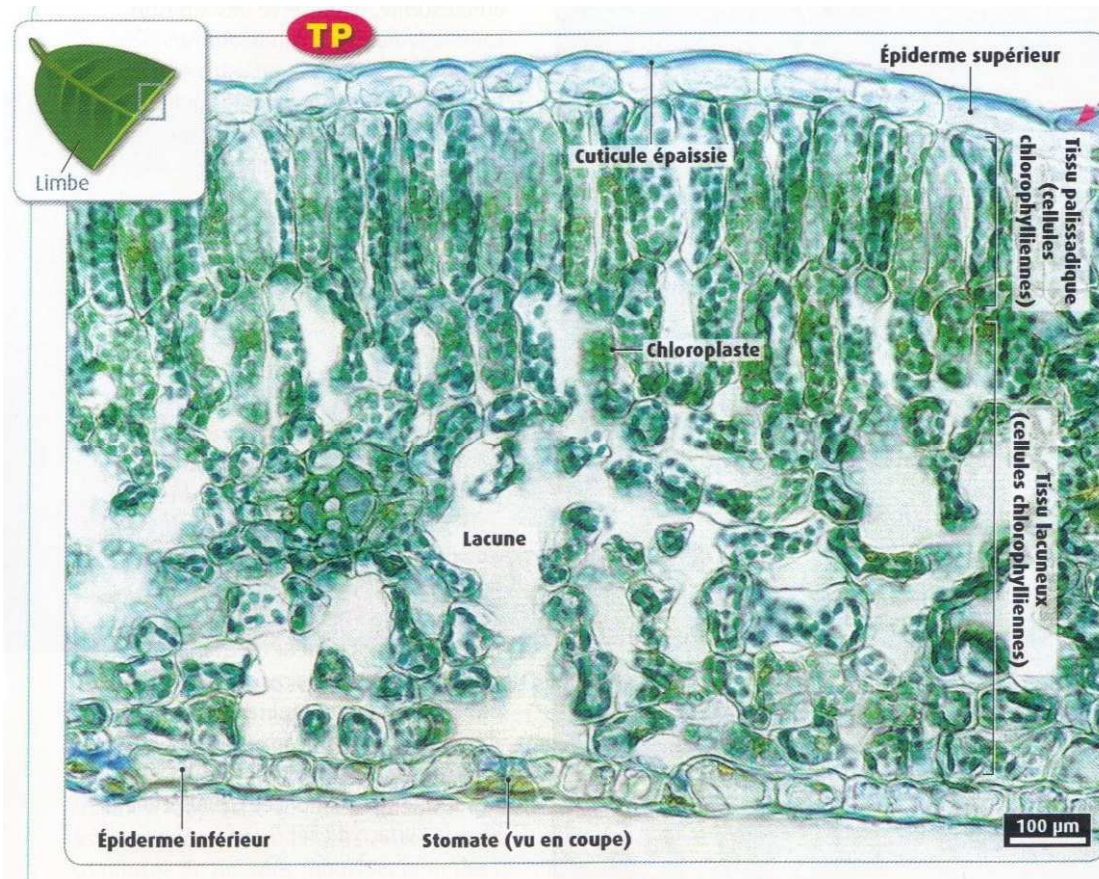
- Dans les écosystèmes, on distingue deux grands types de plantes à fleurs, selon qu'elles possèdent ou non de la lignine, molécule qui permet de rigidifier leurs tissus: les **plantes herbacées** en sont dépourvues, à la différence des **plantes ligneuses** (arbustes et arbres).
- Malgré leur différence de taille, plantes ligneuses et herbacées possèdent la même organisation, avec un système racinaire souterrain et une tige feuillée aérienne. Le système racinaire offre une grande **surface d'échange** avec le sol, permettant l'alimentation en eau et en sels minéraux, ainsi que l'ancrage de la plante. Les feuilles captent l'énergie lumineuse, assurent les échanges gazeux avec l'atmosphère et sont le lieu principal de la **photosynthèse**.
- Les plantes arbustives et arborescentes sont vivaces. Les plantes herbacées peuvent être vivaces, mais aussi annuelles ou bisannuelles (cycle de vie sur une ou deux années seulement).



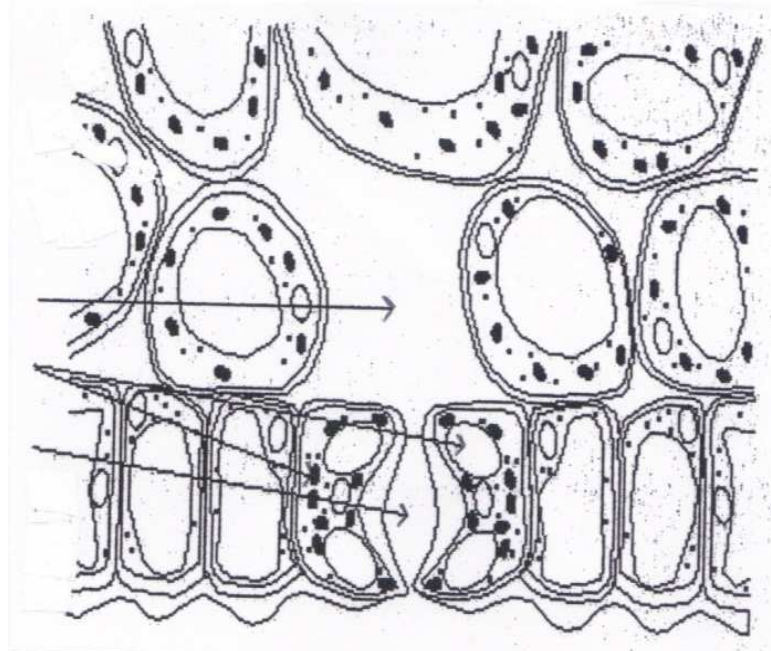
Les échanges entre un arbre et son milieu.

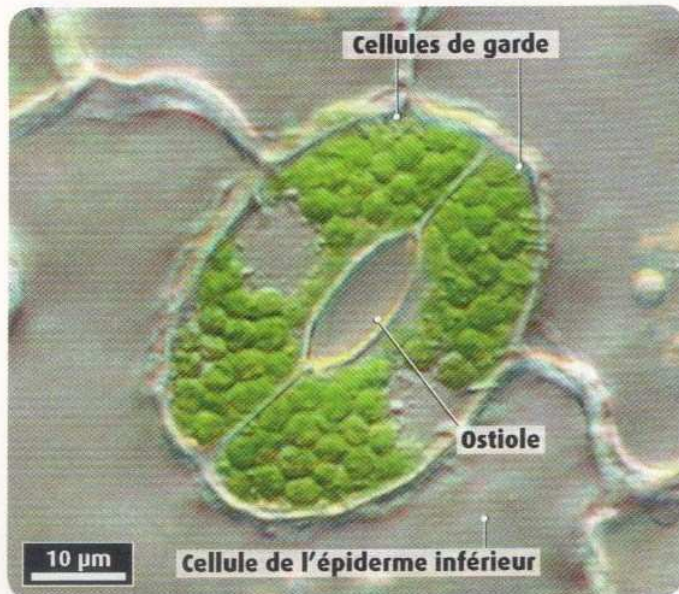
- II - Les échanges des plantes à fleurs avec leur milieu

1) Des échanges avec l'atmosphère

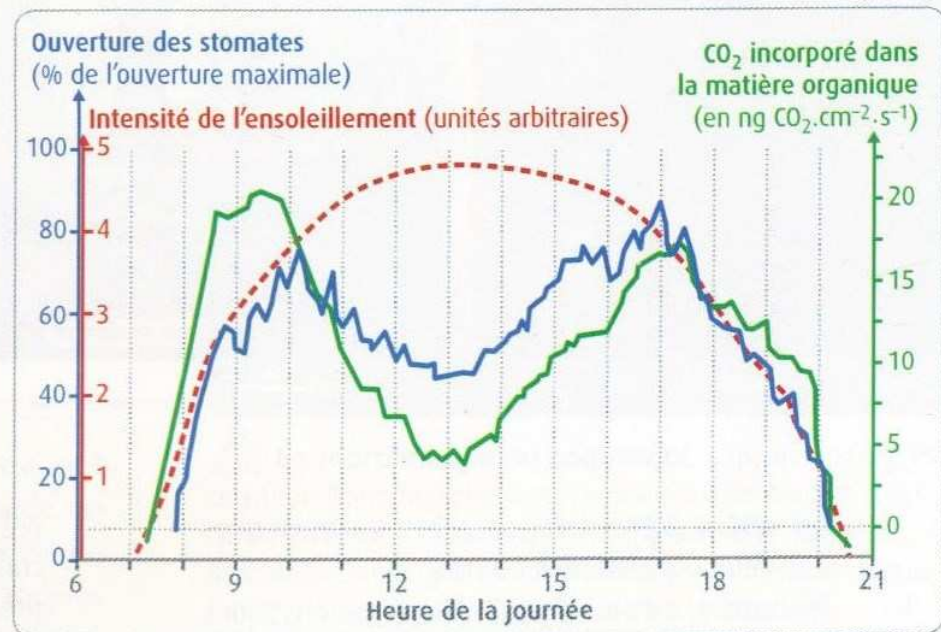


Coupe transversale du limbe d'une feuille d'épine vinette (vue au MO)



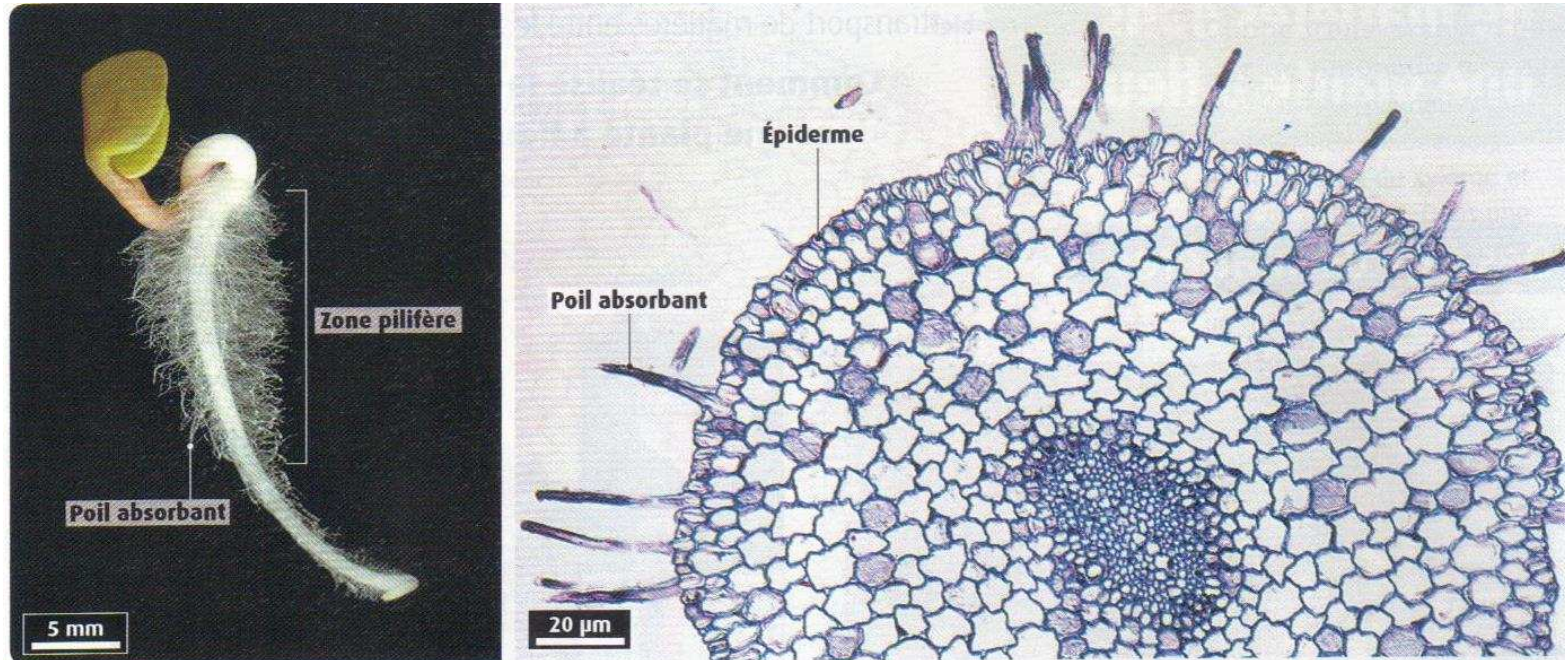


2 Un stomate dans l'épiderme d'une feuille (vu au MO). L'ostiole est un orifice de diamètre variable. Son ouverture est contrôlée par les deux cellules de garde.

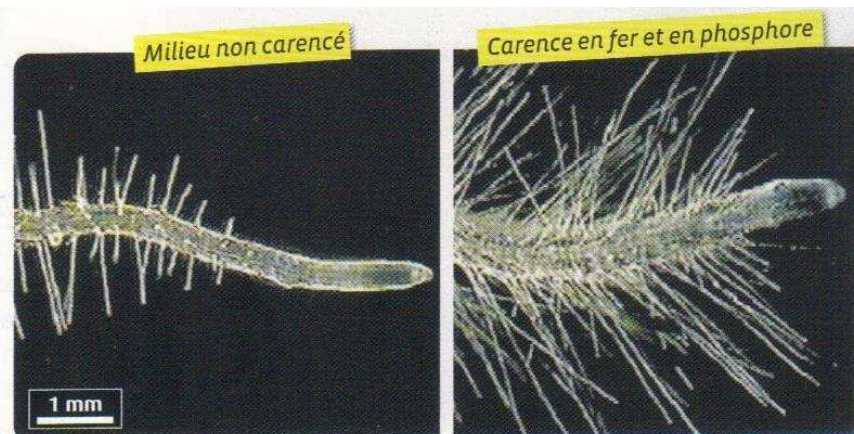
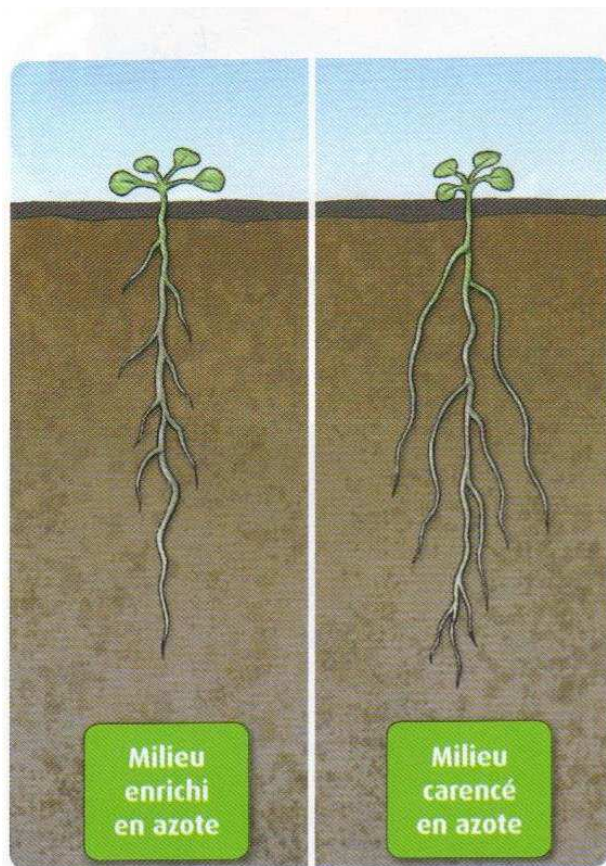


3 Les variations de l'ouverture des stomates et de l'incorporation du dioxyde de carbone chez un arbusier (plante méditerranéenne) au cours d'une journée d'été ensoleillée.

2) Des échanges avec le sol

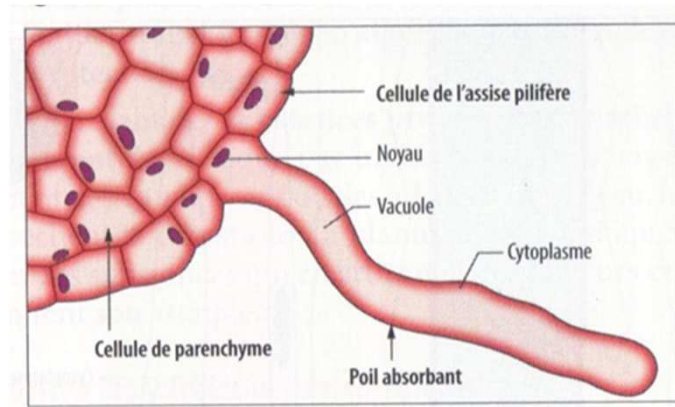
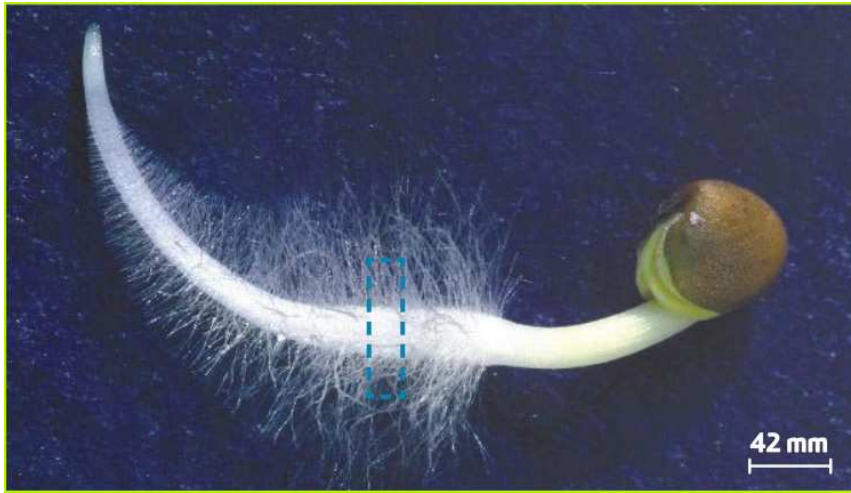


4 L'appareil racinaire d'une plantule de radis : vue d'ensemble et vue en coupe transversale de la zone pilifère au MO. Chez la majorité des plantes, les racines secondaires présentent une zone pilifère riche en poils absorbants (300 et 400 par cm²). Les poils absorbants sont des cellules allongées de l'épiderme et représentent le principal site d'absorption de l'eau et des sels minéraux.



5 La zone pilifère de racines d'arabettes des dames placées dans deux conditions de culture (vue au MO). Les plants d'arabette ont été cultivés soit dans un milieu équilibré en éléments minéraux, soit dans un milieu carencé en fer et en phosphore.

6 Le système racinaire d'arabettes des dames placées dans deux conditions de culture. Les plants d'arabette ont été cultivés dans un milieu nutritionnel soit enrichi en azote, soit carencé en azote.



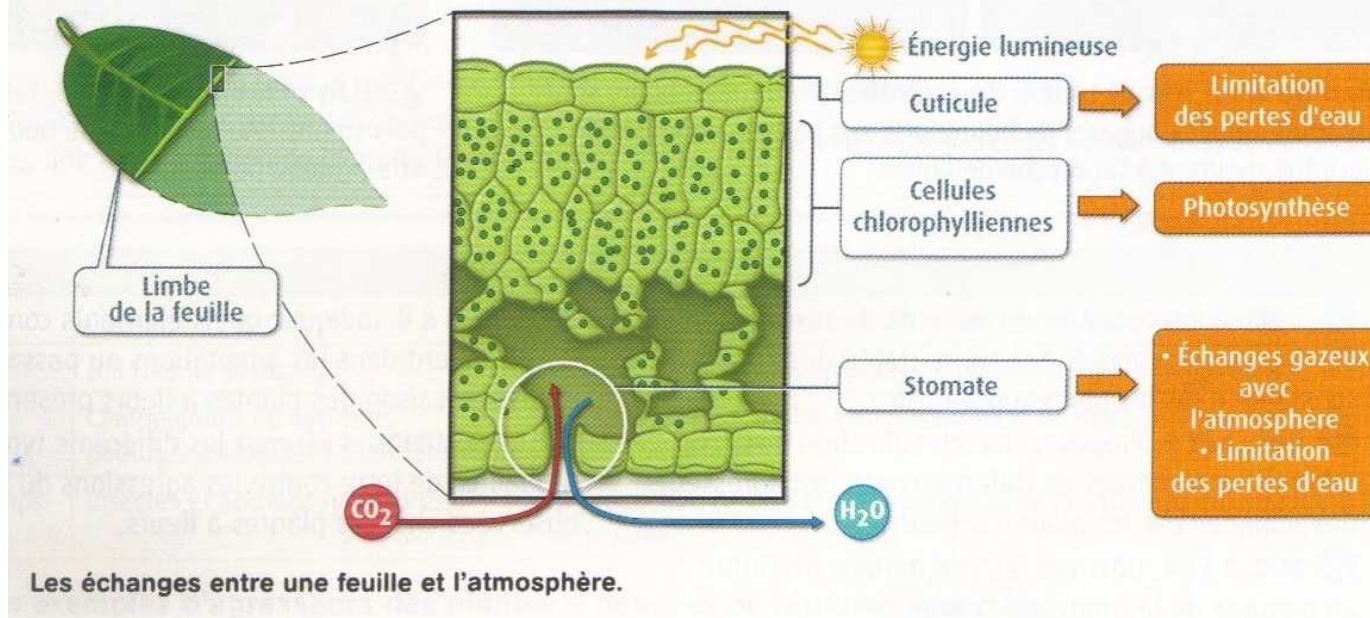
Conclusion

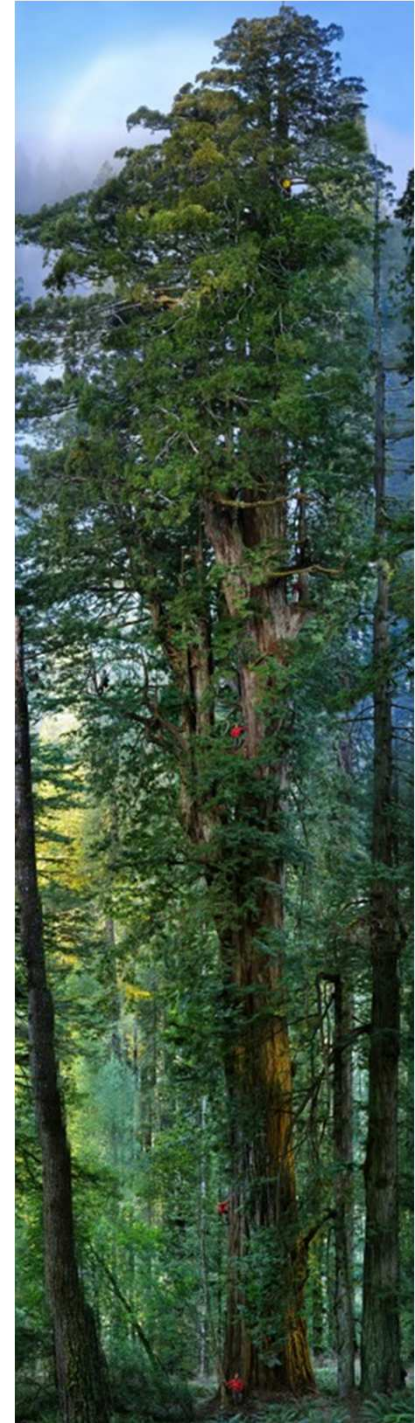
Les structures permettant les échanges avec l'atmosphère sont les stomates des feuilles. Ils assurent les échanges gazeux de la photosynthèse (absorption du CO₂ atmosphérique, rejet de O₂) et de la respiration (absorption du O₂ atmosphérique, rejet de CO₂). Mais ils sont aussi un site de perte d'eau et leur ouverture peut s'accompagner d'une déshydratation de la plante. Aussi, ces stomates sont-ils disposés essentiellement sur la face inférieure des feuilles, et ne s'ouvrent qu'à la lumière si la chaleur n'est pas excessive.

Les structures permettant les échanges avec le sol sont les poils absorbants. Ils assurent l'entrée de la solution minérale du sol. Leur longueur et leur nombre, important, sont modulables en fonction des caractéristiques de structure et de composition du sol, permettant ainsi de pallier à d'éventuelles variations des ressources nutritives du sol (eau, sels minéraux).

Bilan

- Les plantes à fleurs ont développé des systèmes d'échange avec l'atmosphère et le sol. Outre leur surface importante, ceux-ci présentent une organisation fonctionnelle particulière.
- Le limbe des feuilles possède sur sa face inférieure, des **stomates** qui permettent l'entrée du CO_2 atmosphérique, nécessaire à la photosynthèse. Celle-ci se réalise dans les cellules chlorophylliennes, très denses dans la partie supérieure du limbe, fortement éclairée.
- L'extrémité des racines est couverte de **poils absorbants**, cellules allongées qui plongent dans le sol et y prélèvent l'eau et les sels minéraux qui sont indispensables à la réalisation de la photosynthèse.
- Ces systèmes d'échanges s'adaptent aux variations du milieu. Les stomates ne s'ouvrent qu'à la lumière et si la température n'est pas excessive, limitant ainsi les pertes d'eau. La densité et la longueur des poils absorbants, ainsi que la ramification des racines peuvent augmenter en cas de carence minérale dans le sol.





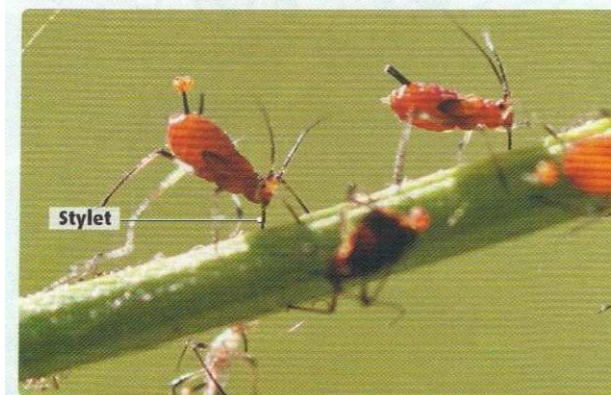
- III - La circulation de matières dans une plante à fleurs

1) Des flux de matières

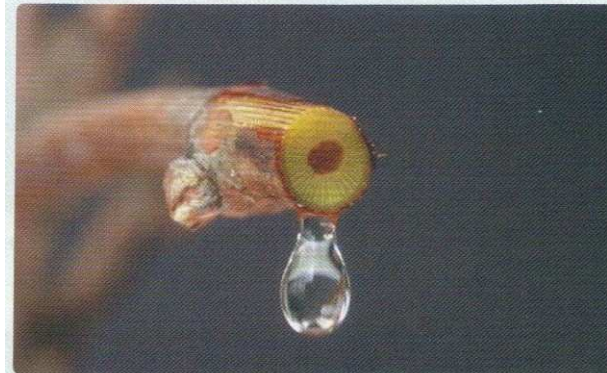
Composants	Sève brute	Sève élaborée
Eau	99 %	80 %
Substances dissoutes... dont:	1 %	20 %
Saccharose (mg.mL^{-1})	0	80
Protéines, acides aminés (mg.mL^{-1})	traces	81,5
Ions minéraux ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	36,7	86,9

Composition moyenne de la sève brute et de la sève élaborée.

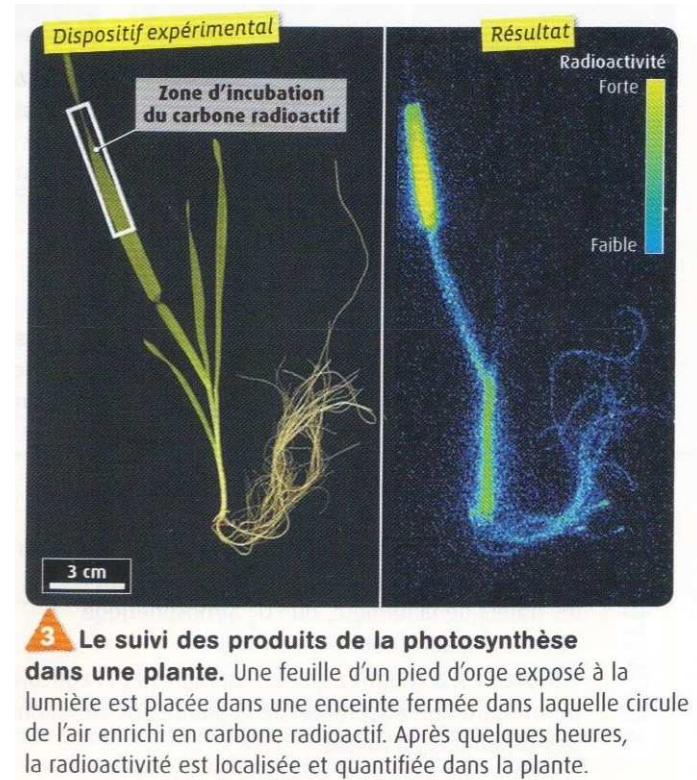
1 Deux types de sève.



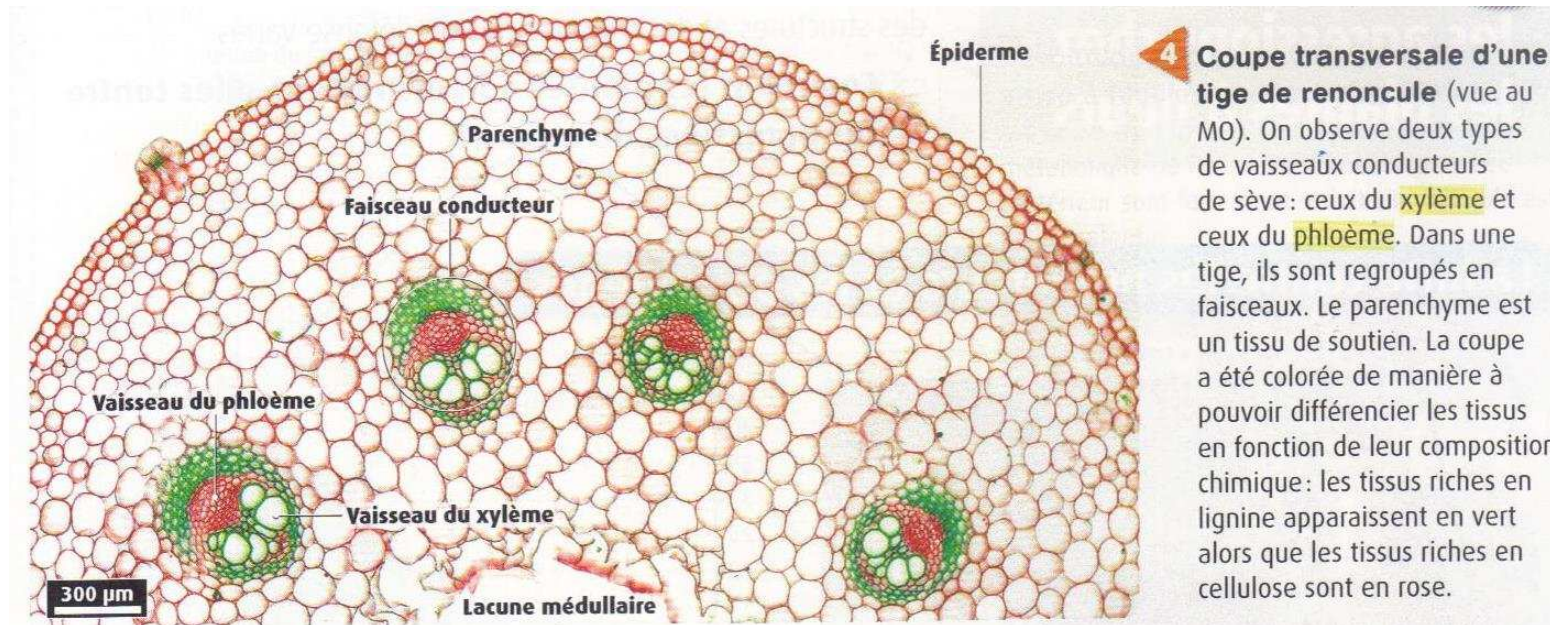
Des pucerons se nourrissant sur la tige d'une plante dans laquelle ils enfoncent leur stylet. Si l'on élimine le corps de l'insecte en laissant le stylet en place, du liquide s'écoule par ce dernier : c'est la sève élaborée de la plante.

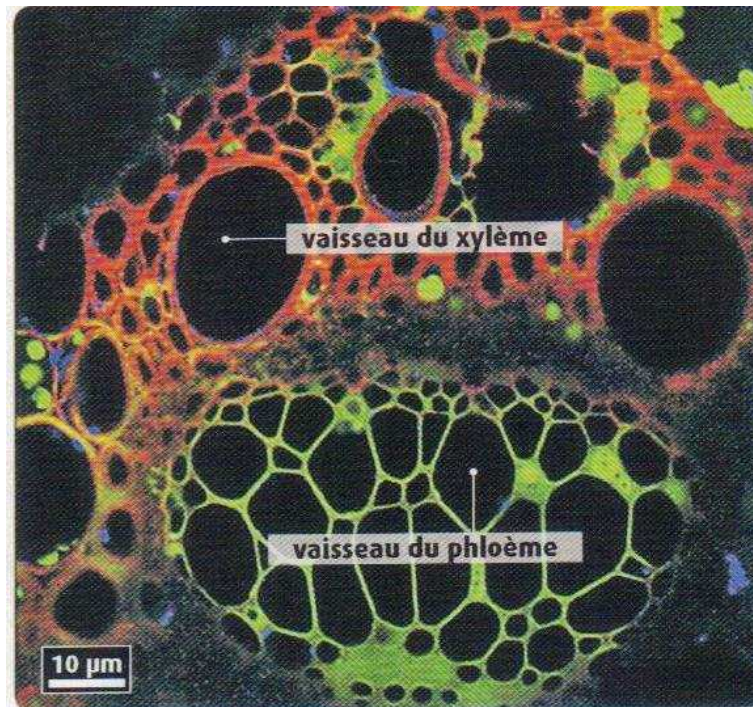


Les « pleurs de la vigne ». Après la taille de printemps, on observe un suintement de liquide au niveau des sections : c'est la sève brute.



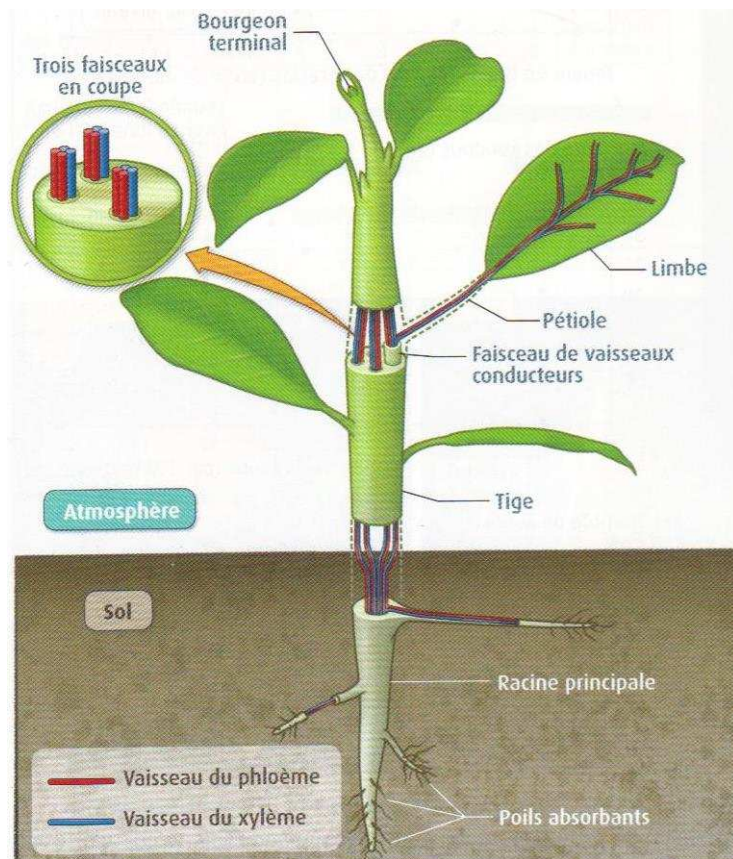
2) Des vaisseaux conducteurs





5 Coupe transversale au niveau d'un faisceau conducteur d'une feuille après une expérience de marquage (vue au MO). La feuille est issue d'un plant de riz qui a été exposé à deux substances fluorescentes : l'une, verte, au niveau de ses feuilles et l'autre, rouge, au niveau de ses racines. Les parois des cellules exposées aux substances fluorescentes deviennent fluorescentes.

Conclusion



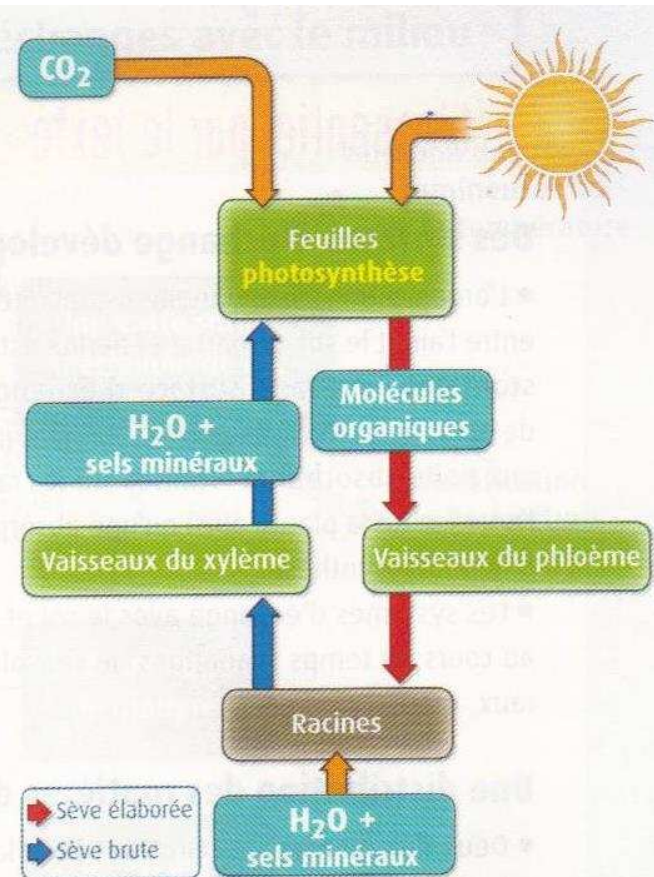
L'organisation des vaisseaux conducteurs
à l'échelle de la plante

L'eau et les sels minéraux, prélevés au niveau des racines, forment la sève brute, puis remontent et sont distribués dans la plante par les vaisseaux du xylème.

Les matières organiques, synthétisées dans les feuilles lors de la photosynthèse, forment la sève élaborée, avant de migrer dans l'ensemble de la plante par le phloème.

Bilan

- Les matières prélevées dans le milieu extérieur grâce à des structures spécialisées permettent d'assurer l'alimentation de la plante.
- Elles sont distribuées dans l'ensemble de la plante sous forme:
 - de **sève brute** (ou ascendante), qui est une solution diluée d'eau et de sels minéraux absorbés dans le sol;
 - de **sève élaborée** (ou descendante), qui contient les molécules organiques fabriquées dans les feuilles grâce à la photosynthèse.
- Le transport des sèves dans la plante se fait par deux réseaux de vaisseaux conducteurs: vaisseaux du **xylème** pour la sève brute, vaisseaux du **phloème** pour la sève élaborée.
- Les vaisseaux du xylème et du phloème forment deux réseaux continus dans toute la plante, entre les racines et les feuilles.



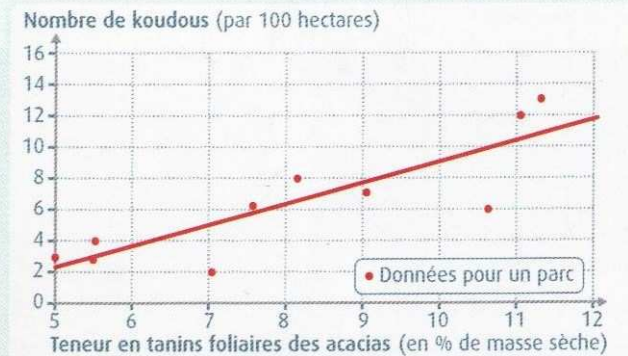
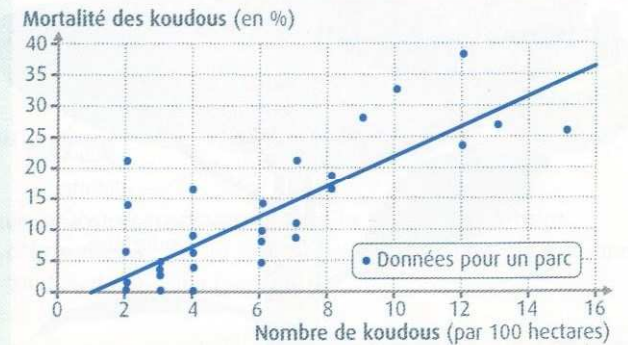
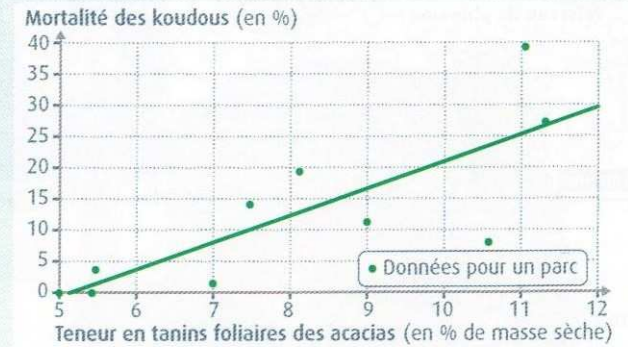
La circulation des sèves.

- IV - La lutte contre les agressions chez les plantes à fleurs

1) La lutte contre les prédateurs et les pathogènes



1 L'étude d'un exemple : les acacias et les antilopes en Afrique du Sud. Au début des années 80, les propriétaires sud-africains constatent une forte mortalité dans les populations de koudous (une grande antilope) vivant dans leurs parcs fermés (près de 2000 cadavres recensés). Dans ces vastes enclos, les koudous se nourrissent essentiellement d'acacias, les mêmes arbres étant consommés à tour de rôle par différents koudous. Les feuilles des acacias renferment des tanins. Lorsqu'un acacia est brouté par un herbivore, on observe que la concentration en tanins dans ses feuilles augmente rapidement (+ 94 % après 15 min, + 256 % après 60 min) et que l'arbre émet de fortes quantités d'éthylène. Ce gaz volatil déclenche, chez les acacias voisins, une augmentation de la production de tanins.



Les plantes se protègent contre leurs prédateurs



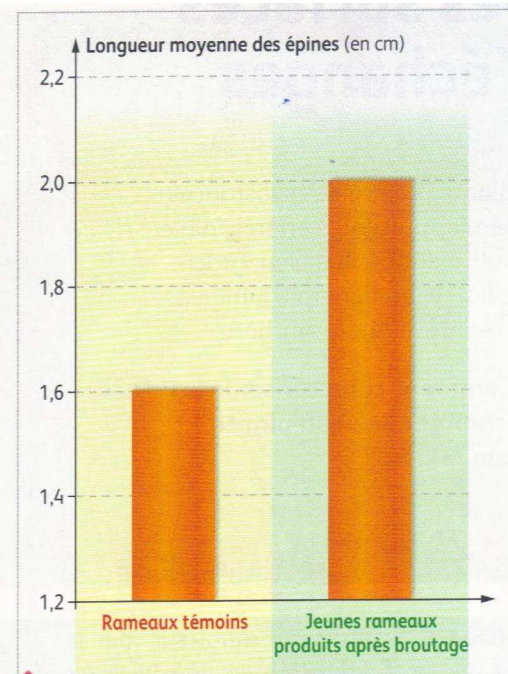


Des structures défensives

- ▶ Lorsqu'elle est en danger, la plante ne peut pas s'enfuir ! Un mode de défense possible est d'ordre mécanique : les feuilles ou tiges peuvent présenter des épines, des poils, un revêtement cireux coriace appelé cuticule...
- ▶ Chez l'acacia, la longueur moyenne des épines produites a été étudiée après broutage par des antilopes.



a Acacia brouté par une antilope.



b Réaction de la plante après broutage.

Les armes biologiques des acacias africains

- Des relations symbiotiques

Certains acacias entretiennent une **relation mutualiste** avec des fourmis. Celles-ci font leurs nids dans des sortes de bulbes à la base des épines (*photographie c*), et consomment le nectar produit par l'arbre. Lorsqu'un herbivore consomme les feuilles de l'arbre, les fourmis lui infligent de douloureuses piqûres.

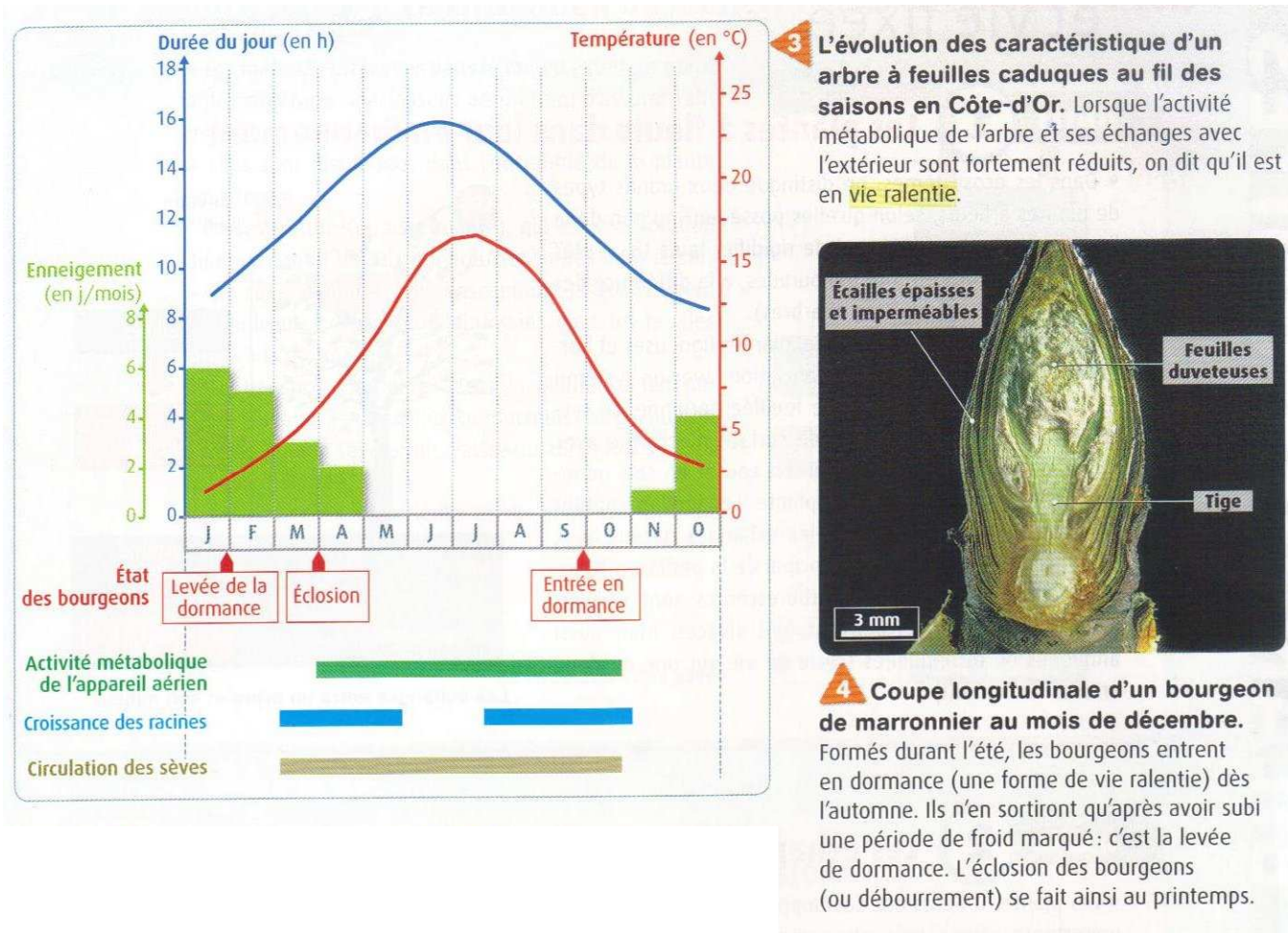


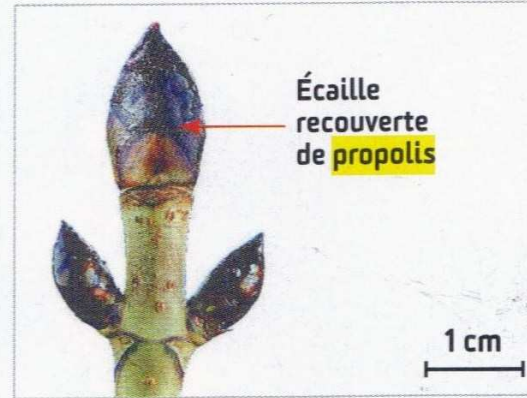
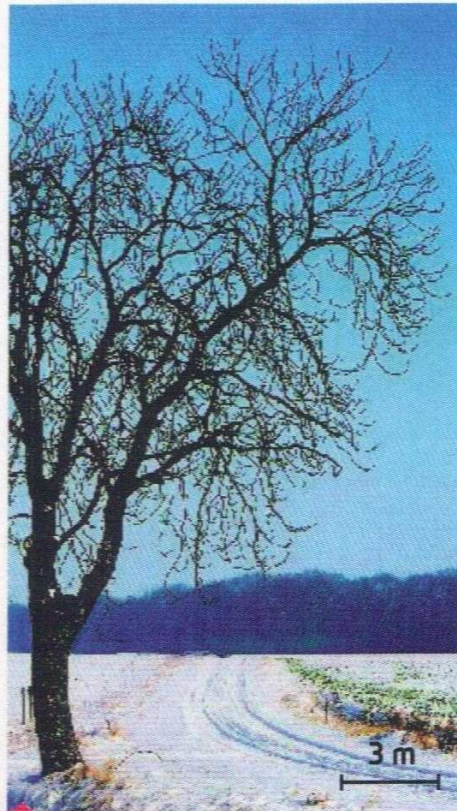
Plante	Agresseur	Moyen de défense
Lavande	Chenilles de papillons	De nombreux poils sur les feuilles rendent le limbe difficilement accessible
Peuplier	Gui (plante parasite)	La sécrétion de tanins empêche le développement du gui dans la branche
Pavot	Champignons ou bactéries pathogènes profitant d'une blessure	La sécrétion de morphine au niveau de la blessure renforce les parois des cellules végétales
Vesce des champs	Insectes et acariens herbivores	La production de nectar sur la plante attire des fourmis qui attaquent les herbivores

2 Quelques exemples d'agresseurs des plantes à fleurs et de réponse associée.

Les plantes à fleurs ont développé des défenses de type mécanique (poils, épines) ou chimique, qui peuvent être présentes dans l'organisation de la plante (tanins) ou déclenchées en réaction à l'agression (morphine, éthylène).

2) La lutte contre les variations des conditions du milieu





b Appareil végétatif d'une plante ligneuse en hiver, le marronnier et ses bourgeons.

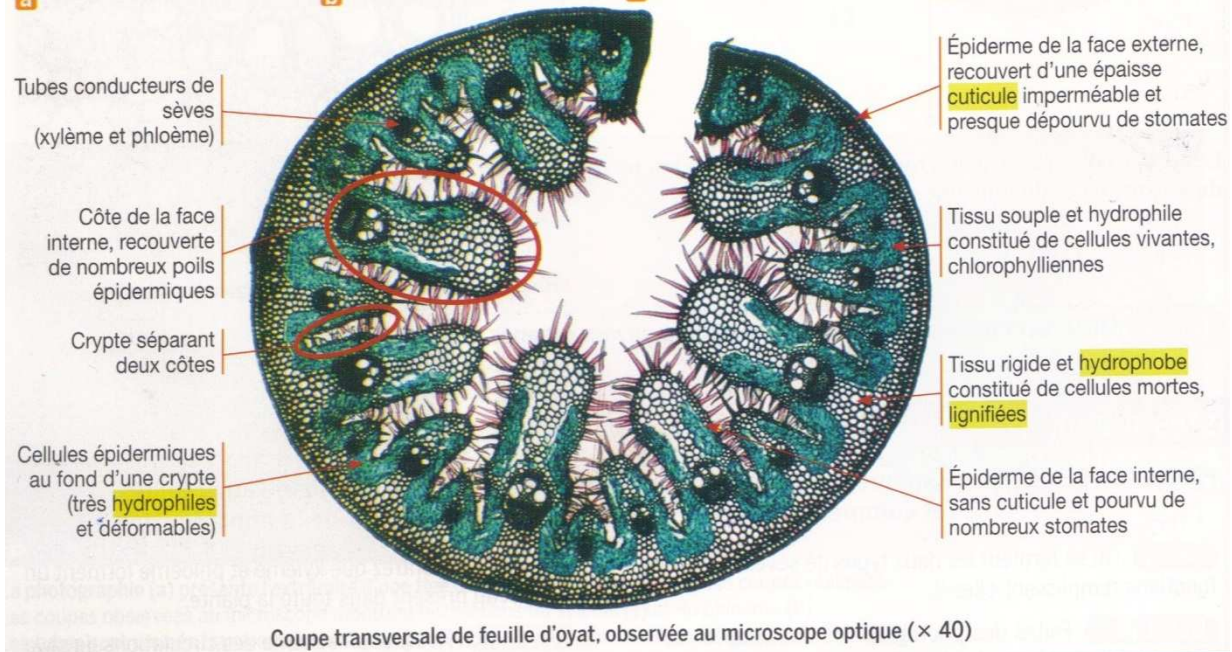
- ▶ Les feuilles sont habituellement des organes sensibles au gel et le siège d'une perte importante d'eau. Les cellules embryonnaires contenues dans les bourgeons sont en vie ralentie et acclimatées au froid.

Les plantes à fleurs ont développé diverses stratégies de passage de l'hiver (bourgeon des arbres, rhizome, bulbe) qui ont toutes en commun de mettre à l'abri des rigueurs de l'hiver, un bourgeon, à partir duquel la croissance de la plante repartira l'année suivante. Ce bourgeon est enveloppé par des écailles imperméables chez l'arbre, abrité dans le sol (dans le rhizome et le bulbe). Certains de ces organes de survie contiennent des parties charnues, remplies de réserves nutritionnelles, facilitant la reprise de végétation au printemps suivant.



◀ L'oyat des dunes est une des rares plantes capables de coloniser les dunes en bord de mer. Elle s'y développe malgré un sol très sableux, incapable de retenir l'eau de pluie, et un climat souvent très venteux, desséchant.

Les feuilles longues et étroites de l'oyat, d'apparence banale, cachent en fait des adaptations étonnantes, comme le montre l'expérience suivante : un morceau de feuille coupée transversalement et conservé en atmosphère humide est observé à la loupe binoculaire. La feuille en forme de lame aplatie (a) se déshydrate et, en quelques minutes, prend la forme d'un tube fermé (d). Si l'on humidifie l'air autour de la feuille, on assiste alors au mouvement inverse !



Conclusion

La lutte contre les herbivores implique des mécanismes de défense passifs (éléments présents comme les épines ou présence constitutive de tanins) ou actifs (en réaction à une attaque, par la surproduction de molécules par exemple). Elle mobilise des structures anatomiques adaptées (épines, poils) ou la synthèse de produits chimiques (tanins, éthylène).

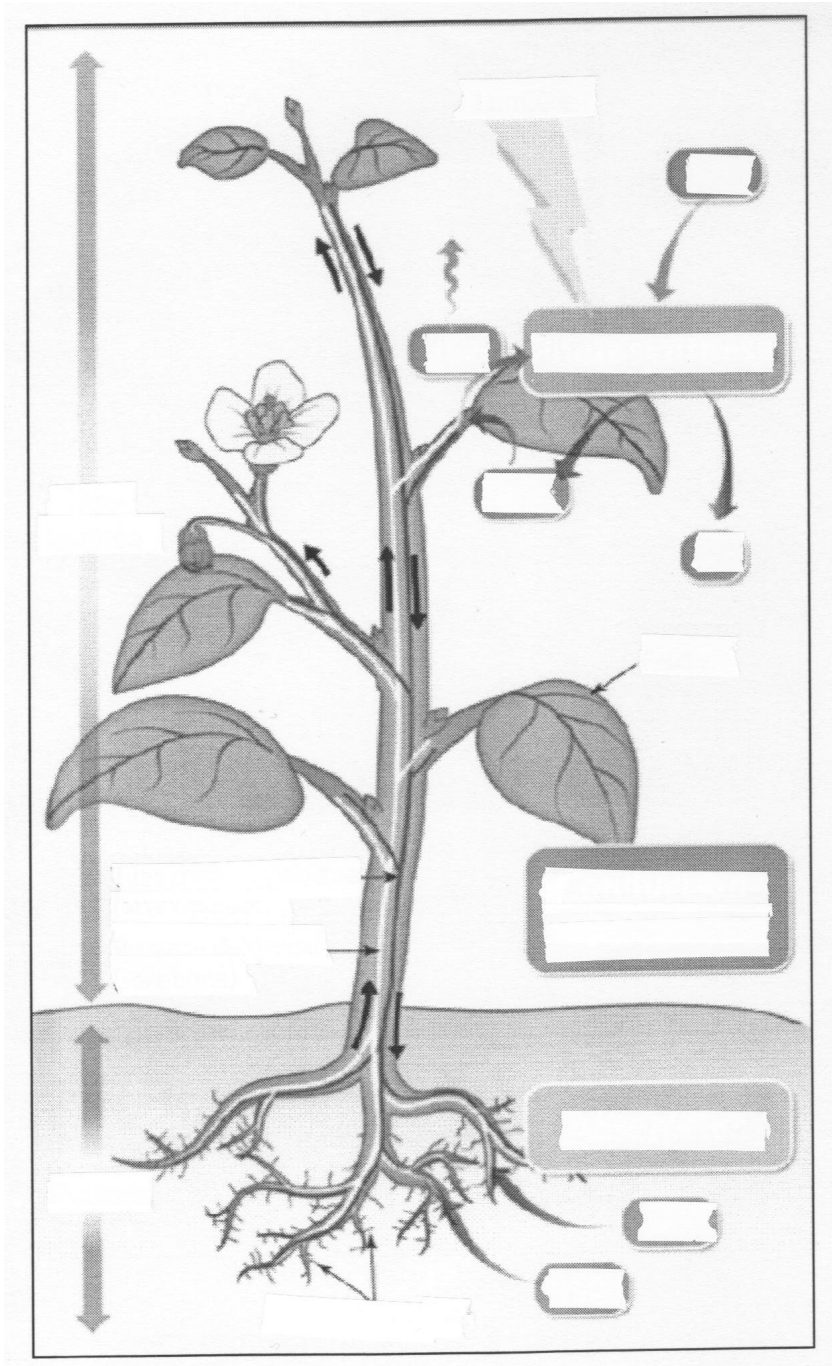
La lutte contre les variations des conditions du milieu (froid de l'hiver par exemple) implique l'ensemble de la plante, qui modifie sa morphologie (perte de feuilles, protection des bourgeons par des structures spécialisées), son rythme de vie (entrée en vie ralentie), en attendant le retour de conditions plus favorables (chaleur, lumière) au printemps suivant.

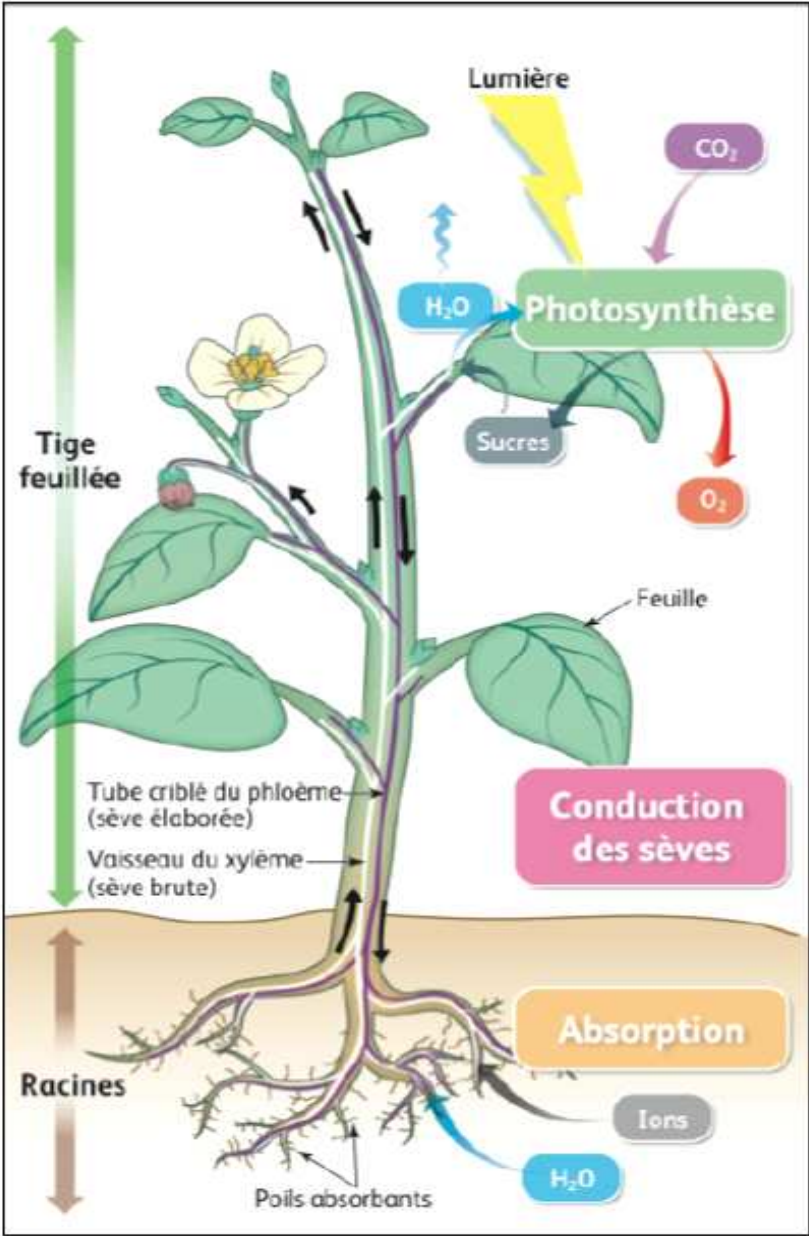
Bilan

- En relation avec leur vie fixée, les plantes à fleurs ont développé des mécanismes de défense contre les agressions du milieu.
- La lutte contre les organismes prédateurs ou pathogènes se fait par des défenses morpho-anatomiques ou chimiques. Ces défenses peuvent être constitutives (présentes naturellement dans la plante) ou induites (intensification de la défense en cas d'attaque par un animal prédateur). Certaines plantes développent aussi des mécanismes de défense indirecte, en attirant des prédateurs des herbivores.
- Les plantes font face aux variations des conditions du milieu en calquant leur activité biologique sur les saisons. Ainsi, en automne, l'arbre entre en **vie ralentie** : activité métabolique et échanges avec le milieu sont réduits. Des organes spécialisés assurent aussi le passage de la mauvaise saison. C'est le cas des **bourgeons**, qui passent l'hiver en vie ralentie, protégés par des écailles ou par leur localisation (au ras du sol ou sur des tiges souterraines).

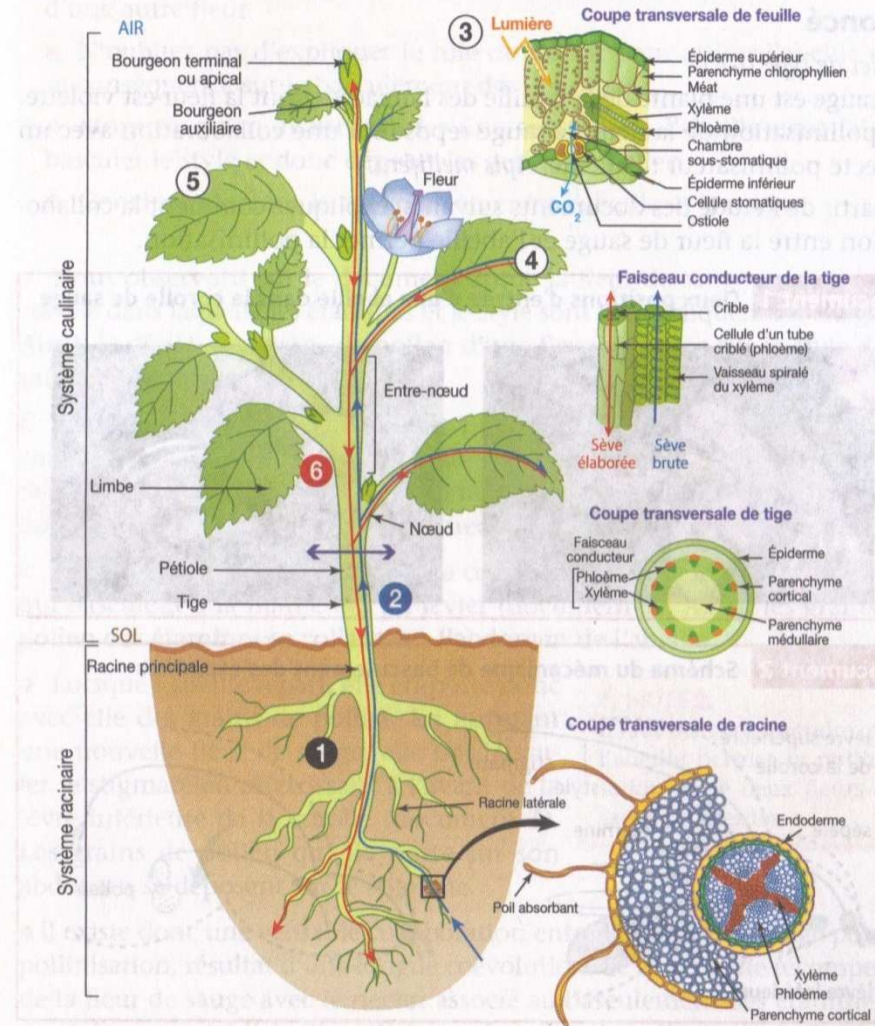
Mécanisme de défense	Exemple	Type de défense
Protection des feuilles	Présence de poils, d'épines, d'une cuticule épaisse	Morpho-anatomique constitutif
Feuilles riches en molécules toxiques ou répulsives	Présence de tanins	Chimique constitutif
Émission de signaux d'alerte	Chez l'acacia, l'émission d'éthylène par une feuille broutée induit une augmentation de la teneur en tanins des feuilles des arbres voisins	Chimique induit

Quelques exemples de défenses des plantes contre les prédateurs.





L'organisation d'une Angiosperme, relations structure-fonction



- ① Absorption d'eau et de sels minéraux au niveau des poils absorbants.
- ② Transport de la sève brute dans le xylème.
- ③ Capture de la lumière au niveau des chloroplastes.
- ④ Absorption de dioxyde de carbone au niveau des stomates.
- ⑤ Réalisation de la photosynthèse dans les feuilles et production de glucides.
- ⑥ Transport de la sève élaborée dans le phloème.