

1 Classification scientifique traditionnelle

Continuellement enrichie depuis sa création, la **classification traditionnelle** des espèces, actuellement obsolète mais encore très souvent utilisée est issue de celle de [Linné](#). Elle divise le monde vivant en cinq règnes. Elle reste importante dans la mesure où elle imprègne encore de nombreux écrits, souvent récents, ainsi que certains manuels scolaires.

En biologie, la classification scientifique traditionnelle est telle que **cinq règnes** divisent le monde vivant :

- les procaryotes (bactéries et archéobactéries ou cyanobactéries) dépourvues de noyau)
- les protistes (eucaryotes unicellulaires)
- les champignons (eucaryotes pluricellulaires hétérotrophes qui décomposent)
- les végétaux (eucaryotes pluricellulaires, réalisant la photosynthèse)
- les animaux (eucaryotes pluricellulaires hétérotrophes qui ingèrent)

La classification traditionnelle est basée sur des caractères multiples (biologiques, phénotypiques, physiologiques).

La classification traditionnelle repose sur une hiérarchie fixe de catégories, définie de la façon suivante :

(vivant) → règne → embranchement → classe → ordre → famille → genre → espèce

À titre d'exemple, pour l'espèce humaine (homo sapiens sapiens) :

(vivant) → règne animal → embranchement des vertébrés → classe des mammifères
→ ordre des primates → famille des hominidés → genre des homo → espèce homo sapiens

2 Les végétaux

Le règne végétal regroupe l'ensemble des êtres vivants pluricellulaires capables de réaliser la photosynthèse grâce à la présence de chlorophylle.

À ce jour, près de 290 000 espèces de végétaux ont été décrites (mais de très nombreuses, en particulier dans la forêt amazonienne, restent encore à découvrir). On les classe en deux groupes :

- les thallophytes, organismes primitifs constitués par un « thalle », n'ont ni racines, ni tiges, ni feuilles — ce sont les algues ;
- les cormophytes, plus évolués, sont constitués par un ensemble de rameaux feuillés. Ils sont représentés par les bryophytes (dont les mousses), les ptéridophytes (les fougères) et les plantes à graines.

Les champignons, longtemps considérés comme appartenant au règne végétal, sont aujourd'hui regroupés dans un règne qui leur est propre en raison de différences de structure cellulaire et de mode de nutrition.

Les végétaux ont colonisé la quasi-totalité des milieux terrestres, à l'exception des zones polaires et des déserts extrêmes. On les rencontre aussi en eaux douces et en mer. Leur aspect est très variable, depuis les mousses, à structure simple et de petite taille, qui exigent

un contact direct avec l'eau pour se développer, jusqu'aux arbres géants tels les séquoias, capables de conduire l'eau et les substances dissoutes jusqu'à plus de 100 m de hauteur, grâce à un système complexe de vaisseaux conducteurs de sève.

Les végétaux terrestres forment l'essentiel de la biomasse, c'est-à-dire la quantité de matière vivante présente pour une surface déterminée. Ainsi, dans une forêt d'Europe occidentale, la biomasse végétale est de l'ordre de 150 t par hectare (à titre comparatif, celle des animaux ne dépasse pas 500 kg, soit 300 fois moins).

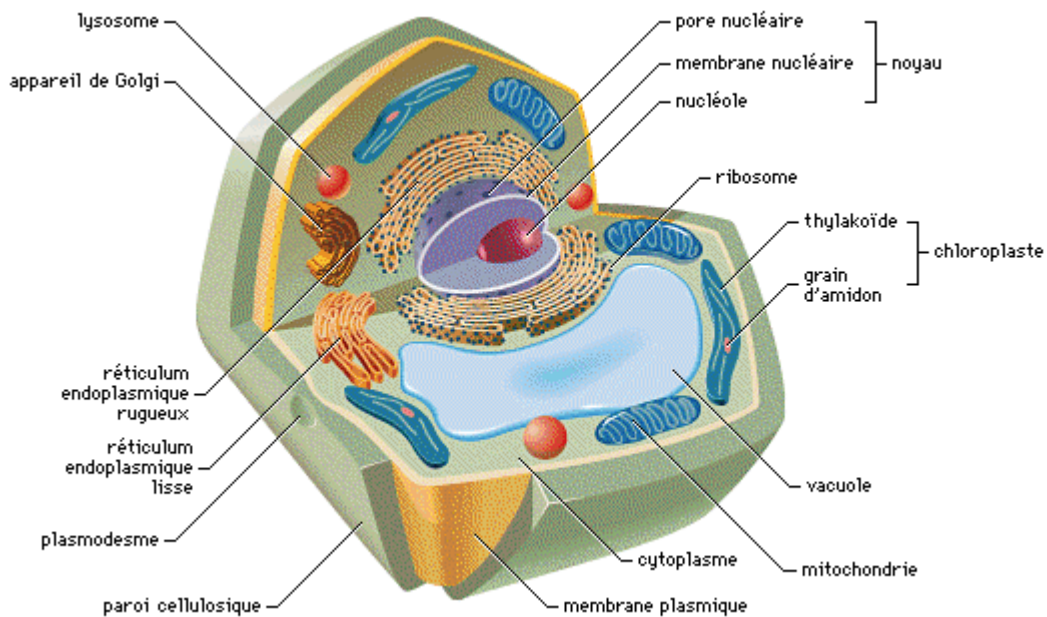
2.1 Les caractères distinctifs

Les végétaux, comme les animaux, sont des organismes dits eucaryotes : leurs cellules possèdent un noyau vrai, c'est-à-dire que leur matériel génétique (ADN) est entouré, à l'intérieur de la cellule, par une double membrane. Les cellules végétales, comparées aux cellules animales ou à celles des champignons, ont la particularité d'être entourées d'une paroi plus ou moins rigide formée notamment de cellulose (chez les animaux, une telle paroi cellulaire n'existe pas ; chez les champignons, elle est constituée principalement de chitine, une substance que l'on retrouve aussi chez les insectes).

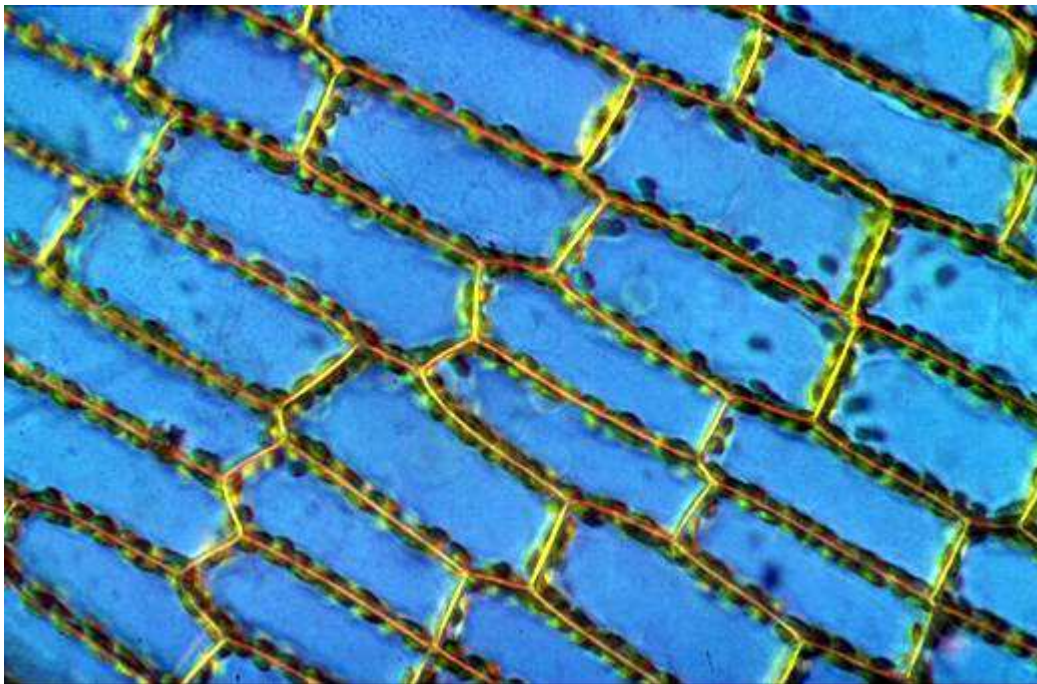
Les végétaux possèdent généralement de la chlorophylle, un pigment qui donne leur couleur verte aux feuilles. Cette chlorophylle permet la photosynthèse, rendant les végétaux capables de produire eux-mêmes leurs constituants : ils sont dits autotrophes (du grec *auto*, « soi » et *trophê*, « nourriture »), par opposition aux animaux, hétérotrophes. Les végétaux partagent cette capacité à réaliser la photosynthèse avec un certain nombre de protistes qui possèdent chlorophylle et chloroplastes.

Au cours de l'évolution, quelques rares végétaux ont cependant perdu tout ou partie de leur chlorophylle. Devenus hétérotrophes, ils doivent trouver des éléments carbonés déjà élaborés. Certains, comme le gui, la cuscute, l'orobanche ou la rafflésie aux fleurs géantes, vivent en parasites aux dépens d'autres plantes. D'autres s'installent sur des amas de feuilles mortes ou des débris végétaux en décomposition, où ils trouvent leur nourriture. Ce sont les saprophytes (du grec *sapros*, « pourri » et *phuton*, « plante »), qui comptent beaucoup d'orchidées.

La cellule végétale

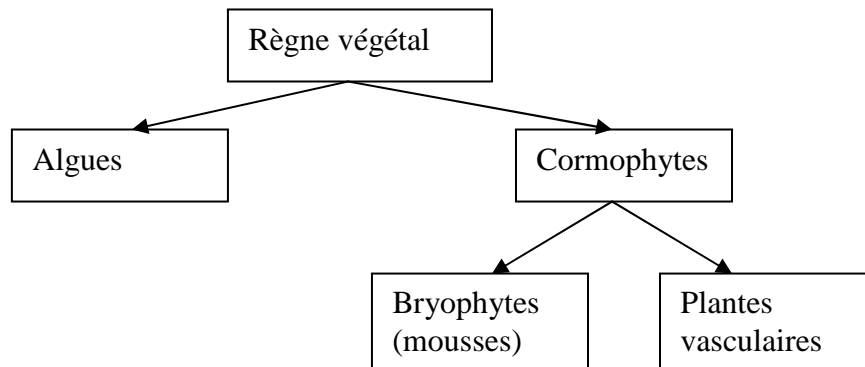


Les cellules végétales ont de nombreux points communs avec les cellules animales, mais un certain nombre de caractéristiques les en distinguent. Parmi elles, on peut citer la présence de plastides, principalement des **chloroplastes, organites qui sont le siège de la photosynthèse** et qui possèdent leur propre matériel génétique, et **celle de vacuoles moins nombreuses et nettement plus grandes que les vacuoles des cellules animales.** On note aussi, **autour des cellules végétales, la présence d'une paroi rigide** doublant la membrane plasmique.



Ce tissu végétal (épiderme), observé au microscope optique, montre un agencement de cellules imbriquées, de forme rectangulaire ou polygonale. Dans chaque cellule, les chloroplastes (de couleur verte) sont plaqués contre la membrane

2.2 Les différents groupes végétaux



Les algues : Toutes les algues sont des organismes pluricellulaires, les trois groupes principaux étant les algues vertes, les algues brunes et les algues rouges.

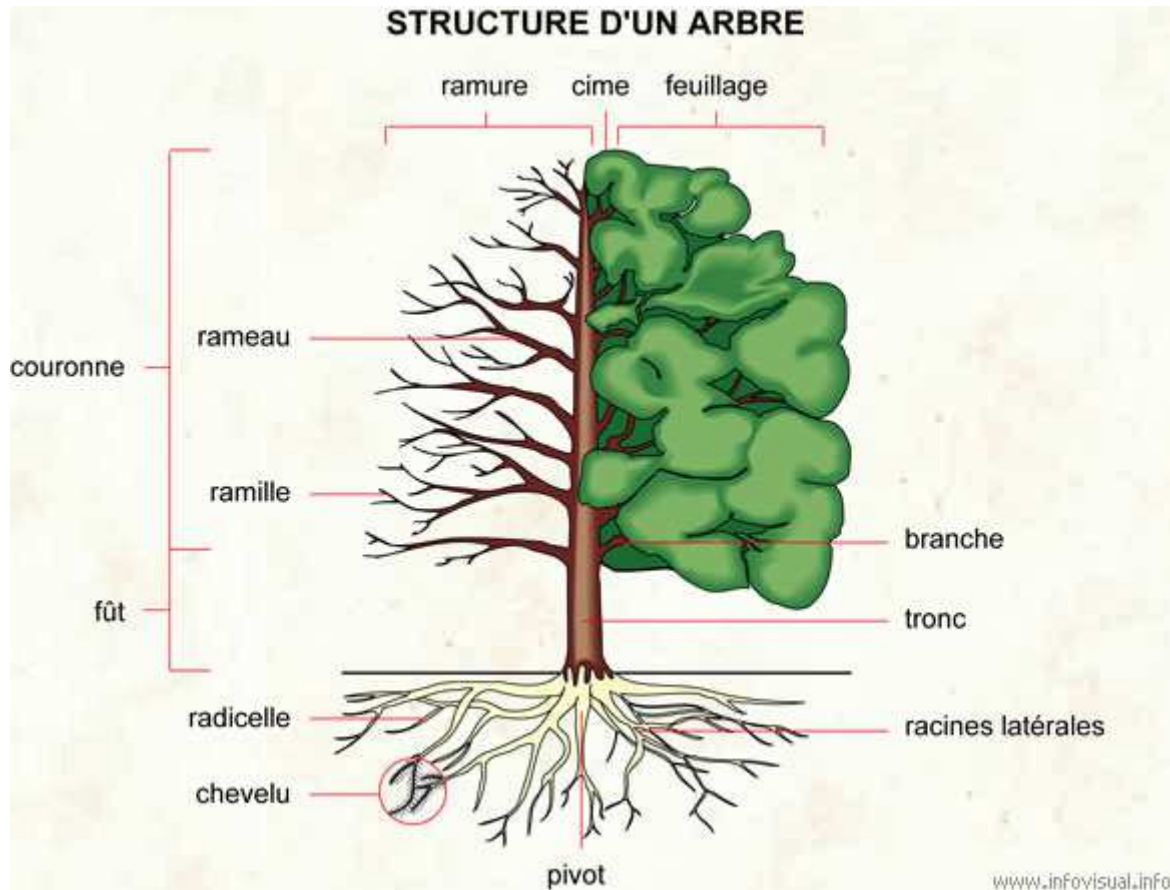
Les cormophytes rassemblent tous les végétaux plus évolués que les algues.

Les bryophytes réunissent environ 20 000 espèces, dont les mousses, les hépatiques. Ces plantes, dépourvues de vraies racines, possèdent des tissus conducteurs de sève, dont la structure rudimentaire est différente de celle des véritables vaisseaux conducteurs. Les bryophytes sont donc des plantes non vasculaires qui vivent dans des milieux humides, où elles absorbent l'eau par toute leur surface

Les autres cormophytes se distinguent des bryophytes par la possession de véritables racines et par la présence de tissus conducteurs formés de vaisseaux, dont le rôle est de véhiculer la sève. Ce sont des plantes vasculaires. La sève brute, composée d'eau et de sels minéraux dissous absorbés par les racines, circule dans les vaisseaux du xylème ; la sève élaborée, enrichie par les produits de la photosynthèse, circule des feuilles vers les tiges et vers les racines dans les vaisseaux du phloème.

3 Morphologie des organes végétatifs et reproducteurs

3.1 Les organes végétatifs



Structure d'un arbre : grand végétal ligneux dont la tige est nue près du sol et porte des branches à son sommet.

Ramure : branches et rameaux d'un arbre.

Cime : partie la plus haute de l'arbre.

Feuillage : ensemble des feuilles.

Branche : forte ramification du tronc d'un arbre.

Tronc : corps de l'arbre.

Racines latérales : ramifications situées sur le côté et sous terre, servant à maintenir l'arbre en place et à le nourrir.

Pivot : racine principale enfoncée verticalement dans le sol.

Chevelu : partie de la racine qui est remplie de filaments.

Radicelle : petite racine.

Fût : partie de l'arbre entre les premières branches et le sol.

Ramille : division des rameaux.

Couronne : partie de l'arbre de la première branche à la cime.

Rameau : division des branches

3.1.1 Feuille

La **feuille** est l'organe spécialisé dans la photosynthèse chez les végétaux supérieurs (spermaphytes, ptéridophytes et bryophytes). Elle est insérée sur les tiges des plantes au niveau des nœuds. À l'aisselle de la feuille se trouve un bourgeon axillaire.

Pour accomplir son rôle, une feuille est généralement formée d'une lame plate et fine, le limbe, qui lui permet d'exposer à la lumière un maximum de surface. C'est le parenchyme palissadique, un type particulier de tissus de la feuille, qui va effectuer la photosynthèse, grâce à ses cellules contenant les chloroplastes et donner à la feuille sa couleur verte. C'est aussi le siège de la respiration et de la transpiration. Les feuilles peuvent se spécialiser, notamment pour stocker des éléments nutritifs et de l'eau.

La feuille présente une grande variété de forme, de taille, de teinte, de texture ou encore d'ornementation dans le règne végétal. Ces particularités de la feuille sont souvent caractéristiques d'une végétale, ou au moins d'un genre.

3.1.1.1 La composition de la feuille

La feuille est composée : - de pectine,
- de cellulose,
- de lignine.

Ces composants sont de grandes molécules chimiques « emprisonnant » de nombreux éléments minéraux tels que :

- calcium,
- potassium,
- sodium,
- magnésium,
- soufre,
- phosphore.

Lors de la décomposition des feuilles en humus, ces éléments sont relâchés dans le sol et contribuent à son amélioration.

Quatre critères permettent de décrire la feuille :

- La forme de la feuille,
- la division de son limbe
- Le bord de son limbe
- La disposition sur la tige

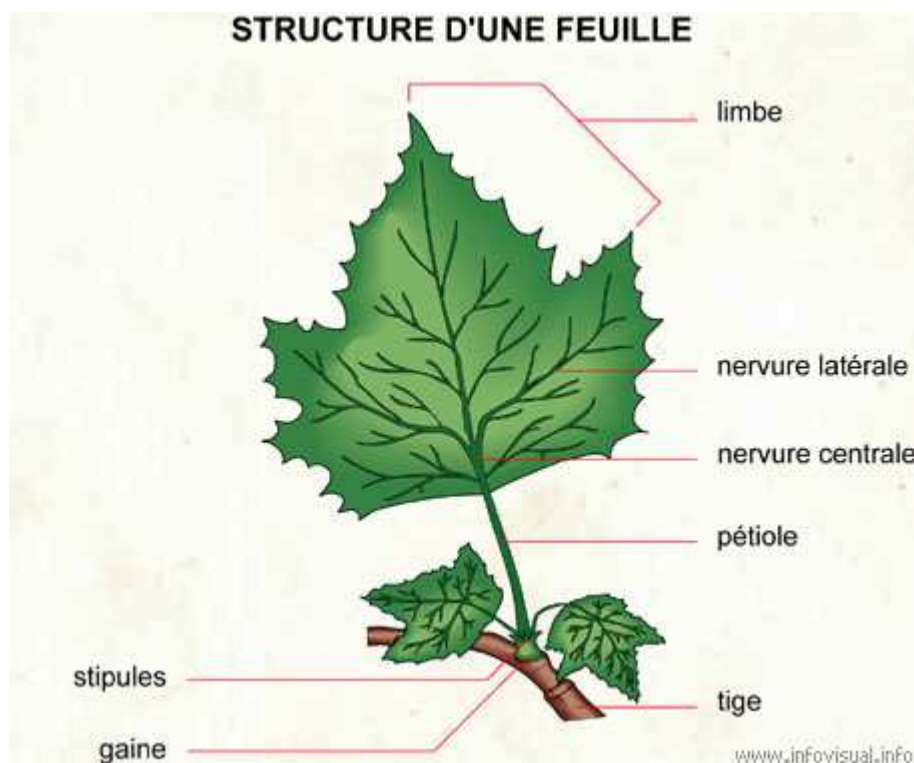
3.1.1.2 Spécialisations de la feuille

Les feuilles assurent généralement la fonction chlorophyllienne, mais celle-ci est assurée aussi, au moins partiellement, par la tige qui est généralement verte, et dont le parenchyme comporte des chloroplastes. Un bon exemple est le Genêt à balais, chez qui toute la tige est dite photosynthétique.

On trouve toute une variété de spécialisation :

- **chez les plantes épineuses**, les feuilles sont souvent transformées en *épines*. Il s'agit d'un mécanisme de défense contre la sécheresse, ou bien de défense contre le broutage des animaux herbivores ;

- **chez les plantes carnivores**, elles prennent des formes très spécialisées, en *urne* chez les Nepenthes, en piège chez les Dionées qui ont un limbe en deux parties munies d'aiguillons et capables de se replier l'une sur l'autre pour emprisonner des insectes ;
- **chez les plantes grasses ou succulentes**, les feuilles sont souvent transformées en organe de réserve ;
- **chez les plantes grimpantes**, les feuilles ou les folioles se transforment en vrilles leur permettant de s'accrocher à leur support. Parfois c'est le pétiole qui remplit cette fonction (Clématite) ;
- **chez les plantes aquatiques**, les feuilles peuvent se transformer en flotteurs (Jacinthe d'eau) ;
- **chez les plantes xérophiles (adaptées à la sécheresse)**, les feuilles peuvent se réduire en écailles ou aiguilles (Conifères). La plante diminue sa surface foliaire afin de limiter l'évapotranspiration. Ainsi le chêne vert peut avoir plusieurs formes de feuilles : en milieu favorable, où l'humidité de l'air n'est pas limitante, il aura des feuilles à limbe presque ovale, tandis qu'en milieu sec, les feuilles seront pour la plupart dentées.



Structure d'une feuille: organe chlorophyllien qui est fixé le long d'une tige ou d'un rameau; la photosynthèse se passe ici.

Limbe: partie principale de la feuille.

Nervure latérale: ligne divisant, mais pas entièrement, la feuille en lattes.

Nervure centrale: ligne divisant la feuille en deux.

Pétiole: partie de la feuille la reliant à la tige.

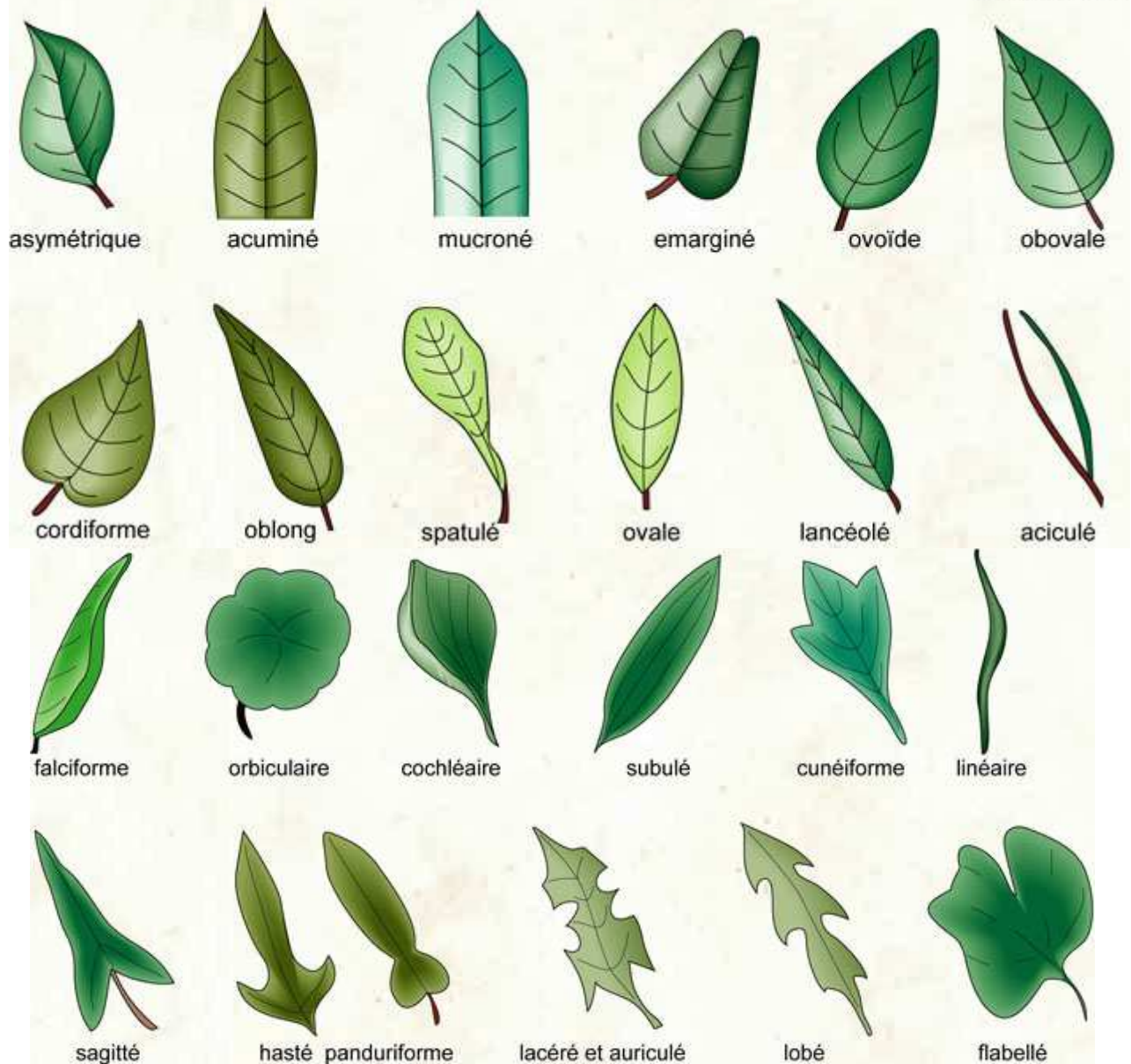
Tige: partie de la plante qui porte les feuilles.

Gaine: partie de la feuille qui rattache le pétiole à la tige.

Stipules: point d'insertion de la feuille.

FORMES DU LIMBE

www.inFovisual.inFo



Formes du limbe: partie principale de la feuille généralement large et aplatie.

Asymétrique: n'étant aucunement symétrique.

Acuminé: feuille dont la pointe est fine et allongée.

Mucroné: feuille dont la nervure centrale est allongée.

Émarginé: échancré à son extrémité.

Ovoïde: ayant une forme ressemblant à celle d'un oeuf.

Obovale: ayant une forme ressemblant à celle d'un oeuf inversé.

Cordiforme: ayant la forme d'un coeur.

Oblong: ayant une forme allongée.

Spatulé: dont la forme rappelle celle d'une spatule.

Ovale: ayant la forme d'un oeuf.

Lancéolé: ayant la forme d'une lance.

Aciculé: ayant une forme longue et mince

Falciforme: ayant la forme d'une faucille.

Orbiculaire: ayant la forme d'une orbite.

Cochléaire: ayant la forme d'une coquille.

Subulé: se terminant en pointe.

Cunéiforme: en forme de clou.

Linéaire: ayant la forme d'une ligne.

Sagitté: ayant la forme d'un fer à flèche.

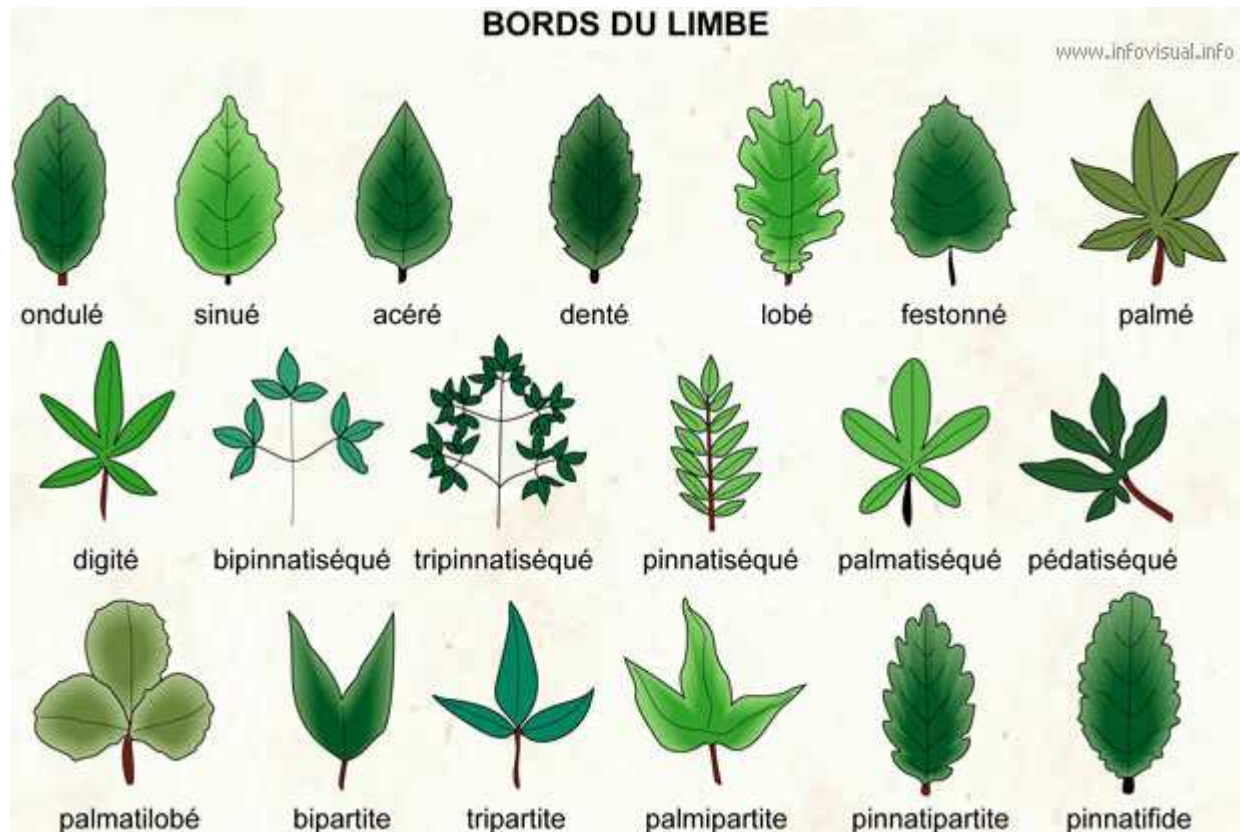
Hasté: ayant la forme d'un fer de lance.

Panduriforme: ayant une forme ressemblant à celle d'un violon.

Lacéré et auriculé: feuille semblant avoir été déchirée et qui est munie d'auricules.

Lobé: divisé en lobes.

Flabellé: ayant la forme d'un éventail



Bords du limbe: partie principale de la feuille généralement large et aplatie.

Ondulé: ayant une bordure rappelant la forme d'ondes.

Sinué: décrivant des sinuosités.

Acéré: ayant une bordure coupante.

Denté: ayant un bord ressemblant à des dents.

Lobé: ayant des lobes.

Festonné: ayant des festons.

Palmé: ayant des palmes.

Digité: ressemblant à des doigts.

Bipinnatiséqué: ayant 2 niveaux de pétioles dont les segments n'ont pas de pédoncule.

Tripinnatiséqué: ayant 3 niveaux de pétioles dont les segments n'ont pas de pédoncule.

Pinnatiséqué: ayant des parties semblables de chaque côté de l'axe central et sans pédoncule.

Palmatiséqué: ayant les nervures palmées et les lobes fendus jusqu'à la base du limbe.

Pédatiséqué: ayant des divisions palmées et dont les segments latéraux sont aussi divisés.







Palmatilobé: feuille palmée avec les lobes arrondis.

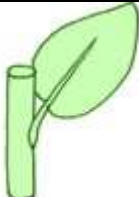
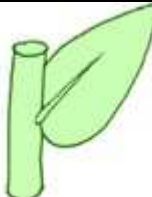
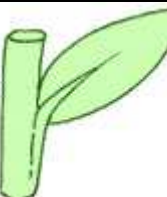
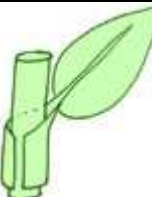
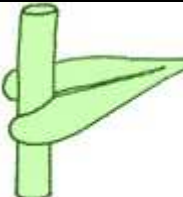
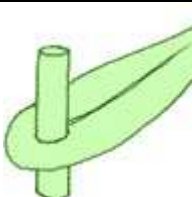
Bipartite: divisé en deux parties.



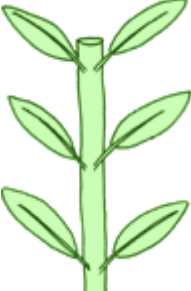


Tripartite: divisé en trois parties.

Palmatipartite: divisé presque jusqu'au bord du limbe.

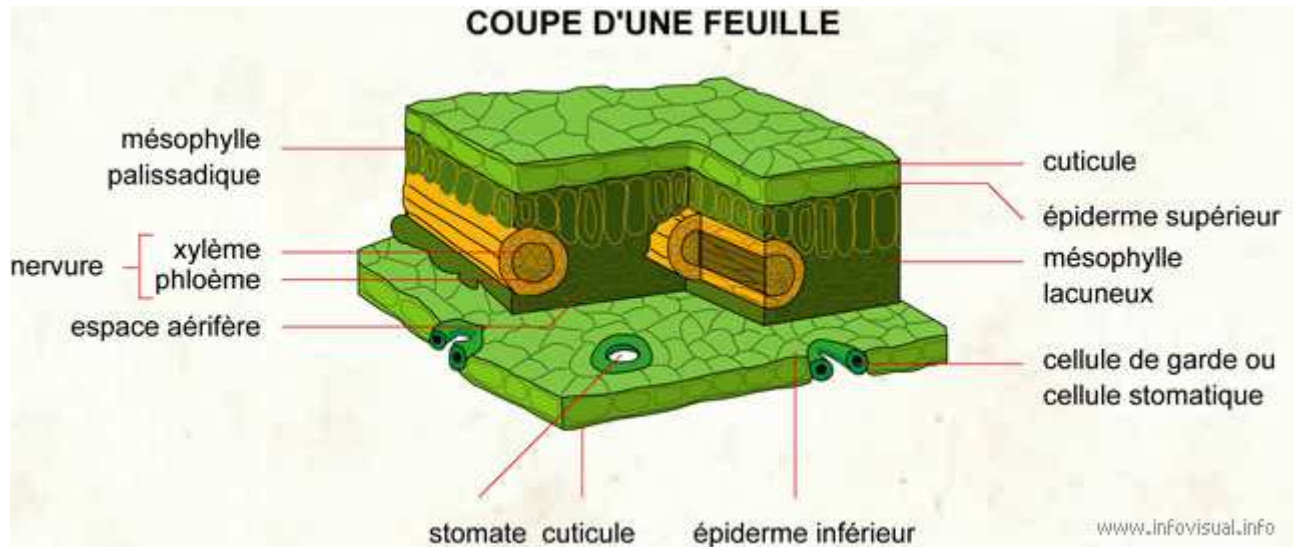
Pinnatifide: ayant des divisions de forme pennée.

Feuille à nervures pelletées	Feuille à nervures pennées	Feuille à nervures alternes	Feuille à nervures palmées	Feuille à nervures parallèles	Feuille à nervures anastomosées
					

Feuille pétiolée (la plus courante)	Feuille sessile (sans pétiole)	Feuille décurente	Feuille engainante	Feuille embrassante	Feuille perfoliée
					

Feuilles alternes distiques	Feuilles alternes hélicoïdales	Feuilles opposées	Feuilles opposées décussées	Feuilles verticillées
				

3.1.1.3 Les tissus d'une feuille



Coupe d'une feuille: organe chlorophyllien qui est fixé le long d'une tige ou d'un rameau; la photosynthèse se passe ici.

Cuticule: pellicule superficielle de la feuille.

Épiderme supérieur: couche supérieure de la feuille.

Mésophylle lacuneux: ensemble des cellules formant la couche centrale de la feuille.

Cellule de garde ou cellule stomatique: partie du stomate.

Épiderme inférieur: couche inférieure de la feuille.

Cuticule: pellicule superficielle de la feuille.

Stomate: organe de la feuille permettant les échanges gazeux.

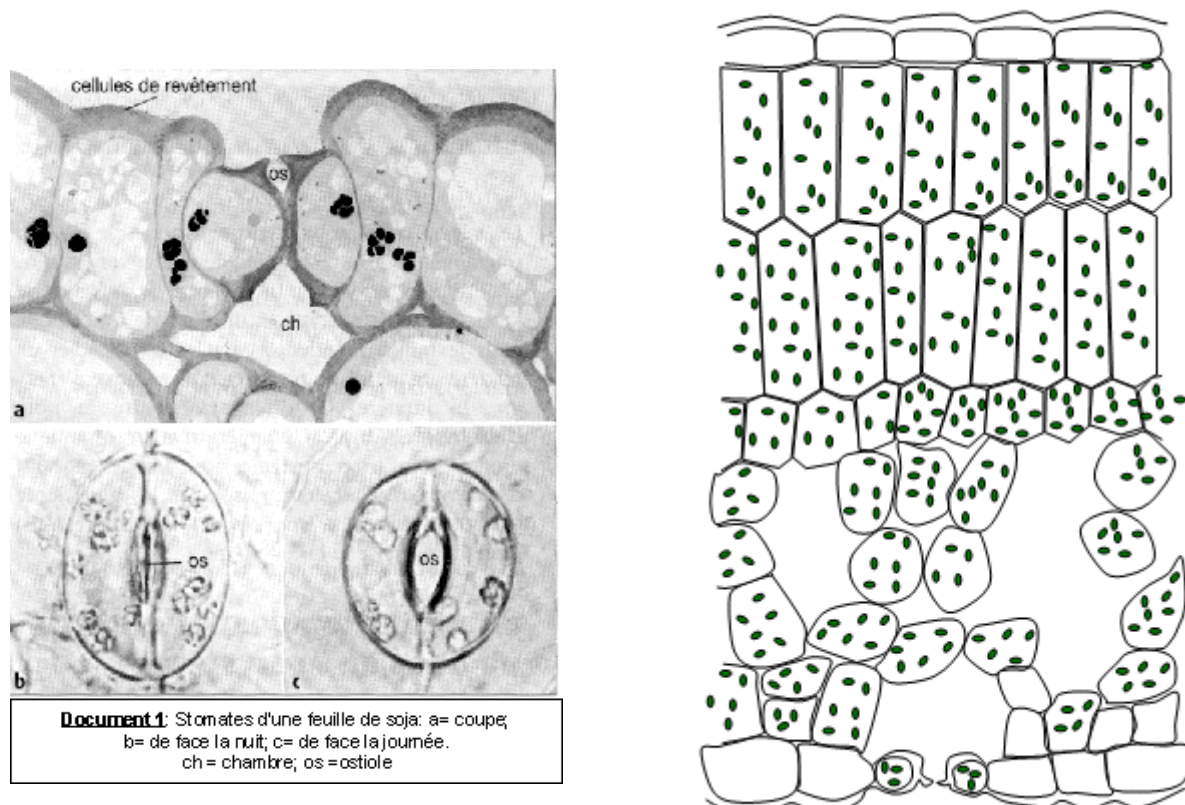
Espace aérifère: endroit dans lequel circule l'air.

Phloème: tissu conducteur de la sève et autres liquides.

Xylème: tissu végétal formant le bois.

Nervure: ligne traçant une division dans la feuille.

Mésophylle palissadique: ensemble des cellules formant les couches supérieure de la feuille.



4 LES RACINES

C'est à partir de la radicule de l'embryon que s'édifie la racine principale. C'est un organe souterrain, non chlorophyllien, à géotropisme positif et phototropisme négatif. La racine est capable de se ramifier pour élaborer un système racinaire dont le développement est fixé génétiquement par l'essence. La racine principale met alors en place des racines secondaires à géotropisme latéral et des racines d'ordre supérieur sans géotropisme défini. Les trois principales fonctions des racines sont l'ancrage au sol de l'arbre, le stockage de réserves mais surtout l'absorption hydrominérale.

C'est en ayant la rhizosphère (volume de sol parcouru par le système racinaire) la plus étendue que l'arbre augmente ses possibilités d'absorption hydrominérale et la meilleure fixation au sol.

4.1 Les grands types de racines

4.1.1 Les racines pivotantes :

Elles s'observent lorsque la racine principale garde sa prédominance lors de la mise en place de la ramification des racines. La racine principale s'enfonce profondément dans le sol. Il s'agit d'une adaptation liée à la rareté de l'eau en surface en régions sèches. La profondeur des racines pivotantes n'excède pas cependant les 1,50 m

4.1.2 Les racines traçantes :

Ce sont les racines secondaires qui ont le maximum de développement, la racine primaire ayant un arrêt assez rapide de son développement. L'ensemble des racines occupe alors la partie superficielle du sol.

4.1.3 Les racines fasciculées :

La racine primaire et les racines secondaires ont un développement d'égale importance (sans être aussi fort que les deux développements précédents).

4.1.4 Les racines pseudo-fasciculées :

Les racines se développent non pas à partir de la radicule mais à partir des entre-nœuds de la tige (racines adventives). C'est le cas des boutures et marcottes.

4.1.5 D'autres types d'adaptations du système racinaire

Comme les racines en échasses des palétuviers ancrés dans des sols mous, les racines suçoirs de végétaux parasites tels que le gui, ou encore les **pneumatophores** des cyprès chauves. Ce sont des organes respiratoires adaptés à des sols marécageux.

4.2 Morphologie du système racinaire (Cf. schéma)

Un même système racinaire comporte plusieurs catégories de racine, des "ramifications" que l'on peut regrouper en deux sous catégories :

4.2.1 Les racines ligneuses :

En forme de cône ou de cylindre. Les coniques (pivots et racines charpentières) sont très épaisses et sont pérennes, ce sont les racines primaires ; elles constituent le squelette de l'appareil racinaire. Les cylindriques sont plus fines et s'étalent assez rapidement, ce sont les racines secondaires ; elles participent à la colonisation du sol.

4.2.2 Les racines non ligneuses ou radicelles

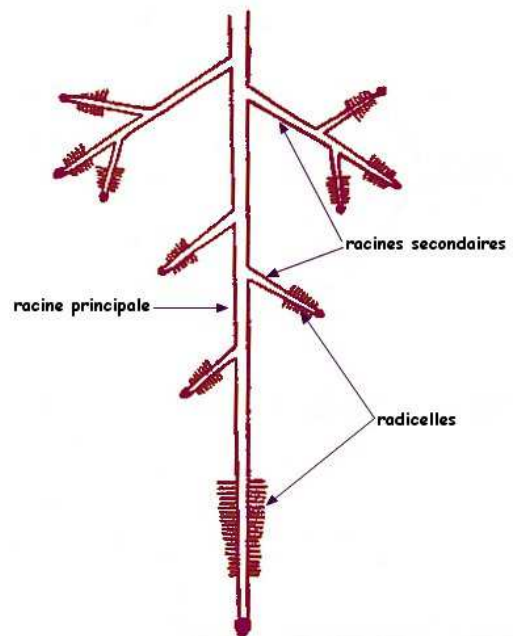
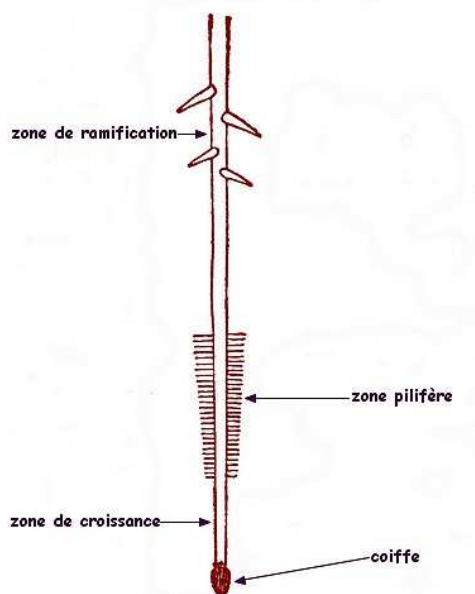
Ce sont des axes à courte durée de vie et dépourvus de croissance en épaisseur. C'est sur celles-ci que l'on trouve les poils absorbants par lesquels se fait l'absorption hydrominérale. Celles-ci comportent deux grandes régions morphologiques.

4.2.3 L'apex :

Il est constitué par un méristème primaire, zone de division cellulaire, qui contribue à l'accroissement longitudinal de la racine. Cette zone génère aussi la coiffe dont le rôle est de protéger l'apex racinaire de l'action mécanique du sol lors de sa progression.

4.2.4 Le corps de la racine :

Il correspond à tout le reste de l'axe. Constitué de trois zones successives ; une zone d'allongement en arrière du méristème primaire, une zone pilifère et une zone de ramification. Le corps de la racine est protégé par un tissu externe, le rhizoderme. Il porte également les poils absorbants au niveau de la zone pilifère. Ces derniers multiplient par plus de 20 la surface d'absorption de la racine.



4.3 Colonisation racinaire et surface d'échange

D'une manière générale, le système racinaire s'étend au delà de la projection au sol de la couronne (frondaison). On estime que le système racinaire d'un arbre de taille moyenne

occupe une surface de 100 m². Le volume de sol occupé par les racines est la rhizosphère. La quantité de radicelles produite est donc phénoménale et la surface d'échange qui en dépend, tout autant.

Selon une expérience menée sur le seigle, la surface d'échange serait de près de 80 Ha. Les racines mises bout à bout représenteraient 622 Km avec un accroissement quotidien de 5 Km. Pour les poils absorbants les chiffres s'élèvent à 10 620 Km de longueur avec un accroissement de 90 Km par jour.

4.3.1 Les mycorhizes

Toutes les plantes vivent en association avec des champignons. L'association entre une racine et un champignon est appelée mycorhize. Cette association à bénéfices mutuels (symbiose) entre les racines et des champignons permet le transfert du carbone (sucres) de la plante vers le champignon et le passage de l'eau et des éléments minéraux difficiles à assimiler (comme le phosphore) du champignon vers la plante.

Moins la fertilité du sol est importante, plus la plante a besoin de ces champignons.

Il existe deux types de mycorhizes :

4.3.1.1 Les endomycorhizes :

Le champignon est essentiellement à l'intérieur des cellules de la racine. Ces champignons ne sont pas visibles à l'œil nu.

4.3.1.2 Les ectomycorhizes :

Elles ne se trouvent que sur les grandes essences forestières sociales des régions tempérées (Pinacées, Fagacées, Bétulacées, Salicacées) en association avec plusieurs centaines de champignons Ascomycètes et Basidiomycètes supérieurs (russules, bolets, lactaires, cortinaires, sclérodermes, chanterelles, truffes, bolets, amanites, etc...). Le champignon enveloppe la racine dans un manteau, étale son mycélium dans le sol.

Remarque : La diversité des mycorhizes est plus importante sur les sols acides.

4.3.1.3 Racines et compactions des sols

Tout arbre a besoin d'oxygène. Il faut donc faire attention aux sols goudronnés ou dallés (il ne faut pas qu'il y est d'étanchéité) ni de compaction du sol de surface qui tasse la terre autour des racines. En effet 80% des poils absorbants se situent dans les 30 premier cm du sol. (Cf. travaux de décompaction du sol ou mulching).

De pus la compaction des sols nuit aux mycorhizes des racines. Très abondantes en milieu naturel, elles sont beaucoup plus réduites sur le système racinaire des arbres urbains qui souffrent souvent des sols compactés et appauvris dans lesquels ils ont du mal à se développer. Le "mulching", consistant à apporter en surface de la matière organique, améliore la qualité du sol en favorisant l'activité biologique et mycorhizienne et en limitant l'évaporation de l'eau du sol.

Remarque : des arbres, grâce à des nodules (bactéries) peuvent survivre dans des sols anoxiques (sur les berges près de l'eau par exemple) en cassant les molécules d'eau pour en extraire l'oxygène (saule, aulne, platane...). Ces essences sont d'ailleurs utilisées en aménagement de bord de rivière.

4.4 Rôle de la racine

La racine est un organe vital de la plante, qui se forme très tôt lors du développement de la plante, dès le début de la germination. Elle a plusieurs rôles au sein de la plante :

- **ancrage au sol** (sol plus ou moins meuble) ou sur une paroi ; selon la granulométrie du substrat, la racine se développe et se ramifie plus ou moins. L'aspect du système racinaire change généralement d'une espèce de plante à une autre : un chêne a des racines développées en profondeur, alors qu'un peuplier a un système racinaire de surface.
- **absorption** de l'eau et des nutriments du sol, et leur transport au reste de la plante pour sa croissance et aux feuilles pour la photosynthèse. Le transport est réalisé par l'évaporation foliaire tractante principalement (évapotranspiration), mais aussi par la pression racinaire due à l'absorption active d'eau.
- **support d'associations symbiotiques** complexes avec les micro-organismes (bactéries et champignons) qui vont, par exemple, aider à la solubilisation du phosphore, à la fixation de l'azote atmosphérique, au développement de racines secondaires.
- **décolmatage du sol**
- **création de sol**. Les molécules et enzymes sécrétés par les racines et leurs manchons symbiotiques contribuent à la formation du sol. Les racines de nombreux arbres sécrètent des acides organiques assez puissants pour ronger les pierres calcaires et en libérer le calcium et d'autres minéraux utiles pour les espèces qui produisent et exploitent l'humus.
- **communication**. Certaines espèces d'arbres peuvent anastomoser leurs racines à celles d'arbres de la même espèce et ainsi mettre en commun des ressources hydriques et nutritives. Ces anastomoses peuvent aider une souche ou un arbre gravement blessé à survivre et à mieux résister à l'érosion des sols, pentes et berges. Quand la connexion n'est pas directement physique, des communications via le tissu mycorhizien peuvent exister. L'anastomose ne doit pas être confondue avec la production d'un nouvel arbre (clone) à partir d'une racine.

On a découvert que des linéaires d'arbres, des bosquets, voire des parties importantes de forêts pouvaient être anastomosés, ce qui laisse supposer qu'il s'agit d'un avantage évolutif important, car l'anastomose est suspectée de pouvoir aussi - a priori - être l'occasion du passage rapide de pathogènes d'un arbre à l'autre lorsque l'un des arbres est infecté.

5 La tige

5.1 description d'une tige

Les tiges relient les racines aux feuilles en faisant circuler la sève brute et la sève élaborée, parfois sur de grandes longueurs. Les tiges des arbres permettent de disposer les feuilles à un optimum de lumière.

Le passage de la structure racine à la tige, constitue le **collet**. Au dessus du collet se trouve la tige principale ou **tronc**. C'est un axe à géotropisme négatif et phototropisme positif. Ce dernier se divise ensuite en d'autres tiges ou **ramifications**.

Toutes les tiges sont construites par une succession de nœuds et d'entre-nœuds. Si les entre-nœuds sont à l'origine de l'allongement de la tige par la croissance intercalaire, c'est au niveau des nœuds que se développent les feuilles et les bourgeons.

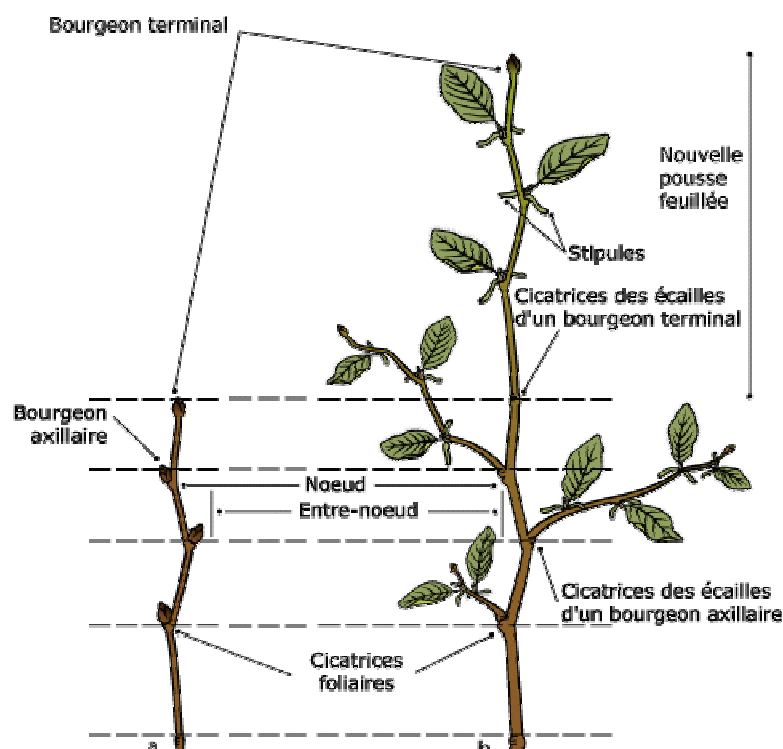
La tige porte des feuilles sur des renflements appelés **nœuds**. L'espace entre deux nœuds consécutifs est l'**entre-nœud**. L'extrémité de la tige est constituée du **bourgeon terminal**. A

insertion de la feuille sur la tige on trouve un petit bourgeon appelé **bourgeon axillaire** qui parfois débourre et se développe en un **rameau axillaire** ou tige secondaire. Cette tige secondaire a la même structure que la tige principale et se termine également par un bourgeon terminal. Les bourgeons terminaux permettent à la tige principale et aux rameaux axillaires de s'allonger.

Dans le cas d'un arbre, la tige est constituée du tronc et des branches. Les branches supportent des rameaux (qui sont des branches de dernier ordre). Si l'on prélève au printemps un jeune rameau ou pousse feuillée, on retrouve la structure de base d'une tige avec son bourgeon terminal, ses nœuds et entre-nœuds, ses feuilles, ses bourgeons axillaires et sa couleur verte.

En réalité, troncs et branches ne sont rien d'autres que des tiges épaisses et très dures constituées de tissu ligneux ou bois, de couleur généralement brune.

Néanmoins, au cours de l'été, elles s'épaississent suite à l'activité de l'assise cambiale, se lignifient et perdent leur couleur verte et leur souplesse.



A l'automne et en hiver, pour la plupart des espèces feuillues, les pousses perdent leurs feuilles et rentrent dans une phase de vie ralentie. Au printemps suivant et en été, les bourgeons font naître de nouvelles pousses feuillées.

5.2 Les types de bourgeons

Comme décrit ci-dessus, un rameau feuillé de l'année porte un bourgeon terminal entouré de bourgeons latéraux à son extrémité et, à l'aisselle des feuilles, des bourgeons axillaires. Si certains meurent accidentellement ou naturellement (déterminisme génétique), d'autres entrent en dormance par inhibition de ceux qui débourrent et deviennent des **bourgeons proventifs**. Ce sont eux qui expriment les gourmands en cas de stress. Ces gourmands ont un débourrement anarchique, sont de petite taille et sont amenés à dépérir vite. Au niveau de blessures, un arbre génère des **bourgeons adventifs** qui vont donner suite à des **rejets** pour remplacer la partie perdue. Ces rejets sont **durables**. Chez certaines espèces, les drageons sont des bourgeons prenant naissance sur des racines. C'est à partir de tous ces

bourgeons qui débourent que s'obtient le développement donc l'architecture de l'arbre et son port.

5.3 Port de la tige

Lorsque la tige croît verticalement, on dit que sa croissance est **orthotrope**. Lorsque cette croissance est plutôt horizontale, on parle de croissance **plagiotrope**. La tige principale d'un arbre ou tronc a une croissance normalement orthotrope, par contre les rameaux ont une croissance plagiotrope.

On distingue également le port des tiges en fonction du développement de bourgeons dominant. Ainsi un port **arborescent** est caractérisé par une **acrotonie** (élaboration d'un tronc par un bourgeon principal – croissance monopodiale) et une **hypotonie** (développement préférentiel des bourgeons dirigé vers le bas qui donnent ensuite les plus gros rameaux). Le port **buissonnant** est caractérisé par une **basitonie** (développement de plusieurs bourgeons en même temps dès la le collet) et une **épitonie** (développement préférentiel des bourgeons dirigés vers le haut qui donnent ensuite les plus gros rameaux).

5.4 Dominance apicale

La **dominance apicale** est l'**action inhibitrice** qu'exerce la région apicale d'une plante en pleine croissance sur l'initiation ou le développement d'axes latéraux (axillaires ou adventifs). Cette inhibition peut être totale ou partielle.

C'est le mécanisme qui permet à l'arbre de se ramifier.

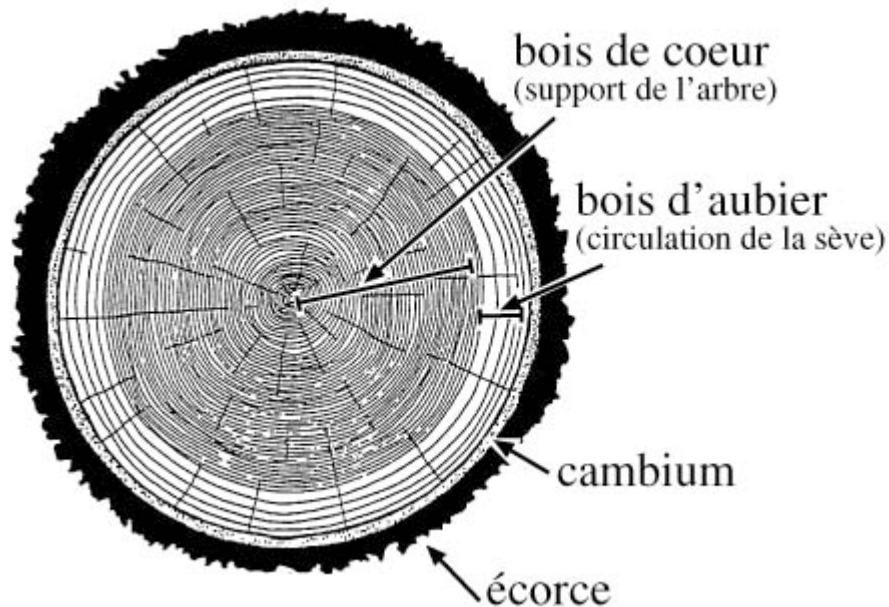
De nombreuses expériences ont démontré que le siège de la dominance apicale se situe dans le bourgeon terminal. En effet, lorsque celui-ci est excisé, une croissance importante des bourgeons axillaires est observée.

Les bourgeons apicaux des jeunes pousses synthétisent un **phytohormone l'auxine** qui est transférée par les sèves aux bourgeons sous-jacents et qui bloque leur développement. C'est pourquoi la dernière pousse formée par le tronc ou les branches se présente comme une flèche dépourvue de rameaux latéraux l'année même de son apparition.

D'autre part, l'auxine est une molécule **photosensible**, détériorée par la lumière.

5.5 La croissance d'un arbre : Un arbre, comment ça pousse ?

Le gazon pousse à partir de la base vers le haut. Vous tondez le gazon : la zone de croissance, située tout en bas du brin d'herbe, pousse vers le haut et quelque temps après, vous devez tondre le gazon à nouveau. Les arbres sont complètement différents.



Le tronc de l'arbre croît en diamètre seulement; il demeure donc toujours à la même hauteur. La croissance en hauteur se fait à partir du bourgeon situé à l'extrémité de chaque branche. Si on coupe le bout d'une branche, sa croissance se fera désormais dans une direction sensiblement

différente, à partir du bourgeon le plus près de la coupe.

La croissance en diamètre du tronc et des branches s'effectue à partir d'une mince couche de cellules situées sous l'écorce, et appelée cambium. Le cambium génère le bois vers l'intérieur de l'arbre et l'écorce vers l'extérieur. Lorsqu'une partie du cambium est abîmée ou arrachée, il ne se fera plus de croissance à partir de cet endroit. Ce sont les tissus situés autour qui refermeront la plaie.

Chez les feuillus, la sève monte et descend dans des vaisseaux situés dans la partie la plus externe de l'arbre, le bois d'aubier. C'est la partie vivante du bois de l'arbre. Toute la partie centrale, le bois de cœur, sert principalement au support de l'arbre.

L'écorce protège l'arbre contre tout ce qui pourrait lui nuire : température extrême, rayons solaires, insectes, bactéries, blessures mécaniques, etc. Sa présence est essentielle.

Les branches servent à porter les feuilles qui, par la photosynthèse, permettent la vie de l'arbre et la nôtre! Les grosses branches sont insérées directement sur le tronc, les petites le sont sur les grosses, etc. Elles sont si bien imbriquées, qu'elles peuvent normalement soutenir des poids considérables.

Toutefois, le bois de branche se distingue nettement du bois de tronc. À la rigueur, une branche peut être considérée comme un corps étranger qui serait inséré dans le tronc ou dans une autre branche.

6 Absorption et transit de l'eau et de substances minérales dans la plante

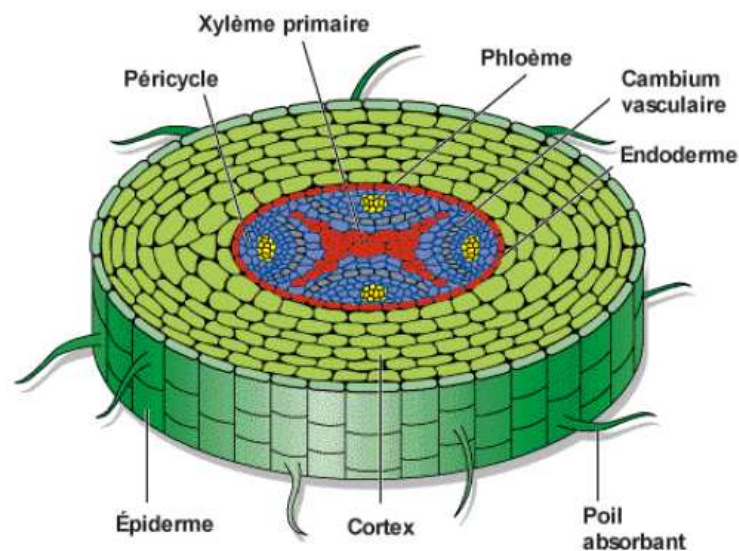
6.1 Du milieu extérieur au poil absorbant :

La racine est constituée de différentes cellules qui forment différentes zones :

- Les poils absorbants et l'épiderme à l'extérieur
- La zone corticale ou cortex
- L'endoderme

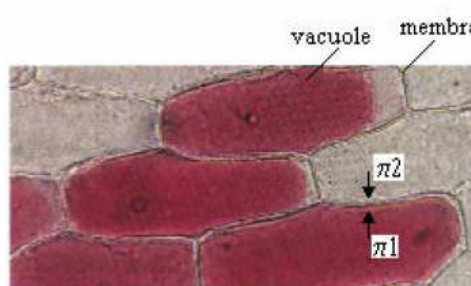
Il existe deux types de vaisseaux conducteurs qui conduisent deux sèves différentes :

- **Le xylème** : c'est le vaisseau conducteur de la sève brute qui est essentiellement constituée d'eau et de sels minéraux.
- **Le phloème** : c'est le vaisseau conducteur de la sève élaborée qui est essentiellement constituée des produits de la photosynthèse.

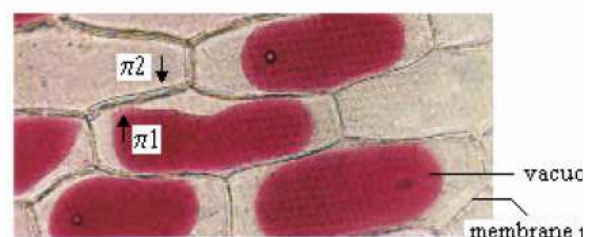


Les racines portent dans la zone voisine de leur extrémité de très nombreux poils constituant la zone pilifère. Un poil absorbant est une cellule allongée qui peut atteindre 1mm de long sur 0,01mm de diamètre avec une très grande cavité interne : la vacuole. Le contenu de la vacuole ou suc vacuolaire est constitué d'eau et de substances dissoutes. Le poil absorbant est en contact, par sa face externe, avec l'eau du sol qui contient également des substances dissoutes. Or, la concentration du suc vacuolaire est supérieure à celle du milieu extérieur. L'eau pénètre donc par osmose dans les poils absorbants et se retrouve stockée dans la vacuole (voir la figure a ci-dessous).

L'osmose peut également fonctionner en sens inverse et tuer une plante. Dans le cas d'un apport important d'engrais autour d'une plante, créant ainsi une situation où la solution dans le sol est plus forte que dans la plante, il en résultera que la plante perdra son eau, flétrira et bientôt s'asséchera complètement. Les vacuoles deviendront de plus en plus petites jusqu'à la mort de la cellule (cf. figure b ci-dessus)



a cellule d'oignon rouge placées dans un milieu faiblement concentré



b cellule d'oignon rouge placées dans un milieu fortement concentré

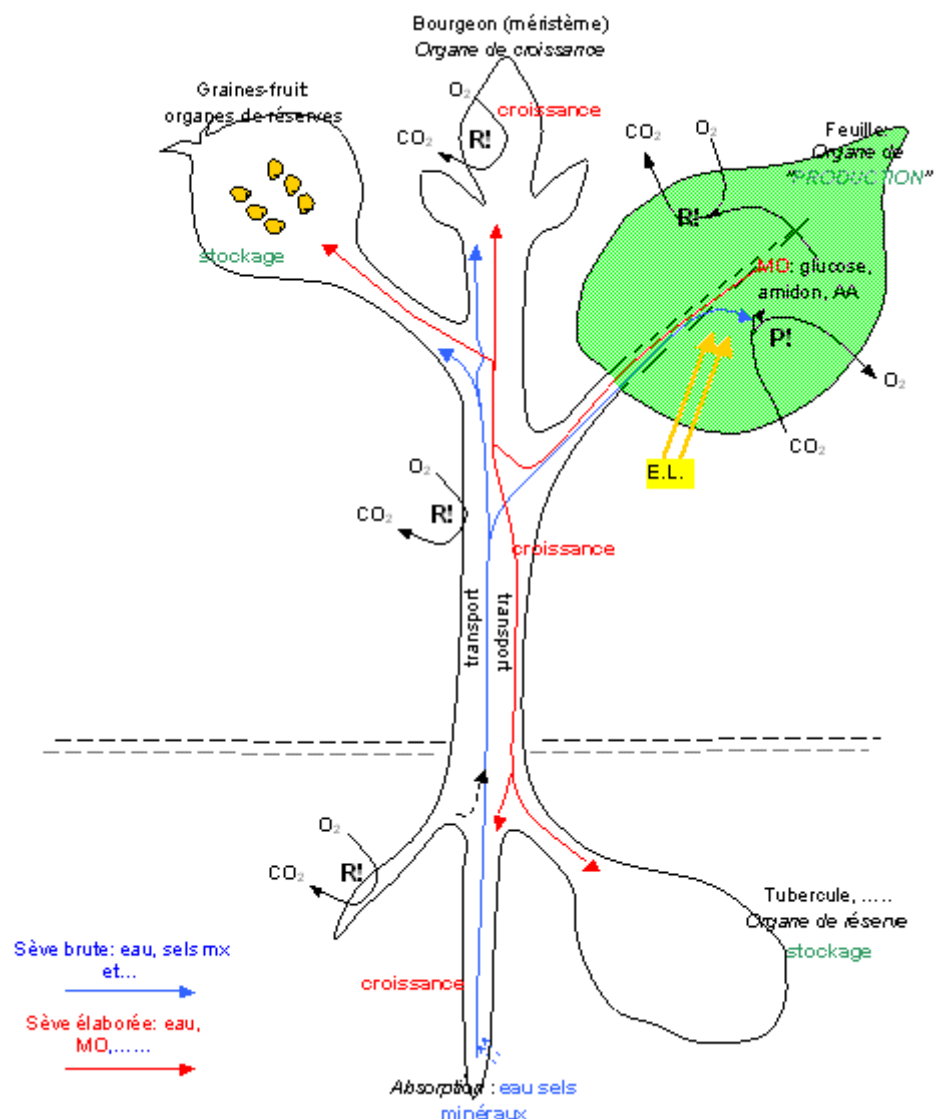
6.2 Des poils absorbants au xylème :

Sous la couche de cellules correspondant aux poils absorbants on trouve des cellules non différenciées, assez grandes, formant une écorce : la zone corticale. La couche la plus interne de cette zone corticale est formée d'une rangée de cellules plus petites et régulières formant l'endoderme. A l'intérieur de l'endoderme se trouve le cylindre central dans lequel on peut voir des faisceaux conducteurs : xylème et phloème. Des mesures de la pression osmotique dans le poil absorbant et dans les cellules de la racine, montrent qu'elle s'accroît progressivement au fur et à mesure que l'on pénètre à l'intérieur de la racine. Ceci permet de comprendre le passage d'eau depuis le poil absorbant jusqu'à l'endoderme par osmose. **C'est un phénomène passif.**

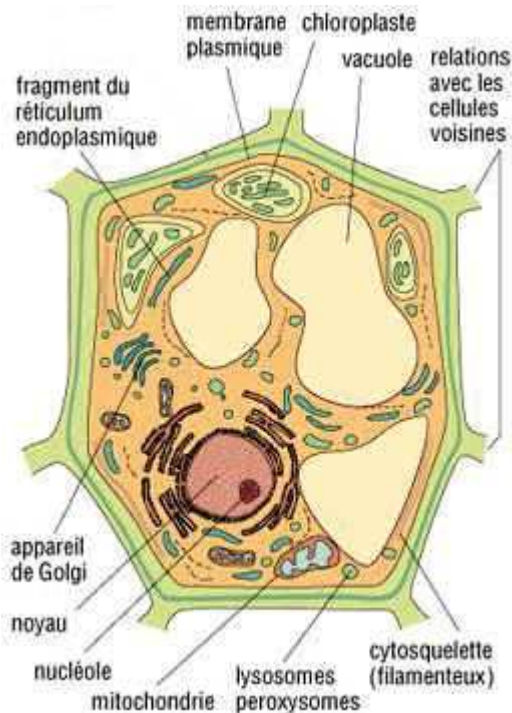
En hydroponique, la mesure constante de la concentration des sels minéraux offre une solution adéquate au bon développement de la plante. De cette façon, il n'y a pas d'assèchement.

Par cette culture, les plantes reçoivent la solution nutritive en qualité et quantité nécessaire et peuvent même se développer jusqu'à un point qui n'est pas atteint dans la nature. Les racines sont nourries à l'extrême, elles accumulent une quantité maximale de sels minéraux.

Or, au niveau de l'endoderme, la pression osmotique plus faible, due à la montée de la sève dans le xylème, ne permet pas de continuer selon le même principe. La plante doit donc opérer un pompage actif de l'extérieur vers l'intérieur de l'endoderme grâce à de l'énergie fournie par la respiration cellulaire. **C'est un phénomène actif qui consomme de l'énergie.**



7 La photosynthèse et la respiration



Les végétaux sont souvent dits autotrophes, cela signifie qu'ils peuvent créer de la matière organique (glucose dans notre cas) à partir d'éléments inorganiques (l'eau par exemple).

La cellule végétale et les organites impliqués dans la photosynthèse et la respiration :

Les éléments de cette cellule nous intéressant sont les mitochondries : siège de la respiration cellulaire et les chloroplastes : siège de la photosynthèse.

Et oui, tout le monde sait que les plantes sont des organismes photosynthétiques mais beaucoup ignore qu'elles respirent également !!

La photosynthèse et la respiration sont des réactions inverses

7.1 Photosynthèse :

La photosynthèse est la fabrication de matière organique à partir de matière minérale en présence de lumière.

Les chloroplastes dont le pigment est la chlorophylle (responsable du captage de l'énergie lumineuse) sont le siège de la photosynthèse. Elle ne se produit qu'en présence de lumière, cette dernière apportant l'énergie nécessaire à la réaction.

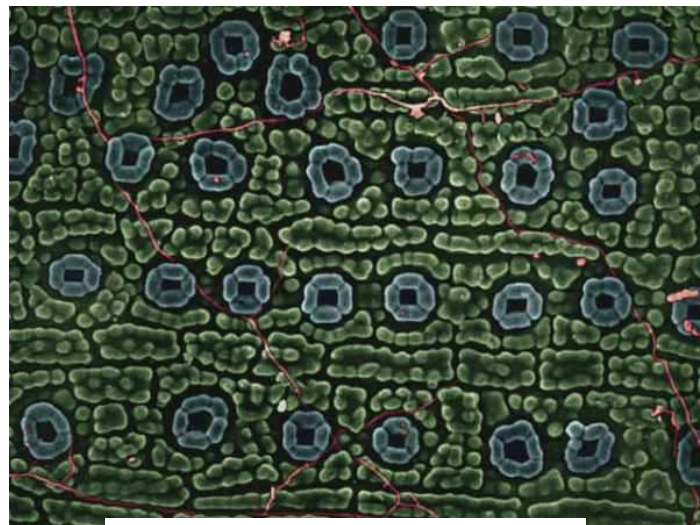
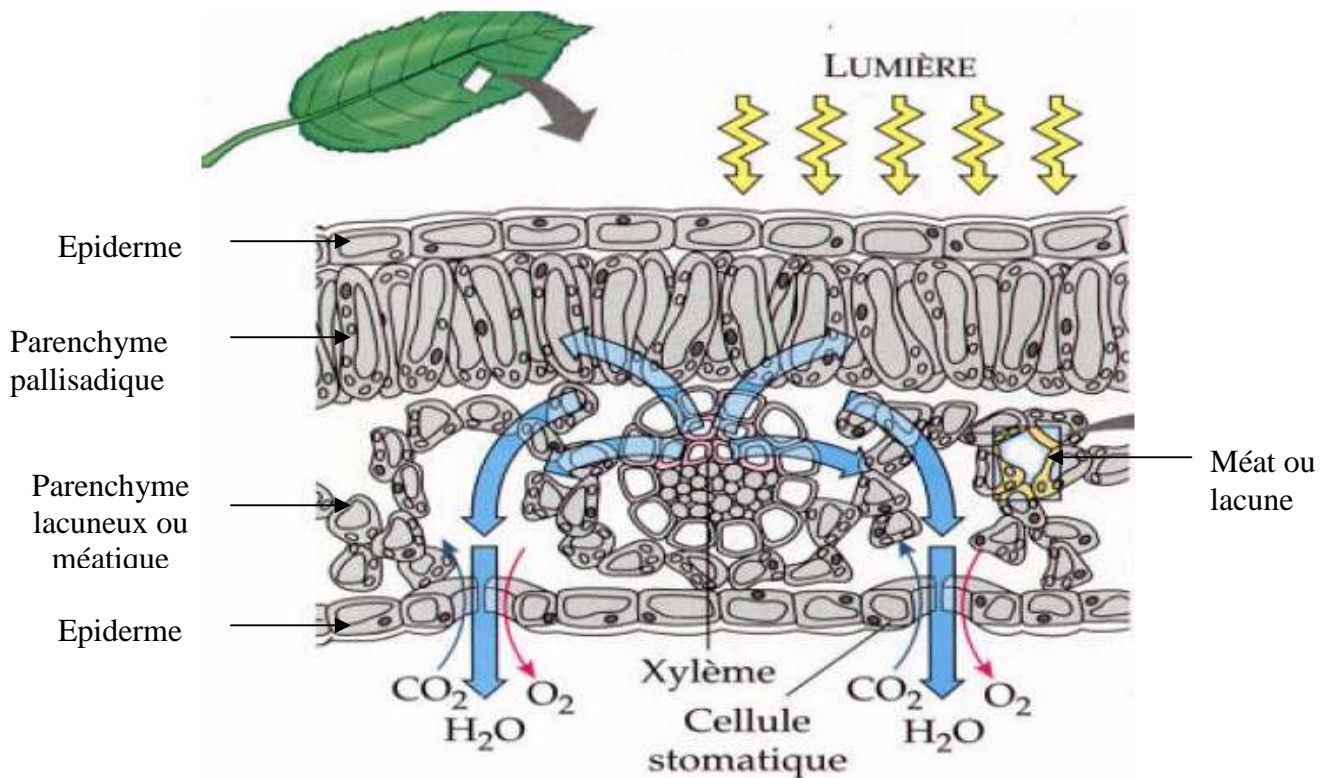
Énergie lumineuse + Gaz carbonique (CO₂) + eau (H₂O) → Glucose (C₆H₁₂O₆) + oxygène (O₂)

En voyant cette réaction à partir de laquelle la plante tire sa matière organique et assure ainsi sa survie, on comprend bien l'importance de la lumière et du CO₂.

S'il n'y a pas de lumière, il n'y a pas de photosynthèse et la plante mourra.

S'il n'y a pas assez de gaz carbonique, la quantité de matière organique (donc de nourriture) produite sera moindre et la plante peinera à survivre...

La circulation de l'eau et des gaz dans la feuille



Photographie de stomates ouverts (agrandissement x350)

7.2 Respiration

La respiration cellulaire se passe dans les mitochondries. Il s'agit de la transformation de nutriments obtenus lors de la photosynthèse (glucose) avec production d'énergie nécessaire à la survie de l'organisme.

Contrairement à la photosynthèse, cette réaction n'est pas catalysée par l'énergie lumineuse, elle se passe donc de jour comme de nuit. C'est à cause de cette production nocturne de CO₂ qu'il est déconseillé de dormir à proximité de trop de végétaux.

Glucose (C₆H₁₂O₆) + Oxygène (O₂) → Gaz carbonique (CO₂) + eau (H₂O) + Energie

8 Multiplication des végétaux

Consiste en l'augmentation du nombre d'individus. Selon qu'il y ait ou non intervention de gamètes, on parle de reproduction sexuée ou de multiplication végétative.

La graine est le point de départ d'un nouvel individu. La graine est formée dans le fruit, lequel succède à une fleur. Le nombre de graines formées par une plante est très variable, le plus souvent, de très nombreuses graines sont formées et contribuent à la dispersion et à la multiplication de l'espèce.

La formation de la graine est le résultat d'un processus de fécondation d'un ovule par un grain de pollen.

Nous allons commencer par étudier les voies de multiplication « asexuée » ou plus exactement de multiplication végétative.

8.1 Multiplication végétative (asexuée)

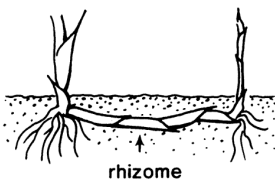
Il s'agit de portion de plantes qui, après séparation de la plante mère, reconstituent de nouveaux individus qui lui sont rigoureusement identiques au point de vue génétique (clones).

L'Homme utilise ces modes de multiplication à chaque fois qu'il désire des populations homogènes, généralement pour conserver les caractères qui l'intéressent. En horticulture, notamment, la plupart des plantes sont propagées végétativement.

Nous distinguerons les modes naturels de multiplications végétatives de ceux mis en œuvre par l'Homme.

8.1.1 Modes naturels

- La fragmentation : des extrémités de pousses feuillées séparées accidentellement (intempéries, piétinement, etc.) forment des racines et reconstituent de nouveaux individus. Ex : Cactaceae



- Les rhizomes croissent à une extrémité et meurent de l'autre, en cas de ramification, les rameaux deviendront tôt ou tard indépendants. Beaucoup de plantes herbacées vivaces sont dans ce cas. Elles forment des touffes de plus en plus étendues. Ex : le Sceau de Salomon.
- Les tiges rampantes à la surface du sol et susceptibles de s'enraciner. Ex : Le lierre

- Les stolons sont des tiges rampantes spécialisées qui réalisent une multiplication végétative très active. Ils portent des pousses qui s'enracinent et deviennent des individus indépendants. Ex : Le fraisier.



- Formation de bourgeons
 - Dans le bulbe principal. Ex : Les plantes à bulbe, l'ail.
 - A l'aisselle de feuille ou sur la tige.
 - Sur les racines : ce sont des drageons. Ex le prunellier.
 - Sur les feuilles de certaines plantes comme le Bryophyllum (cf. photo ci contre)

8.1.2 Modes artificiels

- Eclatage ou division de la souche

Chaque morceau comprend au moins un bourgeon, une portion de tige et une ou plusieurs racines. La plupart de plantes herbacées qui ont des rhizomes peuvent être multipliées de cette façon.



- Marcottage par buttage

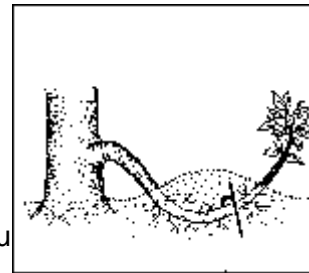
En buttant la base des plantes vivaces herbacées, chacune d'elle forme de racines ; il suffit de séparer chacune des tiges.

- Marcottage proprement dit

On provoque l'apparition de racines sur la tige, soit en la courbant pour qu'elle touche le sol, soit en l'entourant d'un substrat humide. Aux endroits où les racines doivent

apparaître on peut faire des incisions dans l'écorce et ajouter des hormones. Après l'apparition des racines, on sépare le nouveau sujet.

Le marcottage n'est généralement utilisé que pour les plantes qui sont réfractaire au bouturage.



- Bouturage

On obtient un nouveau sujet au départ d'une portion incomplète de la plante mère (généralement sans racine.)

- A partir de rameau (Ex saules)
- A partir de feuilles (Ex le bégonia)
- A partir de racine (Ex anémones)

- Greffage

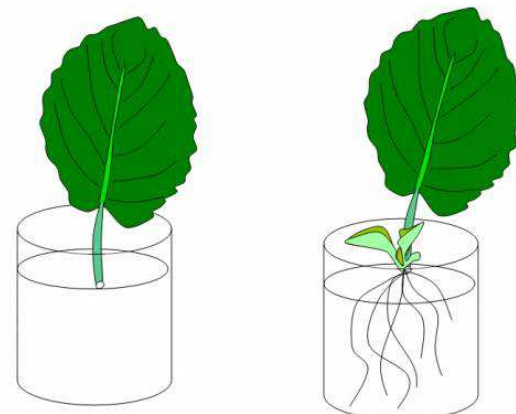
Constituer une plante complète à partir d'une plante complète, le porte greffe, et d'une portion d'une autre plante, le greffon. Cette technique est principalement utilisée pour les espèces ligneuses.

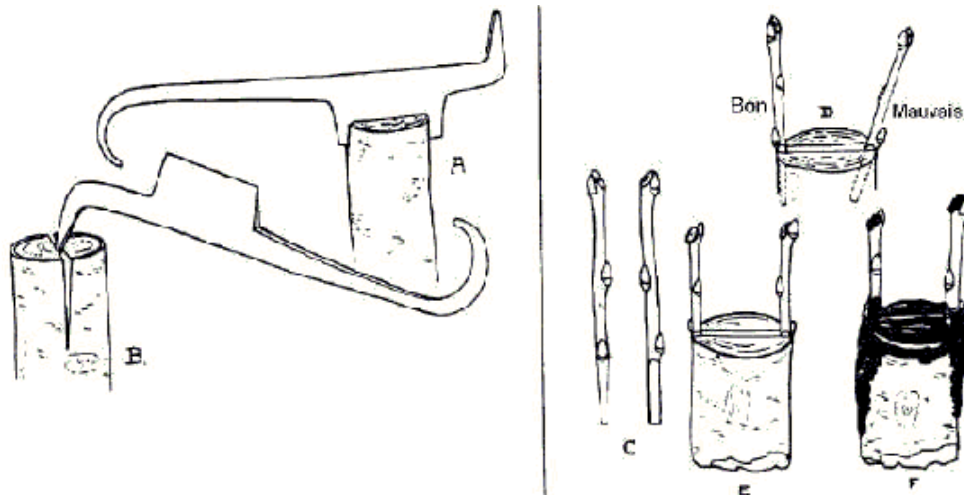
Pour greffer il faut que :

- le porte greffe et le greffon soient très proches d'un point de vue systématique (même genre, même espèce) ;
- le contact à établir doit être tel que les systèmes conducteurs des deux parties soient en continuité

Ainsi on peut greffer un simple rameau sur une branche (arbres fruitiers), une portion ne comportant qu'un bourgeon et un petit bout de tige (écussonnage des rosiers).

bouturage saintpaulia dans eau ou gélose (1%) - observation après 2 à 3 mois





- Multiplication végétative « in vitro »

Par culture « in vitro », il faut entendre la culture de fragments de plantes, parfois extrêmement petit, enlevés et placés en conditions stériles sur un milieu nutritif adéquat à leur croissance.

Cette technique permet d'obtenir très rapidement des plantes. Ainsi, un bourgeon de rosier cultivé in vitro peut donner jusqu'à 300.000 rosiers par an. Par cette méthode on peut obtenir 50.000 plants par an de framboisier à partir d'un seul bourgeon. On peut aussi arriver à obtenir plus de 10 millions de plants/porte greffe.

8.2 La reproduction sexuée

La reproduction sexuée est le cas le plus commun, même si certaines plantes ont développé d'autres moyens de reproduction, comme le fraisier qui ne peut pratiquement plus se reproduire par les graines.

Ce type de reproduction permet non seulement la meilleur adaptation à l'environnement, mais assure une descendance différente du sujet parent, ceci à la condition expresse qu'il n'y ait pas autofécondation.

Quatre étapes sont à distinguer :

1. l'élaboration de l'ovule et du pollen
2. la fécondation
3. la fructification
4. la dissémination des fruits.

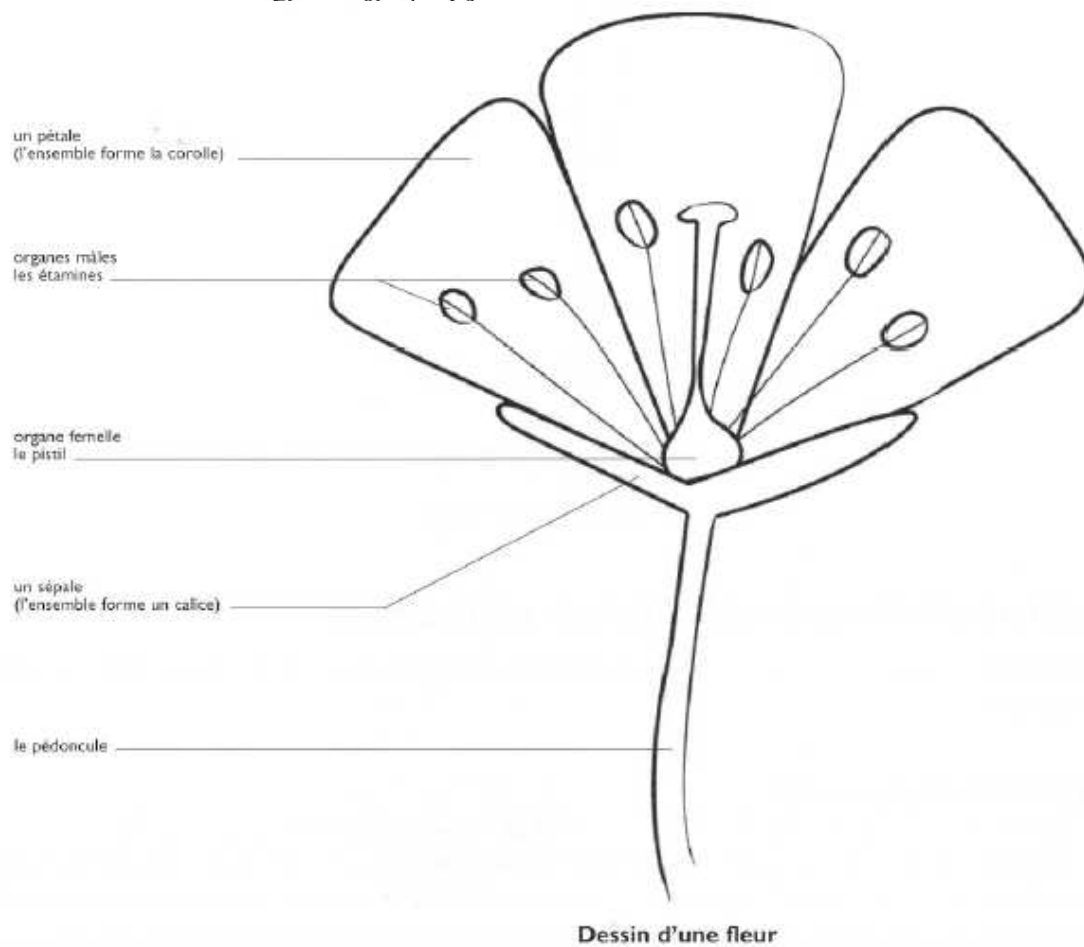
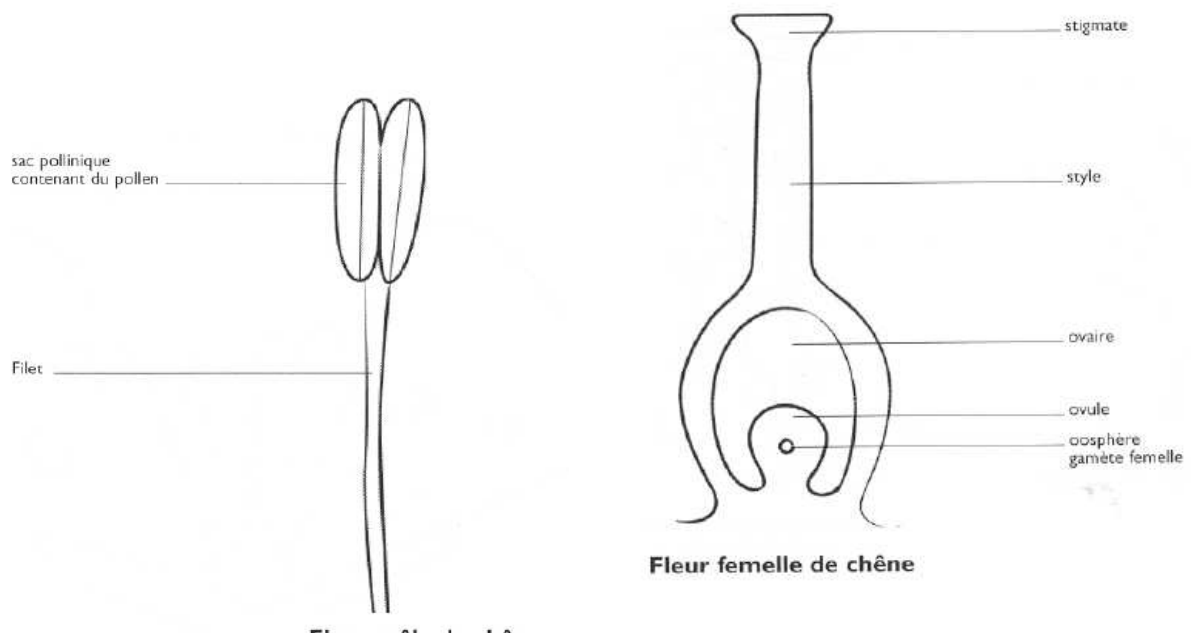
Les phases 1 et 3 font partie de la pousse normale de la plante. Mais les phases 2 et 4 sont souvent très originales et font appel à d'autres facteurs. Nous allons les détailler ci-dessous.

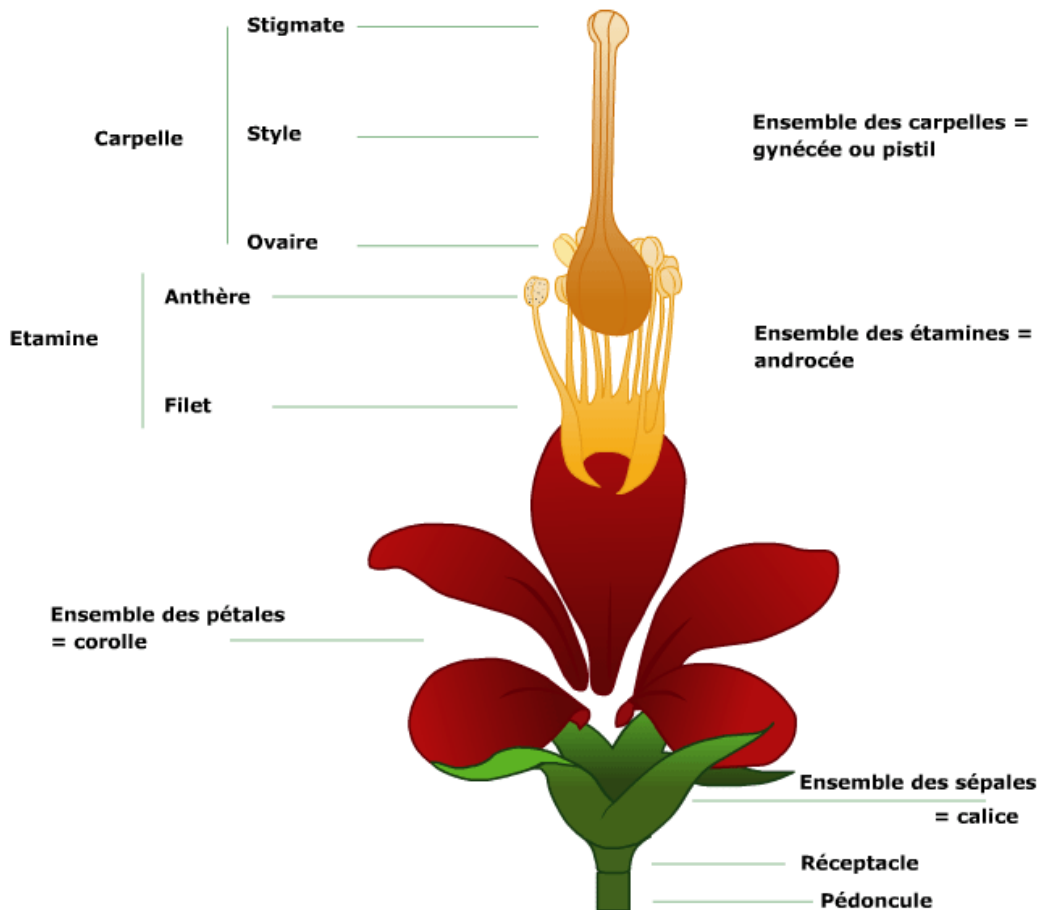
8.2.1 L'élaboration de l'ovule et du pollen

L'ovule et le pollen sont élaborés dans les fleurs des végétaux. Certaines plantes ont des fleurs qui ont à la fois les organes mâle et femelle. Parfois une plante peut avoir des fleurs mâles et femelles distinctes sur elle, tandis que d'autres ne portent que des fleurs mâles ou que des fleurs femelles.

Anatomie d'une fleur

Il existe, de multiples sortes de fleurs. Nous allons choisir de décrire deux fleurs courantes (chêne et autre). Leur observation laisse apparaître l'existence de plusieurs organes différents.





Les organes femelles

Le pistil est composé d'une partie creuse : l'ovaire. Celui-ci contient de petits éléments ronds : les ovules. Ces derniers sont disposés de plusieurs façons différentes suivant les espèces. Chaque ovule contient une cellule reproductrice femelle. Ainsi, il existe une différence avec les animaux. Chez les végétaux l'ovule n'est pas le gamète femelle mais contient ce dernier.

Les organes mâles

Les étamines possèdent à leur extrémité des sacs polliniques. Ils contiennent des grains de pollen. Chacun de ces grains contient un gamète mâle.

8.2.2 La pollinisation et la fécondation

Le principal problème de la fécondation est le transport du pollen vers les ovules (sachant que la nature rejette dans la mesure du possible l'autofécondation) La nature va donc utiliser tous les moyens mis à sa disposition comme le vent, l'eau, les insectes pour apporter le grain de pollen sur le pistil, c'est la pollinisation.

Chez les graminées le pollen, qui est produit en grande quantité, est emporté par le vent; c'est lui qui provoque le "rhume des foin". Leurs fleurs n'ont pas de corolle (donc ni couleur, ni parfum) et n'ont pas besoin d'attirer les insectes.

Pour les conifères, le transport du pollen (qui se trouve sur des axes chargés d'étamines serrées) se réalise aussi grâce au vent qui l'emporte vers les pommes de pin qui le retiennent afin qu'il se dépose directement sur les graines.

Vous avez remarqué comme certaines plantes sont odorantes et ont des couleurs vives ! Le but est d'attirer par tous les moyens abeilles ou papillons qui vont transporter (malgré eux) le pollen. Ceux-ci, attirés par le nectar, le parfum et la couleur de la corolle, mettent les pattes dans le pollen qui s'accroche à leurs poils. Les sacs de pollen accrochés aux étamines sont très accessibles et en allant de fleur en fleur, les insectes déposent celui-ci sur le pistil, souvent un peu gluant qui le retient. Des phénomènes chimiques vont ensuite trier le pollen avant d'accepter les grains qui doivent pénétrer dans l'ovule.

Les abeilles sont les insectes les plus communs ainsi que les bourdons ou les guêpes mais certaines plantes, en particulier celles dont les fleurs sont vertes ou brunes, en attirent d'autres ainsi l'arum est fécondé par des moucherons qui sont emprisonnés dans la fleur puis libérés après s'être frottés contre le pollen.

8.2.3 La dissémination des fruits pour la reproduction.

Cette phase constitue également un problème pour les végétaux; en effet, pour se reproduire au mieux, une plante a intérêt à disséminer ses graines le plus loin possible. D'abord pour ne pas être gênée elle-même et ensuite pour s'étendre sur une surface la plus grande possible.

Là aussi, tous les moyens les plus extraordinaires sont mis en oeuvre par la nature.

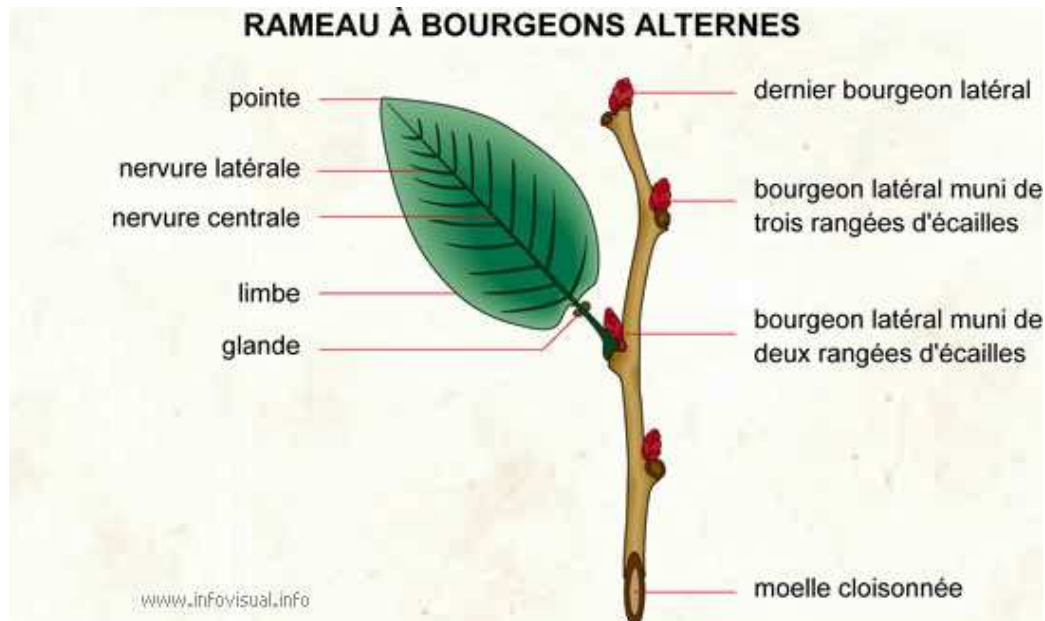
La dissémination par le vent est la plus courante. Certains fruits ont des aigrettes qui sont des touffes de poils en forme de pinceau permettant le transport par le vent. Exemple : pratiquement toutes les composées et notamment le pissenlit.

Nous avons tous déjà soufflé sur les boules blanches des pissenlits. Eh bien vous faites exactement ce que le pissenlit attendait de vous ! Certains arbres développent des sortes de petites feuilles aux formes diverses mais très efficaces comme le tilleul, le frêne.

Mais, vous êtes vous déjà demandé pourquoi ces délicieux fruits que sont les pommes, les poires, existaient sur terre ? Existait-il juste pour qu'on les mange ? Eh bien oui. C'est un des moyens de dissémination des graines. Ces fruits charnus sont mangés par les mammifères qui rejettent ensuite les graines non digérées ailleurs dans la nature. Leurs belles couleurs sont aussi là pour attirer les animaux.

D'autres fleurs ont mis au point de véritables catapultes qui permettent d'éjecter les graines au loin. Dans le cas des impatiences, les fruits murs s'ouvrent soudainement en s'entortillant sur lui-même au moindre effleurement, et en projetant les graines jusqu'à 2 mètres. Curieusement, un synonyme de cette plante est "ne me touchez pas".

Certaines plantes ont développées sur leurs fruits de petits crochets qui se prennent dans le pelage des animaux. Vous connaissez le gaillet grateron ? C'est cette mauvaise herbe qui colle et qui vous laisse une multitude de petites boules à poils sur les pulls ? Et bien en retirant ces boules quelques mètres plus loin, vous faites exactement ce qu'elle attendait de vous !



Rameau à bourgeons alternés: petite branche.

Dernier bourgeon latéral: formation végétale destinée à devenir une feuille, située sur la partie latérale du bout de la branche.

Bourgeon latéral muni de trois rangées d'écailles: formation végétale destinée à devenir une feuille, recouverte de trois rangées de petites plaques protectrices.

Bourgeon latéral muni de deux rangées d'écailles: formation végétale destinée à devenir une feuille, recouverte de deux rangées de petites plaques protectrices.

Moelle cloisonnée: partie centrale de la branche.

Glande: partie de la feuille sécrétant une substance.

Limbe: partie principale de la feuille.

Nervure centrale: ligne divisant la feuille en deux.

Nervure latérale: ligne divisant, mais pas entièrement, la feuille en lattes.

Pointe: extrémité de la feuille.