

Chapitre IV

Morphologie des végétaux supérieurs et adaptation

Introduction

La morphologie végétale est une partie de la botanique qui observe et décrit la **forme externe** des plantes et de leurs organes aériens ou souterrains : taille, forme, tiges ou troncs, feuilles, fleurs et organes sexuels, fruits, racines, bulbes, tubercules ...etc. Il ne faut pas confondre la morphologie avec l'anatomie qui, elle, s'intéresse à la structure interne des organismes vivants.

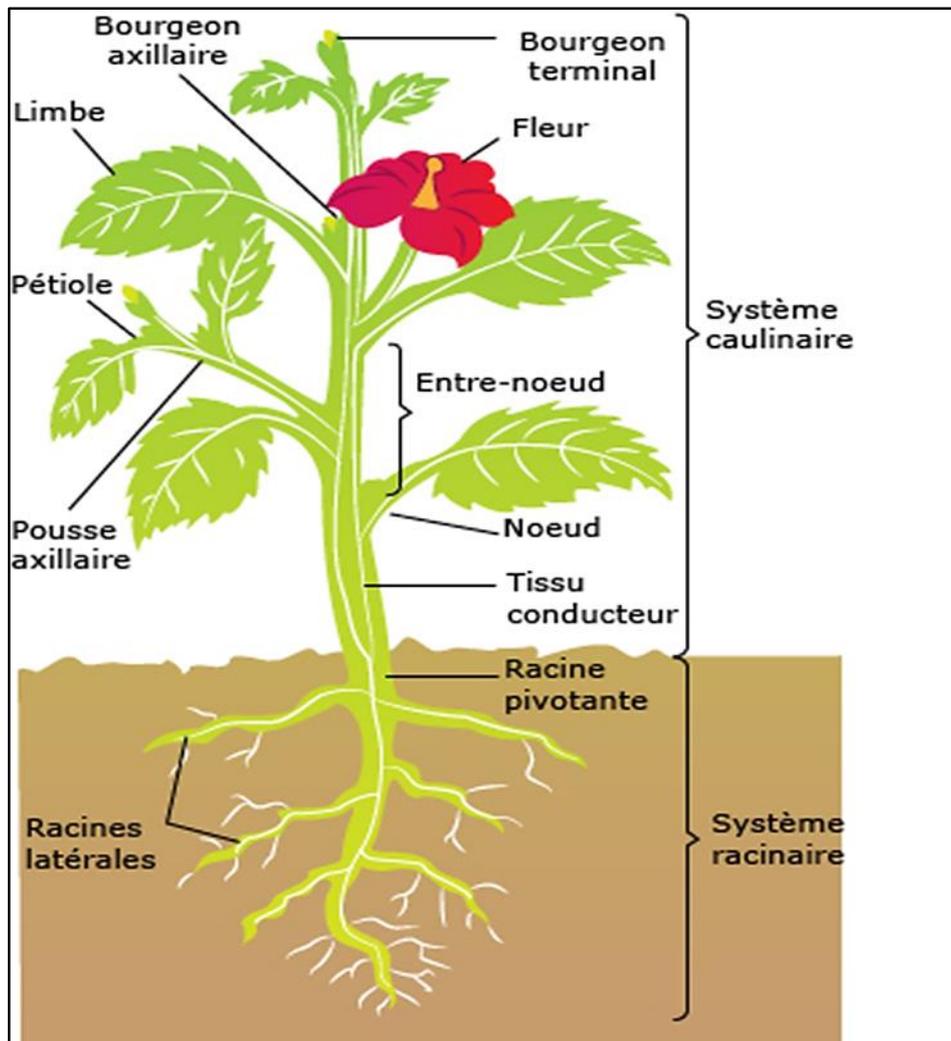


Figure 74 : Morphologie simplifiée d'une plante commune

1- La racine

C'est un organe souterrain, non chlorophyllien à ramification endogène, ayant un rôle de fixation du végétal dans le sol ainsi que l'absorption de l'eau et des substances minérales dissoutes nécessaires au développement de la plante. La racine ne porte jamais de feuilles et n'a pas de nœuds et possède un géotropisme positif, c'est à dire que peu importe la position de la plante, la croissance de la racine se fait vers la terre, vers le bas. Chaque racine est protégée au bout par une **coiffe** qui pénètre dans le sol.

1-1 Les différents types des racines

Il existe **3 types de racines** :

- **Les racines pivotantes** : une **large racine verticale** se ramifiant en de **nombreuses racines secondaires** ; permet de fixer solidement la plante au sol et de supporter ainsi l'action du vent, de la gravité ou encore du ruissellement de l'eau.

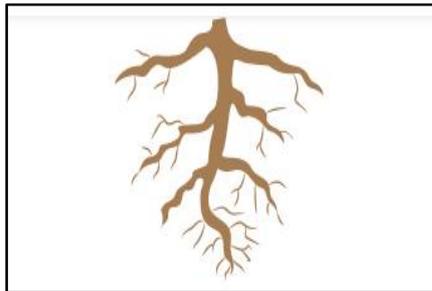


Figure 75 : Racine pivotante

- **Les racines fasciculées** : composées de **plusieurs racines identiques** qui se développent à quelques centimètres de la surface du sol ; permet à la plante une **bonne fixation** dans le sol (protégeant également ce dernier de l'érosion) ; et de disposer d'une grande **surface de contact et d'échange** avec le sol.

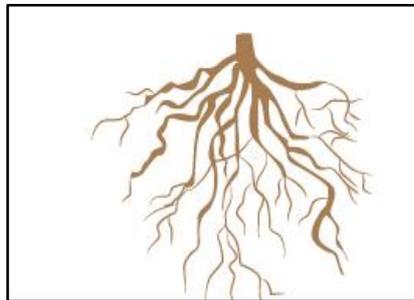


Figure 76 : Racine fasciculée

- **Les racines adventives** : Les racines prenant naissance sur une tige (souterraine ou aérienne) tel que les stolons du fraisier. Sert souvent à la multiplication végétative, au bouturage des plantes. La seule différence c'est la provenance.

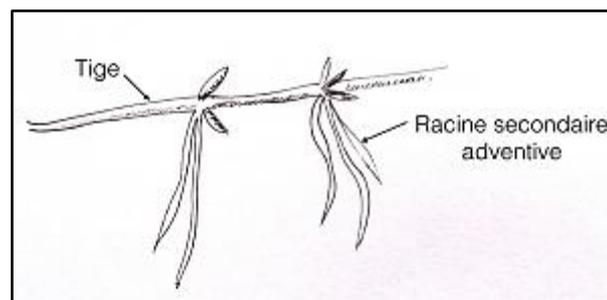


Figure 77 : Racine adventive

1-2 Diversité adaptative des racines

L'ancrage dans le sol et l'absorption d'eau et des sels minéraux ne sont pas les seules fonctions des racines. D'autres fonctions adaptatives sont assurées par le système racinaire suites à des modifications plus ou moins importantes de la racine :

- **Les tubercules** racinaires des espèces bisannuelles (exp. carotte, betteraves) sont des racines hypertrophiées par accumulation des réserves permettant la reprise de la vie végétative après la mauvaise saison.

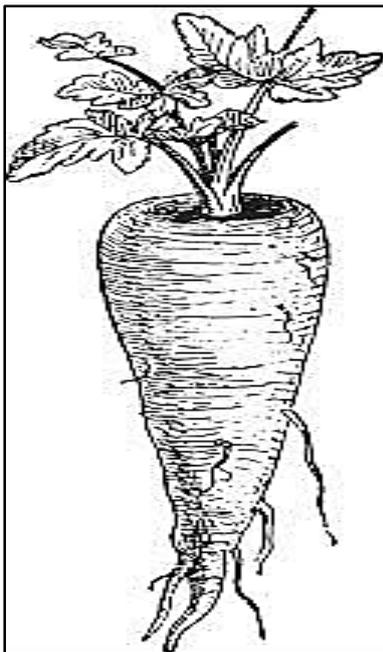


Figure 78 : Racine pivotante tubérisée (carotte)

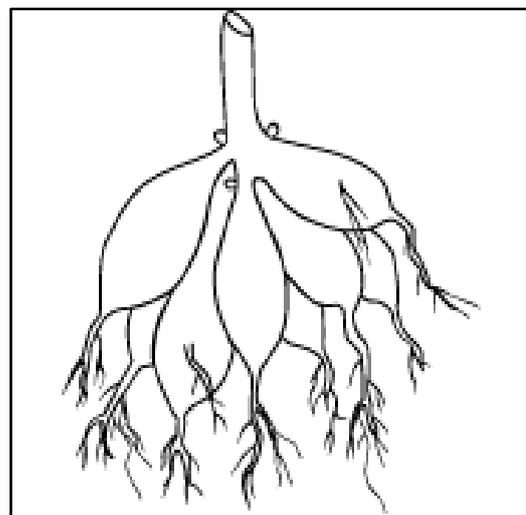


Figure 79 : Racine fasciculée tubérisée (asphodèle)

- **Les crampons du Lierre** sont de fines et de nombreuses racine adventives qui lui permettent de s'agripper solidement sur les murs et les arbres

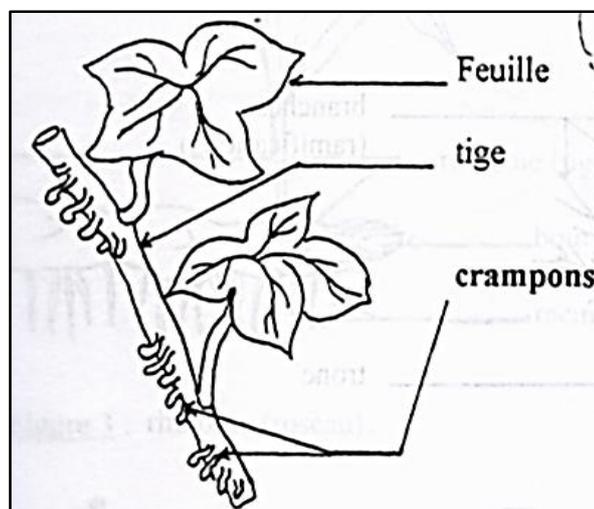


Figure 80 : Racines crampons (lierre)

- **Les pneumatophores** de certains palétuviers sont des excroissances racinaires, émergeant dans l'air par géotropisme négatif ses racines aériennes permettant une absorption d'oxygène atmosphérique en sol inondé donc anoxique.



Figure 81 : Racine pneumatophore

- **Les échasses** de nombreuses plantes des mangroves sont des racines adventives aériennes permettant de limiter l'enfoncement dans le substrat mouvant. Rôle de support en étayant le tronc de l'arbre.



Figure 82 : Racines échasses

- **Les contreforts** de certains grands arbres tropicaux sont des hautes racines (aériennes) permettant une stabilisation dans le sol peu profond, naissant sur des rameaux.



Figure 83 : Racines contreforts

- **Racines suçoirs** : observées chez les plantes parasites comme le gui.

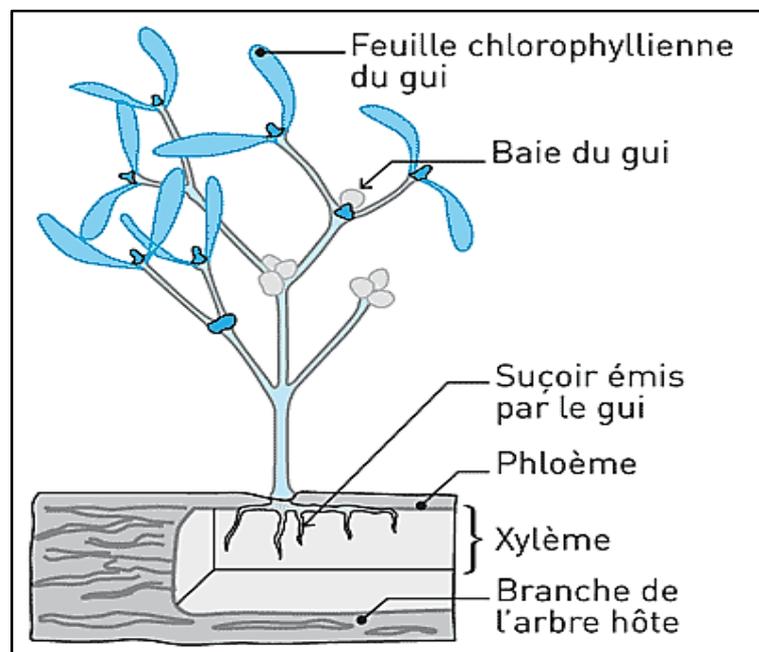


Figure 84 : Racines suçoirs

- Les racines chlorophylliennes de nombreuses épiphytes comme les orchidées tropicales sont photosynthétiques et recouvertes d'un voile absorbant l'eau de pluie.



Figure 85 : Les racines chlorophylliennes des orchidées tropicales

- Racines succulentes : racines adaptées au stockage de l'eau.



Figure 86 : Racine succulente de *Titanopsis schwantesii*

2- La tige

C'est un organe composé d'une succession d'entre-nœuds séparés par des nœuds au niveau desquels s'insèrent les feuilles.

La tige est la partie généralement aérienne de l'axe de la plante ; c'est elle qui porte les feuilles et les organes reproducteurs (au moment de la reproduction). Elle se trouve dans le prolongement de la racine et la région de raccordement des deux organes constitue le **collet**.

La présence des feuilles est le caractère le plus important de la tige, tout le long de laquelle elles sont insérées sur des renflements appelés **nœuds**. L'espace compris entre deux consécutifs est un **entre-nœud** ; l'extrémité de la tige est recouverte par le **bourgeon terminal ou caulinaire**, constitué par des ébauches de feuilles et protégeant le méristème apical, tout comme la coiffe protège le méristème apical de la racine ; mais la croissance de la tige se fait grâce à l'activité du bourgeon terminal qui construit simultanément la tige et les feuilles. A l'aisselle de chaque feuille se trouve un **bourgeon axillaire** dont certains donneront des tiges secondaires ou rameaux terminés également par un bourgeon terminal.

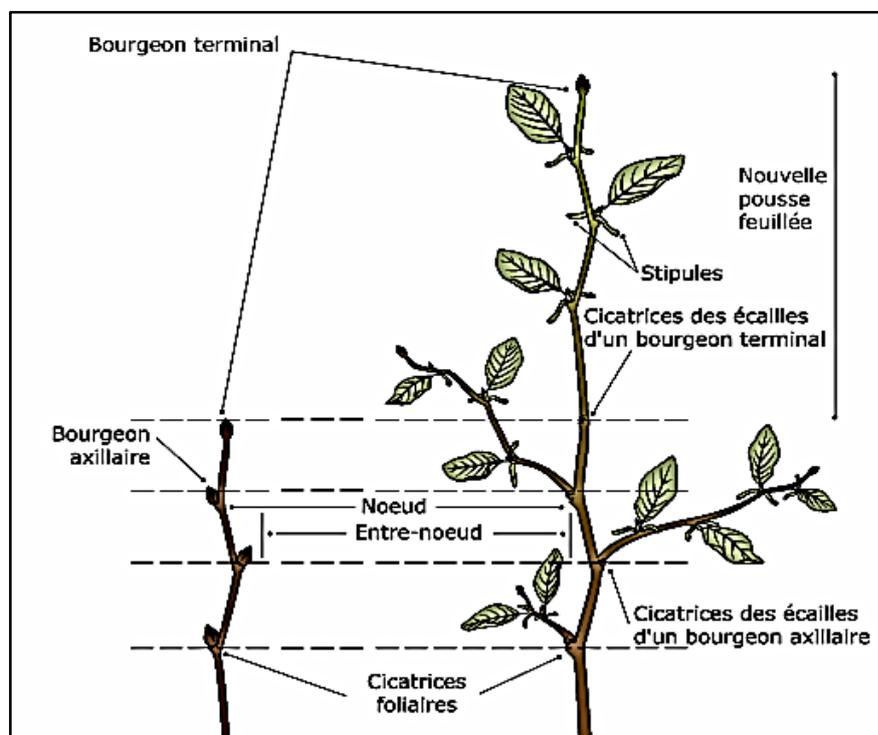


Figure 87 : Organisation d'une plante

La croissance de la tige s'effectue dans le sens opposé à l'attraction terrestre (géotropisme négatif) et vers la lumière (phototropisme positif). Lorsque la tige principale est beaucoup plus forte que les tiges secondaires, on a la forme ordinaire de la plupart des **arbres** dont la tige est appelée **tronc**. Si, au contraire, la tige principale ne s'accroît pas plus que ses ramifications, la plante prend l'aspect de **buisson** caractéristique des **arbustes** ou des **arbrisseaux**. Certaines tiges ne se ramifient pas du tout, comme c'est le cas pour les Palmiers dont le tronc en colonne ou **stipe** est surmonté d'un énorme bouquet de feuilles.

2-1 Les différents types de la tige

Il existe plusieurs types de tiges :

2-1-1 Tiges aériennes

- **Tiges dressées** : cas ordinaire. Se sont celles qui s'élèvent verticalement. cas d'arbres, arbustes... Le tronc des palmiers s'appelle un **stipe** et les tiges des Graminées s'appellent un **chaume**.



Figure 88 : Stipe du palmier

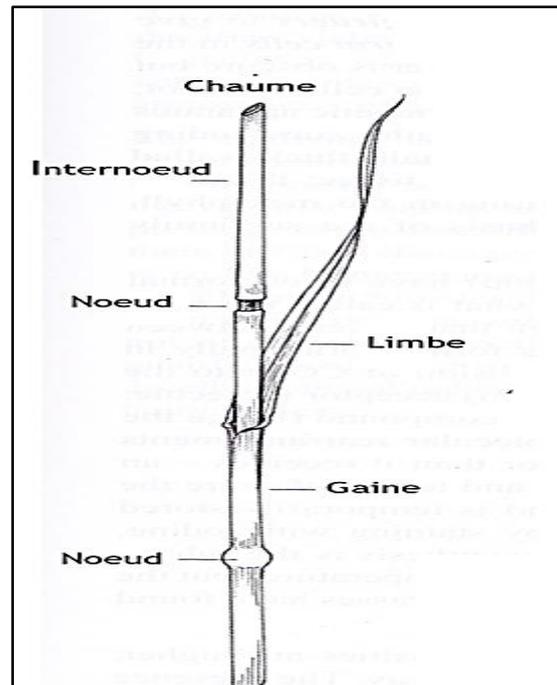


Figure 89 : Chaume des graminées

- **Tiges rampantes** : entre noeuds en général assez longs ; sur le sol ou même sous le sol (drageons et stolons).



Figure 90 : Stolon du fraisier

- Tiges grimpantes :
 - **simples** : souvent avec crampons (racines adventives).



Figure 91 : Les crampons

- **volubiles** : la plante s'enroule autour du support.



Figure 92 : plante volubile

- à **vrille(s)** : organe spécialisé dans la fixation ; l'enroulement de la vrille est conditionné par une sensibilité au contact : c'est un haptotropisme ; l'origine de la vrille peut être caulinnaire (ex. la Vigne) ou foliaire (vrilles des Légumineuses).



Figure 93 : Les vrilles

- **Les Cladodes** : sont des rameaux spécialisés ayant l'apparence d'une feuille et assurant les mêmes fonctions (photosynthèse, respiration et réserve). **Les cladodes** sont courts, aplatis et formés d'un seul entre nœud.

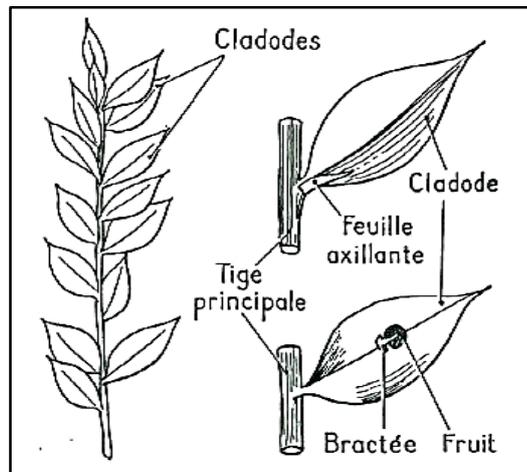


Figure 94 : Les cladodes

- **Les tiges succulentes** de Cactus ou de certaines Euphorbe stockent de l'eau. Ces réserves en eau sont une adaptation à la sécheresse de leur milieu désertique.

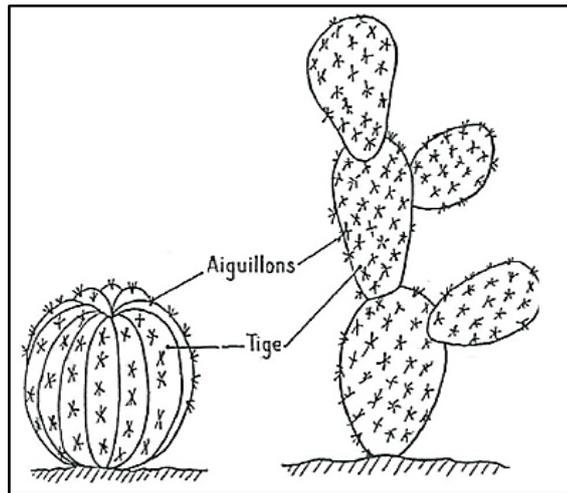


Figure 95 : Tige succulente

- **Les épines ou dards** : Ce sont des rameaux à croissance limitée ; leur bourgeon terminal durcit, se transforme en épine (dard) assurant une défense contre les herbivores.



Figure 96 : Dards

2-1-2 Tiges souterraines

- **Rhizomes** : tiges souterraines, le plus souvent horizontales, à feuilles écailleuses et entre nœuds courts, et plus ou moins volumineuse car elle accumule des réserves, émettant périodiquement des ramifications aériennes. Ex : gingembre.

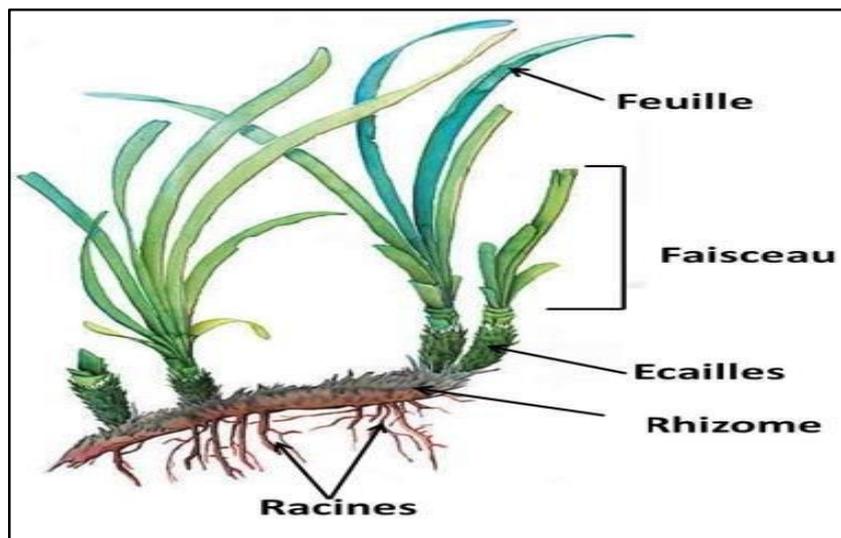


Figure 97 : schéma d'un rhizome

- **Tubercules** : tiges souterraines, ce sont des renflements de la tige par accumulation de réserves dont les entre-nœuds sont plus rapprochés que ceux du rhizome. Elle porte des petites feuilles écailleuses et des bourgeons axillaires que l'on appelle les « yeux ». Ex : pomme de terre.

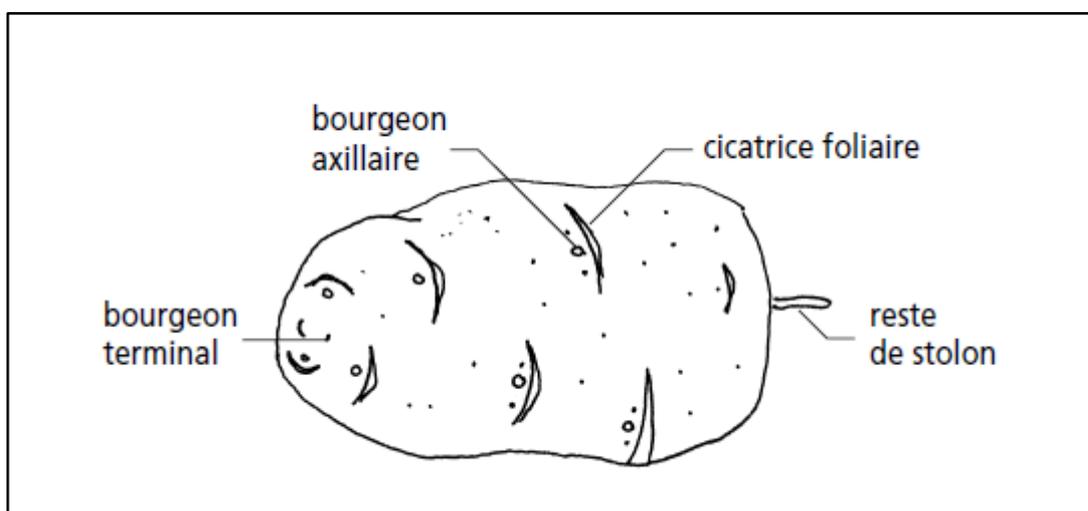


Figure 98 : Le tubercule de pomme de terre

- **Bulbe** : axe court souterrain et charnu, il présente des écaillés imbriquées qui sont des organes de réserve. ex : oignon.

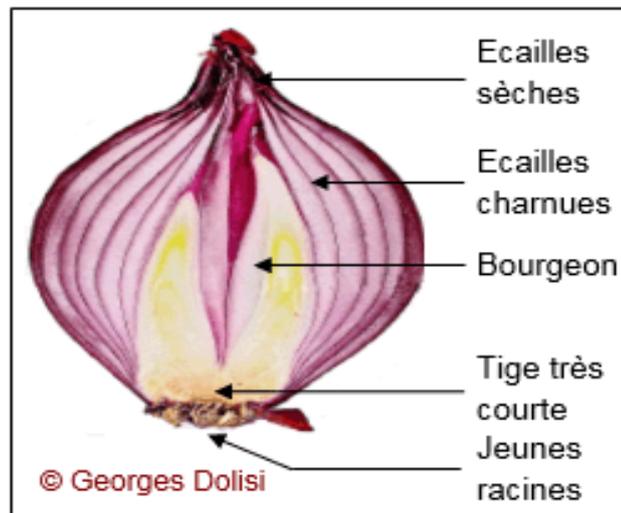


Figure 99 : Le bulbe d'oignon

2-1-3 Tiges aquatiques : elles diffèrent des tiges aériennes par leur structure et peuvent demeurer entièrement ou partiellement submergées. Elles ne possèdent pas de cuticule, ni de stomates, ni de sclérenchyme. Les tissus conducteurs sont peu développés et les échanges se font directement entre la plante et l'eau. Ex : lentille d'eau.



Figure 100 : la plante *Lemna minor*

2-1-4 Plante acaule

Est une espèce végétale ne possédant aucune tige apparente (plante sans tige ou dont la tige est très raccourcie), dont les feuilles et les bourgeons semblent s'attacher directement au collet, formant en général une rosette ex : laitue, la carline, la cirse.



Figure 101 : *Cirsium acaule*

3- La feuille

C'est un organe à croissance limitée, à symétrie bilatérale et qui est responsable des échanges gazeux avec l'atmosphère (assimilation chlorophyllienne et régulation de l'eau).

C'est le principal organe effectuant la photosynthèse qui est un mécanisme biochimique nécessitant, entre autre, de la lumière et permettant la production de matière organique indispensable au métabolisme de la plante. Suivant leur durée de vie, on distingue les plantes à **feuilles caduques** (les **feuilles** ne durent pas plus d'un été) et les plantes à **feuilles persistantes** (les **feuilles** persistent de 2 à 5 ans).

Les feuilles sont des organes végétatifs, généralement aplatis, portés latéralement par les tiges. Tige et feuilles sont fortement associées ; leur ensemble indissociable constitue la **tige feuillée**.

La feuille est formée de lame verte, mince, **le limbe** dont une face est tournée vers le sommet de la tige (face supérieure ou ventrale ou interne) et l'autre vers la base de la tige (face inférieure ou dorsale ou externe).

Le limbe est rattaché à la tige par une partie étroite, **le pétiole** qui s'insère au nœud. Le pétiole se prolonge dans la feuille par la nervure principale, d'où partent des nervures secondaires ; L'ensemble constitue la **nervation** dont on connaît plusieurs types (penné, palmé, parallèle, ...). Enfin, le pétiole peut porter à sa base, deux petites lames foliacées qu'on appelle **les stipules** (et qui s'en particulièrement développait chez les rosacées et les légumineuses).

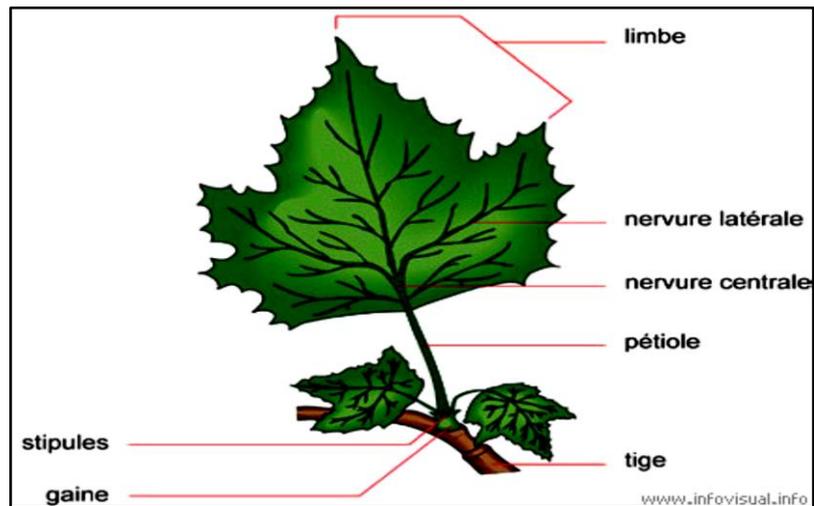


Figure 102 : Structure de la feuille

3-1 Classification des feuilles

3-1-1 Selon le limbe

La variation morphologique du limbe permet de distinguer différents types de feuilles :

3-1-1-1 Feuille simple

Une feuille est dite simple quand elle est juste constituée d'un seul limbe entier et d'un pétiole. A la jonction du pétiole et de la tige, on trouve un bourgeon. La feuille simple peut être linéaire, spatulée, lancéolée, ovale, arrondie, dentée etc.

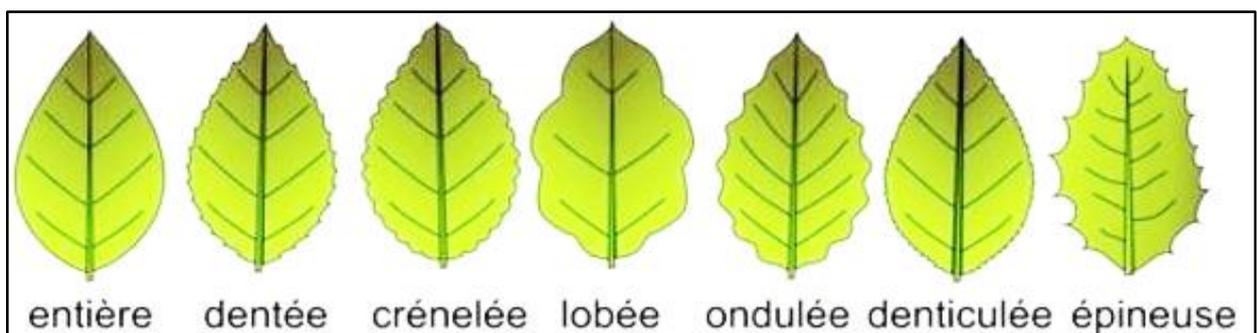


Figure 103 : Bords du limbe

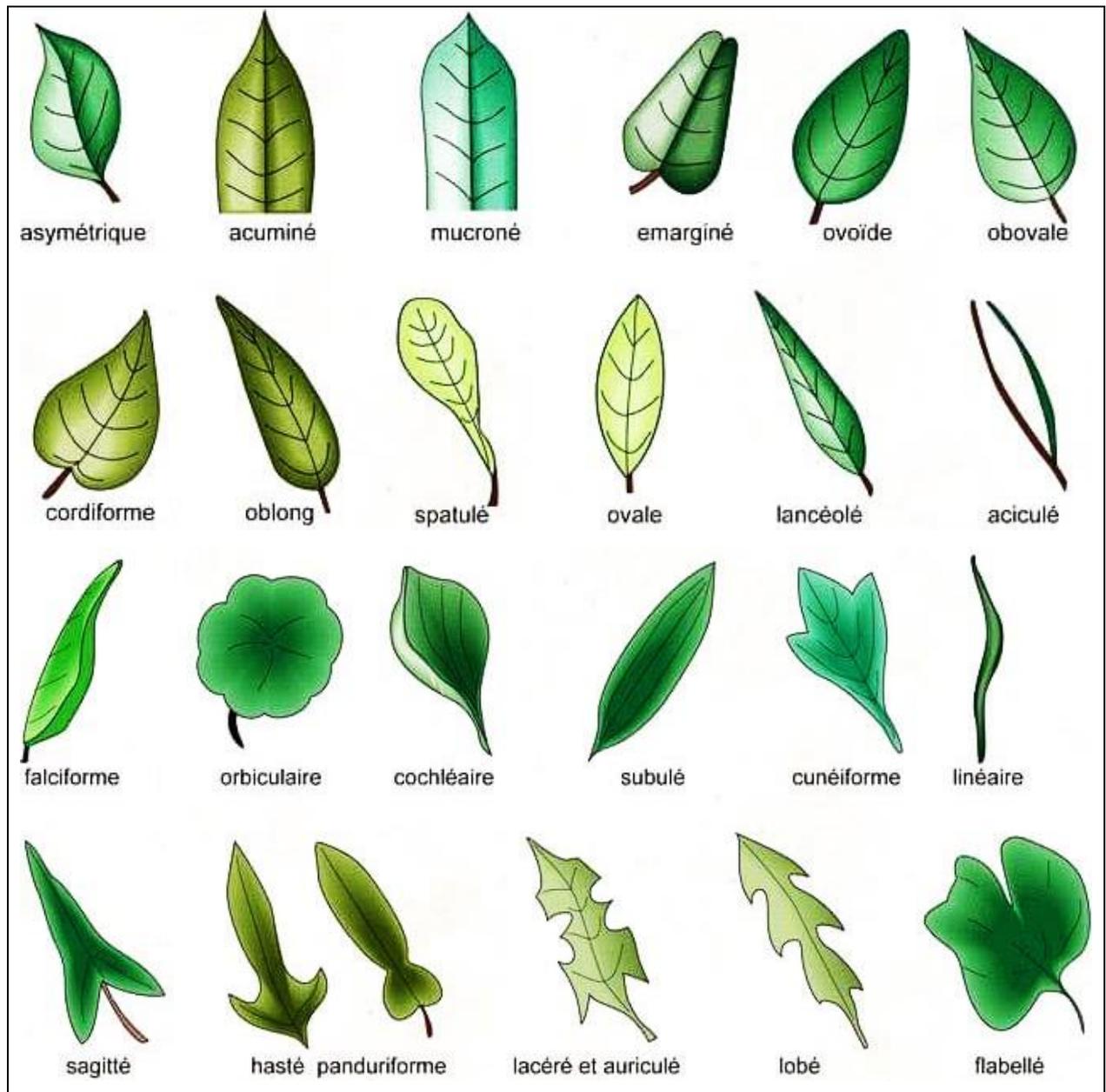


Figure 104 : Différentes formes d'un limbe

3-1-1-2 La Feuille composée

C'est une feuille généralement grande et composée de plusieurs petites feuilles appelées **folioles**. A la base de la feuille composée on trouve un bourgeon. (Ce qui n'est pas le cas pour les folioles et ce qui fait la différence avec une vraie feuille qui a toujours un bourgeon à sa base.) La partie centrale qui relie les folioles est appelé **rachis** et ce qui relie la foliole au rachis **petiolule**.

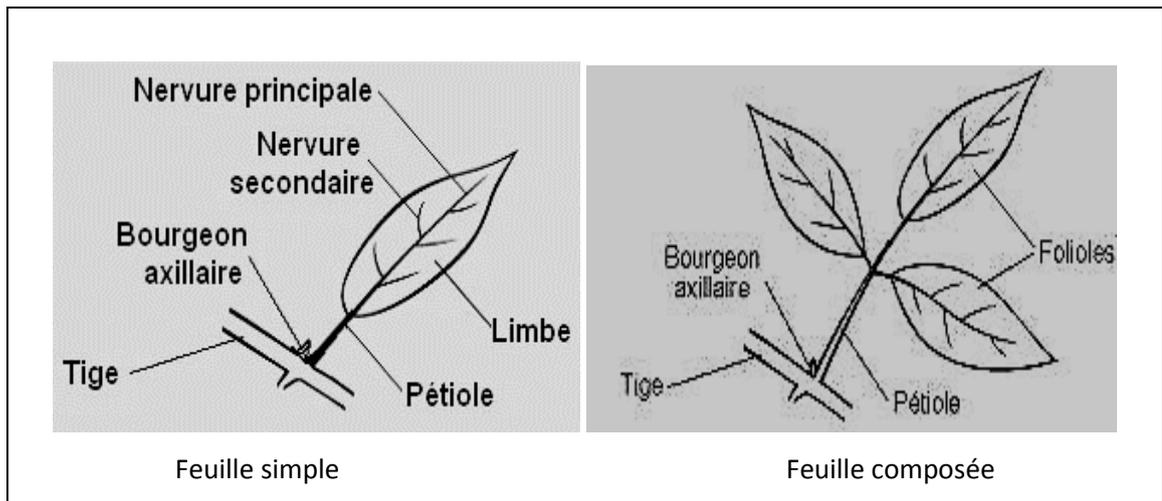


Figure 105 : Morphologie d'une feuille simple et composée

Selon la disposition des folioles on détermine plusieurs types :

- **Feuilles composées pennées** : On parle de feuille pennée lorsque les folioles sont insérées de part et d'autre du rachis ou de l'axe. Elles peuvent aussi être :
 - **Feuille composée Paripenné** : s'il y a deux folioles au niveau de l'apex du rachis ou de l'axe (nombre pair de folioles).
 - **Feuille composée Imparipenné** : s'il y a une seule foliole sur l'apex du rachis

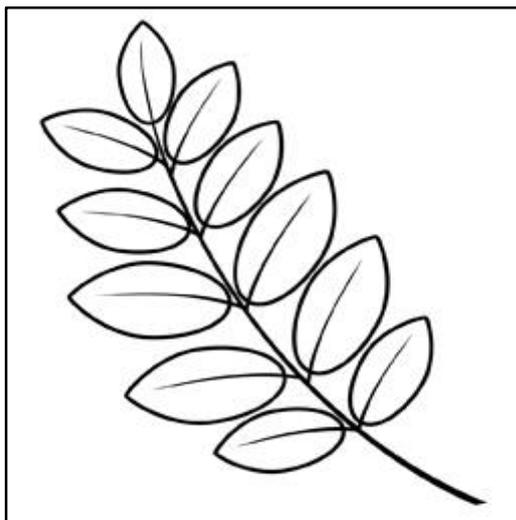


Figure 106 : Feuille composée imparipennée

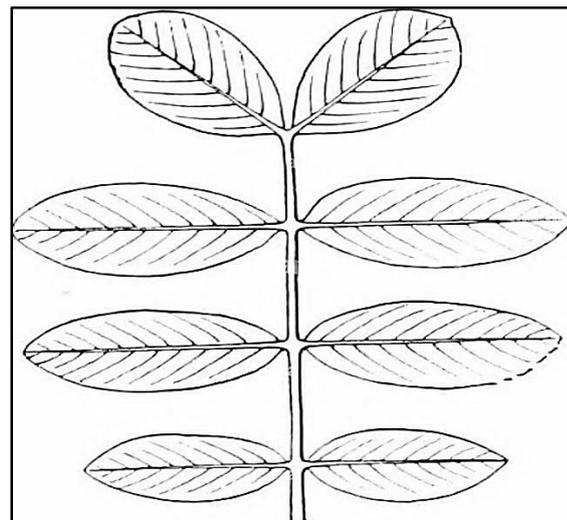


Figure 107 : Feuille composée paripennée

- **Feuilles composées bipennées** : les folioles sont composées de foliolules.

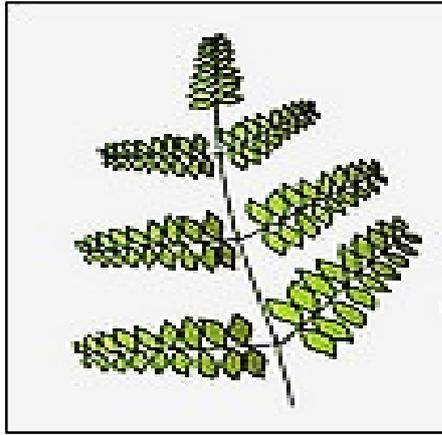


Figure 108 : Feuilles composées bipennées

- **Feuilles composées tripennées** : Pennée trois fois (chaque foliole étant elle-même bipennée)

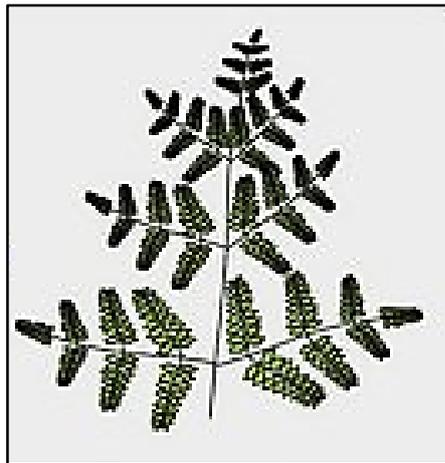


Figure 109 : Feuilles composées tripennées

- **Feuilles composées palmées** : Les folioles sont insérées en un même point au sommet du pétiole.

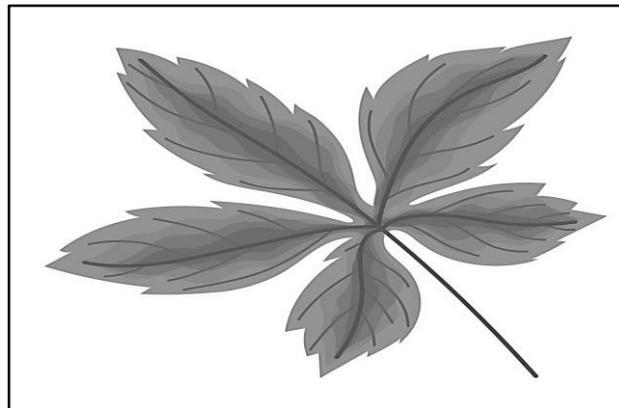


Figure 110 : Feuilles composées palmées

- **Feuille composées trifoliées** : Feuille composée de trois folioles distinctes.

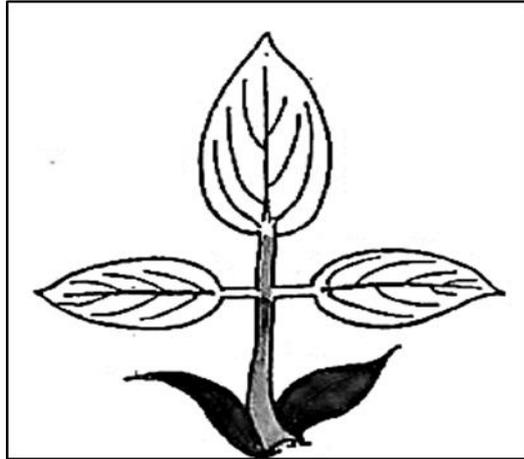


Figure 111 : Feuille composée trifoliée

- **Feuilles composées pédalées** : Elles présentent un pétiole qui se divise en trois pétiolules dont les deux latéraux se ramifient à leur tour deux fois, chaque pétiolule se terminant par une foliole.

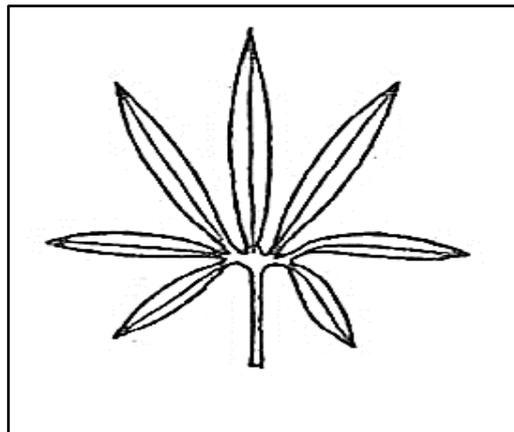


Figure 112 : Feuille composée pédalée

3-1-2 Selon les nervures

En fonction de la disposition des nervures sur le limbe (appelée nervation), on distingue différents types de feuilles :

- **Les feuilles uninerves**, caractérisées par un limbe étroit doté d'une seule nervure ;

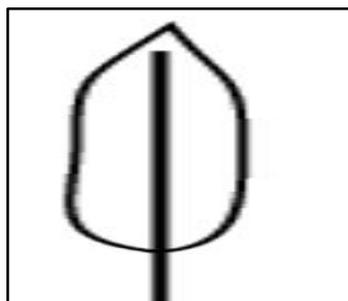


Figure 113 : Feuille uninerve

- Les feuilles parrallélinerves, sessiles, généralement allongées et rubanées ;

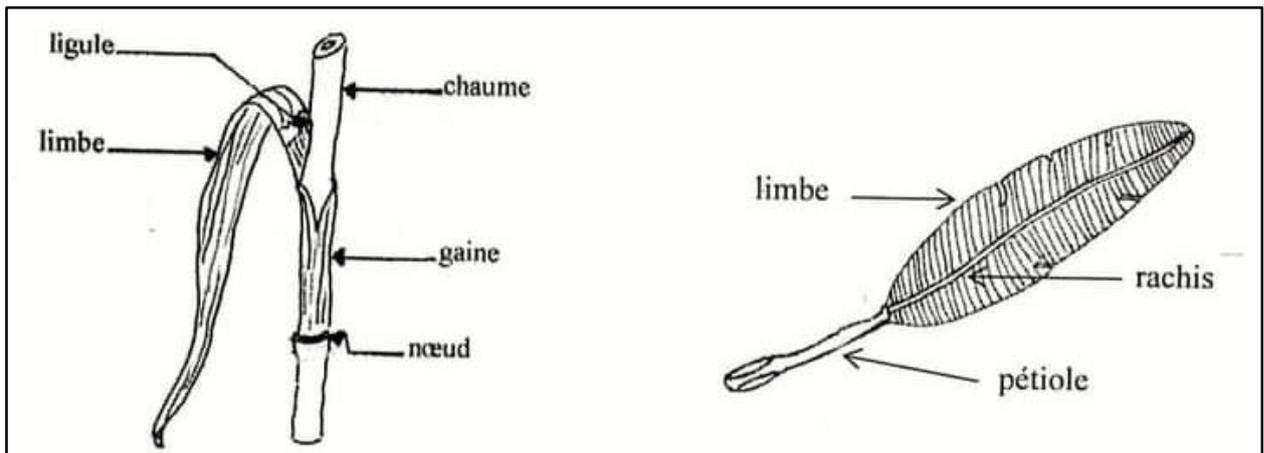


Figure 114 : Feuille à nervation parallèle (Angiosperme Monocotylédone)

- Les feuilles penninerves (**pennées**), présentant une nervure médiane ou principale séparant le limbe en deux parties et émettant des nervures secondaires ;

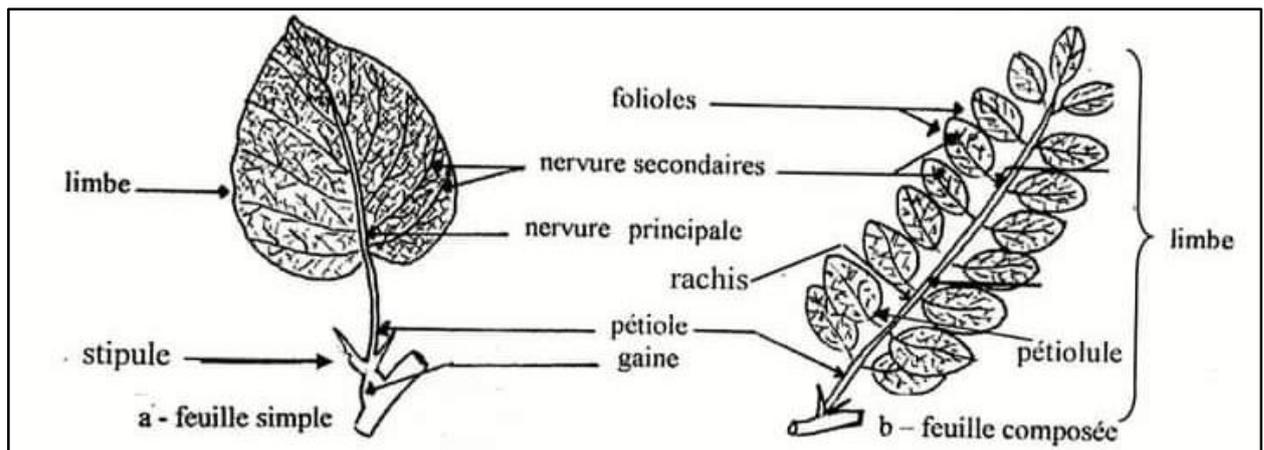


Figure 115 : Feuilles à nervation pennée (Angiosperme Dicotylédones)

- Les feuilles palmatinerves, où le pétiole se scinde en un nombre impair de nervures divergentes, la nervure médiane restant souvent prépondérante.

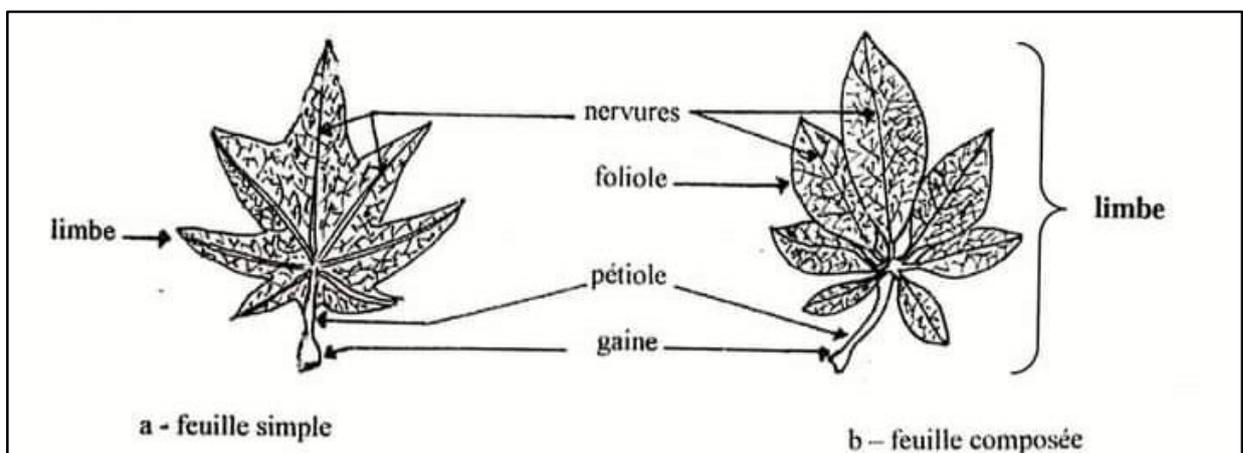


Figure 116 : Feuilles à nervation palmée (Angiosperme Dicotylédones)

- **Les feuilles pédalées** : présente trois nervures qui rayonnent à partir d'un même point. Sur les deux nervures latérales partent des ramifications toujours orientées vers le bas de la feuille.

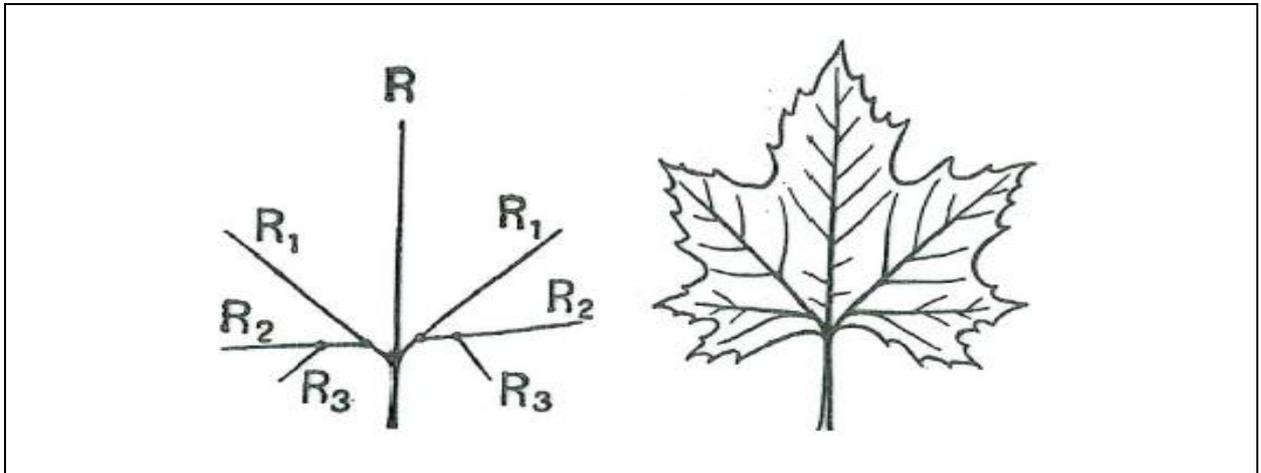


Figure 117 : Feuille à nervation pédalée

3-2-3 Le pétiole

Le pétiole est la pièce végétale qui relie le limbe de la feuille à la tige parcouru par les vaisseaux conducteurs de sève. Parfois, le pétiole est absent. On dit alors que la feuille est **sessile**. Il arrive également que le pétiole soit le seul élément de la feuille. Il est alors élargi et joue le rôle de la feuille proprement-dite. On parle dans ce cas de **phyllode**. Le pétiole peut être élargi à sa base pour former une **gaine**.

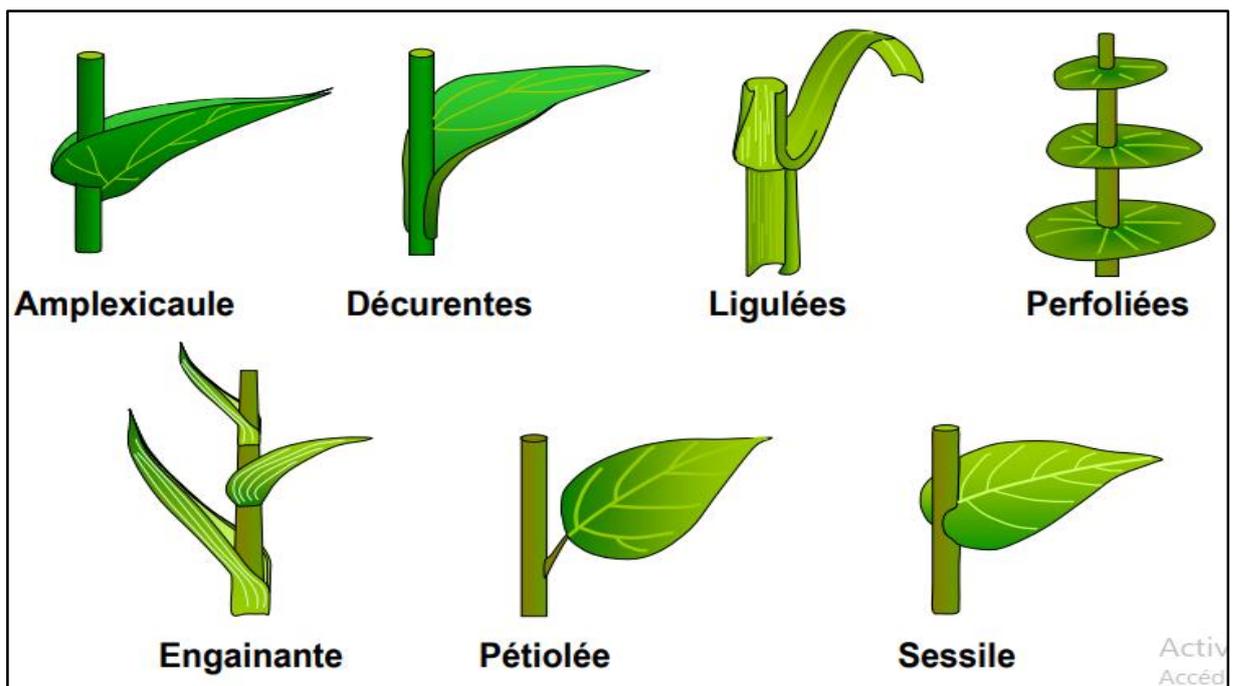


Figure 118 : Mode d'insertion des feuilles sur la tige

3-1-4 La Phyllotaxie

Les feuilles peuvent avoir une position **alternes**, une seule à chaque niveau (Ex. cerisier), ou **opposées**, 2 feuilles l'une en face de l'autre (Ex. lilas, troène), ou **verticillées** plusieurs feuilles à chaque niveau (Ex. catalpa).

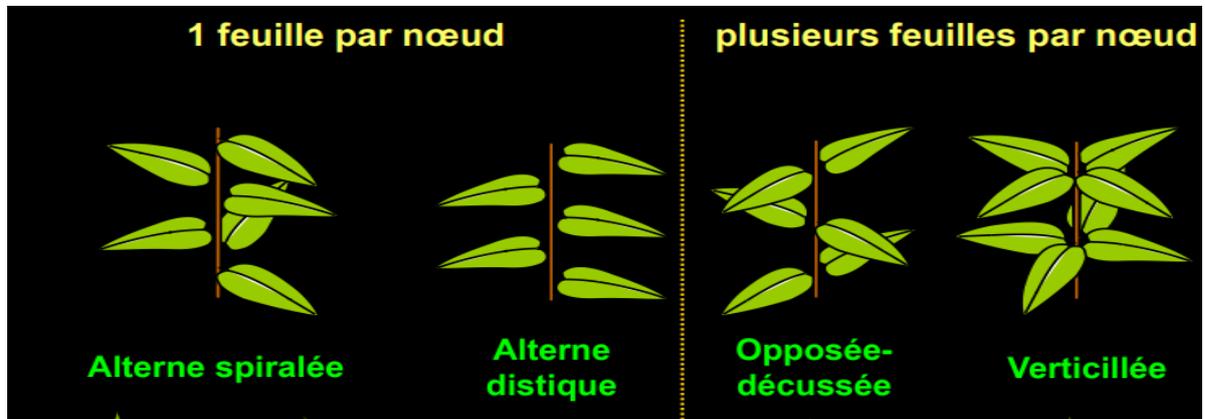


Figure 119 : Différentes dispositions des feuilles sur une plante

3-2 Accessoires des feuilles

3-2-1 La gaine foliaire

La gaine est l'élargissement de la base du pétiole. C'est une lame verte, situées à la base du pétiole et dont la forme et la taille sont très variables.

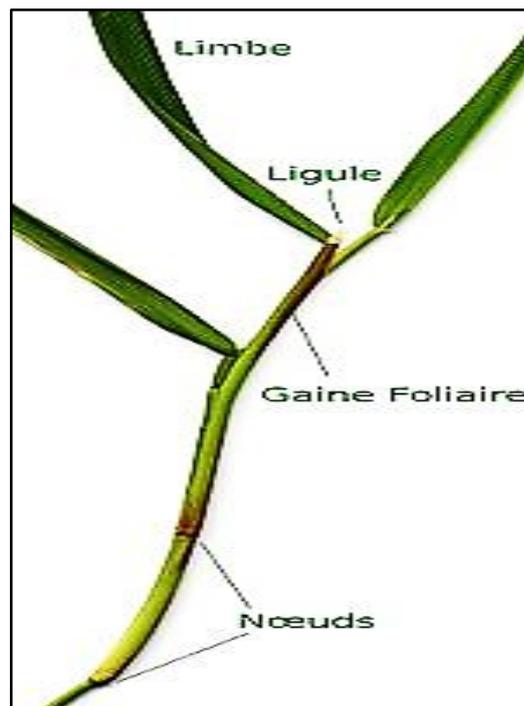


Figure 120 : La gaine foliaire

3-2-2 Les stipules

Les stipules sont des pièces foliaires, au nombre de deux, en forme de feuilles réduites situées de part et d'autre du pétiole au point d'insertion sur la tige.

Les stipules peuvent être en forme de feuille, d'écaille, de vrille ou d'épine. Lorsque les stipules manquent à une feuille, la feuille est dite exstipulée c'est à dire une feuille dépourvue de stipules.

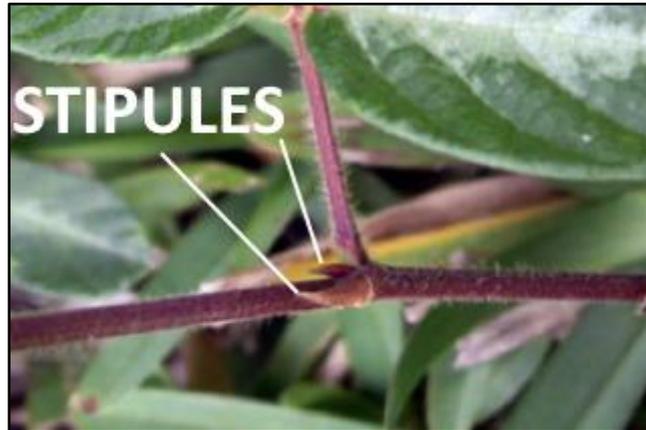


Figure 121 : Les stipules d'une feuille

3-2-3 L'Ochréa

Désigne une structure résultant de la **fusion des stipules** et entourant, comme une gaine, la tige à la base du pétiole.



Figure 122 : L'ochréa d'une feuille

3-2-4 La ligule

Elle se rencontre surtout chez les Graminées et correspond à un dédoublement du limbe au point d'attache de celui-ci sur la gaine.



Figure 123 : Ligule sur une feuille d'*Alopecurus geniculatus*

3-3 Adaptations morphologiques des feuilles

Outre le rôle fondamental dont la photosynthèse, les feuilles sont capables de jouer d'autres rôles grâce à des modifications diverses :

- **Les vrilles** de certaines plantes grimpantes sont des feuilles modifiées (exp. vigne) ou des folioles modifiées (exp pois) permettant la fixation au support.
- **Les bulbes ou les tunique charnues** (exp. l'oignon) sont des feuilles hypertrophiées par accumulation de réserve, celle-ci permettant une reprise de la vie végétative après la mauvaise saison.
- **Les feuilles succulentes** est un nombreuses Crassulacées comme l'Aloès contient des réserves en eau adapté au milieu sec et aride
- **Les piège à insectes** des plantes carnivores proviennent de modification foliaires (exp. mâchoire de la Dioné, poiles adhésives de Droséra, Outre de l'Utriculaire)
- **Les épines** de certaines espèces sont des feuilles (Cactus, Opuntia) transformées assurant une défense contre des herbivores (protection).



Figure 124 : Feuilles Epines



Figure 125 : Feuilles Vrilles



Figure 126 : Feuilles succulentes



Figure 127 : Feuilles d'une plante carnivore

4- La Fleur

Introduction

Angiosperme est un sous-embanchement des spermaphytes qui est divisé en deux sous-classes : les monocotylédones et les dicotylédones. Ces angiospermes sont caractérisées par la présence de l'ovule dans un ovaire et de la graine dans un fruit. Les organes reproducteurs (à l'origine des gamètes) sont placés dans une structure particulière : **la fleur**.

Une fleur est un dispositif reproducteur des Angiospermes composé de 4 séries de pièces verticillées : **2 séries de pièces stériles (qui forment le périanthe)** et **2 séries de pièces fertiles au sein desquelles se forment les gamétophytes**.

La fleur est portée par un axe dressé souvent chlorophyllien qu'on nomme **le pédoncule**. Cet axe peut porter de petites feuilles à sa base, les bractées et il se termine par une zone aplatie qui porte les pièces florales : c'est le **réceptacle floral**.

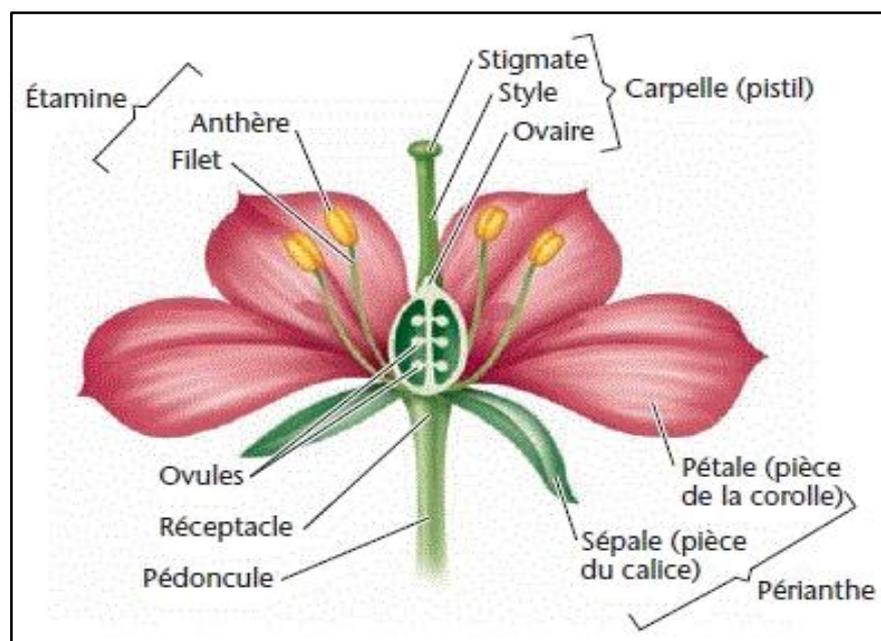


Figure 128 : schéma d'une fleur

4-1 Le périanthe

C'est l'ensemble de **pièces stériles**, ou **enveloppe florale**, composé de 2 verticilles : **calice** et **corolle**.

- **Les sépales** (dont l'ensemble forme **le calice**) : ce sont des structures d'allure foliacée (fines, plates, souvent chlorophylliennes). Leur rôle semble essentiellement protecteur (que ce soit dans un bourgeon ou après épanouissement de la fleur).

La persistance du calice est également variable : - il est **caduc** lorsqu'il tombe aussitôt la fleur épanouie ; - il est **persistant** lorsqu'il subsiste jusqu'à la maturation du fruit.

- **Les pétales** (dont l'ensemble forme la **corolle**) : ce sont des structures aplaties à surface plus ou moins importante, très souvent pourvues de couleurs vives. Leur rôle protecteur est parfois avancé mais, clairement, leur fonction principale est la signalisation vis-à-vis des Insectes pollinisateurs qui détectent leurs couleurs.

Lorsque les pétales et sépales ont la même apparence et on ne peut pas distinguer entre eux, on appelle dans ce cas-là, la pièce florale est un **tépale** et l'ensemble des tépales est appelé un **périspère**.

Quand les pétales sont indépendants on dit que la corolle est **dialypétale**. Quand les pétales sont soudés, sur une longueur plus ou moins grande, on dit que la corolle est **gamopétale**. Pour le calice on emploie les mots **dialysépale** et **gamosépale**.

Quand les pétales sont disposés comme les rayons d'un cercle (**symétrie axiale**), la corolle est dite **actinomorphe**. Quand la **symétrie est bilatérale**, la corolle est dite **zygomorphe**.

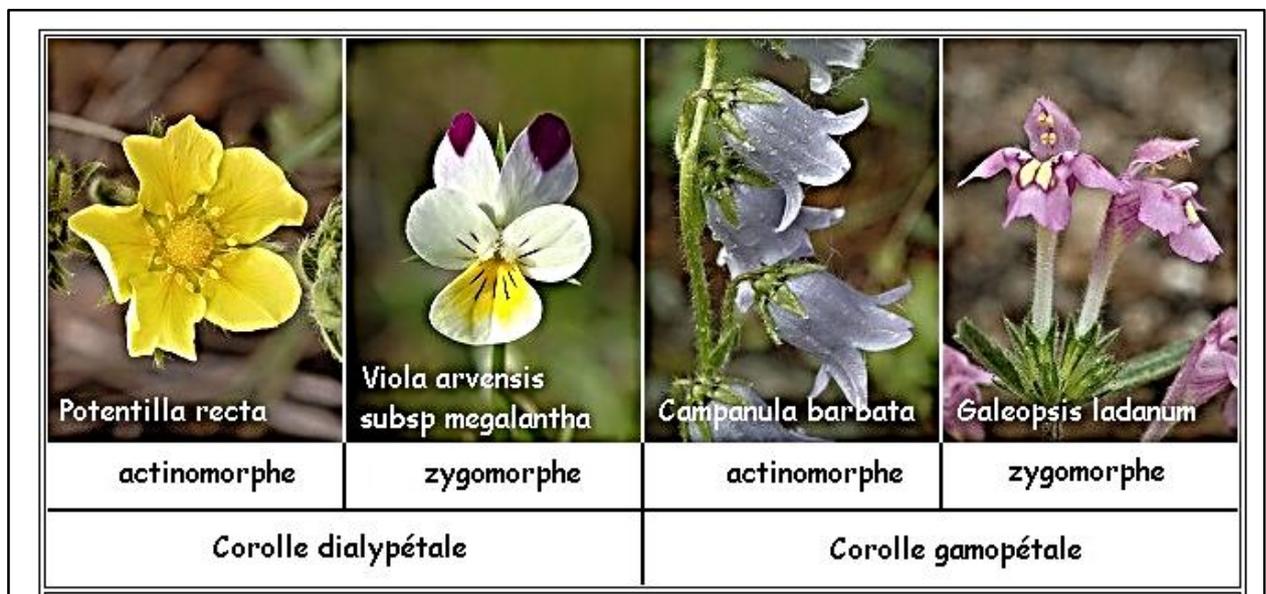


Figure 129 : Fleur actinomorphe et zygomorphe

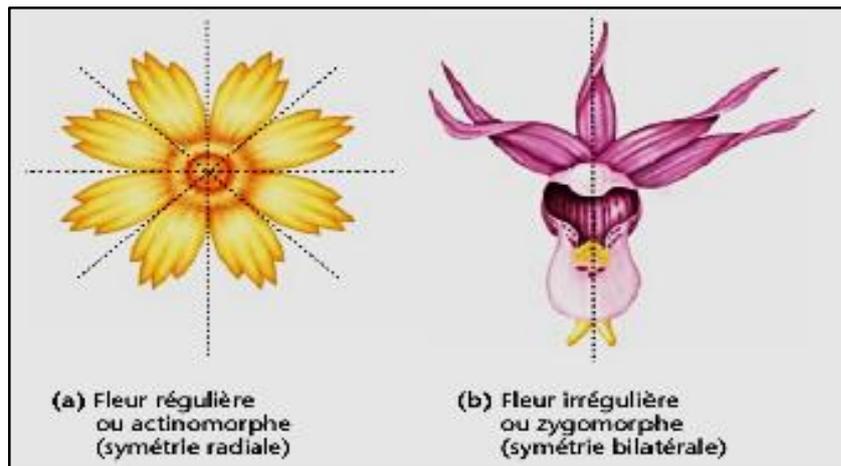


Figure 130 : Symétrie des fleurs

Fleur asymétrique, quand elle est dépourvue de tout plan de symétrie.

4-2 Pièces reproductrices

Sont les pièces fertiles au sein desquelles se forment les gamétophytes et sont composés également de 2 verticilles : l'**androcée** et le **gynécée**.

- **Les pièces mâles ou étamines** (dont l'ensemble forme l'**androcée**) : ce sont des structures comprenant un axe fin nommé **filet** portant à son extrémité une structure renflée nommée **anthère** au sein de laquelle on trouve quatre **sacs polliniques** où se développent les gamétophytes mâles ou **grains de pollen**. La zone reliant le filet à l'anthère s'appelle **connectif** et on y trouve un faisceau cribro-vasculaire.

Les étamines sont extrêmement variées tant pour leur forme que pour leur couleur, parfois au sein de la même fleur. Les étamines sont implantées directement sur le réceptacle ou soudées au tube d'une corolle gamopétale. Il existe également des étamines stériles, appelées **staminodes**. A maturité l'anthère s'ouvre et laisse échapper le pollen, qui permet la fécondation.

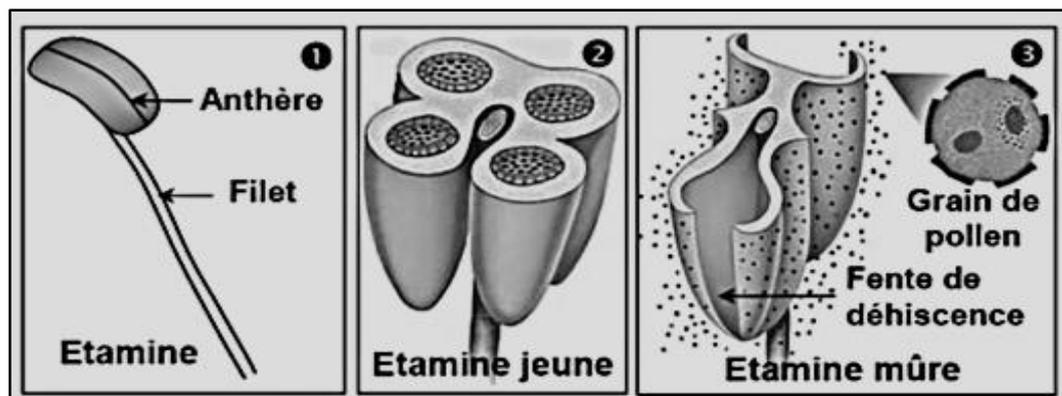


Figure 140 : Etamine et Anthère

- le **gynécée** ou **pistil** c'est L'ensemble des pièces femelles, il est formé de **carpelles**, **libres** ou **soudés** entre eux (partiellement ou entièrement). Chaque carpelle est composé d'un ovaire, partie renflée et creuse contenant les **ovules**, et d'un **style**, prolongement de l'ovaire qui s'épanouit à sa partie terminale en un **stigmate** destiné à capter les grains de pollen véhiculés par le vent ou les insectes.

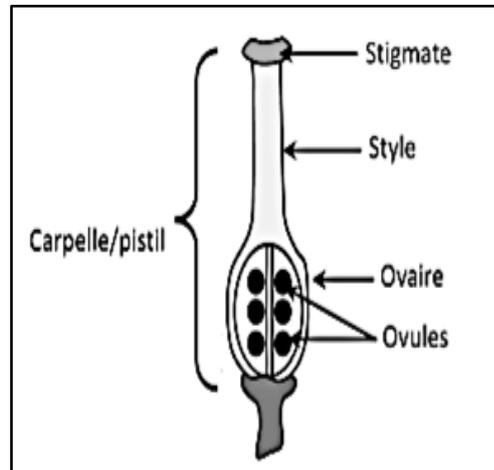


Figure 141 : Le pistil

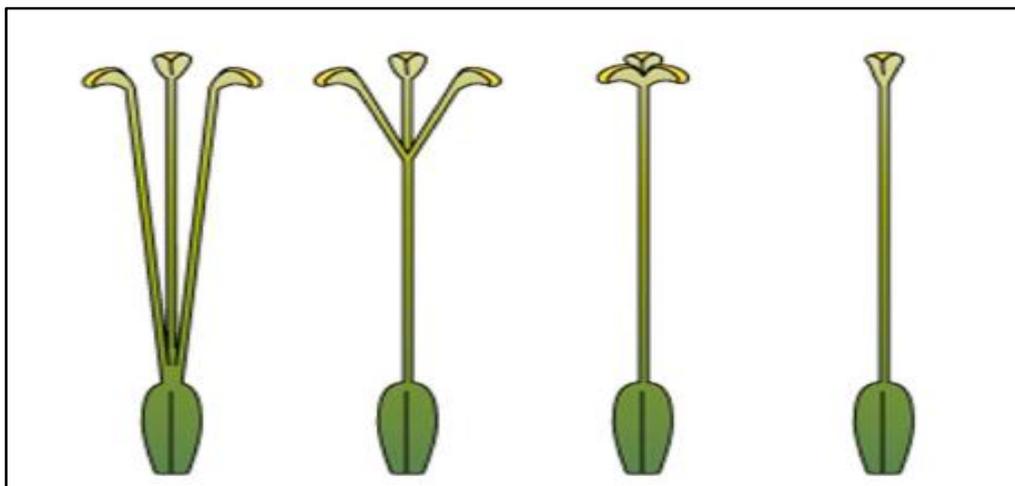


Figure 142 : Gynécées composés de carpelles soudés partiellement et totalement

Dans la majorité des cas, la fleur possède à la fois un **androcée** et un **gynécée** : elle est dite **bisexuée** ou **hermaphrodite**. Il existe des espèces **unisexuées**, c'est-à-dire qui possèdent seulement un **gynécée (fleurs pistillées)**, ou possèdent seulement un **androcée (fleurs staminées)**. On peut également rencontrer des **fleurs stériles ; sans étamines ni carpelles**.

Si les fleurs mâles et femelles sont produites sur un même individu, la plante est dite **monoïque** ; si ces fleurs sont produites sur des individus différents, la plante est appelée **dioïque**.

Enfin, il peut arriver qu'une plante porte à la fois des fleurs **unisexuées mâles**, des **fleurs unisexuées femelles** et des **fleurs hermaphrodites** ; dans ce cas, la plante est dite **polygame**.

4-3 Placentation

L'ovaire peut être pluriloculaire ou uniloculaire, **la placentation** définit la position des ovules à l'intérieur de l'ovaire. Il existe trois types courant, il s'agit de :

- **La placentation axile** : Les ovules sont insérés sur un axe central, et on peut observer des cloisons intercapellaires.

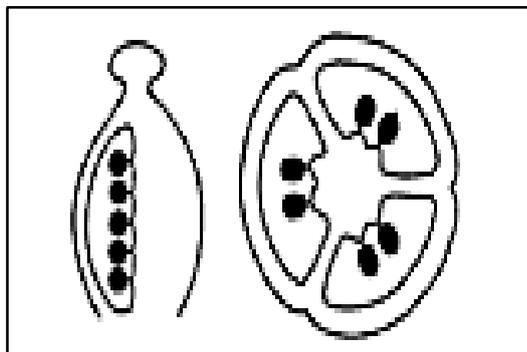


Figure 143 : Placentation axile

- **La placentation pariétale** : Les ovules sont insérés sur la paroi périphérique d'un ovaire non compartimenté.

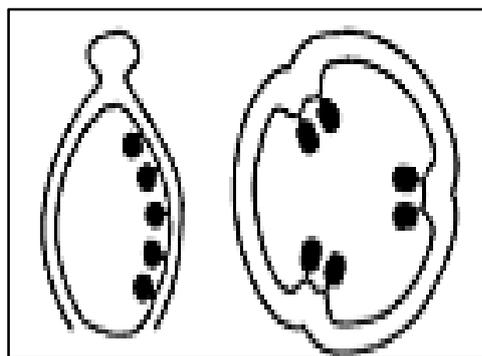


Figure 144 : Placentation pariétale

- **Placentation centrale** : dans un ovaire uniloculaire provenant de la soudure de plusieurs carpelles. Les cloisons intercarpellaires ayant disparu et on observe qu'une seule loge carpellaire, reste une colonne centrale sur laquelle sont fixés les ovules.

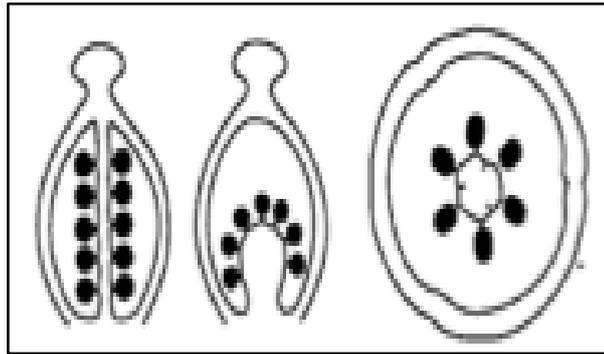


Figure 145 : Placentation centrale

4-4 Disposition de l'ovaire et des pièces florales

La fleur est **hypogyne** lorsque le périanthe et les étamines sont insérées plus bas que l'**ovaire supère (a)**, ce qui implique un réceptacle cylindrique, conique. La fleur est **périgyne** lorsque le périanthe et les étamines sont insérés plus haut que le niveau d'insertion de l'**ovaire semi-infère (b)** qui est partiellement enfoncé et soudé dans le réceptacle. La fleur est **épigyne** quand le périanthe et les étamines sont insérés plus haut que l'**ovaire infère (c)** qui est totalement enfoncé et soudé dans le réceptacle.

Cette disposition est un caractère évolué ; elle assure une protection supplémentaire aux ovules.

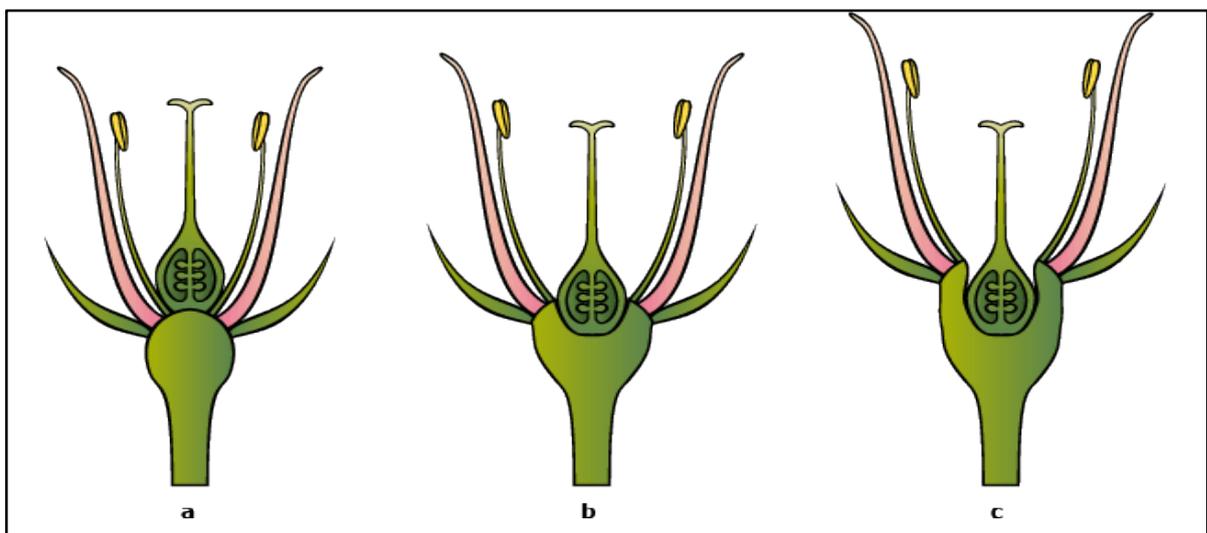


Figure 146 : Disposition de l'ovaire. (a) ovaire supère, (b) ovaire semi-infère, (c) ovaire infère.

4-5 Fleurs et inflorescences

Certaines plantes ont des **fleurs isolées (solitaire)**, mais beaucoup ont des **fleurs réunies en petits "bouquets" appelés inflorescence**. Une fleur isolée est portée par un **pédoncule**, s'il est inexistant, la fleur est **sessile** dans ce cas, et si l'axe portant une fleur individuelle dans une **inflorescence** on l'appelle le **pédicelle**. Il existe deux grands groupes d'inflorescence.

- **Les grappes**, une inflorescence à **croissance indéfinie** : l'axe principal se termine par un bourgeon et s'allonge, en théorie indéfiniment, en émettant latéralement des fleurs ou des axes secondaires portant des fleurs. Ce sont les fleurs de la base qui s'ouvrent les premières, les autres fleurs s'ouvrent successivement de la base vers le sommet.
- **Les cymes**, une inflorescence à **croissance définie** : l'axe principal se termine par une fleur, qui fleurit en premier, et sa croissance s'arrête. Les autres fleurs apparaissent successivement vers la périphérie sur des rameaux secondaires, qui peuvent être parfois très courts. On parle de ramification sympodique.

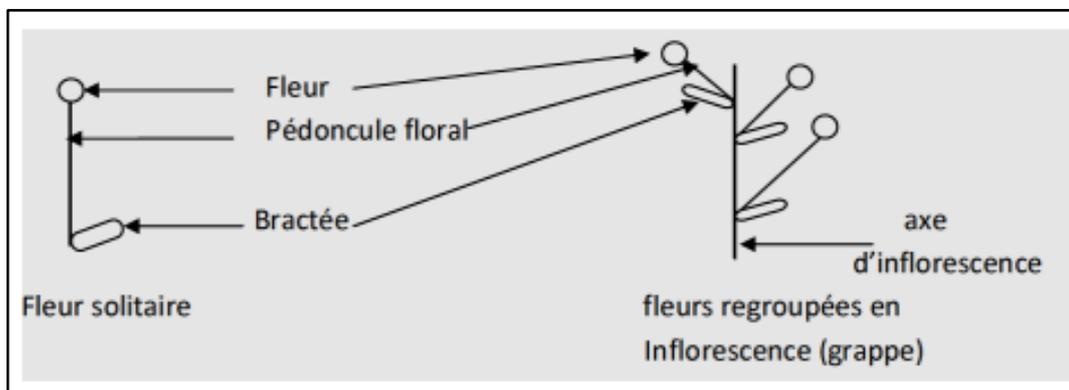


Figure 147 : Schéma de fleur solitaire et d'inflorescence

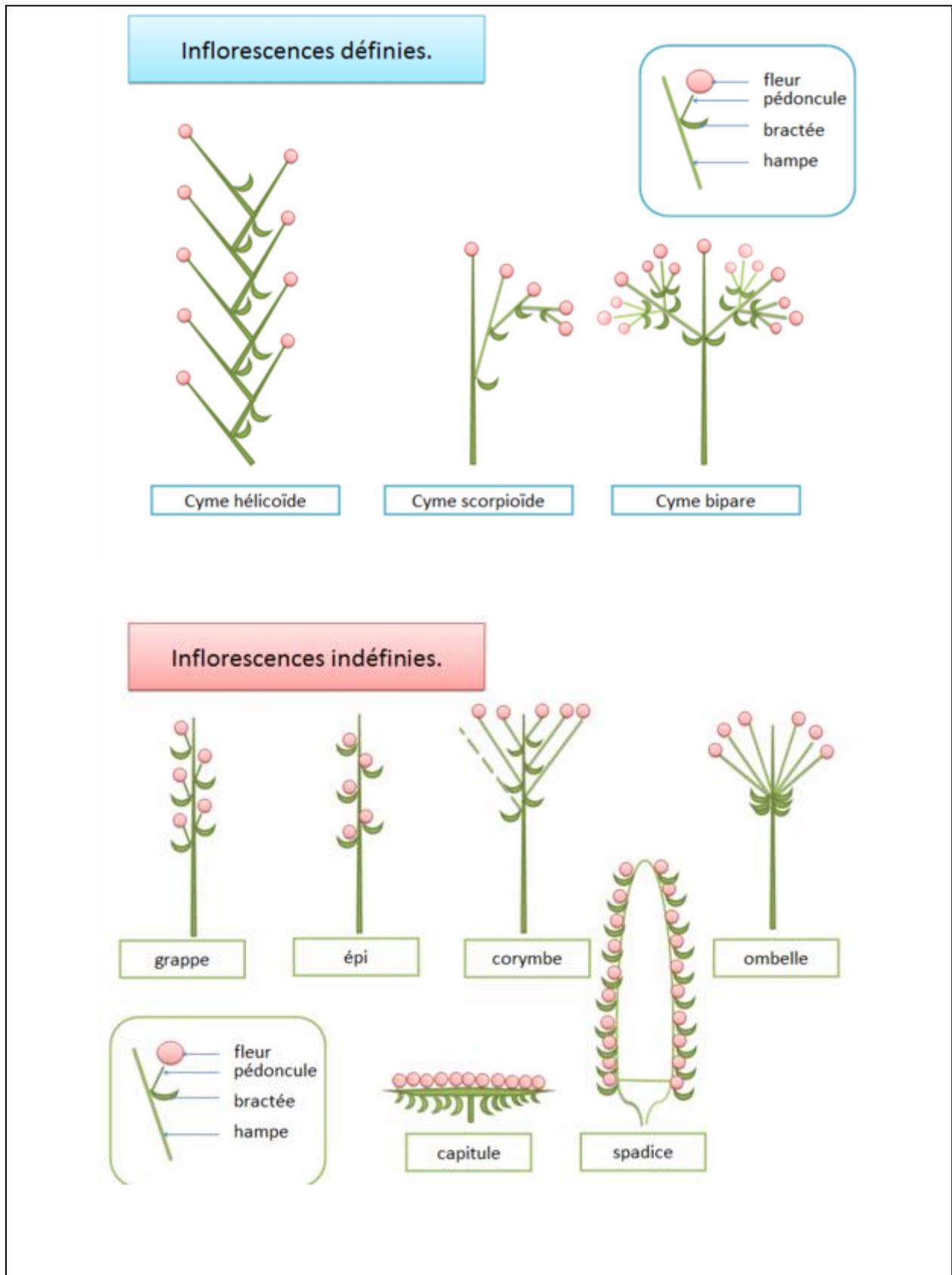


Figure 148 : Types d'inflorescences

5- Le Fruit

Habituellement, la fécondation est immédiatement suivie de la fanaison et de la chute de l'ensemble des pièces florales hormis l'ovaire (paroi et ovules).

Les parois de l'ovaire vont évoluer pour former **la paroi** du fruit ou **péricarpe**. Ce dernier est formé essentiellement de :

- **Epicarpe** : c'est la couche la plus externe du péricarpe, il est aussi appelé l'**exocarpe**.
- **Mésocarpe** : couche intermédiaire (entre l'épicarpe et l'endocarpe) du péricarpe des fruits. Il est très développé chez les fruits charnus.
- **Endocarpe** : la couche interne de l'enveloppe du fruit ou péricarpe entourant les graines.

Le réceptacle peut parfois intervenir dans ces transformations. **Les graines** proviennent des **ovules**.

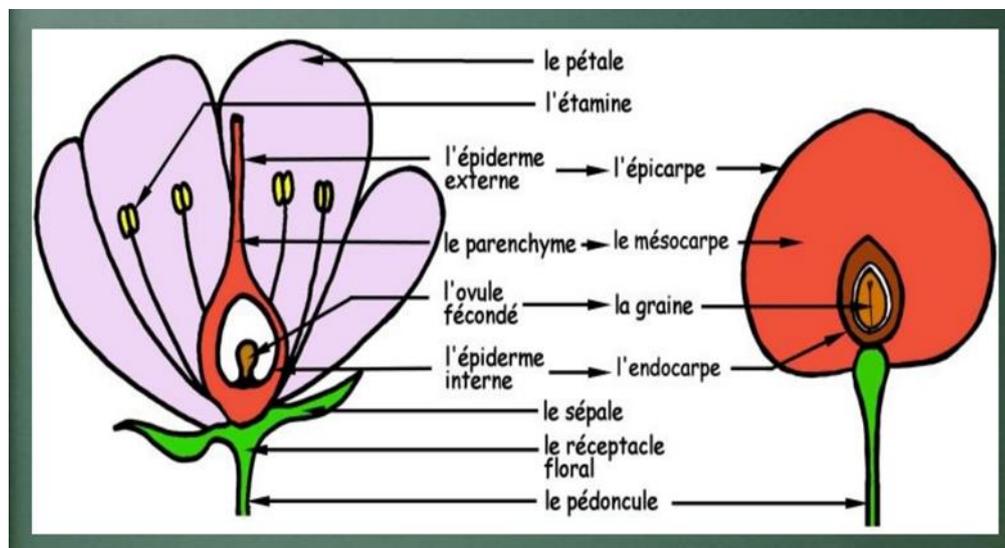


Figure 149 : Évolution de la fleur en fruit

Selon que la paroi du fruit est composée uniquement de la paroi de l'ovaire ou inclut d'autres tissus comme le réceptacle de la fleur par exemple, on distingue les **fruits simples**, les **fruits complexes** et les **fruits composés**.

Selon que le péricarpe se lignifie ou se charge de substances hydrophiles et d'eau, on distingue les **fruits secs** et les **fruits charnus**.

Selon que les fruits s'ouvrent ou non en libérant les graines, on distingue les fruits **déhiscents** et **indéhiscents**.

5-1 Fruits simple ou vrai fruit

Sont formés uniquement par le développement de l'**ovaire** d'une **seule fleur**.

- Lorsque la partie femelle de la fleur (gynécée) est formée d'un **seul carpelle** ou de **plusieurs carpelles soudés**, ce gynécée se transforme en un fruit unique et les **ovules** se transforment en **graines**. La paroi du fruit (appelée **péricarpe**) dérive essentiellement de la paroi de l'**ovaire**.
- Lorsque le gynécée est formé de plusieurs **carpelles libres**, chaque carpelle évoluera en un fruit simple, donc la fleur produira **plusieurs fruits simples**. Le gynécée d'une fleur peut être composé de 2 ou 4 carpelles libres ou faiblement soudés qui donneront à la maturité 2 ou 4 fruits simples. Quand le nombre de carpelles libres est supérieur, on parle alors de **fruits multiples**.

On peut classer les fruits simples en 2 familles :

- Les fruits charnus (avec une chair juteuse).
- Les fruits secs.

5-1-1 Fruits charnus

C'est un simple fruit (vrai) dont le péricarpe est gorgé de réserves, devient épais et juteux, selon que l'endocarpe est charnu ou lignifié, on distingue : **les baies** et **les drupes**.

- **les baies** : le péricarpe (**épicarpe, mésocarpe et endocarpe**) est entièrement **charnu**. Les graines sont dans la (ou les) loges des carpelles. On les appelle des **pépins**. et sont libres dans la chair du fruit. En général les baies sont **polyspermes**, Ex raisin, tomate, pomme ...etc
- Les drupes : la partie interne du péricarpe (**l'endocarpe**) est **lignifiée** entourant **une seule graine** constituant un **noyau**. La drupe est le plus souvent **monosperme** (constituée d'un seul ovaire), Ex cerise, les pêches...etc

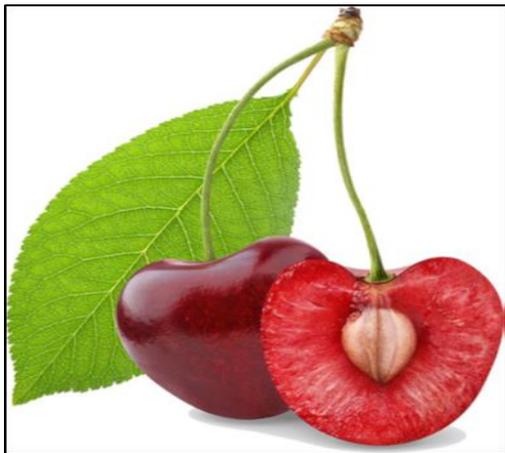


Figure 150 : Drupe = fruit à noyau



Figure 151 : Baie = fruit à pépins

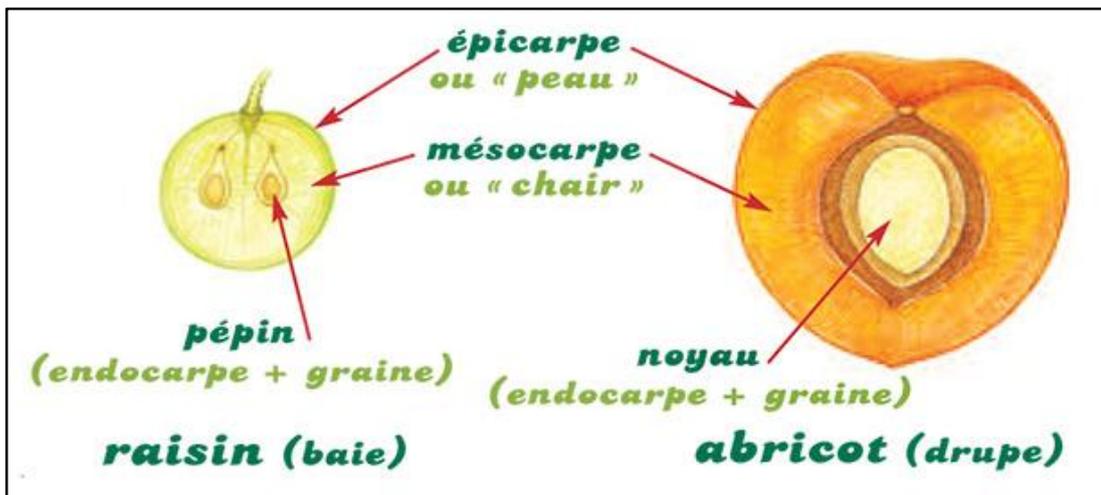


Figure 152 : Coupe dans une baie (raisin) et une drupe (Abricot)

5-1-2 Fruits secs

Le péricarpe se dessèche, devient fibreux et plus ou moins dure, On distingue deux types des fruits secs :

- **Les fruits secs indehiscent** : qui ne s'ouvrent pas à la maturité.
 - **L'akène** : avec une paroi membraneuse plus ou moins dure et résistante. contient une seule graine qui est séparée du fruit.



Figure 153 : L'akène

- **La samare** : est un akène où le développement accru du péricarpe forme une aile membraneuse
- **La disamare (Érable)** : est issue d'un ovaire à deux carpelles (pourvue de deux ailes).



Figure 154 : La samare et la disamare

- **Le caryopse** : La graine est soudée au péricarpe, caractéristique spécifique à la famille des graminées



Figure 155 : Le caryopse

- **La nucule** : est un akène pour lequel la paroi, extrêmement dure, est dite osseuse comme chez le Noisetier.

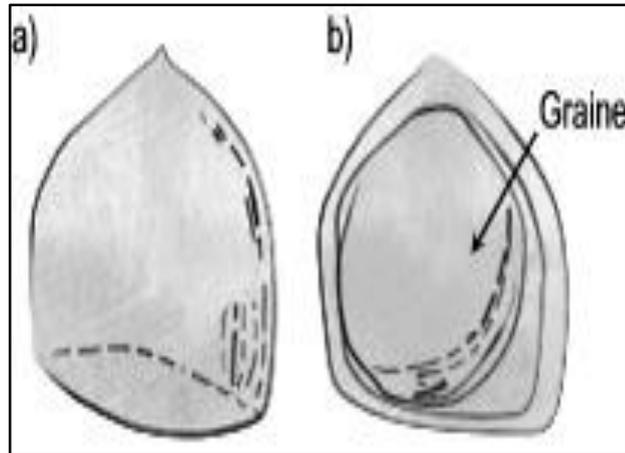


Figure 156 : (a) Nucule de noisetier, (b) coupe longitudinale montrant la graine entourée du péricarpe osseux

- **les fruits secs déhiscents** : qui s'ouvrent à la maturité par des fentes ou des pores et libèrent ainsi les graines. On distingue différents types :

- Issus d'un seul carpelle :

- **Le follicule** : s'ouvre par une seule fente de déhiscence, soit le long du placenta, suivant la ligne de suture ventrale des bords du carpelle, soit la déhiscence se fait au niveau de la nervure médiane du carpelle, elle est dite dorsale.



Figure 157 : Le follicule, plante *Illicium verum*

- **La gousse** : s'ouvre par deux fentes : une dorsale et une ventrale. Ex. Papilionacées.



Figure 158 : La gousse, Haricot (*Phaseolus vulgaris*)

- Issus de plusieurs carpelles soudés :
 - **Des capsules** qui se différencient selon leur mode de déhiscence ou d'ouverture. Lorsque le fruit sec est formé par deux ou plusieurs carpelles soudés, l'ouverture se réalise par des fentes de déhiscence. Celles-ci se forment soit au niveau des sutures placentaires, soit au niveau des nervures médianes des carpelles. Les deux modes peuvent parfois coexister dans un même fruit. Ces modes de déhiscence diffèrent selon le type de placentation. On distingue ainsi :
 - a) La capsule septicide**, où des fentes longitudinales provoquent la rupture de la paroi, des cloisons ou septums qui séparent les loges.
 - b) La capsule loculicide**, dont la déhiscence se fait selon une fente longitudinale au niveau de la nervure médiane des carpelles (donc au niveau des loges) (Ex. Cotonnier).
 - c) La capsule septifrage** où le fruit se fend de part et d'autres des placentas « déhiscence paraplacentaire », ce type de déhiscence est toujours accompagné de déhiscence septicide et/ou loculicide (Ex Datura ; Ricin).
 - d) La capsule poricide** : déhiscence par des pores ou des clapets comme chez le Pavot.
 - e) La pyxide**, caractérisée par une déhiscence transversale, liée à la chute de la partie supérieure de la capsule selon une fente circulaire.

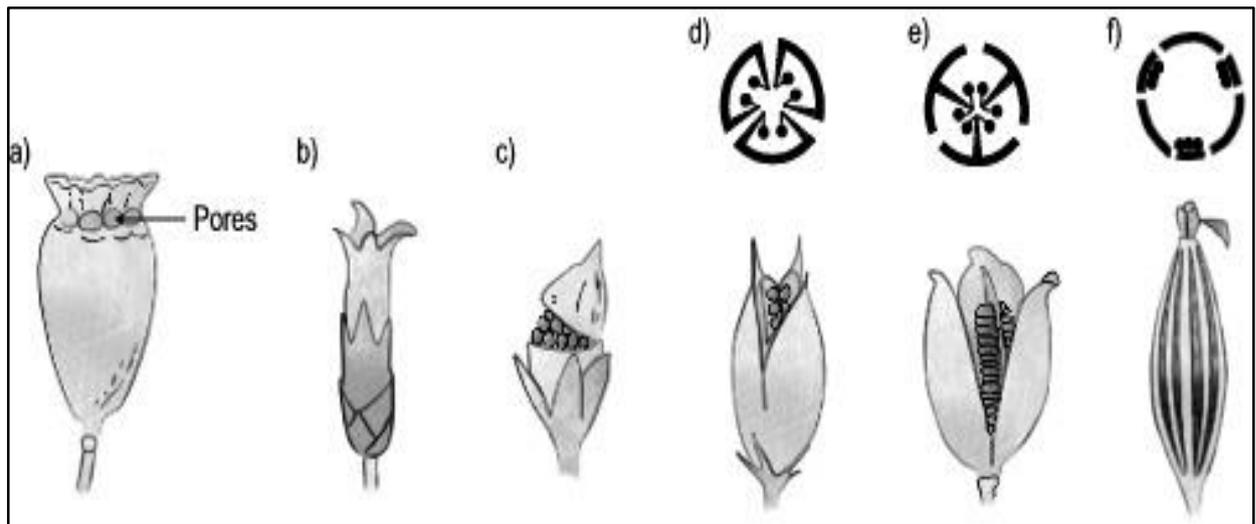


Figure 159: Capsule (a) à déhiscence poricide du Pavot, (b) à déhiscence denticide d'Œillet ; (c) pyxide de Plantain ; (d) capsule septicide de Millepertuis et son schéma de déhiscence ; (e) capsule loculicide de Tulipe et son schéma de déhiscence ; (f) capsule à déhiscence valvaire d'Orchis maculé et son schéma de déhiscence

- **La silique** : fruit type des Brassicacées, issu d'un ovaire bicarpellé, tétraloculaire. (présence d'une fausse cloison d'origine placentaire). Le fruit s'ouvre par déhiscence paraplacentaire (Ex. Moutarde)



Figure 160 : La silique, Monnaie du Pape (*Lunaria annua*)

5-2 Faux fruits

5-2-1 Fruits multiples

Lorsque la fleur contient plusieurs carpelles libres, chacun d'entre-eux donne un fruit simple et la même fleur développe alors plusieurs fruits simples. On peut alors distinguer des poly-akènes, des poly-drupes, des poly-follicules, selon le type de fruit unitaire. Il s'agit alors d'un fruit multiple.



Figure 161 : Framboise, un fruit multiple

5-2-2 Fruits complexes

Dans un grand nombre de cas, la formation du fruit fait intervenir d'autres tissus que la simple paroi de l'ovaire (réceptacle, pièces périnthaires,.... etc) ; Ex : fraise, pomme, poire... Il s'agit alors de fruits complexes appelés aussi "pseudo-fruits". Dans de nombreux cas, le développement du fruit est réalisé à partir d'une fleur à ovaire infère.

Chez la fraise, le réceptacle floral se développe considérablement et produit la principale partie charnue du fruit ; les carpelles sont transformés en akènes et fixés sur ce volumineux réceptacle.

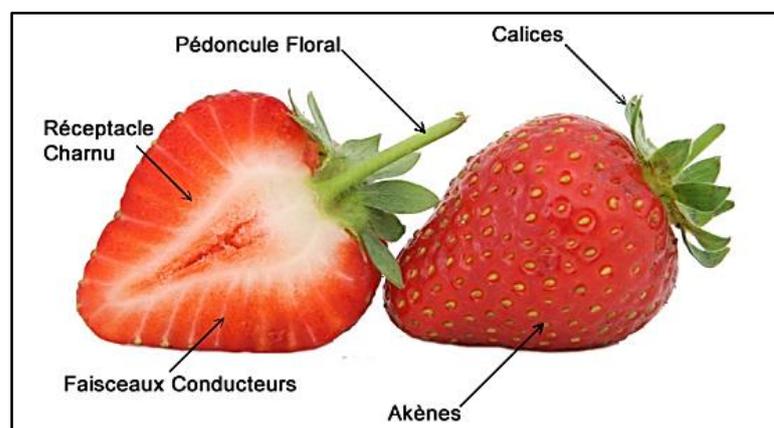


Figure 162 : Structure de la fraise

Concernant la pomme ou la poire, l'ovaire infère est soudé au réceptacle floral. Le fruit comprend un mésocarpe charnu provenant en partie du réceptacle hypertrophié et pour une autre part de la paroi externe des carpelles. L'endocarpe est constitué à partir de la paroi interne des 5 anciennes loges carpellaires.

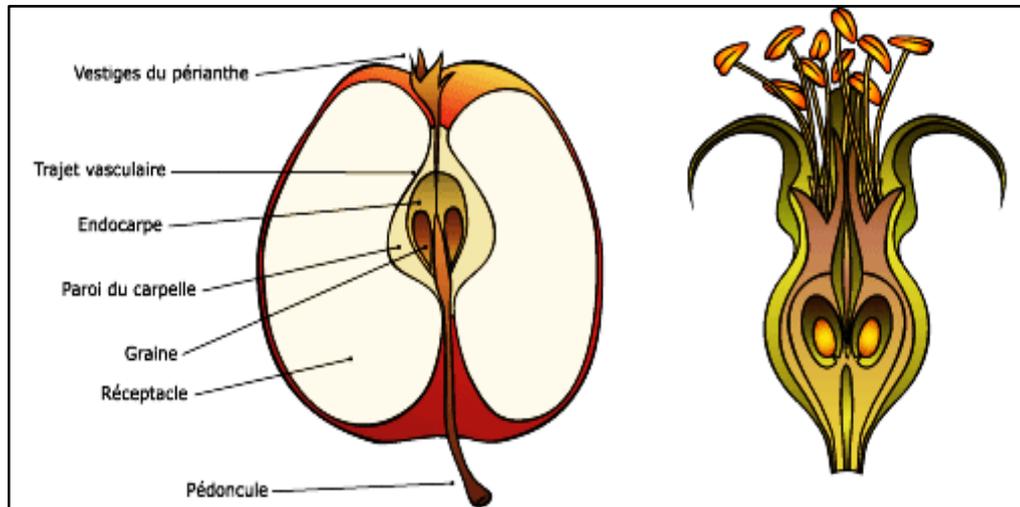


Figure 163 : Pomme (*Malus sylvestris*)

5-2-3 Fruits composés

Les fruits composés dérivent du développement d'une inflorescence (plusieurs fleurs), on peut les qualifier d'infrutescences. Ils sont formés par le développement de l'ovaire de chaque fleur, auquel peuvent s'ajouter le réceptacle floral, l'axe de l'inflorescence et les bractées florales (ou même d'autres parties). Exemple : Ananas et Figue

L'ananas composé de nombreuses baies parthénocarpiques associées à l'axe d'inflorescence.

La figue où le réceptacle de l'inflorescence prend une forme d'urne.



Figure 164 : Coupe longitudinale d'un ananas

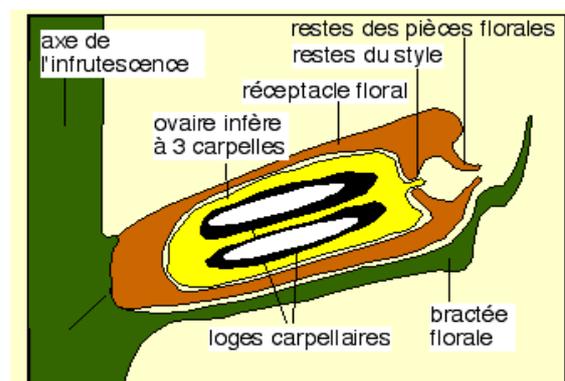


Figure 165 : Schéma de l'infrutescence de l'ananas

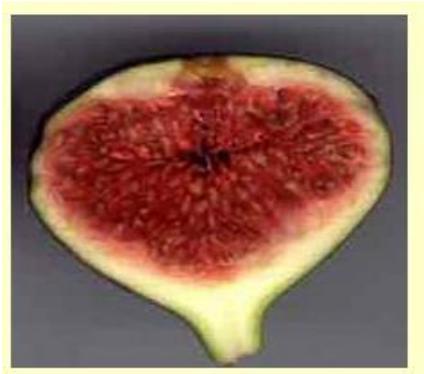


Figure 166 : Coupe longitudinale d'une figue

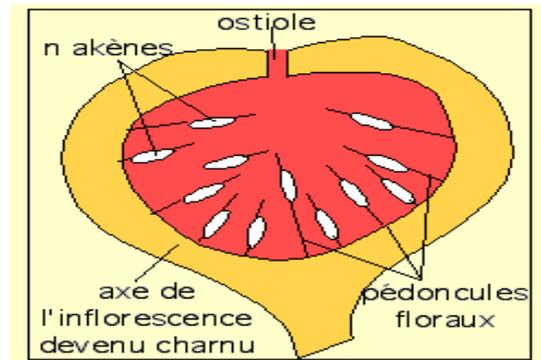


Figure 167 : Schéma de la coupe longitudinale d'une figue

6- La graine

Après fécondation l'ovule se transforme en graine, et l'ovaire se transforme en fruit.

Le fruit protège la graine : celle-ci sera mise en liberté par déhiscence du fruit, par sa rupture ou par sa destruction.

Les graines conservent la forme de l'ovule dont elles dérivent ; seule la taille évolue de manière plus ou moins marquée. Elles présentent trois parties :

- **l'embryon** : Après la fécondation, l'oosphère s'entoure d'une paroi cellulosique. Le zygote se divise pour former un suspenseur puis un embryon. Celui-ci est normalement constitué d'une **tigelle**, d'une **radicule**, d'une **gemmule** et d'**un ou deux cotylédons**.
- **l'albumen** : dont la durée de vie au sein de la graine est variable ; Le noyau triploïde central résultant de la fusion d'un des deux gamètes mâles avec deux noyaux centraux se divise activement ; les cellules se chargent de réserves formant un tissu nourricier, l'albumen, autour de l'embryon issu du zygote principal
- **les téguments** : à la surface desquels sont visibles le hile (aspect de petite cicatrice) et le micropyle.

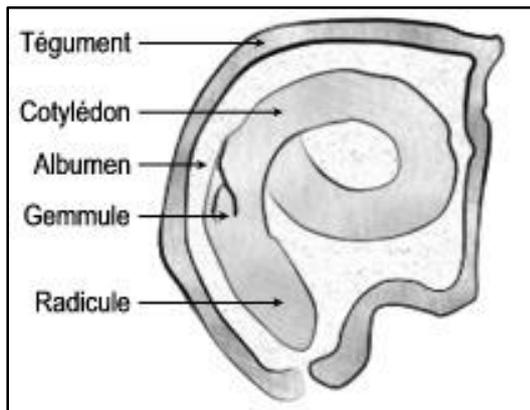


Figure 168 : Structure interne de la graine d'oignon (Monocotylédones)

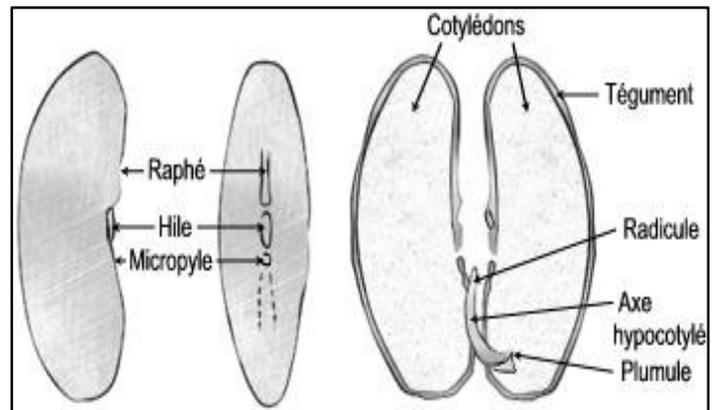


Figure 169 : Morphologie externe et structure interne de la graine exalbuminée de Haricot (Dicotylédones)

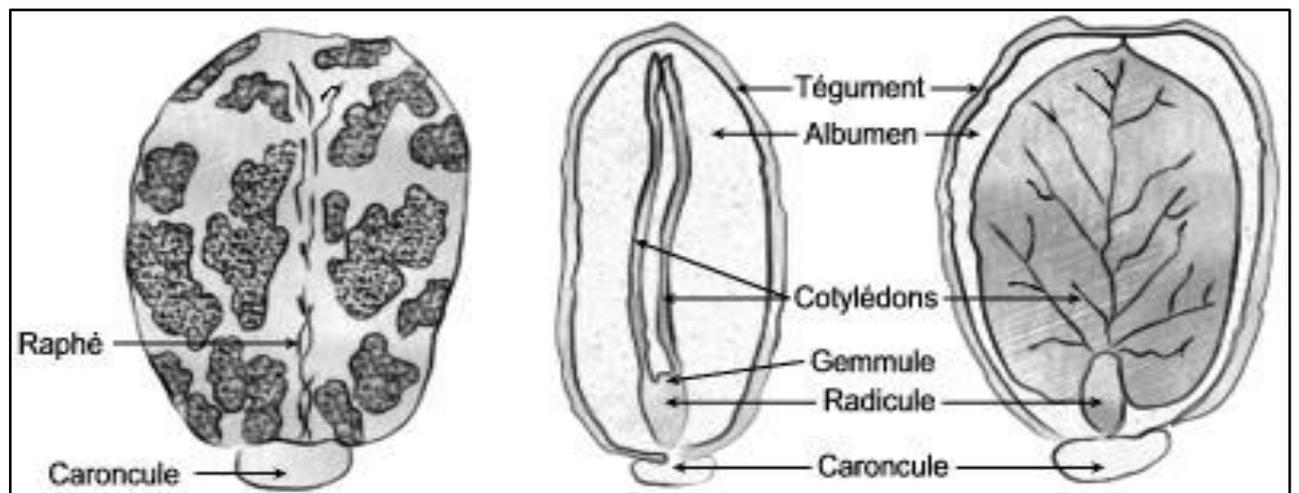


Figure 170 : Morphologie externe et structure interne de la graine albuminée de Ricin (Dicotylédones)

La graine assure :

- Reproduction
- Dissémination de l'espèce
- Résistance

6-1 Type des graines

L'albumen peut persister et servir de réserve alimentaire pour le développement future de l'embryon au cours de la germination : **Graines albuminées**, exemple : céréales.

Il peut aussi être entièrement consommé par l'embryon au cours du développement de celui-ci, comme tout ce qui reste du nucelle lui-même, voire encore le tégument interne. Les matières de réserve sont alors stockées dans les cotylédons. On parle alors de : **Graines exalbuminées**, exemple : légumineuses.

Il n'est pas rare que persiste, autour de l'albumen à maturité, une portion périphérique du nucelle, le périsperme, qui peut parfois remplacer l'albumen : **Graines périspermées**

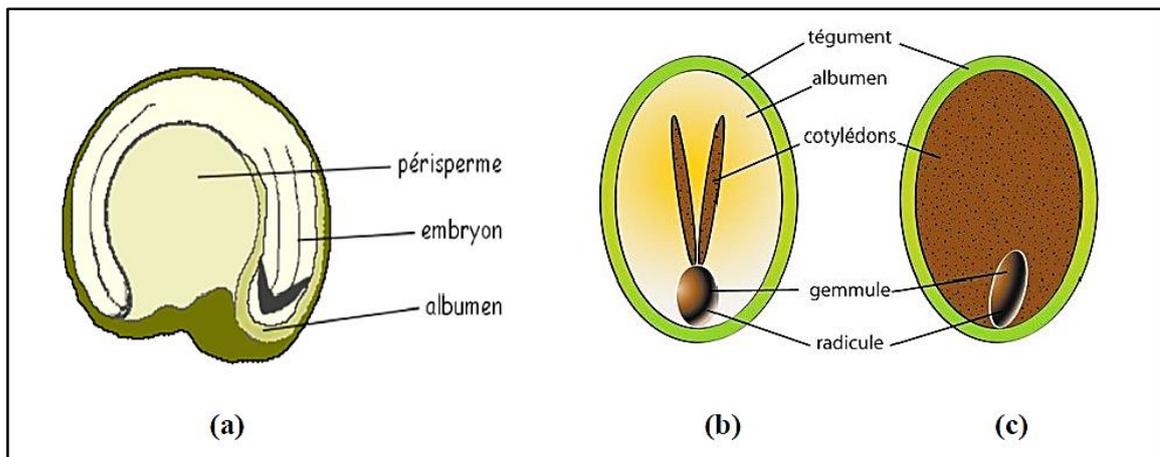


Figure 171 : Schéma d'une graine à périsperme (a), albuminée (b), exalbuminée (c)