

Quelles sont les structures qui permettent à la plante d'échanger de la matière et de l'énergie avec l'environnement et ainsi assurer sa propre survie ?

Hypothèses élèves.

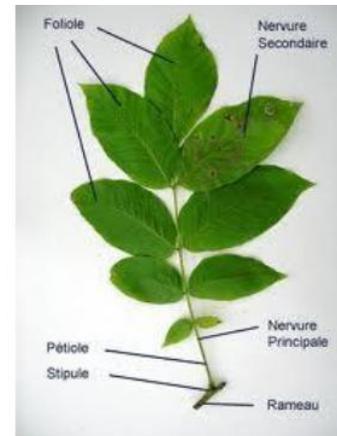
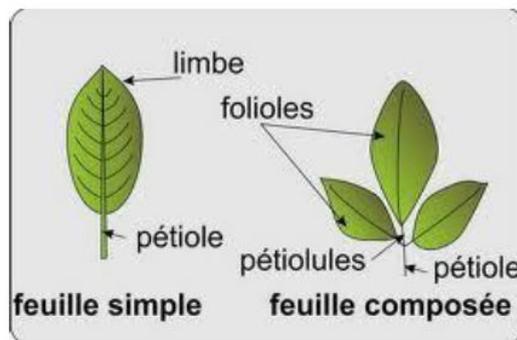
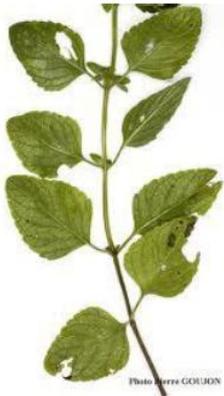
II. Des surfaces d'échanges développées et adaptées :

Cette **vie fixée** impose de grandes contraintes car leurs conditions de vie sont très variables dans le temps : variations des ressources minérales et hydriques, variations de l'éclairement et de la température.

Problème : Quelles sont les structures permettant à la plante d'effectuer des échanges avec l'air et avec le sol ?

A. Une grande surface d'échanges :

Rappel de la structure des feuilles.



TP n° 1 bis: Surface d'échanges.

L'organisation d'une plante est caractérisée par de très grandes surfaces d'échanges avec l'air, pour les feuilles, et avec le sol, pour les racines. L'organisation de la feuille est particulièrement bien adaptée à la réalisation de la fonction photosynthétique.

Bilan : La feuille sert d'interface avec l'atmosphère. Sa grande surface, par rapport à son volume et la présence de nombreux chloroplastes en font le principal organe qui capte les photons (photosynthèse).

Les stomates sont des structures qui permettent de réguler les échanges gazeux : entrée/sortie de CO_2 , O_2 et vapeur d'eau. Le parenchyme lacuneux permet de multiplier la surface d'échange par 30.

La racine assure l'interface avec le sol et l'hydrosphère. Sa très grande surface (poils absorbants) permet de puiser de grandes quantités d'eau et d'ions minéraux. Dans certains cas, des mycorhizes se développent, multipliant par 100 la surface d'adsorption et cette symbiose facilite en plus la croissance de la plante.

Surface d'échanges : interface entre un être vivant et son environnement, au niveau de laquelle il peut importer ou exporter des matières.

La plante utilisant une énergie ubiquiste n'a pas besoin de se déplacer à sa recherche, elle peut donc être fixée, cependant son flux faible l'oblige à développer un grand nombre de feuilles et une surface d'échange très grande pour absorber le CO_2 nécessaire à la photosynthèse.

Pour se procurer l'eau et les sels minéraux, elle doit développer des surfaces d'échanges qui vont puiser directement ces molécules à la source, c'est à dire dans le sol où ces ressources sont rares, elle développe de longues racines et de grandes surfaces d'échanges.

D'autre part, les racines permettent à la plante de résister à la prise au vent, si elle n'était pas fixée elle ne pourrait pas se maintenir droite. En utilisant l'énergie solaire, la plante présente des surfaces d'échanges et une forme adaptées à la vie fixée.

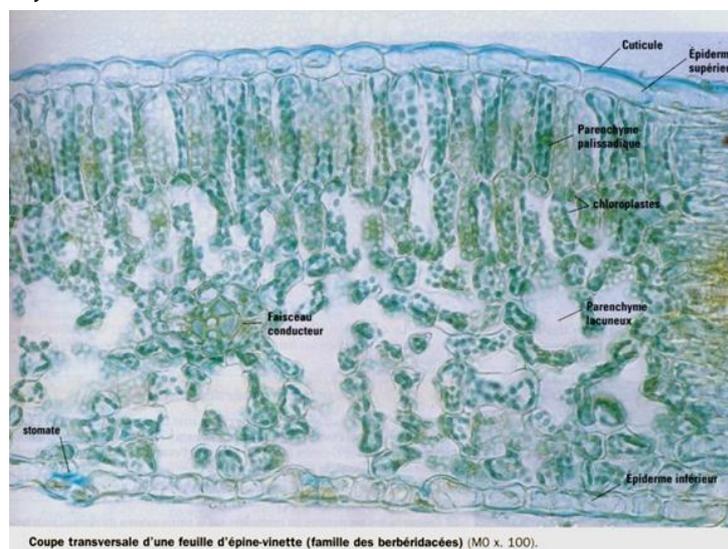
B. Une grande surface d'échange :

TP n° 2: La plante et les échanges de matière.

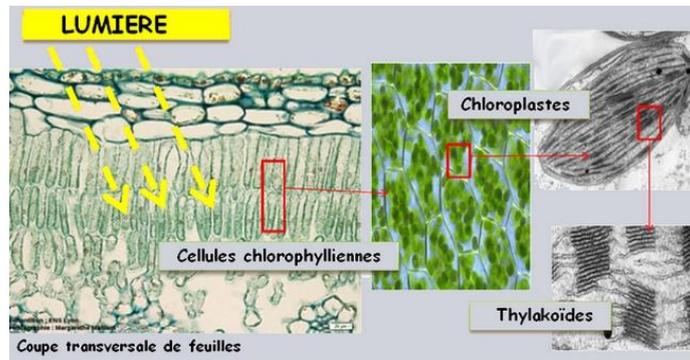
1. La feuille.

a. La capture de la lumière

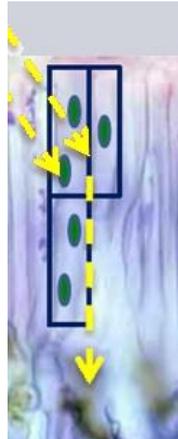
La lumière est captée par la feuille; une coupe transversale de celle-ci permet de mettre en évidence une organisation spatiale dissymétrique avec deux types de parenchymes : le **parenchyme palissadique** (zone supérieure) et le **parenchyme lacuneux** (zone inférieure); chacune des deux faces est limitée par une couche de **cellules épidermiques** pouvant être recouvertes d'une **cuticule** (assez fréquemment au niveau de la face supérieure). La coupe révèle également la présence de **systèmes conducteurs** (voir plus bas).



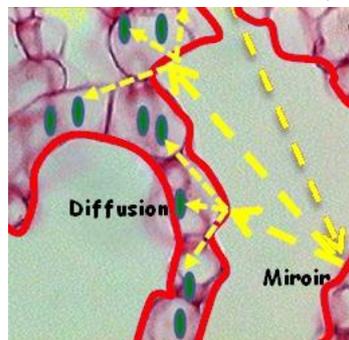
La lumière, plus précisément l'énergie portée par les radiations lumineuses, est captée au niveau des molécules de **chlorophylle**; cette molécule est intégrée dans la membrane des **thylakoïdes**, éléments constitutifs des **chloroplastes**, organites présents dans les cellules chlorophylliennes de la feuille (cellules du parenchyme palissadique et du parenchyme lacuneux).



L'organisation générale du parenchyme palissadique, constitué de cellules allongées et jointives, permet, après avoir absorbé une partie de l'énergie lumineuse, d'assurer une transmission efficace des radiations lumineuses vers la partie inférieure de la feuille (effet fibre optique).



De même le parenchyme lacuneux, par sa surface irrégulière, permet une transmission performante par effet miroir et diffusion, à l'ensemble des cellules chlorophylliennes.

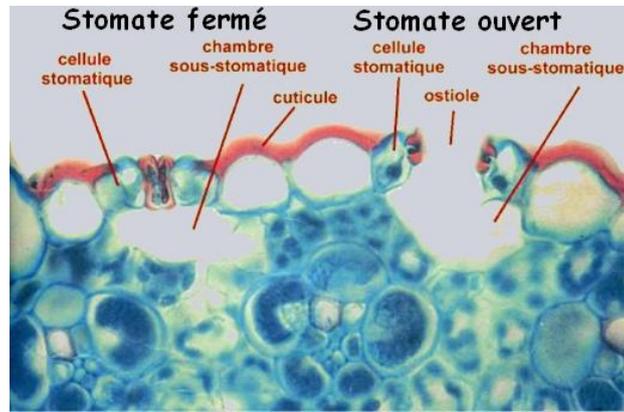


Ainsi, de nombreuses adaptations (produits de l'évolution) permettent d'optimiser le captage de l'énergie lumineuse; on peut citer la disposition des feuilles face à la lumière, l'abondance des feuilles dans la couronne, le nombre élevé de chloroplastes par cellule de feuille, la quantité de chlorophylle par chloroplaste : nombreuses lamelles empilées (thylakoïdes), la cyclose des chloroplastes, le trajet optique des photons allongé par transmission, réflexion et diffusion.

L'idée essentielle à retenir est que les diverses adaptations foliaires permettent à la feuille, organe fin et plat, de constituer une **vaste surface** permettant de capter très efficacement l'énergie lumineuse nécessaire à la photosynthèse.

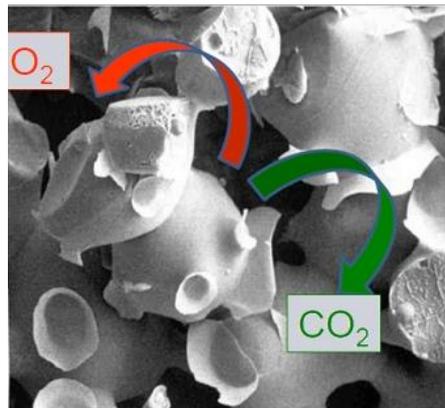
b. Les échanges gazeux.

Les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère se réalisent au niveau des **stomates**, dont l'ouverture varie en fonction des conditions du milieu (température, taux de CO_2 , lumière); les gaz circulent ensuite dans le parenchyme lacuneux permettant en particulier la circulation et la distribution du CO_2 nécessaire à la photosynthèse. Ce dispositif adaptatif permet d'accroître considérablement la surface d'échange entre la plante et l'atmosphère.



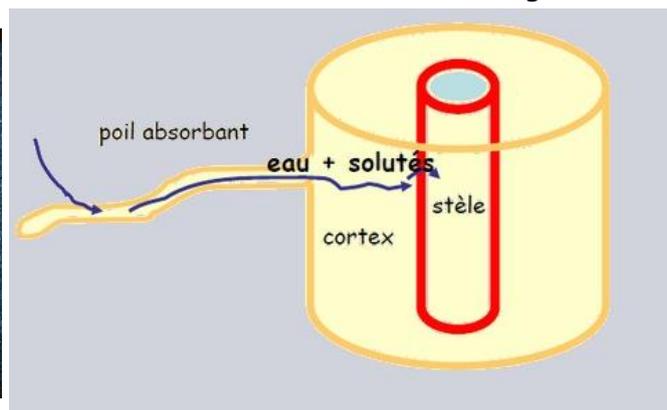
Un stomate : vue de la surface foliaire. Coupe transversale de feuille au niveau de stomates.

L'organisation du parenchyme lacuneux détermine une véritable atmosphère interne dans la feuille assurant une bonne circulation des gaz et augmentant de manière significative la surface d'échange (celle-ci est estimée à trente fois la valeur de la surface foliaire externe totale).



2. La racine : interface plante / hydrosphère - sol.

Le réseau racinaire formé d'éléments longs et fins constitue une surface de contact très étendue entre la plante et la solution hydro-minérale du sol; la présence d'une **zone pilifère** constituée de **poils absorbants** nombreux et fins accroît considérablement la surface d'échanges.



Ce réseau racinaire représente une adaptation efficace pour optimiser les prélèvements d'eau et d'ions nécessaires à la croissance et au développement de la plante fixée.

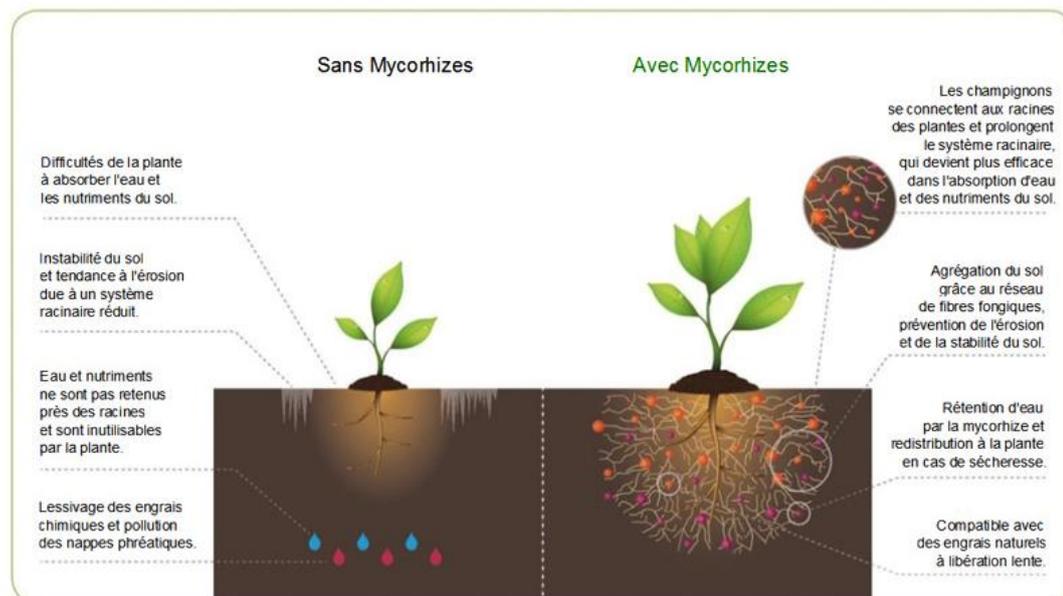
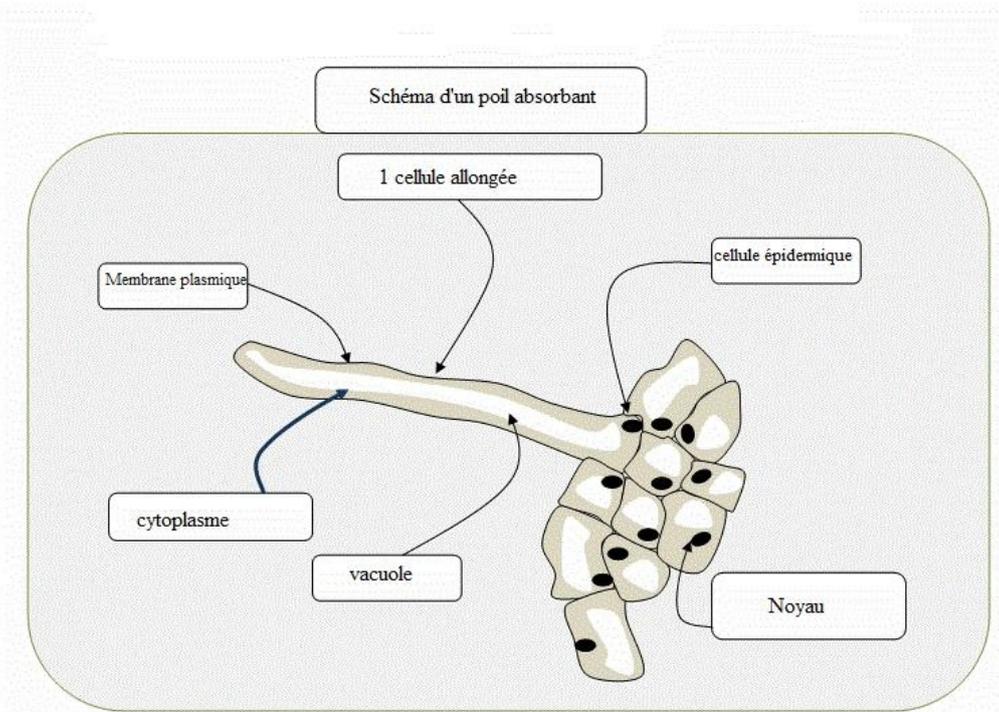
Chez la plupart des espèces, les racines s'associent aux mycéliums des champignons. Celui-ci peut former un feutrage en surface ou pénétrer à l'intérieur même de la racine jusque dans ces cellules. Cette association appelée mycorhize est une symbiose : le champignon se nourrit des matières organiques fabriquées par la plante et celle-ci bénéficie, grâce aux filaments du champignon d'un volume d'exploitation de l'eau du sol très supérieur à ce qu'il serait sans mycorhize.

Bilan : Les organes aériens participent aux fonctions de nutrition : capture de l'énergie lumineuse, absorption de CO_2 . Les échanges gazeux (O_2 , CO_2 et H_2O) sont régulés par l'ouverture ou la fermeture des stomates. A l'échelle de la plante, ces échanges se produisent sur une vaste surface. Environ 90% des plantes nouent des relations symbiotiques avec des champignons du sol, formant des organes associant racines et champignons : les mycorhizes. Les filaments du champignon augmentent considérablement les surfaces d'échanges et contribuent à la nutrition des plantes dans le sol (prélèvement d'eau et des sels minéraux). En l'absence de mycorhizes, la surface d'échange des racines avec le sol est assurée par les poils absorbants présents à la surface des jeunes racines.

Stomates : ensemble de cellules de l'épiderme des feuilles, délimitant un orifice permettant aux gaz de circuler entre l'atmosphère extérieure et l'atmosphère intérieure de la feuille.

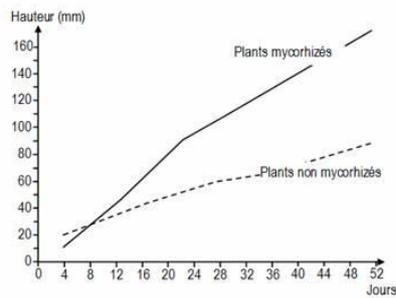
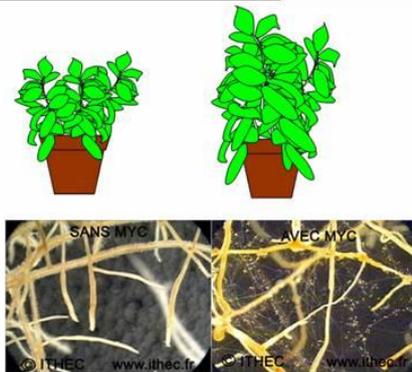
Poils absorbants : cellules de l'épiderme racinaire de forme filamenteuse et aux parois fines, favorisant l'absorption de l'eau et des ions du sol.

Mycorhize : organe racinaire des plantes associant des champignons et impliqué dans la nutrition.





Basilic avec mycorhizes



source www.ihéc.fr pour les photographies
Schéma et graphique, svt.ac-dijon.fr, Alain Gallien



Schéma des échanges nutritionnels entre les cellules racinaires et les filaments mycéliens du champignon



principaux types mycorhiziens actuels représentés sur une coupe transversale de racine
 modifié d'après de **F. Le Tacon**, INRA Nancy- La Recherche n° 166 mai 1985
 repris dans l'excellent livre de **F. HALLE AUX ORIGINES DES PLANTES** éditions Fayard 2008

