

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen
Faculté de Médecine Dr Benaouda Benzerdjeb
Département de Pharmacie
Laboratoire de botanique médicale et cryptogamie

Polycopié pédagogique

Appareil végétatif des angiospermes

À l'usage des étudiants en 1^{ère} année Pharmacie

Conçu par :

Dr NEGADI Siham

Maitre-assistante hospitalo-universitaire en cryptogamie et botanique médicale

Mai 2025

Objectifs d'apprentissage

- ❖ Acquérir une base relative à l'appareil végétatif des angiospermes contributive pour la compréhension de la systématique et la taxonomie végétale.
- ❖ Identifier et analyser l'organisation et le rôle des différents organes végétatifs de la plante.

Compétences visées

Être capable de réaliser des études morphologiques des différents organes de l'appareil végétatif des angiospermes (analyse de l'appareil racinaire, analyse de la tige, identification de types foliaires) et d'en tirer les conclusions en terme d'adaptation au milieu et au mode de vie.

Plan du cours

I- Introduction

II- Système racinaire

- 1- Définition
- 2- Morphologie
- 3- Différents types des systèmes racinaires
- 4- Adaptations particulières
- 5- Racine et symbiose

III- Système caulinair (tige)

- 1- Définition
- 2- Morphologie
- 3- Croissance et ramification
- 4- Différents types caulinaires
- 5- Adaptations particulières

IV- Système foliaire

- 1- Définition
- 2- Morphologie
- 3- Nervation
- 4- Différents types foliaires
- 5- Phyllotaxie
- 6- Durée de vie
- 7- Adaptations

I. Introduction :

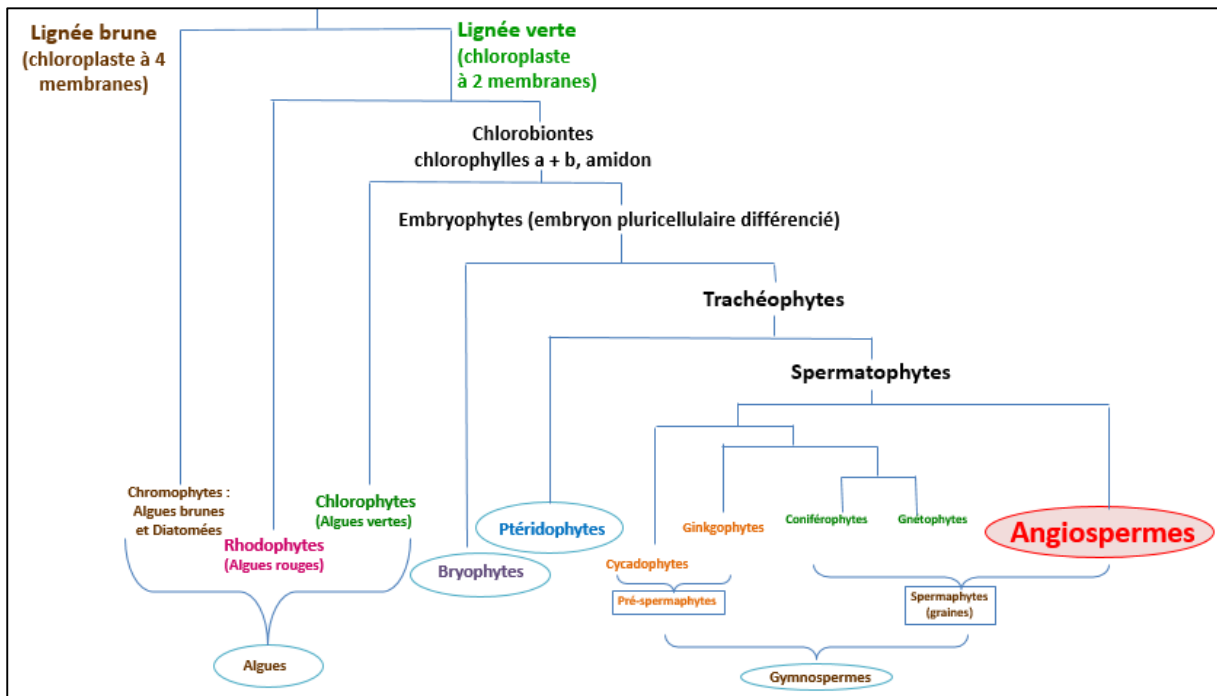
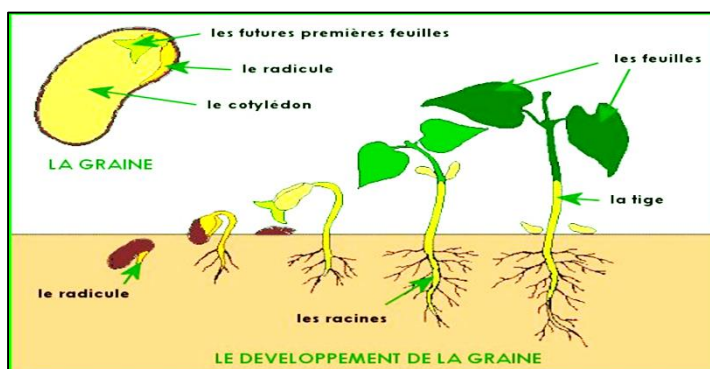


Figure 01 : Présentation synoptique des divisions du règne végétal actuel

Les angiospermes sont des plantes à fleurs ou des plantes à ovules protégées par un ovaire. Ils représentent le groupe le plus évoluée et le plus diversifié du règne végétal. Ils sont phanérogames, caractérisés par l'apparition d'un appareil reproducteur typique : la fleur, et d'un ovaire protégeant les ovules. Ce sont des cormophytes dont l'appareil végétatif est un **cormus** constitué des organes suivants : racine, tige et feuilles qui proviennent de l'embryon. Les angiospermes sont répartis en monocotylédones et dicotylédones.



Origine	Organe végétatif correspondant
Radicule	Racine
Tigelle	Tige
Gemmule	Feuilles

Figure 02 : Germination de la graine et formation des organes végétatifs

II. Système racinaire :

1. Définition :

La racine est un organe généralement sous-terrain de l'axe végétatif, de forme cylindrique, provenant du développement de la radicule embryonnaire, à accroissement du haut vers le bas et donc géotropisme positif et phototropisme négatif. Les principales fonctions assurées par la racine sont :

- Fixation de la plante au substrat (sol, mur,...);
- Absorption de l'eau et des sels minéraux ;
- Accumulation des réserves.

2. Morphologie externe de la racine :

Dans un système racinaire, de l'apex racinaire au collet, on distingue 4 régions :

1-Coiffe: petit capuchon qui recouvre l'extrémité de la racine, protégeant le tissu méristématique, et permet la pénétration et la progression dans le sol par la production de mucilage lubrifiant.

2-Zone d'élongation (de croissance, lisse) : situé derrière la coiffe, est responsable de l'élongation cellulaire.

3-Zone pilifère pourvue de poils absorbants, site d'absorption d'eau et de sels minéraux

4-Zone subéreuse (de ramification): joue un rôle de protection grâce à sa paroi imprégné de subérine. C'est aussi le siège de formation des racines latérales secondaires.

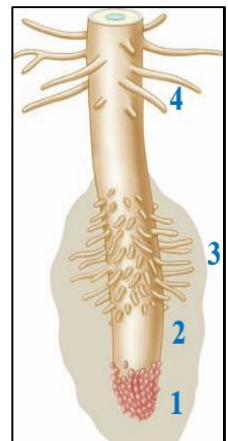


Figure 03 :
Morphologie externe de la racine

3. Différents types de systèmes racinaires :

A- Système racinaire pivotant :

La racine principale, appelée **pivot**, est **importante** (dimensions) par rapport aux racines secondaires. Ce système est retrouvé chez les dicotylédones (ex: Pissenlit).

B- Système racinaire fasciculé :

La racine principale avorte ou cesse de croître, le système est formé alors de ramifications équivalentes (taille et diamètre). C'est le cas de nombreuses monocotylédones particulièrement appartenant à la famille des Poacées : blé, maïs, orge, riz ...

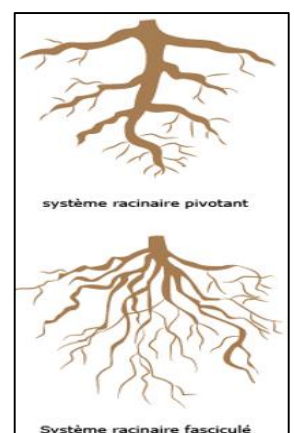


Figure 04 :
Schéma des systèmes racinaires pivotant et fasciculé

La présence dans la nature des deux systèmes racinaires permet l'exploitation de différents niveaux du sol : celles fasciculées exploitent les couches superficielles alors que celles pivotantes y pénètrent profondément.

C- Racines adventives:

Ces racines **ne proviennent pas** de la radicule embryonnaire. Elles se développent sur des endroits différents du lieu naturel de croissance: à la surface des tiges (aériennes ou souterraines), des feuilles...

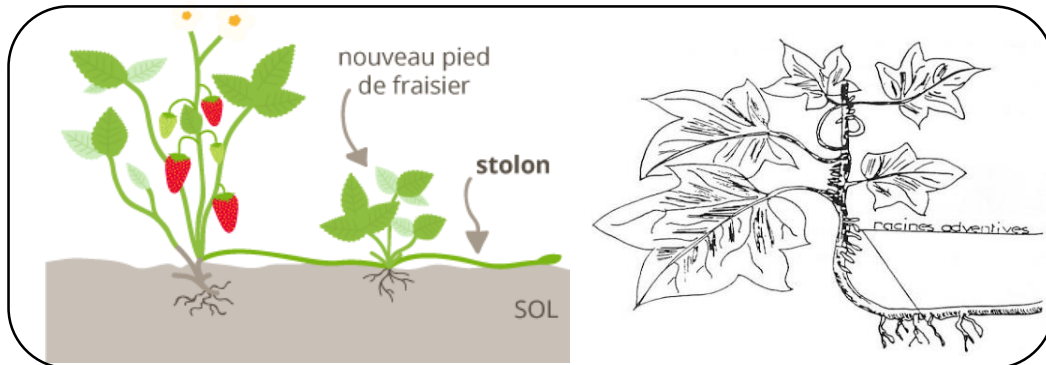


Figure 05 : Racines adventives (à gauche, chez le fraiser ; à droite, le lierre)

4. Adaptations particulières des racines :

A. Adaptations fonctionnelles :

- ❖ **Racines tubérisées** : racines hypertrophiées par accumulation des réserves, les matières qui s'y accumulent au cours d'une année sont utilisées par la plante dans les années suivantes. (ex : carotte, betterave)
- ❖ **Racines crampons** : assurent la fixation de la plante sur un support, ex: Crampons de lierre.
- ❖ **Racines suçoirs**: certaines plantes parasites transforment leurs racines en suçoir qui pénètrent dans les tissus parasitée et détournent à leur profit les éléments nutritifs (ex: gui).
- ❖ **Racines piliers** : certains *Ficus* ont des racines qui naissent sur les branches, parviennent au sol et fonctionnent comme des piliers soutenant l'arbre.
- ❖ **Racines aériennes** : comme chez les orchidées épiphytes, jouent le rôle d'organe de fixation, sont capables d'absorber l'eau ou sa vapeur et peuvent être chlorophylliennes et fonctionner comme un organe assimilateur.

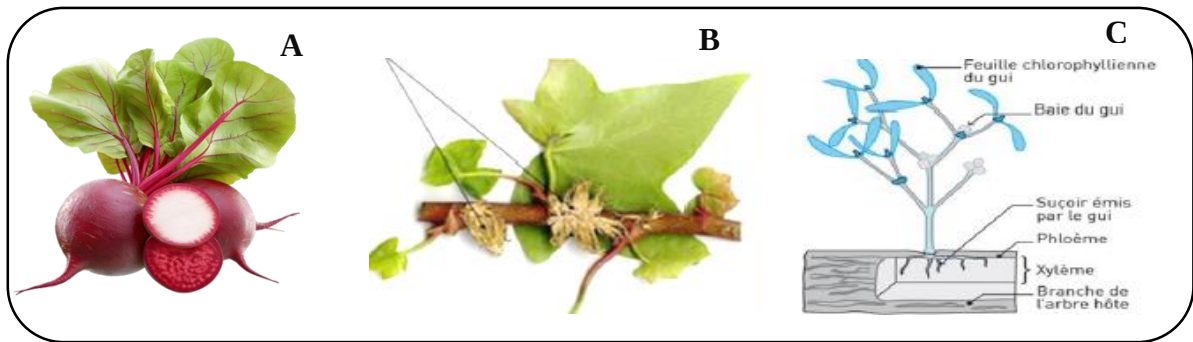


Figure 06 : Différentes adaptations fonctionnelles de la racine (A : R. tubérisées, B : R. crampons ; C : R. suçoires)

B. Adaptations en fonction du milieu :

❖ En milieu désertique:

- **Racines verticales** : racines pivotantes qui atteignent plusieurs mètres de profondeur. C'est le cas des arbrisseaux des zones arides.
- **Racines latérales** : dans les régions sèches à faible pluviométrie apparaissent des racines latérales (ex : cactus).

❖ En milieu aquatique:

- **Racines pneumatophores**: ce sont des racines respiratoires dressées à géotropisme négatif des arbres dont les racines sont fréquemment immergées. Ils grandissent à la verticale et émergent du sol ou de l'eau pour assurer les échanges gazeux.

5. Racine et symbiose :

A. Nodosités : excroissances de la racine des espèces de la famille des fabacées (ex : petit pois, fève,...) en forme de bourrelets ou nœuds envahies par des bactéries du genre *Rhizobium* qui fournissent de l'azote à la plante et en puisent du glucose.

B. Mycorhize : symbiose ou association à bénéfice réciproque entre une racine et un champignon. La plante assure au champignon hétérotrophe la nutrition carbonée, qui lui fournit en retour l'eau et les sels minéraux.

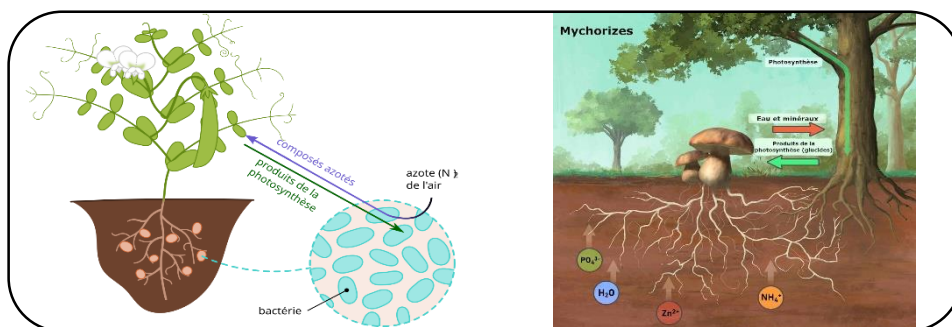
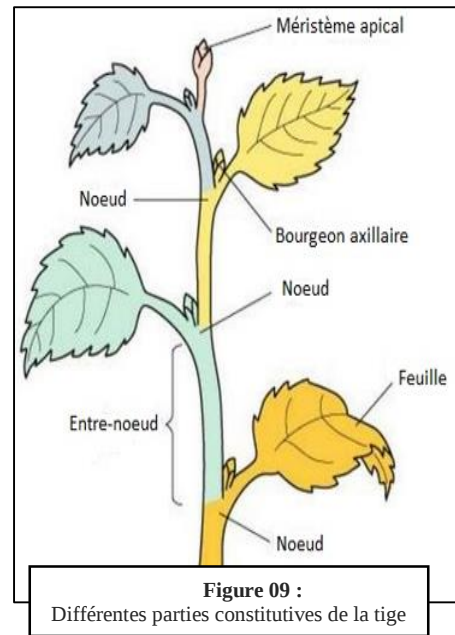
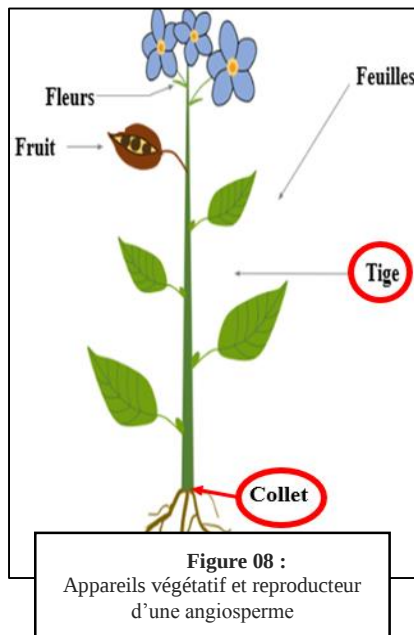


Figure 07 : Schémas représentatifs des nodosités racines et mycorhizes

III. Système caulinaire (tige) :



1. Définition :

La tige est l'axe végétatif (caule) généralement aérien, qui porte les organes aériens : bourgeons, feuilles, fleurs et fruits et qui provient de la tigelle embryonnaire. Elle a un géotropisme négatif et un phototropisme positif. Elle se rattache à la racine par le collet et se ramifie généralement en branches et en rameaux.

Les principaux rôles qui lui sont attribués sont : le support des organes aériens et la conduction des sèves brute et élaborée.

2. Morphologie de la tige :

La tige est souvent allongée et cylindrique. Le sommet (apex) porte le bourgeon terminal (ou apical). Elle est constituée de trois parties :

❖ Axe principal :

Il existe deux types morphologiques :

- *Plantes herbacées*: axe mince et souple.
- *Plantes ligneuses*: Axe épais, très dure, difficile à briser ramifié en plusieurs branches.

❖ Nœuds:

Ce sont des parties plus ou moins renflées au niveau desquels s'insèrent les feuilles. Les espaces situés entre deux nœuds sont les entre nœuds.

❖ Bourgeons:

Ils sont constitués de cellules méristématiques.

On distingue deux types :

- **Bourgeon terminal** : assure la croissance en longueur de la tige.
- **Bourgeons axillaires** : assurent la ramification de la tige et sont situés à l'aisselle des feuilles, ils donnent naissance à des rameaux feuillus ou fleuris.

NB : Certains bourgeons adventifs peuvent apparaître en diverses positions : autour de cicatrices, sur les feuilles ou les racines (drageons).

3. Croissance et ramification de la tige :

La ramification chez les phanérogames est latérale

- ❖ **Croissance monopodiale (en grappe)** : le bourgeon terminal croît *indéfiniment*, et donne chaque année une nouvelle pousse. Les bourgeons latéraux se développent dans l'ordre de leur apparition (de la base au sommet). Ex : peuplier d'Italie, sapin,...
- ❖ **Croissance sympodiale (en cyme)** : le bourgeon terminal s'arrête de fonctionner, la croissance est alors assurée par les bourgeons axillaires proches du sommet. Il existe deux types :
 - **Cyme unipare**: le bourgeon terminal est remplacé par le bourgeon axillaire le plus voisin qui fonctionne quelques temps puis sera à son tour remplacé par un autre bourgeon axillaire (ex : tilleul).
 - **Cyme bipare**: quand le bourgeon terminal est remplacé par deux bourgeons axillaires fonctionnant de manière symétrique (ex : lilas).

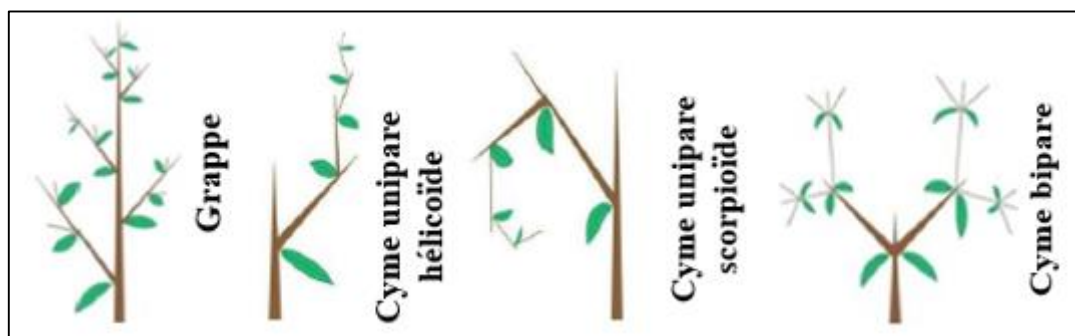


Figure 10 : Différentes ramifications latérales de la tige

4. Différents types caulinaires :

Les tiges sont classées en deux catégories :

a) **Tiges aériennes** : ce sont des tiges qui poussent au-dessus de la surface du sol et peuvent être :

❖ **Herbacées** : ce sont des tiges minces, courtes et souples, en général circulaire ; on trouve :

- **Plantes acaules** : tiges très courtes (peu apparentes) à entre nœuds très réduits, les feuilles sont disposées en rosette (ex. pissenlit).
- **Tiges rampantes** : à croissance horizontale (tiges couchées) (ex : stolon du fraisier), servent à la multiplication végétative.
- **Tiges grimpantes** : capables de s'élever verticalement en s'appuyant, en s'accrochant ou en s'enroulant sur ou autour d'un support.
- **Tiges grêles dressées** : flexibles, simples ou ramifiées, à section circulaire en général, ou triangulaire, quadrangulaire,... et à contour régulier ou à relief particulier : cannelée, ailée,...
- **Chaumes** : cas particulier des tiges dressées, non ramifiées, très résistantes, dont les entre-nœuds sont creux (ex : blé, seigle).

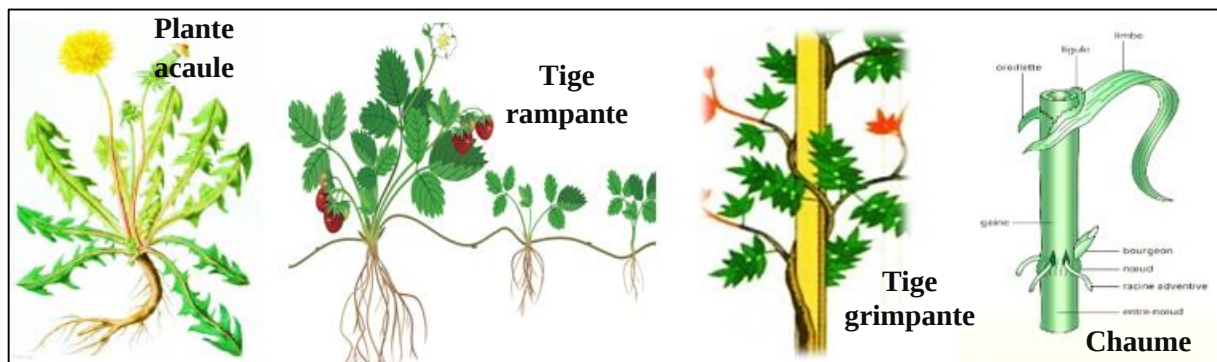


Figure 11 : Différents types de tiges aériennes

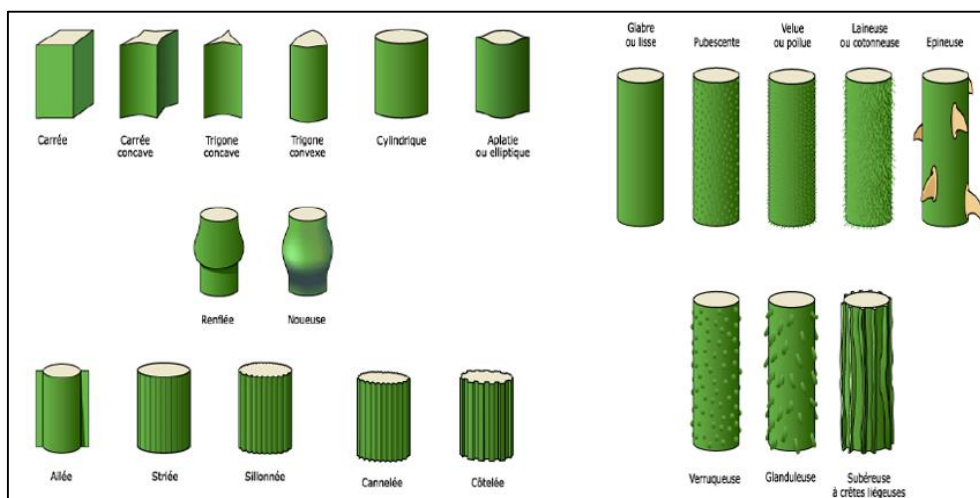


Figure 12 : Variétés des sections et contours de la tige

❖ **Ligneuses** : tiges rigides et durables ; les espèces vivaces et pérennantes :

- **Arbre** : à son état adulte dépasse 3 mètres ; la tige principal appelée tronc et la ramification débute à partir d'une certaine hauteur.
- **Arbuste** : de petite taille qui ne dépasse pas 3 mètres.
- **Arbrisseau** : se ramifie naturellement dès la base.
- **Sous-arbrisseau** : constitué d'une base ligneuse surmontée de rameaux herbacés (-50 cm)

Remarque : le **stipe** est un faux tronc formé par un axe unique composé des cicatrices des gaines foliaires et portant une couronne de feuilles à son sommet.

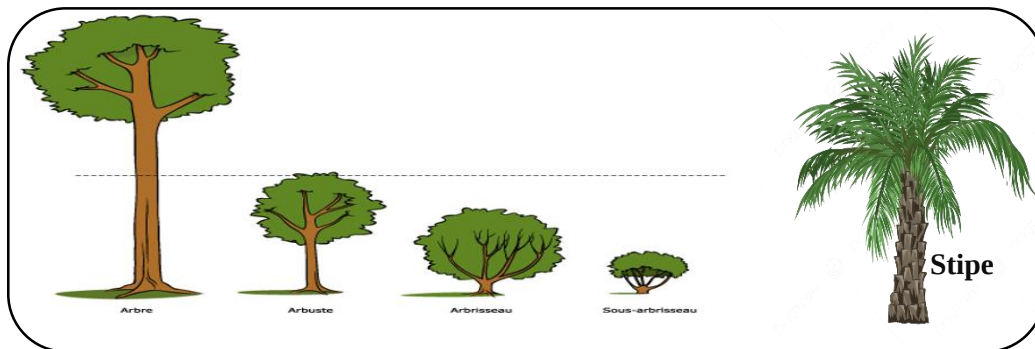


Figure 13 : Port végétatif ligneux

b) Tiges souterraines : ce sont des tiges hypertrophiées qui poussent dans le sol, et accumulent des substances de réserve. Elles assurent généralement, pendant la mauvaise saison la survie des plantes herbacées bisannuelles ou vivaces. On distingue :

- ❖ **Rhizome** : tige souterraine horizontale portant des racines adventives, des feuilles réduites en écailles, des bourgeons axillaires et un bourgeon terminal (ex: gingembre).
- ❖ **Tubercule** : tige souterraine gorgée de réserves portant un bourgeon terminal et des bourgeons axillaires nommés : yeux et des écailles foliaire (ex : Pomme de terre).

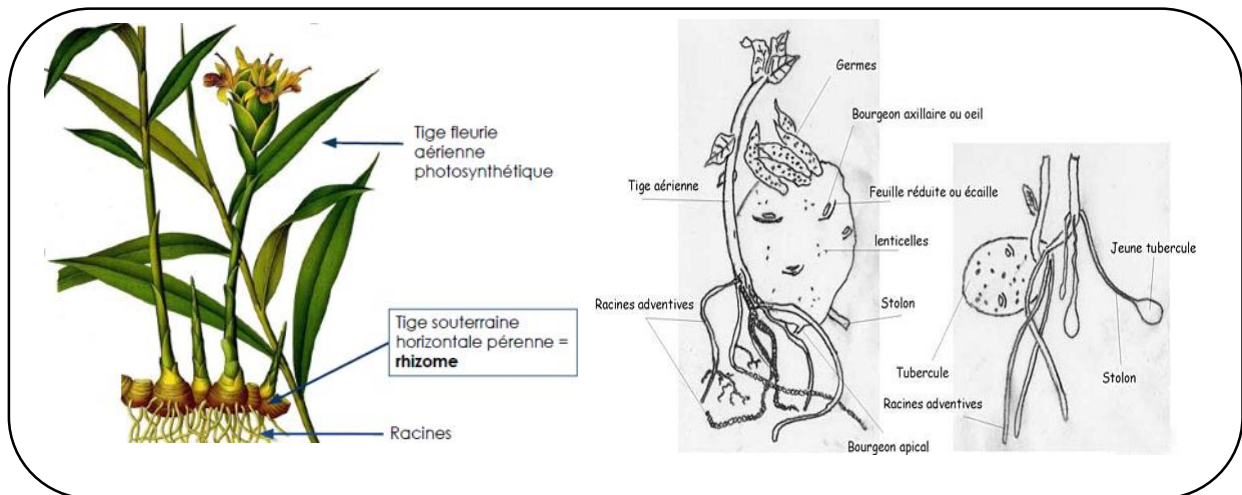


Figure 14 : Tiges souterraines : rhizome à gauche, tubercule à droite

❖ **Bulbe :** tige très courte dite tige en plateau et charnue, dont la partie inférieure porte des racines et celle supérieure un bourgeon terminal entouré de feuilles. On distingue 4 types :

- **Bulbe tunique :** à feuilles membraneuses externes colorées et internes charnues appelées tuniques (ex : oignon).
- **Bulbe caïeux :** petit bulbe formé d'un ensemble de bulbilles séparés les uns des autres et portant chacun un bourgeon (ex : ail).
- **Bulbe écailleux :** formé de feuilles internes très courtes et peu développées (ex : lys).
- **Bulbe solide :** gros plateau solide gorgé d'amidon, à feuilles internes rares ou réduites (ex : Colchique).

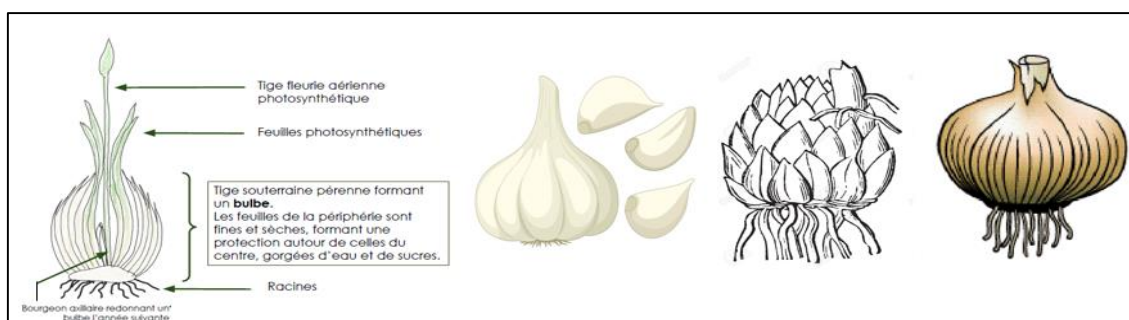


Figure 15 : Différents types de bulbes

5. Adaptations particulières de la tige :

Les tiges s'adaptent aux divers environnements sous forme d'organe de :

- ❖ Réserve (eau) : **tiges succulentes** (ex : *Opuntia*).
- ❖ Soutien : **vrilles** (filament végétal permettant aux rameaux de s'accrocher à des supports divers).
- ❖ Assimilation: **cladode** ou tige plus ou moins aplatie en feuille, on le reconnaît grâce aux bourgeons qu'il porte (ex: *Ruscus*).
- ❖ Protection : **épines piquantes** (ex : rosier).



Figure 16 : Adaptations particulières des tiges des angiospermes

IV. Système foliaire :

1. Définition :

La feuille est un organe végétatif chlorophyllien sous forme d'une expansion latérale de la tige, insérée aux nœuds, généralement aplati, à symétrie bilatérale et à dimensions définies. Son origine est la gemmule embryonnaire. Les deux principaux rôles qu'elle joue sont : la photosynthèse ou assimilation chlorophyllienne et les échanges gazeux avec le milieu externe: respiration et transpiration.

2. Morphologie de la feuille :

La feuille est généralement un organe aplati avec une :

- Face supérieure ou ventrale: tournée vers l'entre-nœud supérieur ;
- Face inférieure ou dorsale : tournée vers l'entre-nœud sous-jacent.

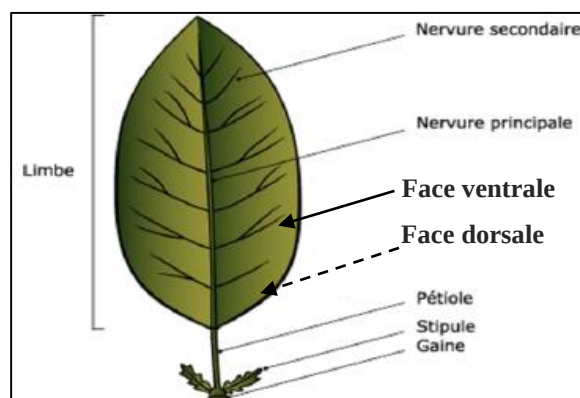


Figure 17 : Morphologie externe d'une feuille des angiospermes

Une feuille complète est constituée de trois parties :

- ❖ **Base ou gaine foliaire:** élargissement de la base du pétiole. Quand elle est importante, la feuille est dite **engainante**. Certaines gaines ont une formation supplémentaire comme :
 - **Ligule :** lame membraneuse présente chez les graminées, insérée à la limite de la gaine et du limbe et appliqué contre la tige.
 - **Stipule :** deux lames vertes, d'aspect foliacé, insérées par paire à la base du pétiole de part et d'autre de celui-ci (ex : pois). Elles peuvent avoir la même taille que les feuilles (gallium), se transformer en épines (robinier),...
 - **Ochréa :** structure résultant de la fusion des stipules et entourant, comme une gaine, la tige à la base du pétiole.

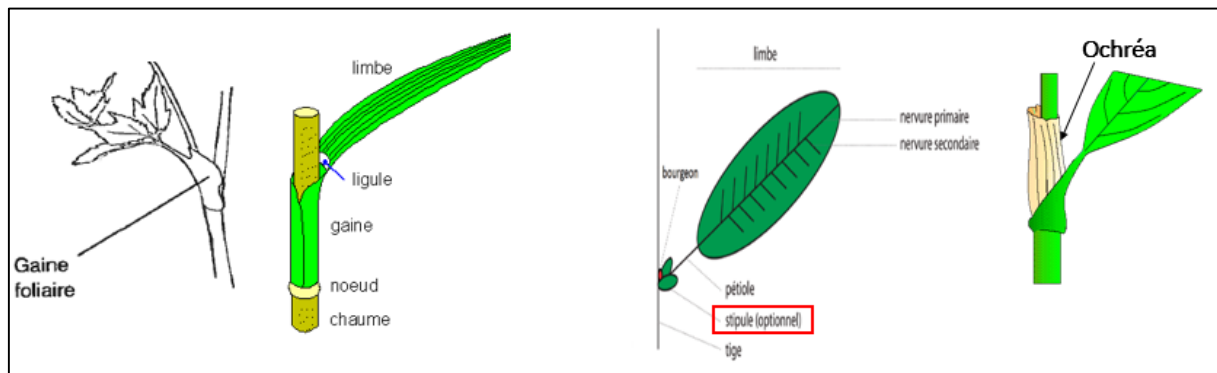


Figure 18 : gaine foliaire et ses dépendances

- ❖ **Pétiole:** cordon rigide qui relie le limbe à la gaine. Sa forme est variable (cylindrique, aplatie, arrondie...). quand il est présent, la feuille est dite **pétiolée**. Quand il est absent, la feuille est alors **sessile** : plusieurs types d'insertion sur la tige sont alors possibles : amplexicaule, décurrente, perfoliée...

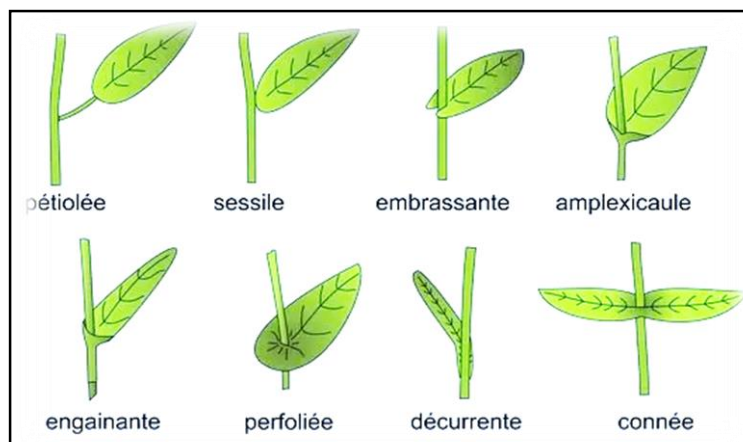


Figure 19 : Divers types d'insertion de la feuille sur la tige

NB : cas particuliers du pétiole :

- Pétiole **ailé**
- **Phyllode** : Pétiole à aspect foliacé.



Figure 20 : Pétiole ailé et phyllode

- ❖ **Limbe**: partie fonctionnelle de la feuille. Il s'agit d'une lame verte, étalée, assimilatrice, parcourue par un réseau de nervures. Il est souvent vert mais peut présenter des plages colorées. Il peut être très réduit voire absent, la photosynthèse est alors assurée par d'autres parties : tige (*cactus*), phyllode (*Acacia*), stipules (gesse sans feuilles), ailes caulinaires (certains genets),....

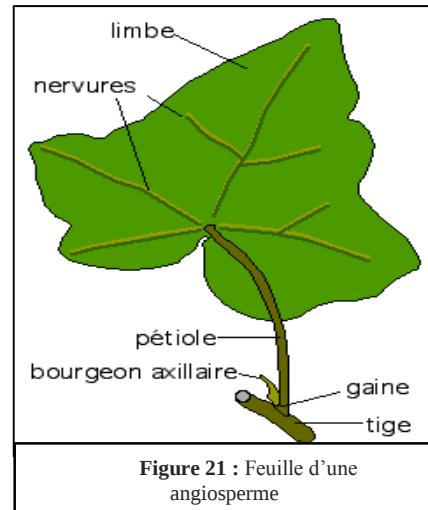


Figure 21 : Feuille d'une angiosperme

3. Nervation de la feuille :

Un réseau de nervures parcourt la surface du limbe. A leur niveau s'effectue la circulation des deux sèves. Leur disposition est appelée **nervation**. On distingue la **nervure principale** d'où partent les **nervures secondaires** et dont la disposition variable selon les espèces ou les familles définit :

- ❖ **Feuilles uninerves** : limbe étroit parcouru par une seule nervure (ex : *Tamarix*)
- ❖ **Feuilles parallélinerves** : caractéristiques des monocots ; il existe plusieurs nervations parallèles, de même importance, rectilignes ou courbées.
- ❖ **Feuilles penninerves** : nervure principale importante d'où partent plusieurs nervures secondaires disposées comme les barbes d'une plume. C'est le cas de la plupart des Dicotylédones.
- ❖ **Feuilles palmatinerves** : plusieurs nervures principales qui démarrent d'un même point divergeant en éventail (ex : vigne, ricin).

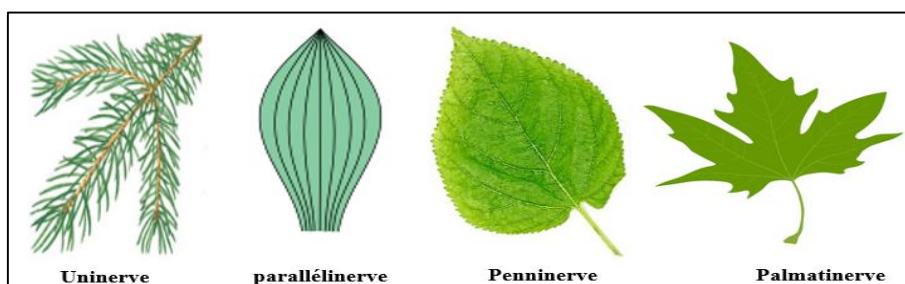


Figure 22 : Divers nervations de la feuille

4. Différents types des feuilles :

A. Feuilles simples : constituées d'un seul limbe à la base duquel se trouvent un pétiole et un bourgeon axillaire. Plusieurs types se distinguent en fonction de la forme la forme générale, la marge et la nervation du limbe.

❖ **Différentes formes du limbe :**

- Limbe étroit : feuille lancéolée, linéaire,
- Limbe large : feuille oblongue, elliptique,...
- Limbe plus au moins circulaire : cordiforme, orbiculaire,...
- Limbe particulier : falciforme, sagitté,...

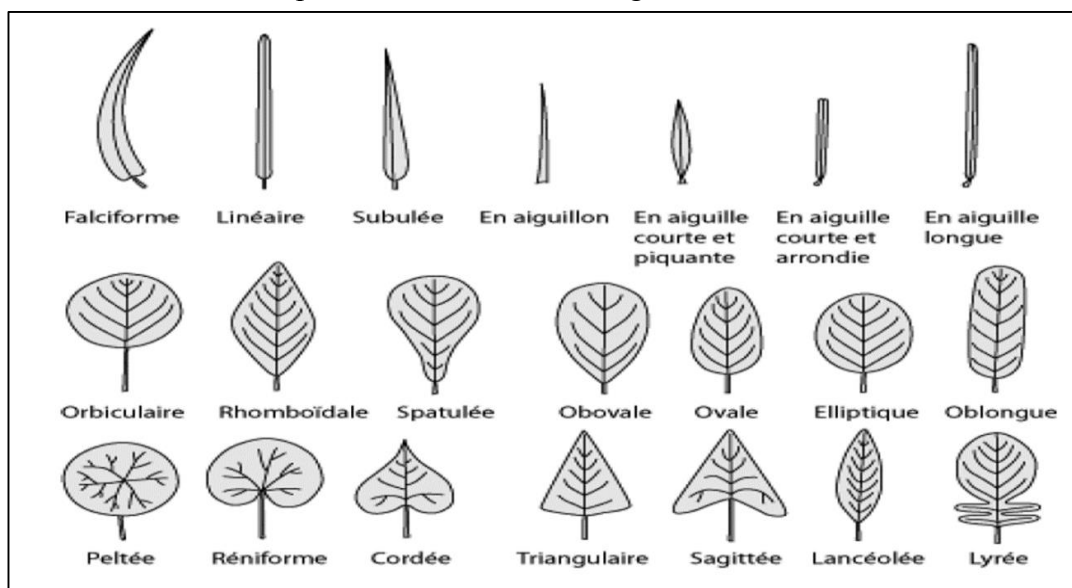


Figure 23 : Diverses formes du limbe

❖ **Variation de la marge du limbe :**

- Absence de découpures : feuille à **limbe entier** (ex. laurier).
- Découpures superficielles sur les bordures des feuilles :
 - Pointues → feuille **dentée** (ex. ortie) ;
 - Arrondies → feuille **crénelée** (ex. sauge).
- Découpures profondes :
 - Feuille **lobée** : découpures atteignant (1/4) du limbe (ex : *Quercus*).
 - Feuille **fide** : découpures atteignant (1/2) du limbe (ex : *Ricinus*).
 - Feuille **partite** : découpures atteignent les $\frac{3}{4}$ du limbe (ex : *Sinapis*).
 - Feuille **séquée** : découpures atteignant la nervure médiane (ex : coriandre).

❖ **Combinaison nervure-découpe** : permet la description de la feuille, plusieurs exemples sont cités :

- Feuille à nervation palmée / limbe fide → palmatifide (ex. le ricin) ;
- Feuille à nervation palmée / limbe séqué → palmatiséquée (ex. chanvre) ;
- Feuille à nervation pennée / limbe lobé → pennatilobée. (ex. le chêne).

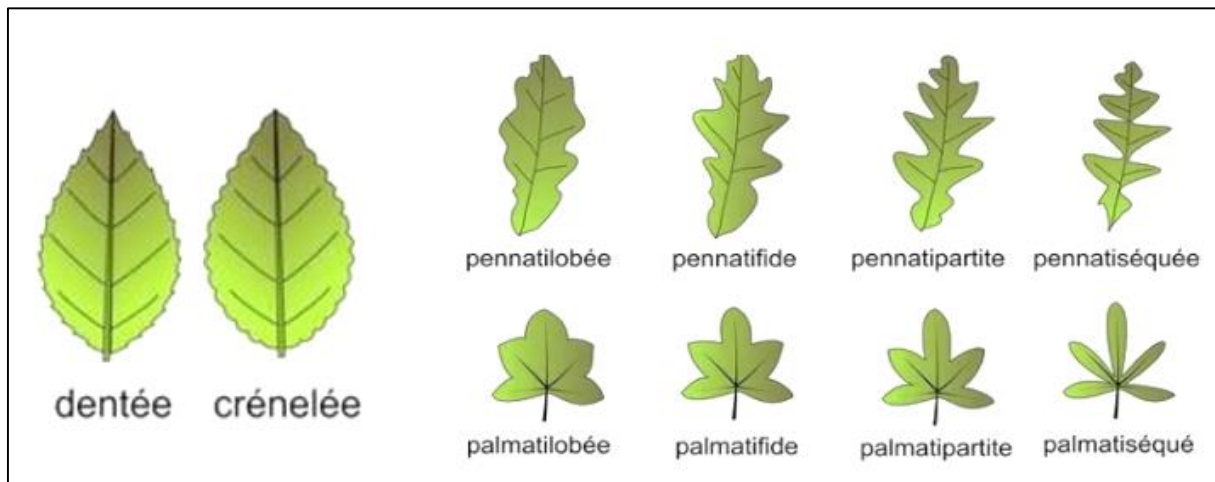


Figure 24 : Description de la feuille en fonction des différents types de découpures

B. Feuilles composées : constituées d'un limbe divisé en segments indépendants appelée **folioles** portées par des **pétiolules** sur le **rachis**. Les folioles sont décrites de la même façon qu'une feuille simple (forme, découpures,...).

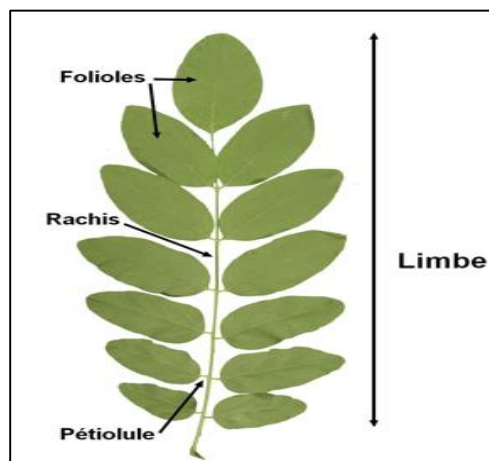


Figure 25 : Parties constitutives d'une feuille composée

Il existe plusieurs types de feuilles composées :

❖ **Feuille composée pennée**: le pétiole principale ou rachis porte des folioles insérées latéralement suivant le mode penné :

- **Feuille paripennée** : la foliole terminale est remplacée par une vrille ou une simple pointe (ex : caroubier).
- **Feuille imparipennée** : le rachis se termine par une foliole (ex : noyer).

NB: Si le pétiole se ramifie plusieurs fois, la feuille est alors **composée bipennée, tripennée...**

- ❖ **Feuille composée palmée** : les folioles sont insérées toutes en un même point au sommet du pétiole. 3 cas se présentent :
 - **Digitées** : folioles insérées comme les doigts d'une main (ex. le marronnier)
 - **Pédalées** : constituée de pétiolules dont les 2 latéraux se subdivisent à leur tour (ex : hellébore).
 - **Trifoliées**: feuilles composées de 3 folioles (ex : trèfle).

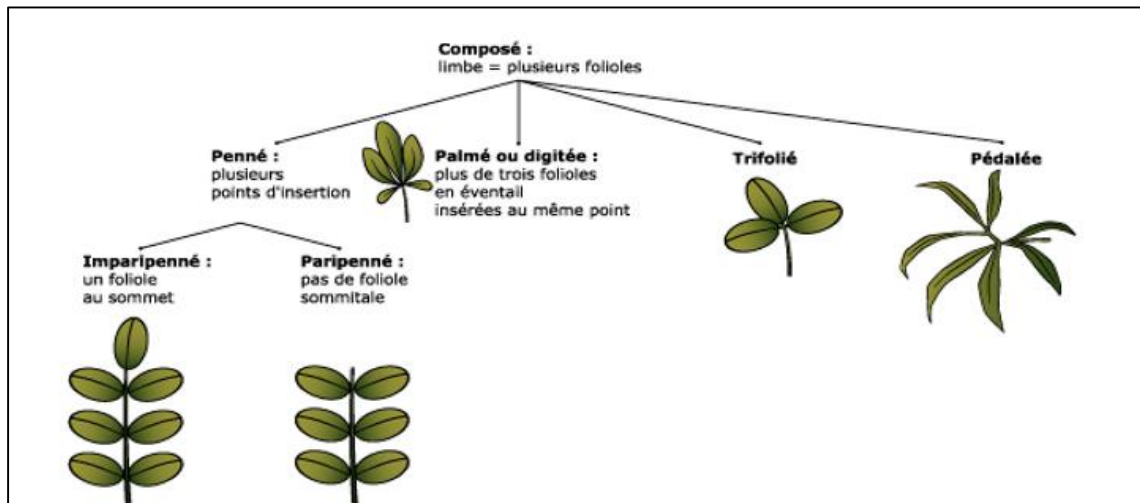


Figure 26 : Diversité des feuilles composées

5. Phyllotaxie :

La phyllotaxie se définit comme étant la disposition des feuilles le long de la tige.

Trois types se distinguent :

- ❖ **Feuilles isolées** : présence d'une seule feuille à chaque nœud. Elles peuvent être :
 - **Alternes distiques** : disposées sur le même plan.
 - **Alternes hélicoïdales** : disposées en spirale autour de la tige.
- ❖ **Feuilles insérées par 2** :
 - **Opposées distiques**: diamétralement opposées (ex. le myrte) ;

- **Opposées décussées** : diamétralement opposées et superposées 2 par 2 avec rotation de 90° à chaque nœud (ex. la menthe, l'ortie).
- ❖ **Feuilles insérées par plusieurs** : disposées en cercle autour d'un même nœud ; elles sont **verticillées**.
NB: les feuilles insérées par 3 sont dites **ternées** (ex. le laurier rose).
- ❖ Cas particulier : **Feuilles en rosette**: insérées en cercle au même niveau, à la base d'une tige chez une plante acaule.

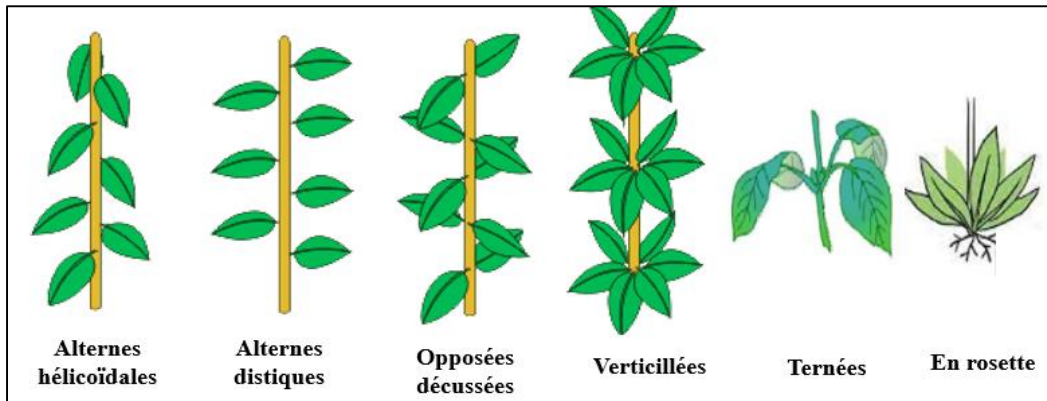


Figure 27 : Phyllotaxie des feuilles des angiospermes

6. Durée de vie des feuilles :

- Feuilles marcescentes**: flétrissent et meurent avant leur chute et se détachent de façon passive sous l'effet du vent.
- Feuilles caduques** : tombent en automne de l'année même de leur apparition et meurent après leur chute.
- Feuilles persistantes** : vivent quelques années (2 à 5ans), les feuilles se renouvellent alors que l'individu n'est pas totalement dépouillé.

7. Adaptations des feuilles :

- ❖ Adaptation à la sécheresse : feuilles épaissies charnues: *Aloès* ou épineuses : *Opuntia*.
- ❖ Adaptation au rôle d'organe de fixation : c'est le cas des vrilles, la partie transformée est soit tout le limbe, quelques folioles ou le pétiole volubile.
- ❖ Adaptation au milieu souterrain : feuilles réduites à des écailles (ex : pomme de terre).
- ❖ Adaptation au rôle d'organe de réserve : cas des tunique d'oignon (gainés foliaires gorgées de réserves).