

CHAPITRE 4 : MORPHOLOGIE DES ORGANES VEGETAUX

A-LA RACINE

La racine se présente généralement comme la prolongation sous-terrainne de la partie basale de la tige, elle représente l'organe de soutien pour fixer la plante au sol et lui permettre un ravitaillement en eau et en sels minéraux (absorption) ainsi que le stockage des réserves nutritives.

La plupart des racines sont sous-terrainnes mais il existe aussi des racines aériennes.

Les racines ne sont pas chlorophylliennes (sauf certaines orchidées épiphytes) et ne portent jamais de feuilles, elles croissent généralement vers le bas (géotropisme positif) et fuient la lumière (lucifuges). On peut distinguer :

- Une **racine principale** appelée **pivot** : elle s'enfonce droit dans le sol et ses proportions sont différentes selon l'espèce et le milieu.
- Les **radicelles** : les ramifications les plus fines qui se développent à partir des **racines secondaires**.

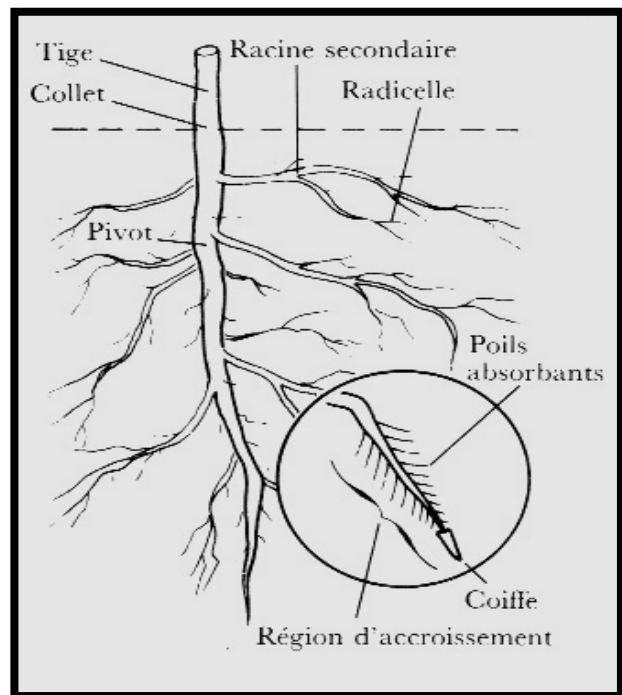


Figure 01 : Morphologie générale d'une racine

1. Les différents types de racines

1.1. Les racines pivotantes

(Système racinaire pivotant), c'est le système que l'on voit quand la racine principale est beaucoup plus importante que les racines secondaires. Les racines pivotantes s'enfoncent en général très profondément dans le sol verticalement et fixe solidement la plante. Ce système racinaire caractérise les dicotylédones. (fig.02)

1.2. Les racines fasciculées

Ce système racinaire est formé d'un fin chevelu de racines entre lesquelles il est impossible de distinguer la racine principale des racines secondaires. Les plantes qui possèdent ce système racinaire sont des monocotylédones ex : les graminées (fig.03)

1.3. Les racines adventives

Elles peuvent se former ailleurs qu'à la base de la tige, par exemple sur les entre-nœuds des tiges rampantes. Exemple : Stolon de fraisier, parfois sur les tiges souterraines : Iris, chiendent, ou sur les tiges grimpantes, par exemple le lierre. (Fig.04)

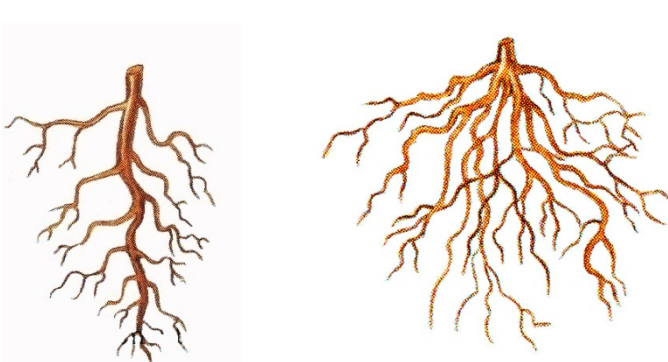


Figure 02 : racine pivotante

Figure 03: racine fasciculée

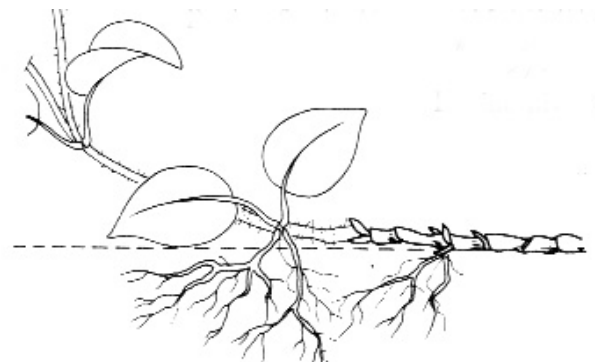


Figure 04: racine adventive

2. Adaptations particulières (modifications des racines)

2.1. Les racines tubérisées

Ce sont des racines renflées par accumulation de substances de réserves. Ex : carotte, betterave, radis, navet...

Les racines tubérisées vivent généralement deux ans, mais pendant la mauvaise saison leur appareil végétatif aérien disparaît. Les réserves accumulées dans les tubercules serviront l'année suivante à nourrir la plante. (fig.05)

2.2. Les racines crampons

Ce sont des racines adventives qui se développent le long de la tige. Ex : le lierre. Ces racines servent à se fixer sur un support (ex : un mur). Le lierre développe des racines adventives qui forment, au bout, un petit peloton faisant ventouse pour adhérer au support. (fig.06)

2.3. Les racines suçoirs

Ou racines endophytes parasites, elles sont présentes chez les plantes parasites comme la cuscute. Chez ces plantes, il y a transformation des racines en suçoirs qui vont s'infiltrer à l'intérieur de la plante qui est parasitée et passent jusqu'aux vaisseaux conducteurs. (fig.07)

2.4. Les racines respiratoires : les pneumatophores

Ce sont des racines secondaires, à géotropisme négatifs poussant verticalement en milieu inondé et permettant de s'approvisionner en oxygène, ils sont caractéristiques des arbres de marais surtout :

1er cas : en Algérie, dans la région d'El-Kala Lac Tonga (Wilaya d'El Taref) ; dans ce lac, présence de cyprès chauve avec ses pneumatophores (c'est la particularité de ce lac).

2ème cas : chez les plantes de la mangrove ; ces plantes possèdent un système racinaire particulier : les racines sont immergées dans un milieu saumâtre, non favorable à la vie (conditions d'asphyxie), donc elles vont émettre des racines respiratoires appelées pneumatophores, qui permettent d'assurer une meilleure respiration. (fig.11)

2.5. Les racines échasses

Ce sont des racines adventives. Dans la mangrove, on trouve également ce type de racines qui jouent un rôle de support en étayant le tronc de l'arbre. Ex : le Palétuvier.

(La mangrove est un écosystème de marais maritime incluant un groupement de végétaux principalement ligneux). (Fig. 10)

2.6. Les racine contreforts

Ce sont des racines aériennes qui naissent sur des rameaux de certaines espèces arborescentes des zones tropicales. Leur développement en direction du sol et leur ancrage dans ce dernier font qu'elles jouent un rôle de soutien. Ex : racines-contreforts du Ficus. (fig.12)

2.7. Racines aquatiques (hydrophytes)

Elles sont dépourvues de poils absorbants et de coiffes exemple : lentille d'eau

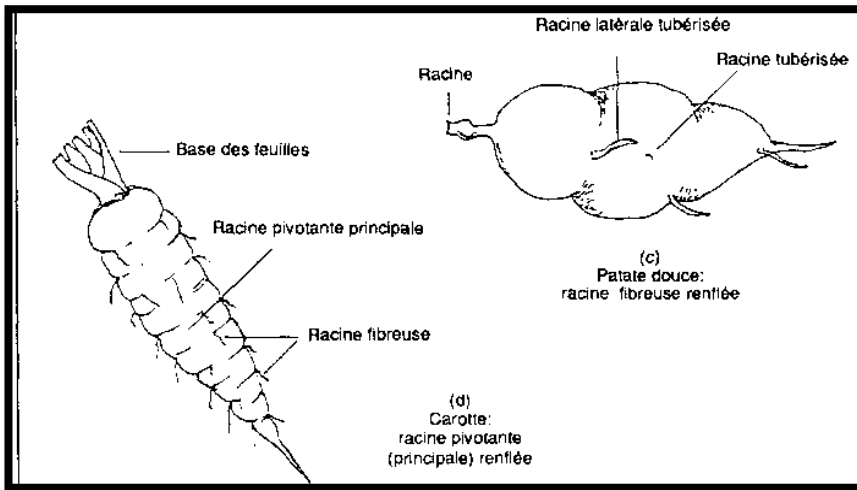


Figure 05: Racines tubérisées

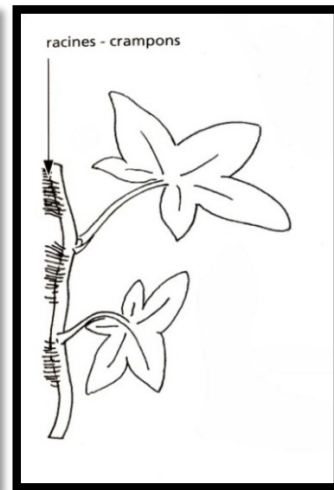


Figure 06 : Racines crampons

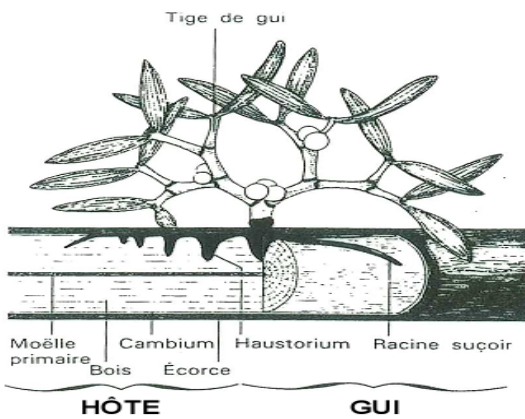


Figure 07: Racines suçoirs



Figure 12 : Racines contreforts

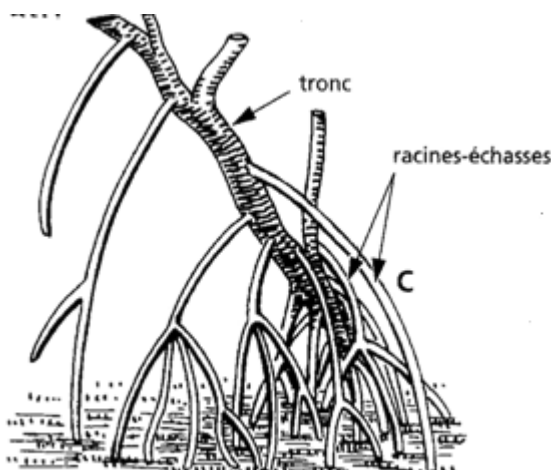


Figure 10: Racines échasses

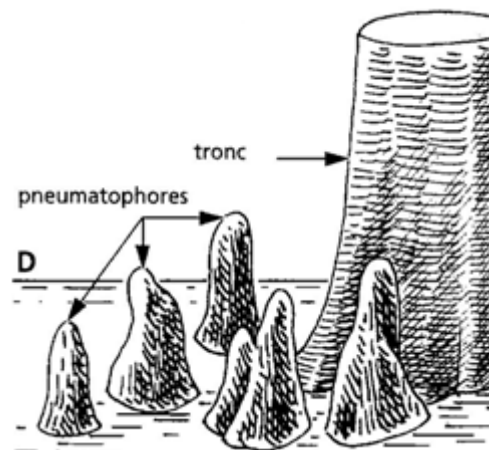


Figure 11: Racines respiratoires

B-LA TIGE

La tige se compose d'une suite de nœuds et d'entre-nœuds. Elle possède généralement une forme cylindro-conique ; parfois cependant elle s'aplatit et devient quadrangulaire, comme chez les Labiées, ou bien triangulaire, comme chez Cypéracées.

Le sommet de la tige est occupé par un bourgeon, qui est qualifié de **terminal** à cause de sa position. Sur les flancs de la tige, au niveau des nœuds, se remarquent d'autres bourgeons dits **axillaires** parce qu'ils naissent dans l'**aisselle** des feuilles. Ces bourgeons sont destinés à assurer la ramification de la tige. Sa croissance s'effectue dans le sens opposé à l'attraction terrestre (géotropisme négatif) et vers la lumière (phototropisme positif)

Le port d'une plante est surtout influencé par la manière dont la tige principale et les tiges secondaires ou **branches** issues d'elle se comportent les unes par rapport aux autres. 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 point 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.

Tige herbacée : est une tige de plante généralement annuelle, caractérisée par une faible épaisseur, par sa couleur verte et sa souplesse.

Tige ligneuse : la tige est constituée d'un tronc et des branches, elle est épaisse et très dure et constituée de tissus ligneux ou bois, généralement de couleur brune

Toutes les tiges sont d'abord herbacées, certaines, comme par exemple celles des plantes annuelles, meurent après une saison ; d'autres, comme celles des arbres, s'épaississent et deviennent ligneuses d'année en année.

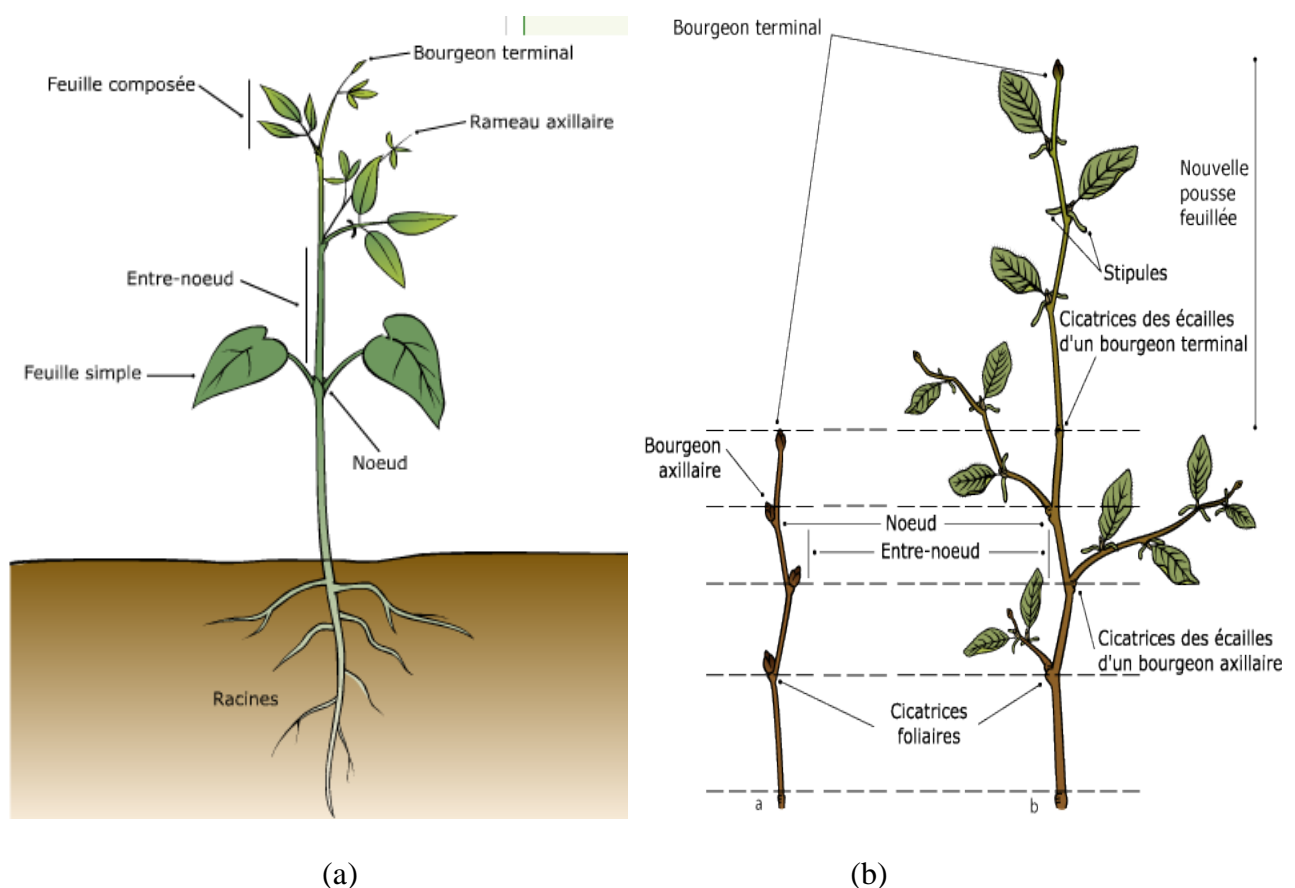


Figure 13 : Morphologie générale d'une tige (a) herbacée (b) ligneuse

1. Les tiges aériennes

1.1. Les tiges dressées

Se sont celles qui s'élèvent verticalement, cas d'arbres, arbustes... On peut leur donner un nom particulier : le tronc (ils sont ramifiés et s'épaississent d'année en année).

-Le tronc des palmiers s'appelle un stipe (forme cylindrique, non ramifié, et ne s'épaissit plus)

-Les tiges des Graminées s'appellent un chaume, elles sont creuses et divisées en compartiments par des cloisons transversales

1.2. Les tiges rampantes

On appelle ainsi la tige qui, au lieu de s'élever verticalement, elle court à la surface du sol où elle enfonce son extrémité pour donner un nouveau pied (nouvelle plante) qui ensuite, se sépare de la plante-mère par rupture du stolon. Ex : Fraisier.

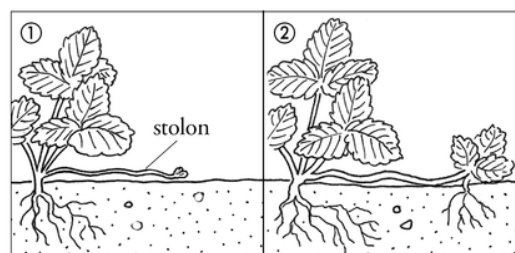


Figure 14 : Stolon de fraisier

1.3. Les tiges grimpantes

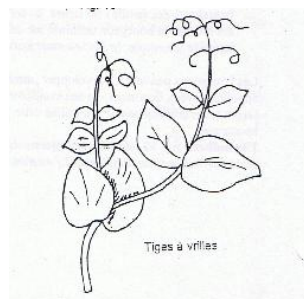
Ce sont des tiges qui s'élèvent au-dessus du sol en s'aidant d'un support et ne restent dressées que si elles restent accrochées à ce support; elles s'attachent à ce support par plusieurs manières :

-Par des crampons, ex : le lierre

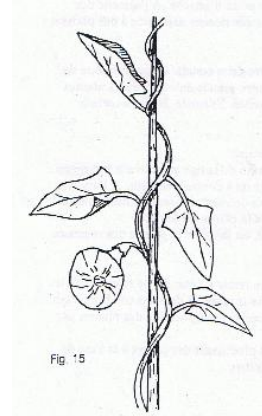
-Par des vrilles, ex : la vigne, rameaux-vrilles.

-Par de petites aiguilles ou des crochets, ou encore des épines, ex : le framboisier.

-Il y a des plantes volubiles : la plante s'enroule autour du support, ex : le liseron, les lianes.



(a)



(b)

Figure 15 : Les tiges grimpantes (a) tige à vrilles (b) tige volubiles

1.4. Les Cladodes (rameaux modifiés)

Ce sont des rameaux courts constitués d'un seul entre-nœud aplati, forte ressemblance avec des feuille; Ex : cladode de *Ruscus* (=le fragon), la différence permettant de les distinguer des feuilles : les cladodes sont toujours axillés par des feuilles réduites et écailleuses. (Fig.16)

1.5. Les rameaux-épineux ou dards

Ce sont des rameaux à croissance limitée ; leur bourgeon terminal durcit, se transforme en épine (dard). Ex: chez les plantes des zones arides en général, l'aiguillons chez le genêt et le dard de rosier. (Fig.17)

1.6. Les tiges succulentes

Ce sont des tiges charnues et gorgées d'eau chez les plantes adaptées à la sécheresse ; ex : les cactacées, les crassulacées... La tige de ces plantes contient un tissu aquifère (contenant beaucoup d'eau), un épiderme dépourvu de stomates et possédant une cuticule très épaisse ; les feuilles sont absentes ou très petites (écailles), ou encore réduites à des épines, et cela pour empêcher l'évaporation de l'eau. (Fig.18)

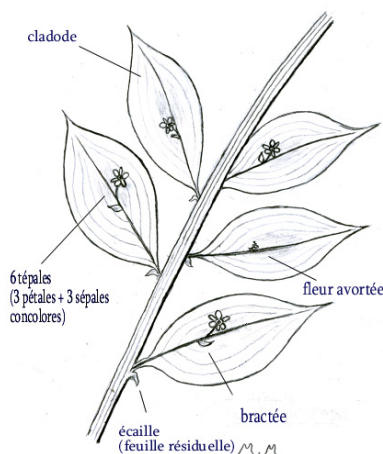


Figure 16: Cladodes



Figure 17: Dards

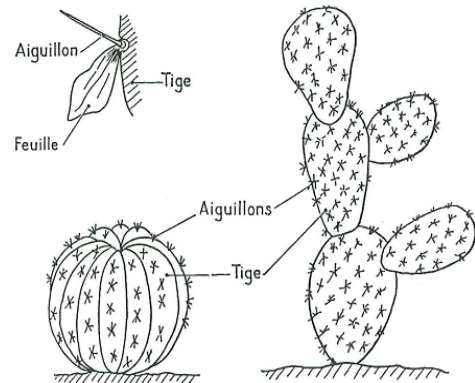


Figure 18: Tige succulente

2. Les tiges souterraines

2.1. Le rhizome

Le rhizome est une tige souterraine, vivace (plante vivace, dont les racines vivent plus de deux ans et dont la tige se renouvelle chaque année), allongée horizontalement et plus ou moins volumineuse car elle accumule des réserves ; elle possède des entre-nœuds courts. De ces tiges partent vers le bas des racines adventives et vers le haut, soit directement des feuilles, soit des tiges dressées qui portent des feuilles et des fleurs. Les rhizomes permettent aux plantes de résister à la mauvaise saison. Ex : rhizome d'alfa, de Sparte, d'Iris, de chiendent, d'Arum...

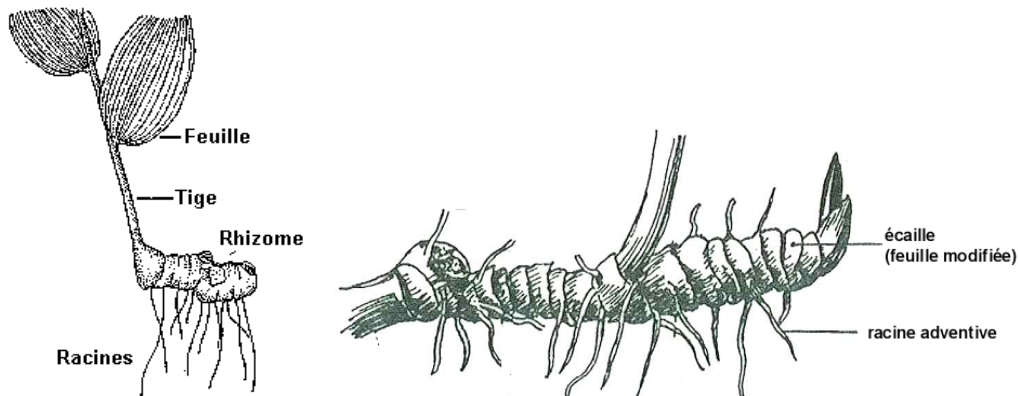


Figure 19 : un rhizome

2.2. Le tubercule

Ou tige tubérisée, c'est une tige souterraine qui se gonfle par accumulation de réserves et 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 des « yeux ».

Ex : la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), le tubercule contient des réserves amylacées, les yeux de la pomme de terre constituent les nœuds ou se trouvent les bourgeons.

Autres exemples : Les Anémones et les cyclamens ont aussi un tubercule du même type.

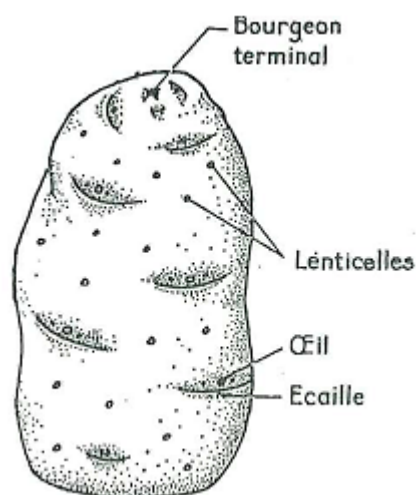


Figure 20 : Tubercule de pomme de terre

2.3. Le bulbe

C'est une tige souterraine courte et charnue, elle présente des écailles imbriquées qui sont des organes de réserve. La partie aérienne de la plante disparaît à la « mauvaise saison ». Des tiges secondaires peuvent aussi se former, donnant une sorte de bulbe adjacent ou bulbe complémentaire. Ce dernier prend la relève quand la jeune plante commence à se développer et que le vieux bulbe va dégénérer (ses réserves passées à la plantule). Ex : Tulipe, Oignon...

Les cormes ont l'aspect d'un bulbe mais sont constitués d'une tige renflée entourée de tuniques, (crocus, glaïeul, etc.)

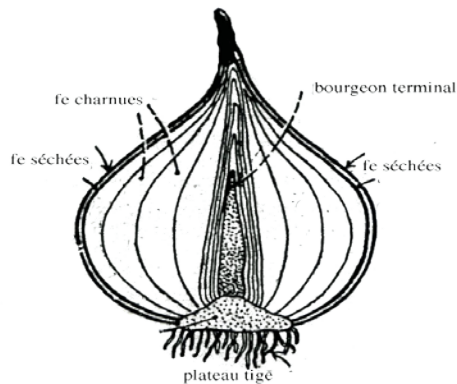


Figure 21 : Bulbe

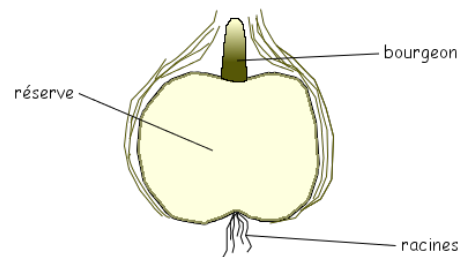


Figure 22 : Corne

3. Les tiges aquatiques

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 (*Lemna minor*)

4-Plantes acaules

Ce sont des plantes qui ne possèdent pas de tige ou alors la tige est très réduite (presque absente). La racine est surmontée d'une rosette de feuilles et de fleurs.

Ex : les plantes à rosette comme la laitue, la carline, l'agave.

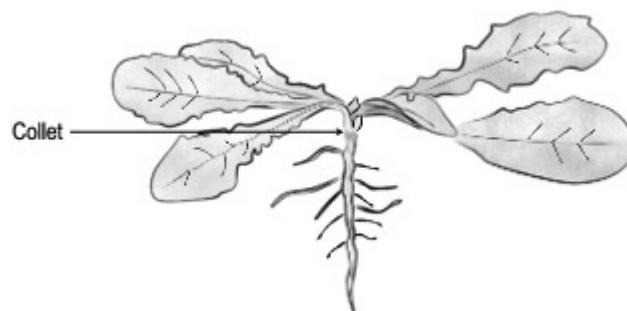


Figure 23 : Plante acaule

C-LA FEUILLE

Les feuilles sont des expansions latérales de la tige, elles sont insérées aux nœuds. Les vaisseaux conducteurs qui se trouvent dans les nervures de la feuille apportent l'eau et les sels minéraux nécessaires à la photosynthèse. Les stomates permettent l'entrée et sortie des gaz. Il existe 3 types de feuilles :

1. caduques : les feuilles tombent à l'automne

2. persistantes : les feuilles subsistent plusieurs années

3. marcescentes : à l'automne, elles changent de couleur, mais ne tombent généralement qu'à la repousse.

Une feuille se décrit grâce à différents caractères observables :

la forme de son limbe qui peut être en une partie, cas de la feuille **simple** ou en plusieurs parties dans le cas d'une feuille **composée**,

le contour du limbe, le degré de son découpage et la forme de sa base ou de son sommet,

le mode d'insertion de la feuille sur la tige (phyllotaxie), **la disposition des nervures dans le limbe**, la pubescence (présence ou absence de poils). Les feuilles diffèrent les unes des autres par des caractères concernant : le pétiole, le limbe, les nervures qui parcourent le limbe et la disposition des feuilles sur la tige.

Une feuille typique est composée de 3 parties :- **Le limbe**, - **Le pétiole**, - **La gaine**

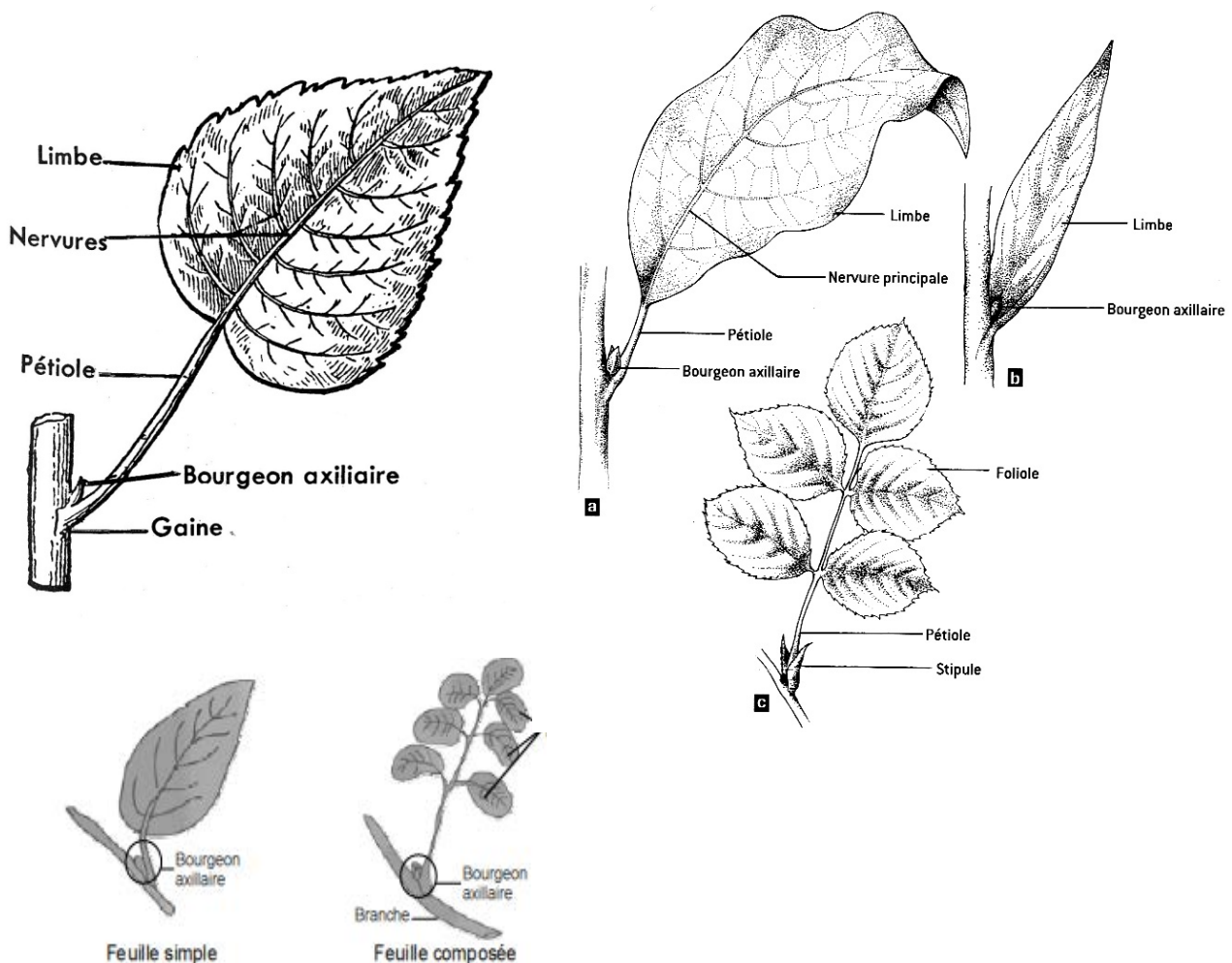


Figure 25: Morphologie d'une feuille simple et d'une feuille composée

1. Le limbe

Il se présente sous forme d'une lame aplatie, de couleur verte (présence de chlorophylle) présentant une face supérieure (ventrale) vert foncé et une face inférieure (dorsale) plus pâle. Le pourtour de la feuille s'appelle **la marge**.

le limbe peut être : entier, crénelé, denté, lobé (pennatilobé ou palmatilobé), séqué (pennatiséqué ou palmatiséqué), lacinié. Quant à la forme générale du limbe, elle peut être : peltée, arrondie, ovale, oblongue, triangulaire, lancéolée,... La feuille peut être simple ou composée

La variation morphologique du limbe et la disposition des nervures permettent de distinguer différents types de feuilles:

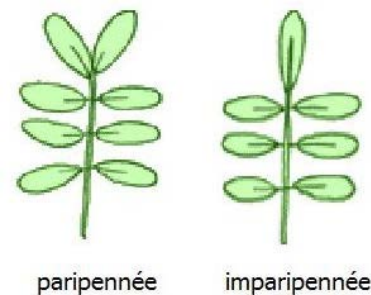
1.1. Une feuille simple : Elle possède un seul limbe continu à l'extrémité d'un pétiole non ramifié.

1.2. Feuilles composées : La feuille est composée de plusieurs folioles :

1.2.1. Feuilles composées pennées

Les folioles sont disposées des deux côtés d'un pétiole commun et sur le prolongement du rachis :

- **Feuilles composées paripennées** : nombre pair de folioles.
- **Feuilles composées imparipennées** : nombre impair de folioles (le rachis se termine par une foliole terminale).

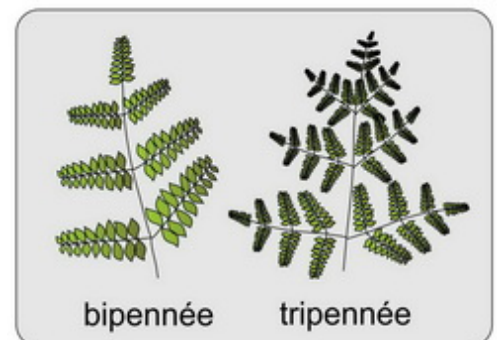


1.2.2. Feuilles composées bipennées

Se dit de feuilles pennées dont les folioles sont pennées à leur tour. Le rachis principal porte des rachis secondaires et non des folioles (rachis secondaires avec des folioles).

1.2.3. Feuilles composées tripennées

Pennée trois fois (chaque foliole étant elle-même bipennée)



1.2.4. Feuilles composées palmées

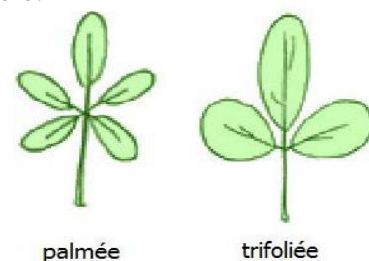
Les folioles sont toutes insérées en un même point au sommet du pétiole.

1.2.5. Feuille composées trifoliées

Feuille composée de trois folioles distinctes..

1.2.6. 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**



palmée

trifoliée



pédalée

2. Les nervures

La nervation consiste à considérer la disposition des importantes nervures (ce sont les vaisseaux transportant la sève) qui parcourent le limbe.

2.1. Les feuilles uninerves

La feuille possède une seule nervure, ce sont des feuilles à limbe étroit, caractéristique des feuilles en aiguilles; feuilles de Romarin.

2.2. Les feuilles parallélinerves ou à nervation parallèle

Les nervures, partent de la base du limbe sans se rencontrer, en suivant des chemins sub-parallèles ; feuilles de Monocotylédones

2.3. Les feuilles pennatinerves ou à nervation penné

La nervure principale partage le limbe en deux parties égales et les nervures secondaires en partent latéralement, de part et d'autre, sur toute sa longueur.

2.4. Les feuilles palmatinerves ou à nervation palmée

Toutes les nervures partent du sommet du pétiole, la nervure médiane restant la plus importantes, les nervures secondaires partent d'un même point, à la base de la nervure principale.

2.5. Nervation pédalée

Les limbes ont 3 nervures rayonnantes, mais les autres sont des ramifications des nervures latérales, toujours orientées vers le bas de la feuille.

2.6. Nervation réticulée :

Les nervures constituent un réseau quadrillé au sein du limbe

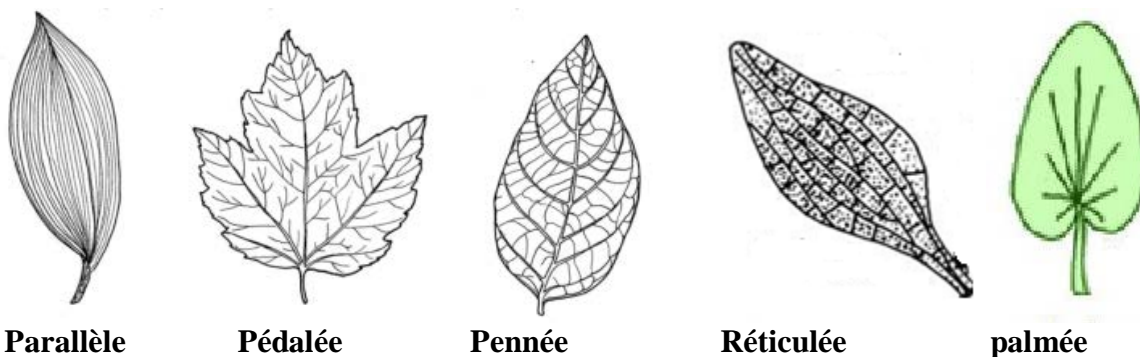


Figure 26 : La forme des feuilles selon les nervures

















	FEUILLES SIMPLES	FEUILLES COMPOSEES	
FEUILLES PENNINERVES	 entière	 dentée	 crénelée
	 pinnatilobée	 pinnatifide	 pinnatipartite
FEUILLES PALMATINERVES	 sinuée	 composée-imparipennée	
	 palmatilobée	 composée-paripennée	
	 palmatifide	 composée-trifoliée	
	 palmatipartite	 composée-palmée	
	 palmatiséquée	 pédalée	

Figure 27: Caractérisation des feuilles selon leur nervation et leur marge

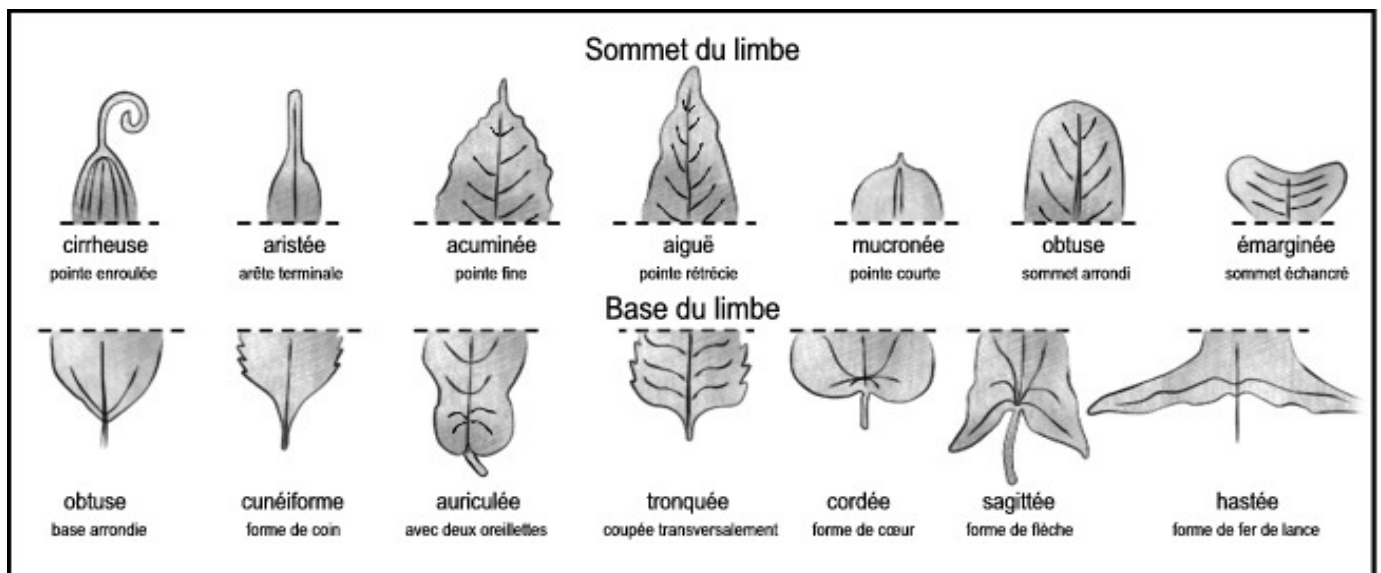


Figure 28 : Caractérisation des feuilles selon la forme du sommet et la base du limbe

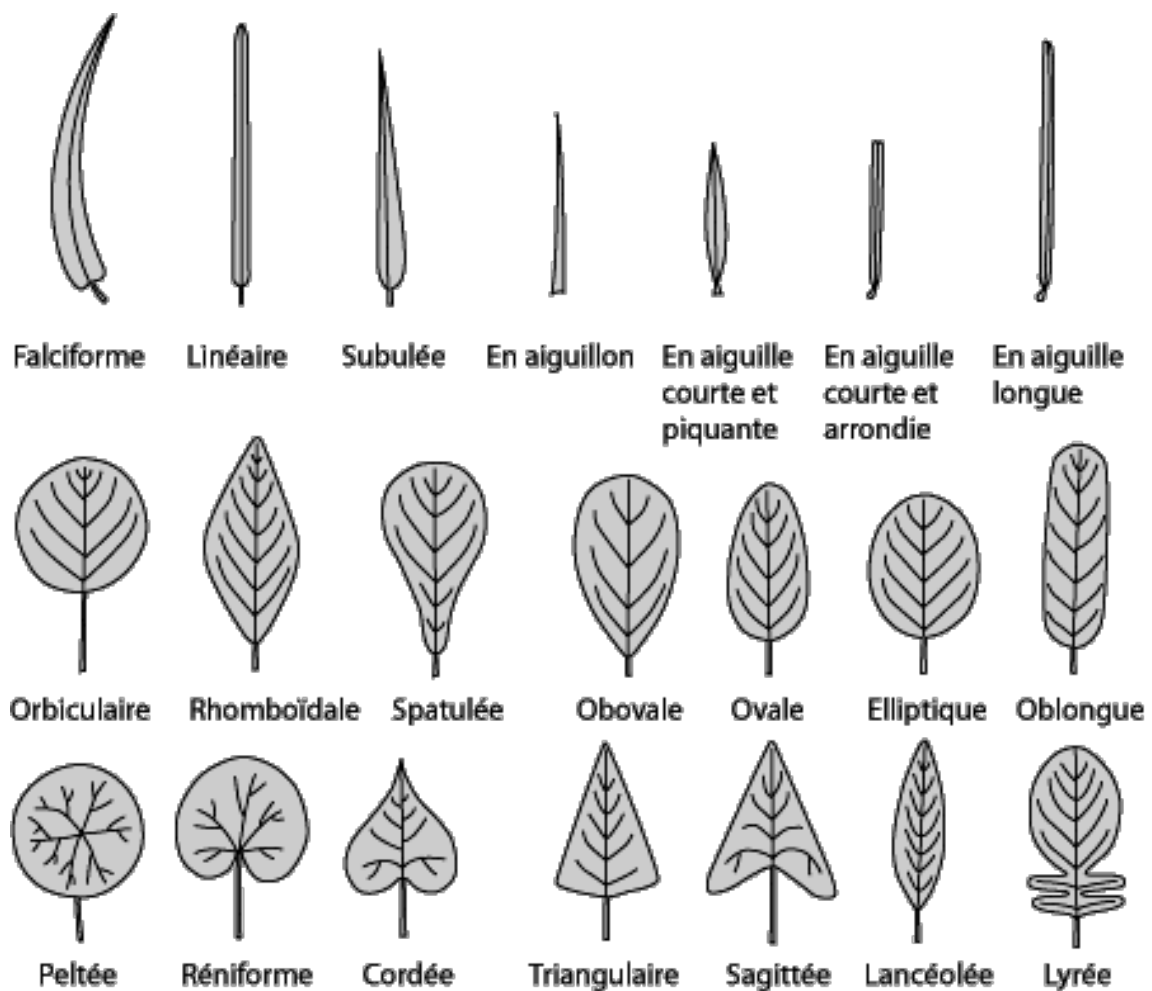


Figure 29: Les différentes formes du limbe

3. Le pétiole

C'est la structure qui relie le limbe à la tige parcouru par les vaisseaux conducteurs de sève. Chez certaines plantes, le pétiole est absent : feuilles sessiles.

Selon l'insertion de la feuille sur la tige on distingue la feuille décurrente, embrassante, engainante, perfoliée, pétiolée, sessile.



Figure 30: Les différentes formes de feuilles selon l'insertion sur la tige

4. la gaine

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 variable:

Les stipules: Lorsqu'elles sont présentes, elles sont au nombre de 2.

L'ochréa: L'ochréa correspond à une soudure des stipules, elle représente une gaine membraneuse à la base du pétiole, entourant complètement la tige.

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.

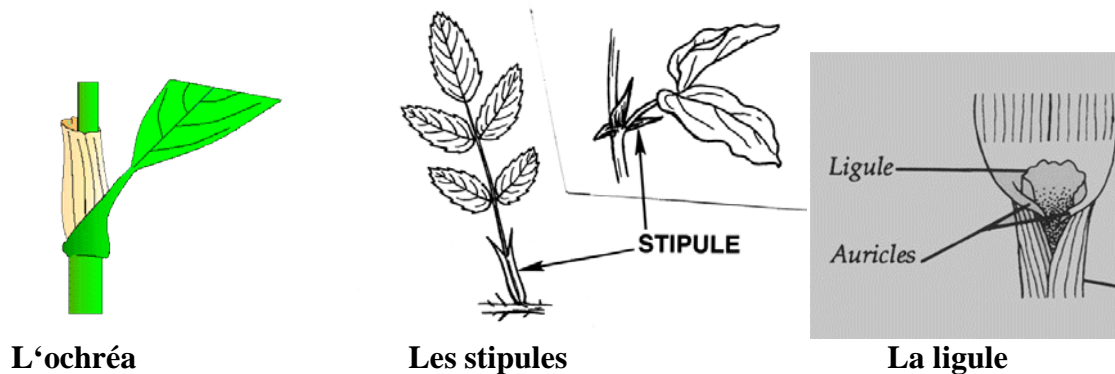


Figure 31 : les différentes formes de la gaine

5. La Phyllotaxie

C'est la disposition des feuilles le long de la tige. Afin de limiter le recouvrement des feuilles sur la tige et leur compétition pour la lumière, le méristème place successivement les ébauches foliaires dans des directions différentes de la précédente.

Une feuille est dite **alterne** lorsqu'une seule feuille apparaît à chaque nœud.

Deux feuilles situées sur un même nœud et disposées à 180° sont dites **opposées**.

Lorsque trois feuilles ou plus s'attachent à un nœud on qualifie cette disposition de **verticillée**.



Figure 32: les différentes dispositions des feuilles sur la tige

6. Les variations morphologiques des feuilles et adaptations

6.1. Feuilles-épines

Feuilles **en partie** épineuse comme les feuilles de Houx, les bords du limbe sont épineux , ou des feuilles **totalement** transformées en épines ; comme des feuilles de Cactus

6.2. Feuilles-vrilles

La feuille peut être en partie ou en totalité transformée en vrilles pour assurer la fonction de soutien. Chez certaines plantes, tout le limbe est transformé en vrille et les stipules jouent la fonction de la feuille.

6.3. Les Phyllodes

Un phyllode est un pétiole aplati rappelant par sa forme un limbe ou du moins une feuille ; Ex : *Acacia heterophylla*

D- LA FLEUR

Les Angiospermes regroupent les plantes à fleurs dont le ou les ovules sont enfermés dans un ovaire, la reproduction sexuée s'effectue dans les fleurs. Leur organisation florale est tout à fait spécifique. Une fleur type d'Angiospermes peut être considérée comme une tige hautement modifiée à croissance déterminée, constituée d'un ensemble de pièces florales fixées sur l'extrémité élargie ou réceptacle floral, d'un axe nommé pédoncule qui est inséré sur une tige à l'aisselle d'une feuille modifiée appelée bractée. C'est à partir d'un bourgeon floral que les pièces reproductrices vont se former.

La fleur type d'angiosperme est constituée du pédoncule, du réceptacle et de quatre verticilles (groupes de pièces florales rangées en cercle) qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur :

le calice et la corolle (pièces stériles), **l'androcée et le gynécée** (pièces fertiles)

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, dans ce cas, la fleur est **sessile**, et si l'axe portant une fleur individuelle dans une inflorescence on l'appelle le **pédicelle**.

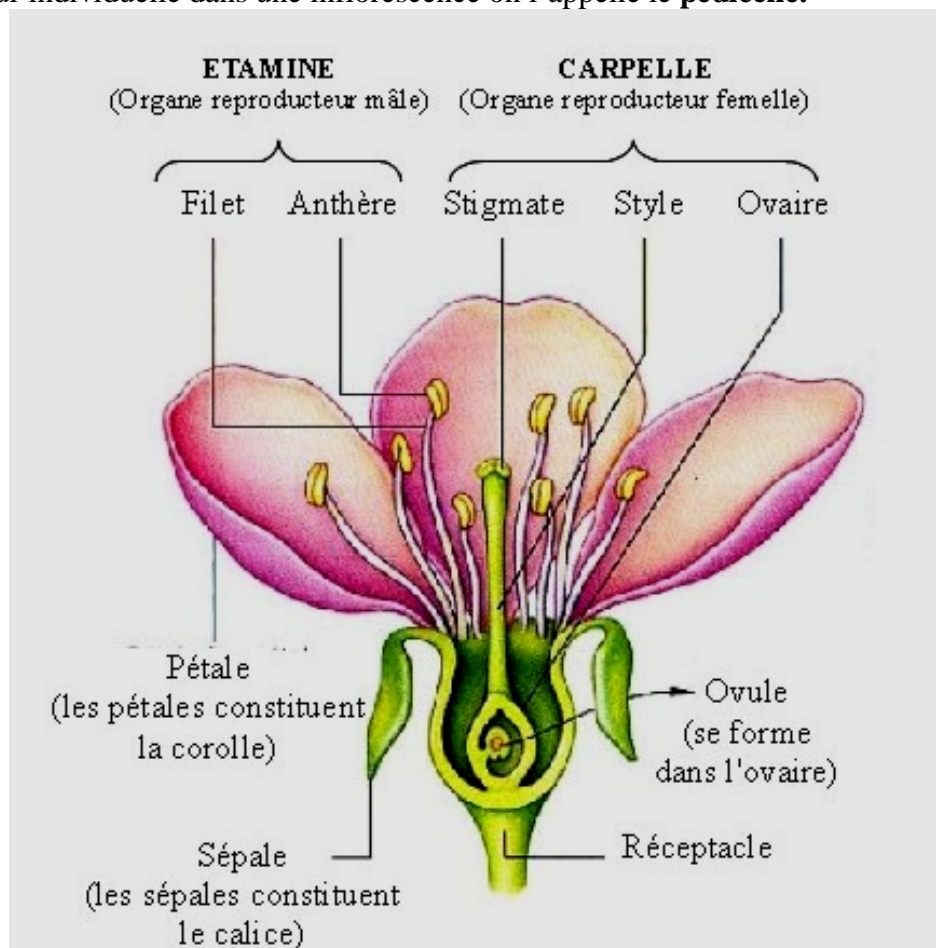
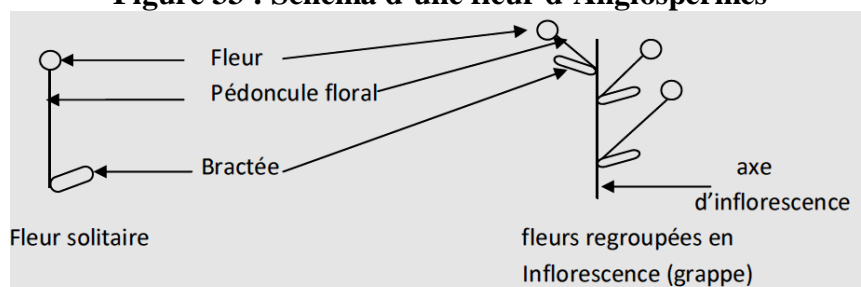


Figure 33 : Schéma d'une fleur d'Angiospermes



1. Le périanthe

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

1.1. Le calice

Formé par l'ensemble des **sépales**, pièces souvent **verdâtres** d'aspect foliacé, situé à la base de la fleur; il peut prendre différentes formes ; si les sépales sont libres (**calice dialysépale**) et si les sépales sont soudés entre eux (**calice gamosépale**).

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.

1.2. La corolle

Formée par l'ensemble des **pétales** généralement plus grands que les sépales, souvent vivement colorés. Les pétales sont situés au-dessus des sépales. On distingue des corolles de différentes formes.

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 **périgone**.

Si les pétales sont libres (**corolle dialypétale**).

Si les pétales sont soudés entre eux (**corolle gamopétale**).

Si les sépales et pétales présentent une symétrie radiale c'est-à-dire par rapport à plusieurs plans, on dit que la fleur est **actinomorphe** et s'ils présentent une symétrie axiale c'est-à-dire par rapport à seul un plan, dit que la fleur est **zygomorphe**

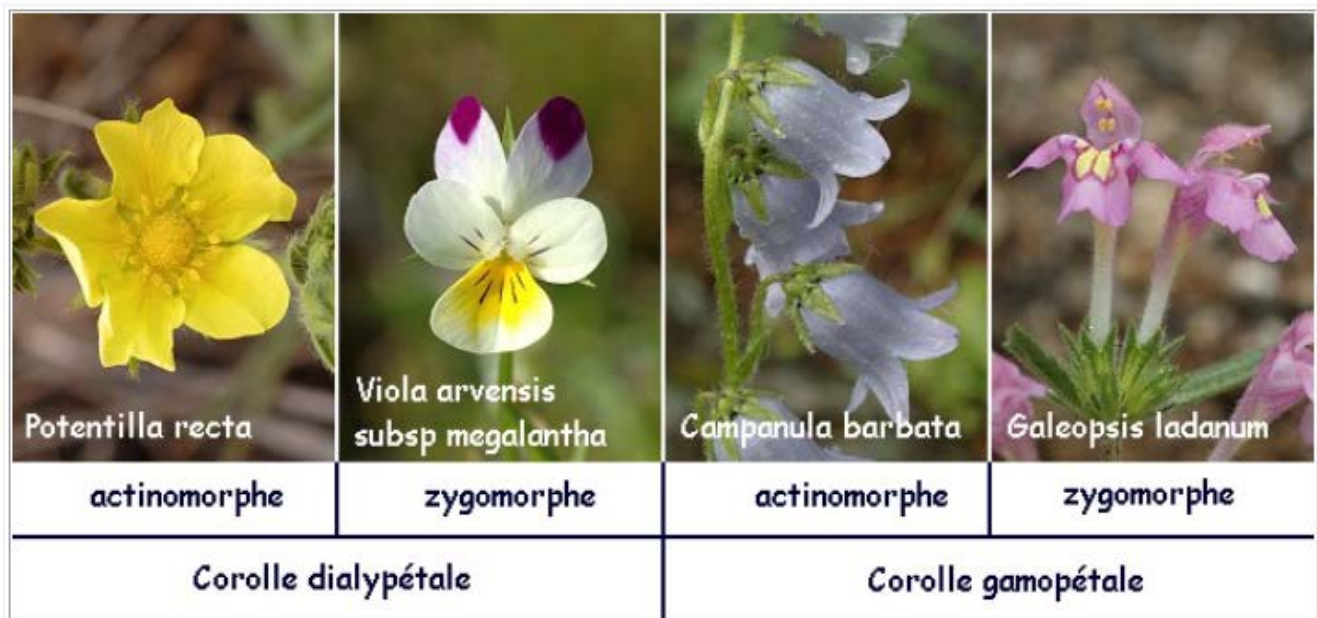


Figure 34 : Fleur actinomorphe et zygomorphe

2. Les pièces fertiles

OU organes reproducteurs directement impliqués dans la reproduction et composés également de 2 verticilles : l'androcée et le gynécée.

2.1. L'androcée

L'androcée est l'organe reproducteur mâle de la plante, formé par l'ensemble des **étamines** disposées en **spires** (sont habituellement présentes en grand nombre) ou en **verticilles** sur le réceptacle. Chaque étamine est typiquement constituée d'une partie inférieure le plus souvent cylindrique, grêle et allongée (**filet**) assurant sa fixation sur le réceptacle et d'une partie supérieure de forme très variable, appelée **anthère**. Cette dernière est généralement formée de deux **thèques**, unies par un **connectif** (prolongement du filet); chaque thèque renferme habituellement deux **sacs polliniques**. La libération du pollen se fait par déhiscence des anthères.

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**

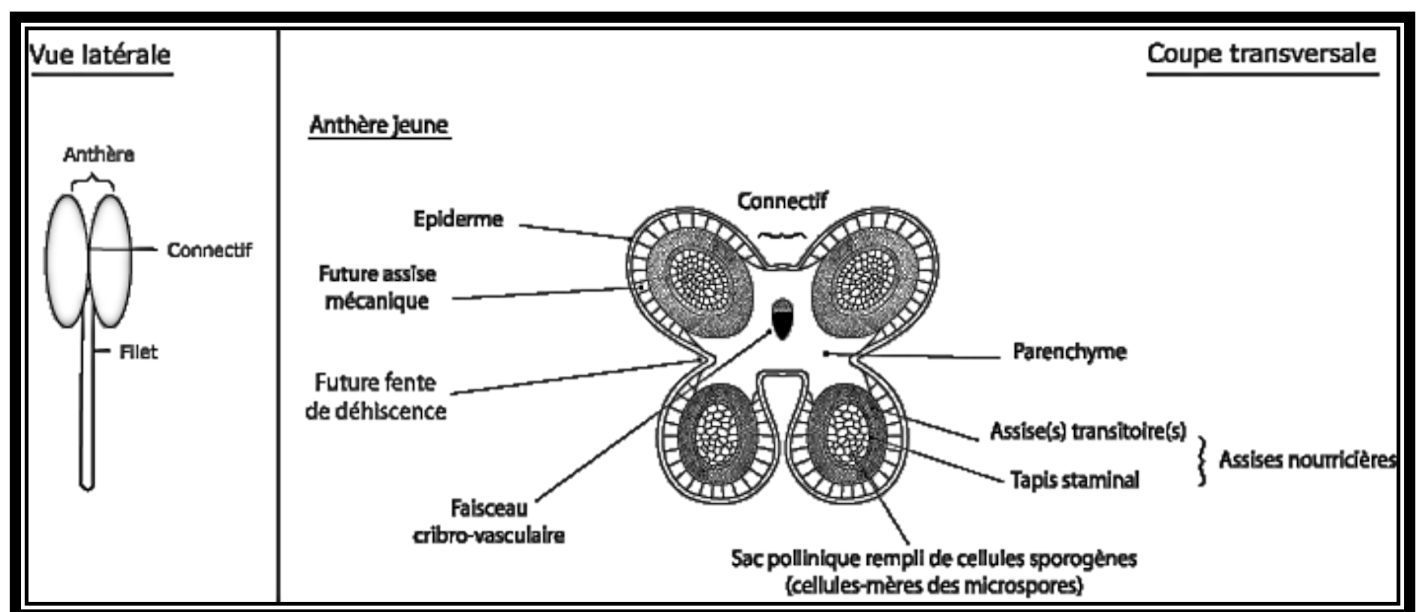
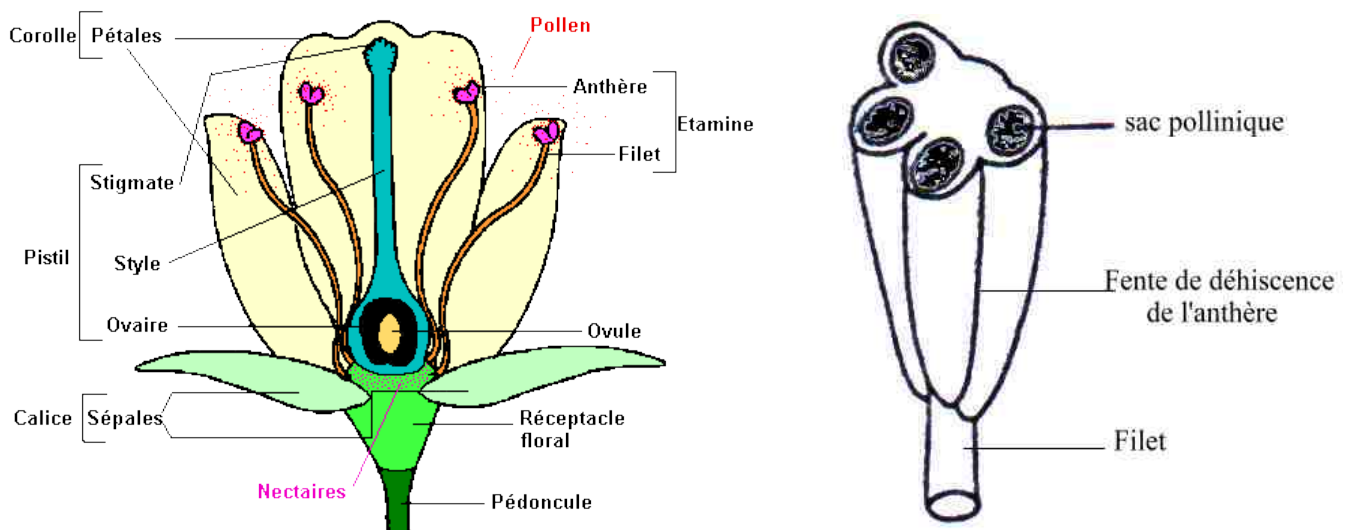


Figure 35 : Etamine et coupes transversales d'anthères

2.2. Le gynécée

Ou **pistil**, organe reproducteur femelle de la plante, formé **par un ou plusieurs carpelles** d'une même fleur libres ou soudés entre eux (partiellement ou entièrement).

Chaque carpelle est composé de la base au sommet :

- ❖ d'une partie renflée (l'**ovaire**) renfermant le ou les **ovules**;
- ❖ d'un **style** prolongeant l'ovaire ;
- ❖ d'un **stigmate** coiffant le style et permettant de retenir le pollen, une voie de passage du tube pollinique vers la cavité de l'ovaire. Le style et le stigmate prennent différentes formes.

Une partie importante du gynécée persiste après la fécondation et évolue en fruit. Le gynécée est parfois réduit à un seul carpelle.

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 séparés, la plante est appelée **dioïque**.

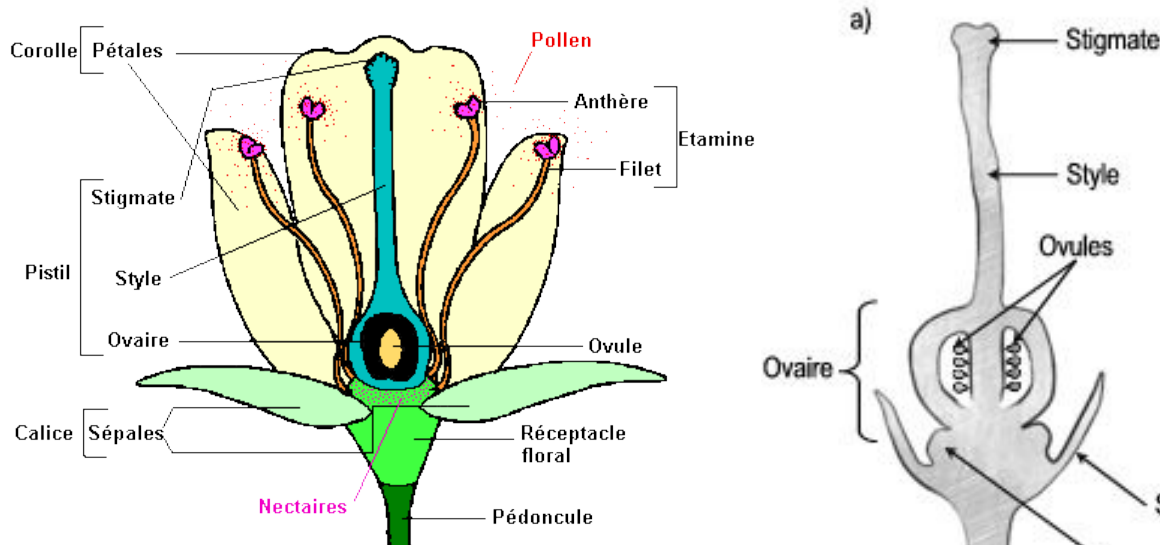


Figure 36 : Gynécées et coupe transversale dans un carpelle

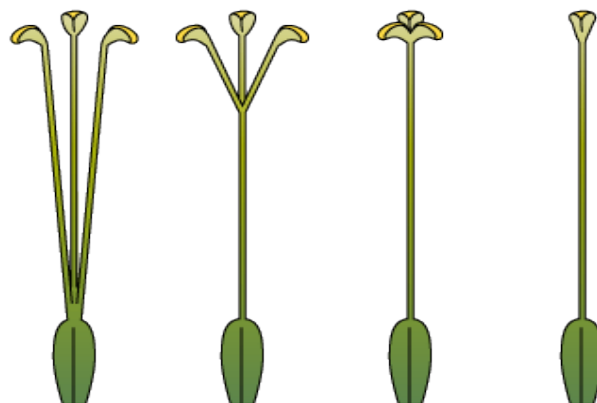


Figure 37 : Gynécées composés de carpelles soudés partiellement et totalement

La Placentation

L'ovaire renferme un ou, le plus souvent, plusieurs ovules qui se différencient sur les bords ou les faces internes des carpelles, aux dépens d'un tissu particulier, **le placenta**.

La placentation est le mode d'insertion des ovules sur la paroi de l'ovaire, il existe trois types courant :

1. Placentation Pariétale : Le gynécée est formé d'un seul carpelle avec un ovaire uniloculaire (une seule loge) et non compartimenté, les ovules sont insérés sur la paroi périphérique de l'ovaire

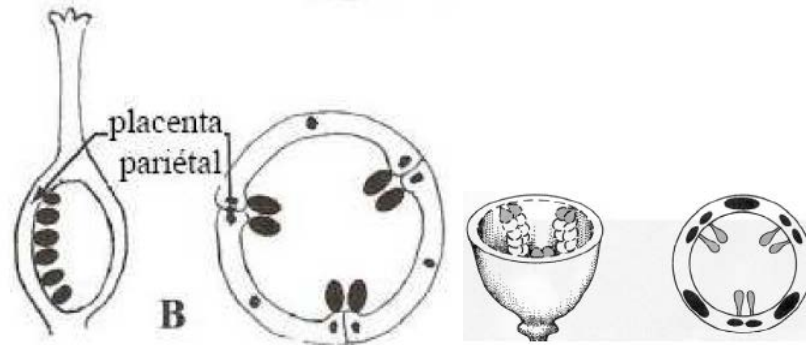


Figure 38 : Placentation pariétale

2. Placentation Axile : Le gynécée est formé de plusieurs carpelles (donc de plusieurs ovaires) fermés et soudés entre eux et forment des cloisons. Il y a autant de loges que de carpelles. Les ovules sont incérés sur les zones des sutures.

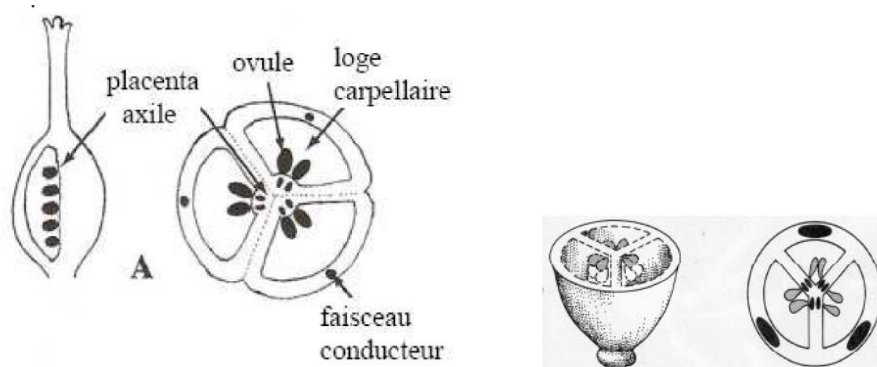


Figure 39 : Placentation axile

3. Placentation Centrale : Le gynécée est formé de plusieurs carpelles fermés dont les cloisons se sont résorbées (donc il y a un ovaire uniloculaire), il ne reste qu'une colonne centrale sur laquelle sont fixés les ovules.

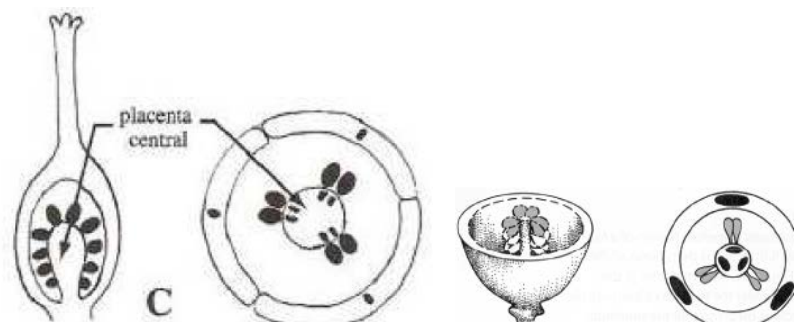


Figure 40 : Placentation centrale

3. Disposition et nombre des pièces florales

3.1. 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**, ce qui implique un réceptacle cylindrique, conique (**a**).

La fleur est **périgyne** lorsque le périanthe et les étamines sont insérés plus haut que le niveau d'insertion de l'ovaire **semi-infère** qui est partiellement enfoncé et soudé dans le réceptacle, (**b**).

La fleur est **épigyne** quand le périanthe et les étamines sont insérés plus haut que l'ovaire **infère** qui est totalement enfoncé et soudé dans le réceptacle (**c**).

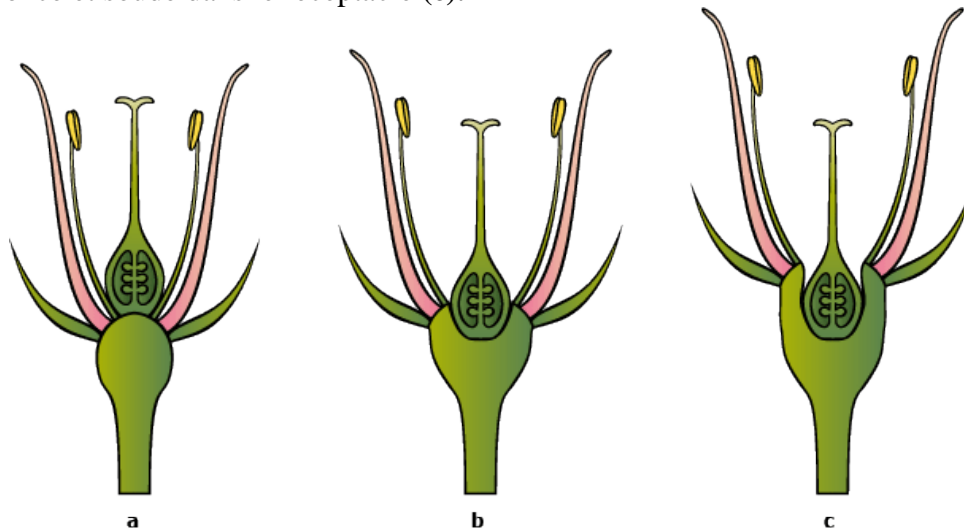


Figure 41 : (a) ovaire supère (fleur hypogyne) – (b) ovaire semi-infère (fleur périgyne) – (c) ovaire infère (fleur épigyne)

3.2. Nombre de pièces florales

Le nombre de pièces florales par verticille varie également. On distingue les fleurs :

- **trimères** ou fleurs constituées de verticilles successifs de 3 pièces chacun, cas des monocotylédones
- **tétramères**, - **pentamères** – **polymères**, cas des dicotylédones

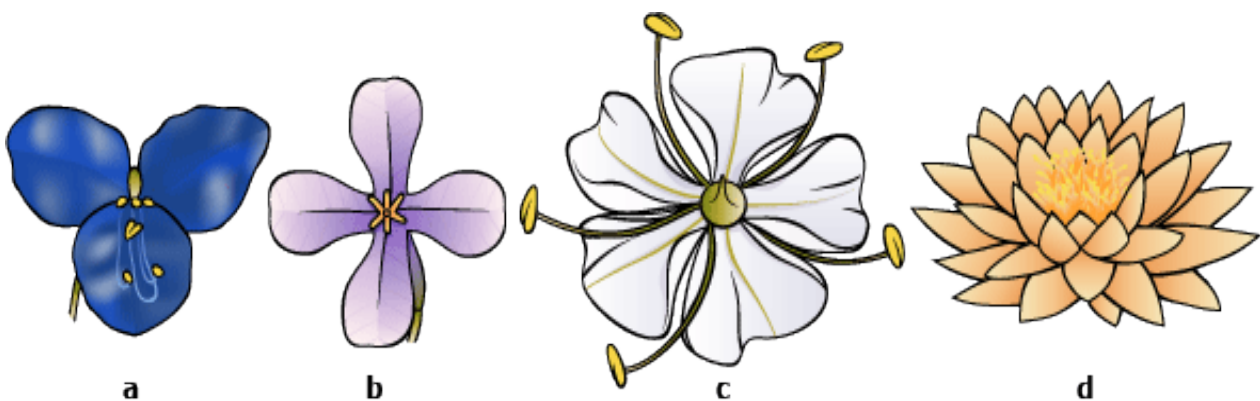


Figure 42: Nombre de pièces florales par verticille : a. trimère - b. tétramère - c. pentamère – d. polymère

Cas particulier : les Astéracées (fleurs composées)

Il ne s'agit pas d'une fleur, mais de plusieurs fleurs regroupées en un **capitule** (inflorescence formée de fleurs sessiles, serrées au niveau du sommet élargi du pédoncule).

Les capitules regroupent deux types de fleurs :

- Les fleurs tubulées, gamopétales actinomorphes
- Les fleurs ligulées dont les pétales réunis forment une langue (gamopétales zygomorphes)

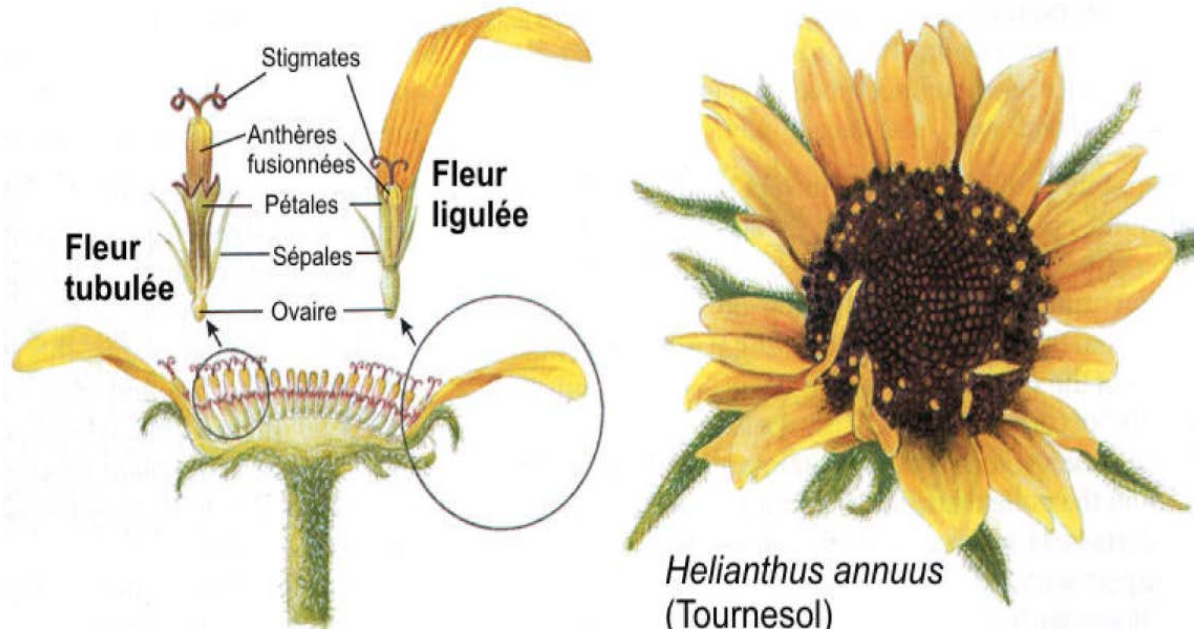


Figure 43 : Fleur composée le tournesol

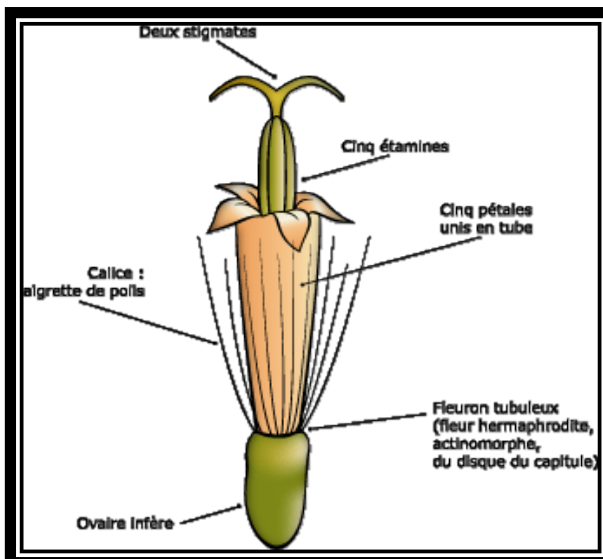


Figure 44 : Fleur tubulée

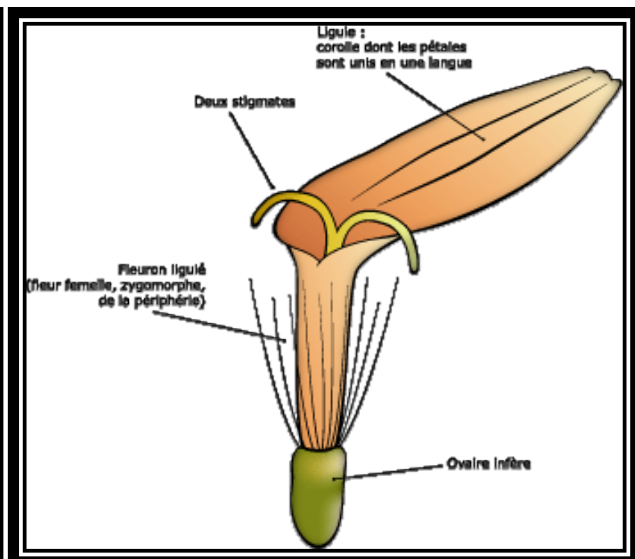


Figure 45 : Fleur ligulée

On distingue trois types de capitules :

- capitule composé uniquement de fleurs tubulées (chardons)
- capitule composé uniquement de fleurs ligulées (pissenlit)
- capitule composé de fleurs tubulées au centre et de fleurs ligulées en périphérie (marguerite)

E- LE FRUIT

Les fruits résultent de la transformation de l'ovaire ou des ovaires d'une fleur fécondée; ils renferment la ou les graines, provenant de l'évolution de ou des ovules.

Au terme des transformations, la paroi du fruit - qui provient directement de la paroi de l'ovaire - ou **péricarpe** comporte généralement trois parties suite à des différenciations histologiques en cours de croissance, à savoir, de l'extérieur vers l'intérieur : l'**exocarpe (épicarpe)**, le **mésocarpe** et l'**endocarpe**.

A part la paroi de l'ovaire, d'autres parties de la fleur, (des fois, de l'inflorescence), subissent une modification importante et participent à la constitution du fruit; la complexité augmente avec l'éventualité de la participation du réceptacle floral.

1. Le fruit simple

Certains auteurs considèrent que dès qu'il y a intervention, pour former le péricarpe, d'un élément autre que la paroi de l'ovaire, il faut parler de **faux-fruit**, donc suite à la fécondation un **vrai (simple) fruit** résulte de la transformation du **gynécée uniquement d'une seule fleur** et ce gynécée est composé **d'un seul carpelle** ou de plusieurs carpelles **soudés**.

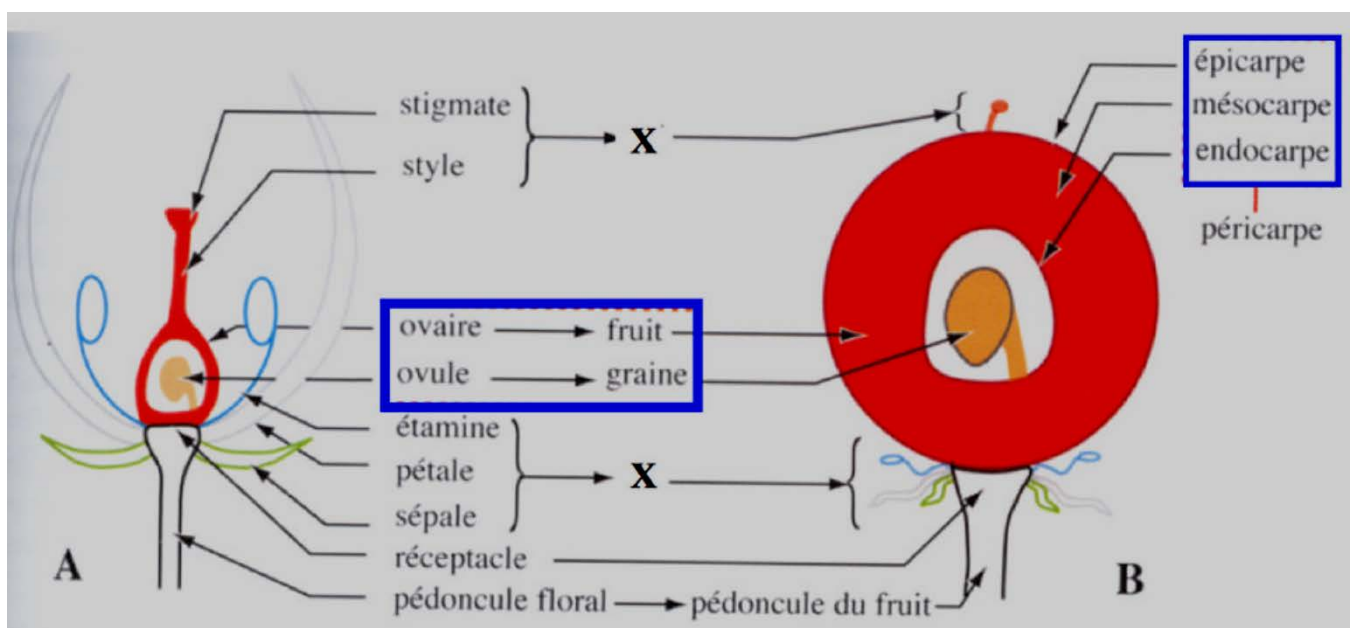


Figure 46 : Transformation de l'ovule en graine et de l'ovaire en fruit

Lors de la formation du vrai fruit, la paroi de l'ovaire (qui donnera le péricarpe) se modifie selon 2 possibilités selon sa consistance :

- elle se gorge de réserves, devient épaisse et juteuse, ce qui forme un **fruit charnu**
- elle se dessèche, devient fibreuse et plus ou moins dure et on obtient un **fruit sec**

1.1. Fruits charnus

C'est un vrai fruit dont le péricarpe est gorgé de réserves, devient épais et juteux, il existe deux types de fruit charnu, selon que l'endocarpe est charnu ou lignifié, on distingue:

a. La baie ou fruit succulent à **pépins** est un fruit charnu indéhiscent qui ne possède **un endocarpe charnu**. Il se caractérise par l'exocarpe ordinairement mince et par le mésocarpe et l'endocarpe charnus, ce qui fait que les graines sont libres dans la chair du fruit. L'épicarpe forme la peau du fruit, le mésocarpe la chair, et l'endocarpe entoure les graines pour constituer les pépins.

Ex : l'orange, raisin, tomate, melon... En général, les baies ont plusieurs graines (polyspermes plusieurs ovaires), Les agrumes (oranges) sont des baies particulières car leur endocarpe forme des poils charnus qui sont riches en réserves. Le mésocarpe est de couleur blanche et peu développée.

b. La drupe ou fruit à "**noyau**" est un fruit succulent charnu indéhiscent avec un **endocarpe lignifié** entourant **une seule graine** constituant un noyau. La drupe est le plus souvent monosperme (constituée d'un seul ovaire), comme la cerise, les pêches.

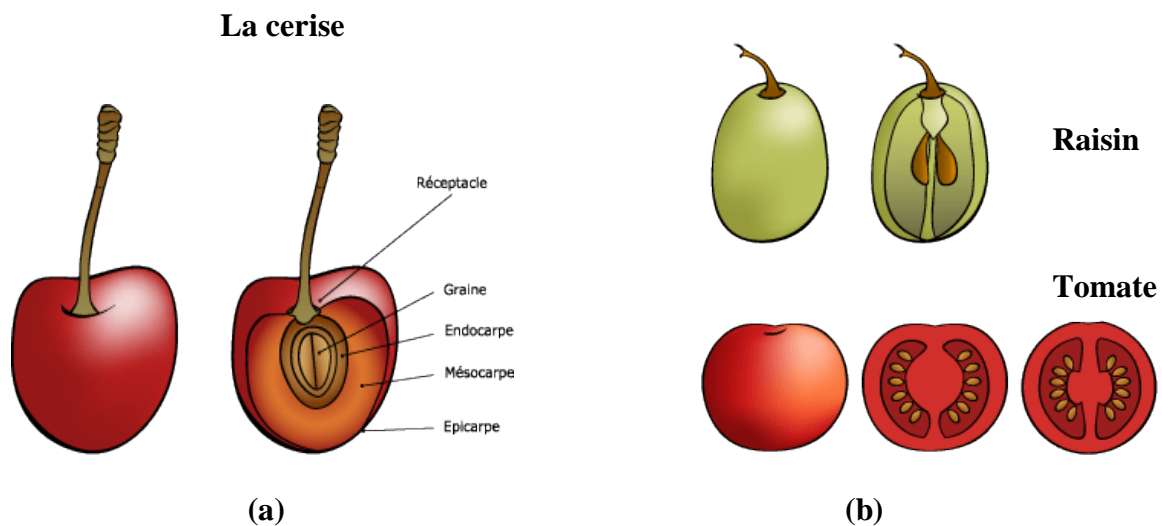


Figure 47 : Les fruits charnus : drupe (a) et baie (b)

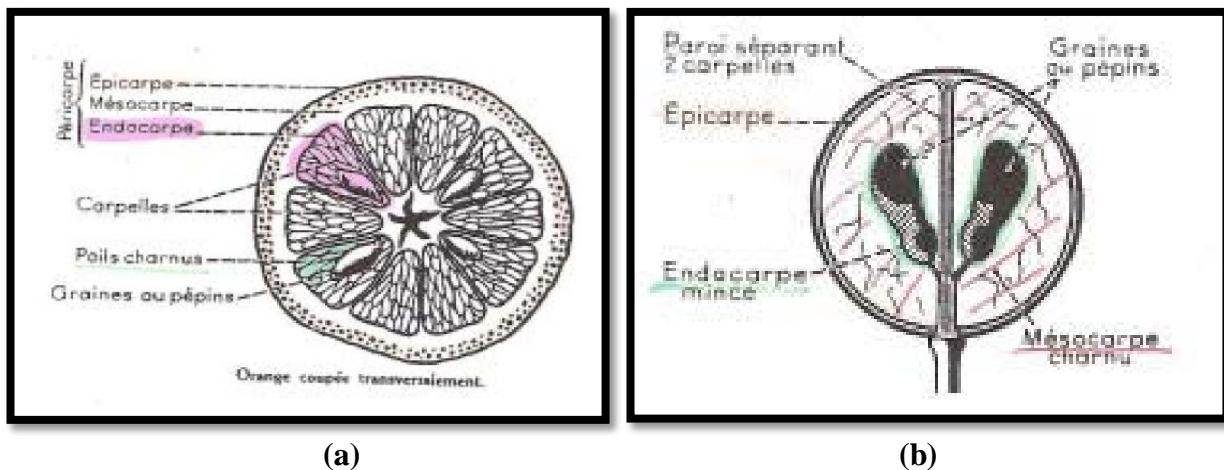


Figure 48: Coupe dans une baie d'orange (a) et une baie de raisin (b)

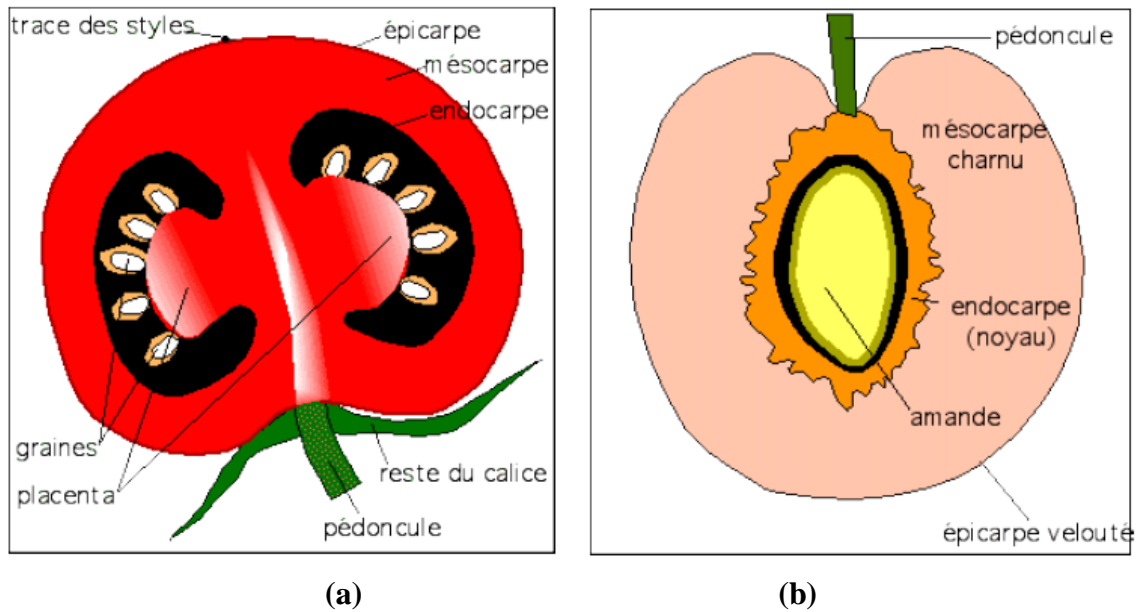


Figure 49: Coupe longitudinale dans une baie de tomate (a) et une drupe de pêche (b)

1.2. Fruits secs

Le péricarpe se dessèche, devient fibreux et plus ou moins dure, les fruits secs se scindent en deux catégories :

a. Les fruits secs indéhiscents

Ce sont des fruits secs qui ne s'ouvrent pas spontanément pour libérer leurs graines. A l'intérieur du fruit, la graine est libre en général. On distingue différentes sortes de fruits secs indéhiscents :

Les akènes : qui ne contiennent qu'une seule graine. Les akènes sont souvent protégés par une cupule
ex : noisette, châtaigne, le fruit des astéracées.

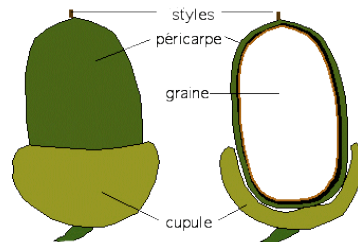


Figure 50 : Un akène ; le gland du chêne

Les samares : sont des akènes particuliers qui portent des sortes d'ailes leur permettant d'être transportés par le vent. ex : orme, érable. **La disamare** est pourvue de deux ailes.

Le caryopse : quant à lui, spécifique à la famille des graminées, est caractérisé par la soudure des téguments de la graine au péricarpe.

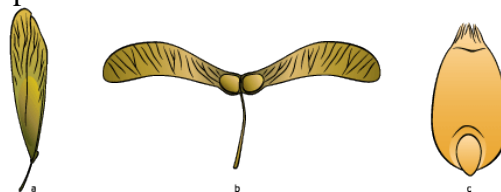


Figure 51 : a. samare d'un frêne - b. disamare d'un érable - c. caryopse d'un blé

b. Les fruits secs déhiscents

Ils s'ouvrent à maturité pour libérer les graines. La déhiscence se réalise le plus souvent longitudinalement par rapport à l'axe du fruit.

Dans ce groupe important et diversifié de fruits, selon le type de déhiscence, on distinguera principalement les types de fruits suivants :

Le follicule : fruit provenant d'un carpelle unique qui s'ouvre d'un seul côté grâce à une seule fente, ex : l'hellébore

La gousse : fruit provenant également d'un carpelle s'ouvre grâce à 2 fentes, ce qui libère 2 valves sur lesquelles sont fixées les graines, fruit typique des Fabacées ex : haricot, vanille

La silique : fruit sec dérivant d'un ovaire composé de deux carpelles seulement, s'ouvre grâce à 4 fentes, ce qui libère 2 valves avec développement d'une fausse cloison médiane d'origine placentaire sur laquelle les graines sont fixées ex.: giroflées, moutarde.

La capsule : fruit sec formé à partir d'un ovaire composé de plusieurs carpelles soudés. IL peut s'ouvrir de plusieurs façons et par plusieurs fentes ou peut s'ouvrir par des pores (ex : pavot) et il peut s'ouvrir en formant une sorte de couvercle qui se détache, la capsule porte alors le nom de **Pyxide**.

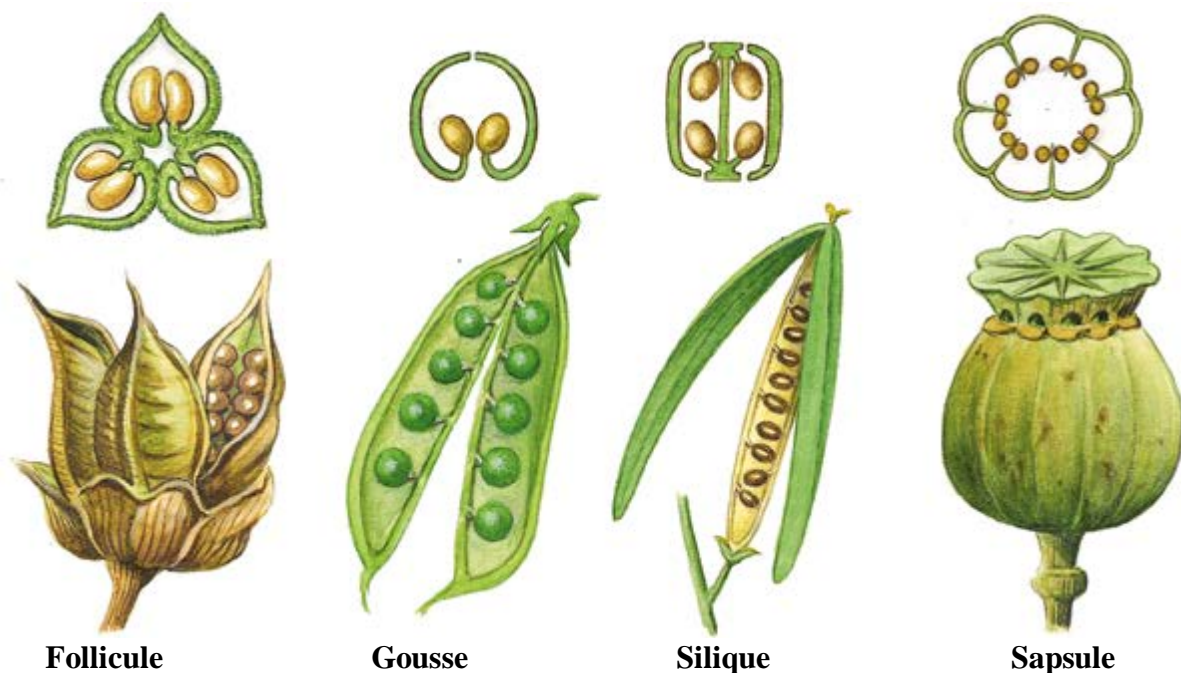


Figure 53 : Les différents fruits secs déhiscents

2. Faux fruit

2.1. Fruits multiples

Le fruit multiple résulte de la transformation d'un gynécée composé de plusieurs carpelles libres (indépendants) (gynécée polycarpe) d'une seule fleur. Dans ce cas, une seule fleur produit plusieurs fruits, ça peut être un fruit poly-follicules, poly-akènes, poly-drupe, c'est le cas par exemple de la mûre qui est composée de multiples drupes.

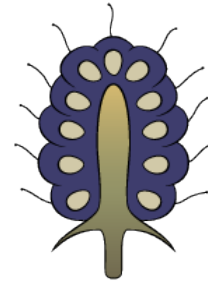


Figure 54 : Mûre composée de drupes

2.2. Fruits complexes

Il s'agit de fruits qui ne dérivent pas uniquement du gynécée, mais qui intègrent d'autres parties de la fleur (réceptacle, pièces périnthaires, etc.) Ex ; fraise, pomme, poire,

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

Chez 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, coriace, s'est constitué à partir de la paroi interne des 5 anciennes loges carpellaires.

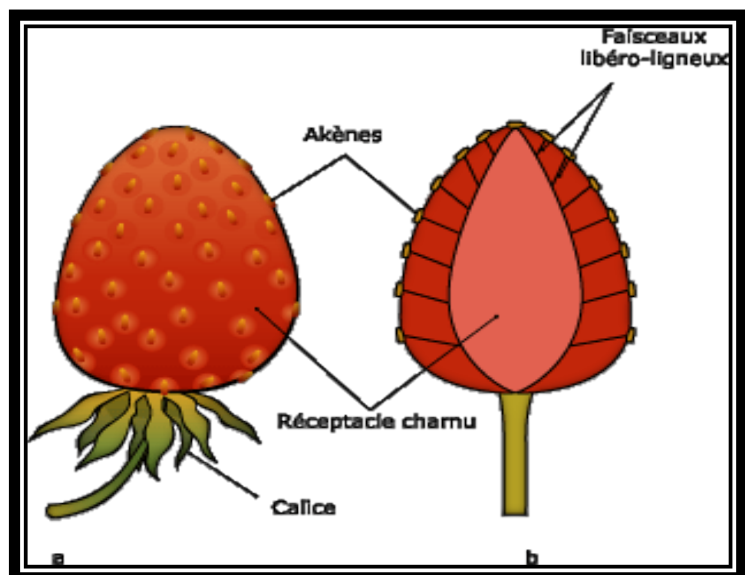


Figure 55 : Fraise : a. entière
b. en coupe longitudinale

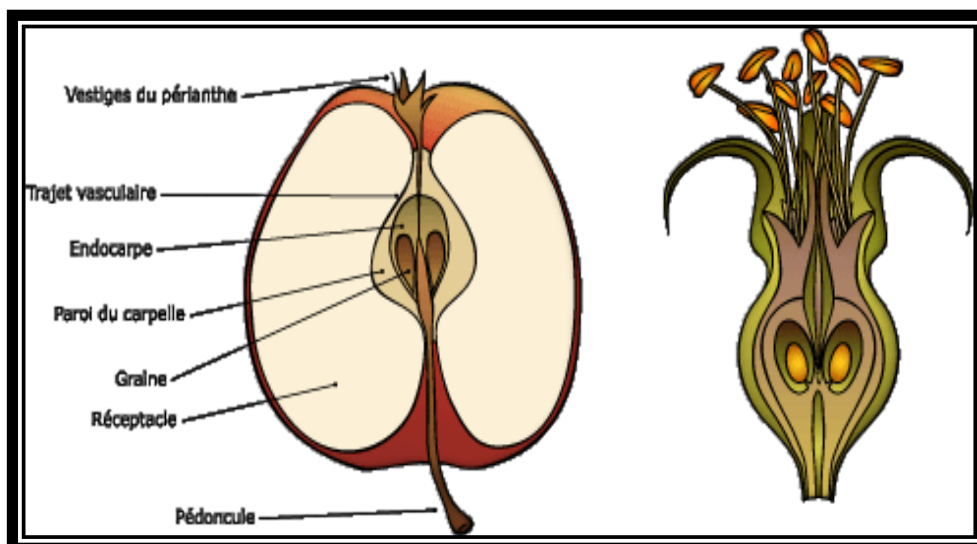


Figure 56 : Pomme (*Malus sylvestris*)

2.3. Fruits composés

Ce sont des fruits formés à partir d'une inflorescence donc composés de plusieurs fleurs complète et dans ce ca là le fruit est a ppellé **infrutescence**. Ex ; ananas, figue...

L'ananas est une infrutescence charnue, ces différentes parties sont soudées les unes aux autres.

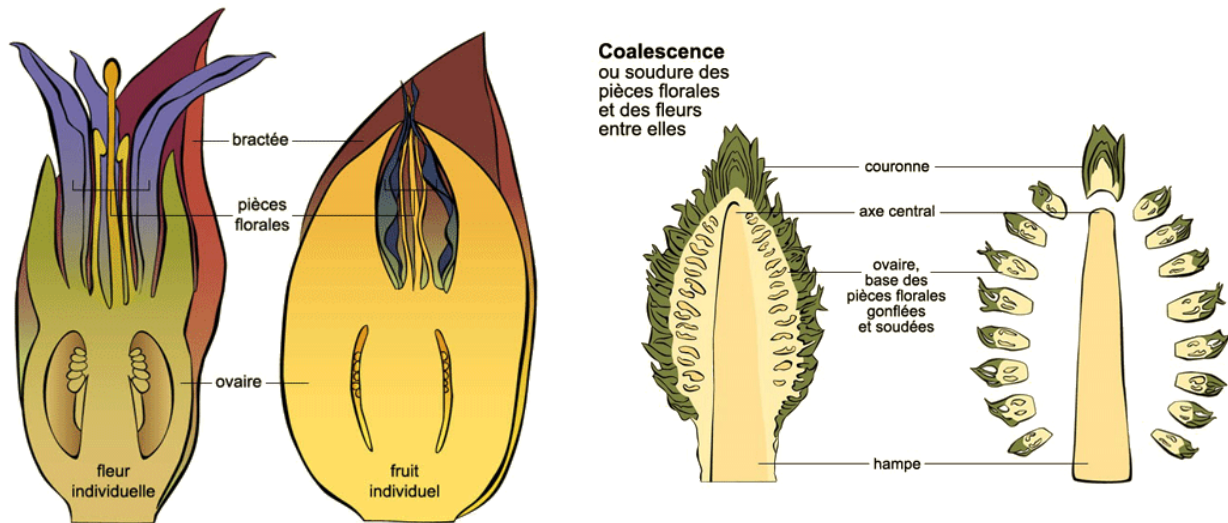


Figure 57 : L'ananas : de la fleur au fruit

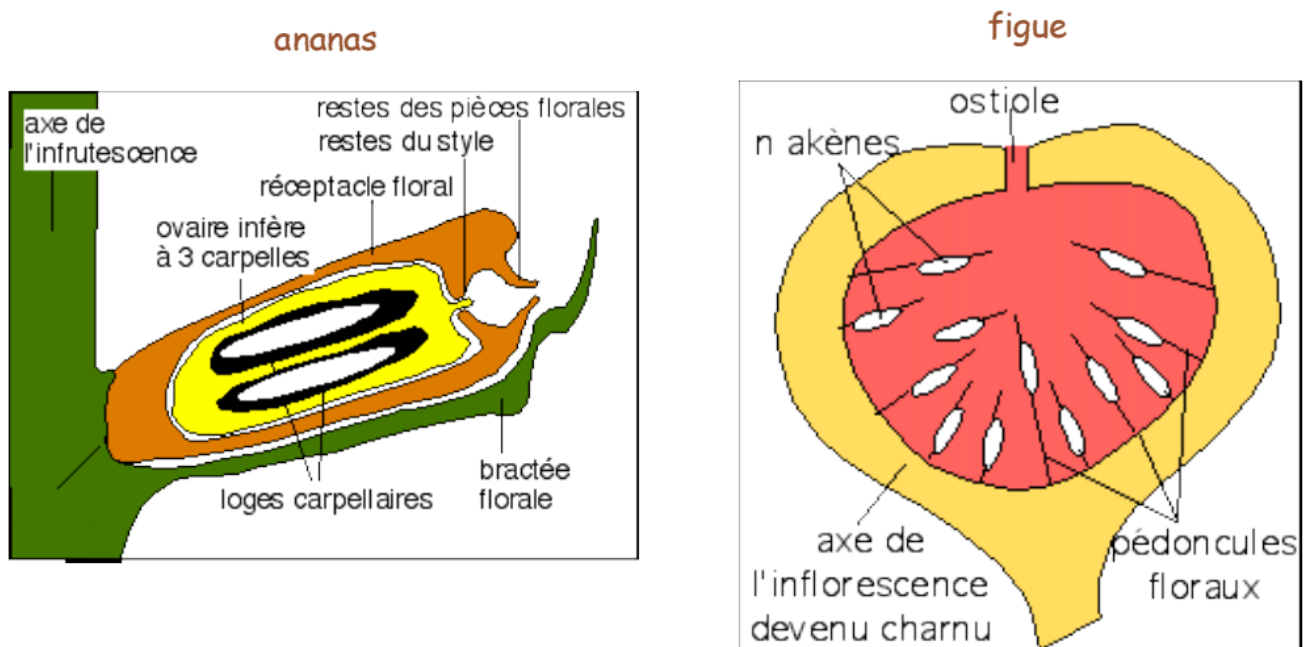


Figure 58 : Les faux fruits : ananas et figue

F. Graine

La structure de la graine est en relation directe avec celle de l'ovule. Après fécondation, pendant que l'ovaire se transforme en fruit, le ou les ovules qui y sont abrités évoluent vers la constitution de la ou des graines.

La graine se compose essentiellement d'un **tégument** (simple ou double) et d'une **amande** formée de l'**embryon** et de tissus de réserves constituant l'**albumen**.

La taille, la forme, la pilosité, la consistance des graines varient considérablement selon les espèces et selon les modes de dissémination.

La surface du **tégument** peut être lisse, pourvue de crêtes (pavot) ou de poils répartis sur toute son étendue (cotonnier). Ce tégument peut ainsi servir à la protection ou à la dissémination des graines.

La partie essentielle de l'amande est l'**embryon**. Celui-ci comprend une radicule, que prolonge une tigelle portant les cotylédons (ou le cotylédon unique dans le cas des monocotylédones). L'embryon est souvent plongé dans un tissu de réserve, appelé **albumen** chez les angiospermes (plantes à fleur). C'est lui qui, le plus souvent constitue la partie comestible des graines. Ce tissu provenant d'une double fécondation contient 3 lots de chromosomes. Selon la présence ou non d'albumen dans les graines, celles-ci se classent en 3 catégories :

- **Les graine à périsperme** : Albumen très peu développé avec autour le périsperme (reste du nucelle qui n'a pas été digéré et qui sert de réserve). Le lieu de réserve est le périsperme
- **Les graines albuminées** : Disparition du nucelle, cotylédons minces dans un albumen développé servant de réserve comme par exemple, les caryopses des céréales.
- **Les graines exalbuminées** : le nucelle a été digéré par l'albumen, qui sera digéré pour former l'embryon et les cotylédons qui renferment les matières de réserves, comme chez le pois ou le haricot.

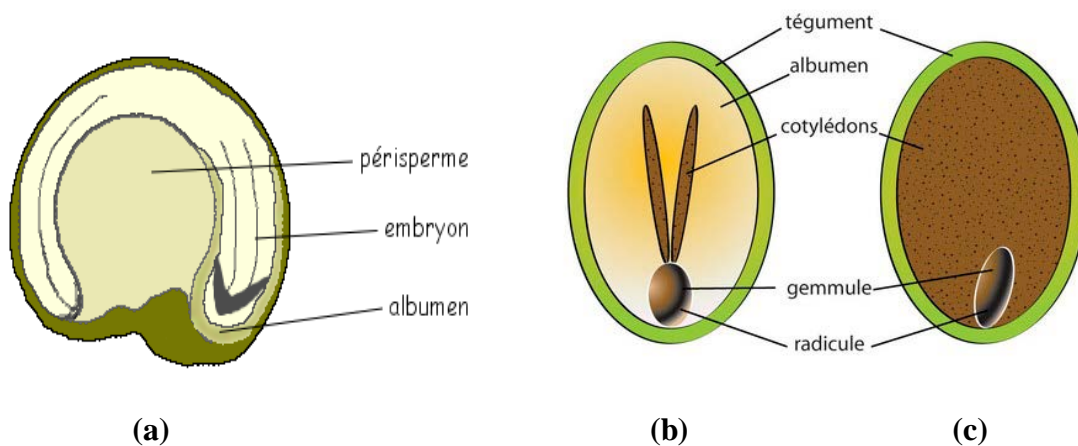


Figure 59: Schéma d'une graine à périsperme (a), albuminée (b), exalbuminée (c)

CHAPITRE 5 : LA REPRODUCTION CHEZ LES ANGIOSPERMES

Introduction

La fleur des Angiospermes est une structure spécialisée impliquée dans la reproduction sexuée grâce à ses pièces fertiles pour donner des graines capables de donner de nouvelles plantes

La gamétogenèse est la formation des gamètes qui entre dans la reproduction sexuée des plantes, elle est différente selon le sexe de l'organe de la fleur qui produit le gamète. Si elle se produit dans les anthères des étamines, il s'agira alors de gamétogenèse mâle (aussi nommée microgamétogenèse).

La gamétogenèse qui a lieu dans un ovule de la plante, à la base d'un carpelle, est appelée la gamétogenèse femelle (aussi nommée macrogamétogenèse ou mégagamétogenèse), le gamète femelle résultant de cette gamétogenèse sera l'oosphère contenu dans le sac embryonnaire.

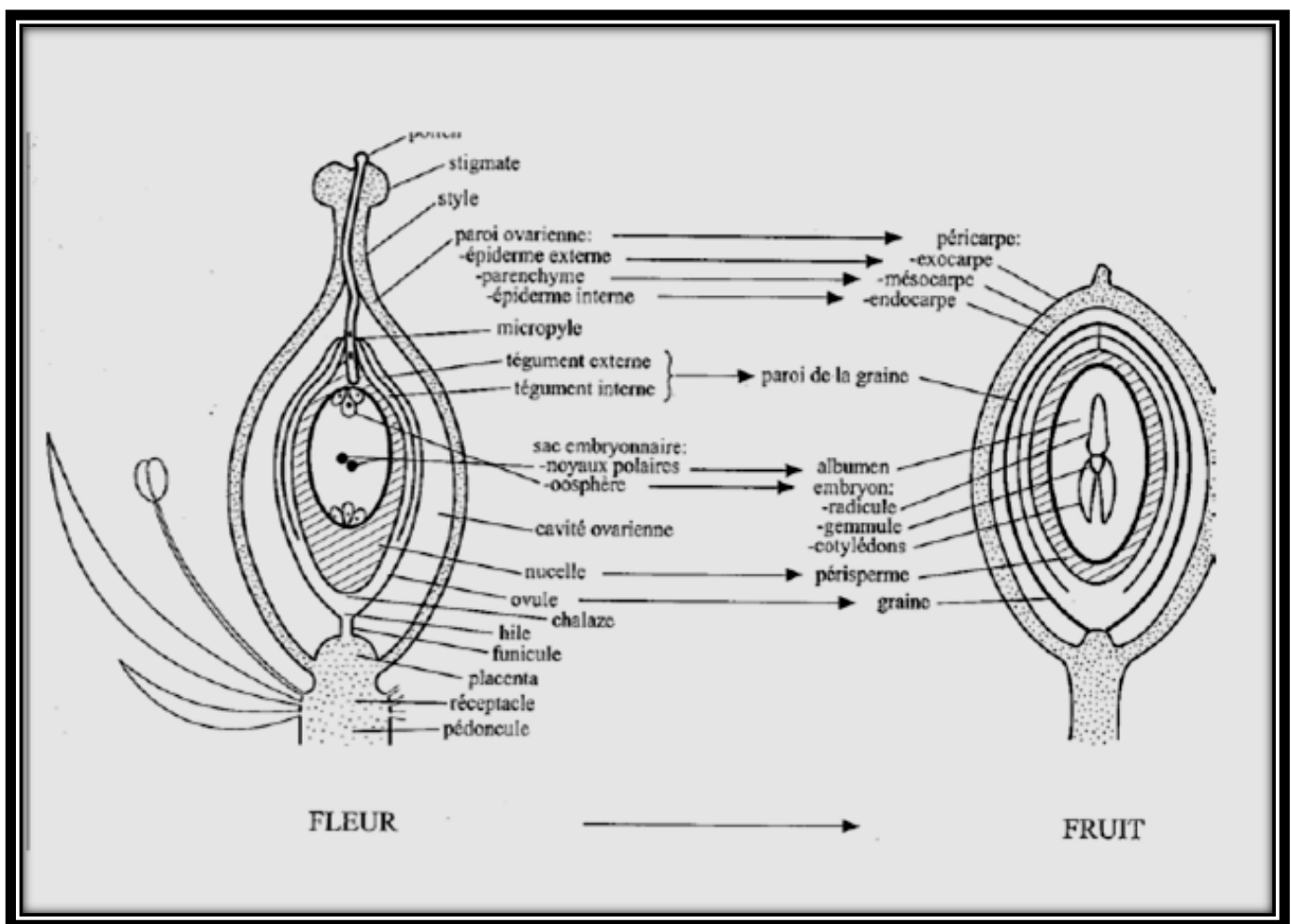


Figure 01 : Transformation des pièces florales après la fécondation

A. LA GAMETOGENESE

On appelle :

mégagamétoгенèse la formation du sac embryonnaire = la formation du gamétophyte femelle ou mégagamétophyte

et l'**oosphère** = gamète femelle

et la **mégasporogénèse** est la formation des **mégasporos** qui vont donner le sac embryonnaire).

On appelle **microgamétoгенèse** la formation du grain de pollen = la formation du gamétophyte mâle ou microgamétophyte

et des **cellules spermatiques** = gamètes mâles

et la **microsporogénèse** est la formation des **microspores** qui vont donner le grain de pollen).

1. La gamétoгенèse femelle ou mégagamétoгенèse

La gamétoгенèse femelle est la formation du gamétophyte femelle et dans le cas des Angiospermes c'est la formation du sac embryonnaire qui se trouve à l'intérieur de l'ovule qui se trouve dans l'ovaire (carpelle).

1.1. L'ovule

Malgré sa petite taille, il présente une organisation relativement complexe. On distingue :

- **le funicule** : sorte de cordon dans le coté inférieur de l'ovule, attachant celui-ci au placenta (puis la graine après la transformation du fruit)
- **la chalaze** : point où se ramifie le faisceau conducteur de l'ovaire;
- **le nucelle** : partie interne de l'ovule qui contient le sac embryonnaire;
- **le sac embryonnaire** : gamétophyte femelle qui, après fécondation, abritera un embryon diploïde et un albumen triploïde;
- **le(s) tégument(s)** : enveloppes généralement au nombre de deux, un interne et un externe;
- **le micropyle** : c'est l'ouverture apicale étroite ménagée par le(s) tégument(s)

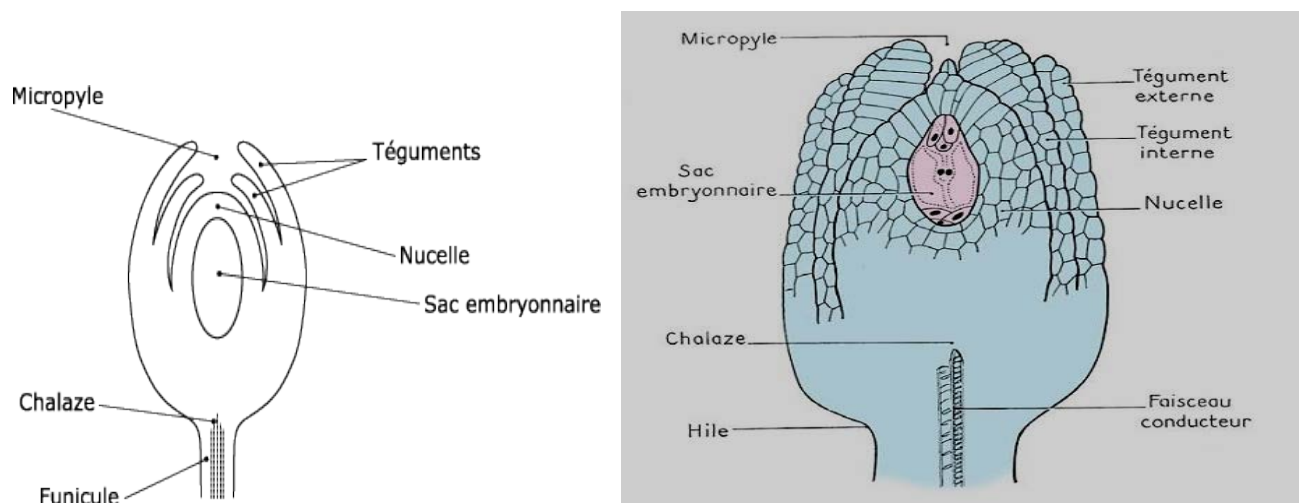
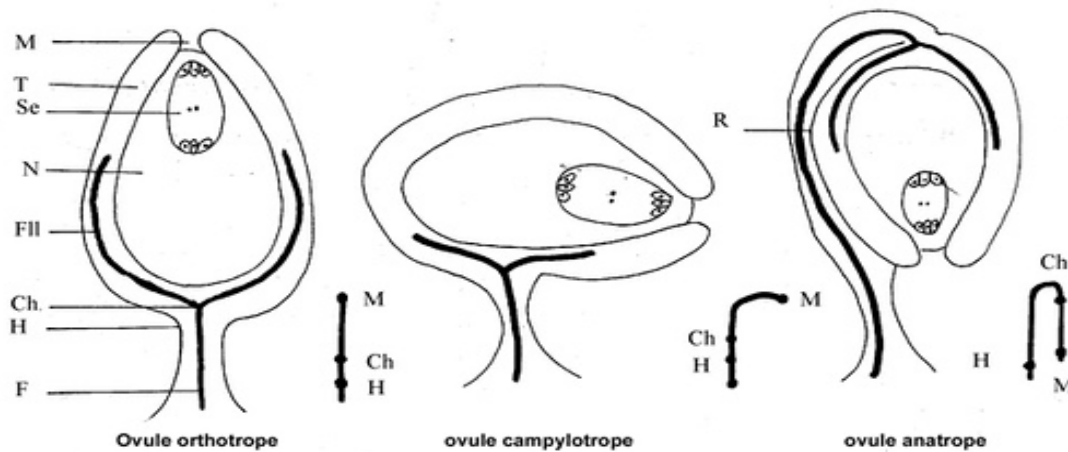


Figure 02 : Schéma d'un ovule

Il existe 3 types d'ovules, d'après la position de l'ovule / funicule :

- Les ovules orthotropes (= ovules droits) Ex : chez les Monocotylédones.
- Les ovules campylotropes (= ovules penchés) Ex : chez les Légumineuses.
- Les ovules anatropes (= ovules inversés) C'est le cas le plus fréquent.



Légende : F:funicule H:hile Ch:chalaze Fll:faisceau libéro ligneux
N:nucelle Se: sac embryonnaire: Gamétophyte femelle T: téguments M:micropyle

Figure 03 : Les trois types des ovules

1.2. La formation de l'ovule

L'ovule est produit par une prolifération locale du placenta : un massif cellulaire se soulève d'abord pour former le nucelle; ensuite par des divisions péricleines, deux bourrelets circulaires, enveloppants, sont produits: ce sont les téguments (T1 et T2). Chez certains groupes d'Angiospermes (les monocotylédones), un seul tégument est formé. Les téguments grandissent en couvrant progressivement le nucelle mais en laissant libre un pore donnant accès au nucelle, le micropyle. L'ovule ayant atteint sa taille maximale est fixé au placenta par l'intermédiaire d'un petit pied, le funicule. Téguments et nucelle sont soudés à la base.

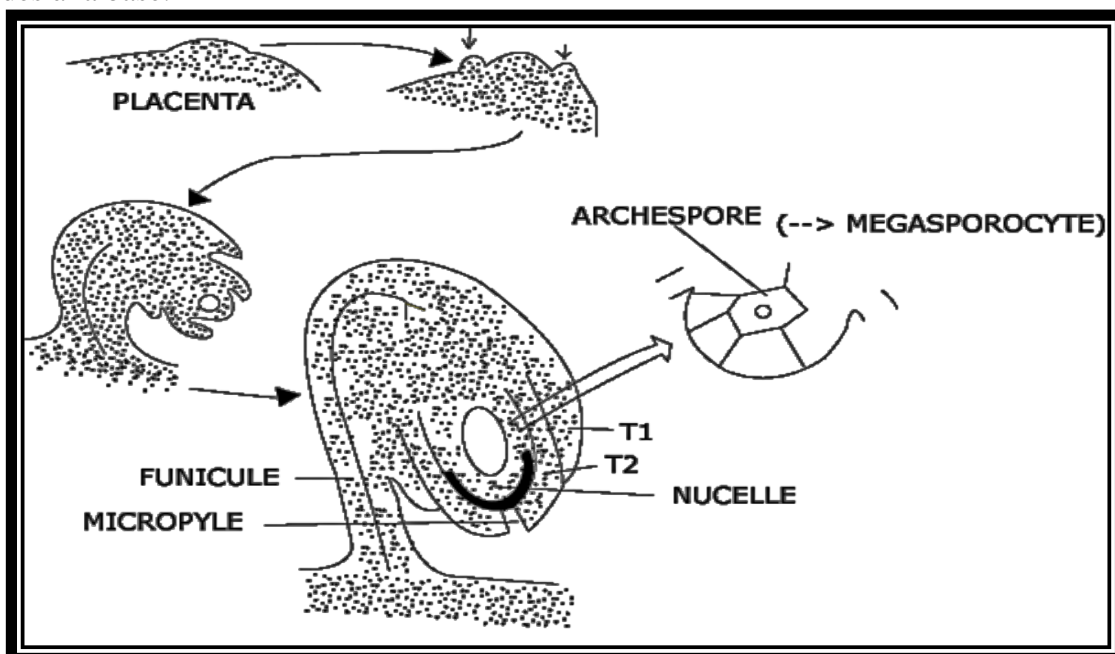


Figure 04 : Origine et formation de l'ovule

1.3. La formation du sac embryonnaire

Au cours de la différenciation de l'ovule, une cellule, le plus souvent sous-épidermique, augmente en volume et devient l'unique cellule **archésporale (archéspre)** puis le **mégasporocyte**, celui-ci subit la méiose donnant **4 cellules haploïdes, les mégaspores**, qui sont disposées en **tétrade** linéaire. Le plus souvent, les 3 cellules les plus proches du micropyle dégénèrent et La **mégaspore** fonctionnelle subit 3 vagues de **divisions nucléaires** successives conduisant à la formation de **huit noyaux haploïdes** qui se répartissent en groupes de quatre à chacun des deux pôles du sac embryonnaire. Un des noyaux de chaque groupe migre alors vers le centre de la cellule formant les noyaux polaires (provenant des pôles). La cytokinèse (ensemble des modifications du cytoplasme lors de la division cellulaire) se produit ensuite terminant la formation du sac embryonnaire qui est constitué de 7 cellules :

- **deux synergides**
- **l'oosphère au pôle micropylaire ;**
- **trois antipodes** au pôle opposé et
- une grande **cellule centrale** qui contient **les 2 noyaux polaires**,

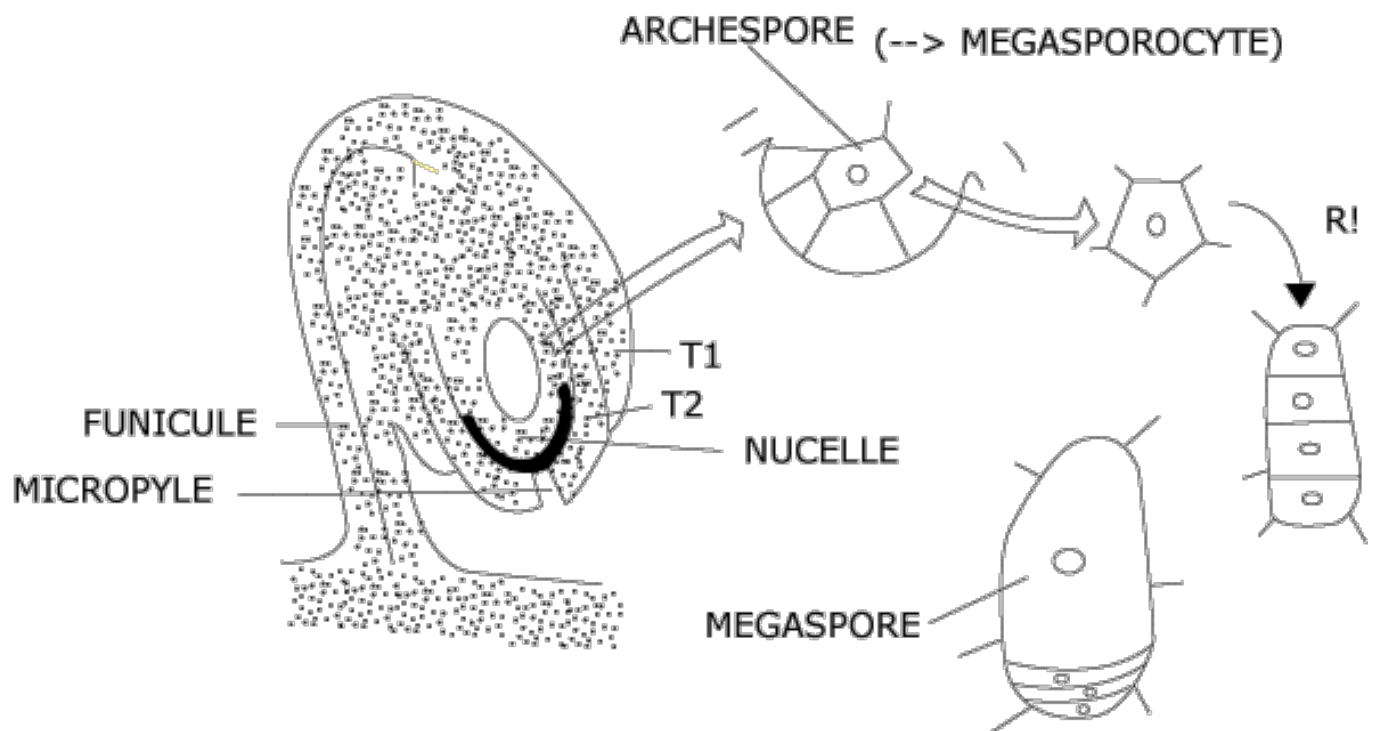


Figure 05 : La mégasporogénèse

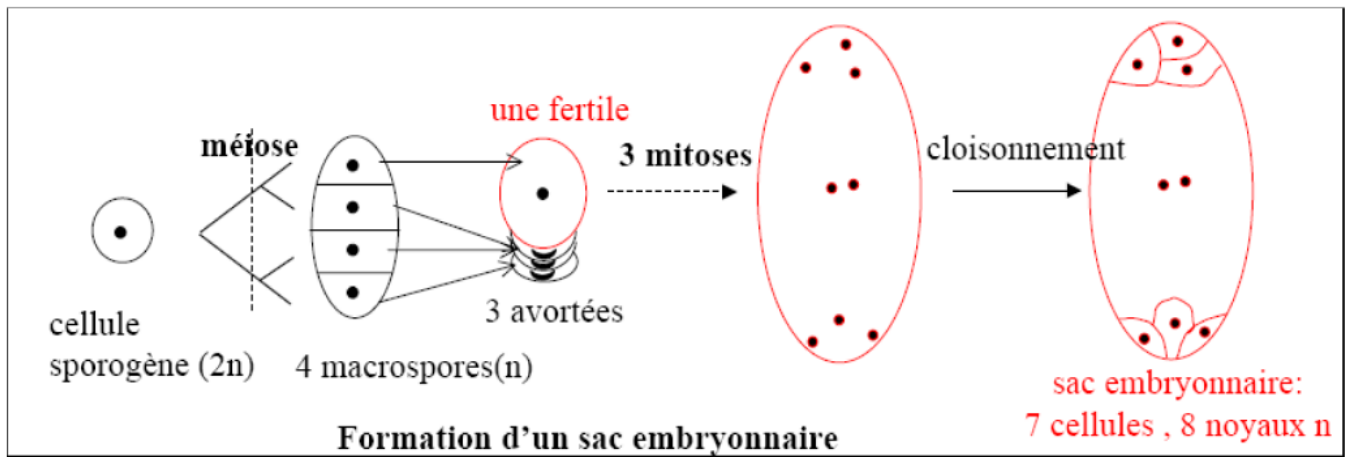


Figure 06 : La mégagamétogénèse : La formation du sac embryonnaire

Le gamétophyte femelle = sac embryonnaire

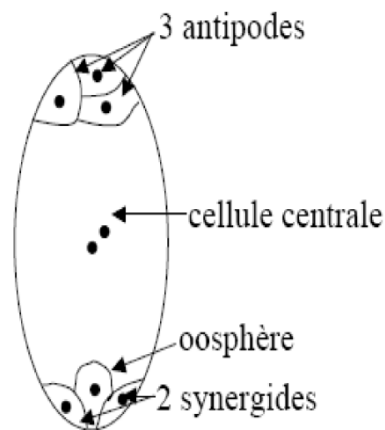
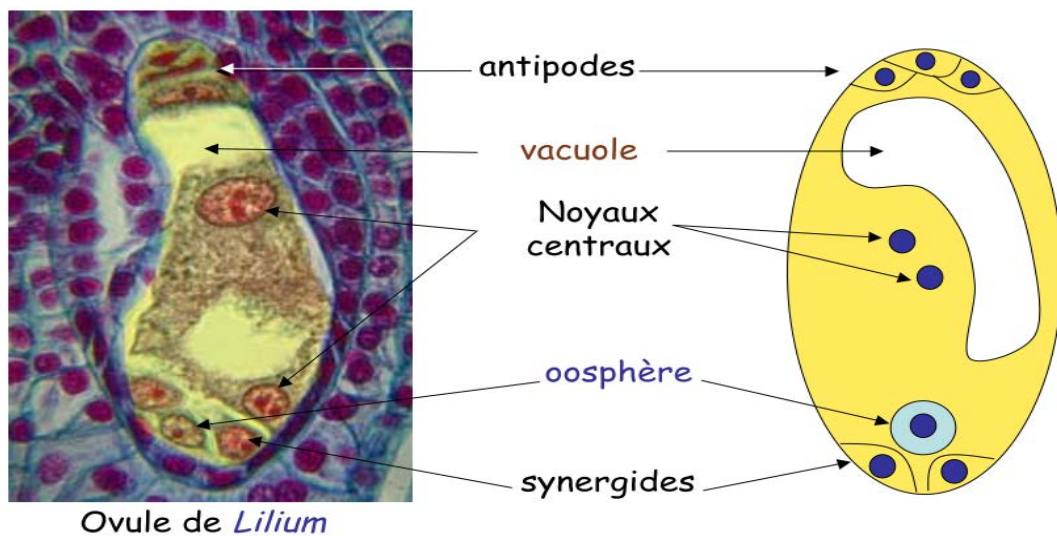


Figure 07 : Le sac embryonnaire

2. La gamétogenèse mâle ou microgamétogenèse

La gamétogenèse mâle est la formation du gamétophyte mâle et dans le cas des Angiospermes c'est le grain de pollen qui se trouve à l'intérieur des anthères (étamine).

2.1. Le grain de pollen

Le grain de pollen est le gamétophyte mâle qui produit les gamètes mâles et qui est disséminé pour permettre la fécondation. Les grains de pollen sont produits dans les loges polliniques des anthères (partie supérieure des étamines).

Le grain de pollen est généralement de structure sphérique d'un diamètre qui va de 7 μm à 150 μm , ceux qui sont de moins de 10 μm sont réputés le plus souvent d'être **allergènes**. Le grain de pollen est constitué d'un manteau pollinique épais formé d'**exine** à l'extérieur et d'**intine** à l'intérieur ;

L'**exine** est constitué de sporopollénine qui est une molécule imputrescible (ne peut pas pourrir).

Cette couche comporte des **apertures** (points de moindre résistance, qui permettront l'émission du **tube pollinique** qui fécondera l'ovule), elle est ornementée et fortement cuticularisée résiste à la plupart des dégradations chimiques et biologiques, permettant au pollen d'être diffusé dans l'environnement sans être abîmés.

L'**intine** est mince et fragile, constituée de **cellulose** non modifiée et éventuellement d'autres **polysaccharides**

Le grain de pollen est généralement formé de seulement 2 cellules haploïdes :

La cellule végétative, sa première fonction est d'assurer la survie du grain de pollen, sa seconde fonction est de fabriquer le tube pollinique. Ensuite le noyau de cette cellule va dégénérer.

La cellule reproductrice est petite, excentrée et entourée par la cellule végétative, **le noyau génératif**, aussi appelé spermatogène, contient le matériel génétique et qui donnera les noyaux spermatisés qui sont les deux gamètes mâles ou spermatozoïdes qui auront chacun leur rôle lors de la double fécondation de l'ovule.

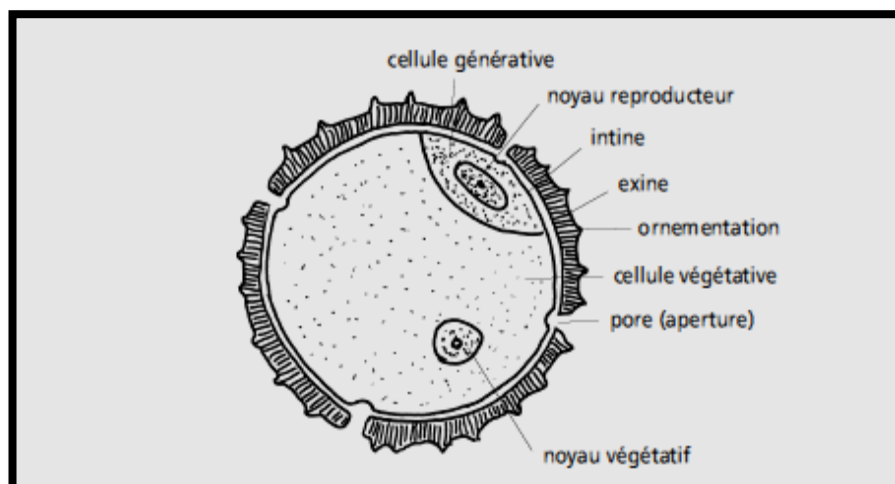


Figure 08 : Représentation schématique d'un grain de pollen avec ses deux cellules

2.2. La formation du grain de pollen

Pendant la différenciation de l'étamine, les sacs polliniques s'individualisent. Ils renferment un massif central d'archéospores complètement entouré d'une assise nourricière, le tapis, qui se désintègrera au cours de la maturation du pollen. Vers l'extérieur de l'anthere, le tapis est renforcé par plusieurs assises cellulaires dites assises intermédiaires et d'un épiderme.

Les archéospores évoluent en **sporocytes** ou cellules-mères de microspores qui subissent la **méiose** qui conduit à la formation d'une **tétrade** de cellules haploïdes. Celles-ci finissent par s'individualiser en **microspores** isolées possédant une paroi externe (l'exine) qui s'imprègne de sporopollénine et une paroi interne (l'intine).

La microspore isolée subit une **mitose asymétrique** qui conduit à la formation d'une grande cellule végétative et d'une petite cellule générative.

Au moment de la fécondation le grain de pollen déposé sur le stigmate, évolue en tube pollinique, et la cellule génératrice subit une **nouvelle mitose** pour donner **deux cellules spermatisques**, ce sont les gamètes mâles (deux spermatozoïdes). La cellule végétative est riche en tissus de réserves car elle doit permettre la croissance du tube pollinique.

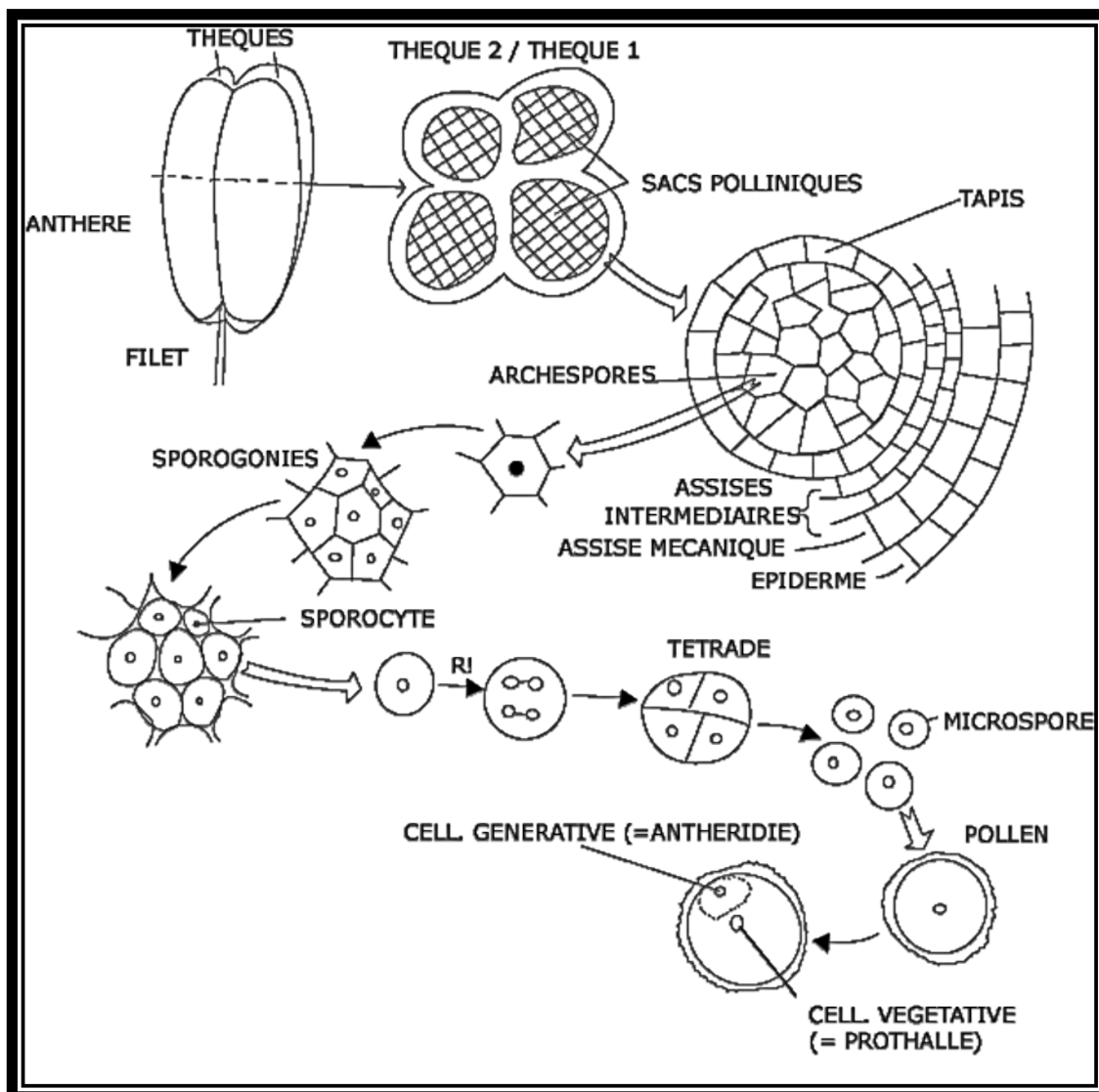
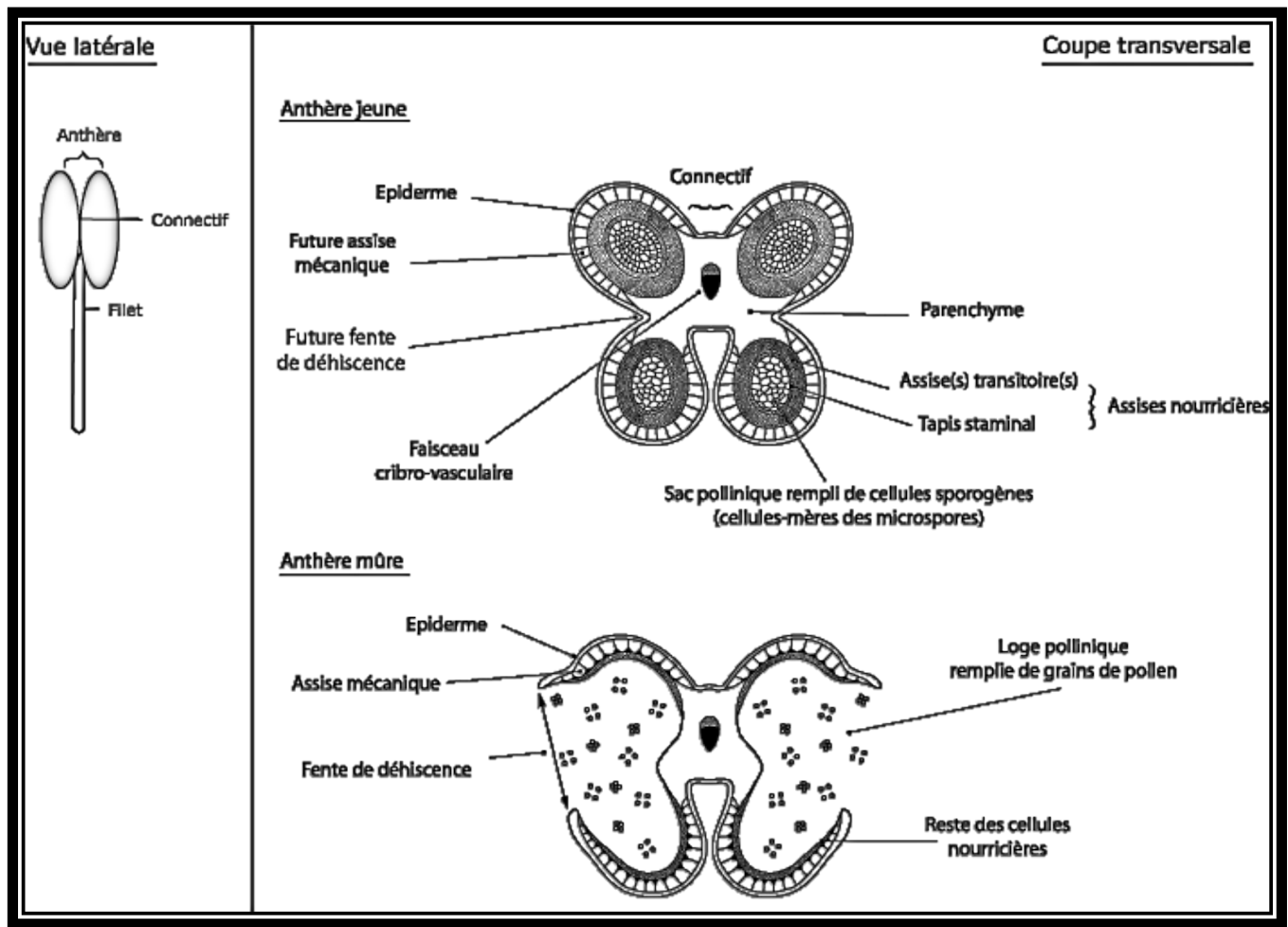


Figure 09 : La microgamétogénèse : la formation du grain de pollen



Coupe transversale dans les sacs polliniques

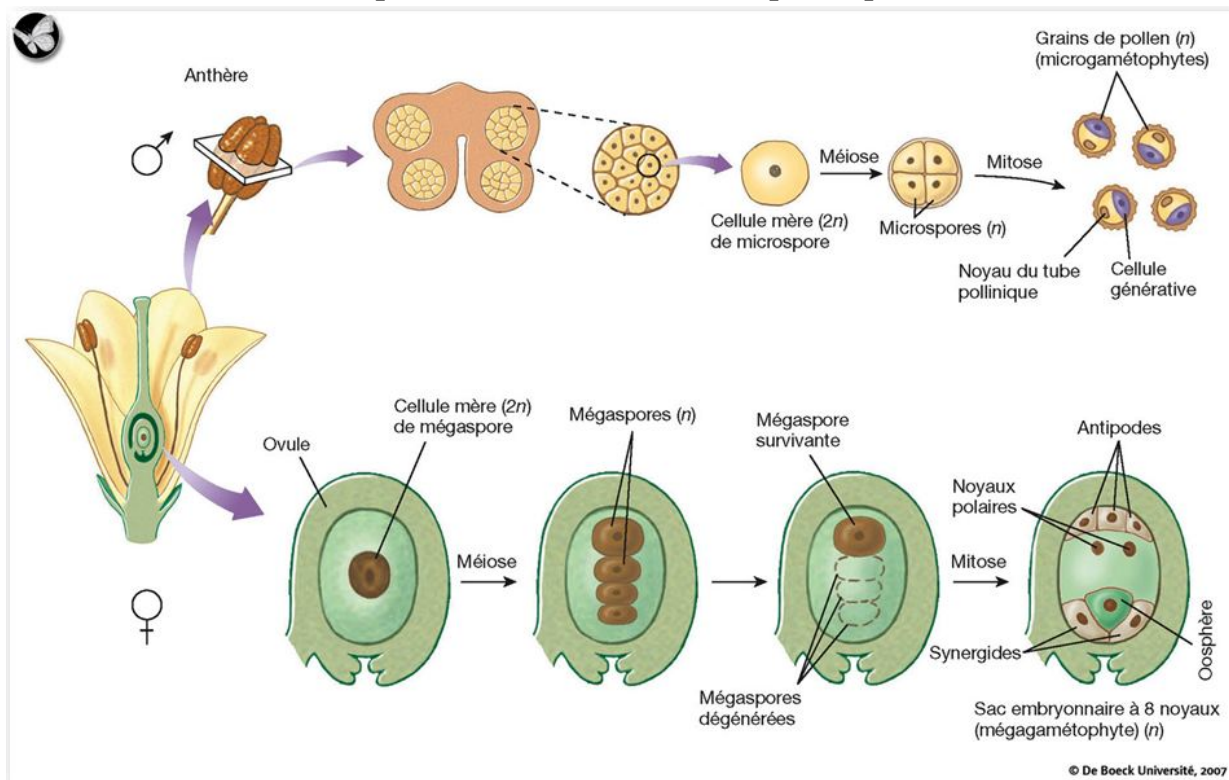


Figure 10 : La formation du grain de pollen et du sac embryonnaire

B. LA FECONDATION

1. La pollinisation

La pollinisation est le passage du pollen des plantes de l'organe reproducteur mâle, l'étamine, à l'organe reproducteur femelle, le pistil.

Elle permet la fécondation, qui conduit à la naissance d'une nouvelle plante. Selon les espèces, la pollinisation peut impliquer une seule fleur (autopollinisation) ou deux fleurs distinctes (pollinisation croisée).

Dans la nature, les moyens sont nombreux pour que le pollen de l'organe mâle retrouve le pistil d'une plante.

Le vent est un bon transport pour le pollen qui est très léger, il est facile de le faire bouger ; c'est la pollinisation **anémophile**.

Les insectes ont également un rôle important à jouer, ils servent également pour faire le transport du pollen c'est la pollinisation **entomophile**.

Les fleurs possèdent des couleurs et des odeurs attirantes pour les insectes. Pour être certain que l'insecte collera du pollen sur le pistil, une partie située dans le fond de la fleur est très utile. Des glandes à nectar, qui sont attirantes pour les insectes, sont installées très profondément dans la plante. Lorsque les insectes plongent pour se rendre à cet endroit, les chances sont grandes pour qu'il y ait transfert de gamète mâle sur le gamète femelle.

Si la pollinisation se fait grâce aux oiseaux on dit que c'est une pollinisation **ornithophile**.

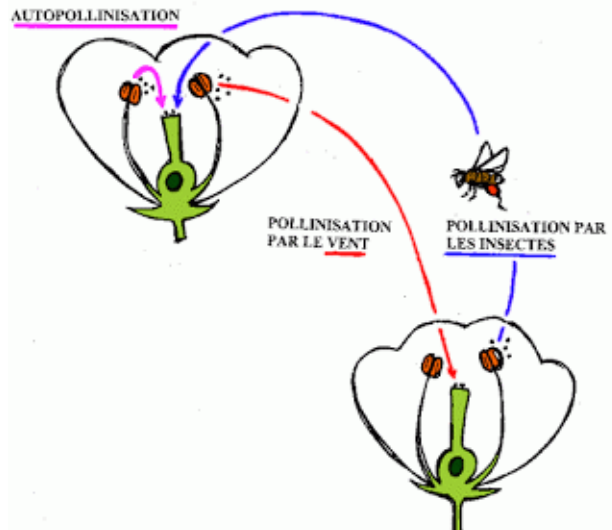


Figure 11 : Pollinisation par le vent et les insectes

2. La germination du pollen

Après son transport par le vent ou les insectes, le grain de pollen se dépose sur le **stigmate** d'une fleur. Dans sa partie supérieure, le stigmate est recouvert de papilles dont le rôle est de recevoir et d'**hydrater** le grain de pollen.

L'**hydratation** du grain de pollen permet sa **germination** : il forme alors un tube pollinique qui va progresser dans le stigmate vers la base de la fleur. Le tube pollinique contient les **gamètes mâles** (les spermatozoïdes) qui vont ainsi être transportés jusqu'à l'ovule (présent dans l'ovaire de la fleur) dans lequel se trouvent le **gamète femelle (l'oosphère)**. C'est à ce niveau que la **fécondation** est réalisée et on l'appelle la **double fécondation**.

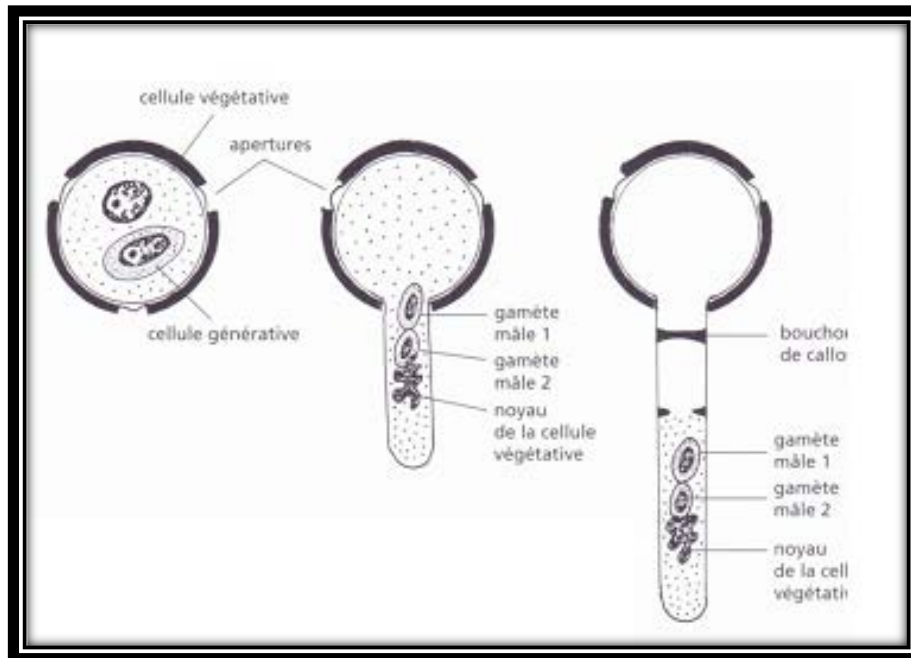


Figure 12 : Germination du tube pollinique

3. La double fécondation

Le grain de pollen est transporté passivement, le plus souvent par le vent ou les insectes, de l'anthere qui le produit sur le stigmate d'une fleur. Il y germe en un **tube pollinique** qui s'allonge considérablement, se fraie un passage au travers du style qu'il traverse entièrement pour atteindre la cavité ovarienne puis le micropyle d'un ovule.

En arrivant au niveau de l'ovule le tube pollinique traverse une synergide et libère alors les deux spermatozoïdes.

Un des **spermatozoïdes** féconde l'**oosphère** et donnera l'**embryon** (zygote principale) à $2n$, l'**autre spermatozoïde** féconde la **cellule centrale** diploïde aux deux noyaux polaires donnant ainsi une cellule à $3n$ qui est l'**albumen** (zygote accessoire)

Ce tissu (l'albumen) remplace petit à petit le sac embryonnaire et est indispensable au développement de l'embryon.

Il peut disparaître avant la maturation de la graine par le développement des cotylédons. Les téguments de l'ovule forment les téguments de la graine, la paroi de l'ovaire se transforme en péricarpe du fruit.

Le zygote se divise transversalement et détermine ainsi une cellule terminale et une cellule basale. Généralement seule la cellule terminale (apicale) est responsable de la formation de l'embryon. Les cellules issues de la cellule basale ne font que former le suspenseur, qui ancre l'embryon dans la graine.

L'embryon présente les ébauches des futurs organes de la plante. Il possède ainsi une racicule, future racine, une tigelle, et une gemmule, future partie aérienne.

Les cotylédons sont portés par la tigelle. Dans certaines graines se sont eux qui accumulent les réserves. Leur nombre différencie les deux grands groupes des Angiospermes : les monocotylédones et dicotylédones.

C'est l'absorption de l'eau par la graine qui va entraîner la germination suite à une activation externe. Quand tous les tissus sont réhydratés, le gonflement de la graine provoque la rupture des téguments. En même temps l'embryon commence à métaboliser les réserves de la graine. La racicule, puis la tigelle, s'allongent. Rapidement les chloroplastes deviennent actifs et permettent un développement autonome et de cette manière une nouvelle plante est donnée.

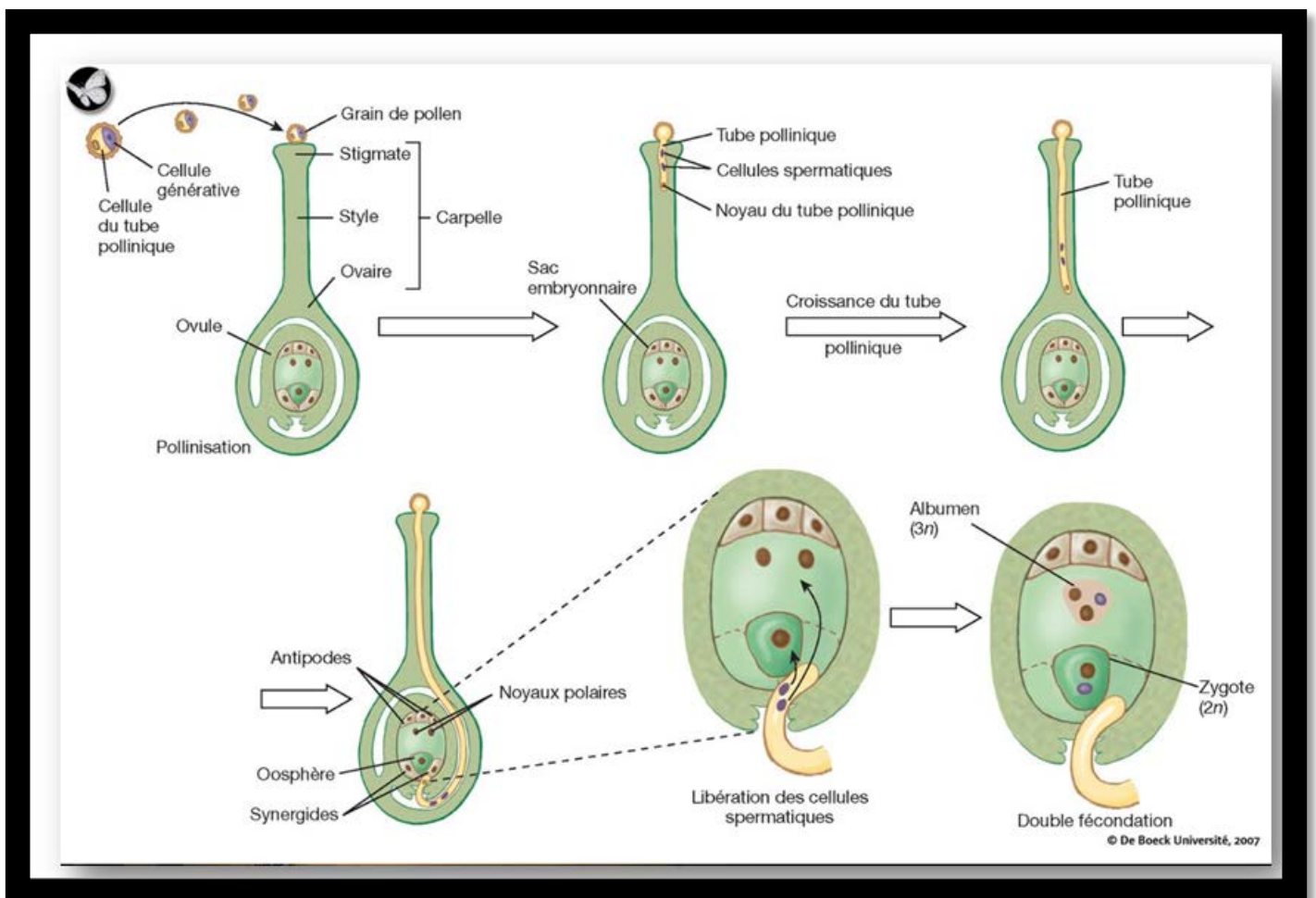


Figure 13 : Schéma du processus de la double fécondation

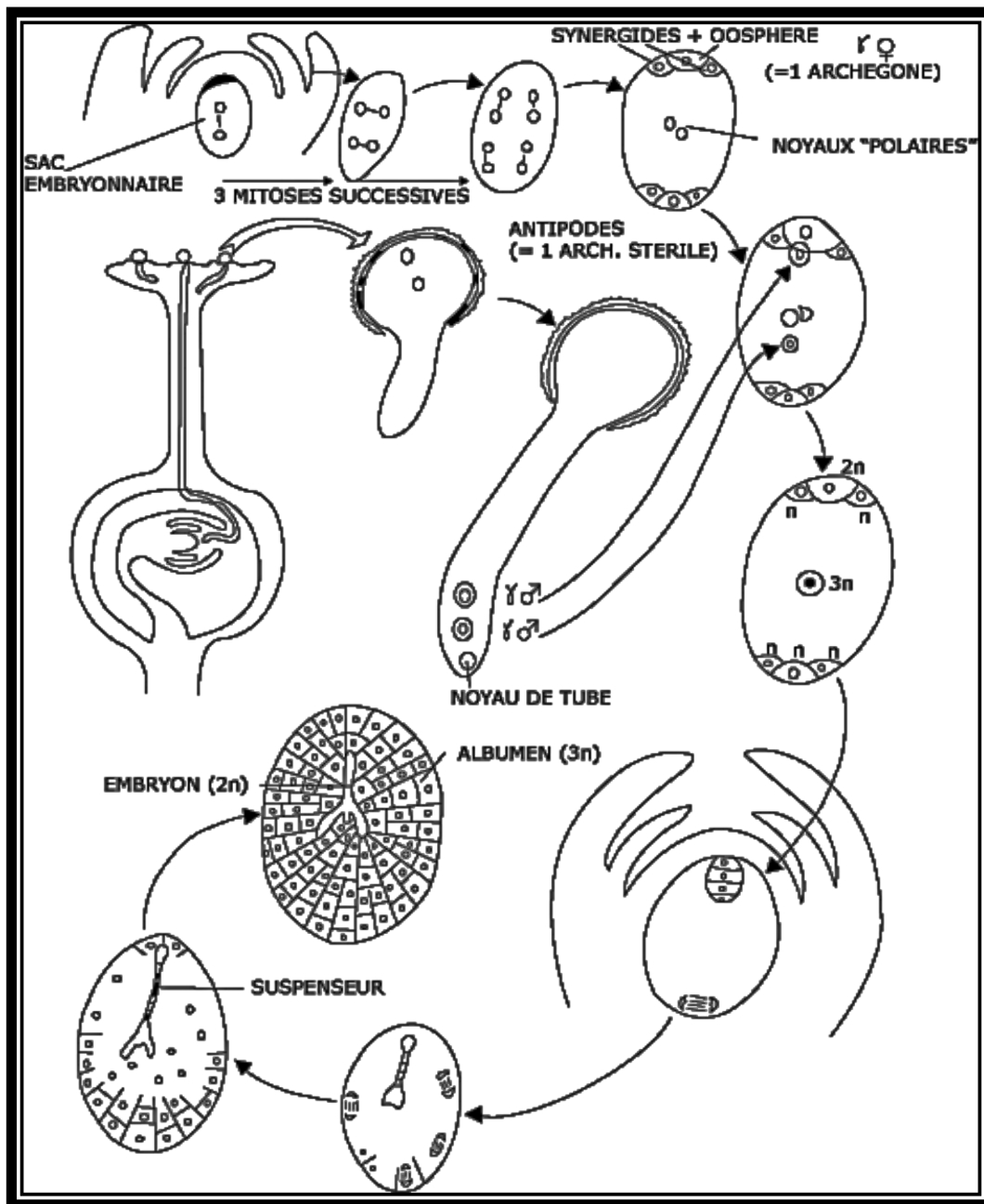


Figure 14: Gamétogenèse, fécondation et embryogenèse des Angiospermes

C. Le cycle de développement des Angiospermes

