

Organisation fonctionnelle des plantes à fleurs et adaptation à leurs milieux de vie

Introduction :

Environ **31 %** de la surface des terres émergées du globe est recouverte par des forêts. Celles-ci sont composées de végétaux verts et, à **90 %**, de plantes à fleurs appelées angiospermes. Elles ont un mode de vie commun aux autres végétaux : une vie fixée.

Dans ce cours, nous allons voir comment sont structurés les angiospermes en réponse à cette vie fixée. Puis nous étudierons ensuite la façon dont ils se nourrissent et respirent dans un milieu fixe grâce à leurs surfaces d'échange (aérienne et souterraine). Et, enfin, nous analyserons plus précisément leurs échanges avec le milieu (nutrition, respiration).

1 | Étude anatomique de la structure des plantes à fleurs



Nous utiliserons le terme « plante » dans ce chapitre pour dénommer les **angiospermes**.



Angiospermes :

On regroupe les plantes à fleurs sous le terme « angiosperme », du grec *angio* (vase) et *sperme* (graine), la fleur étant la structure protectrice de la graine.

Nous allons dans un premier temps étudier l'anatomie des plantes à fleurs, puis nous verrons plus précisément comment la structure de la fleur se met en place.

a. Morphologie générale de la plante



Nous vous invitons dans un premier temps à observer une plante qui se trouve proche de vous et à essayer de la décrire avant de lire le développement ci-dessous. Vous comparerez ensuite votre description aux éléments du cours et tenterez de retrouver certaines caractéristiques sur votre plante.



surface de la terre
avant cueillette

© SCHOOLMOUV

Une première observation de la plante nous permet d'en distinguer deux parties :

- la partie aérienne, qui se situe au-dessus du sol ;
- la partie racinaire, qui se situe dans le sol.

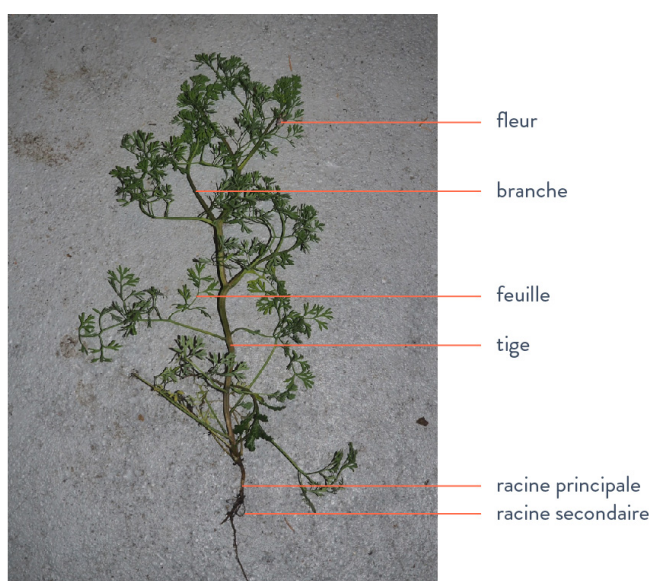
1 La partie aérienne

Elle est composée d'une tige, de branches, de feuilles, de bourgeons et de fleurs.

2 La partie racinaire

Le système racinaire **se compose uniquement de racines principales et secondaires**. Les racines principales étant les racines les plus épaisses, partant de la base de la tige.

→ Le rôle des racines est de maintenir un ancrage de la plante dans le sol. Elles sont également une interface d'échange avec ce dernier (comment nous le verrons dans la deuxième partie du cours).



© SCHOOLMOUV

b. Deux types de système racinaire

Il existe différents types de systèmes racinaires :

- le système racinaire pivotant ;
- et le système racinaire fasciculaire.

1 Racines pivotantes

Les angiospermes à racines pivotantes présentent une racine principale très développée et profonde qui s'enfonce verticalement dans le sol. De

cette racine principale part un réseau de racines secondaires latérales.
Ce système est très efficace pour l'**ancrage**.



Exemple

Plusieurs angiospermes sont pourvues de racines pivotantes : par exemple, la fumeterre officinale que nous avons observée ci-dessus, mais aussi le chêne ou le pissenlit.

2 Racines fasciculées

Les racines fasciculées sont des systèmes racinaires avec de nombreuses racines principales disposées en faisceau, moins épaisses que celles des angiospermes à racines pivotantes.



Structure de l'appareil aérien

L'appareil aérien s'organise de façon répétitive. Chaque répétition est appelée un phytomère.

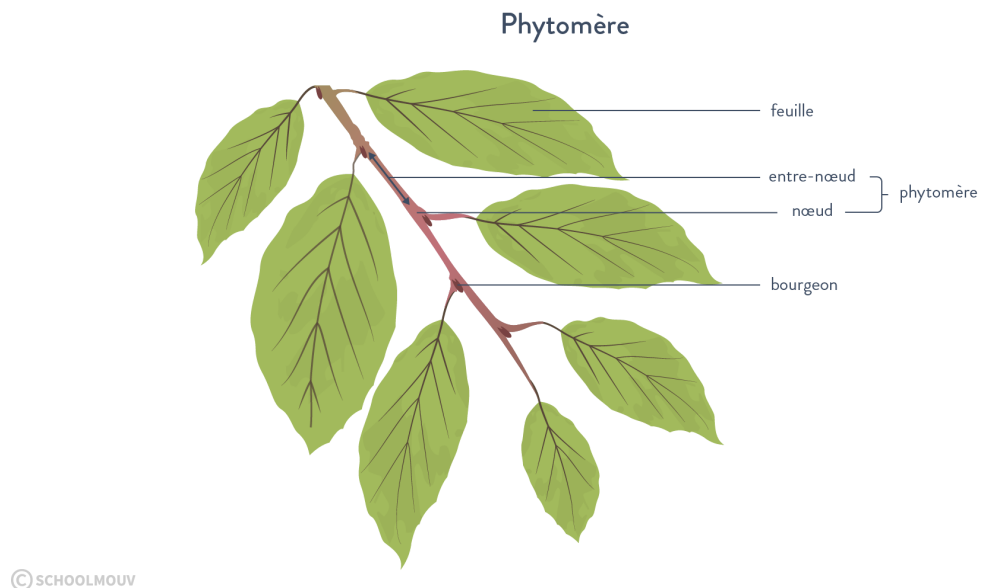


Définition

Phytomère :

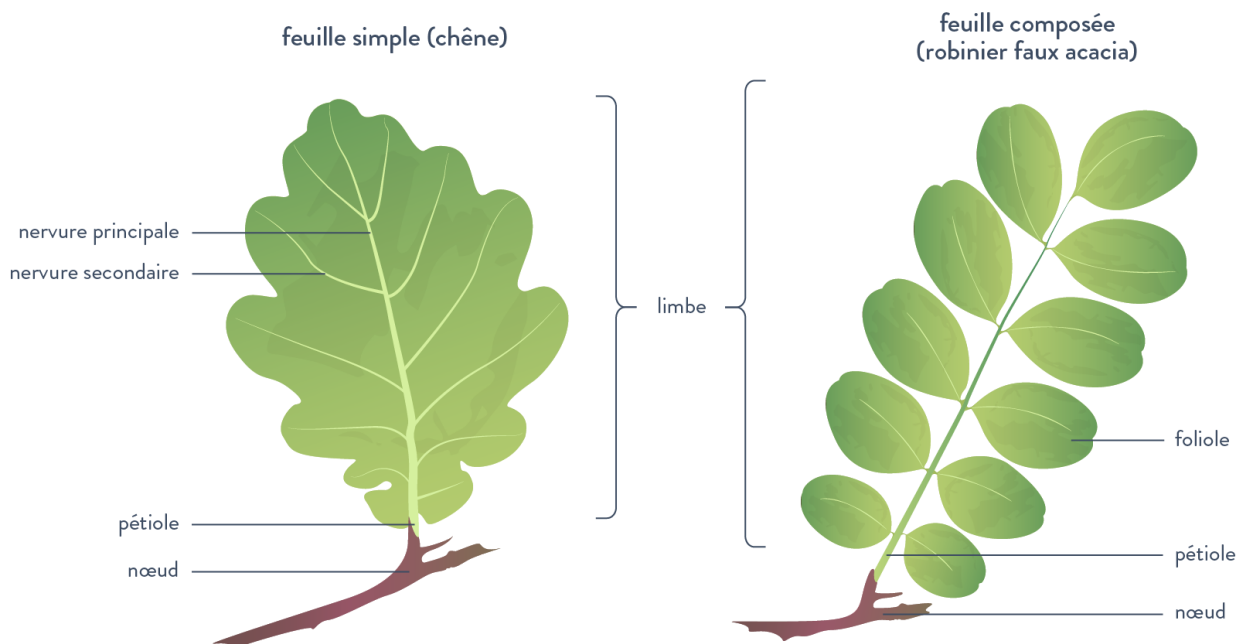
Un phytomère est un segment végétal composé d'un nœud et d'un entre-nœud :

- un nœud est composé d'une feuille qui se développe ;
- un entre-nœud est composé de la tige entre deux nœuds et du bourgeon axillaire à la base de la feuille.



Chaque feuille est elle-même composée d'un pétiole et d'un limbe. Il existe des feuilles simples comme celle du chêne, et des feuilles composées comme celle du robinier faux acacia (couramment appelé « acacia »). Dans les feuilles composées, le limbe est découpé en plusieurs folioles qui ont chacune l'aspect d'une feuille.

Structure des feuilles



Nous allons maintenant étudier quels facteurs permettent la croissance et l'organogenèse des systèmes aériens et racinaires que nous venons d'étudier.

2 | Mise en place du plan d'organisation

Lors de sa croissance, la plante se développe et met en place différents organes par différenciation, tels que les feuilles et les racines : c'est l'**organogenèse**. Ces organes vont permettre de réaliser des échanges avec le milieu extérieur.

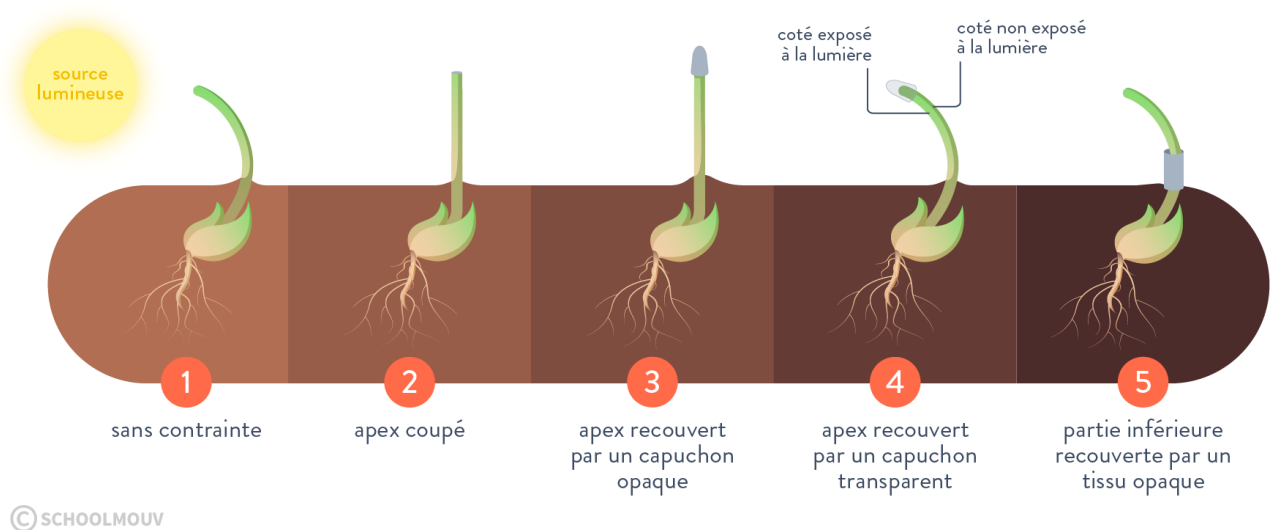
a. Mise en place du système aérien

Plusieurs éléments influencent la mise en place du système aérien. Nous vous proposons en suivant d'analyser l'expérience de Darwin. Son objectif ?

→ Trouver la zone de croissance de la plante ainsi que le facteur extérieur jouant un rôle sur la croissance de la tige.



L'« apex » de la plante est l'extrémité terminale de la tige.



Si l'apex est caché par un capuchon opaque ou coupé, la plante ne se développe pas ; alors que, si l'apex reçoit la lumière, la tige se courbe dans

sa direction. La lumière est donc un facteur indispensable à la croissance des parties aériennes de la plante.

- L'expérience de Darwin permet de mettre en évidence le rôle de la lumière : la plante pousse en direction de cette dernière. On appelle ce phénomène le **phototropisme**.



La lumière est donc une condition majeure de la croissance du système aérien.

Par ailleurs, l'expérience nous montre que, dans l'apex, il y a une croissance différente des cellules exposées ou non à la lumière : si l'on cache la base de la tige, celle-ci continue tout de même de croître en direction de la lumière.

- La croissance et la perception du signal lumineux se font dans l'apex. Il y existe en effet une zone, dénommée **méristème** dans laquelle se déroulent les mitoses et la différenciation cellulaire.



Méristème :

Le méristème apical caulinaire (MAC) est un tissu cellulaire de la tige, spécialisé dans la croissance de celle-ci.

Les cellules méristématiques vont d'abord **se multiplier** en effectuant des mitoses successives, avant de **s'allonger** plus ou moins et de **se différencier** en feuilles, ou en tiges, etc.

C'est dans les zones de différenciation cellulaire du MAC que se mettent en place les futurs organes de la plante par différenciation puis spécialisation des cellules. Parmi celles-ci, certaines vont subir une élongation sous l'effet de l'**auxine**.

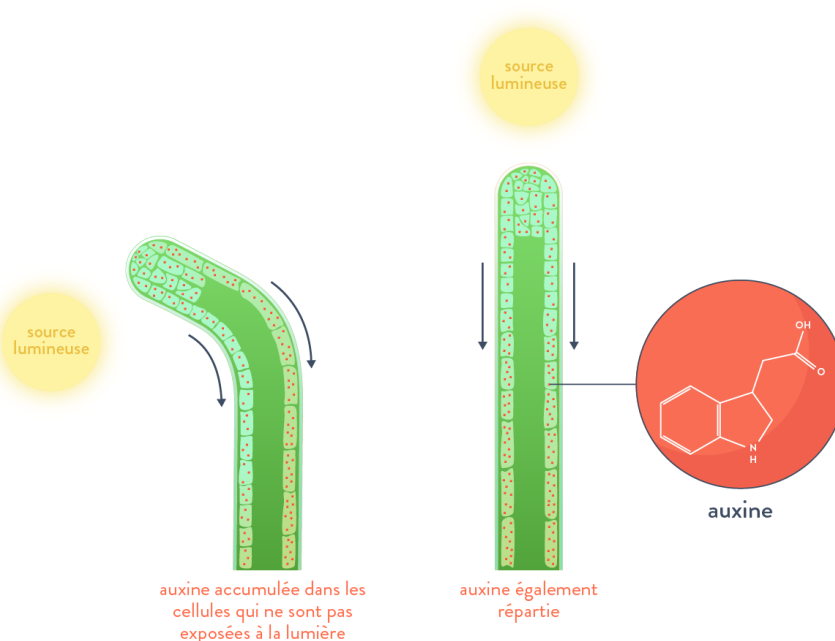
- Ce phénomène permet la croissance de la plante en longueur.



La croissance différenciée des cellules dans le méristème est due à l'**auxine**, une hormone de croissance végétale.

L'auxine s'accumule dans les cellules qui ne sont pas exposées à la lumière. Or, une forte concentration d'auxine dans la tige entraîne une croissance plus forte des cellules. Cette modification de la croissance des cellules de la plante permet à cette dernière de s'orienter vers sa source d'énergie principale : le Soleil.

Action de l'auxine



b. La mise en place du système racinaire

Similairement au système aérien, il existe un méristème apical racinaire (MAR) à l'extrémité de la racine.

La croissance de la racine est dirigée par la gravité, c'est un phénomène appelé **gravitropisme**.



Exemple

Une plante se développe en condition normale : ses racines croissent vers le bas. Si on la pivote de 90° , après un temps de latence, la racine se mettra à nouveau à croître vers le bas.

Comme la lumière, **la gravité va jouer un rôle sur la concentration en auxine dans les cellules en division** et provoquer leur allongement.



L'organogenèse est ainsi régie par deux types de facteurs essentiels.

- Facteurs externes : lumière + gravité.
- Facteurs internes : mitoses et action d'hormones.

3 | Les surfaces d'échange de la plante

La plante est un **organisme fixé** qui a des besoins en nutriments, eau, gaz et énergie. Elle doit donc développer des stratégies pour optimiser les échanges avec son milieu.

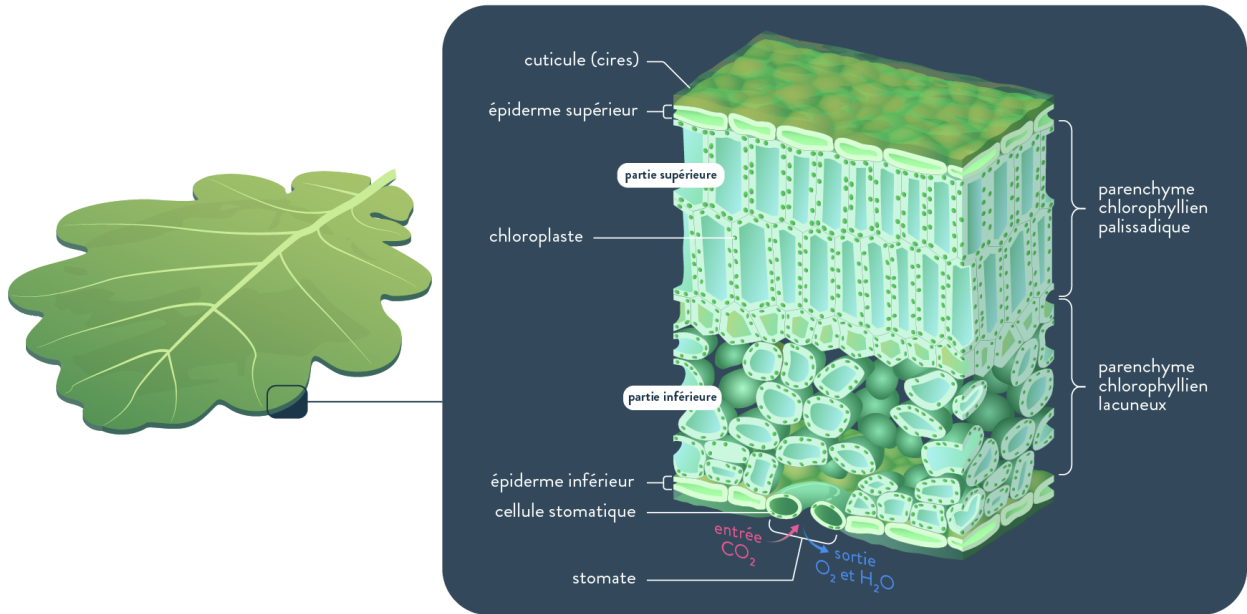
a. La feuille, une surface pour plusieurs fonctions

La feuille est une structure plane très fine au ratio surface/volume **100** fois supérieur à celui de la tige.

→ C'est précisément cette importante surface qui permet d'optimiser les échanges avec le milieu extérieur.

Étudions la structure interne de la feuille pour comprendre son rôle.

Coupe transversale d'une feuille



© SCHOOLMOUV

On distingue deux structures essentielles.

1 La partie supérieure, réceptrice de lumière

Sous la cuticule et l'épiderme supérieur (couches protectrices), on retrouve le parenchyme palissadique.

Cette zone présente une forte densité de cellules chlorophylliennes. De ce fait, on y trouve de nombreux **chloroplastes**.



Rappel

Un chloroplaste est un organe capable de transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique. Il contient la chlorophylle et est, de ce fait, le siège de la photosynthèse.



À retenir

La partie supérieure de la feuille est spécialisée dans la captation et la transformation d'énergie lumineuse.

La surface de réception d'énergie d'une plante est estimée entre $1,5 \text{ m}^2/\text{kg}$ et $5 \text{ m}^2/\text{kg}$, contre $2,8 \text{ m}^2/\text{kg}$ au niveau des intestins d'un mammifère.

Nous verrons dans le cours suivant comment la plante transforme cette énergie lumineuse en énergie chimique.

2 La partie inférieure, spécialisée dans les échanges gazeux

Dans l'épiderme inférieur de la feuille, on trouve des **stomates**, chacun composé de deux cellules capables de s'ouvrir pour laisser circuler les gaz.



C'est au niveau des stomates que la plante absorbe et rejette des gaz. Le gaz absorbé circule ensuite dans le parenchyme lacuneux pour alimenter les cellules de la feuille.

La surface d'échange respiratoire d'une plante est de $45 \text{ m}^2/\text{kg}$ à $150 \text{ m}^2/\text{kg}$, contre $1,85 \text{ m}^2/\text{kg}$ chez les mammifères.

Nous avons vu que la plante récupère de l'énergie et des gaz au niveau du système aérien et plus particulièrement de la feuille. Nous allons maintenant étudier les échanges qui ont lieu au niveau des racines.



Les racines, interface avec le monde minéral

Les racines servent d'interface entre la plante et le sol. Le sol contient de l'eau et des éléments minéraux qu'on appelle la « solution du sol ». C'est dans cette solution que les racines peuvent puiser les sels minéraux et l'eau qui sont indispensables à la photosynthèse.

Les poils absorbants, zone d'échange privilégiée

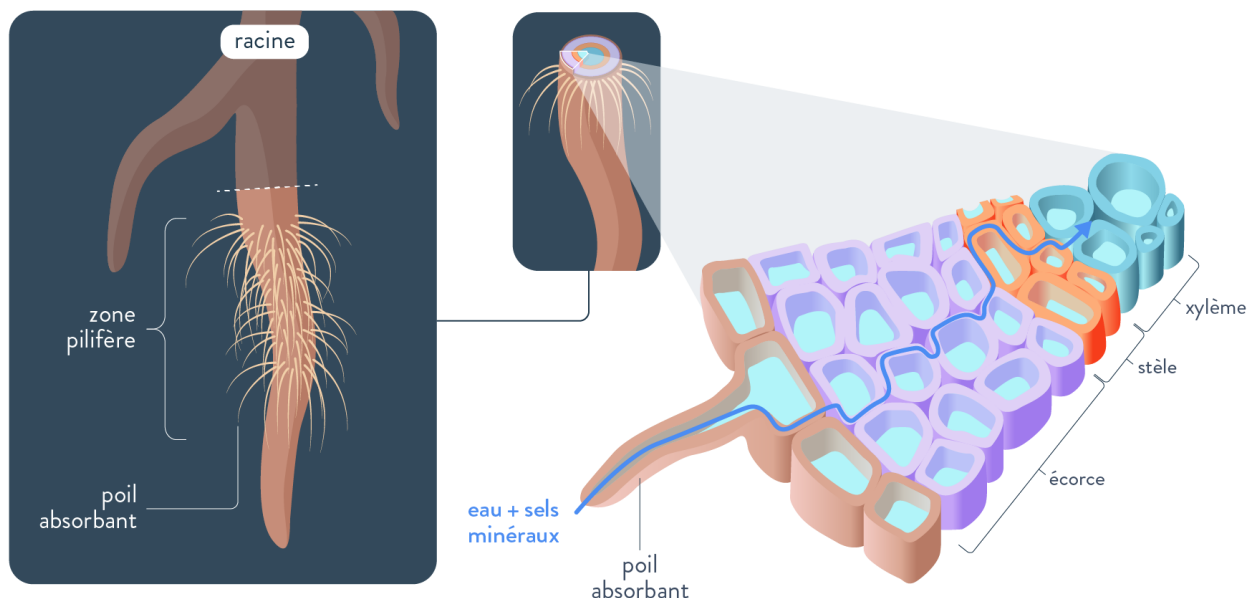
Pour une absorption plus efficace, l'extrémité des racines est composée de nombreux **poils absorbants** formant ce que l'on appelle la **zone pilifère** qui permet d'augmenter considérablement la surface d'échange.



Poils absorbants :

Les poils absorbants sont des cellules différenciées aux propriétés particulières. Ils ont une surface d'échange augmentée, une paroi fine et des transporteurs spécifiques de certains ions.

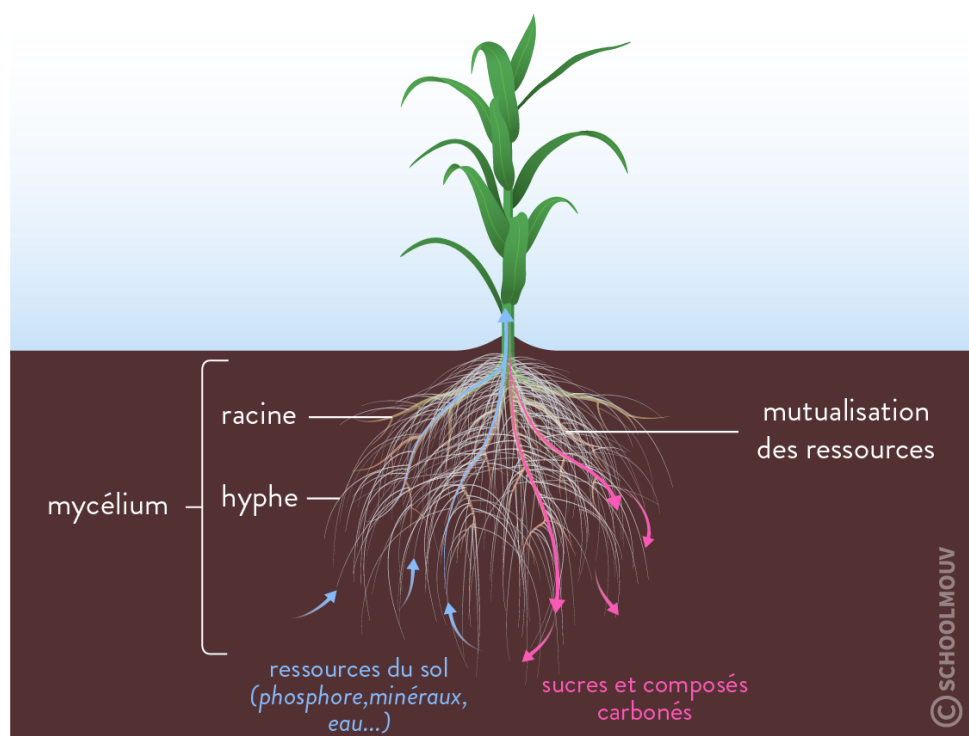
Zone pilifère d'une racine



© SCHOOLMOUV

En plus des poils absorbants, les racines de la plupart des végétaux sauvages sont en symbiose avec des champignons ou des bactéries.

Symbiose mycorhizienne



© SCHOOLMOUV

La symbiose est une association durable et réciproquement profitable entre deux espèces biologiques.

Les filaments des champignons (hyphes) forment un réseau beaucoup plus dense que les racines. Ce réseau, appelé **mycélium**, augmente de façon considérable la surface d'échange de la plante.

L'association entre ces champignons et la plante forme les **mycorhizes** (du grec *myco* champignon, et *rhiza* racine). C'est dans ces mycorhizes que se font les échanges entre les deux symbiotes.

→ Les mycorhizes représentent donc la surface d'échange souterraine profitable à la plante.



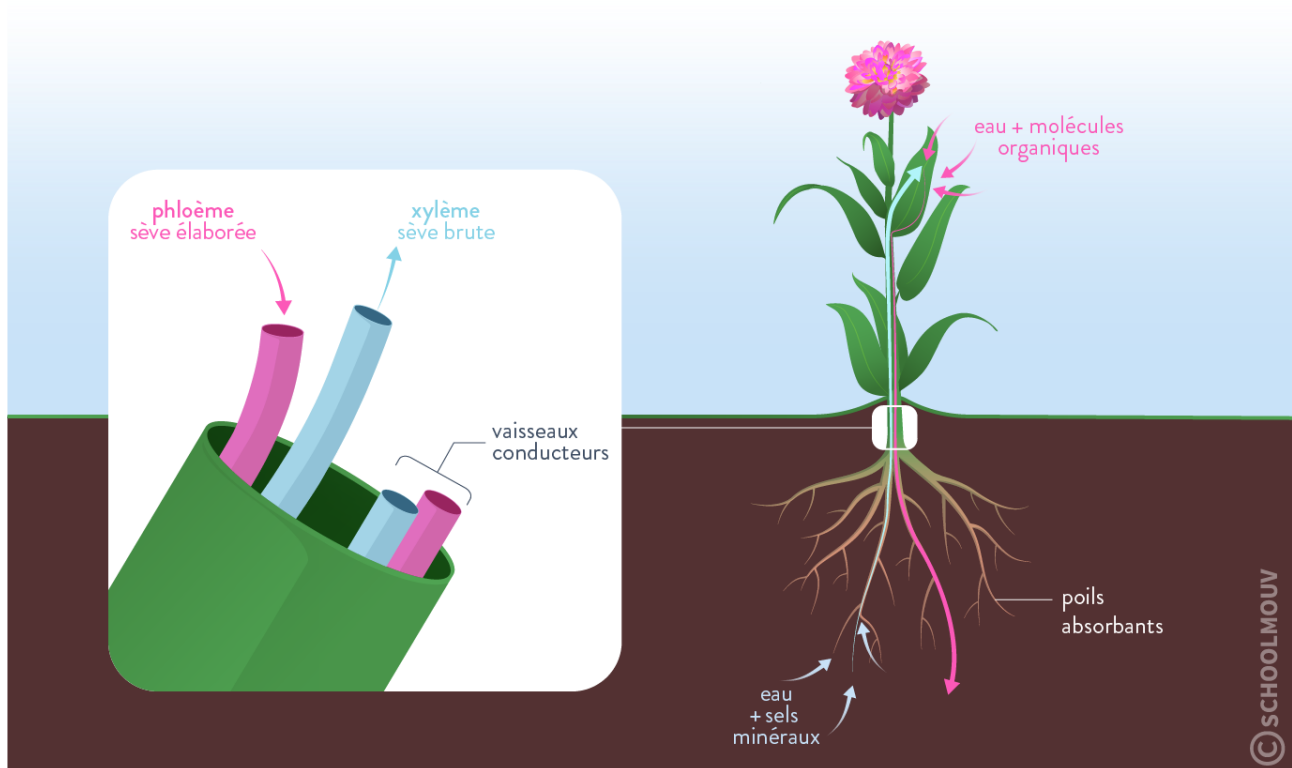
Les mycorhizes permettent à la plante d'optimiser ses échanges avec le milieu en augmentant les surfaces d'échange. Dans cette symbiose, les champignons fournissent de l'eau et des sels minéraux à la plante et reçoivent en échange les sucres qu'elle produit au niveau des feuilles.

Les éléments absorbés par les racines forment ce que l'on appelle la **sève brute**, une solution diluée d'eau et de sels minéraux. Ils seront ensuite transportés par des vaisseaux jusqu'aux cellules chlorophylliennes des feuilles pour la photosynthèse.

Nous allons maintenant étudier comment cette sève brute est acheminée des racines aux feuilles.

4 | Les transports dans la plante

Nous venons de voir que la plante absorbe de l'eau et des sels minéraux par ses racines ; échange des gaz et produit des sucres grâce à ses feuilles. Ses cellules ont besoin de ces différents éléments pour leur **métabolisme**. Ceux-ci vont être apportés par des vaisseaux.



Il existe deux types de vaisseaux chez les plantes :

- Le **xylème**, composé de parois longitudinales de cellules dont le contenu cytoplasmique a été éliminé (cellules mortes) formant ainsi une sorte de tube, permet le transport de l'eau et des sels minéraux des racines vers les feuilles.
- Le **phloème**, composé de cellules vivantes disposées également à la file, permet le transport des molécules organiques dans toute la plante. La circulation se fait majoritairement des feuilles aux racines.

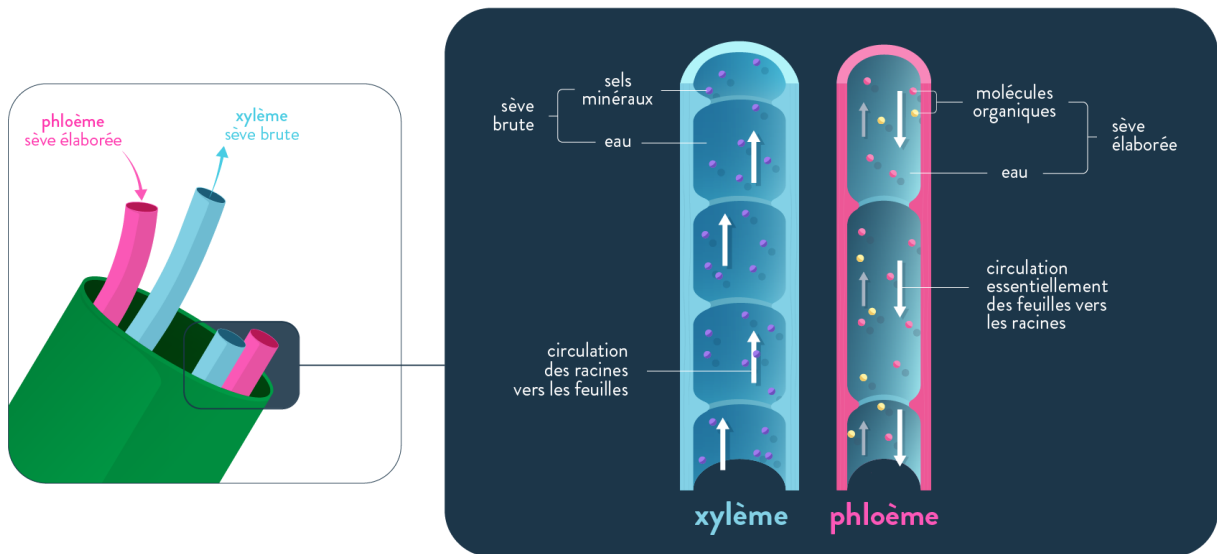
 À retenir

- Le xylème transporte la sève brute.
- Le phloème transporte la sève élaborée.

La sève brute contient l'eau et les sels minéraux.

La sève élaborée contient de l'eau et les molécules organiques produites dans les feuilles.

Xylème et phloème

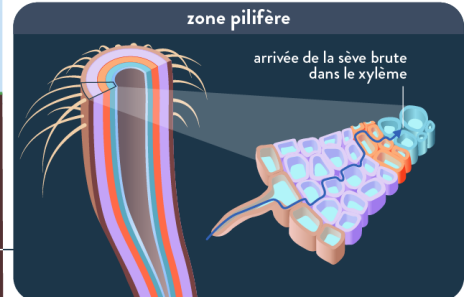
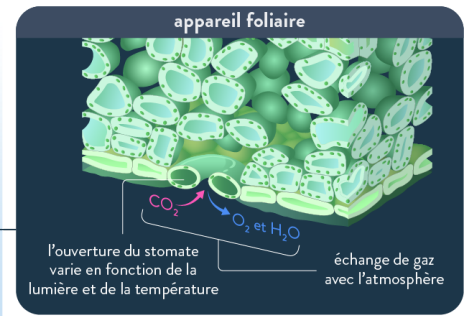
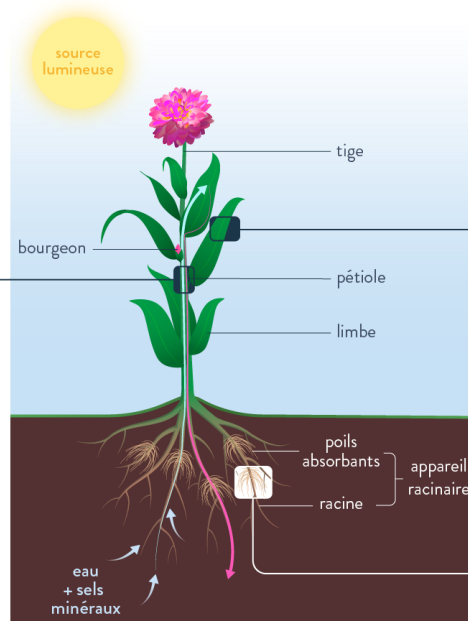
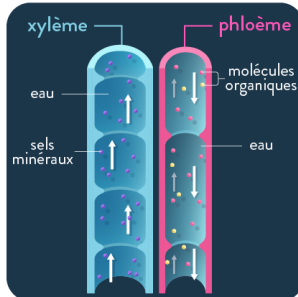


© SCHOOLMOUV

Conclusion :

Les plantes à fleurs, avec leur mode de vie fixé, sont soumises à des contraintes différentes de celles des animaux. Leur croissance dépend de facteurs externes comme la lumière et la gravité. Elles présentent des surfaces d'échange avec le milieu extérieur spécialisées afin d'optimiser l'absorption de nutriments, d'eau, de gaz et d'énergie. Cette augmentation de la surface d'échange se fait notamment grâce aux symbioses mycorhiziennes. Dans la plante, les échanges se font par le xylème, qui contient la sève brute, et le phloème, qui contient la sève élaborée.

Organisation des plantes à fleurs



© SCHOOLMOUV