

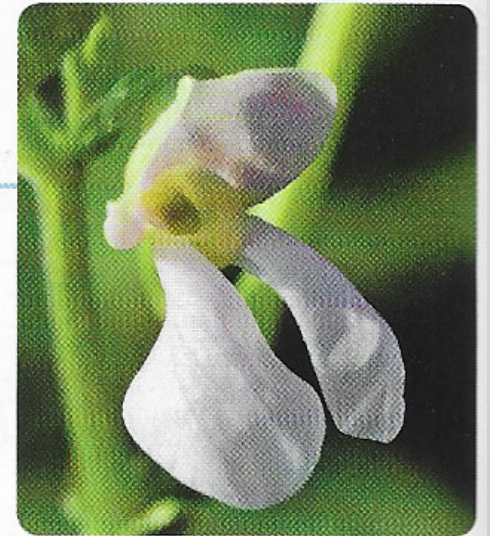
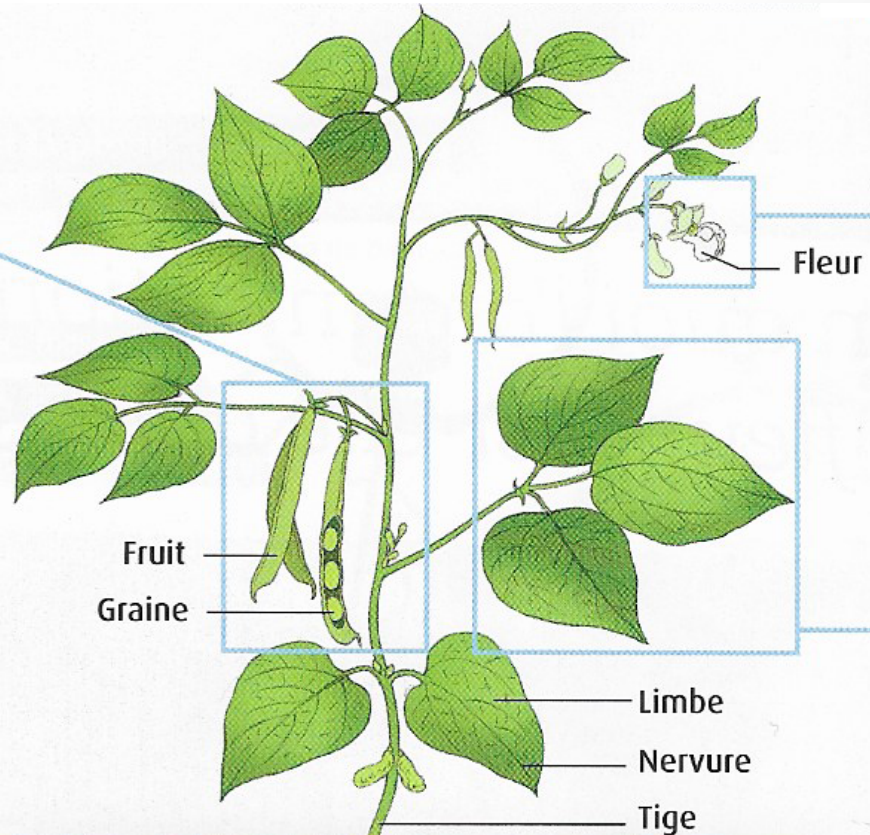
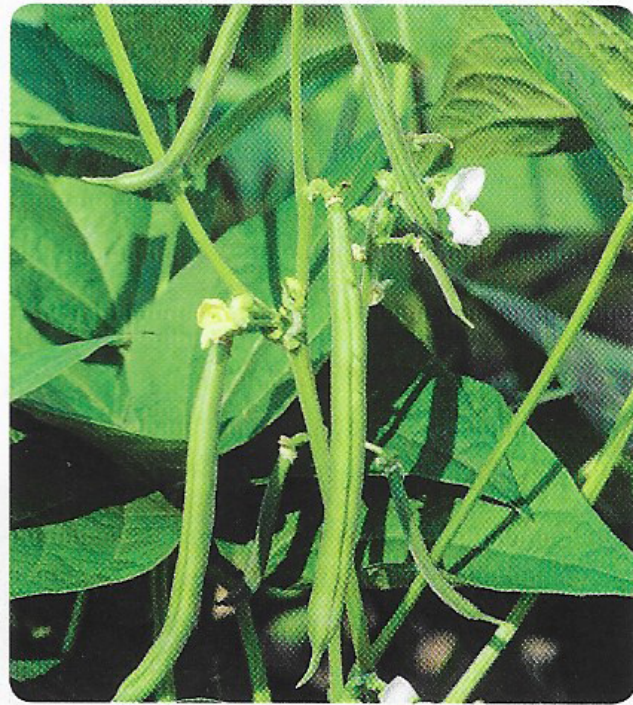
Thème A : De la plante sauvage à la plante domestiquée

Chapitre A1 :
L'organisation fonctionnelle des plantes à fleurs

Problématique : *En quoi l'organisation des plantes à fleurs est-elle adaptée à leur vie fixée ?*

I. La vie fixée des plantes dans un environnement variable

Organisation morphologique d'une plante à fleurs : le haricot (*Phaseolus vulgaris*)



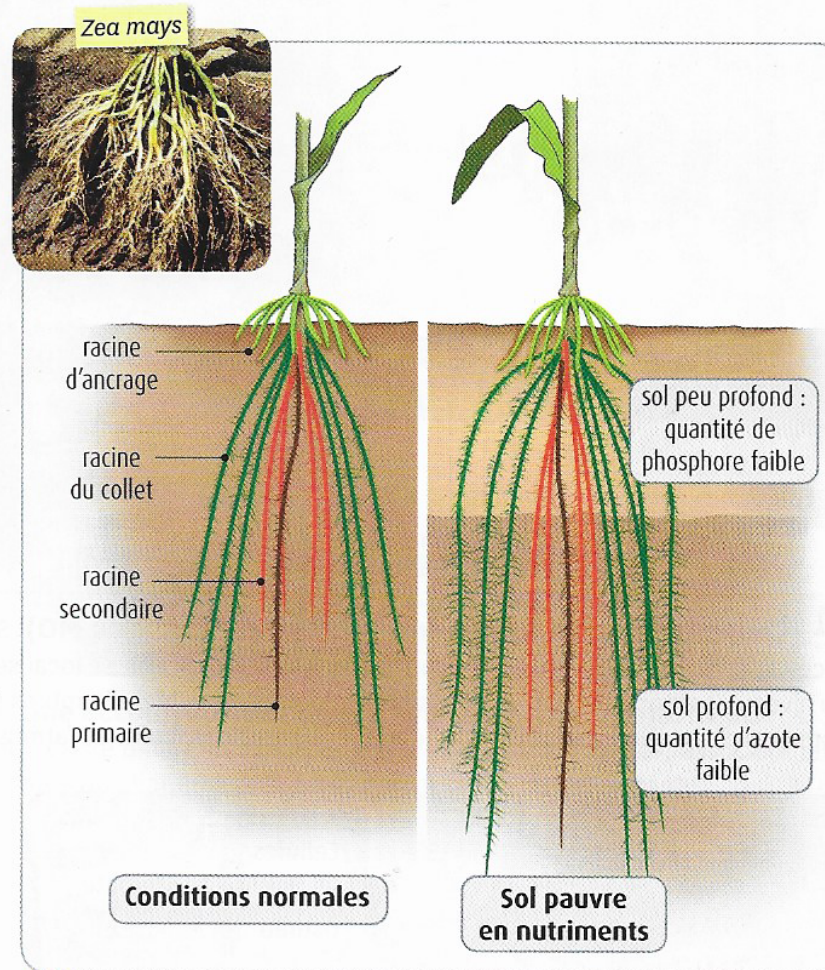
Racine
Nodosité
Mycorhize

5 cm



Exemple 1 : Milieux de vie très secs

Optimiser les capacités d'absorption de l'eau



6 **Vivre fixée sur des sols plus ou moins riches.** Le maïs est une plante cultivée dans diverses régions de France présentant des sols de composition et de structures différentes. Le système racinaire est capable de s'adapter à cette diversité pour permettre un apport optimal en eau et en nutriments pour le fonctionnement de la plante.

Racines



Très longues
jusqu'à la nappe
phréatique
(acacias,...)



Étendues horizontalement sur une
grande superficie, près de la surface
→ absorbe la moindre goutte de
pluie ou de rosée / brouillard
(ex Dragonnier)

Volume racinaire >> vol parties aériennes (3,5 à 6 fois)

Limiter les pertes d'eau dues à la transpiration

L'oyat des dunes (A) est l'une des seules plantes capables de coloniser les dunes en bord de mer. Elle s'y développe malgré un sol très sableux, qui ne retient pas l'eau, et un climat souvent très venteux et desséchant. Les feuilles de l'oyat, d'apparence cylindrique et dressées verticalement possèdent des adaptations étonnantes.



A L'oyat des dunes.

Activité pratique

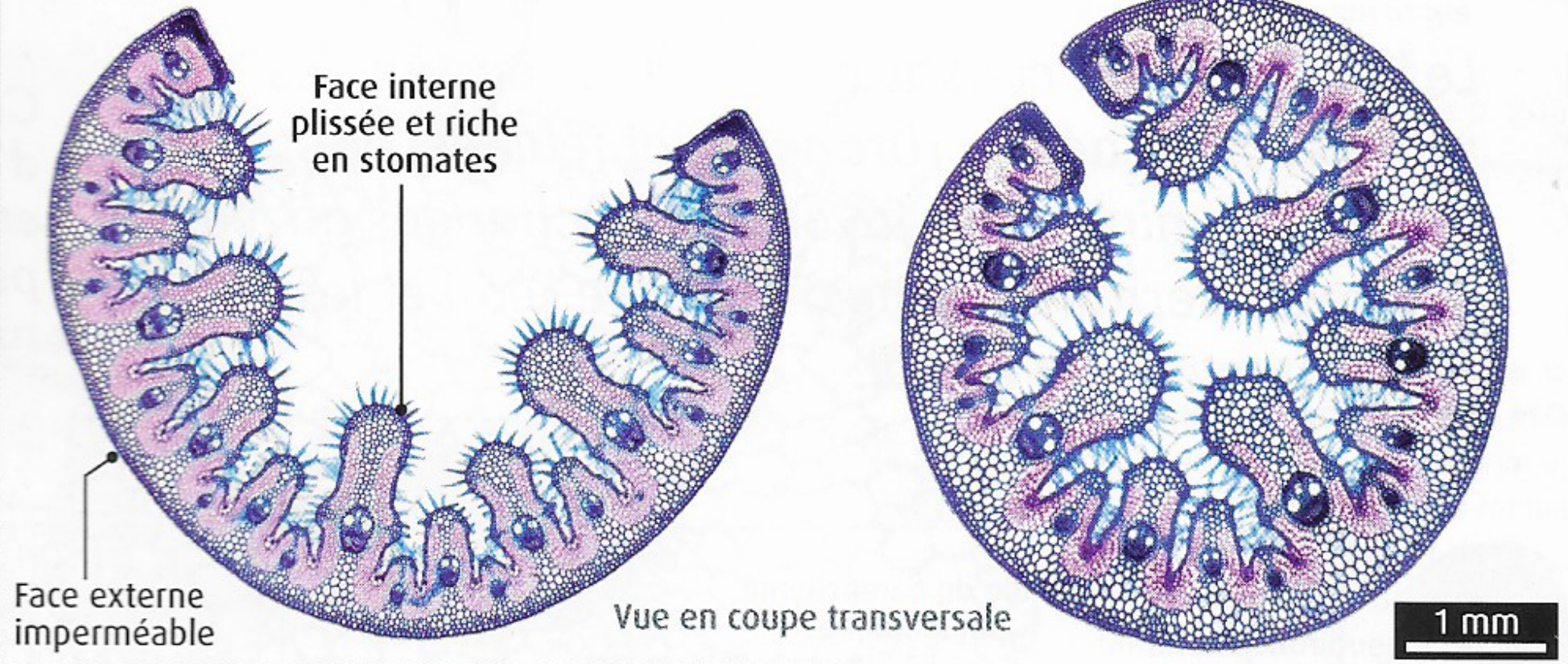
Un morceau de feuille coupée transversalement, conservé jusque-là en atmosphère humide est observé à la loupe binoculaire (B). La feuille en forme de lame aplatie (à gauche) se déshydrate et, en quelques minutes, prend la forme d'un tube fermé (à droite). Si on humidifie l'air autour de la feuille, on assiste alors au mouvement inverse.



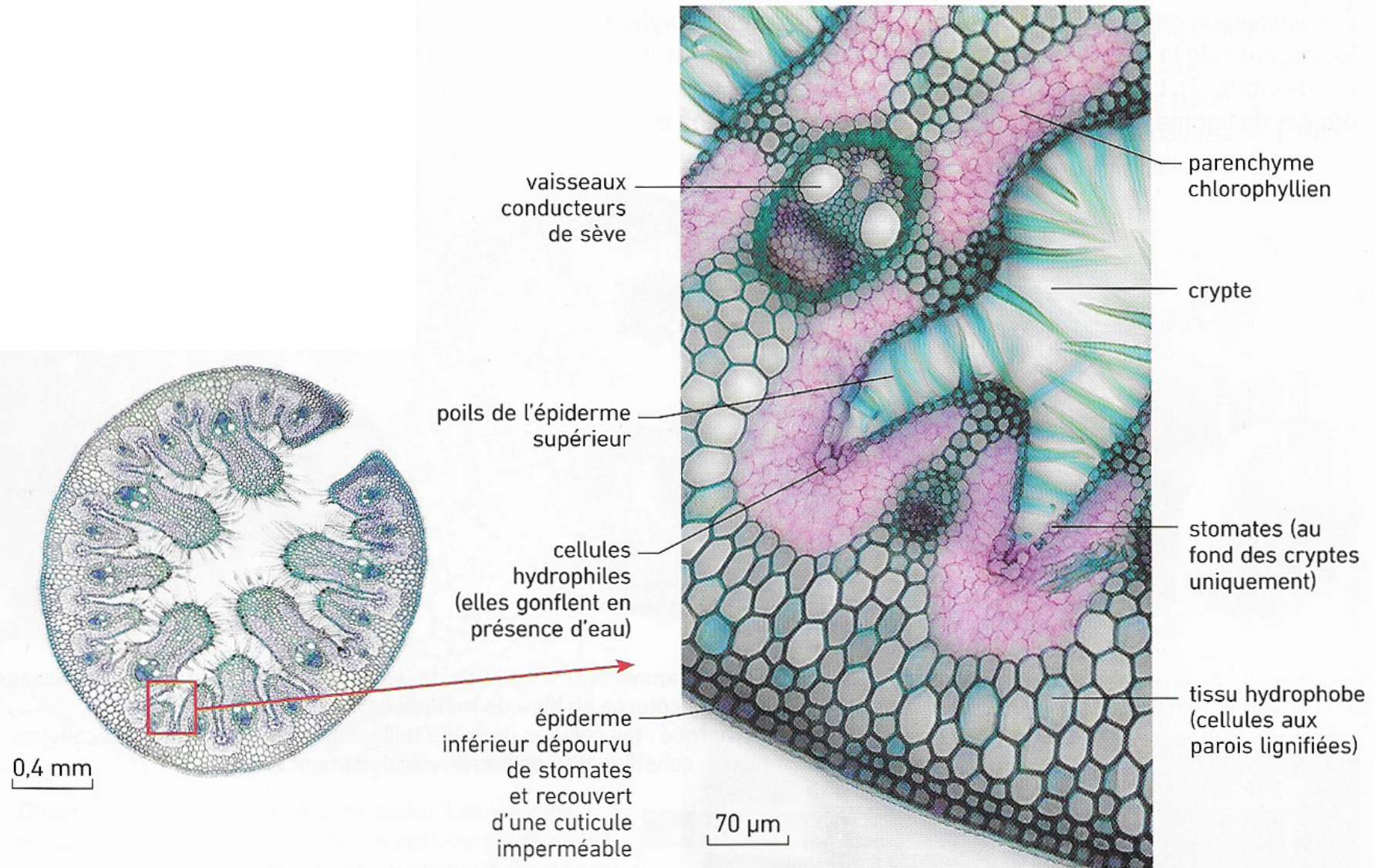
B Les feuilles effectuent des mouvements en lien avec l'adaptation à la sécheresse.

Feuille sous air humide,
vent faible, éclairage modéré

Feuille sous air sec,
vent fort, éclairage intense



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.

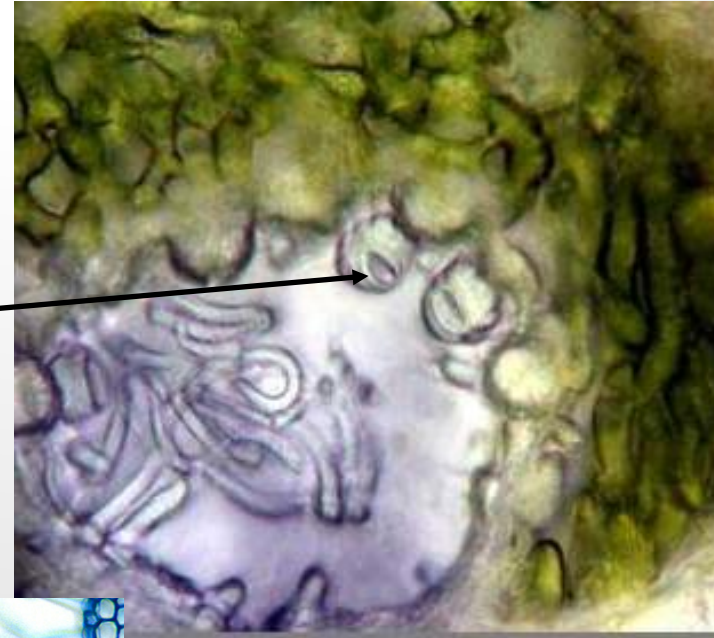


B Coupe transversale d'une feuille d'oyat observée au microscope optique (coloration au carmin-vert d'iode).

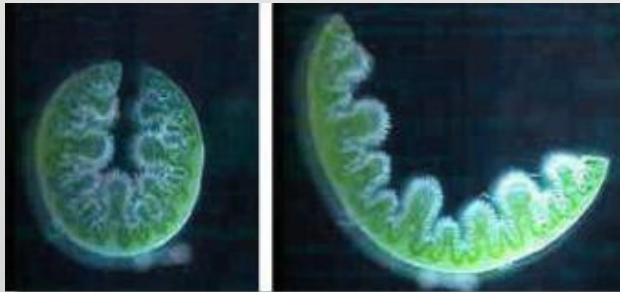
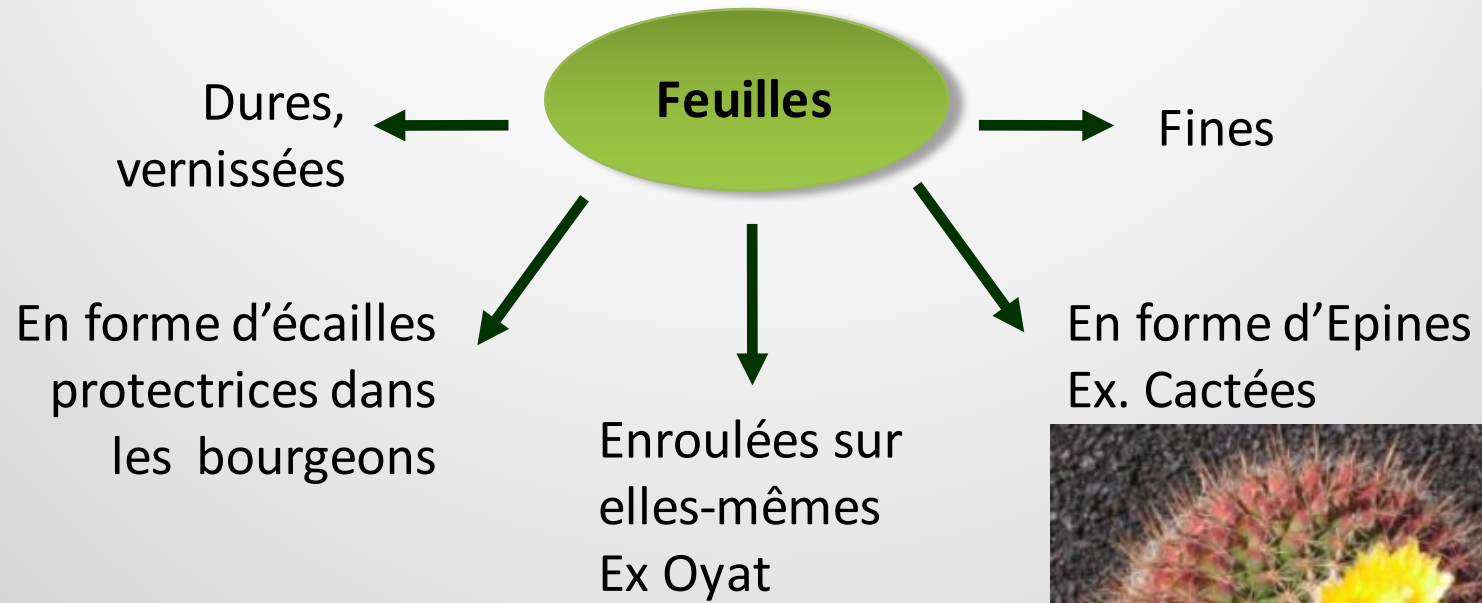
**Exemple de l'enroulement des
feuilles pour la protection des
stomates (éviter la déshydratation)
chez l'Oyat**

Stomates au fond de cryptes
(Laurier rose, ci-contre)

Feuilles enroulées : Oyat ci-
dessous.



les poils réduisent les
échanges avec l'extérieur et
l'action des vents
asséchants



Favoriser le stockage de l'eau

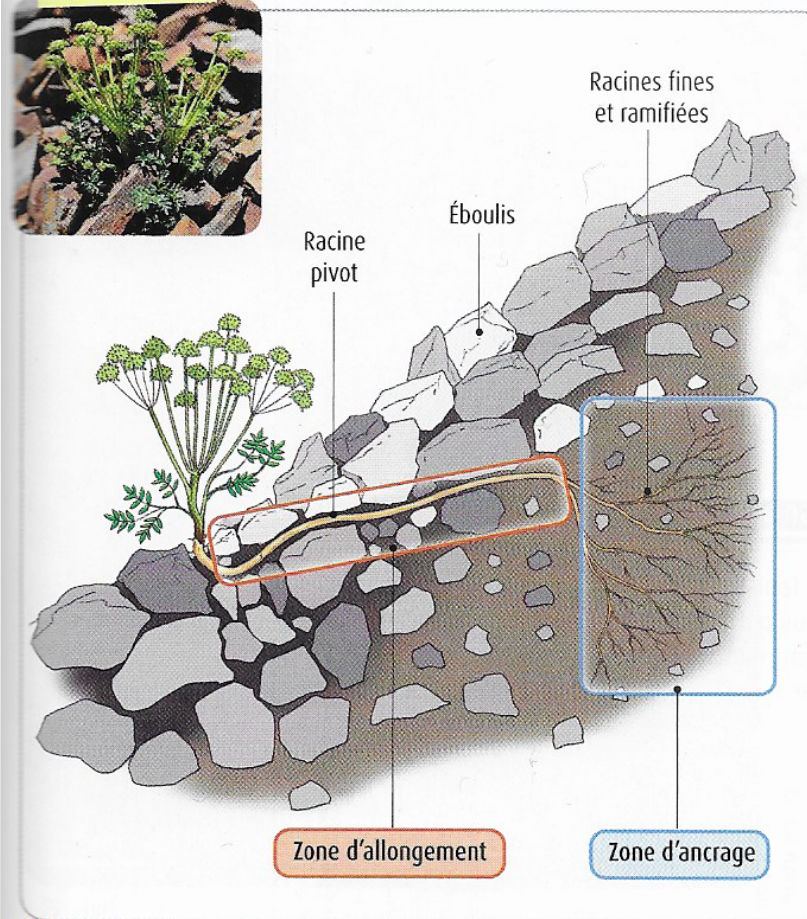
Succulence : formation de tissus charnus capables d'emmagasiner des réserves d'eau.

Ex : Cactacées, Euphorbiacées,...

Jardin de cactus de Lanzarote



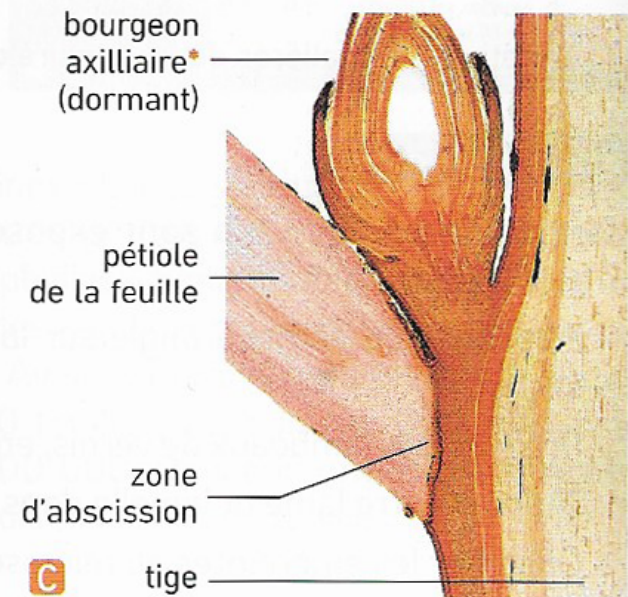
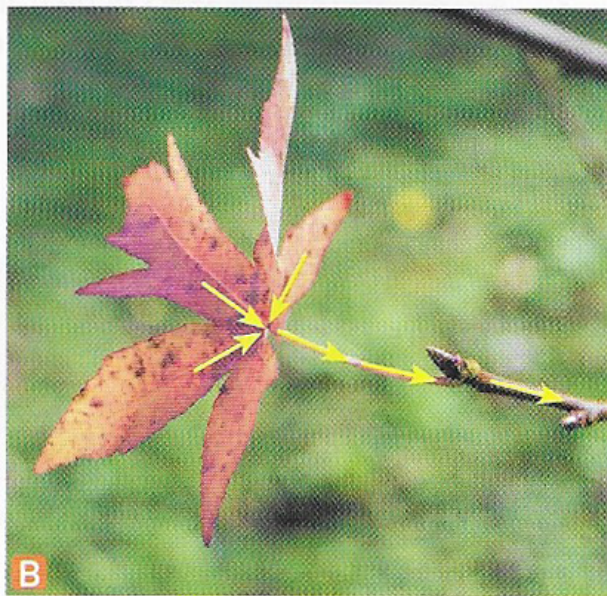
Xatardia scabra



5 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.

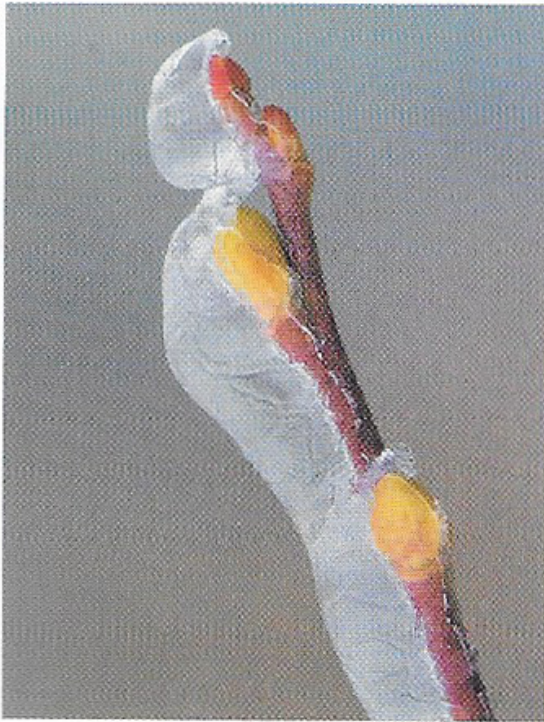
Exemple 2 : les conditions hivernales

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.

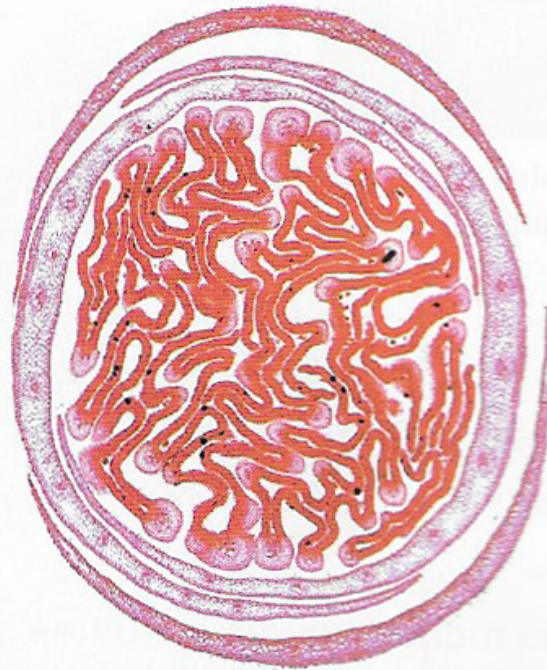


■ La sénescence des feuilles d'érable en automne. **A** et **B** : les matières organiques quittent la feuille ; **C** : le pétiole de la feuille se sépare de la tige* et la feuille tombe.

Les bourgeons



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

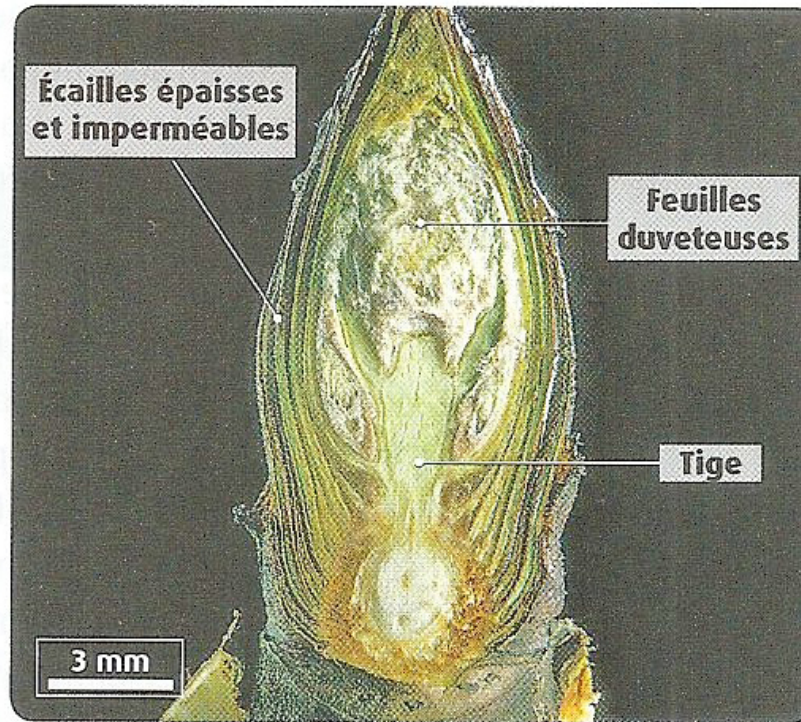


E Coupe transversale d'un bourgeon d'érable (MO). Les petites feuilles repliées sur elles-mêmes sont protégées par les écailles du bourgeon. L'activité cellulaire y est très réduite : en hiver, les bourgeons sont « dormants ».

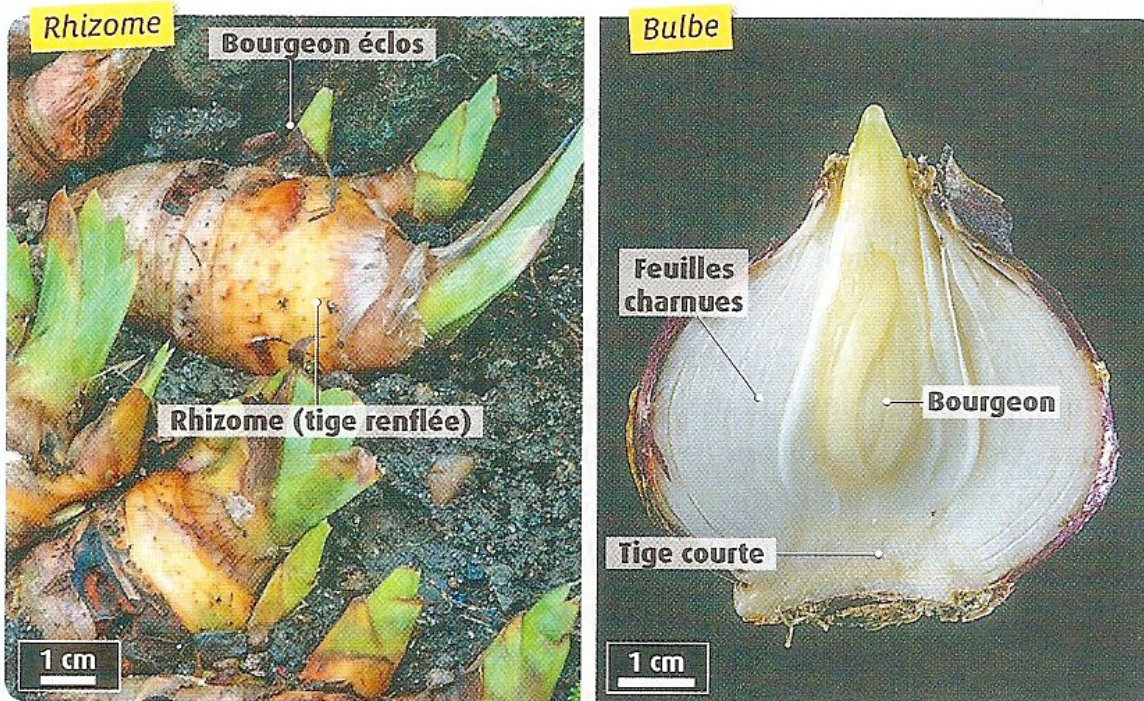


F Lorsque les conditions redeviennent favorables, les bourgeons « débourrent » sous l'effet de la croissance très rapide des nouvelles tiges feuillées.

Coupe longitudinale de bourgeon de marronnier

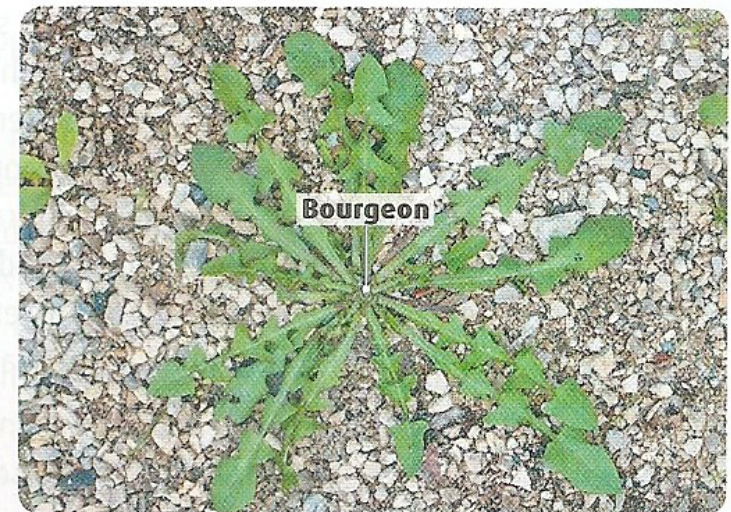


4 Coupe longitudinale d'un bourgeon de marronnier au mois de décembre. Formés durant l'été, les bourgeons entrent en dormance (une forme de vie ralentie) dès l'automne. Ils n'en sortiront qu'après avoir subi une période de froid marqué: c'est la levée de dormance. L'éclosion des bourgeons (ou débourrement) se fait ainsi au printemps.



5 Rhizome d'un iris et bulbe de jacinthe. Rhizome et bulbe sont deux tiges souterraines pourvues de bourgeons. Les parties aériennes de l'iris et de la jacinthe meurent à l'approche de l'hiver.

Tiges souterraines et absence de parties aériennes en hiver (iris, jacinthe)



6 Un pissenlit en terre. Les feuilles sont persistantes. Au ras du sol, le bourgeon peut être protégé par la litière.

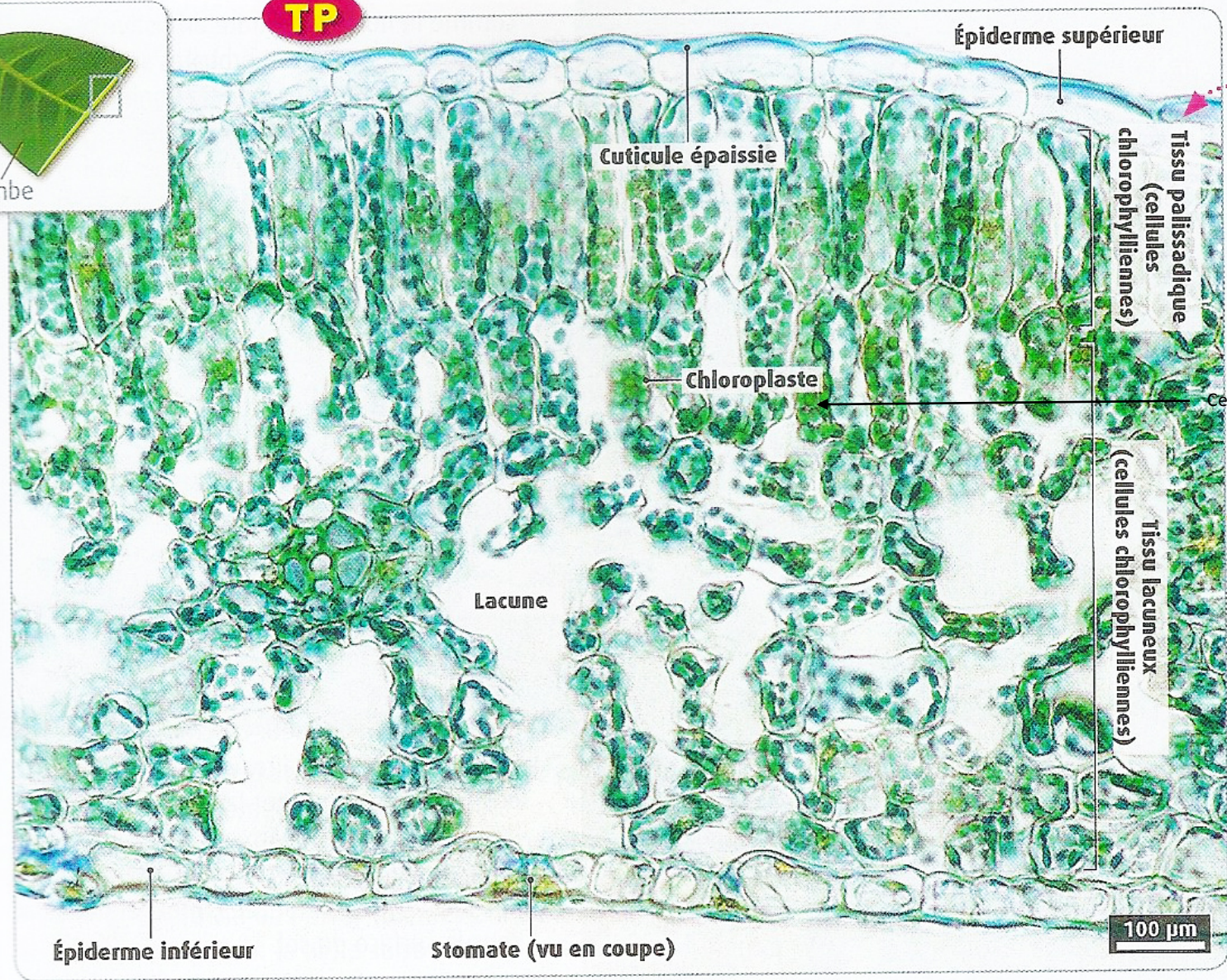
Parties aériennes au ras du sol (pissenlit)

II. Les surfaces d'échanges de la plante avec son milieu

A. La feuille : surface d'échanges avec l'atmosphère



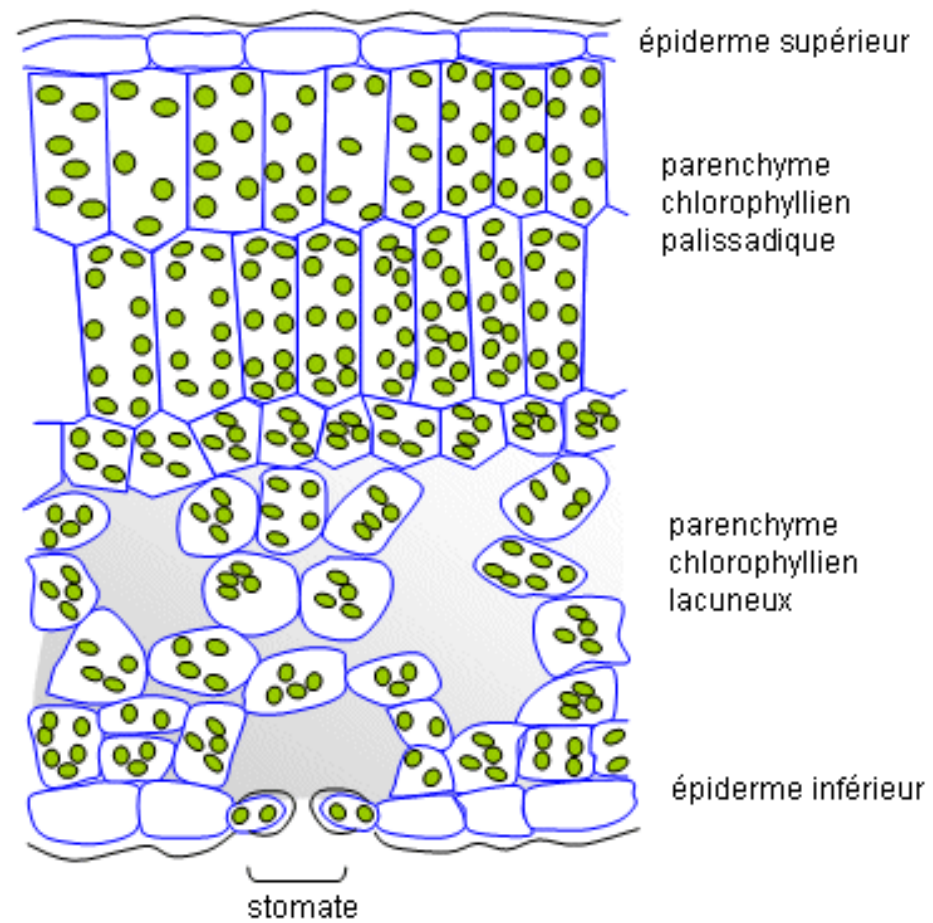
TP



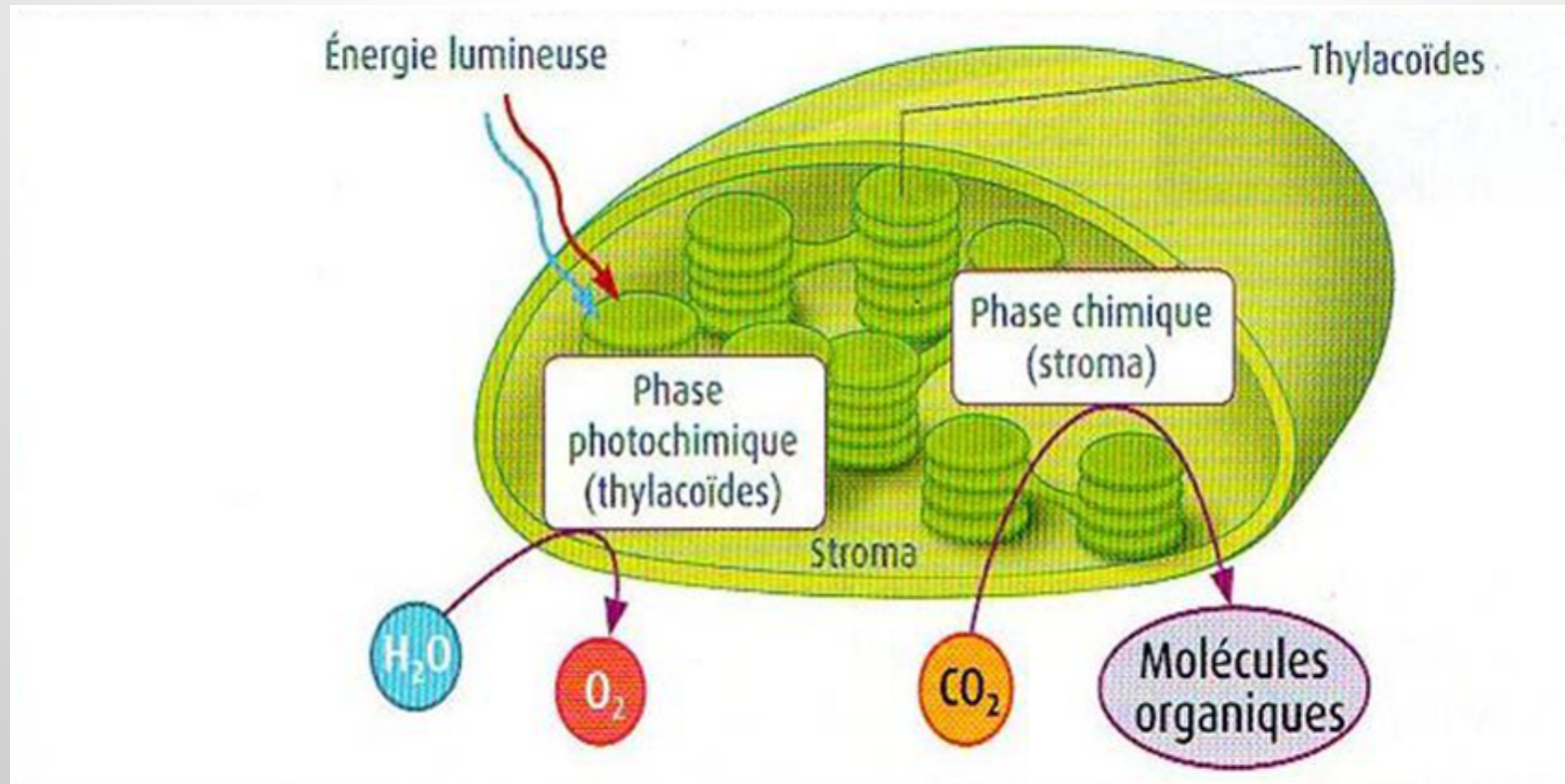
1 Coupe transversale du limbe d'une feuille d'épine vinette (vue au MO). Les feuilles sont le siège d'une perte d'eau par évaporation : c'est la transpiration foliaire. Les pertes ont lieu principalement par les stomates et par la cuticule, fine couche de cires imperméables recouvrant l'épiderme.

Schéma d'interprétation d'une coupe transversale de feuille

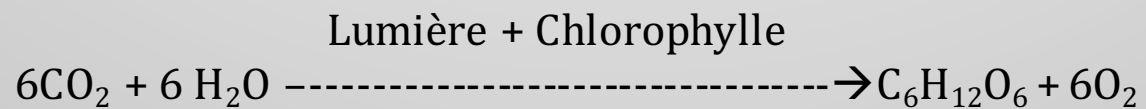
coupe transversale de feuille



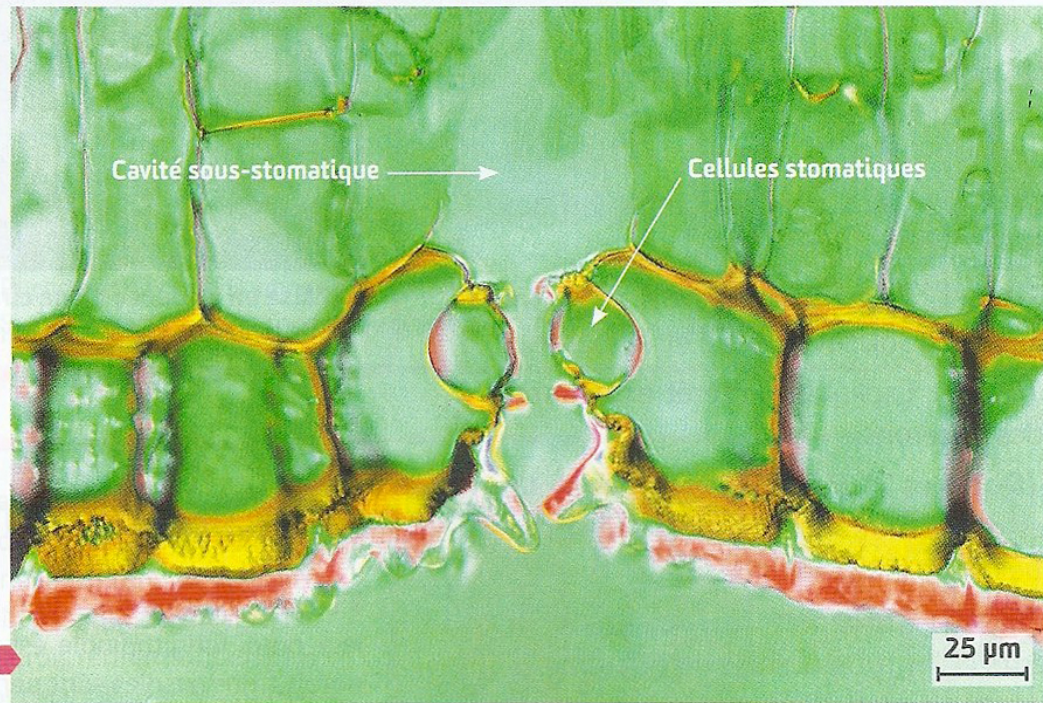
Rappels sur la photosynthèse dans les cellules végétales chlorophylliennes



Equation bilan de la photosynthèse :



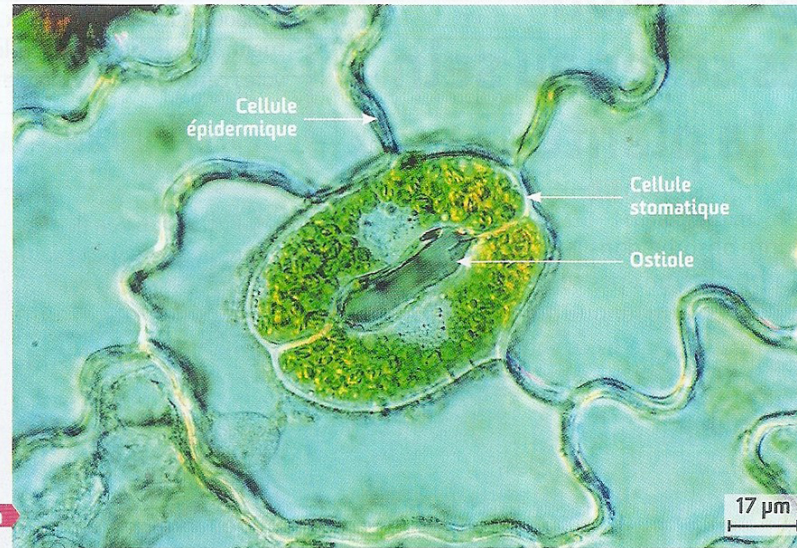
► La feuille comporte en fait une atmosphère interne contenue dans tous les espaces entre cellules et cavités sous-stomatiques. La surface d'échanges gazeux ne correspond donc pas seulement aux ostioles des stomates mais à toutes les surfaces exposées à cette atmosphère interne.



Coupe transversale de feuille d'aloès **b** au niveau d'un stomate (MO).

▶ La feuille réalise des échanges gazeux (CO_2 , O_2 et vapeur d'eau) avec l'atmosphère grâce à de minuscules orifices présents à la surface de ses feuilles : les stomates. Ceux-ci sont constitués de deux cellules stomatiques encadrant un orifice, l'ostiole.

▶ L'atmosphère contient 0,038 % de CO_2 .



Fragment d'épiderme inférieur de feuille (MO).

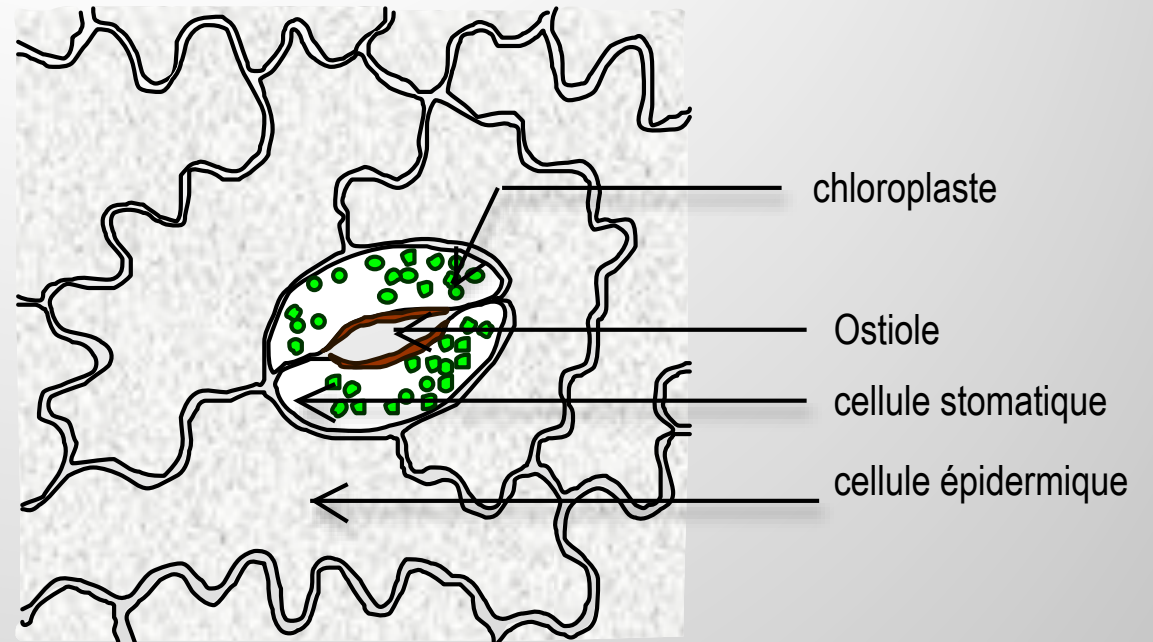
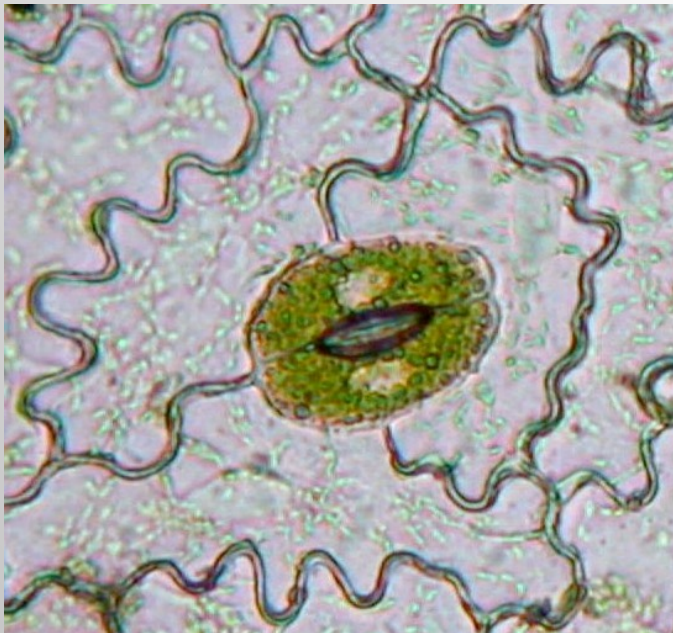
Les stomates



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.

Stomate observé au microscope optique (x 1200) sur l'épiderme de la face inférieure d'une feuille et schéma interprétatif

Stomate de polypode (fougère)



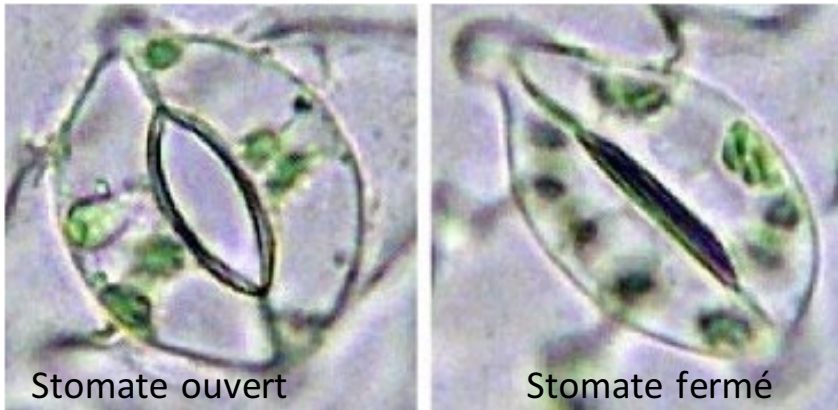
Observation de stomates sur un épiderme de feuille au MEB



Stomate fermé

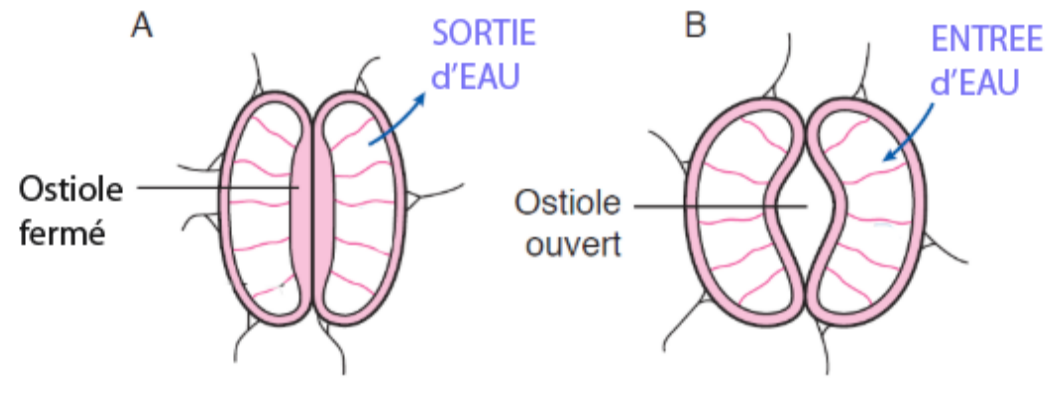
Stomate ouvert

Observation de stomates sur un épiderme de feuille au microscope optique

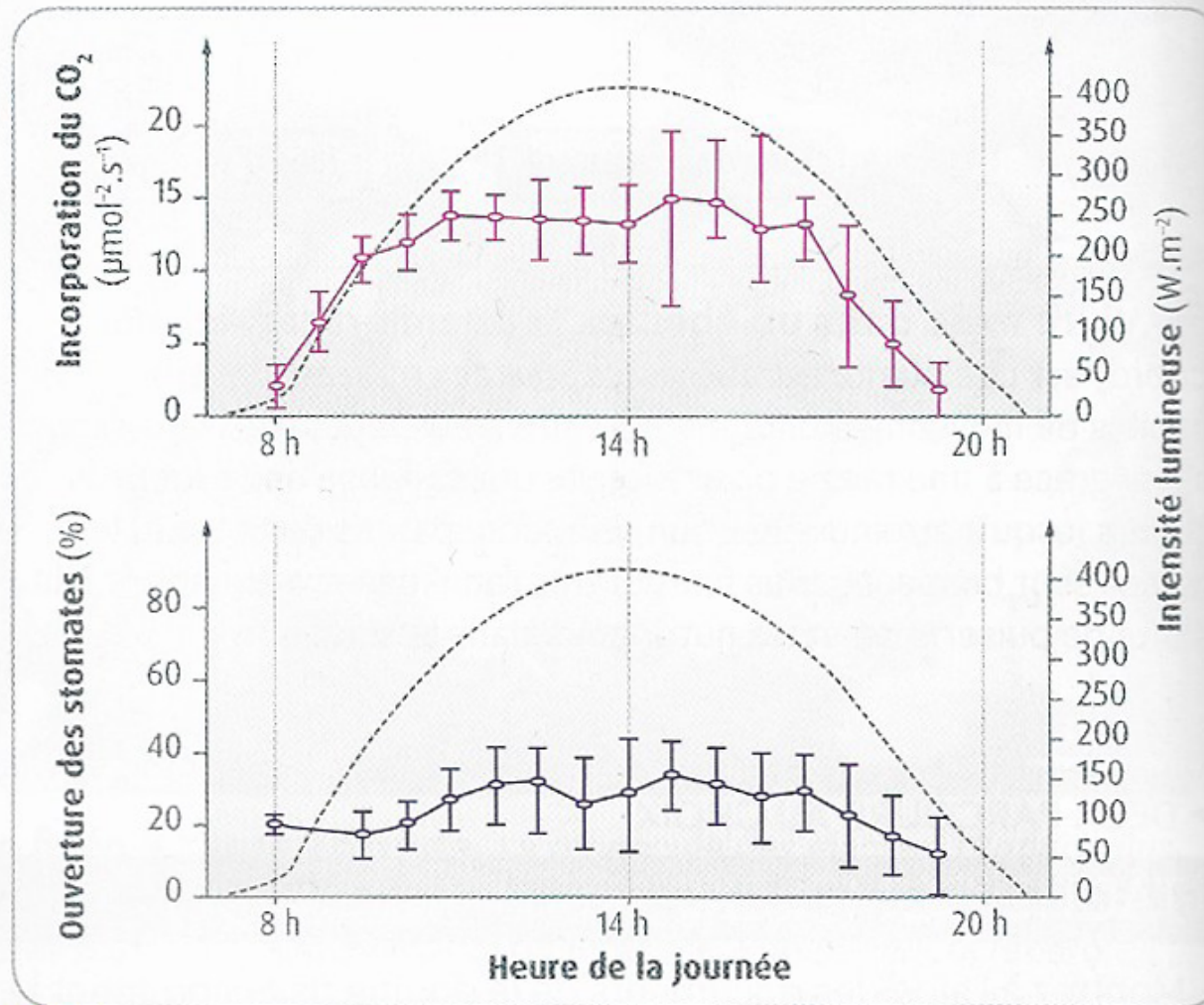


Stomate ouvert

Stomate fermé

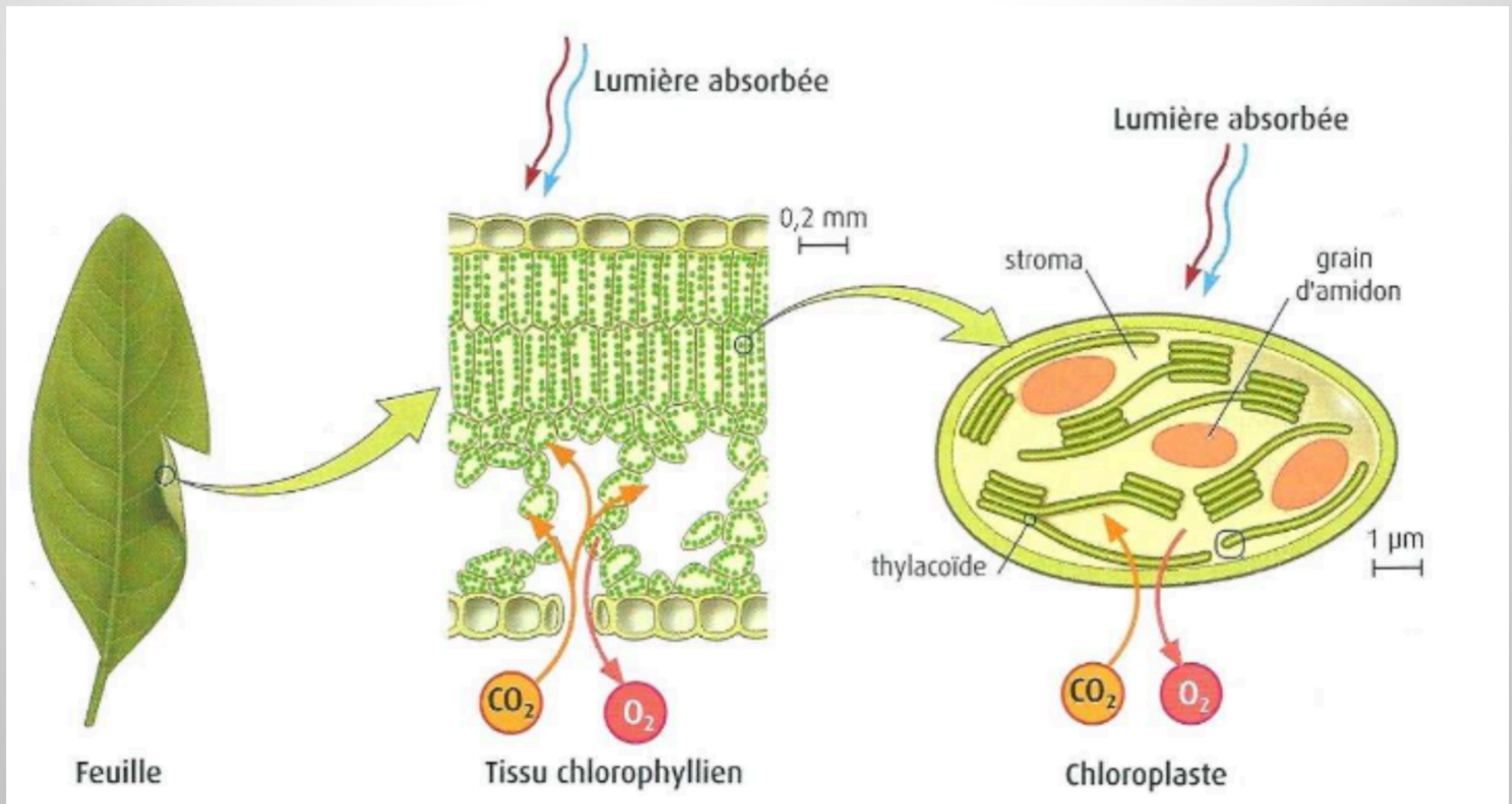


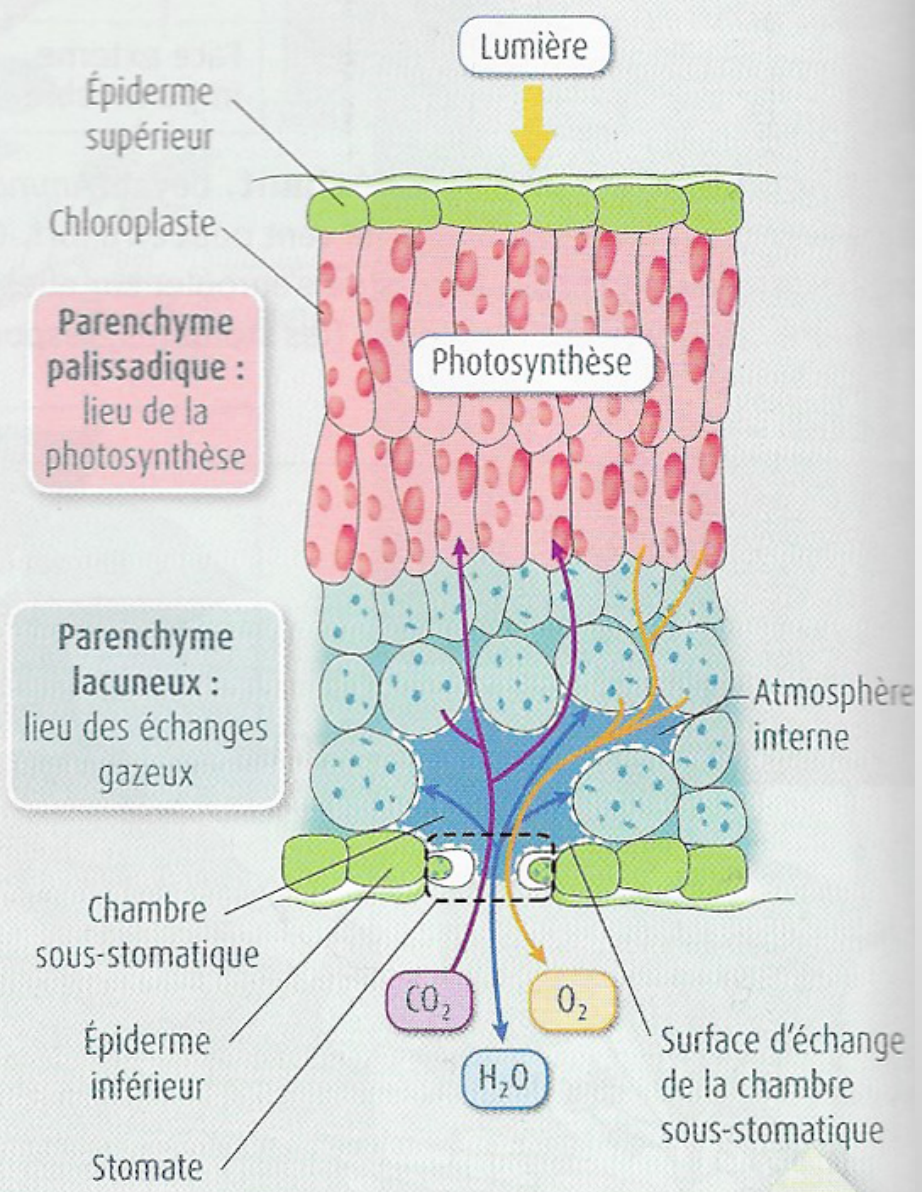
Ouverture des stomates
et incorporation du CO₂
selon l'intensité
lumineuse



3 Variation de l'ouverture des stomates et de l'incorporation du CO₂ en fonction de l'intensité lumineuse. Données obtenues sur le chêne pédonculé sur 12 heures.

Importance des stomates pour les échanges de gaz :



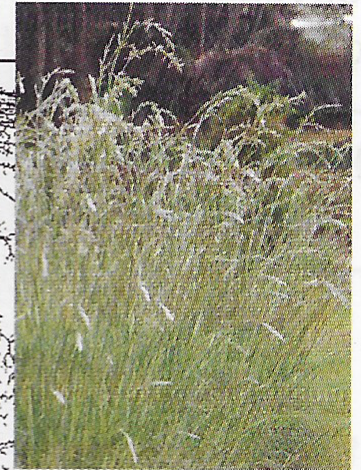
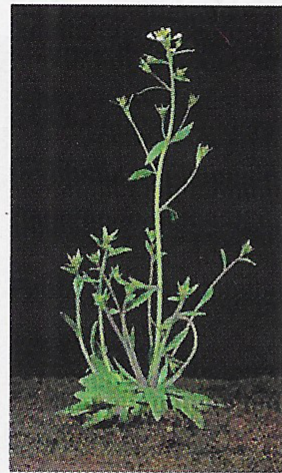
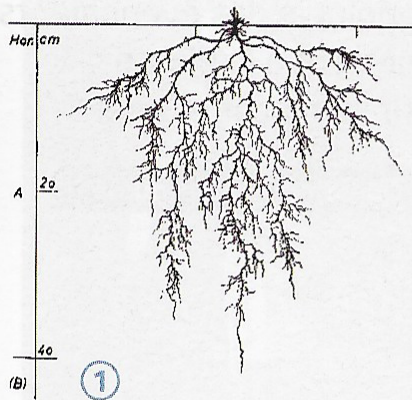


B. La racine : surface d'échanges avec le sol

Estimation de la surface racinaire d'une plante

a Une estimation de la surface racinaire

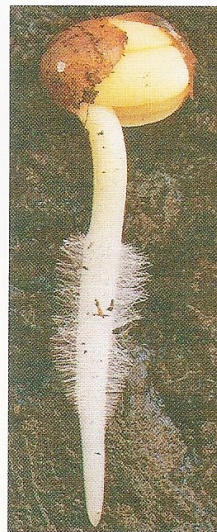
Dans son livre *Éloge de la plante*, le botaniste Francis Hallé estime la surface racinaire d'un plant de Seigle à 19 000 m² (soit environ deux terrains de football) et celle d'un grand arbre de 40 m à environ 130 ha (soit 185 terrains de football).



Les systèmes racinaires observés par Kutschera (1960)

- ① Système racinaire d'*Arabidopsis thaliana* (Arabette des dames) ;
- ② Système racinaire de *Lolium multiflorum* (Ray-Grass d'Italie).

Les poils absorbants des racines



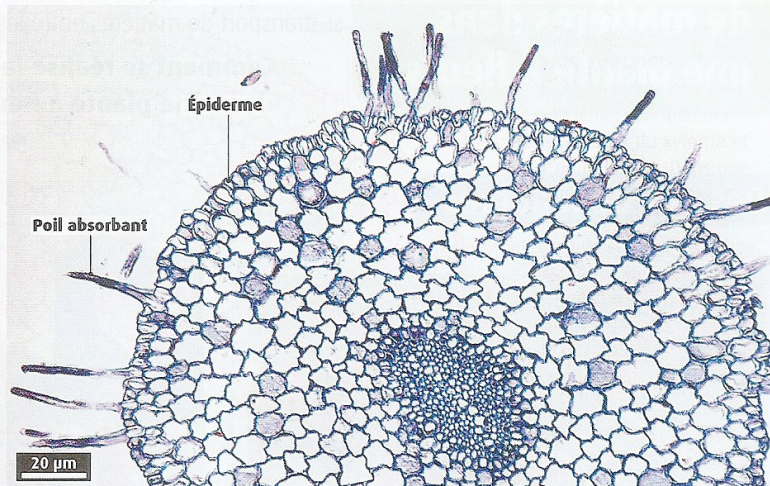
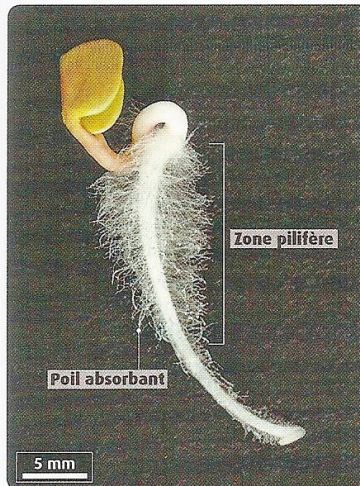
Chez de nombreuses plantes, les racines présentent, au voisinage de leur extrémité, de nombreux **poils absorbants**. Il s'agit de cellules très fines ($13,5 \mu\text{m}$ de diamètre moyen) et très allongées ($0,7 \text{ mm}$ de longueur moyenne).

Chez une céréale comme le seigle, on estime qu'il existe 14 milliards de ces poils, assurant à la plante une surface de contact avec la solution du sol comparable à celle d'un terrain de tennis !



Poils absorbants d'arabette des dames observés au microscope optique

Doc. 4 Une surface démultipliée grâce aux poils absorbants.



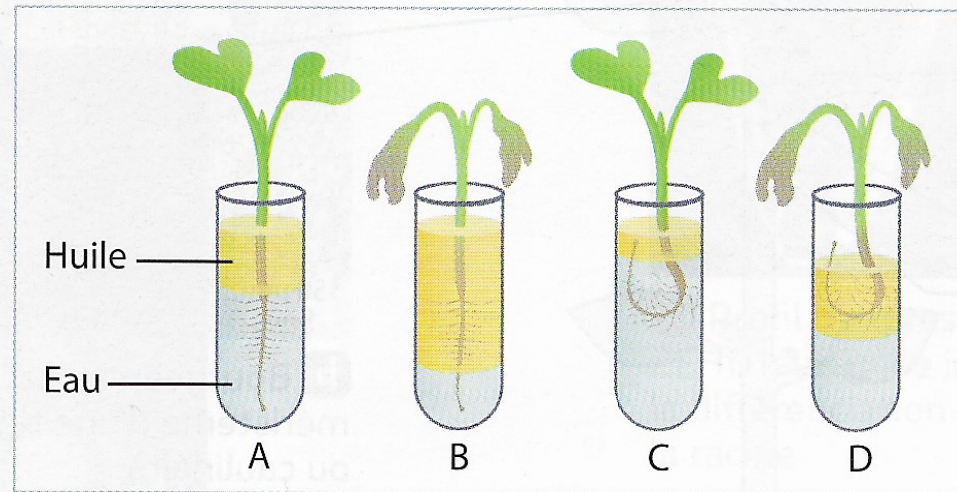
4 L'appareil racinaire d'une plantule de radis : vue d'ensemble et vue en coupe transversale de la zone pilifère au MO. Chez la majorité des plantes, les racines secondaires présentent une zone pilifère riche en poils absorbants (300 et 400 par cm^2). Les poils absorbants sont des cellules allongées de l'épiderme et représentent le principal site d'absorption de l'eau et des sels minéraux.

L'importance des poils absorbants

b Les poils absorbants

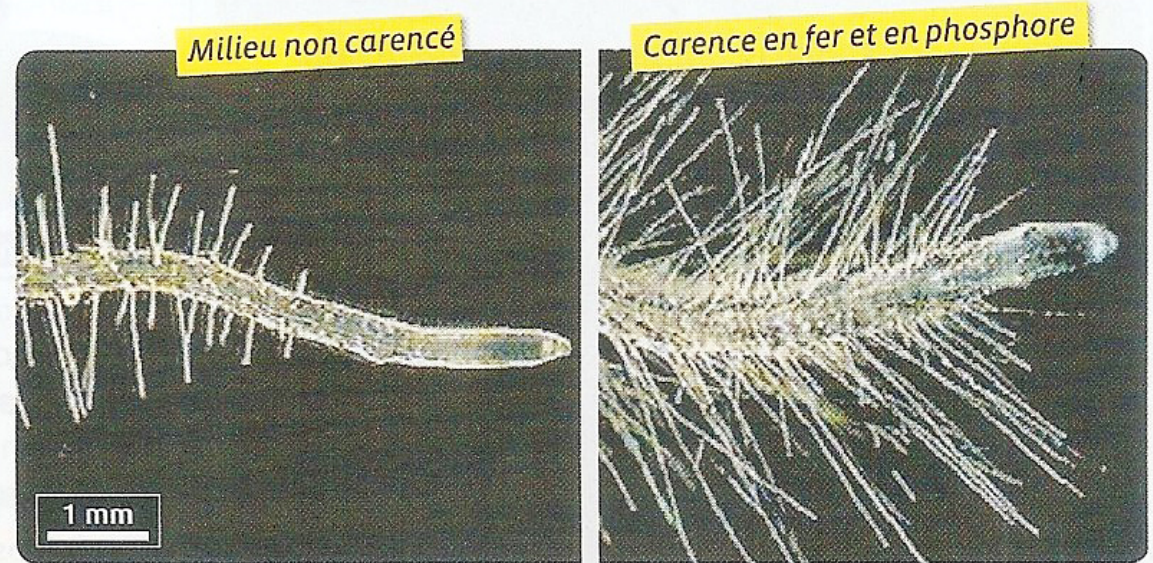
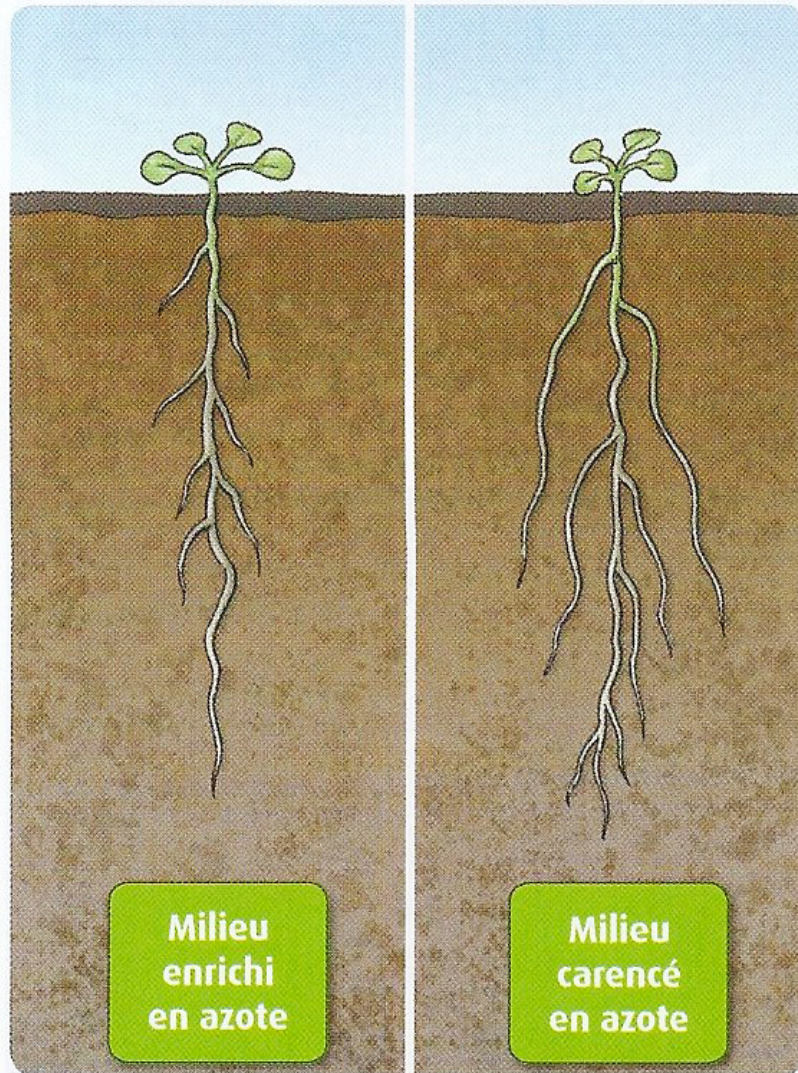
Les **poils absorbants** sont surtout présents chez les plantules et les jeunes racines dont ils favorisent le développement. Il s'agit de cellules très allongées (jusqu'à 1 mm de long). Très nombreux (souvent plusieurs milliards par plant), ils offrent une surface de contact énorme entre l'individu et le sol, multipliant ainsi par un facteur allant de 2 à 10 la surface des racines.

Source : d'après *Physiologie végétale*, 6^e, Éditions Dunod



Dans les années 1930, Hilda F. Rosene étudie le rôle des poils absorbants. Elle place une plantule de radis de différentes manières dans un tube à essai contenant de l'eau et de l'huile.

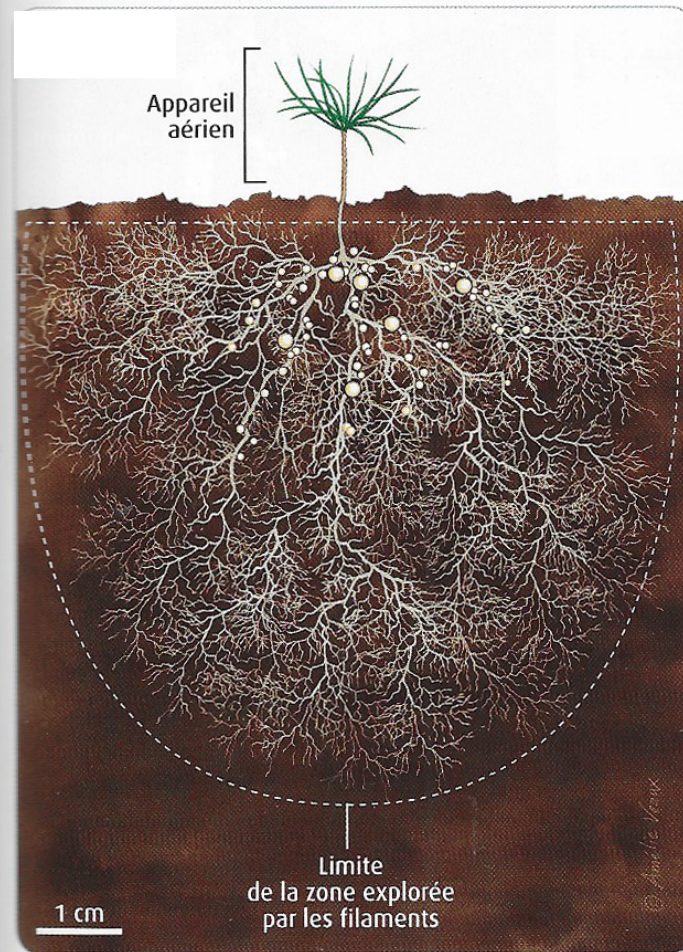
Modification du système racinaire selon les conditions du milieu



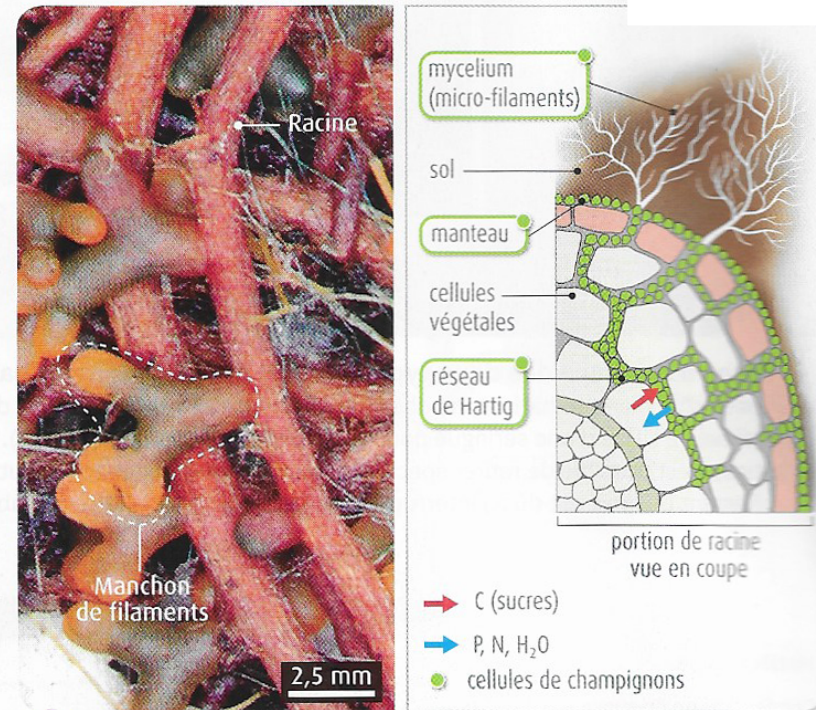
5 La zone pilifère de racines d'arabettes des dames placées dans deux conditions de culture (vue au MO). Les plants d'arabette ont été cultivés soit dans un milieu équilibré en éléments minéraux, soit dans un milieu carencé en fer et en phosphore.

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.

Les mycorhizes



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.



6 Une ectomycorhize de pin sylvestre. Ces organes racinaires, dont il existe différentes morphologies et différentes tailles, associent les filaments du champignon à un fragment racinaire de la plante.

	Longueur totale en centimètres par gramme de sol sec	Diamètre moyen
Racines des plants de concombre	24	100 µm environ
Filaments des champignons mycorhiziens associés aux racines	2708	2,6 µm

7 Comparaison des longueurs des réseaux racinaires et mycorhiziens sur des plants de concombre. Des chercheurs ont évalué les longueurs respectives de filaments de champignons et de racines sur les mêmes pieds de concombre.