

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de RELIZANE
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences Biologiques



جامعة غليزان
RELIZANE UNIVERSITY

POLYCOPIÉ DE COURS

Destiné aux étudiants de la 3^{ème} année Licence Ecologie et
environnement

Intitulé

Taxinomie et systématique des spermaphytes

Elaboré par :

Dr. TAMERT Asma

Année universitaire : 2023/2024

Table des matières

Chapitre I : Introduction générale à la taxinomie

1. Définition	01
2. Différence entre taxinomie et systématique	01
3. La nomenclature	02
4. Rangs taxinomiques	03
5. Taxon	04
6. Notions de Phylogénie	04
6.I. Arbre phylogénétique	04
7. La systématique moderne	06

Chapitre II : Structure générale des spermaphytes

1. Définition	07
2. Structure générale des spermaphytes	07
2.I. Appareil végétatif	07
2.I.I. La racine	07
2.I.2. La tige	08
2.I.3. La feuille	10
2.2. Appareil reproducteur	12
2.2.I. La fleur	12
2.2.I.I. L'androcée	14
2.2.I.2. Le gynécée	15
2.2.2. Inflorescences et diagrammes floraux	16
2.2.2.I. Inflorescence	16
2.2.2.2. Diagramme floral	17
2.2.2.3. Formule florale	18
2.2.3. Le fruit	19
2.2.4. La graine	26

Chapitre III : Classification des spermaphytes

1. Les préspermaphytes ou préphanérogames	27
2. Les spermaphytes : (plantes à graines)	28
2.I. Les gymnospermes (plantes à ovule nu)	28
2.2. Les angiospermes (plantes à fleurs = à ovaire)	30
2.2.I. Les Monocotylédones	31
2.2.I. Les Eudicotylédones	31
3. Classifications phylogénétiques moléculaires	34

- Fiche 1 (TD/TP)
- Fiche 2 (TD/TP)
- Fiche 3 (TD/TP)
- Fiche 4 (TD/TP)

Chapitre I

*Introduction générale
à la taxinomie*

Chapitre I: Introduction générale à la taxinomie

I. Définition

La taxinomie (*taxis* : placement ou mise en ordre et *nomos* : loi), signifie la loi de placement ou la loi de mise en ordre. C'est la science qui a pour objet de décrire les organismes vivants et de les regrouper en entités appelées taxons (familles, genres, espèces, etc.) afin de pouvoir les nommer et les classer.

Le terme Taxinomie fut créé en 1813, sous l'orthographe de « taxonomie », par le botaniste suisse *Augustin Pyrame de Candolle (1778-1841)* dans sa *Théorie élémentaire de la botanique ou exposition des principes de la classification naturelle et de l'art de décrire et d'étudier les végétaux*,

Le botaniste *Herman Lam* a créé le mot taxon en 1948. Ainsi, la taxinomie n'est pas, étymologiquement, l'étude des taxons mais bien les lois sur l'ordre, donc les règles de la classification. Aujourd'hui, le terme est devenu d'usage courant dans la graphie originale pour les botanistes.

2. Différence entre taxinomie et systématique

Beaucoup de botanistes considèrent que la systématique est synonyme de taxonomie, mais dans le sens concret de résultat, les deux sciences sont peu distinctes et souvent confondues, car pratiquées simultanément par les mêmes personnes. Les taxinomistes ont de tout temps été nommés systématiciens, car après avoir étudié et décrit des organismes, ils ont tout naturellement essayé de les classer à partir du bas niveau des espèces.

La taxonomie était définie comme « l'application des lois générales de la classification au règne végétal » (Richard, 1828). Ce terme, créé en 1813, englobe les bases, les principes et les règles de la classification et de la nomenclature (nomination), de même que la structure hiérarchique.

La systématique moderne est l'étude de l'organisation concrète, du regroupement et de la nomination des organismes) a vu le jour au XVIIIe siècle avec le travail du botaniste suédois *Carl von Linné*.

La classification est la « distribution méthodique des plantes en différents groupes, nommés classes, familles, genres, espèces » (Le Maout, 1846). Ce classement est basé sur l'espèce.

3. La nomenclature

Problèmes des noms vernaculaires

Noms vernaculaires ou vulgaires : noms régionaux

▶ Une même espèce peut avoir plusieurs noms vernaculaires

▶ Même nom pour plusieurs espèces ex. les lauriers

* noms latins, polynômes : brèves descriptions latines

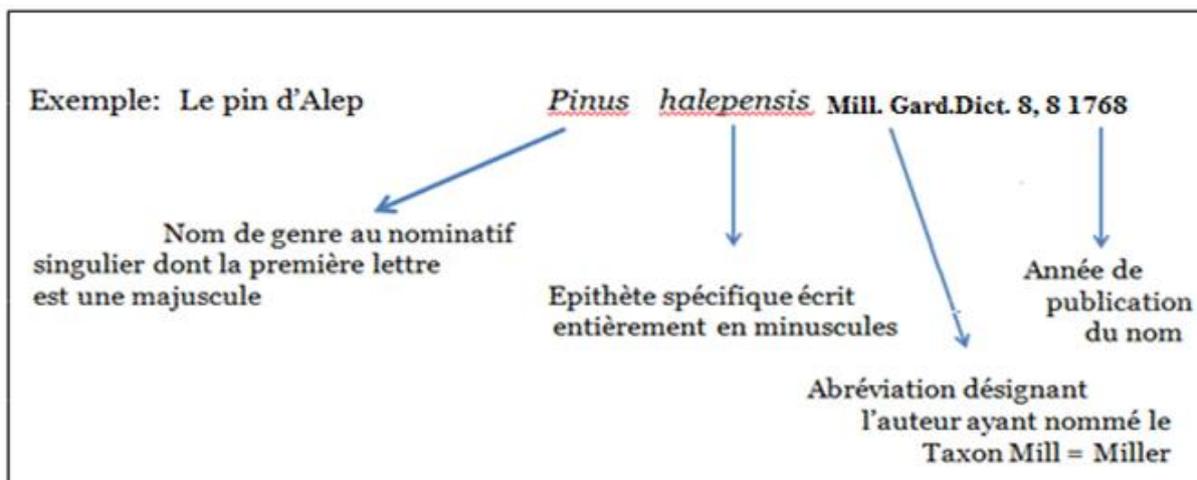
- Mise au point de la nomenclature botanique binomiale (ou binominale ou binaire) :
- Toutes les espèces nommées par 2 termes : le binôme
 - Binôme toujours latinisé (sauf exceptions !)
 - départ de la nomenclature botanique scientifique : 1^{er} mai 1753

➤ Règles de la nomenclature

La nomenclature sert à définir et édicter les règles permettant de former les noms de taxons des plantes et de déterminer leur priorité en cas de concurrence. En 1758 Carl Linné (botaniste suédois ; 1707-1778) invente la dénomination binominale dans son livre « Species Plantarum ».

Avant Linné, les plantes étaient désignées par leurs noms vulgaires (communs) ou par des expressions vagues faisant allusion soit à leurs propriétés supposées telles que 'herbe aux teigneux', soit à de vagues analogies de forme telles que 'queue de renard' soit à la mythologie ou à l'histoire telle que 'Sabot de Venus' (Orchidée), 'Narcisse'....

Depuis Linné l'appellation d'un organisme vivant est codifiée par un nom du genre suivi d'une épithète spécifique (nomenclature binominale). Le nom du genre débute par une majuscule et l'épithète une minuscule.



Les noms du genre et de l'espèce s'inscrivent en italique ou sont soulignés comme par exemple *Rosa canina*. Le binôme nomenclatural est toujours suivi du nom (ou du nom abrégé) de l'auteur qui a décrit pour la première fois la plante. Exemple : *Genista tricuspidata* Desf., *Hordeum murinum* L. Les règles de la nomenclature sont depuis codifiées au cours des congrès internationaux. Le dernier code remis à jour a été adopté par le XVIII^e Congrès International de Botanique à Melbourne en juillet 2011.

4. Rangs taxinomiques

Les rangs taxinomiques représentent les niveaux hiérarchiques de la classification. Les principaux rangs sont : embranchement, classe, ordre, famille, genre et espèces. Ces rangs (en gras dans le tableau sont obligatoires dans une classification. Des sous-rangs sont ajoutés en cas de nécessité.

Tableau I : Rangs et sous-rangs taxinomique et leurs terminaisons

Rang	Terminaison	Exemple 1	Exemple 2
Règne	-bionta	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Sous-règne		<i>Tracheobionta</i>	<i>Tracheobionta</i>
Embranchement	-phyta	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Magnoliophyta</i>
Sous-embranchement	-phytina		
Classe	-opsida	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Liliopsida</i>
Sous-classe	-idae	<i>Rosidae</i>	<i>Liliidae</i>
Super ordre	-anae		
Ordre	-ales	<i>Fabales</i>	<i>Liliales</i>
Sous-ordre	-ineae		
Super famille	-ariae		
Famille	-aceae	<i>Fabaceae</i>	<i>Liliaceae</i>
Sous-famille	-oideae	<i>Faboideae</i>	

Tribus	-eae	<i>Fabae</i>	
Sous-tribus	-inae		
Genre		<i>Pisum</i>	<i>Narcissus</i>
Sous-genre			
Espèce		<i>Pisum sativum</i> L. 1753	<i>Narcissus jonquilla</i> L. 1753
Sous-espèce			

5. Taxon

Un taxon désigne un groupe de plante constituant une unité systématique d'un niveau hiérarchique donné (embranchement, classe, variété, famille, genre, espèce, sous-espèces, variété).

6. Notions de Phylogénie

La phylogénie est l'étude des relations de parentés entre différents êtres vivants en vue de comprendre l'évolution des organismes vivants. La phylogenèse est la reconstitution de l'histoire évolutive des lignées à partir des liens de parenté.

6.I. Arbre phylogénétique

Un arbre phylogénétique est un arbre schématique qui montre les relations de parentés entre des groupes d'êtres vivants. Chacun des nœuds de l'arbre représente l'ancêtre commun de ses descendants (Fig. I).

- **Groupe monophylétique**

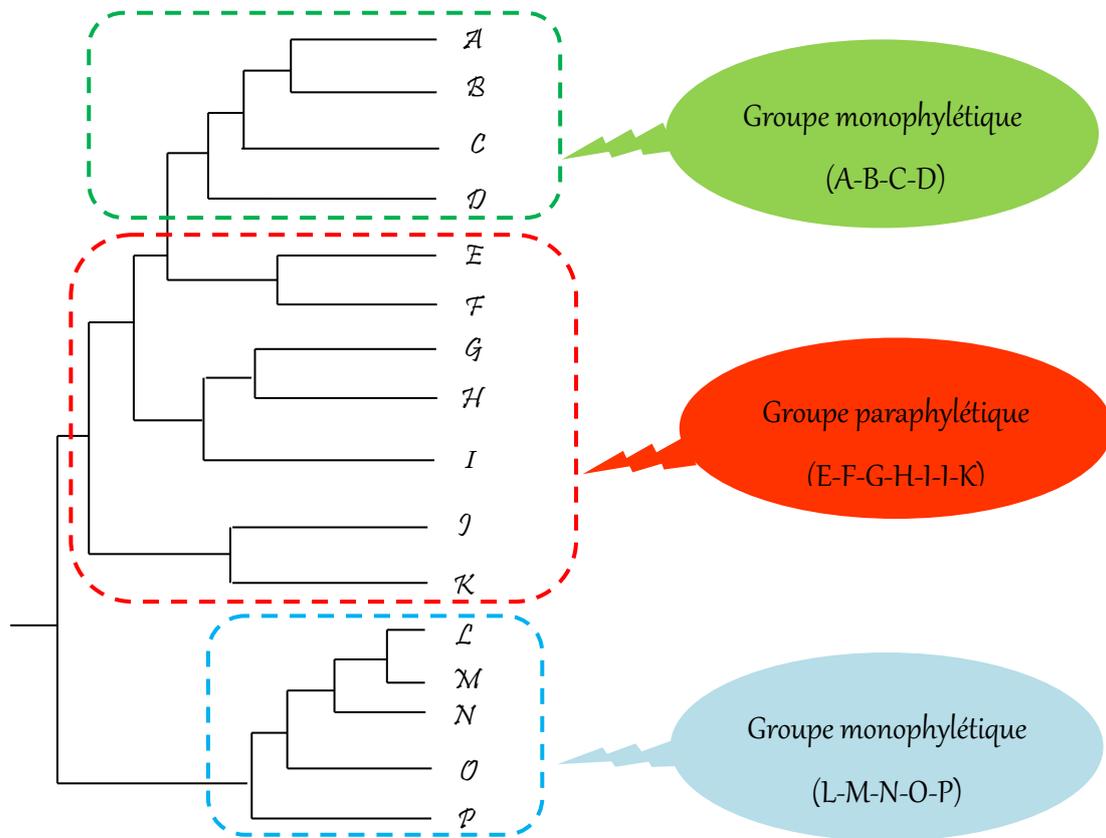
Une lignée monophylétique doit obligatoirement inclure tous les descendants de l'ancêtre commun, ce qui en fait un synonyme de holophylie. Il s'oppose aux groupes paraphylétiques et polyphylétiques.

- **Groupe paraphylétique**

Dans la classification des plantes, un groupe ou taxon est dit paraphylétique lorsque qu'il regroupe un ancêtre commun avec une partie de ses descendants.

- **Groupe polyphylétique**

Un groupe ou taxon est dit polyphylétique lorsque qu'il regroupe des taxons en excluant leur ancêtre commun.



Nœud : représente l'ancêtre commun le plus récent. **Extrémité des branches** : Espèces vivantes actuelles ou fossiles. **Branches** : liens évolutifs entre l'ancêtre commun et les espèces actuelles ou fossiles. (Exemple de groupe polyphylétique : D et E).

Figure 1 : Arbre phylogénétique simplifié.

7. La systématique moderne

Les grandes divisions du règne végétal							
Procaryotes	Bactéries, algues bleues (ou cyanophycées) et actinomycètes.						
	Thallophytes	Algues					
		Champignons					
Lichens							
Eucaryotes	Cormophytes	Bryophytes					
		Rhizophytes	Ptéridophytes				
			Spermaphytes	Gymnospermes	Gymnospermes archaïques (Préspermaphytes)		
					Gymnospermes types (Conifères)		
	Angiospermes	Gymnospermes évoluées (Chlamydospermes)					
		Monocots					
		Eudicots	Apétales				
Dialypétales							
Gamopétales							

Chapitre II

*Structure générale des
spermaphytes*

Chapitre II : Structure générale des spermaphytes

I. Définition

Les Spermaphytes (du grec : sperma (semences ou graines) et phyton (plantes) sont les dernières à être apparues sur terre.

Les Spermatophytes actuels sont représentées par 250 000 à 300 000 espèces, dont une très grande majorité représentée par les Angiospermes (plantes à fleurs) et le reste est représenté par les Gymnospermes (environ 1 000 espèces actuelles).

Caractères généraux des Spermaphytes (en latin Spermatophyta) » - des plantes à graines :

- des plantes à ovules
- des phanérogames
- les plantes terrestres (Embryophytes) qui possèdent des ovules se transformant en graines après fécondation.
- végétaux les plus perfectionnés et les plus adaptés à la vie terrestre
- chez les spermaphytes, la plante feuillée est un sporophyte qui développe des organes sexuels. La fécondation ne se fait pas dans l'eau comme chez les autres végétaux.

2. Structure générale des spermaphytes

Les plantes présentent habituellement un **appareil végétatif** (comprenant racines, tiges et feuilles) servant à nourrir la plante et un **appareil reproducteur** (comprenant les fleurs suivies des fruits contenant les graines)

2.I. Appareil végétatif

2.I.I. La racine

C'est un organe le plus souvent souterrain et dépourvu de chlorophylle, à peu près cylindrique, assurant en principe : La fixation de la plante à son substrat, L'absorption de l'eau et des matières nutritives et Parfois la mise en réserve. Une racine comprend quatre régions caractéristiques (de l'apex au collet) : une coiffe, une zone lisse, une zone pilifère pourvue de poils absorbants, une zone subéreuse plus ou moins rugueuse et foncée.

2.1.2. La tige

La tige est, chez les plantes à fleurs, l'axe qui porte les *bourgeons* et les *feuilles* (fig. 2). Elle diffère de la racine par la présence de *nœuds*, par l'absence de coiffe terminale et par sa structure anatomique. La transition entre la tige et la racine se fait dans le *collet*. Il existe néanmoins des tiges souterraines.

Dans le cas d'un arbre comme le chêne ou le hêtre, la tige est constituée du tronc et des branches. Les branches supportent des rameaux.

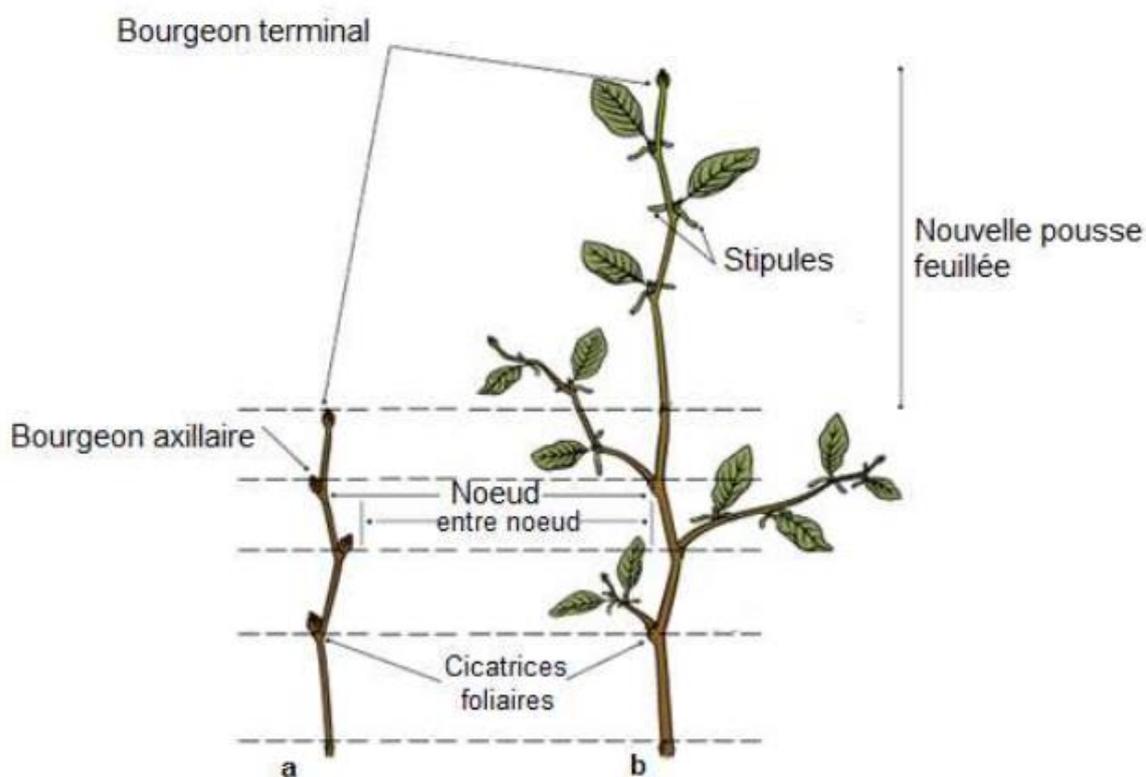


Figure 2 : Rameaux du hêtre (*Fagus sylvatica*)
a. en hiver et b. en été de l'année suivante

Remarque : 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*.

- **Types morphologiques des tiges**

L'organisation du système caulinaire se présente sous différents aspects (fig. 3) :

- *Tige herbacée* : tige dépourvue de tissus secondaires (bois et liège), qui ne s'épaissit pas en vieillissant. Elle est souvent annuelle (fig. 3a).
- *Tige ligneuse* : tige dans laquelle des tissus secondaires (bois et suber ou liège) se mettent en place. Elle s'épaissit en vieillissant. En général, elle est pérenne (fig. 3b).

Autres types de tiges :

- **Le stipe** : il s'agit d'un "faux tronc" des palmiers (fig. 3c) et de quelques autres monocotylédones, composé d'une tige non ramifiée ayant perdu ses feuilles (les cellules de certains tissus sont sclérifiées plutôt que lignifiées et il n'y a pas de tissus secondaires).
- **Le chaume** : est une tige herbacée des graminées (fig. 3d), composée d'une succession de nœuds et d'entre-nœuds creux.
- **Le stolon** : est une tige aérienne, à croissance horizontale (elle pousse parallèle au sol) (fig. 3e), à entre-nœuds toujours sensiblement égaux, portant des feuilles toujours bien développées.
- **Le rhizome** : est une tige souterraine, à croissance horizontale, émettant des rameaux aériens ou des feuilles et des racines adventives (fig. 3d).
- **Le tubercule** : est une tige ou portion de tige renflée, souterraine, riche en réserves (exemple : la pomme de terre) (fig. 3f).

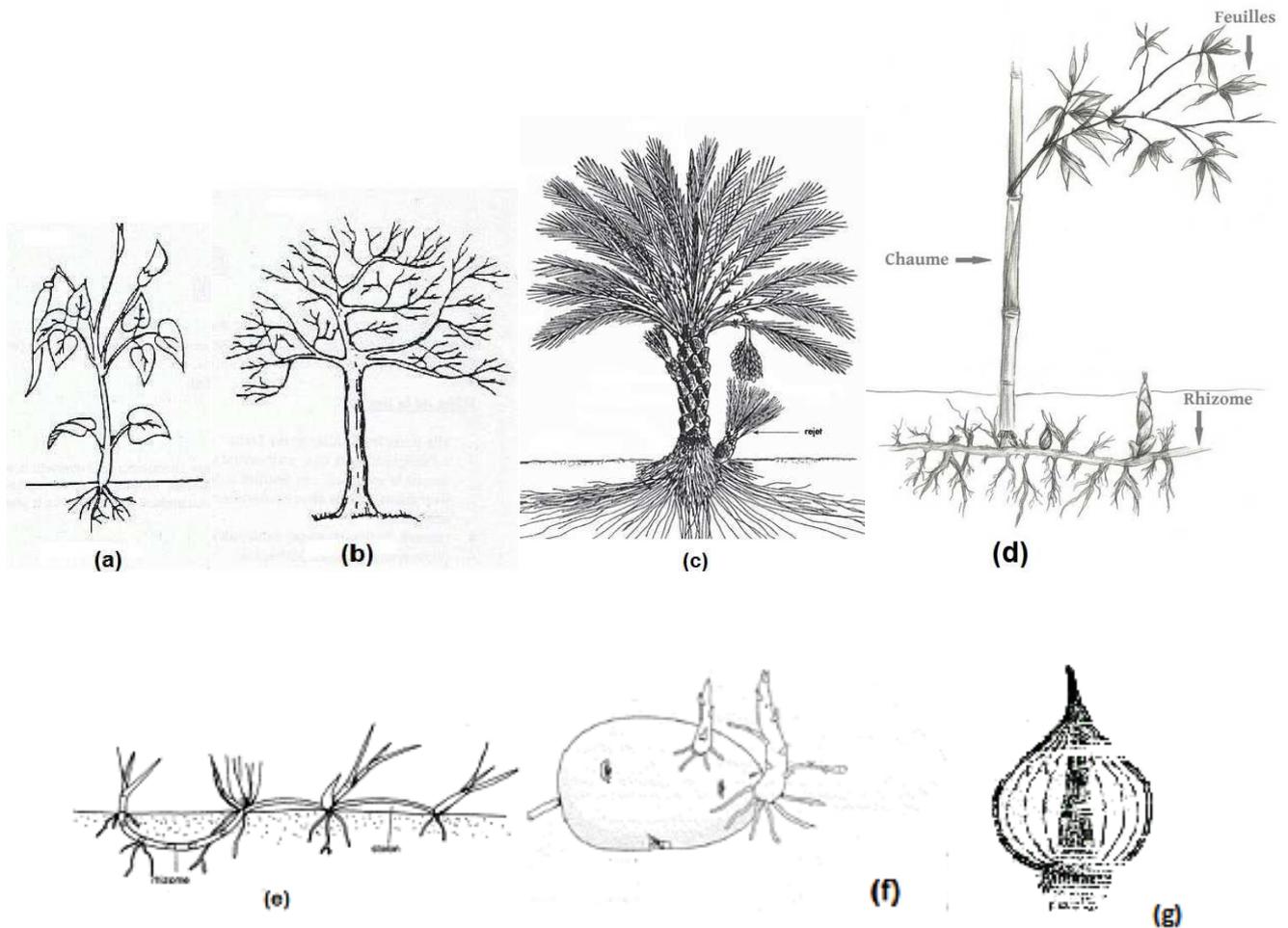


Figure 3 : Différents types morphologiques de tiges.

(a) tige herbacée ; (b) tige ligneuse ; (c) stipe ; (d) chaume ; (e) stolon ; (f) tubercule et (g) tige en plateau d'un bulbe.

2.1.3. La feuille

Elle est en principe l'organe assurant l'essentiel de la photosynthèse. Elle est caractérisée par leur croissance limitée et comprend typiquement trois parties : le limbe, le pétiole et la gaine. Typiquement, on reconnaît un bourgeon axillaire à l'aisselle de chaque feuille. Une feuille peut être simple ou composée (fig. 4).

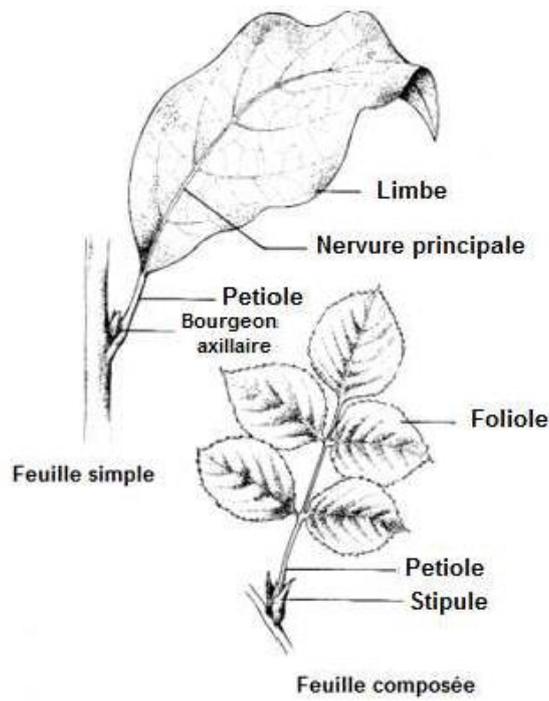
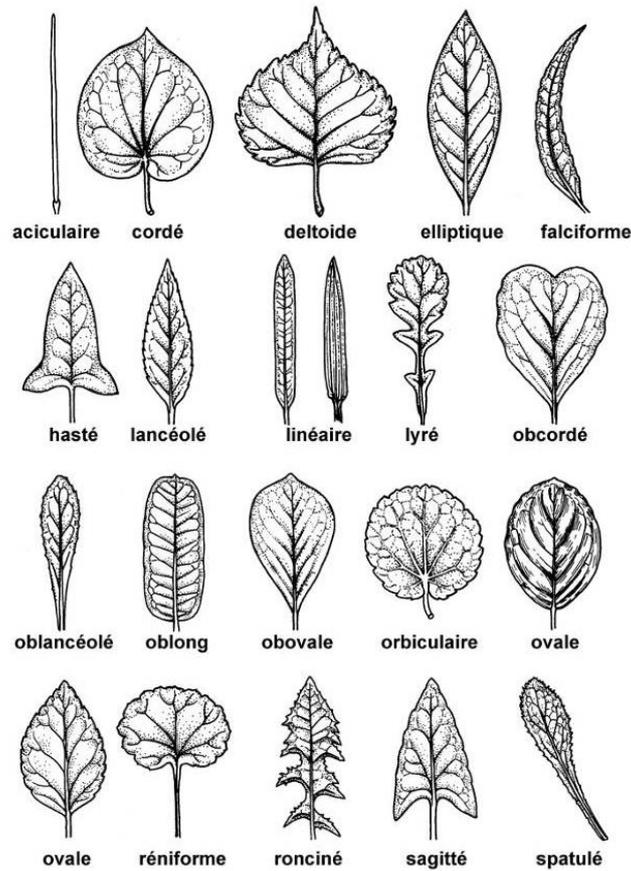
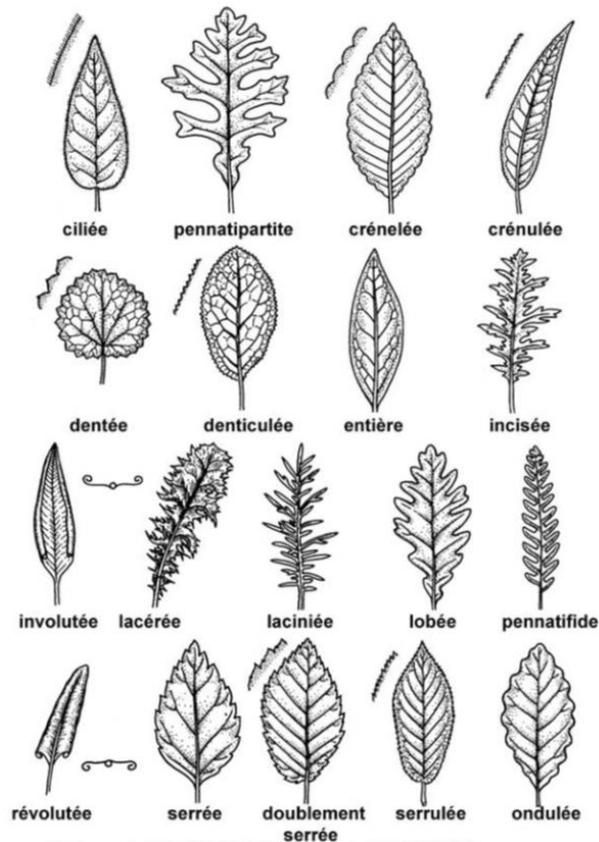


Figure 4: Les différentes parties de la feuille

- Les formes des feuilles :

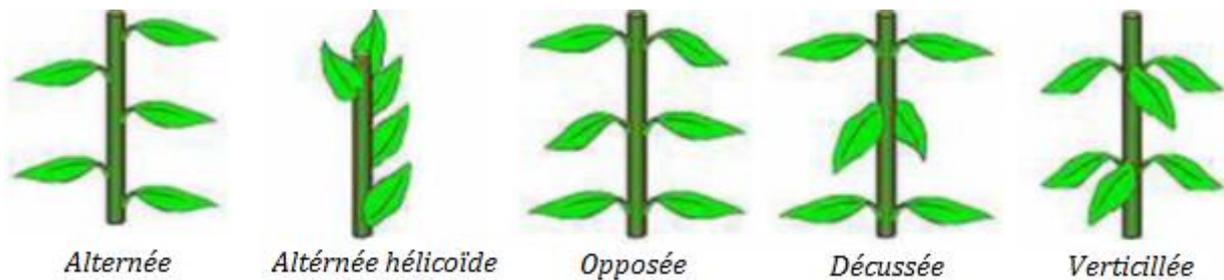


- Les marges des feuilles :



La *phyllotaxie* est la disposition des feuilles sur la tige et peut suivre différents modèles.

- La disposition des feuilles sur la tige :



2.2. Appareil reproducteur

Les Spermatophytes sont des plantes caractérisées par la présence de fleurs et la présence de graines (organes de conservation et de dissémination de l'espèce).

2.2.1. La fleur

Il s'agit de l'appareil reproducteur des *Angiospermes*. Sa structure est étroitement liée à la pollinisation, et varie donc en fonction des rapports avec les animaux pollinisateurs, ou

des cas d'anémogamie ou d'hydrogamie. Son évolution va en direction de la fixation et de la réduction du nombre de pièces florales, vers la soudure et la miniaturisation. Ce dernier cas est associé au regroupement en inflorescences.

La fleur est constituée de 4 types de pièces florales, insérées sur le réceptacle :

- Les sépales généralement verts formant le calice
- Les pétales généralement colorés formant la corolle
- Les étamines partie mâle formant l'androcée
- Les carpelles partie femelle formant l'ovaire ou gynécée.

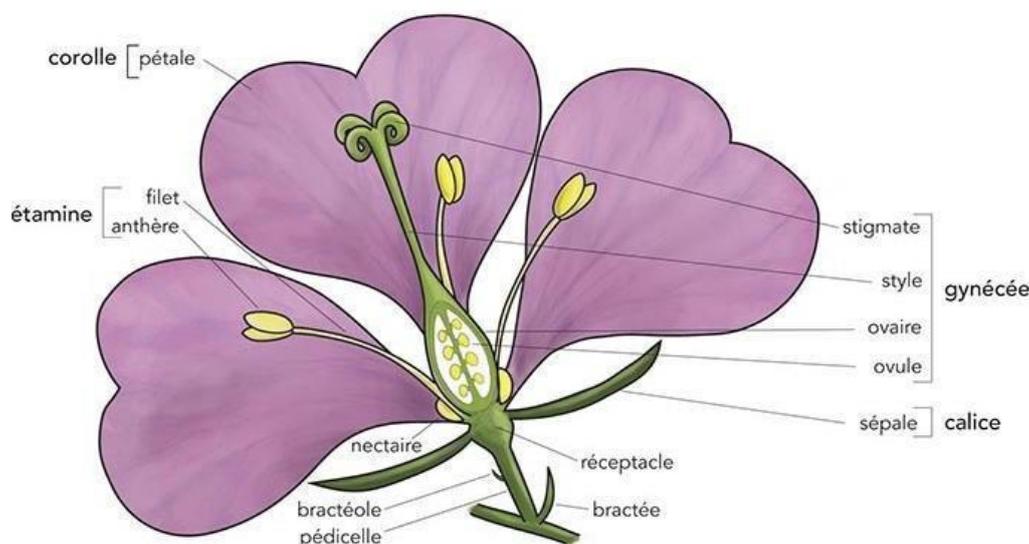


Figure 5 : Coupe schématique d'une fleur complète.

Ces pièces s'arrangent en spirale sur un réceptacle convexe, le **thalamus** (=groupes archaïques) ou successivement, en plusieurs verticilles sur un réceptacle plat ou concave (=fleurs cyclique ou verticillée). Les verticilles sont en principe décalés les uns par rapport aux autres, c'est à dire que théoriquement, les carpelles alternent avec les verticilles d'étamines qui alternent avec les pétales qui alternent avec les sépales. Les étamines et les carpelles sont insérés en spirales, alors que le périanthe est verticillé. Les pièces florales peuvent être **libres** (=dialy-) ou **soudées** (=syn- ou gamo-).

La symétrie d'une fleur :

- **Actinomorphe** : qualifie une fleur dont les pièces sont disposées de manière symétrique par rapport à son axe.
- **Zygomorphe** : qualifie une fleur dont la symétrie passe par un plan et non par un axe (fig. 6).

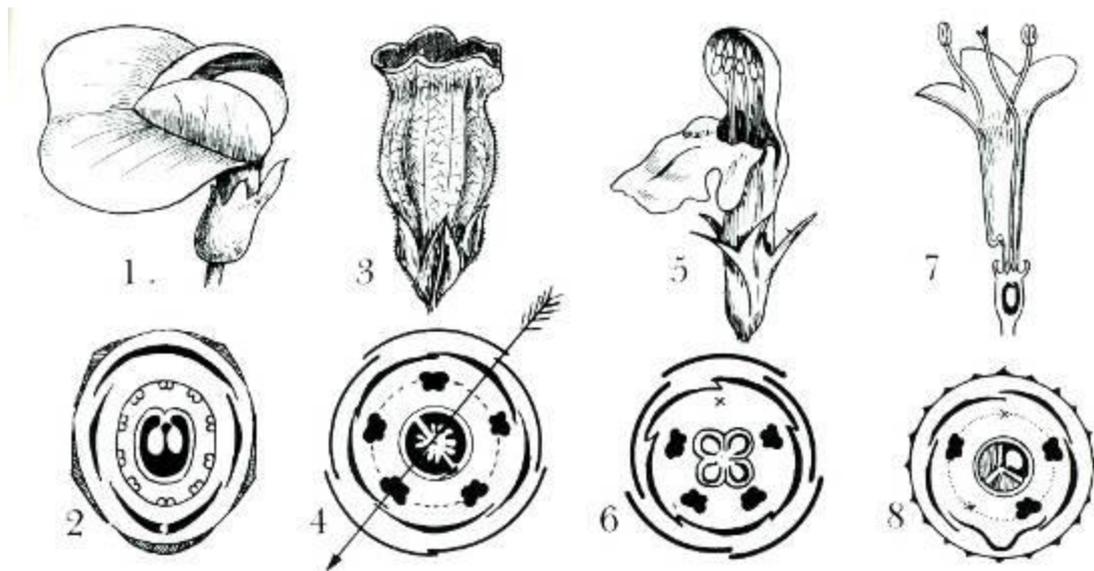


Figure 6 : Principaux types de zygomorphies : 1-2. Symétrie médiane (Fabacées), 3-4. Zygomorphie transverse (Solanacées), 5-6. Symétrie médiane et corolle bilabiée (Lamiacées), 7-8. Fleur asymétrique de *Valeriana* (Valérianacées)

- **Asymétrique** (=irrégulière), c'est à dire que la fleur ne possède pas de plans de symétrie.

2.2.1.1. L'androcée

C'est l'appareil reproducteur mâle de la fleur. Une étamine (=microsporophylle) est formée d'une enveloppe contenant les grains de pollen, l'anthere, portée par le filet, lui-même inséré sur le réceptacle ou sur la corolle. Chez les fleurs gamopétales, les étamines sont le plus souvent fixées directement sur les pétales ou sur le tube corollien par soudure partielle ou totale des filets avec la corolle. L'anthere est normalement constitué de 2 loges contenant chacune 2 sacs polliniques. Elle est fixée sur le filet au niveau du connectif. L'anthere peut être fixée au filet de diverses manières. Les anthères de plusieurs étamines peuvent aussi se souder (=synanthérie) (*Asteraceae*). Chez certaines familles (*Orchidaceae*, *Aristolochiaceae*), anthères, style et stigmate sont soudés en un gynostème.

Il existe 2 types d'arrangements des étamines dans une fleur :

- L'arrangement **spirale** lorsqu'elles sont insérées en grand nombre et en spirale sur un axe convexe ou thalamus (*Magnolia*, *Anemone*).
- L'arrangement **verticillé**, c'est à dire sur un seul étage (niveau).

Selon le nombre et la position des étamines, on distingue plusieurs types d'androcées :

- Si le nombre d'étamines est égal au « nombre fondamental » de la fleur (=isométrie):
 - ✓ **Isostémonie** (étamines opposées aux sépales)
 - ✓ **Obisostémonie** (étamines opposées aux pétales)
 - ✓ S'il y a 2 verticilles isomères d'étamines (types les plus fréquents), il s'agit de:
 - ❖ **Diplostémonie** (verticille externe opposé aux sépales)
 - ❖ **Obdiplostémonie** (verticille externe opposé aux pétales)
- Si le nombre d'étamines est inférieur au « nombre fondamental » de la fleur, on parle de **méio-**, **pauci-** ou **oligostémonie** (*Lamiaceae*, *Orchidaceae*).
- Si le nombre d'étamines est supérieur au nombre fondamental de la fleur, on parle de **méri-** ou **polystémonie**.

On observe une foule de cas particuliers (p.ex.) :

- Les filets des étamines peuvent fusionner tous ensemble, former 2 groupes distincts, former des faisceaux d'étamines soudées ...
- Certaines étamines peuvent être plus longues que d'autres (2 E plus grandes = didyname, 3 E plus grandes = tridyname...).
- Les étamines peuvent devenir stériles (=staminodes).

2.2.1.2. Le gynécée

Le pistil ou *gynécée* est l'ensemble des *carpelles* d'une même fleur. C'est lui qui se transformera en fruit après la fécondation. Il comprend typiquement :

- ♣ **L'ovaire** contient un ou plusieurs ovules pourvus d'un ou de deux téguments et insérés sur des placentas. Après fécondation, les ovules deviendront des graines.
- ♣ **Le stigmate** est un collecteur de pollen.
- ♣ **Le style** sorte de tige supportant le stigmate, dans lequel se développe le tube pollinique lors de la fécondation

On distingue :

- ✓ Les fleurs à **carpelle unique** : le pistil est simple
- ✓ Les fleurs à **carpelles libres** : qui donnent de petits pistils indépendants
- ✓ Les fleurs à **carpelles associés** : le nombre de carpelles est fixe pour une espèce donnée.

On peut distinguer trois types d'ovaires :

- ✓ Ovaire **supère** : qui n'est pas enfoncé dans le réceptacle, que celui-ci soit creusé
- ✓ Ovaire **semi infère** : qui est partiellement enfoncé dans le réceptacle
- ✓ Ovaire **infère** : qui est entièrement enfoncé dans le réceptacle

Dans un ovule complet, on distingue :

- ✓ Le **funicule** : portion inférieure de l'ovule, attachant celui-ci au placenta.
- ✓ La **chalaze** : partie basilaire de l'ovule proprement dit ou s'attache le funicule.
- ✓ Le **nucelle** : partie interne de l'ovule qui contient le sac embryonnaire.
- ✓ Le **sac embryonnaire** : gamétophyte qui après fécondation abritera un embryon
- ✓ Le **tégument** : généralement au nombre de deux, un interne et un externe, ou parfois réduit à un seul.

2.2.2. Inflorescences et diagrammes floraux

2.2.2.1. Inflorescence

Dans de nombreux groupes, les fleurs sont solitaires. Mais les fleurs sont généralement regroupées en **inflorescences** (fig. 7).

On observe 3 modes de développement :

- Les **inflorescences à croissance définie** ou cymeuse : 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.

- Les **inflorescences 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 **inflorescences composées** (axe indéfini, branches définies): lorsque les inflorescences portées par l'axe principal et les axes secondaires sont de même type, on parle d'inflorescence composée, homogène, homomorphe ou homotactique ; dans le cas contraire il s'agit d'inflorescence composée mixte ou hétérotactique.

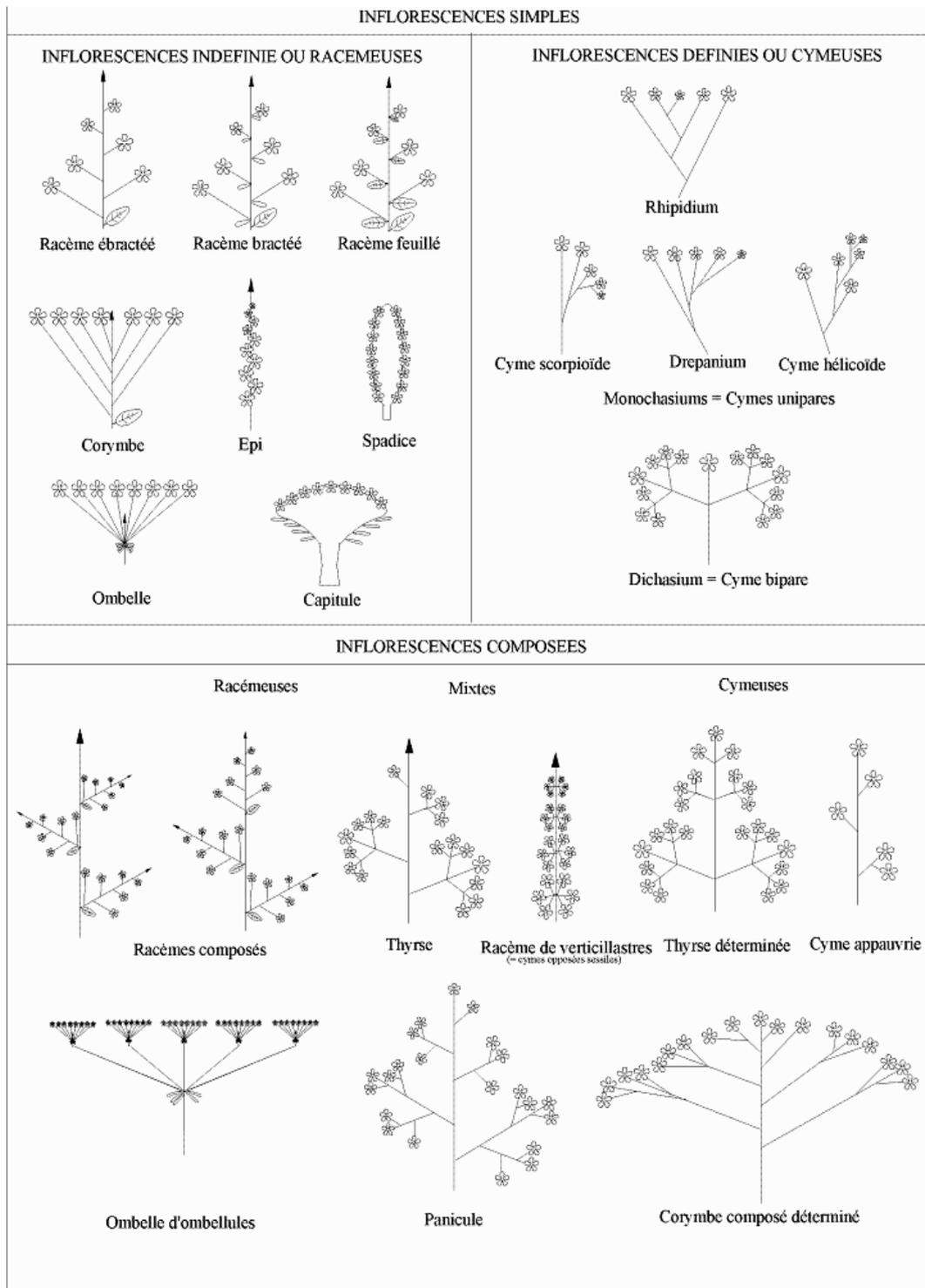


Figure 7: Variations des inflorescences

2.2.2.2. Diagramme floral

C'est une représentation schématique de l'organisation des pièces florales d'une fleur. Il permet d'identifier facilement la famille d'une plante.

On représente les différentes pièces florales en position anatomique comme pour une coupe transversale de la fleur de l'extérieur vers l'intérieur :

1 = l'axe de l'inflorescence, correspondant au *pédoncule floral* (s'il est absent, on le dessine en pointillés) toujours représenté en haut : avec la bractée, il définit l'axe de la fleur,

2 = la *bractée* (si elle est absente, on la dessine en pointillés) toujours représenté en bas : avec le pédoncule,

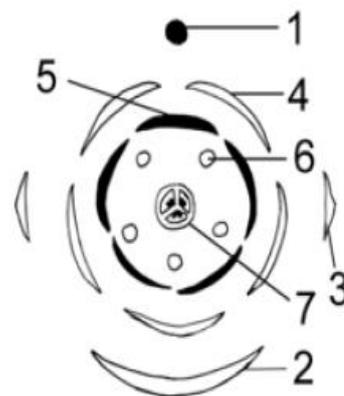
3 = les *bractéoles* (si elles sont présentes),

4 = les *sépales* dessinés en forme de croissants de lune évidés,

5 = les *pétales* dessinés en forme de croissants de lune pleins,

6 = les *étamines*,

7 = le *gynécée* dessiné en coupe transversale.



2.2.2.3. Formule florale

Elle est une description simplifiée de l'organisation des pièces florales d'une fleur.

- Le nombre et l'identité des pièces (**S** = sépale, **P** = pétale, **E** = étamine **C** = carpelle et **T** = tépales). Les chiffres présentent le nombre de pièces florales. Au-delà de 12, on note « n ».
- Un **X** placé devant la formule florale indique qu'il s'agit d'une fleur zygomorphe, un **O** qu'il s'agit d'une fleur actinomorphe.
- Lorsque le **C** est souligné, il s'agit d'un ovaire supère, lorsque le trait est placé au-dessus du **C**, c'est un ovaire infère.
- Lorsque les pièces sont soudées, on les note entre parenthèses
- S'il y a 2 ou plusieurs verticilles (ou groupes) d'une pièce florale, on peut l'indiquer avec un « + ».

Exemple 1 : La tulipe, actinomorphe, présente 6 tépales, 6 étamines et 3 carpelles soudés avec un ovaire supère. Sa formule florale est donc **O** : 6T, 6E, (3C)

Exemple 2 (Brassicacées) : **O** : 4S, 4P, 4E+2 E, (2C)

O : fleur actinomorphe

4S : 4 sépales libres

4P : 4 pétales libres

4 E + 2 E : 6 étamines libres, inégales puisqu'il y en a 4 grandes et 2 petites

(2C) : 2 carpelles soudés. Ovaire supère.

2.2.3. Le fruit

Il résulte de la transformation de l'ovaire(s) d'une fleur fécondée. Il renferme la (les) graine(s) provenant de la transformation de l'ovule (s). La paroi du fruit (péricarpe) comporte généralement trois parties, à savoir, de l'extérieur vers l'intérieur : l'exocarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.

Si les fruits, bien que distincts, forment un ensemble plus ou moins complexe, par inclusion dans une masse produite par le réceptacle (ex. : la fraise), le périgone (ex. : la mûre) ou encore des portions de l'inflorescence (ex. : la figue), on parle alors de faux fruits.

♣ Classification des fruits

- Fruits charnus

a. La baie est caractérisée par un exocarpe mince et par un mésocarpe (et éventuellement un endocarpe) charnus renfermant des graines ou pépins (fig. 8).

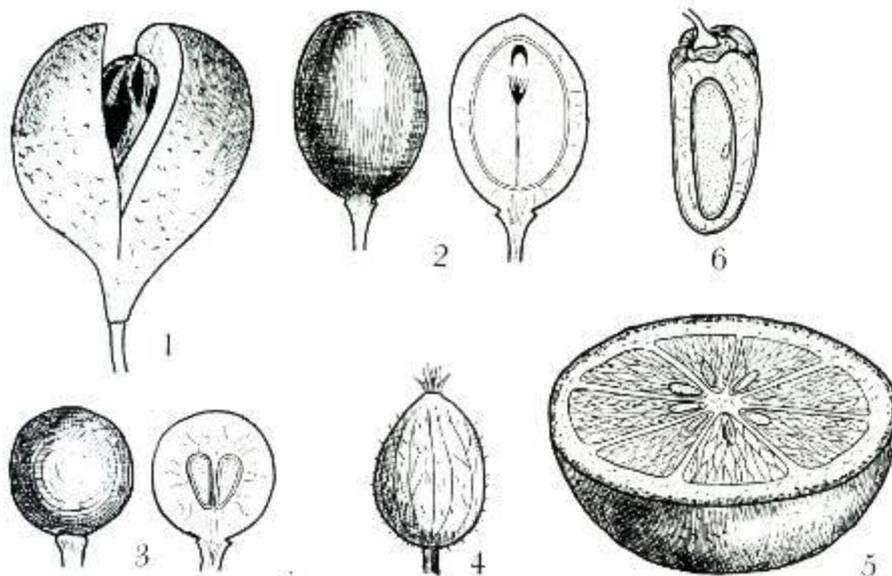


Figure 8 : Baies. 1. Baie coriace et déhiscente de *Myristica fragrans* (Myristicacées), 2. Baie uniséminée de *Laurus nobilis* (Lauracées), 3. Baie de *Vitis vinifera* (Vitacées), baie polysperme. 4. Baie polysperme de *Ribes uva-crispa* (Grossulariacées). 5. Hespéride de *Citrus* (Rutacées), 6. Baie uniséminée de *Phoenix dactylifera* (Arecacées).

b. La **drupe** est le fruit à noyau(x) formé(s) par un endocarpe sclérifié entourant la (les) graine(s) (fig. 9).

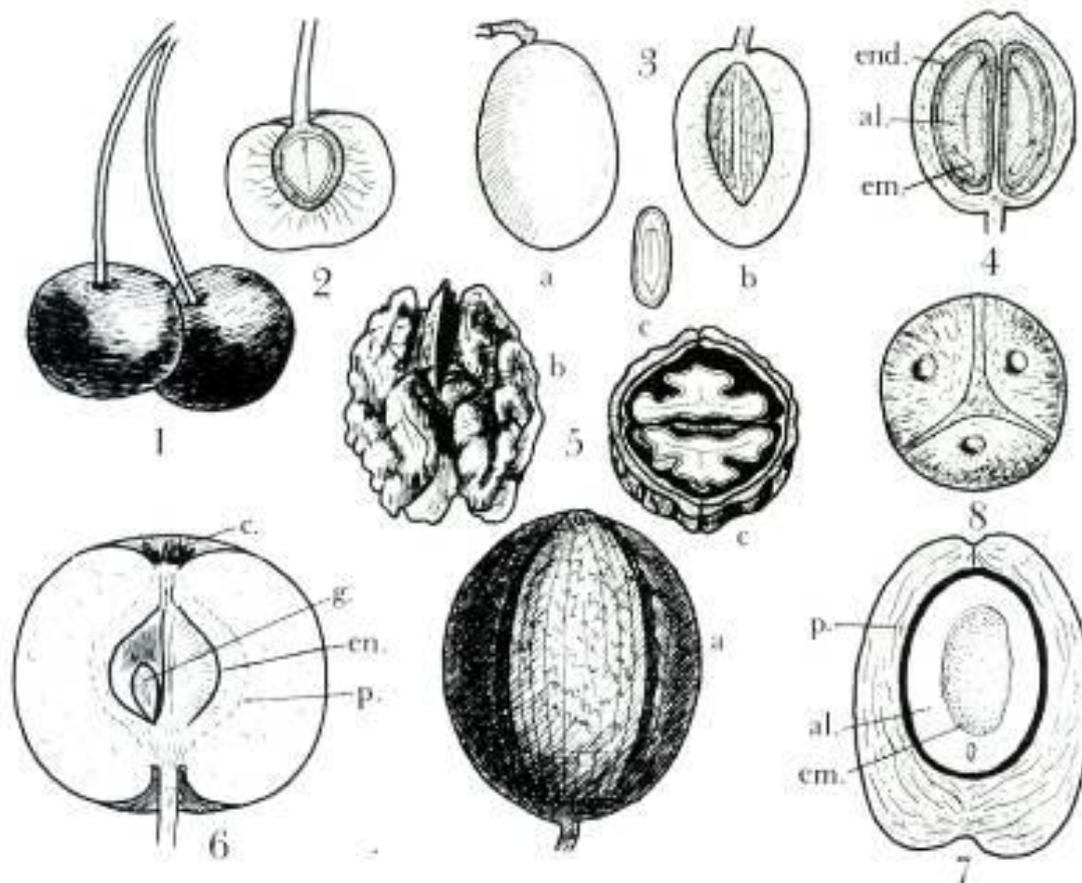


Figure 9 : Drupes. (1) 1-2. Drupe monosperme de *Prunus cerasus* (Rosacées), 3. Drupe monosperme d'*Olea europaea* (Oleacées), 4. Drupe polysperme de *Coffea arabica* (Rutacées) (end. endocarpe, al. albumen, em. embryon), 5. Drupe de *Juglans regia* (Juglandacées), a. vue de la drupe, b. embryon, c. coupe du noyau. 6. Pomme de *Malus sylvestris* (Rosacées), la pomme correspond à un faux fruit dérivant pour partie du vrai fruit et du réceptacle floral (hypanthe). (g. graine, en. endocarpe, p. limite du péricarpe et du réceptacle.), 7-8 Drupe de *Cocos nucifera* (Arecacées) (p. péricarpe fibreux, al. albumen liquide, em. embryon), en 8 vu du fruit montrant qu'il dérive de trois carpelles dont deux avortent.

- Fruits secs

a. **Fruits monospermes** (qui ne contiennent qu'une seule graine) indéhiscents (qui ne s'ouvrent pas à maturité) : akène (fig. 10), caryopse

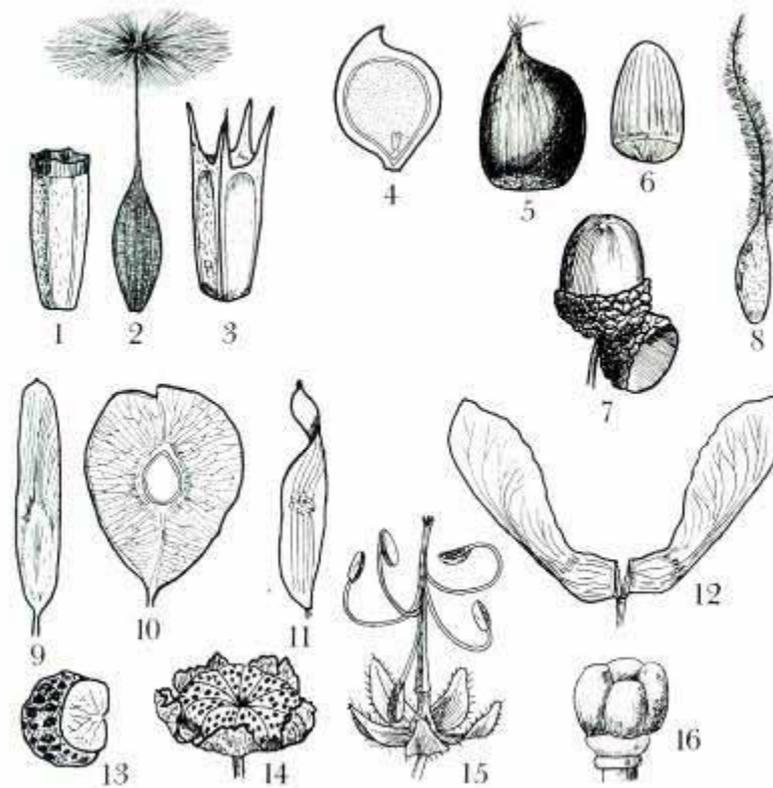


Figure 10: Fruits akénoïdes. 1-3 : Cypselles de *Tanacetum*, *Lactuca* et *Bidens* (Asteracées), 4. c.l. Akène de *Ranunculus* (Renonculacées), 5-7 Noix et nucules de *Castanea sativa* (Fagacées), *Corylus avellana* (Betulacées) et *Quercus* (Fagacée), 8. Akène de *Clematis* (Renonculacées) à style plumeux accrescent, 9-11, Samares de *Fraxinus excelsior* (Oleacées), *Ulmus* (Ulmacées), *Ailanthus* (Simaroubacées), 12. Disamare de *Acer* (Sapindacées), 13-14 Méricarpe et Schizocarpe de *Malva* (Malvacées), 15. Schizocarpe de *Geranium* (Géraniacées), 16. Schizocarpe de *Salvia* (Lamiacées) = tétrakène.

b. Fruits polyspermes indéhiscents diakène (Ombellifères), triakène (capucine), tétrakène (Labiées) et disamare : union de deux samares.

c. Fruits déhiscent polyspermes : follicule, gousse, silique, capsule (fig. 11, 12, 13 et 14).

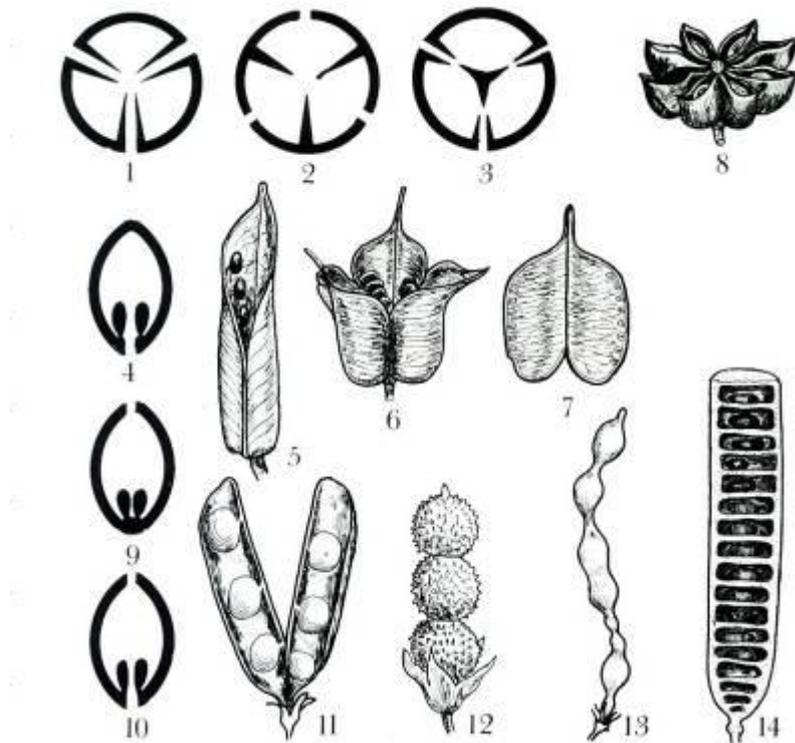


Figure 11 : Déhiscence et fruits secs déhiscents. 1. Déhiscence septicide, 2. Déhiscence loculicide, 3. Déhiscence septifrage. 4 et 9 déhiscence ventrale et dorsale d'un follicule, 5. Follicule d'*Aquilegia* (Renonculacée), 6-7. Follicule d'*Helleborus* (Renonculacées), 8. Polyfollicule de *Illicium verum* (Schizandracées), 10. Déhiscence d'une gousse, 11. Gousse de *Pisum* (Fabacées), 12-13. Gousses lomentacée de *Hedysarum* et *Sophora* (Fabacées), 14. Gousse de *Cassia* (Fabacées) à recloisonnement transversal en compartiments monospermes.

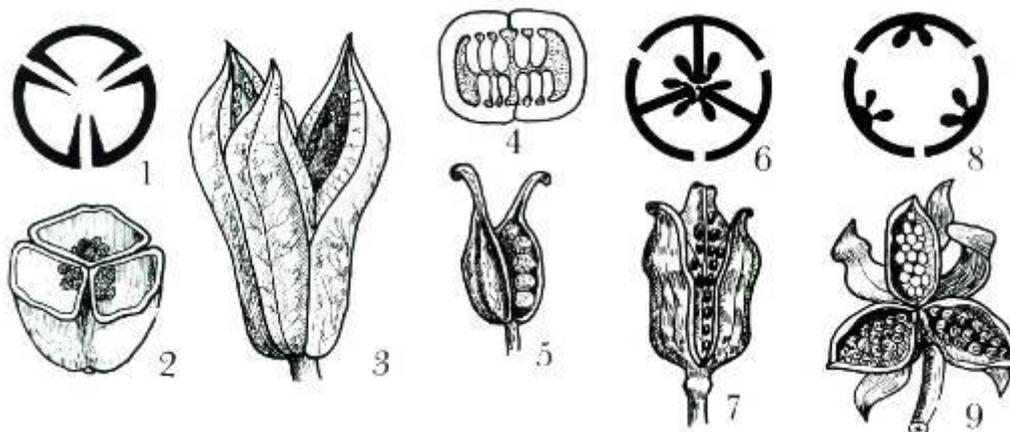


Figure 12 : Capsules (I). 1. Schéma de la déhiscence suturale. 2-3. C.t. et vue d'ensemble de la capsule de *Colchicum* (Colchicacées), capsule septicide s. str., 4. Capsule de *Gentiana* (Gentianacées), capsule uniloculaire à déhiscence suturale. 5. Schéma de la déhiscence loculicide. 6. Schéma de la déhiscence loculicide. 7. Capsule de *Tulipa* (Liliacées). 8. Schéma de la déhiscence d'une capsule uniloculaire à déhiscence loculicide. 9. Capsule de *Viola* (Violacées).

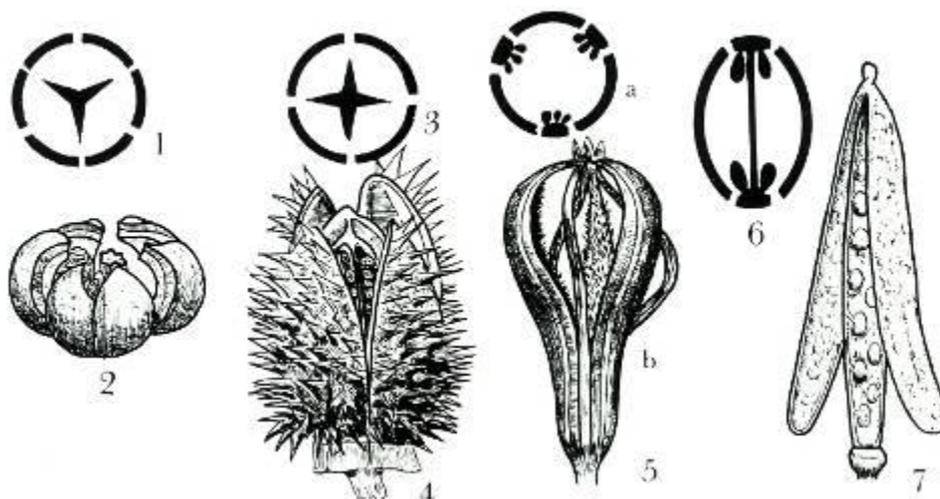


Figure 13 : Capsule (2). 1-2. Schéma de la déhiscence et capsule de *Euphorbia* (Euphorbiacées), déhiscence loculicide, septicide et septifrage, 3-4. Schéma de la déhiscence et capsule de *Datura* (Solanacées), déhiscence loculicide, septicide et septifrage, 5. Schéma (a) et capsule d'Orchidée, déhiscence paraplacentaire. 6-7. Schéma de la déhiscence et silique des Brassicacées.

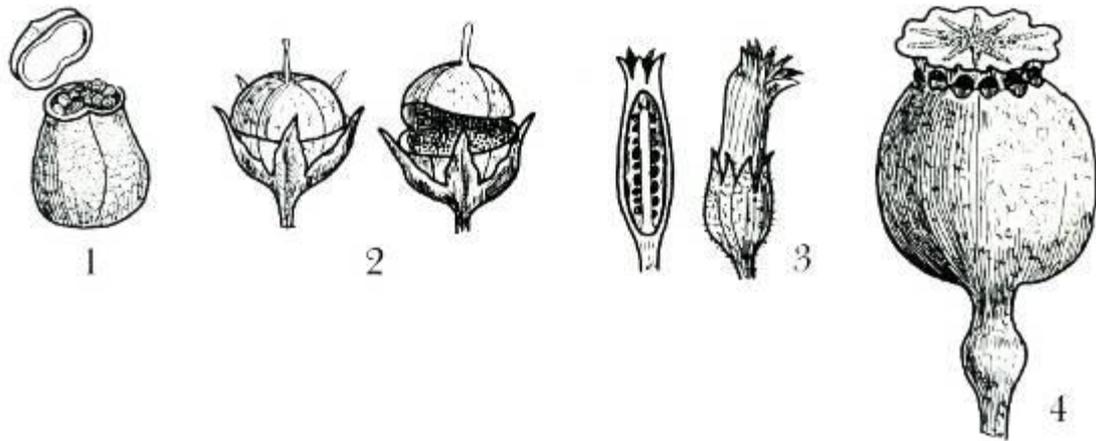


Figure 14 : Capsules (3), déhiscences particulières. 1-2. Pyxides de *Hyoscyamus* (Solanacées) et *Anagallis* (Myrsinacées). 3. Capsule denticide de *Cerastium* (Caryophyllacées). 4. Capsule poricide de *Papaver* (Papaveracées).

- Fruits composés

a. *Fruits multiples* (polydrupes, polyakènes, polyfollicules)

b. *Fruits composés* (figue, ananas) (fig. 15).

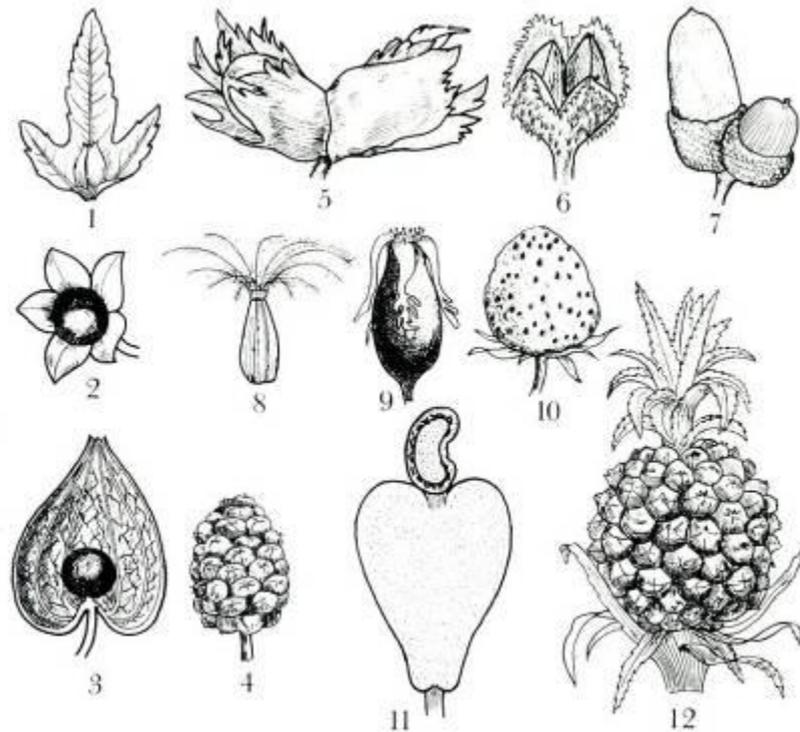


Figure 15 : Fruits multiples et composés. 1. Akène de *Carpinus betulus* (Betulacées) accompagné de bractées de involucrales, 2-3. Baie de *Atropa belladonna* et *Physalis alkekengi* (Solanacées) avec calice accrescent et marcescent, 4. Sorose de *Morus nigra* (Moracées) (= polyakène à périanthe persistant accrescent et charnu.). 5. Noisettes = nucules de *Corylus avellana* entouré d'un involucre de bractées soudées entre elles, 6. Akènes (= fâines), de *Fagus sylvatica* (Fagacées) entourées de bractées lignifiées. 7. Gland de *Quercus robur* (Fagacées) entourée d'une cupule lignifiée. 8. Cypselid de *Valeriana* (Valérienacées) surmontée d'un pappus de soies plumeuses dérivées du calice accrescent. 9. Cynorrhodon de *Rosa* (Rosacées), 10. Fraise de *Fragaria x ananassa* (Rosacées), correspond au gynophore hypertrophié portant les vrais fruits qui sont des akènes. 11. Pomme d'Acajou et « noix » de Cajou de *Anacardium occidentale* (Anacardiacees) la « noix » correspond à l'akène qui est porté par un pédoncule floral hypertrophié correspondant à la pomme elle aussi comestible. 12. Faux-fruit de l'ananas, *Ananas comosus* (Broméliacées) résultant de la transformation d'une inflorescence complète.

2.2.4. La 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, les ovules qui y sont abrités évoluent vers la constitution des graines. La taille des graines varie dans des proportions considérables, avec une forme très diverse : sphérique, ellipsoïde, ovoïde, lenticulaire, anguleuse, réniforme... (fig. I6).

L'amande : comprend en principe l'embryon et l'albumen. Ce dernier peut être lui-même composé d'un endosperme formé à l'intérieur du sac embryonnaire et éventuellement d'un péricarpe, extérieur à celui-ci.

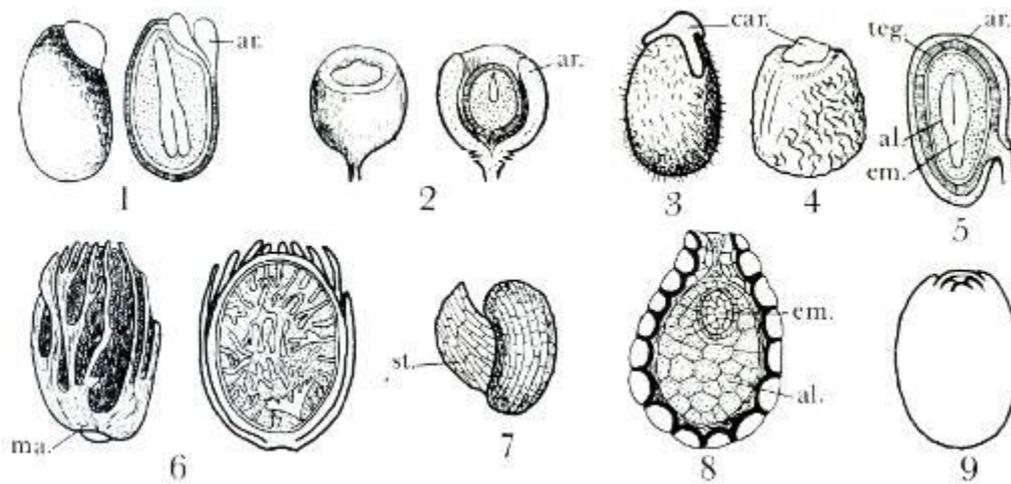


Figure I6 : Graines. 1. Graine de *Viola* (Violacées) avec un arille (ar). 2. Graine de *Taxus baccata* (Taxacées) avec arille (ar). 3-4. Graines à caroncule de *Polygala* (Polygalacées) et *Euphorbia lathyris* (Euphorbiacées), 5. Graine de *Euonymus europaeus* (Célastracées) avec arillode entourant complètement la graine (ar. arillode, em. embryon, al. albumen, tég. téguments). 6. Macis (=arillode) fibreuse entourant partiellement la graine de *Myristica fragrans* (Myristicacées). 7. Strophiole de *Chelidonium majus* (Papaveracées), 9. Embryon indifférencié de *Clusia* (Clusiacées).

Chapitre III

Classification des spermaphytes

Chapitre III : Classification des spermaphytes

La disposition de l'ovule par rapport à la feuille sporangifère, et certaines caractéristiques au moment de la fécondation permet de distinguer 3 sous-embranchements :

*Le sous-branchement des **préphanérogames** et le sous-branchement des **gymnospermes** chez lesquels le macrosporange est porté à la surface de la feuille sporangifère (ovules nus) mais qui se distinguent par :

- Des gamètes males souvent ciliés, une fécondation réalisée en milieu liquide, la présence de prégraines chez les préphanérogames.
- Des gamètes souvent non ciliés, une fécondation souvent de type siphonogame et une vraie graine chez les gymnospermes.

*Le sous-branchement des **angiospermes** chez lesquels le macrosporange est entouré par la feuille sporangifère (carpelle) qui forme autour de lui une cavité close.

- Plantes les plus récemment apparues sur terre, connaissent aujourd'hui leur apogée.
- Ce groupe compte en effet plus de 250.000 espèces vivantes, herbacées ou arborescentes et adaptées à pratiquement tous les biotopes de notre planète.
- Ce sont typiquement celles que nous appelons plantes à fleur.

I. Les préspermaphytes ou préphanérogames

- Ce groupe fait la transition entre les Ptéridophytes et les Spermaphytes, d'où le nom de Préspermaphytes (= Préphanérogames)
- Ils ne sont représentés que par des espèces reliques
- Ils sont apparus au dévonien (entre -395MA à -345MA), ont connus leur apogée au Carbonifère Permien (-345 a-225 MA) et leur déclin au Trias.

Certains auteurs les rangent parmi les Gymnospermes avec lesquels ils ont beaucoup de caractères communs dont :

- Le port en palmier : ce sont des arbres, parfois petits,
- Les formations secondaires (bois à trachéides avec ponctuations aréolées,
- L'ovule nu mais contenant le gamétophyte femelle ou prothalle femelle qui est l'endosperme.

Les Préspermaphytes présentent des différences importantes avec les gymnospermes dont ils se distinguent par les caractères suivants :

- La tige secrète une gomme alors que chez les Gymnospermes secrètent une résine (d'où leur nom de Résineux)
- Les ramifications sont généralement dichotomiques chez les Préphanérogames
- L'ovule de Préspermaphytes est beaucoup plus gros que celui des gymnospermes
- Les gamètes males sont ciliés et nageurs (anthérozoïdes) ;
- La fécondation chez les Préspermaphytes ne peut être réalisée qu'en milieu liquide ; ce liquide peut provenir de l'eau de l'extérieur ou alors par la liquéfaction de la partie supérieure de la nacelle de l'ovule.
- La fécondation et le développement de l'embryon ont lieu alors que l'ovule n'a plus de relation avec la plante mère ; pour cette raison on qualifie les Préphanérogames de plantes "ovipares".
- L'accumulation des réserves dans l'ovule se fait avant la fécondation
- Après la fécondation, il n'y a pas de phase de repos (vie ralentie)
- De ce fait on la qualifie la graine des préphanérogames de prégraine.

2. Les spermaphytes : (plantes à graines)

Les gymnospermes (plantes à ovule nu)

- Cycadophytes (ex. *Cycas revoluta*)
- Ginkgophytes (ex. *Ginkgo biloba*)
- Conifères = pinophytes (ex. *Pinus sp.*)
- Gnétophytes (ex. *Ephedra sp.*)

Les angiospermes (plantes à ovaire)

- Monocotylédones
- Eudicotylédones

2.I. Les gymnospermes (plantes à ovule nu)

Ils ne développent pas de formes herbacées, leur cycle de vie est donc lent car nécessitant beaucoup d'énergie et de matériaux. La phase végétative est très longue par rapport à la phase reproductive.

Au niveau de l'appareil végétatif, la croissance est désormais assurée par une zone méristématique, le cambium, produisant le xylème et le phloème. Le xylème des *Gymnospermes* est constitué par des trachéides (= éléments conducteurs à parois lignifiées, communiquant les uns avec les autres). Il s'agit de vaisseaux imparfaits, à fonction de conduction et de soutien.

♣ *Gymnospermes – Appareil reproducteur*

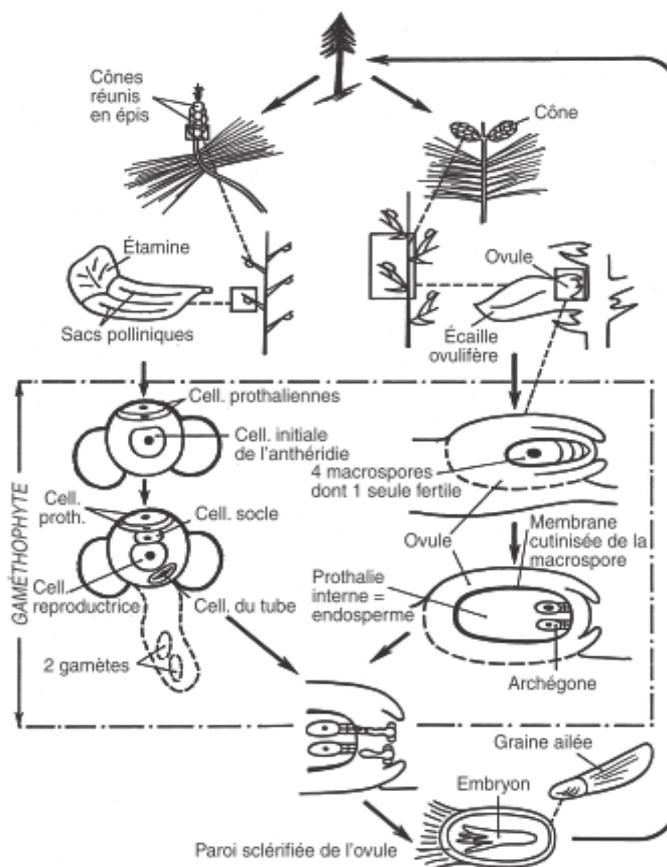
Chez les, Gymnospermes l'arbre est le sporophyte

L'arbre développe des microsporophylles et des macrosporophylles qui sont arrangés en cônes mâles et femelles

Description morphologique

Les feuilles sont en aiguille ou en écaille, disposées en spirale ou regroupées en faisceaux, sauf rares exceptions (feuilles simples, entières).

Des plantes monoïques ou dioïques.



Cycle de reproduction des pinophytes

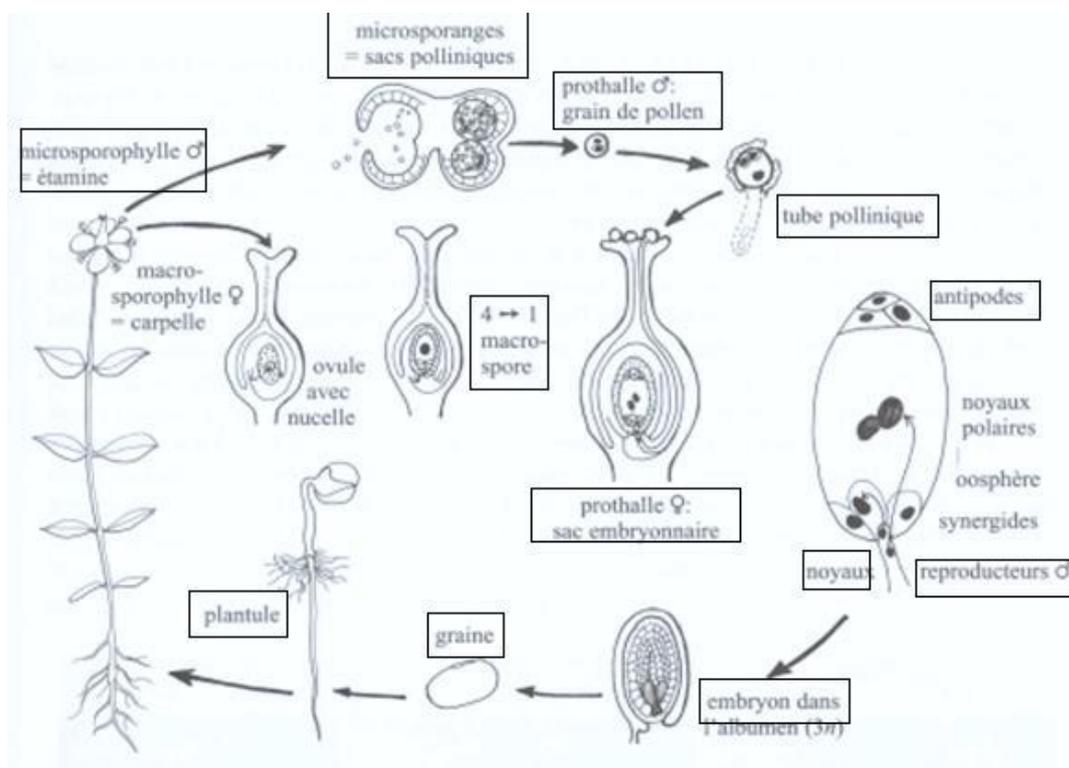
2.2. Les angiospermes (plantes à fleurs = à ovaire)

Chez les *Angiospermes*, les vaisseaux sont parfaits contrairement à ceux des *Gymnospermes*. Ils sont en effet uniquement consacrés à la conduction. Le xylème fait circuler l'eau et les sels minéraux et le phloème fait circuler les sucres de la sève élaborée. Ce système vasculaire spécialisé est mieux adapté à la régulation de la transpiration et de la photosynthèse que les trachéides des *Gymnospermes*.

♣ *Angiospermes – Appareil reproducteur*

Comme chez les *Gymnospermes*, la plante proprement dite est le sporophyte.

L'appareil reproducteur est la fleur, le plus souvent hermaphrodite dont les microsporophylles mâles sont les étamines et les macrosporophylles femelles sont les carpelles.



Cycle de reproduction des angiospermes

Les angiospermes sont divisées en deux grandes classes sont :

- Monocotylédones
- Eudicotylédones

2.2.1. Les Monocotylédones

Présentent à la fois des caractères archaïques et des caractères particuliers :

Caractères archaïques :

- Le grain de pollen à un seul pore de germination (mono-aperturés)
- Les tépales et la trimerie.
- La graine à albumen persistant.

Caractères particuliers :

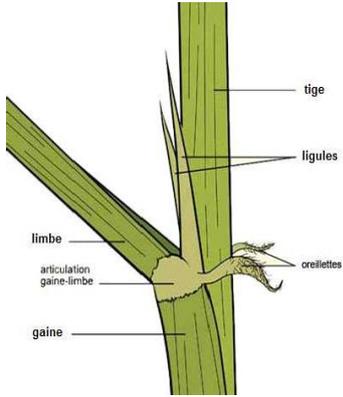
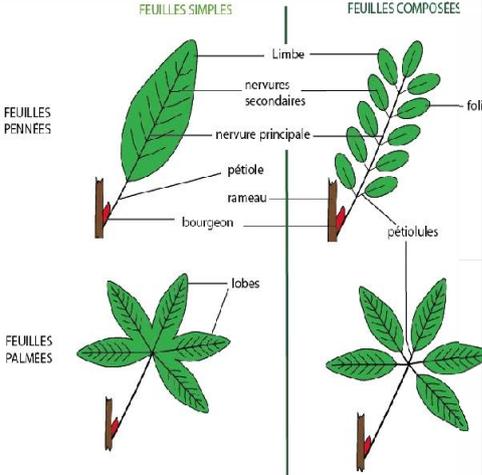
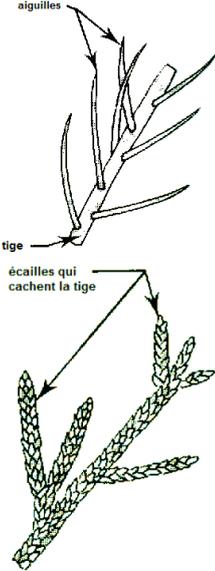
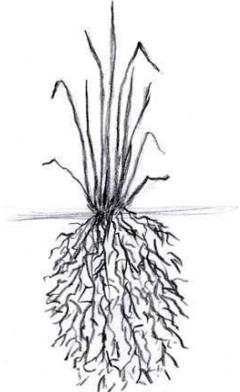
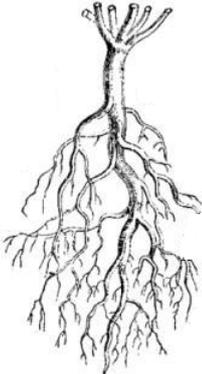
- Qu'un seul cotylédon.
- On ne rencontre que des feuilles toujours simples.
- Aucune formation secondaire.

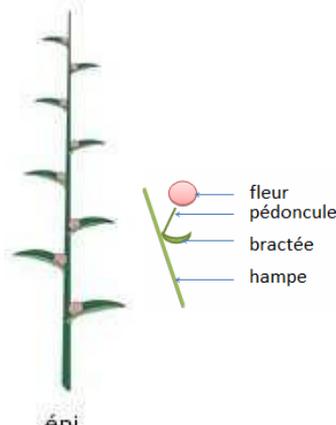
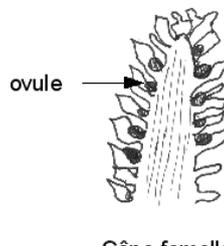
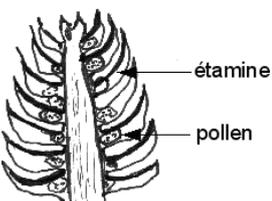
2.2.2. Les Eudicotylédones

- Les eudicots sont les plantes à fleurs pourvues de deux cotylédons et d'un pollen à 3 apertures (tri-aperturés)
- Extrêmement varié.

Tableau 2 : Résumé des caractères distinctifs de l'appareil végétatif et de la fleur des Spermaphytes

		<i>Angiospermes Monocotylédones</i>	<i>Angiospermes Dicotylédones</i>	<i>Gymnospermes</i>
Type biologique		- Herbacées vivaces (sauf bambous) - Le stipe (cas particulier)	- Herbacées - Ligneuses	- Ligneuses
Appareil végétatif	Feuilles	Tige	- Rarement ramifiée - Tige (chaume) cylindrique à nœuds marqués et pleins - Absence d'un véritable tronc - La tige conserve le même diamètre toute sa vie	- Dressée qui atteint parfois une très grande hauteur et qui s'épaissit chaque année
		Pétiole	- Absent dans de nombreux cas - Présence d'une gaine très développée enveloppant la tige et parfois d'une ligule à la jonction de la gaine et du limbe	- Présent - Stipules généralement bien développées à la base du pétiole
		Limbe	- Presque toujours entier (simple) et allongé	- Simple ou composé (grande diversité)
		Nervation	- Le plus souvent parallèle	- En réseau (ramifiée), le plus souvent pennée ou parfois palmée
				Euphylls (vraies feuilles) : feuilles réduites en écailles, dures et non chlorophylliennes à durée de vie très courte. Pseudophylls (fausses feuilles) : feuilles longues très fines (en aiguilles), chlorophylliennes, disposées par 2 ou 3 à l'extrémité des rameaux.

		<p>Illustration</p>			
		<p>Racine</p>	<p>Système racinaire fasciculé</p> 	<p>Système racinaire pivotant</p> 	<p>Système racinaire mixte (Leurs racines atteignent une grande longueur et prennent également des formations secondaires annuelles)</p> 

Appareil reproducteur	Fleur	<p>Fondamentalement trimères (pièces florales organisées en multiples de trois : 3 sépales, 3 pétales, 2 × 3 étamines, 3 carpelles)</p> <p>Inflorescences en épis (fleurs sessiles directement insérées sur l'axe de l'inflorescence)</p>  <p>épi</p>	<p>- Fleurs Tétramères ou Pentamères (pièces florales organisées en multiples de quatre ou de cinq)</p> <p>Inflorescences en grappes ou dérivées de grappes</p>  <p>grappe</p>	<p>- Cônes généralement monoïques, quelques fois dioïques</p>  <p>ovule</p> <p>Cône femelle</p>  <p>étamine</p> <p>pollen</p> <p>Cône mâle</p>
-----------------------	-------	--	--	--

3. Classifications phylogénétiques moléculaires

Les classifications phylogénétiques moléculaires sont basées sur la phylogénie des taxons et la comparaison des séquences d'ADN. L'équipe de Mark Chase propose en 1989 une nouvelle classification Cladistique des Angiospermes basée sur l'amplification et le séquençage du gène (rbcL) de la Rubisco et les apertures du pollen. Ils ne retiennent que les groupes monophylétiques soit 462 familles.

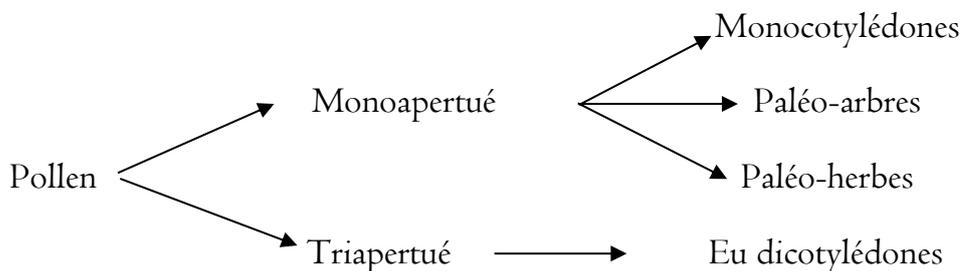


Figure 17: Division des Angiospermes sur la base des pollens.

D'après APG, les Angiospermes sont divisées en trois grands clades : les paleodicots qui sont polyphylétiques et qui regroupent des lignées primitives, les monocots et les eudicots,

les plus anciens sont des Dicots, mais présentent un caractère commun avec les Monocots (pollen monoaperturé).

Il s'agit des :

- Ceratophyllales (Ceratophyllum qui vit immergé).
- Laurales (ordre des Lauriers).
- Magnoliales.
- Piperales.

Résumé des classifications APG :

- En 1998 un groupe de 26 systématiciens a proposé une classification des Angiospermes (12 650 genres) en 462 familles en utilisant trois gènes (ARNr, rbcL, atpB).
- En 2003 ce même groupe publie une révision de la première classification APGII. Le résumé de cette classification est donné dans la figure suivante.

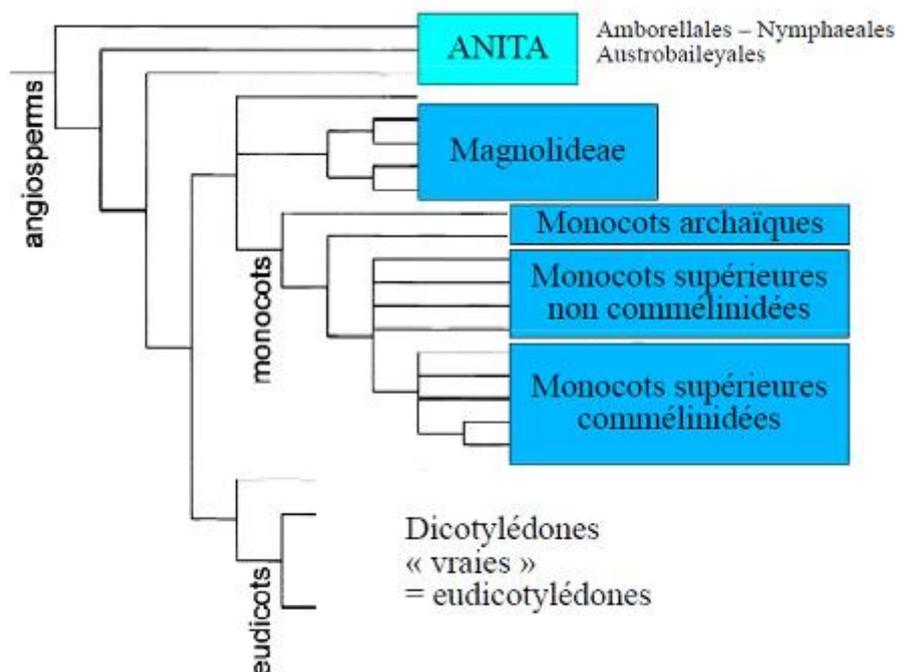


Figure 18 : Résumé de l'APG II (2003)

Le groupe ANITA représente les dicotylédones basales (ou archaïques) ANITA : Amborella , Nymphaea, Illicium, Trimenia et Austrobaileya.

- En 2009 dernière classification du groupe APG III (An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III, Botanical Journal of the Linnean Society 161, 105–121, 2009).

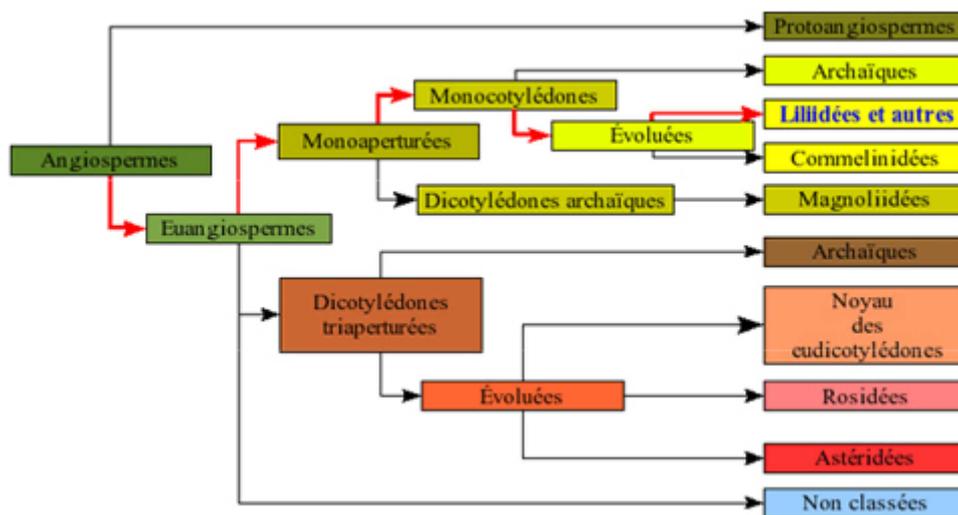


Figure 19: Résumé de l'APG III (2009)

- En 2016 APG IV reconnaît 63 ordres et 416 familles avec quatre nouveaux ordres (Boraginales, Dilleniales, Icacinales, Metteniusiales et Vahliales) et deux nouveaux clades sont apparus, les Superrosidées dans le clade des Rosidées et les Superasteridées dans le clade des Asteridées.

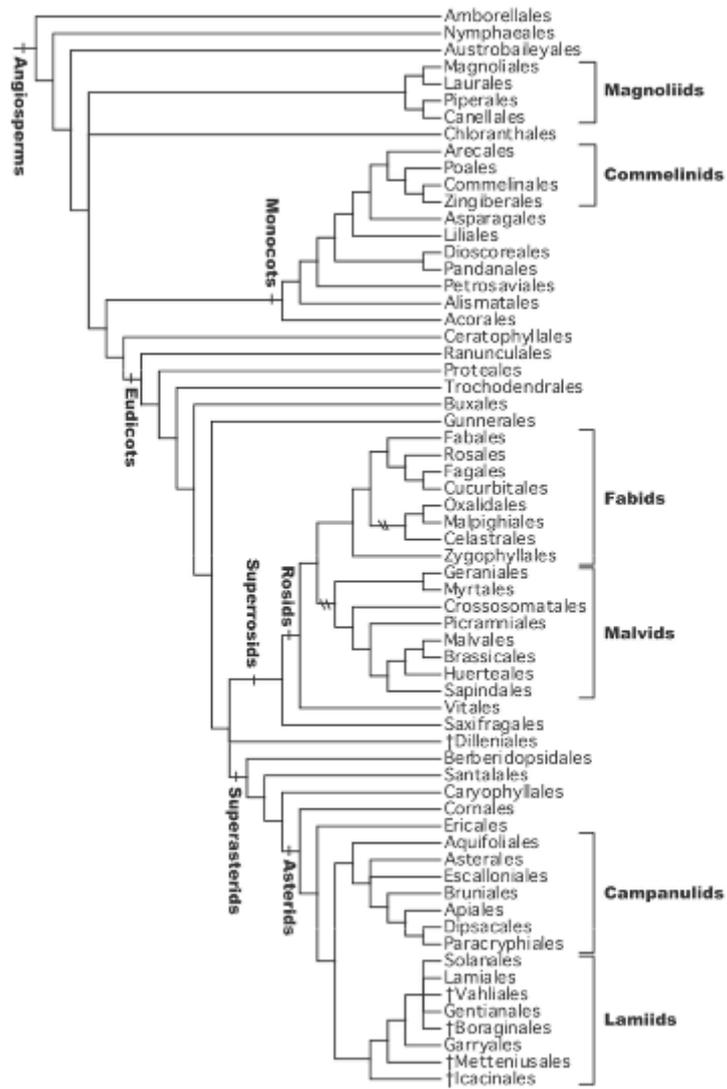


Figure 20: Cladogramme de l'APG IV (2016).

Fiche TD/TP I

Les cycadophytes

Fiche I : Les Cycadophytes

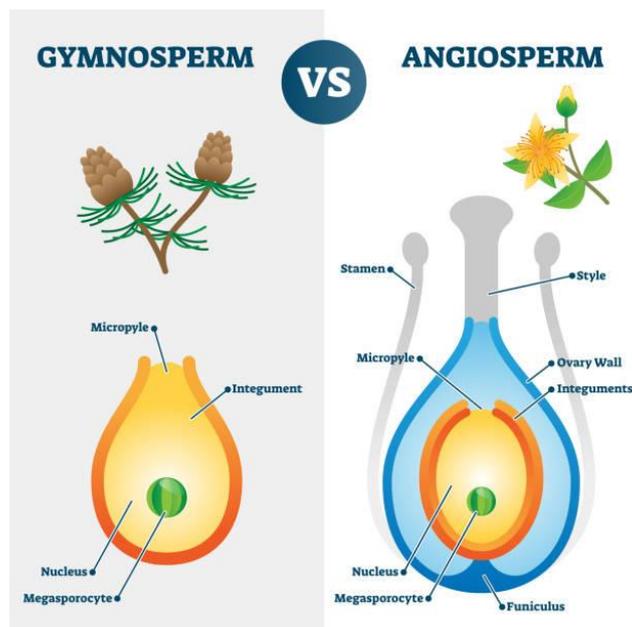
Le mot « *Gymnosperme* » a été employé pour la première fois par *Théophraste* mais il a fallu attendre *Adolphe Brongniard* (1829) pour voir apparaître le terme **Phanérogame Gymnosperme** dans son signification actuelle.

Les gymnospermes (littéralement graines nues), sont des plantes dont les **ovules libres** (non enclos dans un ovaire à la différence des angiospermes) sont fécondés directement par le pollen.

Les gymnospermes sont des arbres ou des arbustes généralement à feuillage toujours vert, bien représentés par les **Conifères** dont on connaît la valeur économique et ornementale.

La fécondation est indépendante du milieu extérieur et dont les éléments reproducteurs (gamétophytes) sont les **grains de pollen** chez les mâles et les **ovules** (qui sont nus portés par une écaille plane dite ovulifère ou séminale) chez les femelles. Les grains de pollen tombent directement sur le micropyle et germent au sommet du nucelle. Le cycle de vie des *Gymnospermes* est lent car nécessitant beaucoup d'énergie et de matériaux. La phase végétative est très longue par rapport à la phase reproductive.

Au niveau de l'appareil végétatif, la croissance est désormais assurée par une zone méristématique, le cambium, produisant le xylème et le phloème. Le xylème des *Gymnospermes* est constitué par des *trachéides* (= éléments conducteurs à parois lignifiées, communiquant les uns avec les autres). Il s'agit de vaisseaux imparfaits, à fonction de conduction et de soutien.



C'est un groupe peu compétitif qui comportait plus de 20.000 espèces, alors qu'il n'en reste que 700 aujourd'hui, regroupées dans deux phylums.

- *Les cycadales* (*Cycas*, *Zamia*) : apparues au trias, connues depuis l'ère primaire peuvent être considérées comme de véritables fossiles vivants.

- *Les conifères* : sont les principaux représentants des gymnospermes dans notre flore actuelle.

Systématique et classification des gymnospermes

Généralement On a un type de classification avec **quatre (04)** subdivisions : les *Cycophyta*, les *Ginkgophyta*, les *Coniférophyta*, les *Gnétophyta*.

• *Les caractères des différents groupes des Gymnospermes*

Ginkgophytes	<ul style="list-style-type: none"> - Arbre cultivé - Présence de trachéïdes uniquement - Feuilles en éventail - Graine à enveloppe charnue 	<ul style="list-style-type: none"> - Plante dioïque - Tube pollinique ne transportant pas les gamètes - Gamètes mâles ciliés
Cycadophytes	<ul style="list-style-type: none"> - Tige non ramifiée - Port de fougère arborescente ou de palmier - Feuilles de type palmier - Présence de trachéïdes uniquement 	<ul style="list-style-type: none"> - Plante dioïque - Tube pollinique ne transportant pas les gamètes - Gamètes mâles ciliés
Coniférophytes	<ul style="list-style-type: none"> - Arbre - Présence de trachéïdes uniquement - Feuilles surtout en aiguilles ou en écailles 	<ul style="list-style-type: none"> - Plante monoïque - Tube pollinique transporteur des gamètes - Gamètes mâles non flagellés
Gnétophytes	<ul style="list-style-type: none"> - Sous-arbuste, liane herbacée ou arbre - Présence de trachéïdes et de vaisseaux - Feuilles de différents types : en écailles, rubanées, à limbe coriace - Graine charnue 	<ul style="list-style-type: none"> - Souvent dioïque - Tube pollinique transporteur des gamètes - Gamètes mâles non flagellés - Double fécondation

1- Les cycadophytes

Plantes terrestres

Cormophytes

Spermatophytes

Gymnospermes

03 Familles (Zamiaceae, Cycadaceae et Stangeriaceae) et 11 Genres



Dioon sp. (Zamiaceae)

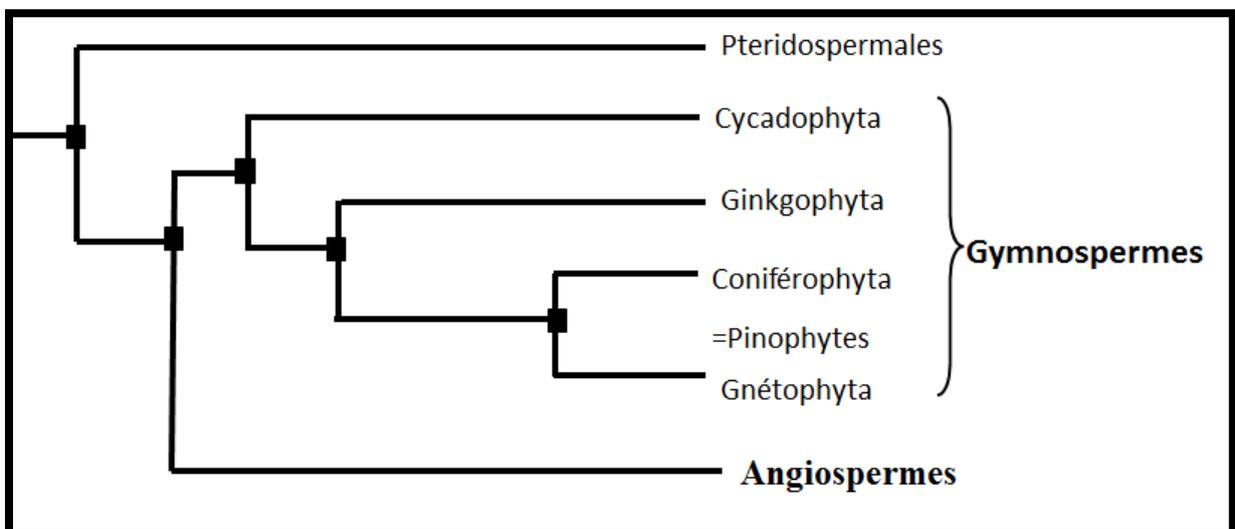


Ginkgo biloba (Ginkgoaceae)



Cycas revoluta (Cycadaceae)

Position systématique



Etude d'une espèce de Cycadophytes (*Cycas revoluta*)

Classe : *Cycadopsida*

Ordre : *Cycadales*

Famille : *Cycadaceae*

Genre : *Cycas*

Espèce : *C. revoluta*



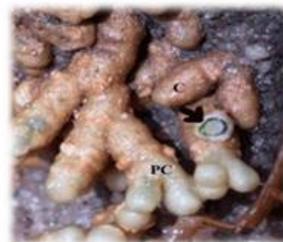
A. Caractères morphologiques



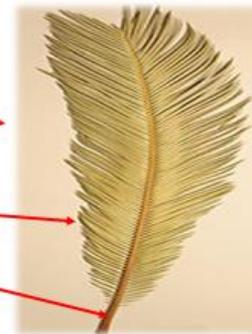
Cycas revoluta

Feuilles végétatives

Stipe



Racine coralloïdes

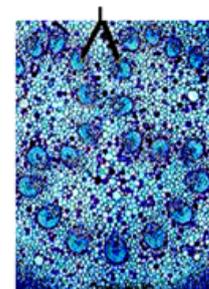
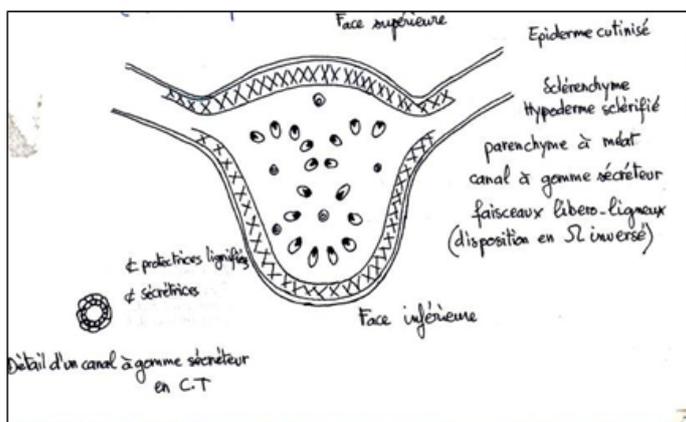


Folioles

Rachis

Fronde

B. Anatomie des Cycadophytes



Disposition en **oméga inversé** des faisceaux libéro-ligneux dans le rachis de *C. revoluta*.

C. Reproduction

Cycas revoluta est une espèce **dioïque**



Cône mâle



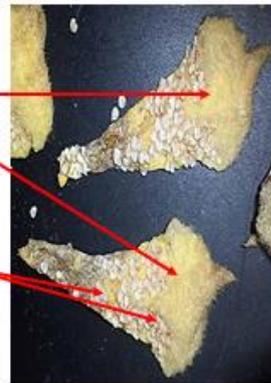
Cône femelle



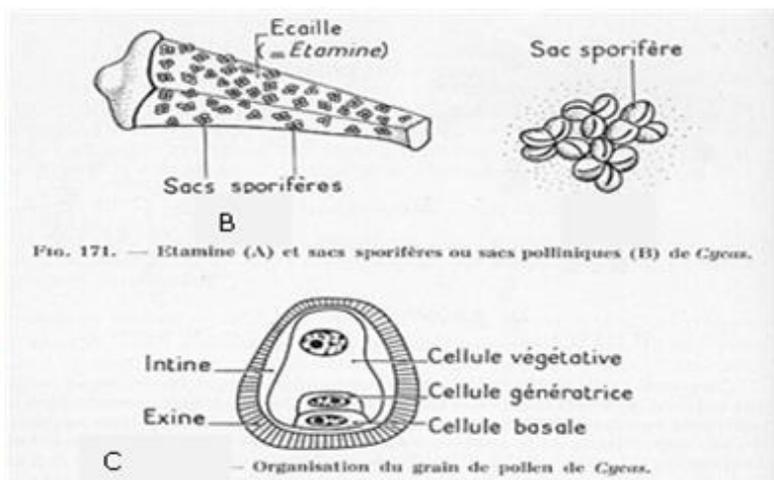
Cône mâle

Écailles

Sac polliniques



Écailles mâles
(Écailles staminales)



A. Cône mâle ; B. Structure d'une écaille male ; C. grain de pollen

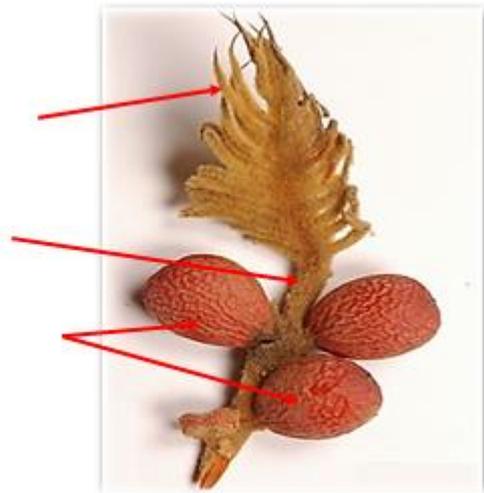


Cône femelle

Folioles

Rachis

Ovules nus



**Écailles ovulifères
(Feuilles fertiles)**



A. Cône femelle jeune; B. Cône femelle mure portant des ovules; C. Ecaille ovulifère.

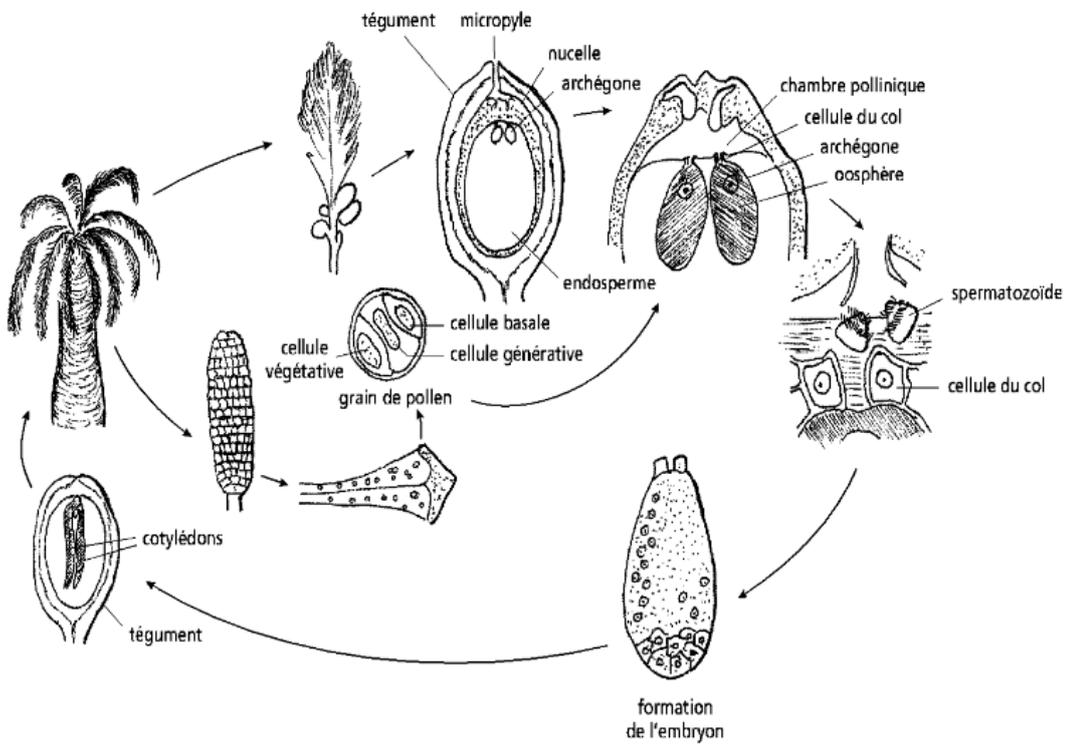


Ovule de *Cycas revoluta*



Cycas revoluta

Pied femelle



Les différentes étapes de reproduction chez *Cycas revoluta*

Fiche TD/TP 2

Les coniférophytes

Fiche 2 : Les Coniférophytes

I. Appareil végétatif

- Espèces ligneuses, arbres ou arbustes. Aucune espèce n'est herbacée.
- Les feuilles sont généralement persistante sauf pour le mélèze *Larix decidua* ou le cyprès chauve *Taxodium distichum*.
- Les feuilles sont **aciculaires** (En aiguilles) ou **squamiformes** (En écailles).



Squamiformes



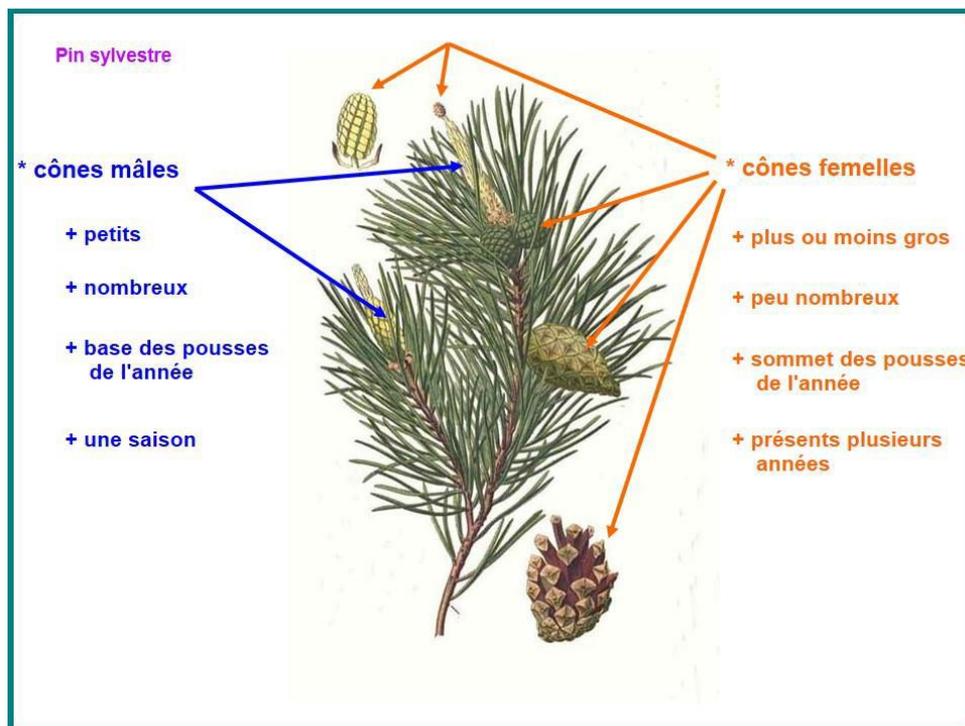
Aciculaires

- Existence d'un appareil sécréteur à résine d'où le nom résineux.
- Ils sont présents dans les zones tempérées de l'hémisphère du nord et dans l'hémisphère du sud.
- Feuilles s'adaptent en milieu déficitaire en eau, au froid et des hautes altitudes (stomates enfoncées et cuticule épaisse).
- Feuilles qu'une nervure médiane, jamais en réseau.
- Cambium bifacial : donnant du liber et du bois.
- Cambium périphérique assure la formation du suber protégeant les tissus intérieurs de la perte d'eau.
- Le bois est dit homoxylé car formé d'un seul type d'élément (trachéides) avec ponctuation aréolées.

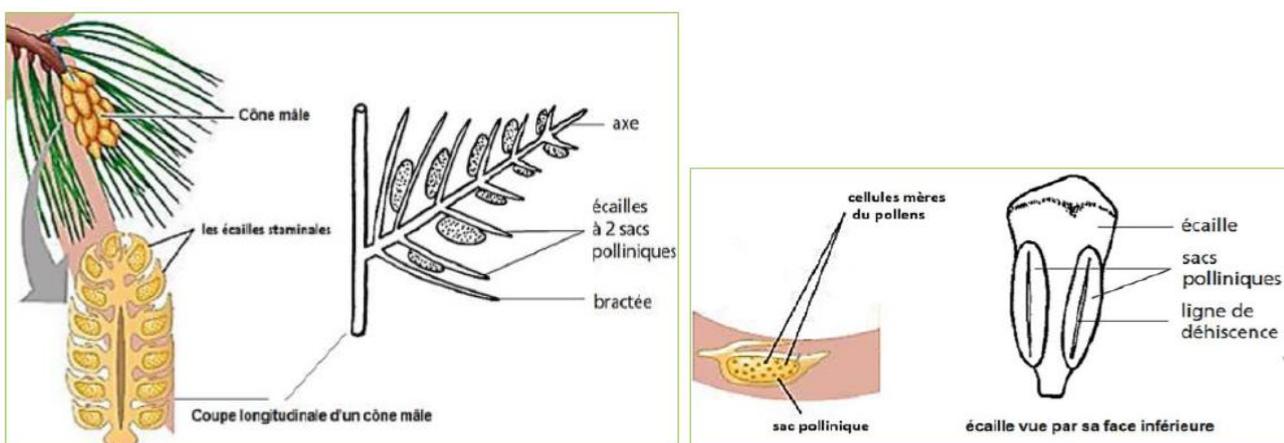
2. Appareil reproducteur

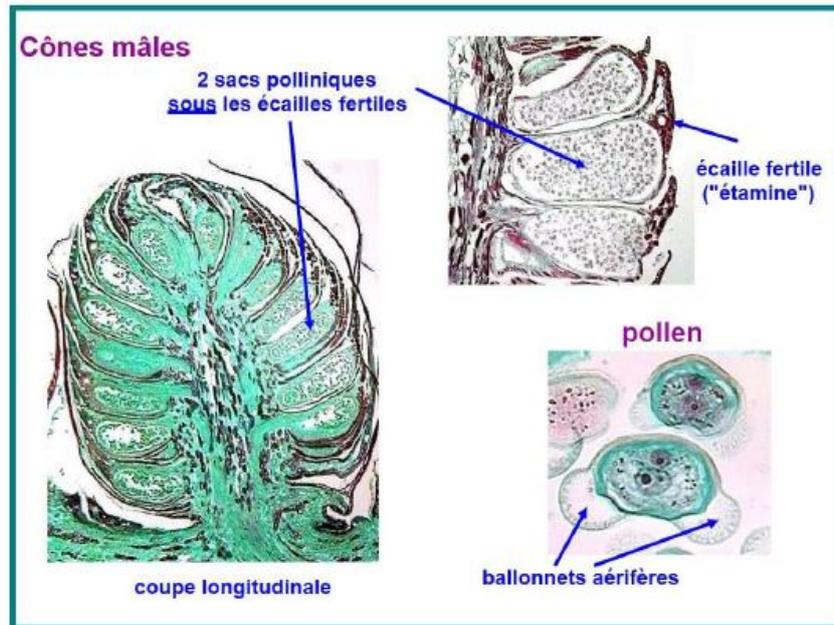
- Les organes sexuels sont groupés en des **cônes** unisexués (d'où le nom de conifères, soit males, soit femelles mais portés généralement par un même pied (Espèces monoïques).
- Caractérisés par une fécondation siphonogame : Le grain de pollen émet des gamètes mâles non ciliés qui sont conduits aux archégones à travers un tube pollinique.

- Ce n'est pas un vrai fruit.
- La graine renferme un embryon unique et un tissu de réserve constitué par l'endosperme. Il n'y a pas de formation d'albumen parce qu'il y a une simple fécondation.
- Les organes reproducteurs sont sous forme de cône. Les deux sexes sont localisés sur des cônes différents.

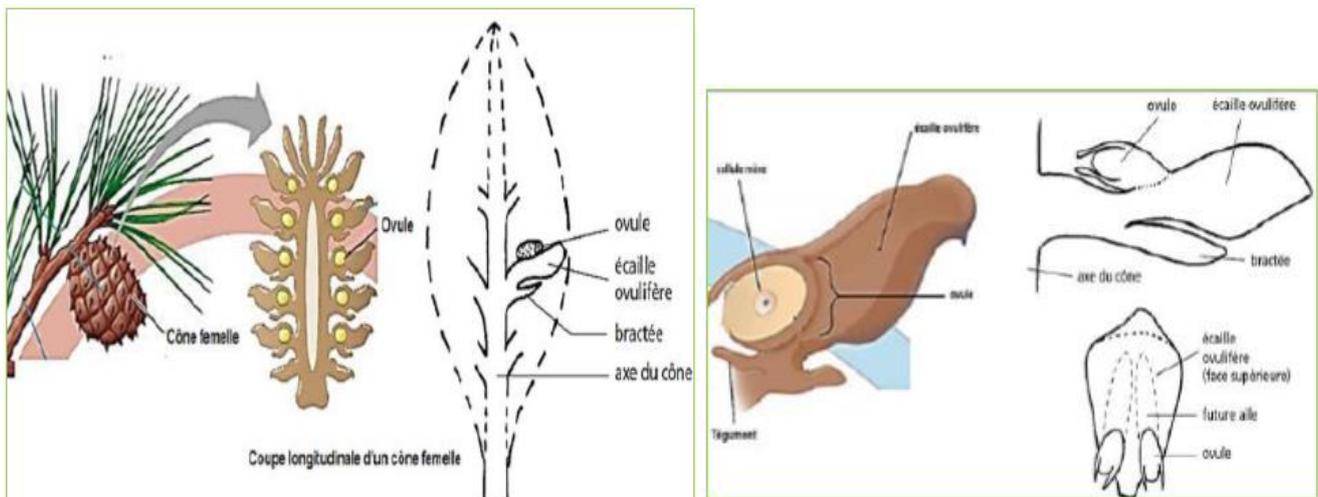


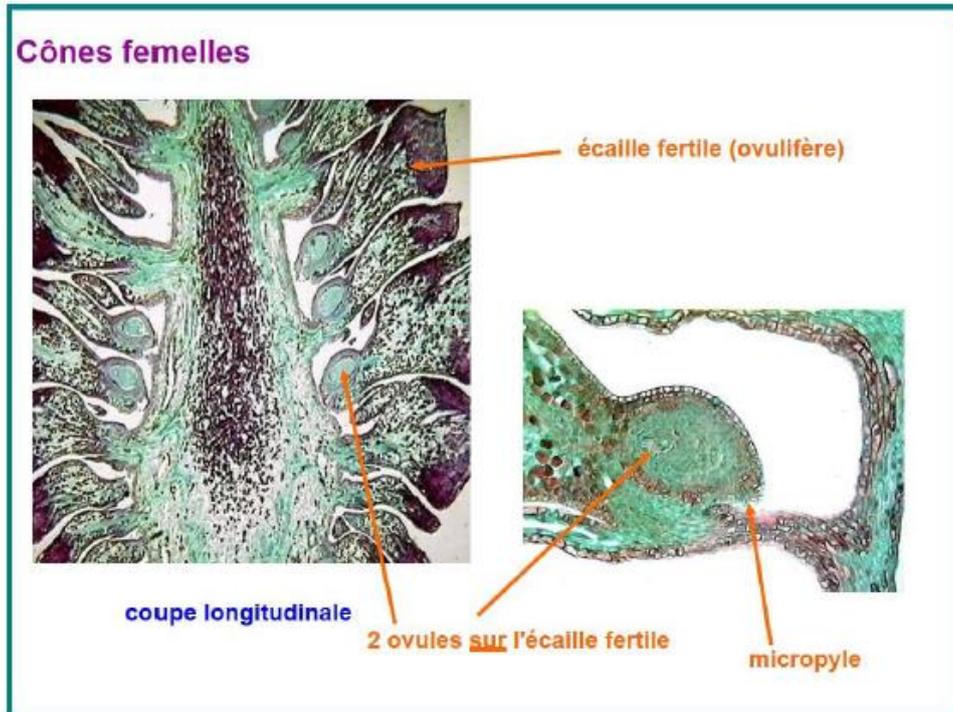
- Les **cônes mâles** sont en général nombreux, de petite taille (5 cm de diamètre), parfois globuleux ou le plus souvent allongé. Ils peuvent atteindre une vingtaine de centimètres et sont situés à la base des jeunes rameaux sur l'arbre qu'une saison. Ils sont formés d'un nombre variable d'écaïlles pourtant de 2 à 8 sac pollinique à leur face inférieure. On assimile souvent ses écaïlles staminales à des étamines.



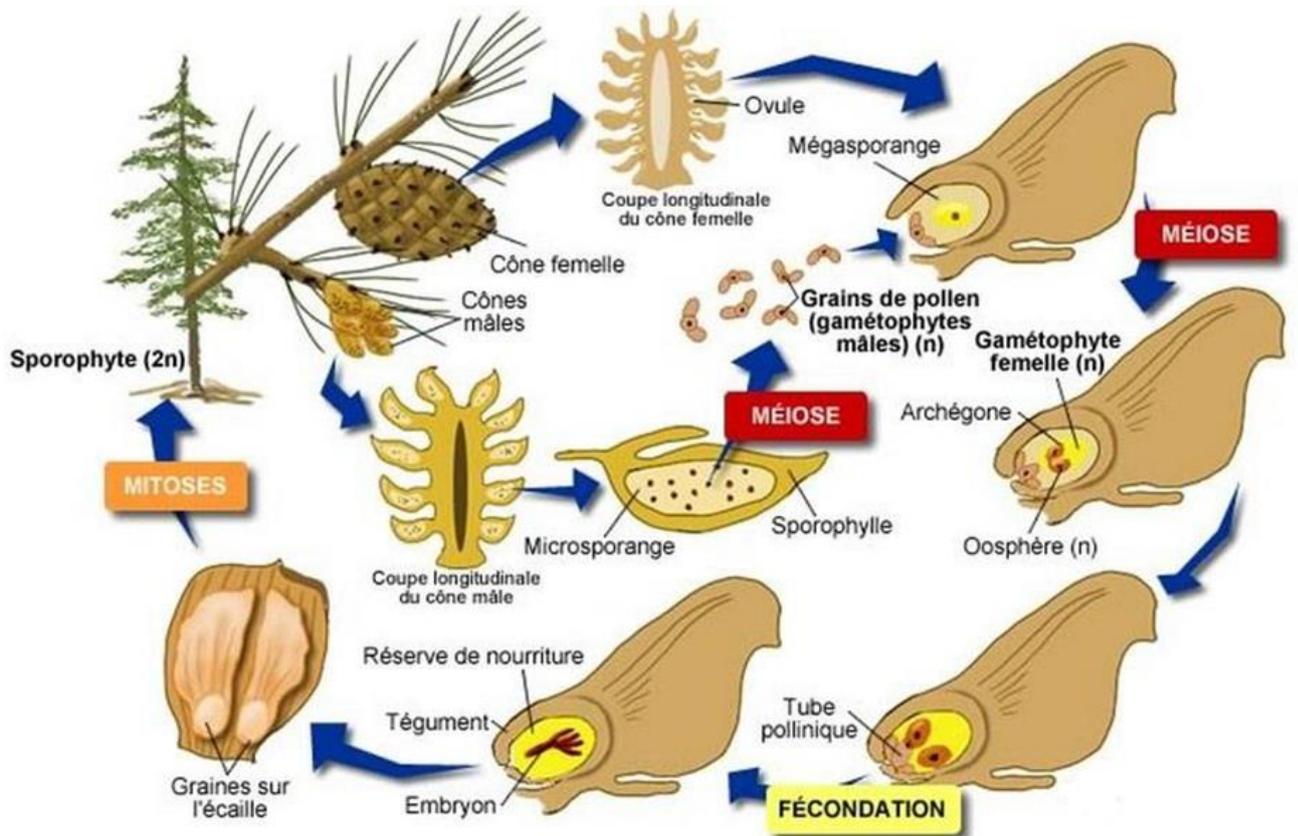


- Les *cônes femelles* sont peu nombreux, plus au moins ovoïde allongé, souvent assez volumineux, mesurent entre 10 et 20 cm. Ils sont situés au bout des rameaux et peuvent demeurer plusieurs années sur l'arbre. Ils sont également formés d'un nombre très variable d'écailles ovulifères portant à leur face supérieure, le plus souvent deux ovules, parfois un seul, quelquefois plus de 2. Le micropyle des ovules est situé du côté de l'axe du cône.





3. Reproduction



4. Systématique

4.1. Ordre des *Bennettitales* : Ordre disparu.

4.2. Ordre des *Pinales* (45 genres et 500 espèces)

La famille la plus importante est la famille des *Pinaceae* (9 genres et 210 espèces)

Les genres les plus répondeu sont : *Pinus*, *Cedrus*, *Abies*, *Larix*.





Cedrus atlantica



Sapin de Numidie (*Abies numidica*)



Larix decidua

4.3. Ordre des *Araucariales*

Une seule famille appartient à cet ordre : *Araucariaceae*

Genre *Araucaria* (16 espèces) et Genre *Agathis* (20 espèces)



Araucaria excelsa



Araucaria bidwillii



Agathis robusta



Cônes femelles d'*Agathis damara*

4.4. Ordre des Cupressales

Comprend deux familles (*Cupressaceae* (*Cupressus*, *Juniperus*, *Thuja*, *Tetraclinis* et *Biota*) et *Taxodiaceae* (*Sequoia*, *Taxodium*).

	 <p>Cônes femelles de <i>Cupressus sempervirens</i></p>	
<p><i>Cupressus sempervirens</i></p> <p>Cyprés vert (<i>Cupressus sempervirens</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Le Cyprés du Tassili (<i>C. dupreziana</i>) : Il est endémique de la région du Tassili. 	

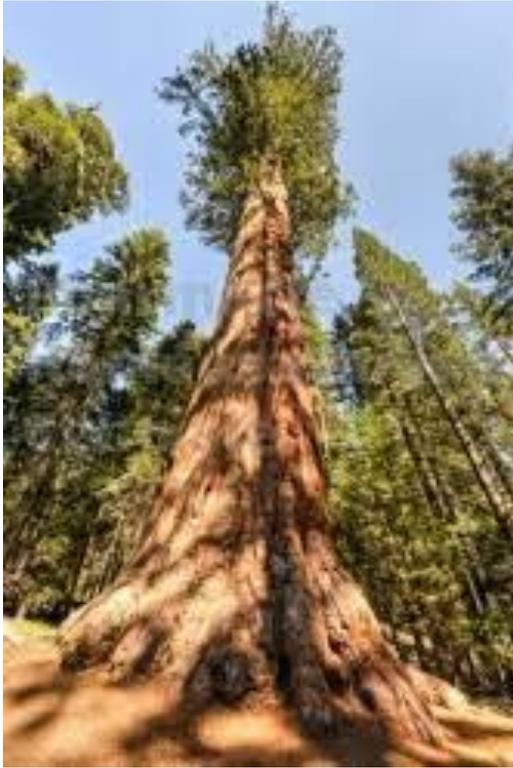
 <p><i>Juniperus phoenicea</i></p>	 <p><i>Juniperus oxycedrus</i></p>	
	<ul style="list-style-type: none">• Le Genévrier thurifère (Ou G. de la sagesse) (<i>J. thurifera</i>) : Se trouve dans les pelouses sèches des hautes montagnes des Aurès.  <p><i>Juniperus thurifera</i></p>  <p>Cônes femelles de <i>Juniperus thurifera</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Le Genévrier de Virginie (<i>J. virginiana</i>) : Cèdre rouge. Le bois est utilisé dans la fabrication des crayons noirs.	



Tetraclinis articulata

- ✓ Genre *Biota*
- *Biota orientalis*





Sequoia gigantea



Taxodium mucronatum

4.5. Ordre des *Taxales*

A une seule famille : *Taxaceae* (4 genres et 13 espèces).



Taxus baccata



Arilles de *Taxus baccata*

Etude d'une Coniférophytes (*Pinus halepensis*)

Pinus halepensis est une espèce **monoïque**



Écailles femelles
Écailles ovulifères

Cône mâle

Châton



Cône femelle

Cône mâle

Fleur mâle

Bractée

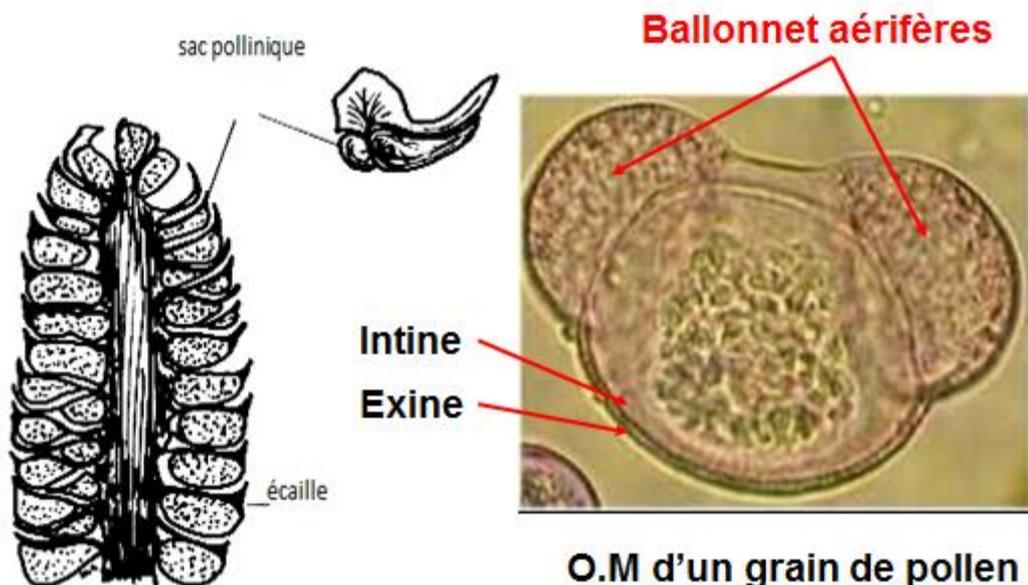


Écailles mâles = écailles staminales

Châton = inflorescence

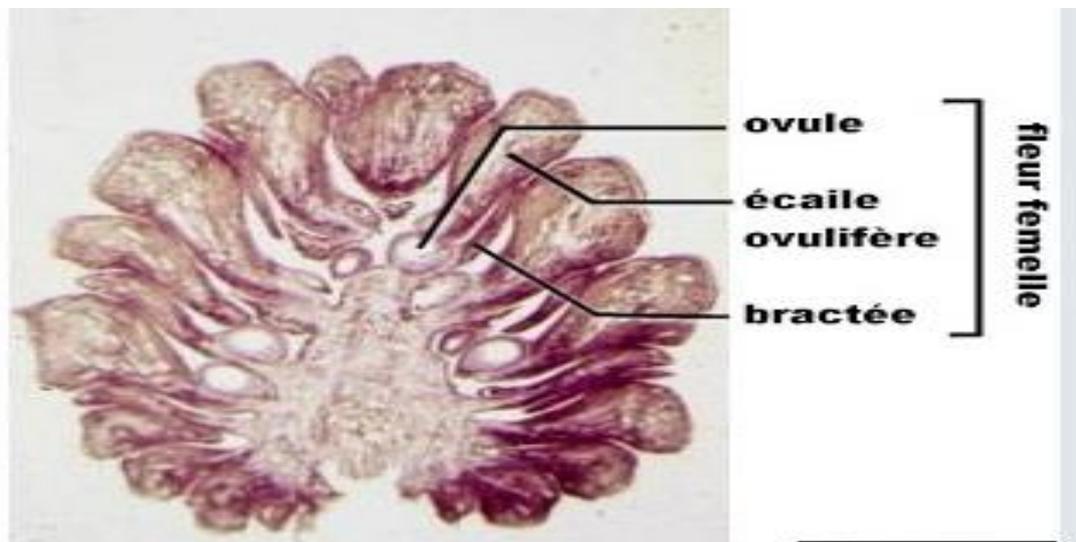


Coupe longitudinale d'un cône mâle



coupe longitudinale dans le cône mâle de *Pinus halepensis*

Coupe longitudinale d'un cône femelle



Écaille femelle = fleur femelle

Cône femelle = inflorescence

Fiche TD/TP 3

Les monocotylédones

Fiche 3 : Les monocotylédones

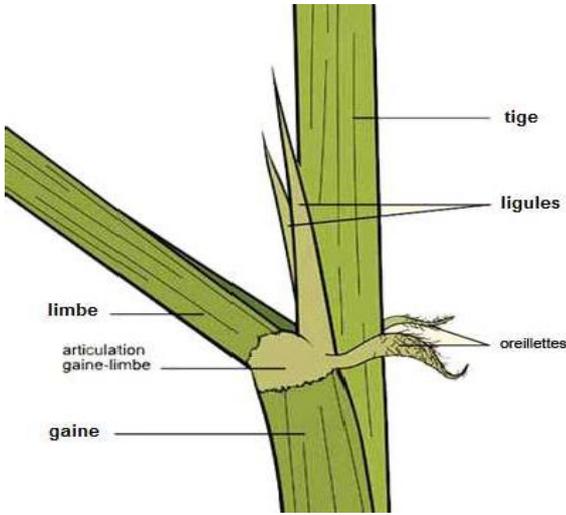
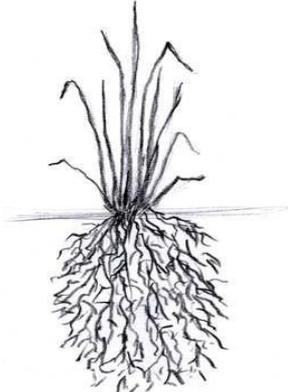
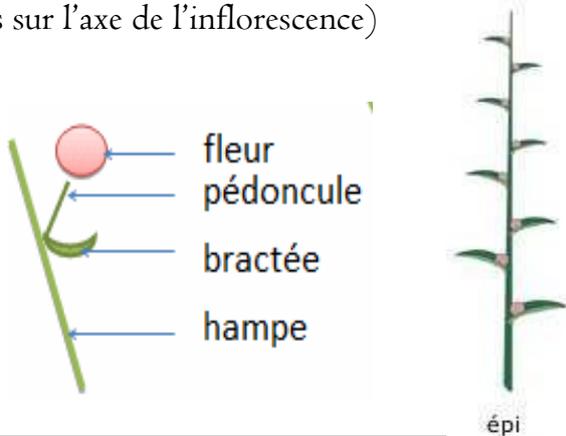
Les *Monocotylédones* sont principalement caractérisées par la présence d'un seul cotylédon* dans l'embryon de leurs graines, leurs plantules ne possèdent qu'un seul cotylédon.

Le *cotylédon* est un organe de l'embryon de la plante, contenu dans la graine et qui constituera la première feuille de la plantule. Il ressemble à une feuille mais n'en est pas une au sens embryologique du terme (elle ne provient pas d'un bourgeon). C'est une structure de réserve qui permet également la photosynthèse dans les premiers jours de la plante et finira par disparaître lorsque les feuilles auront pris le relais.

D'une manière très générale, les monocotylédones sont essentiellement herbacées, avec moins de 10 % des espèces sont plus ou moins ligneuse.

- La racine des monocotylédones n'est jamais persistante ; souvent fasciculé.
- La tige ne forme jamais de bois secondaire, et absence d'un véritable tronc,
- Les feuilles sont parfois pennées, jamais composées (pas de folioles)
- Les fleurs possédant *trois sépales et trois pétales, trois carpelles et trois ou plus souvent trois étamines.*
- Les grains de pollen possédant généralement une zone de faiblesse permettant le passage du tube pollinique.

		<i>Angiospermes Monocotylédones</i>
Type biologique		<ul style="list-style-type: none"> • Herbacées vivaces (sauf bambous) • Le stipe (cas particulier)
Appareil végétatif	Tige	<ul style="list-style-type: none"> • Rarement ramifiée • Tige (chaume) cylindrique à nœuds marqués et pleins • Absence d'un véritable tronc • La tige conserve le même diamètre toute sa vie (pas de formations secondaires)
	Feuilles Pétiole	<ul style="list-style-type: none"> • Absent dans de nombreux cas • Présence d'une gaine très développée enveloppant la tige et parfois d'une ligule à la jonction de la gaine et du limbe

	<i>Limbe</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Presque toujours entier (simple) et allongé
	<i>Nervation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Le plus souvent parallèle
	<i>Illustration</i>	 <p>Labels in diagram: tige, ligules, oreillettes, articulation, gaine, limbe.</p>
	<i>Racine</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Système racinaire fasciculé 
Appareil reproducteur	<i>Fleur</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fondamentalement trimères (pièces florales organisées en multiples de trois : 3 sépales, 3 pétales, 2 × 3 étamines, 3 carpelles) • inflorescences en épis (fleurs sessiles directement insérées sur l'axe de l'inflorescence)  <p>Labels in diagram: fleur, pédoncule, bractée, hampe, épi.</p>

Quelques familles des monocotylédones

Liliacées

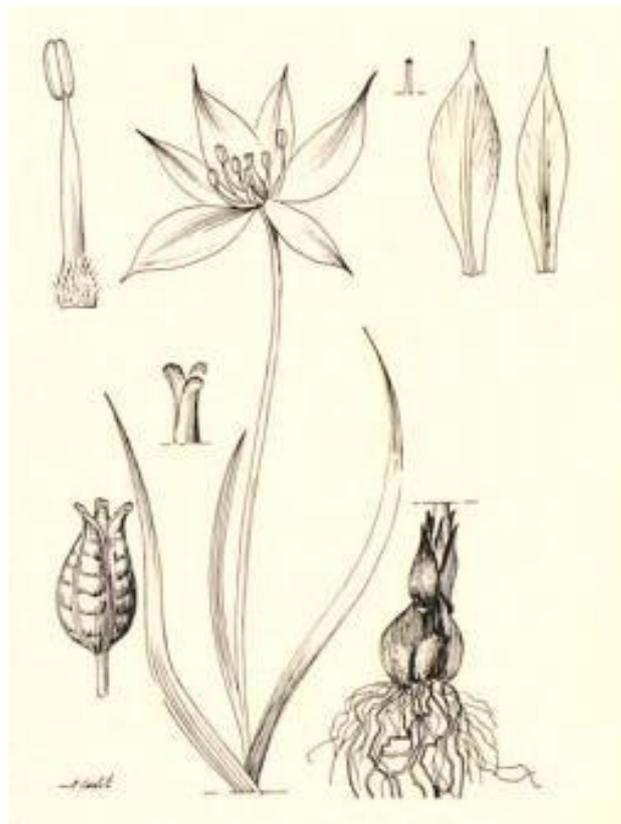
Feuilles : alternes, opposées ou toutes radicales, simples, entières aux limbes allongés à nervure parallèles.

Fleurs : régulières à 6 divisions pétaloïdes (6 tépales = 3 sépales+ 3 pétales), 6 étamines, fleurs solitaires disposées en grappe, en panicules, en ombelle...

Fruits : capsule (3C).

Ex : Tulipe (*Tulipa sylvestris* L.), Oignon (*Allium cepa* L.),

Ail (*Allium sativum* L.)



Tulipa sylvestris L.



Ornithogalum umbellatum L.

Poacées

Feuilles : Distiques à nervure parallèles.

Tige : creuse et cylindrique séparé par des nœuds, par des diaphragmes, porte le nom de chaume.

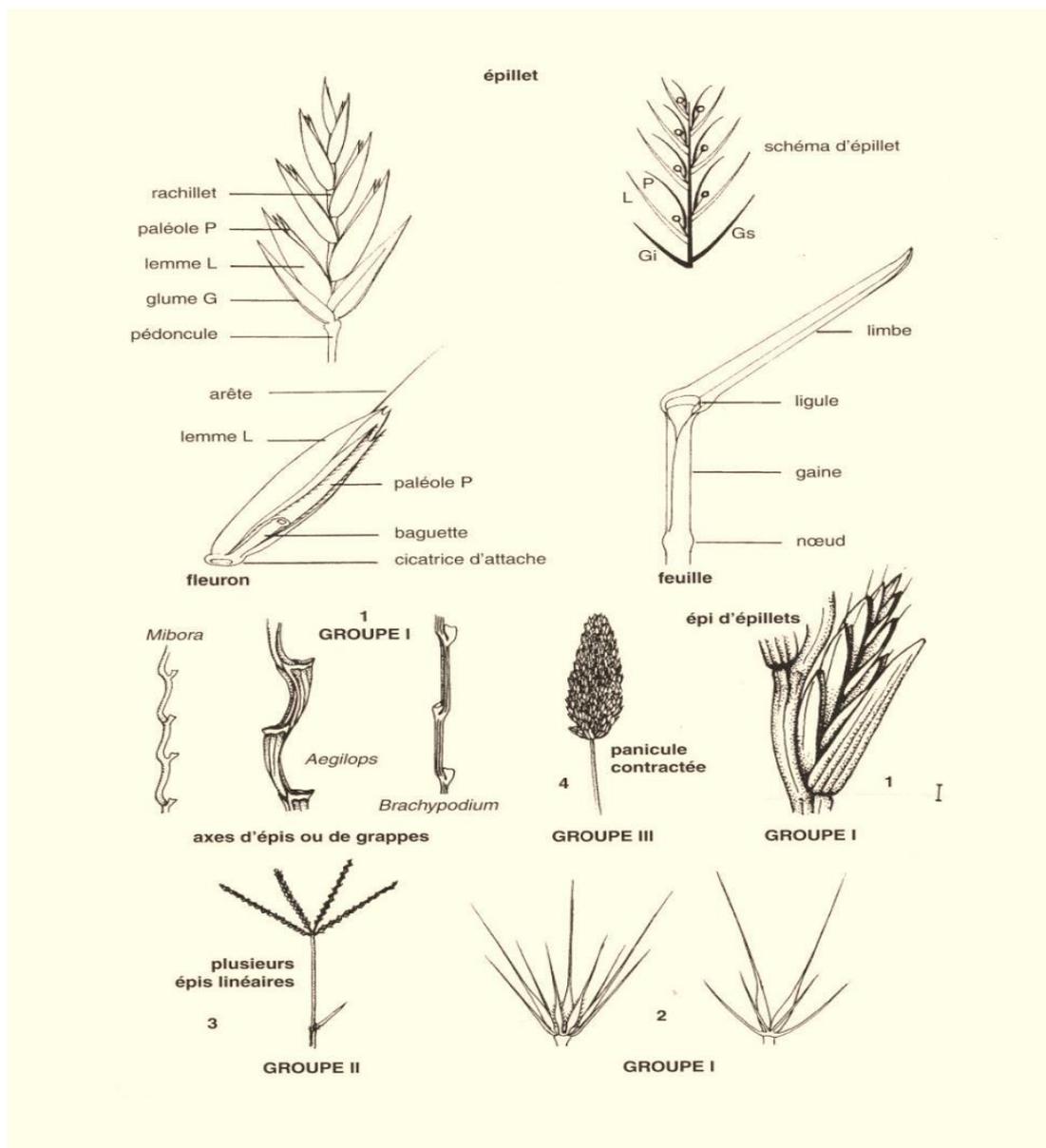
Inflorescence : L'inflorescence élémentaire des poacées est l'épillet :
soit groupé en épi.

soit ramifié (grappe, cyme ...)

Fleur : Toujours de dimension très réduite, et entourée de deux bractées (ou feuilles modifiées) (3+3) T+ (3+3) E+ 3 C.

Fruits : caryopse (akène dont l'enveloppe est intimement soudée au tégument de la graine).

Exemple : Blé, Orge, Alfa....





Stipa tenacissima



Avena sterilis

Etude d'une espèce monocotylédone (*Asphodelus microcarpus*)





Plante vivace
Rhizome porteur de
nombreuses racines
fasciculées tubéreuses



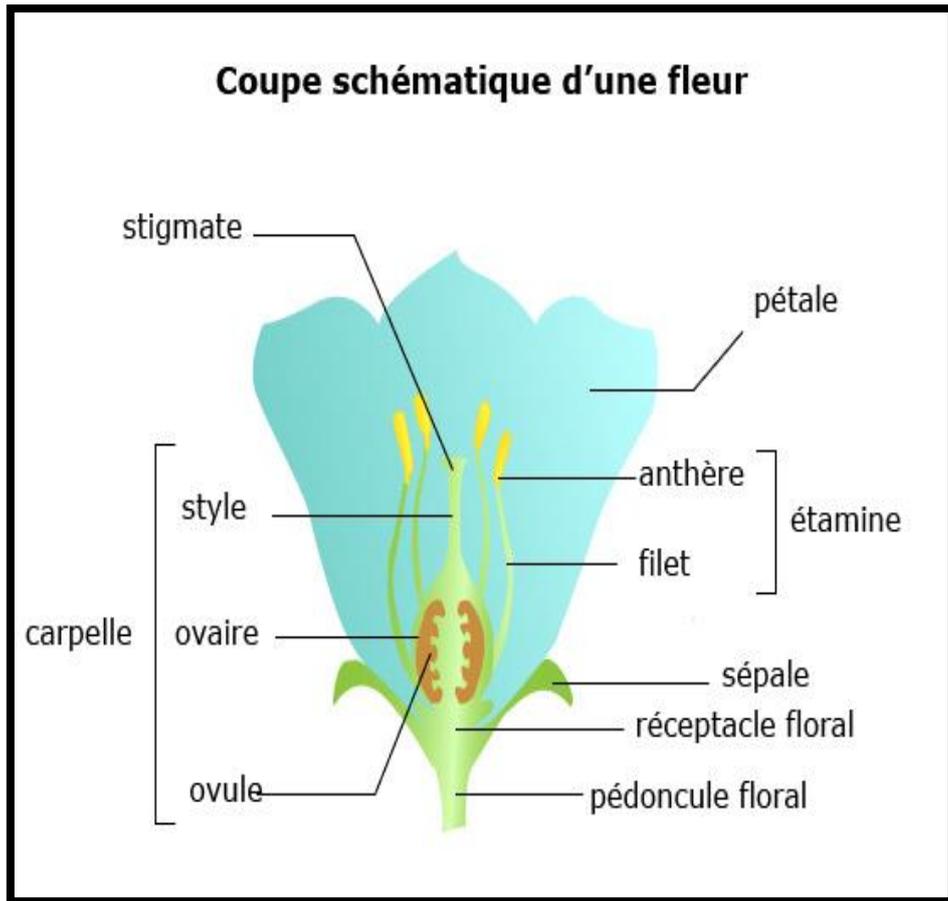
Feuilles linéaires, engainantes,
alternes et distiques



Tige florifère
=
Hampe florale
axe aphyllé
portant les fleurs



Inflorescence



Gamotépales (T.soudés) ; Dialytépales (T.libres)

↑

Périanthe concolore
(Monocotylédone)

↑

Le périanthe
(Ensemble des pièces florales
stériles)

↙

Le Calice
(Ensemble de sépales)

↘

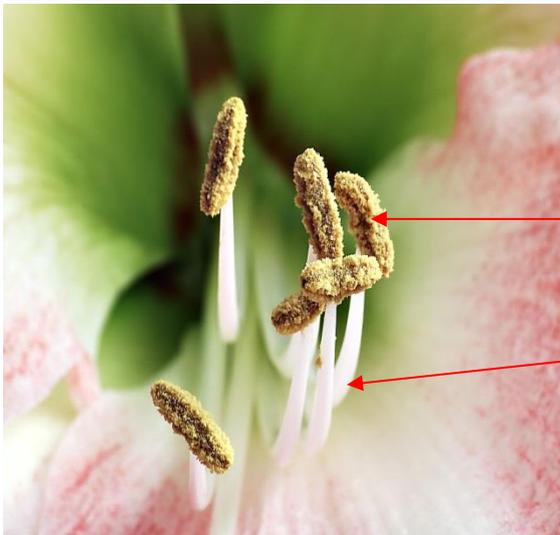
La corolle
(Ensemble de pétales)

Etude florale



Pas de distinction entre calice et corolle,
On parle de **tépales** ou **périanthe concolore**

6 tépales libres : **6** dialytépales



Anthère avec sacs polliniques

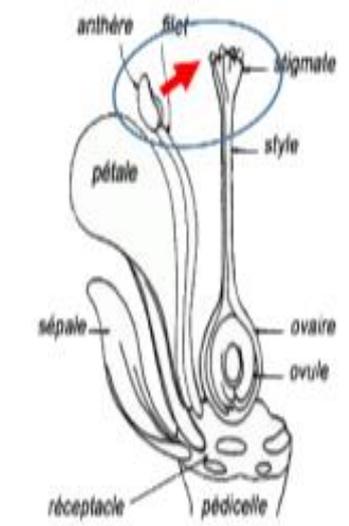
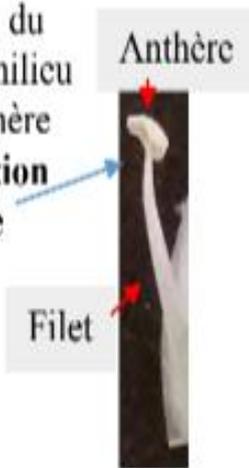
Filet



L'androcée : ensemble des étamines

6 étamines libres : **6 dialystémones**
Les étamines sont en face des tépales
= étamines épitépales

Insertion du
filet au milieu
de l'anthere
= **Insertion
médifixe**



Déhiscence longitudinale introrse
(Fente face au gynécée, vers l'intérieur)



Gynécée = Pistil

Fleur hypogyne

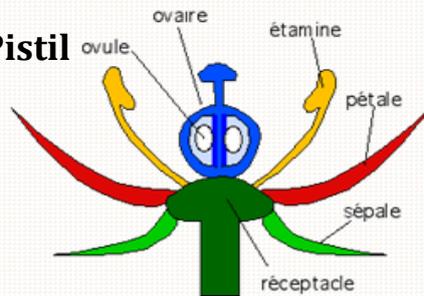
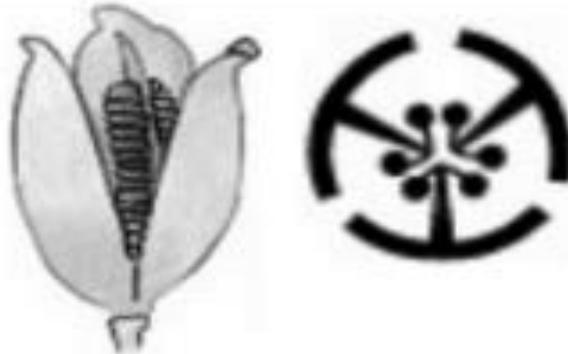


Schéma d'une fleur à ovaire supérieur.



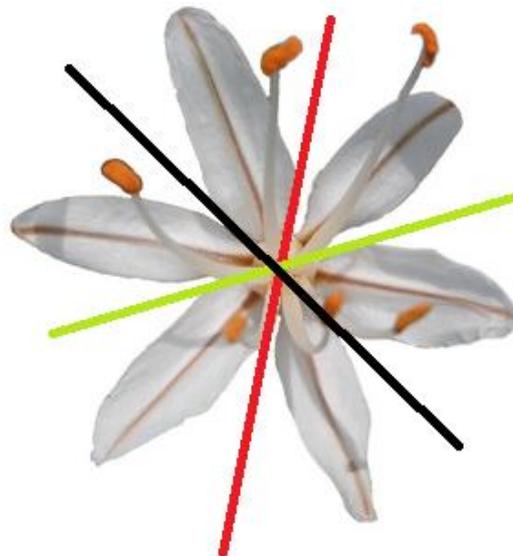
Coupe transversale de l'ovaire

3 carpelles soudés : 3 gamocarpelles, uniloculaires, biovulés

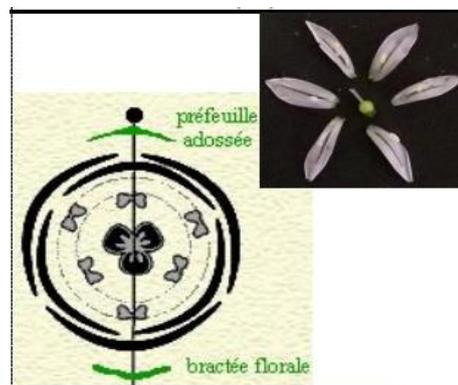


Sec, déhiscent = capsule
loculicide, s'ouvre au niveau
des loges

Le fruit : il succède à la fleur par transformation du pistil



Fleur actinomorphe à symétrie axiale (symétrie par rapport à un axe)
Conclusion florale



Formule florale : $O : 3T+3T +3E+3E +(3C)$

Fleur complète, pentacyclique, trimère, actinomorphe (à symétrie axiale), **hermaphrodite** (bisexuée), **hypogyne** (ovaire supère). **Périanthe concolore.**

Fiche TD/TP 4

Les dicotylédones

Fiche 4 : Les dicotylédones

Les Dicotylédones sont les plus diversifiés des végétaux (170.000 espèces). Tous les arbres que nous connaissons sont donc des Dicotylédones, exceptés les formes arbustives de fougères ou les palmiers et les bananiers, par exemple.

- Leur racine, chez les formes ligneuses, d'une assise génératrice (le cambium), qui permet la croissance en largeur de leur tronc, est le plus souvent pivotante et non fasciculée

- La tige des espèces ligneuses croît en épaisseur tout au long de son existence (formation de bois secondaire). On observe la présence de cambium permettant la formation de bois secondaire vers l'intérieur et de liber vers l'extérieur.

- Les feuilles ont en général un limbe avec des nervures ramifiées et dont la face supérieure et la face inférieure sont différentes.

- la fleur, est d'organisation plus avancée que celle des Monocotylédones. La formule florale qui décrit le nombre et l'organisation des différents éléments de l'inflorescence est, en général, la suivante : *5 Sépales + 5 Pétales + (5+5) Étamines + 5 Carpelles.*

- le caractère le plus fixe de cet ensemble est l'existence dans l'embryon de 2 cotylédons opposés ou quelquefois de plusieurs cotylédons verticillés.

		<i>Angiospermes Dicotylédones</i>	
Type biologique		<ul style="list-style-type: none"> • Herbacées • Ligneuses 	
Appareil végétatif	<i>Tige</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ramifiée • Dressée, rampante ou grimpante • La tige croît en épaisseur avec l'âge 	
	<i>Feuilles</i>	<i>Pétiole</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Présent • Stipules généralement bien développées à la base du pétiole
		<i>Limbe</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Simple ou composé (grande diversité)
		<i>Nervation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • En réseau (ramifiée), le plus souvent pennée ou parfois palmée

	<p><i>Illustration</i></p>	
	<p><i>Racine</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Système racinaire pivotant
<p>Appareil reproducteur</p>	<p><i>Fleur</i></p>	<p>Fleurs Tétramères ou Pentamères (pièces florales organisées en multiples de quatre ou de cinq) Inflorescences en grappes ou dérivées de grappes</p> <p>grappe</p>

Quelques familles des dicotylédones

Lamiacées

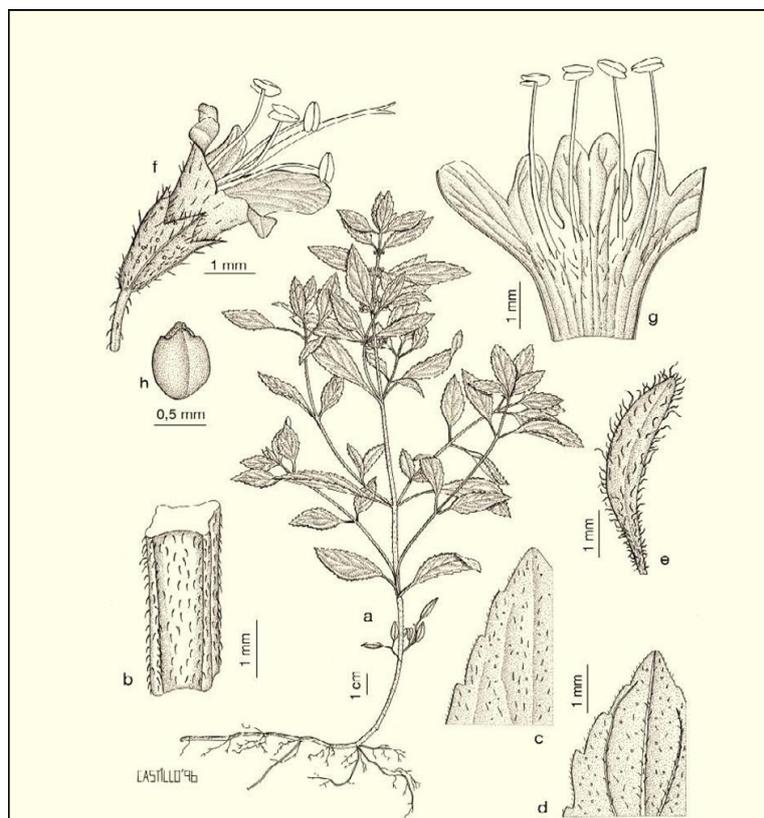
Feuilles (a, c, d) : aromatiques, simples, opposées sur une tige (b) quadrangulaire (carré).

Inflorescence : L'inflorescence des lamiacées diverses mais elle est en étages.

Fleurs (f) : irrégulières, calice persistant, en forme de cloche à 5 dents, 5 sépales soudés, corolle monopétale (5 pétales soudés) en forme d'entonnoir à 2 lèvres, l'inférieur étant trilobée, 4 étamines.

Fruits (h) : tétrakène (4 akènes).

Exemple : Menthe, Lavande, Romarin...



Lamium amplexicaule



Lavandula stoechas

Fabacées

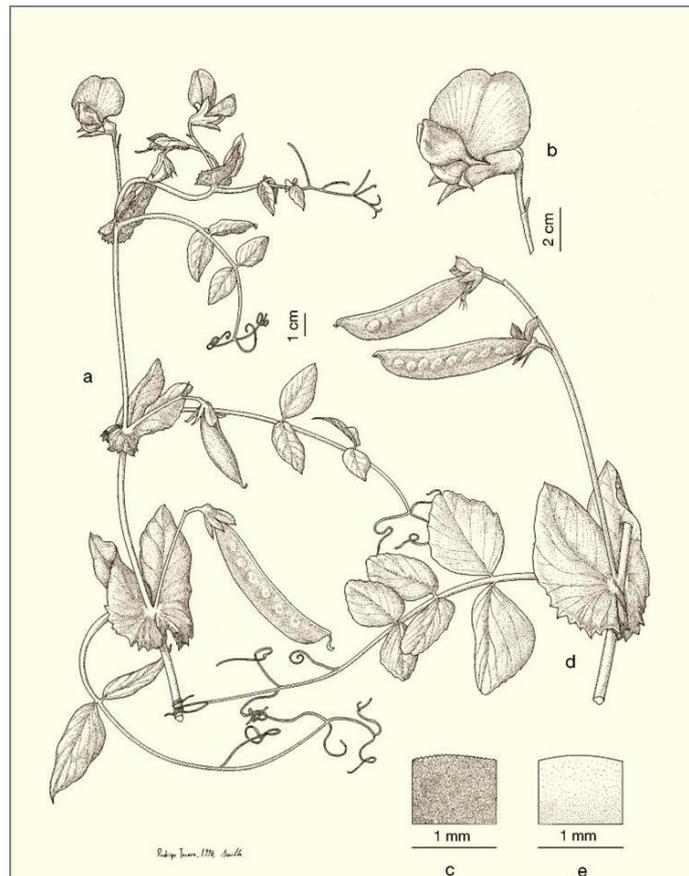
Feuilles : composées ; pennées ou palmées à disposition alternes.

Fleurs : irrégulières, calice à 5 sépales soudés, corolle à 5 pétales inégaux (2 ailles libres sur les côtés, les 2 pétales soudés formant la carène inférieur et l'étendard), 10 étamines.

Inflorescence : fleurs disposées en grappes sur les tiges, quelquefois contractées en capitule comme pour les trèfles.

Fruits : gousses content les graines.

Exemple : pois, fèves, lentilles....



Astragalus lusitanicus



Calycotome intermedia

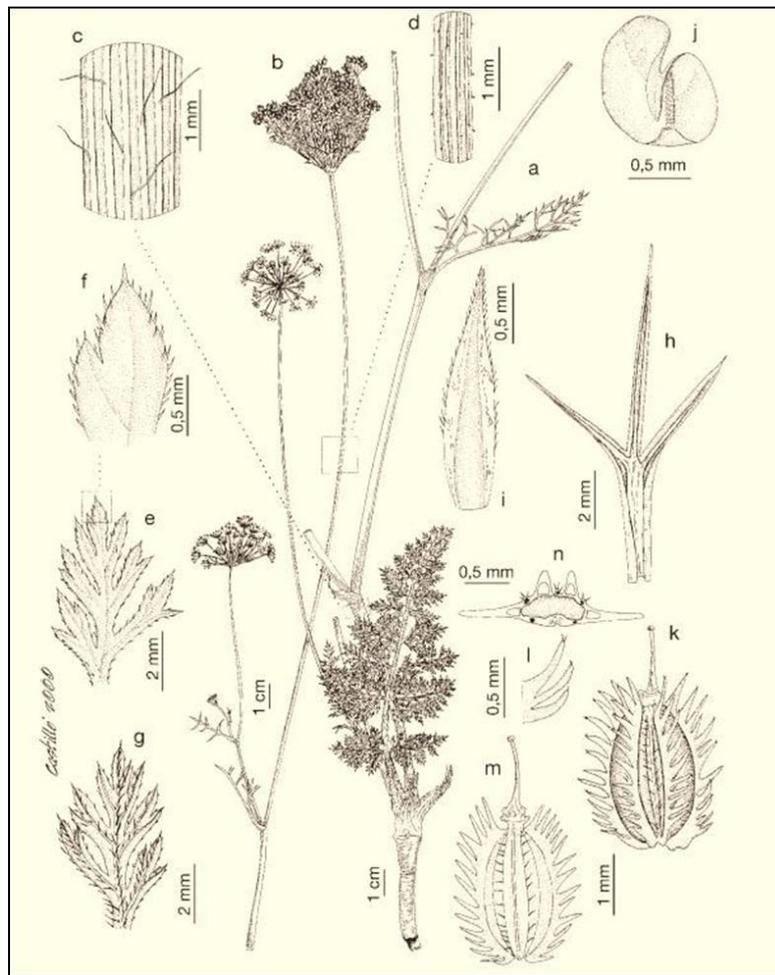
Apiacées

Feuilles : très découpées à dispositions alternes.

Fleurs : petite calice à 5 sépales, corolle à 5 pétales libres, 5 étamines, groupées en ombelle (O. simple ou O. composées).

Fruits : akènes

Exemple : carotte



Daucus carota



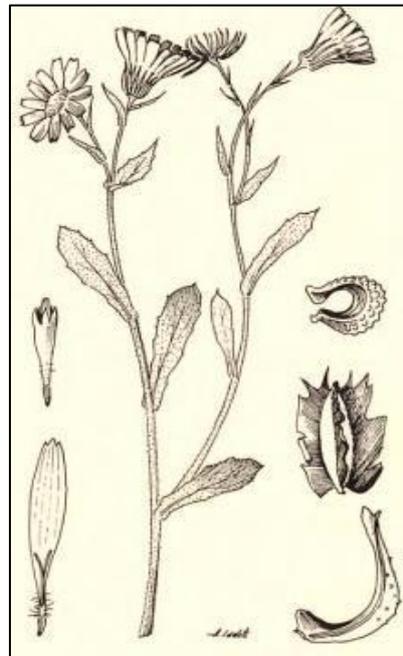
Ferula communis

Astéracées (Composées): famille la plus nombreuses du règne végétal.

Feuilles : formes diverses, radicales et alternes.

Fleurs : à deux aspects ; soit en forme de tube à 3 ou 5 pétales soudés, soit à corolle ligulée ressemblant à des pétales, la ligule est formée de 3 à 5 pétales soudés. Capitule (inflorescence), confondu avec une fleur unique, peut être composé : soit toutes les fleurs sont tubulées ; exemple : Chardons, bardanes ... soit toutes les fleurs sont ligulées ; exemple : Chicorée, Laitues ... ou avec des fleurs de centre en tubes et les fleurs de périphérique en ligules ; exemple : Tournesols, Souci ...

Fruits : akènes pourvus quelquefois d'une aigrette de soie aidant à la dispersion par le vent.



Cynara cardunculus



Calendula suffruticosa



Cichorium intybus

Caractères généraux de quelques familles

Bétulacées

Feuilles : caduques, simples, entières, à disposition alterne

Fleurs : monoïques, sans pétales, groupées en chatons.

Fruits : akènes.

Exemples : bouleaux, aulne

Brassicées

Fleurs : fleurs hermaphrodites généralement régulières (corolle toutefois, à pétales parfois légèrement zygomorphes), périanthe double, 4 sépales, en deux verticilles, libres, égaux ou inégaux, pétales 4 exceptionnellement 0, 6 étamines (parfois 4) tétradynames

Fruits : silique, silicule, lomenticulé, nucamentacé

Exemples : moutarde, radis, navet...

Caprifoliacées

Feuilles : opposées, simples ou composées.

Fleurs : régulières et irrégulières, calice à sépales soudés, corolle monopétale, 4 ou 5 étamines.

Fruits : baie ou drupes charnues.

Exemples : chèvrefeuille, sureaux, viorne...

Cistacées

Feuilles : simples et opposées.

Fleurs : régulières, calice à 5 sépales persistants, corolle à 5 pétales libres très caducs, nombreuses étamines.

Fruits : capsules.

Exemples : ciste, hélianthème.

Ericacées

Feuilles : simples mais souvent réduites.

Inflorescence : en grappe, parfois fleurs isolées.

Fleurs : régulières, calice persistant, corolle monopétale du type 4 ou 5 dents, 8 à 10 étamines.

Fruits : capsules (bruyères), baies (airelles).

Exemples : arbousier, myrtille...

Fagacées

Feuilles : alternes, simples.

Fleurs : sans calice ni corolle, monoïques, groupées en chatons.

Fruits : akènes (glands) enveloppés d'une cupule.

Exemples : chêne, châtaignier...

Moracées

Feuilles : alterne, simple, dentées ; lobées, palmées.

Fleurs : monoïques ou dioïques, verdâtre ou jaunâtres, les étamines sont opposées aux sépales.

Fruits : un peu charnus ou secs à enveloppes charnus (faux fruit appelés « fruit » dans le langage populaire).

Exemples : murier, figuier...

Oléacées

Feuilles : opposées, simples ou composées.

Inflorescence : en grappe ou en panicule.

Fleurs : régulières, calice persistant (rarement caduc) à 4 sépales, corolle caduque à 4 pétales soudés, 2 étamines.

Fruits : baies, drupes, samares (frênes), capsules (lilas)

Exemples : olivier, jasmin ...

Ranunculacées

Feuilles : alternes ou opposées (clématites), souvent découpées ou composées de folioles.

Inflorescence : solitaire ou groupée en grappe et en cyme

Fleurs : régulières ou irrégulières, calice de 3 à 15 sépales, corolle de 3 à 15 pétales libres, nombreuses étamines disposées en générale en spirales

Fruits : akènes, follicules.

Exemples : bouton d'or, anémone, nigelle....

Rosacées

Feuilles : alternes, simples ou composées.

Inflorescence : solitaire ou groupée en grappe

Fleurs : régulières, calice à 5 sépales, corolle à 5 pétales libres, nombreuses étamines

Fruits : baies, drupes, composés

Exemples : rosier, pommier, amandier...

Rubiaceées

Feuilles : petites, entières, verticillées sur des tiges quadrangulaires.

Fleurs : petites, régulières ; calice à tube de 3 à 6 dents, corolle monopétale de 3 à 5 divisions, 3 à 5 étamines.

Fruits : souvent secs.

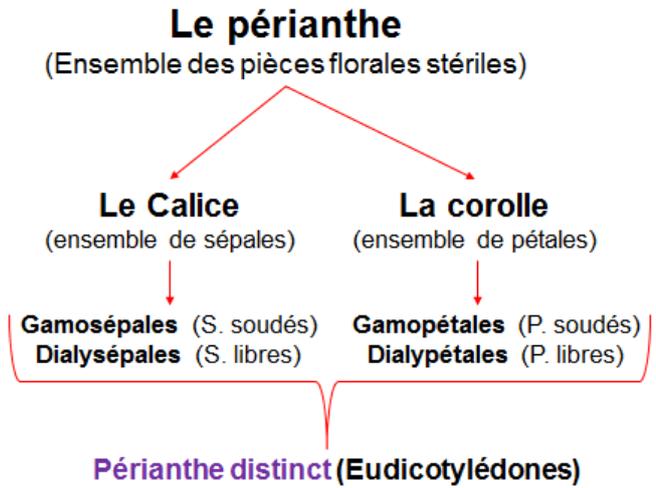
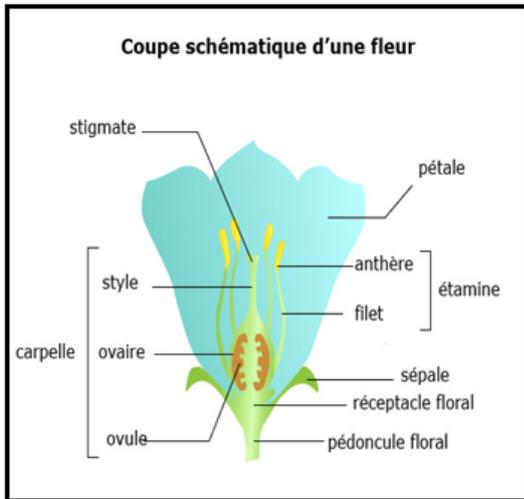
Exemples : aspérule, gaillet...

Etude d'une espèce dicotylédone (*Borago officinalis*)



 <p><i>Borago officinalis</i></p>	 <p>Plante herbacée annuelle</p>	 <p>Pivotante (1)</p>	 <p>Dressée, ramifiée et hispide (présence de poils tecteurs rudes).</p>	 <p>Nervation pennée</p>
	<p>Feuilles simples, entières, alternes hispides</p>  <p>Feuille supérieure sessile et amplexicaule</p>  <p>Feuille basale pétiolée</p>			

Etude florale



Périanthe distinct

Calice: 5 gamosépales (5 sépales soudés), hispides.

Corolle rotacée : 5 gamopétales, alternisépales, glabres

Borago officinalis

Présence d'appendices nectarifères



5 dialystémones, isostémones, alternipétales, corolliflores (soudées à la corolle)

Borago officinalis

Les anthères sont **conniventes**, longues mais à **filets courts**, à **insertion basifixe** et à **déhiscence longitudinale introrse**



Chaque étamine porte une corne à sa base.

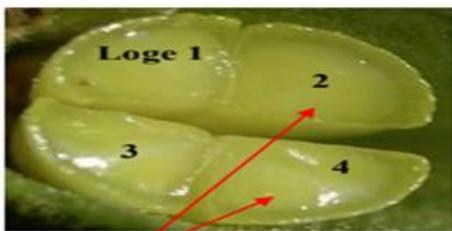
Le gynécée = pistil



Stigmate
Style
Ovaire



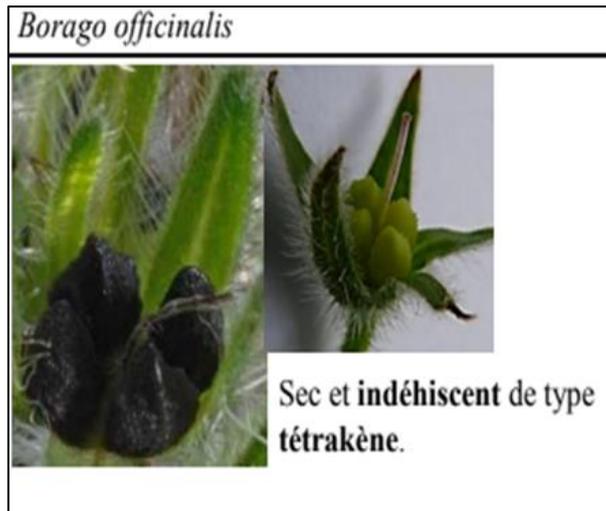
Position de l'ovaire : supère (fleur hypogyne)



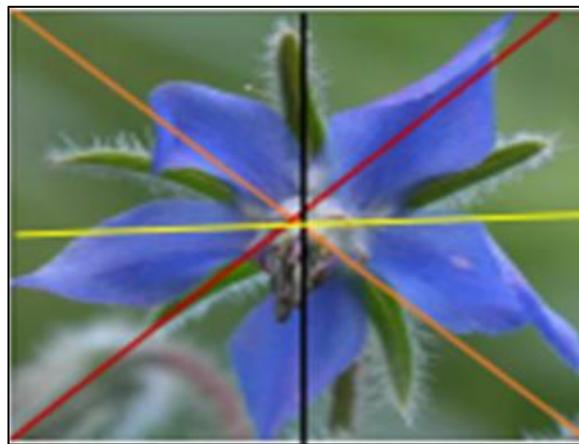
2 gamocarpelles à 4 loges (chaque **carpelle** est divisé par **une fausse cloison**).
Chaque loge renferme **1 ovule**



Style gynobasique (démarrant de la base de l'ovaire)

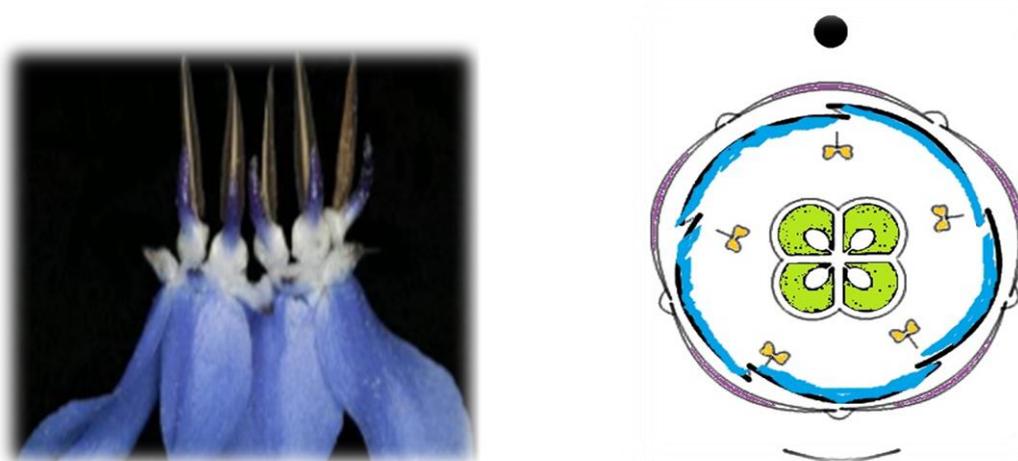


Le fruit : il succède à la fleur par transformation du pistil



Fleur régulière (toutes les pièces florales ont la même taille), actinomorphe à symétrie axiale (symétrie par rapport à un axe)

Conclusion florale



Formule florale : $O : (5S) + [(5P) + 5E] + (2C)$

*Les références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- Alcaraz C. 1969. Recherches géobotaniques sur la végétation de l'Ouest Algérien. Bull. Hist. nat. Afrique Nord, 67 : 19-36.
- Amirouche N., Bouguedoura N., et Hadj-arab H. 2010. Botanique : Les embryophytes. Office des publications universitaires. 103p.
- Bell A. D. 1993. Les plantes à fleurs. Masson.
- Chassany V., Potage M., et Ricou M. 2014. Mini manuel de biologie végétale. 2^e ed. Éd. Dunod, France. 240p.
- Demalsy P., et Feller-Demalsy M-J. 1990. Les plantes à graines : Structure, Biologie, Développement. Décarie éditeur Inc. Québec, 335p.
- Deysson G. 1976. Cours de Botanique Générale Tome II Organisation et classification de plantes vasculaires 2vol. Sédes
- Ducerf G. 2014. L'encyclopédie des plantes bio-indicatrices. Ed. Promonature. Volume I. 351p.
- Dupont F. et Guignard J.-L. 2012. Botanique Les familles de plantes. Édition, Masson Elsevier, 300 p.
- Fennane M., Ibn Tattou M., Ouyahya A. et El Oualidi J. 2007, Flore pratique du Maroc - Volume I -*Leguminosae – Lentibulariaceae* - Institut Scientifique, Université Mohammed V - Agdal, Rabat. 558 p.
- Fortin J. 2007. Les plantes : Comprendre la diversité du monde végétal. Éditions Québec Amérique inc. Québec. 128p.
- Gausson H, Leroy J.F. et Ozenda P. 1982. Précis de Botanique (2. Végétaux supérieurs). Edition Masson.579 p.
- Halle F. 2004. Architecture des plantes JPC éd.
- Hamel T. 2016. Polycopie de cours de la matière Phytoressources, Université d'Annaba, 59 P.
- Hammiche V. 1988. Systématique et morphologie botanique. Office des publications universitaires. Alger. 190p.
- Heywood V. H. 1993. Flowering plants of the world. Bastford.
- Judd W. S. et al. 2002. Botanique systématique. De Boeck Université.

Judd W., Campbell C., Kellogg E., Stevens P. 2002. Botanique systématique : Une perspective phylogénétique. Ed. DeBoeck Université. France. 467p.

Laberche J-C. 2010. Biologie végétale. 3^e édition. Ed. Dunod, Paris. 305p.

Morot-Gaudry J-F., Moreau F., Prat R., Maurel C., et Sentenac H. 2017. Biologie végétale : Nutrition et métabolisme. 3^e éd. Éd. Dunod, France. 240p.

Morot-Gaudry J-F., Prat R., Bohn-Courseau I., Jullien M., Parcy F., Perrot Rechenmann C., Reisdorf-Cren M., Savouré A. et Richard L. 2017. Biologie végétale : Croissance et développement. 3^e éd. Éd. Dunod, France. 272p.

Nabors M. 2008. Biologie végétale : Structure, fonctionnement, écologie et biotechnologies. Ed. Pearson Education. France. 614p.

Ourari M. 2014. Polycopie cours-de-botanique-tome-I, Université De Bejaïa, 55P

Ozenda P., 2004, Flore et végétation du Sahara – 3^e édit. CNRS Editions, 662 P + Cartes.

Raven P.H., Evert R.F., Eichhorn S.E. 2014. Biologie végétale. Ed. Deboeck. 3^e édition. 778p.

Roland J., Roland F., El Maarouf-Bouteau H. et Bouteau F. 2008. Atlas de Biologie Végétale. 2. Organisation des plantes à fleurs. 9^e édition. Dunod, Paris, 144p.

Spichiger E., Savolainen V., Figeat M. et Jeanmonod D., 2002, Botanique systématique des plantes à fleurs ». Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.

Swink F. et Wilhelm G. 1994. Plants of the Chicago region. éd. 4. Indiana Academy of Sciences

Théron A. 1973. Botanique. Ed. Film-Office et Brdas. 287p.

Turcati L., 2014. Les plantes en famille. Nature parif, Paris. 56 p.