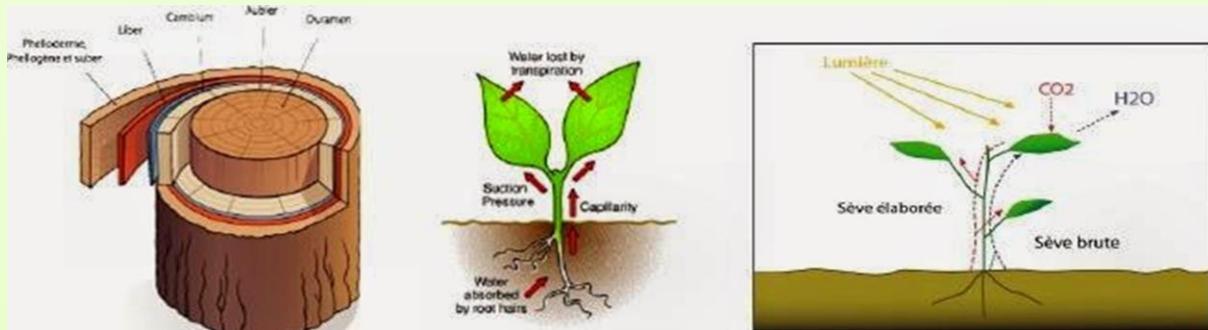
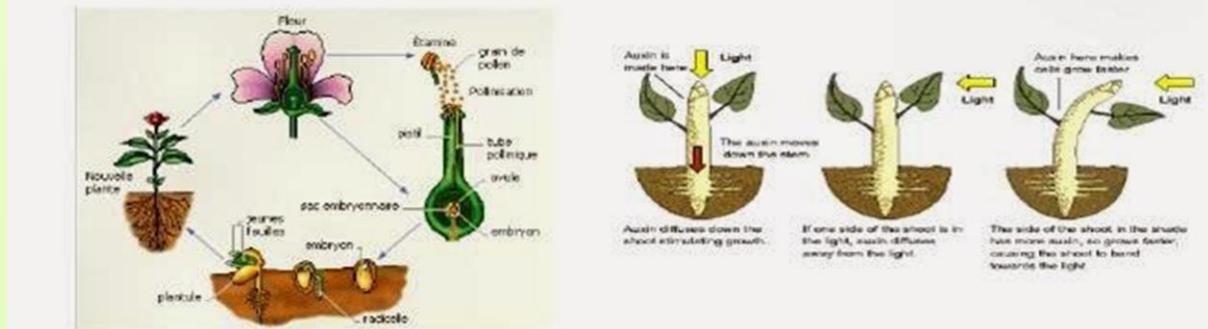


Université Ibn Khaldoun, Tiaret  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



## Cours de biologie Végétale



Destiné aux étudiants de la 1ère Année  
"Sciences de la Nature et de la Vie"

Auteur : Dr GHARABI Dhia

Adresse email : gharabidhia@yahoo.fr

Année universitaire 2020/2021

# Table des matières

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Information sur le cours .....	1
Contenu du cours.....	2
Objectifs .....	4
1 Chapitre I : Introduction à la biologie végétale .....	5
La classification des végétaux .....	5
1.1 Les thallophytes .....	6
1.2 Les cormophytes.....	8
1.2.1 Bryophytes .....	8
1.2.2 Ptéridophytes.....	8
1.2.3 Pré spermaphytes.....	9
1.2.4 Spermaphytes ou Phanérogames.....	10
1.2.4.1 Les Chlamydospermes.....	10
1.2.4.2 Gymnospermes .....	10
1.2.4.3 Angiospermes .....	12
1.2.4.3.1 Monocotylédones .....	12
1.2.4.3.2 Dicotylédones .....	13
2 Chapitre II : Les différents types de tissus végétaux .....	14
2.1 La cellule végétale et ses particularités .....	14
2.1.1 Les plastes .....	15
Les chloroplastes.....	15
2.1.2 Vacuome .....	16
2.1.3 Les membranes de la cellule végétale .....	17
2.1.4 La paroi cellulaire .....	17
2.2 Les tissus fondamentaux ou les méristèmes .....	18
2.2.1 Méristèmes primaires .....	18
2.2.1.1 Caractéristiques et localisation des méristèmes primaires .....	18
2.2.1.2 Méristème primaire caulinaire.....	19
2.2.1.3 Méristème racinaire .....	21
2.2.1.3.1 Structure du méristème racinaire .....	21

2.3	Tissus protecteurs primaires .....	22
2.3.1	L'épiderme .....	22
2.3.2	Le rhizoderme ou l'assise pilifère .....	24
2.4	Les Tissus de Remplissage ou Tissus parenchymateux .....	25
2.4.1	Classification des parenchymes selon la forme .....	25
2.4.1.1	Parenchyme à méats .....	25
2.4.1.2	Parenchyme lacuneux .....	25
2.4.1.3	Parenchyme palissadique .....	25
2.4.2	Classification des parenchymes selon la fonction .....	26
2.4.2.1	Parenchymes chlorophylliens .....	26
2.4.2.2	Les parenchymes de réserve .....	26
2.4.2.3	Le parenchyme aquifère .....	27
2.4.2.4	Le parenchyme aérifère .....	27
2.5	Tissus de soutien (collenchyme et sclérenchyme) .....	28
2.5.1	Collenchyme .....	28
2.5.1.1	Le collenchyme annulaire .....	28
2.5.1.2	Le collenchyme tangentiel ou lamellaire .....	28
2.5.1.3	Le collenchyme angulaire .....	29
2.5.2	Sclérenchyme .....	29
2.6	Tissus conducteurs primaires.....	30
2.6.1	Phloème primaire .....	30
2.6.1.1	Les tubes criblés .....	31
2.6.1.2	Cribles et les cellules compagnes .....	31
2.6.2	Xylème primaire .....	32
2.6.2.1	Les trachéides .....	32
2.6.2.1.1	Trachéides scalariformes .....	32
2.6.2.1.2	Trachéides aréolées .....	33
2.6.2.2	Les vaisseaux ou trachées .....	34
2.7	Tissus sécréteurs .....	34
2.7.1	Tissus sécréteurs internes .....	34
2.7.1.1	Les cellules sécrétrices .....	34
2.7.1.2	Poches sécrétrices .....	35
2.7.1.3	Canaux sécréteurs .....	35

2.7.1.4	Laticifères .....	35
2.7.1.4.1	Laticifères articulés .....	35
2.7.1.4.2	Laticifères vrais .....	35
2.7.2	Tissus sécréteurs externes .....	36
2.7.2.1	Cellules d'épidermes .....	36
2.7.2.2	Poils épidermiques .....	37
2.8	Méristèmes secondaires .....	37
2.8.1	Le cambium .....	38
2.8.2	Phellogène .....	38
2.8.3	Tissus conducteurs secondaires .....	39
2.8.3.1	Xylème secondaire .....	39
2.8.3.1.1	Eléments constituant du xylème secondaire des dicotylédones .....	39
2.8.3.1.2	Eléments constituant du xylème secondaire des gymnospermes .....	41
2.8.3.2	Phloème secondaire .....	41
2.8.3.2.1	Eléments constituant phloème secondaire des dicotylédones .....	42
2.8.3.3	Eléments constituant du phloème secondaire des gymnospermes .....	42
2.8.3.3.1	Eléments conducteurs .....	42
2.8.3.3.2	Eléments non conducteurs .....	42
2.8.4	Tissus protecteurs secondaires .....	43
2.8.4.1	Le suber .....	43
2.8.4.2	Le phelloderme .....	44
	Le péri derme .....	44
3	Chapitre III: Anatomie des végétaux supérieurs .....	45
3.1	Structure anatomique de la racine .....	47
3.1.1	La structure anatomique primaire de la racine des dicotylédones .....	47
3.1.2	La structure anatomique primaire de la racine des monocotylédones .....	48
3.1.3	La structure anatomique secondaire de la racine des dicotylédones et gymnospermes : .....	49
3.2	Structure anatomique de la tige .....	49
3.2.1	Structure anatomique primaire de la tige de dicotylédones .....	51
3.2.2	Structure anatomique primaire de la tige de monocotylédones .....	51
3.2.3	Structure anatomique secondaire de la tige .....	52
3.3	Structure anatomique de la feuille .....	52
3.3.1	Structure anatomique de la feuille de dicotylédones .....	53

3.3.2	Structure anatomique de la feuille de monocotylédones .....	54
3.3.3	Structure anatomique de la feuille de gymnosperme (aiguille de pin) .....	55
3.4	Anatomie comparée entre mono et dicotylédones.....	56
3.4.1	Comparaison entre les racines de monocotylédone et dicotylédones .....	56
3.4.2	Comparaison entre les tiges de monocotylédone et dicotylédones .....	57
3.4.3	Comparaison entre les feuilles de monocotylédone et dicotylédones .....	58
4	Chapitre IV : Morphologie des végétaux supérieurs et adaptation.....	59
4.1	Morphologie racinaire .....	59
4.1.1	Racine pivotante .....	60
4.1.2	Racine fasciculée .....	60
4.1.3	Racine adventives .....	61
4.2	Modification racinaires .....	61
4.2.1	Les racines tubéreuses .....	61
4.2.2	Les racines suçoirs .....	62
4.2.3	Les racines échasses .....	62
4.2.4	Les racines contreforts .....	62
4.2.5	Les racines respiratoires :.....	63
4.2.6	Les racines aquatiques (hydrophytes) .....	63
4.2.7	Les racines crampons .....	63
4.3	Morphologie de la tige.....	64
4.3.1	Tiges aériennes.....	65
4.3.1.1	Tiges dressées .....	65
4.3.1.2	Tiges rampantes .....	65
4.3.1.3	Tiges grimpantes .....	66
4.3.1.4	Les Cladodes .....	66
4.3.1.5	Les dards .....	67
4.3.1.6	Tiges succulentes .....	67
4.3.2	Les tiges souterraines .....	67
4.3.2.1	Tiges en tubercules .....	68
4.3.2.2	Tiges en bulbe .....	68
4.3.2.3	Les rhizomes .....	69
4.4	Morphologie de la feuille .....	69
4.4.1	Feuilles simples .....	70

4.4.2	Feuilles composées .....	70
4.4.3	Adaptations morphologiques des feuilles .....	72
4.4.3.1	Feuilles des Gymnospermes .....	72
4.4.3.2	Feuilles-vrilles .....	73
4.4.3.3	Les Phyllodes .....	73
4.5	Morphologie de la fleur .....	73
4.5.1	Le périanthe .....	74
4.5.1.1	Le calice .....	74
4.5.1.2	La corolle .....	74
4.5.2	Les pièces fertiles .....	74
4.5.2.1	L'androcée .....	74
4.5.2.2	Le gynécée .....	75
4.5.2.3	Disposition de l'ovaire et des pièces florales .....	76
4.6	Morphologie de la graine .....	77
4.7	Morphologie du fruit .....	77
4.7.1	Fruits charnus .....	78
4.7.1.1	La baie .....	78
4.7.1.2	La drupe .....	78
4.7.2	Fruits secs .....	79
4.7.2.1	Les fruits secs indéhiscents .....	79
4.7.2.1.1	Les fruits secs akène .....	80
4.7.2.1.2	Le caryopse .....	80
4.7.2.1.3	La samare .....	80
4.7.2.2	Les fruits secs déhiscents .....	80
4.7.2.2.1	Le follicule .....	80
4.7.2.2.2	La gousse .....	80
4.7.2.3	La silique .....	80
4.7.2.4	La capsule .....	80
4.7.3	Faux fruit .....	81
4.7.3.1	Fruits multiples .....	81
4.7.3.2	Fruits complexes : .....	81
4.7.3.3	Fruits composés .....	81
5	Chapitre V : Gamétogenèse .....	83

5.1	Définition de Pla gamétogenèse .....	83
5.2	La micro gamétogénèse ou la gamétogenèse mâle :.....	83
5.2.1	Le grain de pollen.....	83
5.2.2	La formation du grain de pollen .....	84
5.3	La méga gamétogenèse ou gamétogenèse femelle .....	85
5.3.1	L'ovule .....	85
5.3.2	Formation du sac embryonnaire .....	86
6	Chapitre VI : Fécondation.....	87
6.1	Œuf et embryon .....	87
6.2	Notion de cycle de développement .....	88
7	Références.....	89
8	Exercice.....	90
9	Solutions des exercices .....	90

## Liste des figures

Figure 1: Présentation du cours de Biologie Végétale .....	3
Figure 2: Types de végétations sur terre .....	5
Figure 3: Photos représentant une plante de thallophytes macroscopiques .....	6
Figure 4: Photos de champignons .....	7
Figure 5: Photo représentant plantes appartenant aux cormophytes .....	8
Figure 6: Photo des bryophytes .....	8
Figure 7: Ptéridophytes (fougère) .....	9
Figure 8: Photo de pré-spermaphyte .....	9
Figure 9: Photo de spermaphytes .....	10
Figure 10: Photo de chlamydospermes .....	10
Figure 11: Photos de gymnospermes .....	11
Figure 12: Photo représentant une plante de gymnosperme cas du pin .....	11
Figure 13: Photo représentant des plantes .....	12
Figure 14: Photo représentant une monocotylédone .....	13
Figure 15: Photo représentant une dicotylédone .....	13
Figure 16: Particularité de la cellule végétale par rapport à la cellule animale .....	15
Figure 17: Ultrastructure d'un chloroplaste .....	15
Figure 18: Processus d'inter conversion des plastes .....	16
Figure 19: Localisation des méristèmes caulinaire et racinaire .....	19
Figure 20: Méristème caulinaire .....	19
Figure 21: Les trois régions du méristème caulinaire .....	20
Figure 22: Le méristème apical caulinaire selon modèle tunica corpus .....	20
Figure 23: Rôle des trois assises du méristème caulinaire .....	20
Figure 24: Coupe longitudinale du méristème racinaire .....	21
Figure 25: Structure du méristème racinaire .....	22
Figure 26: Cellules épidermiques .....	23
Figure 27: Structure d'un stomate .....	24
Figure 28: Quelques types de poils épidermiques .....	24
Figure 29: Structure de l'assise pilifère ou rhizoderme .....	25
Figure 30: Types de parenchyme selon la forme .....	26
Figure 31: Parenchyme chlorophyllien .....	26
Figure 32: Parenchyme de réserves (amidon) .....	27
Figure 33: Parenchymes a: aquifère et b: aérifère .....	27
Figure 34: Collenchyme annulaire .....	28
Figure 35: Collenchyme tangentiel ou lamellaire .....	28
Figure 36: Collenchyme angulaire .....	29
Figure 37: Sclérenchyme .....	29
Figure 38: Tissus conducteurs de la plante .....	30
Figure 39: Tubes criblés .....	31
Figure 40: Eléments du phloème .....	31
Figure 41: Tissus conducteurs trachéide et vaisseau .....	32
Figure 42: Trachéides scalariformes .....	33
Figure 43: Trachéides aréolées .....	33

Figure 44: Trachéides annelées, spiralées et réticulées .....	33
Figure 45: Différents types de vaisseaux de xylème .....	34
Figure 46: Schéma de Poche sécrétrice .....	35
Figure 47: Canal sécréteur .....	36
Figure 48: Laticifères .....	36
Figure 49: Poils épidermiques .....	37
Figure 51: Cambium vasculaire ou inter-fasciculaire .....	38
Figure 52: Zone génératrice subéro phellodermique (phelloderme) .....	39
Figure 53: Eléments du xylème d'angiospermes .....	40
Figure 54: Le bois de trois ans .....	40
Figure 55: Le bois des gymnospermes .....	41
Figure 56: Eléments du liber et de bois des angiospermes. ....	42
Figure 57: Eléments du bois et de liber des gymnospermes .....	43
Figure 58: Localisation et rôle du phellogène .....	43
Figure 59: Lenticelles .....	44
Figure 60: Composante du périderme .....	44
Figure 61: Différentes parties de la racine .....	46
Figure 62: Présentation du collet des plantes .....	47
Figure 63: Structure anatomique de la racine .....	47
Figure 64: Structure anatomique primaire de racine de dicotylédones et gymnospermes .....	48
Figure 65: Structure anatomique primaire de la racine de monocotylédones .....	48
Figure 66: Structure secondaire de la racine .....	49
Figure 67: Coupe transversale d'une tige .....	50
Figure 68: Structure primaire de tige de dicotylédones. ....	51
Figure 69: Structure primaire de tige de monocotylédones .....	52
Figure 70: Structure secondaire de tige de dicotylédones .....	52
Figure 71: Structure d'une feuille de dicotylédones .....	54
Figure 72: Structure anatomique de feuille de monocotylédones .....	54
Figure 73: Structure anatomique de feuille de gymnospermes "aiguille de pin" .....	55
Figure 74: Différences de subérolignification de l'endoderme entre mono et dicotylédone....	56
Figure 75: Différence des faisceaux criblo-vasculaires entre mono et dicotylédones .....	57
Figure 76: Morphologie de la racine .....	59
Figure 77: Racine pivotante .....	60
Figure 78: Racine fasciculée .....	60
Figure 79: Racine adventives .....	61
Figure 80: Racine tubéreuses .....	61
Figure 81: Racine suçoirs .....	62
Figure 82: Racines échasses .....	62
Figure 83: Racines contreforts .....	62
Figure 84: Racine respiratoires .....	63
Figure 85: Racines aquatiques .....	63
Figure 86: Racines crampons .....	64
Figure 87: Morphologie de la tige .....	64
Figure 88: Tige dressée .....	65

Figure 89: Tige rampante .....	65
Figure 90: Tiges grimpantes.....	66
Figure 91: Schéma de cladodes .....	66
Figure 92: Dard du rosier .....	67
Figure 93: Tiges succulentes .....	67
Figure 94: Tiges en forme de bulbes .....	68
Figure 95: Tiges en bulbes: .....	68
Figure 96: Tige en rhizome "Iris".....	69
Figure 97: Différentes parties de la feuille.....	69
Figure 98: Types de feuilles .....	71
Figure 99: Formes de gaines .....	72
Figure 100: Feuilles de gymnospermes.....	73
Figure 101: Feuilles vrilles et phyllodes .....	73
Figure 102: Composantes d'une fleur type angiospermes .....	75
Figure 103: Types de fleurs selon la disposition de l'ovaire .....	76
Figure 104: Formes de graines .....	77
Figure 105: Evolution de la fleur en fruit.....	78
Figure 106: Fruits en baies .....	79
Figure 107: Fruit en drupe.....	79
Figure 108: Fruits secs déhiscentes et indéhiscentes .....	81
Figure 109: Faux fruits.....	82
Figure 110: Structure du grain de pollen.....	83
Figure 111: Formation du grain de pollen.....	84
Figure 112: Structure du sac embryonnaire .....	85
Figure 113: Types d'ovules .....	86
Figure 114: Formation du sac embryonnaire .....	86
Figure 115: Pollinisation directe et indirecte .....	87
Figure 116: Double fécondation.....	88
Figure 117: Cycle de développement d'une angiosperme .....	88

### **Liste des tableaux**

Tableau 1: Comparaison de l'anatomie racinaire entre mono et dicotylédone .....	56
Tableau 2: Comparaison de l'anatomie caulinaire entre mono et dicotylédones .....	57
Tableau 3: Comparaison de l'anatomie foliaire entre mono et dicotylédone .....	58

*Université Ibn Khaldoun -Tiaret*

*Annexe de Ksar-Chellala*

*Département : Sciences de la Nature et de la Vie*

*2<sup>ème</sup> Semestre*

**Information sur le cours**

1. *Niveau : 1<sup>ère</sup> année Licence Sciences de la Nature et de la Vie*
2. *Matière : Biologie Végétale (B.V)*
3. *Unité d'enseignement : U E Fondamentale*
4. *Crédit : 06*
5. *Coefficient : 03*
6. *Enseignant : GHARBI Dhia*
7. *Grade : Maitre-assistant B*
8. *Diplôme : Doctorat*
9. *Spécialité : Environnement*
10. *Option : Inventaire, valorisation et écologie de la restauration*
11. *Courriel : [gharabidhia@yahoo.fr](mailto:gharabidhia@yahoo.fr)*

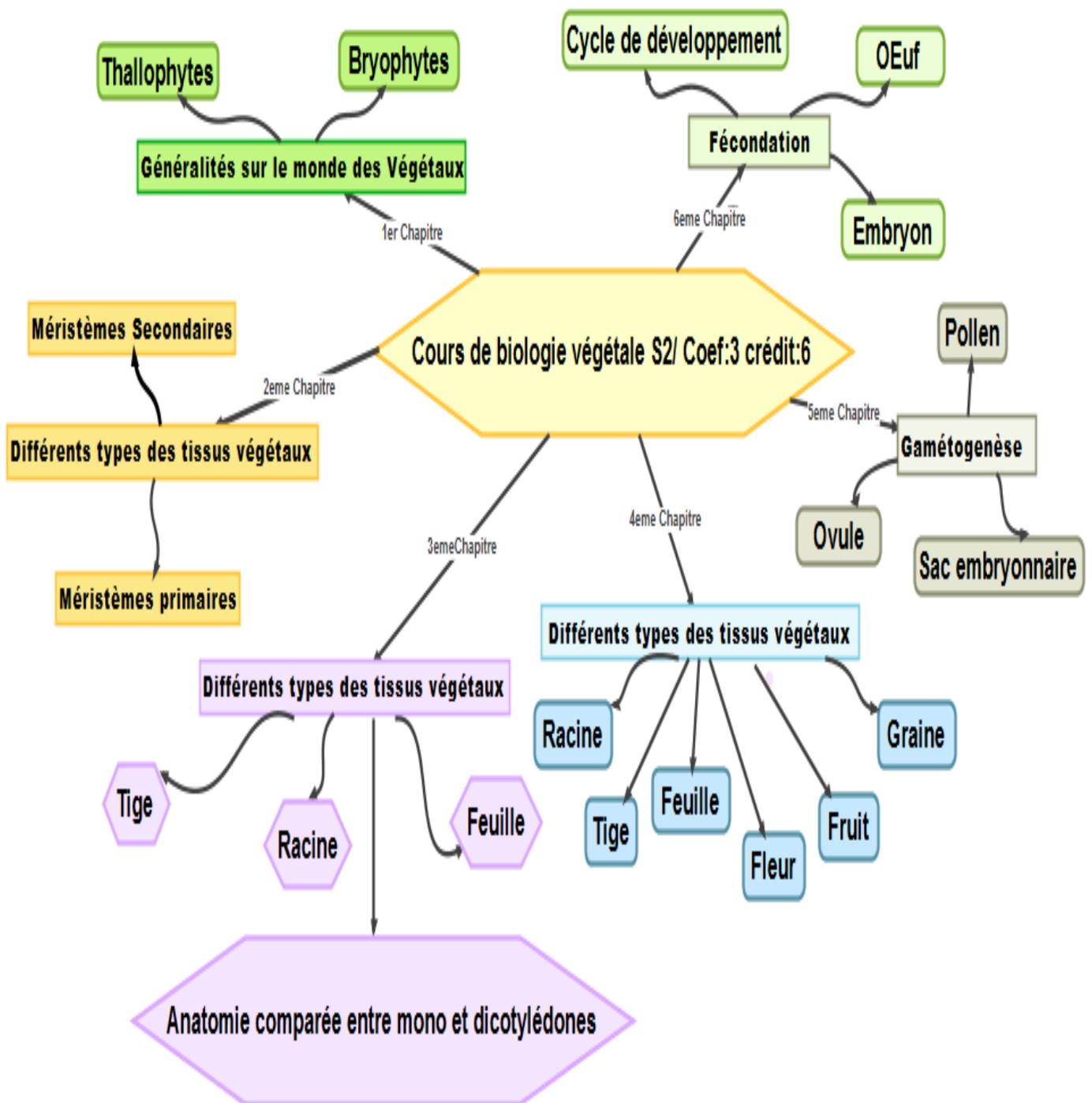
*Volume horaire d'enseignement présentiel hebdomadaire : 4 heures par semaine, dont 1h30mn de cours et 3h Travaux Pratiques*

## Contenu du cours

Le présent cours de biologie végétale constitue une Unité d'Enseignement Fondamentale du 2<sup>ème</sup> semestre de la 1<sup>ère</sup> année licence Sciences de la Nature et de la Vie, fait partie intégrante des Sciences du Vivant, cette discipline permet d'acquérir des connaissances concernant les tissus végétaux, l'anatomie des organes, leur morphologie ainsi la reproduction.

Dans cette unité d'apprentissage nous allons mettre l'accent, sur les six chapitres qui constituent le programme officiel (fig. 1):

- **Chapitre 1** : une introduction générale sur le monde des végétaux
- **Chapitre 2** : Les différents types des tissus végétaux, ce chapitre commence par les tissus méristématiques primaires et secondaires.
- **Chapitre 3** : Anatomie des organes végétaux : racines, des tiges et des feuilles chez les monocotylédones et dicotylédones.
- **Chapitre 4** : Morphologie des végétaux supérieurs : racines, les tiges, les feuilles, la fleur, le fruit et la graine.
- **Chapitre 5** : la gamétogenèse : l'étude du grain de pollen et du Ovule et sac embryonnaire
- **Chapitre 6** : Fécondation : c'est l'étude de l'œuf et l'embryon ainsi que la notion de cycle de développement des angiospermes.



**Figure 1:** Présentation du cours de Biologie Végétale

## Objectifs

L'objectif de ce cours est d'enseigner aux étudiants les principales organisations tissulaires des plantes, et de leurs développements.

1. Distinguer entre les deux principaux groupes de végétaux :
  - Les thallophytes et les cormophytes
  - Décrire la morphologie des végétaux supérieurs.
2. Connaître les différents types de tissus
  - Connaître les méristèmes primaires et les méristèmes secondaires
  - Identifier et localiser les méristèmes primaires et secondaires racinaires et caulinaires.
  - Différencier entre les tissus protecteurs primaires et secondaires
  - Différencier entre les tissus conducteurs primaires et secondaires
  - Connaître les parenchymes, les tissus de soutien et les tissus sécréteurs.
3. Connaître l'anatomie de : la racine, la tige et la feuille
  - Différencier entre les monocotylédones et les dicotylédones
4. Connaître la morphologie de : racines, feuilles, tiges, fleurs, graines et fruits
5. Décrire la gamétogénèse : Grain de pollen, Ovule et sac embryonnaire
6. Connaître la fécondation : œuf, embryon et la notion de cycle de développement.

# **Chapitre I.**

# **Introduction à la**

# **Biologie Végétale**

Chapitre 1. Introduction à la biologie végétale

Dr GHARABI Dhia

# 1 Chapitre I : Introduction à la biologie végétale

## Introduction

Les végétaux ou les plantes sont des êtres vivants qui diffèrent des animaux, par leur autotrophie grâce à la photosynthèse qui leur permet de produire eux-mêmes éléments nutritifs (sucres), en utilisant des éléments minéraux du sol et de l'énergie solaire. Contrairement aux autres êtres vivants les végétaux transforment l'énergie solaire et captée par leurs feuilles ils ne peuvent pas se déplacer, sont fixés au sol par leurs racines.

Ils diffèrent des animaux aussi par la composition chimique particulière et par les cellules qui les composent

Dans la nature, on trouve une grande diversité des végétaux. Ils occupent la quasi-totalité de la surface émergée de la Terre. Le type de végétation varie considérablement en fonction de la latitude et des climats on rencontre plusieurs zones de végétations (fig. 2).

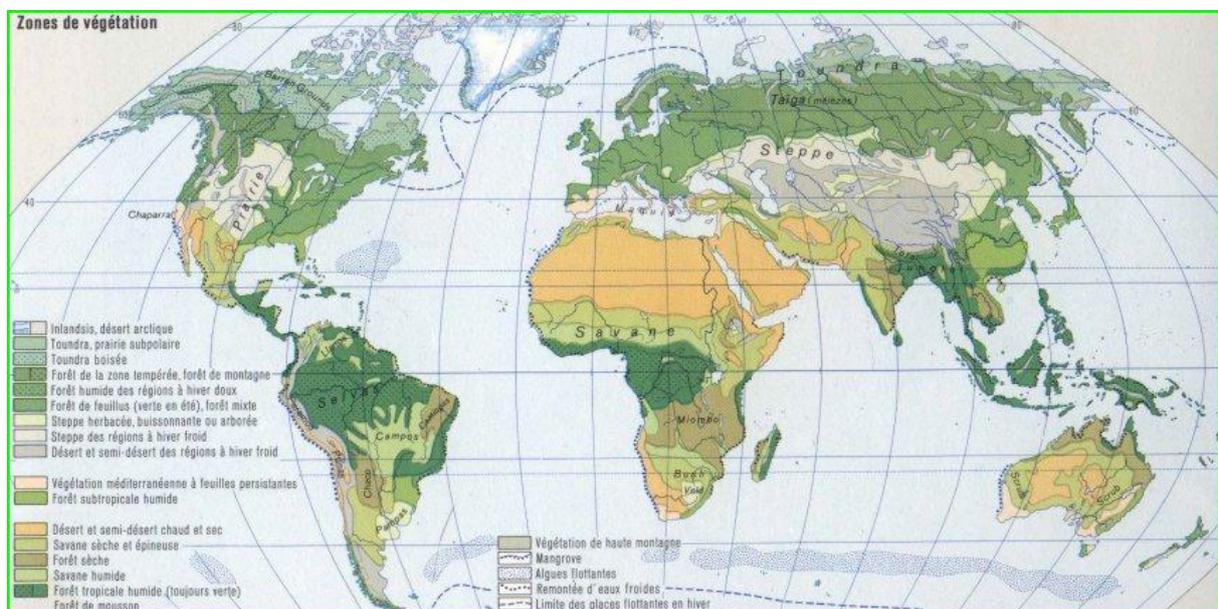


Figure 2: Types de végétations sur terre

## La classification des végétaux

La classification des végétaux se base sur les critères morphologiques, cytologiques, et anatomiques. Ainsi, le règne végétal est subdivisé en deux grands groupes en fonction de l'organisation structurale du végétal:

1. Les thallophytes dont l'appareil végétatif est un thalle, on n'a pas de différenciation de tissus et d'organes.

Par contre si l'appareil végétatif est un cormus (possédant des organes différenciés : en tige, racine et feuille), on a des cormophytes.

Parmi les cormophytes on a

Les trachéophytes sont les plantes vascularisées (xylème + phloème).

Les cryptogames ont leurs organes reproducteurs cachés (invisibles de l'extérieur),

Les phanérogames ont leurs organes reproducteurs visibles de l'extérieur.

### 1.1 Les thallophytes

Les thallophytes (fig. 3): les thallophytes peuvent être unicellulaires ou pluricellulaires. Leur corps (appareil végétatif) se compose d'un seul thalle qui est une structure de forme aplatie ou un filament dépourvu de système vasculaire n'ayant pas de vaisseaux conducteurs de sève. Ces plantes peuvent être microscopiques, macroscopiques.

Parmi les thallophytes on a :

Les algues : sont des thallophytes chlorophylliens et autotrophes,

Les champignons : sont dépourvus de chlorophylle et adaptés à la nutrition hétérotrophe (fig. 4).

Les lichens : c'est des organismes composé de champignons qui vivent en symbiose avec des algues. On distingue des thallophytes macroscopiques et microscopiques.



**Figure 3:** Photos représentant une plante de thallophytes macroscopiques (Acétabulaire à gauche, plante unicellulaire marine) et une espèce de lichens sur un tronc d'arbre (à droite)

# CHAMPIGNONS

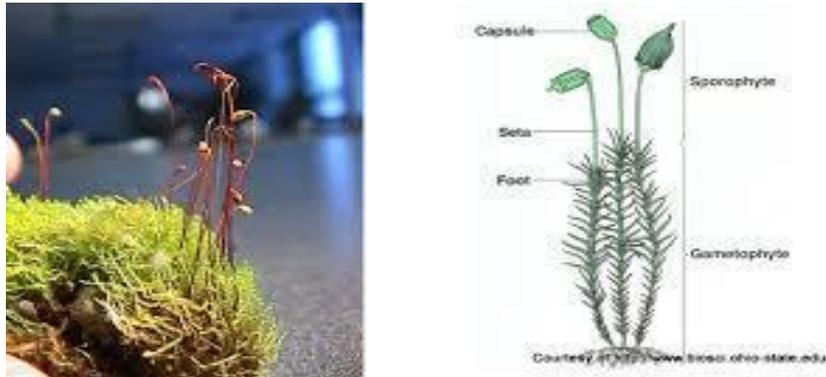
## TOXIQUES & COMESTIBLES



Figure 4: Photos de champignons

## 1.2 Les cormophytes

C'est un groupe de végétaux supérieurs toujours pluricellulaires et dont les cellules sont réunies en tissus formant à leur tour des organes beaucoup plus complexe qu'un thalle qu'on appelle Cormus d'où le nom de cormophyte (fig. 5); ce groupe est composé de plusieurs embranchements :



**Figure 5:** Photo représentant plantes appartenant aux cormophytes

### 1.2.1 Bryophytes

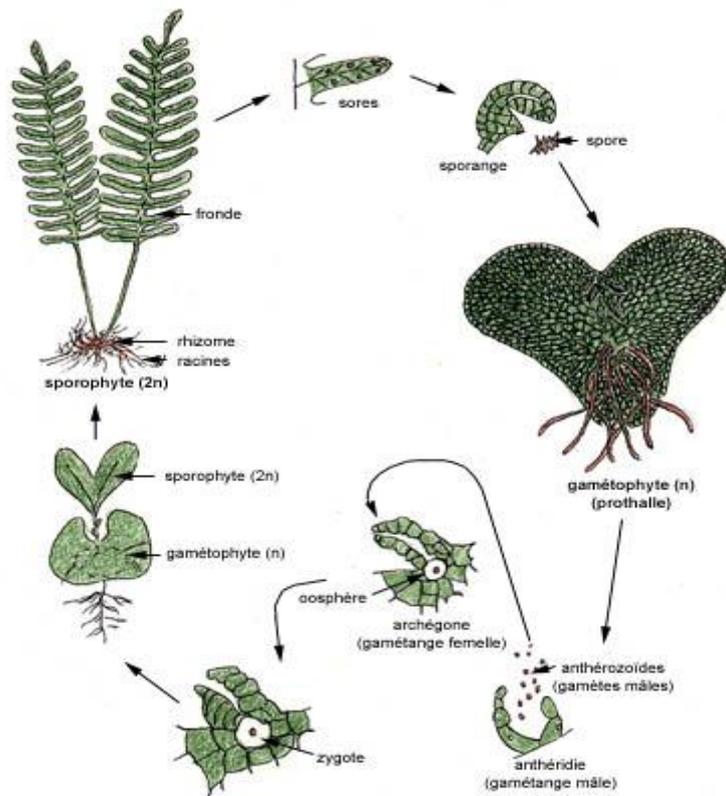
Les bryophytes (fig. 6) sont des plantes terrestres ou marines sans appareil vasculaire ; ils n'ont pas de racine mais ils possèdent des tiges et des feuilles. Exemple : les mousses.



**Figure 6:** Photo des bryophytes

### 1.2.2 Ptéridophytes

Les ptéridophytes (fig. 7) C'est un groupe de végétaux qui possèdent un système racinaire, de tiges, de feuilles et les tissus conducteurs mais il n y a pas de fleurs et il n y a pas de graines.



**Figure 7:** Ptéridophytes (fougère)

### 1.2.3 Pré spermaphytes

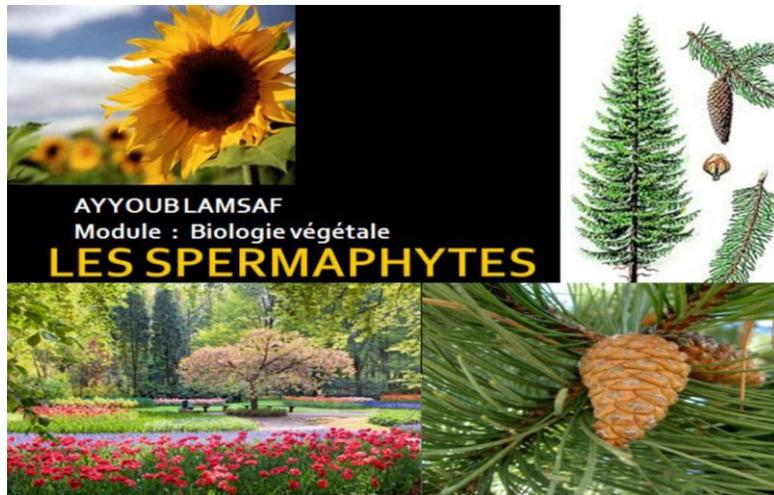
Les préspermaphytes (fig. 8) : C'est un groupe de végétaux intermédiaire entre les ptéridophytes et les spermaphytes. Ce groupe est constitué essentiellement fossiles et de plantes «résidu», comme Ginkgo biloba. Ils sont aussi appelées Préphanérogames. Ils ne produisent tout simplement des ovules mais de grains. Les pré-spermaphytes sont caractérisés par la miniaturisation de leurs gamétophytes.



**Figure 8:**Photo de pré-spermaphyte

## 1.2.4 Spermaphytes ou Phanérogames

Le nom de spermaphytes (fig. 9) provient du mot grec, sperma : graine ; phytes : végétal, anciennement appelés **phanérogames**, sont des plantes à graines et sont caractérisés par l'apparition des fleurs et des graines, sont divisés en 3 sous-embranchements.



**Figure 9:** Photo de spermaphytes

### 1.2.4.1 Les Chlamydospermes:

Les chlamydospemes (fig. 10) sont proches des gymnospermes Chlamydos : enveloppe ; sperma : graine, ils possèdent des organes reproducteurs entourés d'une enveloppe. Ces végétaux sont comme des intermédiaires entre les gymnospermes et les angiospermes



**Figure 10:** Photo de chlamydospermes

### 1.2.4.2 Gymnospermes :

Les gymnospermes (fig. 11): est un sous-embanchement des Spermaphytes. Regroupant des plantes ayant un ovule nu et porté par des pièces foliaires rassemblées sur un rameau fertile. C'est ensemble de plantes vasculaires dont les grains sont formés à partir d'ovules non enclos dans un ovaire.



**Figure 11:**Photos de gymnospermes

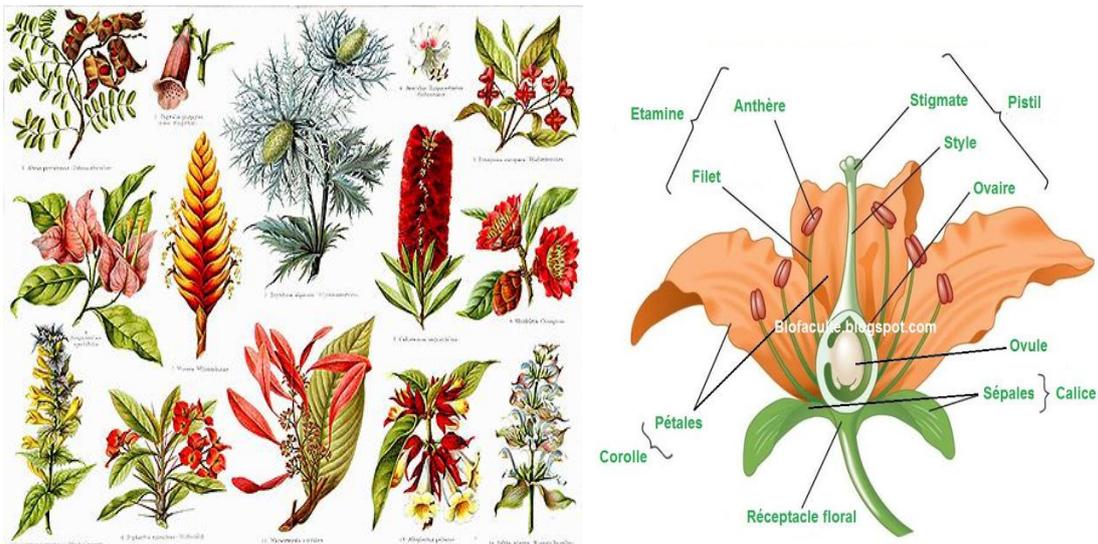
Les gymnospermes sont des plantes sans fleurs. Chez les gymnospermes les ovules sont nus et libres, c'est-à-dire ne sont pas protégés dans un ovaire : exemple les espèces du pin et du cyprès (fig. 12).



**Figure 12:** Photo représentant une plante de gymnosperme cas du pin

### 1.2.4.3 Angiospermes

Les angiospermes appelés aussi les Magnoliophytes (fig. 13), c'est un groupe de plantes vasculaires du groupe des Spermatophytes, sont couramment appelés plantes à fleurs parce qu'ils portent des fleurs puis des fruits. Angiosperme représentent la plus grande partie des espèces de végétaux terrestres et aquatiques. Le terme « Angiosperme » signifie «graine couverte» en grec par opposition aux gymnospermes (graine nue). Selon les estimations ce groupe renferme un nombre d'espèces compris entre 250 000 et 300 000 ce qui représente la plus grande partie des espèces végétales sur le globe terrestre, ces de plantes très diversifiées.

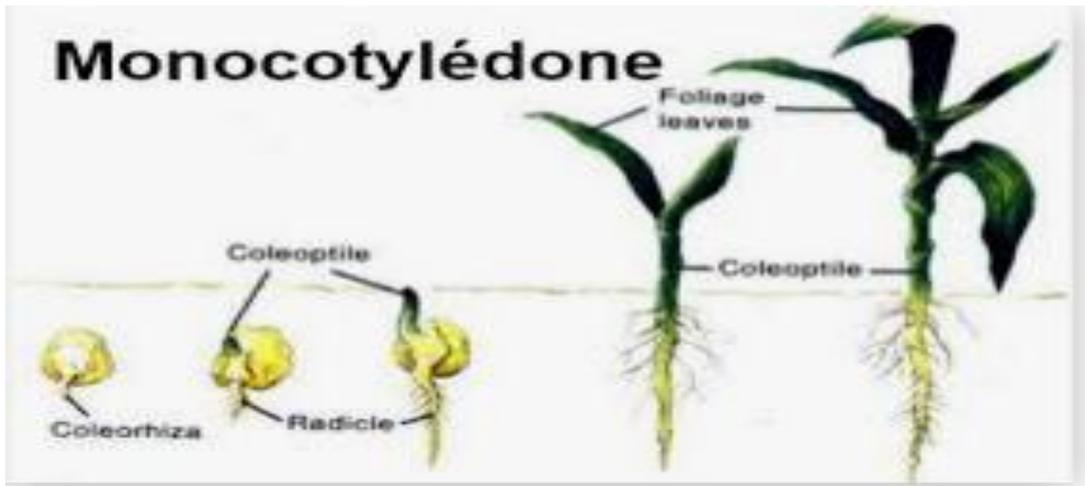


**Figure 13:** Photo représentant des plantes

Les Angiospermes se composent des Dicotylédones et Monocotylédones.

#### 1.2.4.3.1 Monocotylédones :

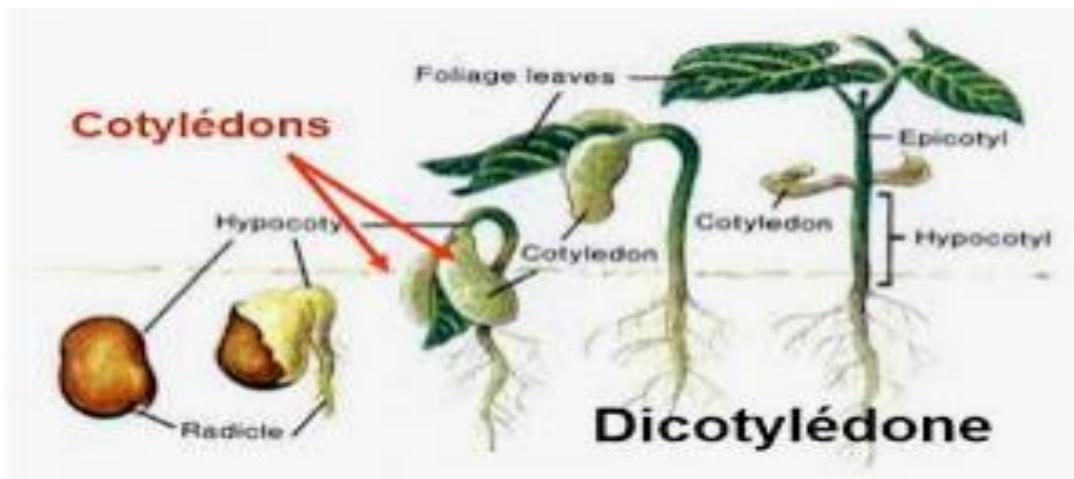
Les Monocotylédones (fig. 14) sont une classe de végétaux regroupant des plantes à fleurs ayant des graines ou des embryons possédant un seul cotylédon, soit une seule feuille primordiale donc ces des plantes issues de la germination d'une graine, ne contenant qu'un seul cotylédon dont la plantule possède une seule feuille, appelée, pré-feuille ou éophylle.



**Figure 14:** Photo représentant une monocotylédone

#### 1.2.4.3.2 Dicotylédones :

Les dicotylédones (fig. 15) sont plantes d'angiospermes, possédant des fleurs ; sont caractérisées par une plantule contenant, deux cotylédons. C'est des plantes à fleurs, dont la plantule est issue de la germination d'une graine, présente, deux feuilles, appelées aussi cotylédons, pré feuilles ou éophylles.



**Figure 15:** Photo représentant une dicotylédone

# **Chapitre II : Les différents types de tissus végétaux**

Chapitre II : Les différents types de tissus végétaux

Dr GHARABI Dhia



## 2 Chapitre II : Les différents types de tissus végétaux

### Introduction

Dans les organes des plantes, comme ceux des animaux, les cellules sont regroupées en tissus spécialisées. Il s'agit donc d'un ensemble. Un tissu est un assemblage de cellules semblables qui ont la même origine embryologique même forme, même structure et assurent la même fonction physiologique déterminée. Les tissus formeront des organes tels que : tiges, feuilles, racines, fleurs...etc.

Tout d'abord nous allons voir un aperçu sur la cellule végétale et ses particularités après et tout au long de ce chapitre, nous allons parler des types de **tissus** rencontrés chez les végétaux en se basant sur la **typologie** communément admise de tissus, nous offrons une description des **principaux types de tissus végétaux** illustrés par des photos. Il s'agit donc simplement de conceptualiser les types de cellules qui les composent leurs localisations et leurs rôles.

- ❖ Méristème primaire (racinaire et caulinaire)
  - Tissus primaires
  - Tissus protecteurs (épiderme)
  - Tissus de remplissage (parenchyme)
  - Tissus de soutien (collenchyme et sclérenchyme)
  - Tissus conducteurs (xylème primaire, phloème primaire)
  - Tissus sécréteurs
- ❖ Méristèmes secondaires (latéraux) (le cambium et le phellogène)
  - Tissus secondaires
  - Tissus conducteurs (xylème secondaire et Phloème secondaire)
  - Tissus protecteurs (suber ou liège, phelloderme)

### 2.1 La cellule végétale et ses particularités:

Les cellules qui constituent les angiospermes et les végétaux supérieurs sont des cellules eucaryotes qui se distinguent de la cellule animale par la présence de (fig. 16) :

- plastes et pigments assimilateurs
- D'un appareil vacuolaire ou le vacuome
- Paroi pecto-cellulosique
- Et l'absence de centriole

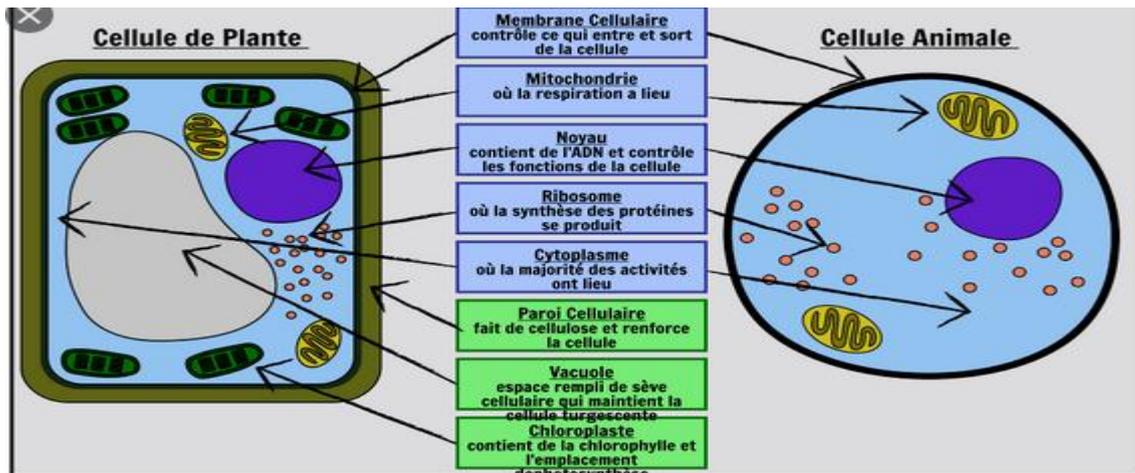


Figure 16: Particularité de la cellule végétale par rapport à la cellule animale

### 2.1.1 Les plastes :

Les plastes sont des organites de la cellule végétale eucaryote, de forme ovoïde à sphérique, limités par une double membrane appelée : enveloppe plastidale. Ils proviennent des proplastides. **Les proplastides** sont des organites spécifiques des cellules végétales indifférenciées ou les cellules des méristèmes. On distingue plusieurs types de plastides:

#### Les chloroplastes (fig. 17) :

Ils contiennent des pigments chlorophylliens. L'ultrastructure d'un chloroplaste montre qu'il est délimité par une double membrane séparées par l'espace inter membranaire, entourant un stroma qui contient des ribosomes, de l'ADN circulaire, de l'amidon et de gouttelettes lipidiques en plus d'un empilement de petits saccules appelés thylakoïdes contenant des pigments verts (chlorophylle) et pigments jaune orange (caroténoïdes) ; l'empilement des thylakoïdes forme le granum (plusieurs sont appelés grana).

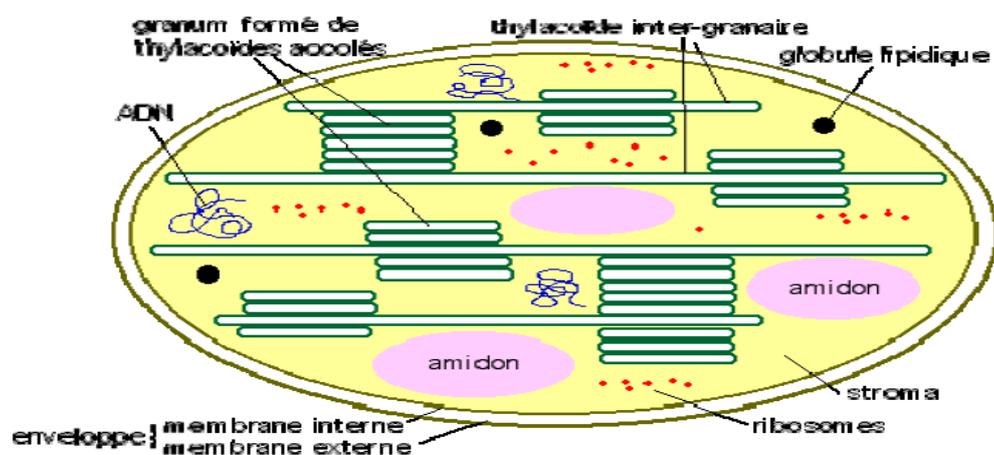
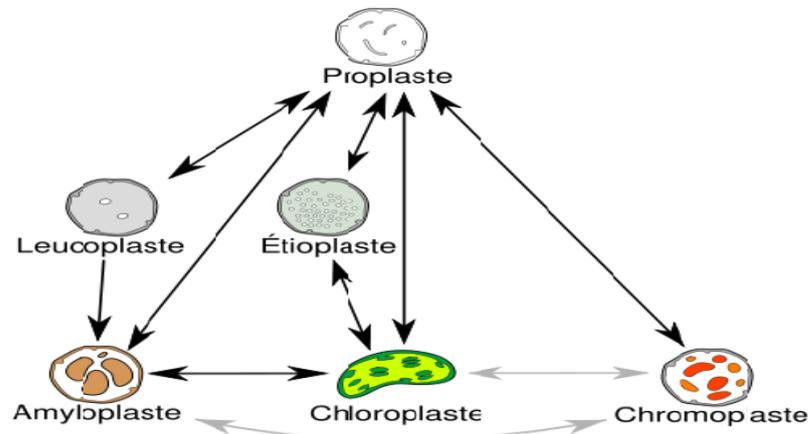


Figure 17: Ultrastructure d'un chloroplaste

- **Un chromoplaste** : c'est un plaste des plantes à graines. ils sont riches en, comme les xanthophylles, les carotènes, colorés de jaune à orange (Ils sont responsables de la couleur de la tomate des pétales de fleurs).
- **Les leucoplastes** : sont des plastes non pigmentés sont localisés dans les racines et les tissus non photosynthétiques. Ils sont spécialisés dans stockage des réserves d'amidon (amyloplastes), de lipides (oléoplastes) ou de protéines (protéinoplastes),
- **Un amyloplast** : sont présents les organes de réserves, le cas des tiges souterraines hypertrophiées comme les tubercules de pomme de terre. C'est une réserve d'amidon.
- **Les oléoplastes** sont des organites en forme gouttelettes lipidiques sphériques (plastoglobules) spécialisés dans le stockage des lipides.
- Les **protéinoplastes** : appelés aussi *protéoplastes*, *aleuoplastes*, ou *aleuroplastes*). Ils contiennent des protéines sous forme cristalline ils sont présents dans de certaines graines, exemple les cacahuètes.
- Les plastes peuvent changer de types par exemple un amyloplaste se transforme en chloroplaste sous l'effet de la lumière et un chloroplaste peut prendre la forme d'un chromoplaste chez les agrumes ce phénomène est appelé : processus d'inter conversion (fig. 18).



**Figure 18:** Processus d'inter conversion des plastes

### 2.1.2 Vacuome :

Le vacuome c'est l'ensemble des vacuoles, généralement dans les cellules végétales jeunes on trouve important vacuoles qu'on appelle : vacuome ces petites vacuoles avec l'âge vont fusionner (lors de la différenciation cellulaire) pour former une grande vacuole qui peut occuper plus de 40% du volume du contenu cellulaire. Les vacuoles contiennent des éléments minéraux, substances organique de l'eau et des pigments.

Le rôle physiologique de la vacuole est la régulation de la pression osmotique, le PH et la concentration ionique)

### 2.1.3 Les membranes de la cellule végétale :

La cellule végétale et ses organites entourés de membranes constituées essentiellement de lipides et de protéines. La membrane est formée d'une bicouche de phospho- glycéro-lipides et de cholestérol Les deux membranes qui sont particulièrement importantes sont

**a. la membrane plasmique :** appelée aussi le plasmalemme, d'une épaisseur de 6 à 9 nm, délimite le cytoplasme de la cellule ayant une perméabilité très sélective, elle joue le rôle de protection et de contrôle des échanges entre les milieux intra et extracellulaire. Cette membrane est traversée à certaines places par des ouvertures qu'on appelle : plasmodesmes.

**b. le tonoplaste :** représente la membrane qui sépare la vacuole du cytoplasme d'une cellule végétale. Le tonoplaste à perméabilité sélective, joue, un rôle dans le processus osmotique ; il contrôle l'entrée et la sortie des éléments stockés dans la vacuole de la cellule végétale.

### 2.1.4 La paroi cellulaire :

La présence d'une paroi cellulaire appelée aussi apoplasme, ou *paroi* pectocellulosique est une matrice extracellulaire entourant le plasmalemme est une particularité des cellules végétales, cette paroi assure la rigidité et la protection de la cellule. La paroi cellulaire est aussi traversée par des plasmodesmes qui assurent le passage des solutés d'une manière sélective.

La paroi cellulaire est composée d'environ 90% de glucides (la pectine, l'hémicelluloses et la cellulose) et de 10% de protéines.

La paroi a une structure variable selon l'âge du végétal et l'espèce en question, elle est constituée de :

- **La paroi primaire :** Elle est la première à se déposer, entre la lamelle moyenne et la membrane plasmique ; elle est constituée d'un réseau de micro fibrilles de cellulose et hémicellulose, elle se trouve dans les cellules en croissance et indifférenciées en élongation, elle est flexible hydrophile, souple.
- **La lamelle moyenne :** (mitoyenne) : elle constitue le ciment entre les cellules, elle est de nature pectique et elle est située à l'**extérieure** de la paroi cellulaire.
- **La paroi secondaire :** pendant la **différenciation cellulaire** elle est déposée entre la paroi primaire et la membrane plasmique, elle a une épaisseur plus importante par rapport à la

paroi primaire, elle composée de cellulose et hémicellulose et de composés phénoliques (la lignine assurant la rigidité, et la subérine et la cutine assurant l'imperméabilité).

## **2.2 Les tissus fondamentaux ou les méristèmes :**

**Définition d'un tissu végétale :** chez les végétaux supérieurs un tissu végétal est un tissu biologique constitué d'un assemblage de cellules qui présentent, la même origine, la même forme, la même structure et la même fonction. Les principaux tissus des végétaux eucaryotes sont :

Tissus fondamentaux : appelés les méristèmes ou tissus méristématiques, sont les tissus de croissance ils ont forte capacité de se diviser par mitose assurant la croissance de la plante, sont localisés au niveau des tiges et des racines. On distingue les méristèmes primaires, et les méristèmes secondaires

### **2.2.1 Méristèmes primaires**

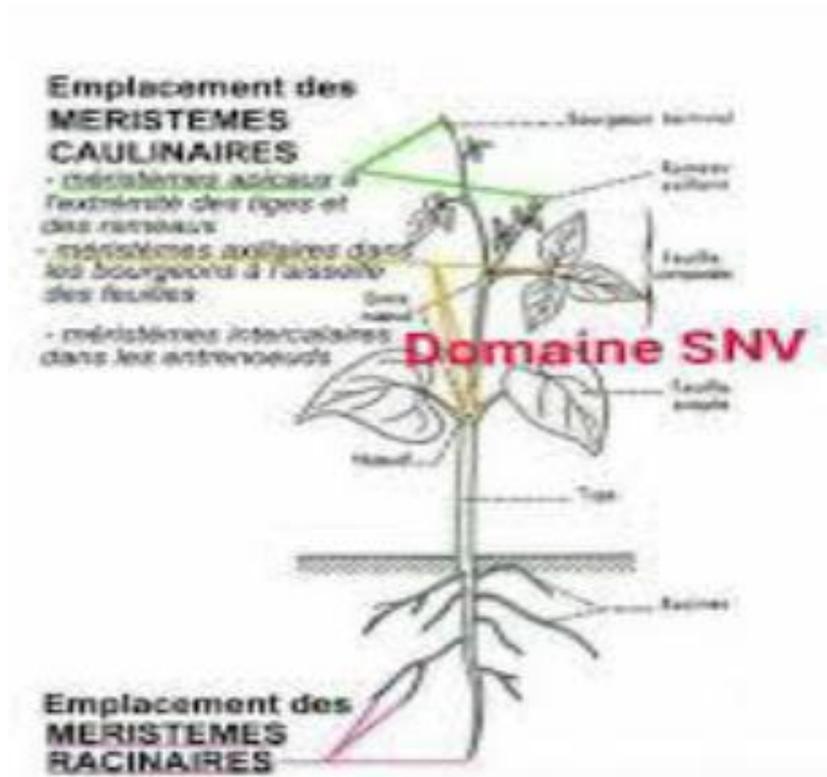
Le méristème est un tissu végétal composé d'un groupe de cellules indifférenciées, à activité mitotique importante, responsables de la croissance indéfinie de la plante.

Les méristèmes se présentent sous différentes formes, en différents lieux de la plante et ont des fonctions variées.

#### **2.2.1.1 Caractéristiques et localisation des méristèmes primaires :**

Les cellules des méristèmes primaires sont localisées aux extrémités des tiges et des racines. Elles sont petites, isodiamétriques, leurs noyaux sont sphériques, volumineux, très riches en chromatine, les vacuoles sont nombreuses et très petites et leurs plastes sont indifférenciés (pro plastes).

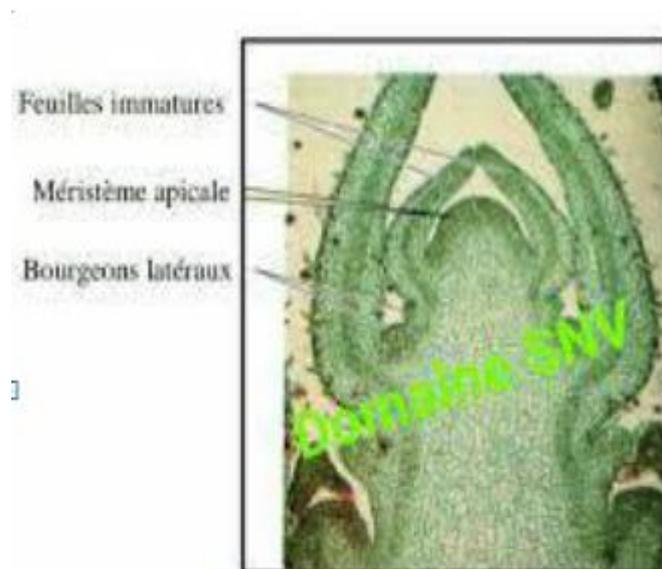
Ce sont des méristèmes apicaux caulinaire situés sur la région apicale (fig. 19) des tiges et les méristèmes apicaux racinaires localisés sur l'extrémité de la racine. Ils sont présents chez toutes les plantes, ils assurent la croissance en longueur de toute les plantes.



**Figure 19:** Localisation des méristèmes caulinaire et racinaire

### 2.2.1.2 Méristème primaire caulinaire

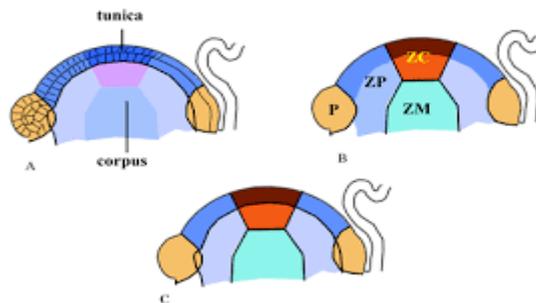
Le méristème apical caulinaire (de la tige) (fig. 20) est localisé dans les régions apicales supérieures du végétal, responsable de la formation de la majorité des organes aériens : feuilles, entrenœuds (qui constituent la tige) ainsi que les méristèmes axillaires situés à l'aisselle des feuilles, il est de grande capacité organogène et histogène, jusqu'à la mort de la plante.



**Figure 20:** Méristème caulinaire

La section centrale du méristème caulinaire révèle l'existence de trois régions (fig. 21) :

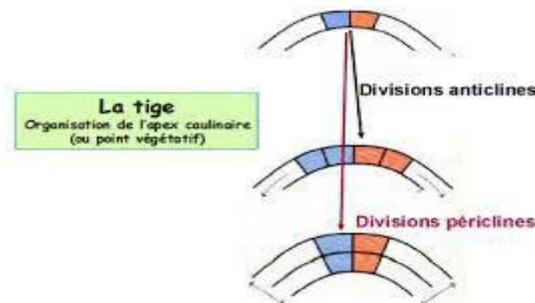
1. Z.C. (Zone Centrale; Zone axiale): Cellules se divisent rarement et donnent naissance aux cellules de la Z.P. et Z.M.
2. Z.P. (Zone Périphérique; Zone latérale; Anneau initial): Cellules se divisant rapidement pour donner naissance aux primordiums foliaires et à une partie de la tige.
3. Z.M. (Zone médullaire ou Méristème Médullaire): met en place les tissus centraux de la tige.



**Figure 21:** Les trois régions du méristème caulinaire

Selon le modèle tunica corpus le méristème apical caulinaire (fig. 22) :

Assises L1, L2 : Divisions anticlines (plan de division perpendiculaire à la surface du Assise L3 + Corpus: anticline et péricline (plan de division parallèle à la surface du méristème.

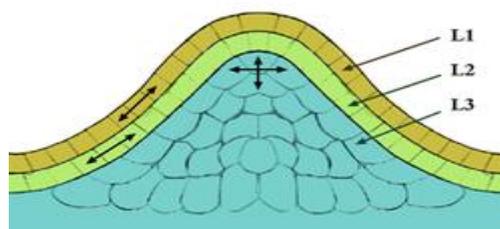


**Figure 22:** Le méristème apical caulinaire selon modèle tunica corpus

Le rôle des trois assises du méristème caulinaire est (fig. 23):

Assise L1 : responsable de la mise en place du protoderme puis l'épiderme de la feuille

Assises L2 L3 : responsables de la mise en place des tissus internes de la tige et de la feuille.

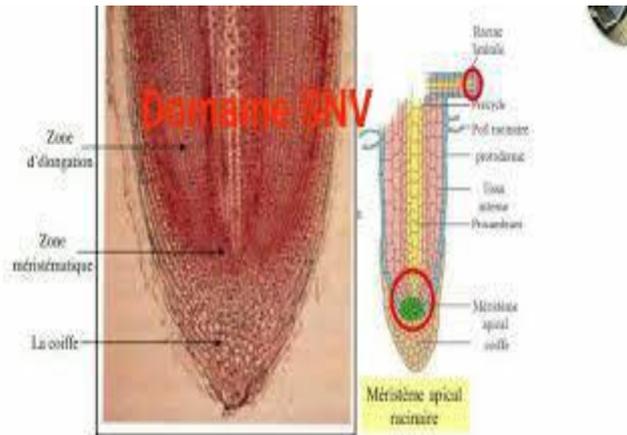


**Figure 23:** Rôle des trois assises du méristème caulinaire

### 2.2.1.3 Méristème racinaire :

**Définition :** Le méristème apical de la racine est comme le caulinaire est formé durant l'embryogenèse. Il élabore les tissus de la racine et la coiffe, il est uniquement histogène. Il ne produit pas d'organes latéraux et n'est donc pas organogène (fig. 24).

Les racines latérales se forment de manière endogène à quelque distance de l'apex à partir du péricycle (assise cellulaire située entre l'écorce et la stèle). La structure et le fonctionnement des ramifications sont identiques à ceux du méristème apical de la racine.



**Figure 24:** Coupe longitudinale du méristème racinaire

#### 2.2.1.3.1 Structure du méristème racinaire

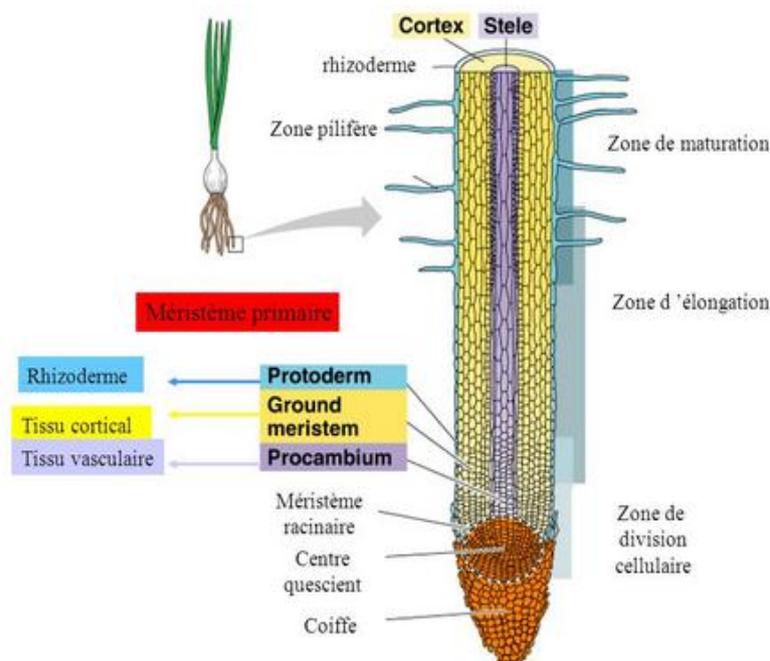
La structuration de l'apex racinaire apparaît de la manière suivante :

1. Au niveau le plus apical, une coiffe qui comprend des cellules fréquemment renouvelées assurant la protection du méristème et la pénétration de la racine en croissance dans le sol. Ses fonctions sont les suivantes :
2. Elle forme, lors de la croissance dans le sol, une protection mécanique contre la désagrégation du méristème apical caulinaire qui pourrait intervenir s'il était au contact direct des particules du sol.
3. Elle produit une substance mucilagineuse visqueuse (constituée de polysaccharides essentiellement) qu'on nomme mucigel et qui facilite la pénétration de la racine dans le sol et peut aussi faciliter les associations symbiotiques racinaires avec des 'champignons' ou des Bactéries.
4. Elle possède – dans sa zone centrale nommée columelle – des cellules capables de capter l'orientation de la racine par rapport au champ de pesanteur, ce qui est à l'origine d'un gravi tropisme (est un processus coordonné de croissance différentielle par une plante ou un champignon en réponse à la gravité qui l'attire) positif.

5. Au niveau apical, une zone méristématique que nous développons dans le paragraphe suivant.

6. Au niveau subapical, une zone d'élongation cellulaire où les cellules s'allongent et commencent à se différencier légèrement (fusion des vacuoles, agrandissement de la vacuole...).

7. Puis à mesure qu'on s'éloigne, une zone de différenciation claire des cellules en tissus de racines : rhizoderme (avec éventuellement des poils absorbants dans la zone pilifère, puis subérification à mesure qu'on s'éloigne de l'apex), parenchyme cortical, endoderme et péri-cycle, tissus conducteurs, parenchyme médullaire (fig. 25).



**Figure 25:** Structure du méristème racinaire

## 2.3 Tissus protecteurs primaires :

**Définition :** sont appelés aussi tissus de revêtement ou de recouvrement ou système tégumentaire ou tégument, sont des tissus superficiels protégeant les tissus intérieurs ou les parenchymes des agressions extérieures et de la déshydratation. On distingue deux types de tissus protecteurs primaires: l'**épiderme** et le **rhizoderme** ou l'**assise pilifère**.

### 2.3.1 L'épiderme :

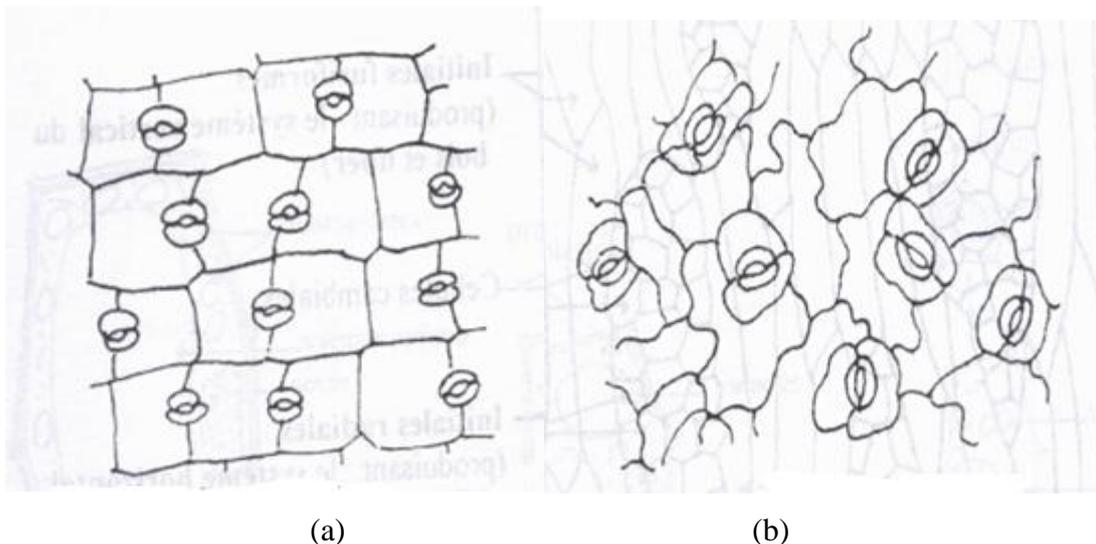
L'épiderme est constitué de cellules vivantes constituant une assise superficielle recouvrant la surface des organes aériens de la plante. Il assure un rôle protecteur des tissus sous-jacents contre la déshydratation et les agressions du milieu extérieur.

Les cellules épidermiques sont des cellules vivantes, présentant 1 à 2 vacuoles bien développées, un cytoplasme périphérique, un noyau pariétal et sont dépourvues de chloroplastes, sauf chez les plantes aquatiques et les plantes d'ombre. Les vacuoles renferment des pigments (fleurs, feuilles).

En général, une assise de cellules constitue un épiderme simple. Plusieurs assises de cellules forment un épiderme composé.

Les parois latérales et internes des cellules épidermiques sont minces et cellulósiques. Les parois externes sont épaisses, cutinisées, formant un revêtement imperméable et résistant à la surface de l'épiderme : la cuticule (formée de cutine, de cires et de triterpènes).

Les cellules épidermiques sont de forme variable, étroitement accolées les unes aux autres, sans méats, à contours rectiligne (fig. 26. a) ou sinueux (fig. 26. b).



**Figure 26:** Cellules épidermiques: à contour rectiligne et (b) : à contour sinueux.

L'épiderme assure la régulation des échanges gazeux entre les tissus internes et l'atmosphère à travers des ouvertures qu'il contient nommée : stomates, mais parfois on trouve des poils épidermiques.

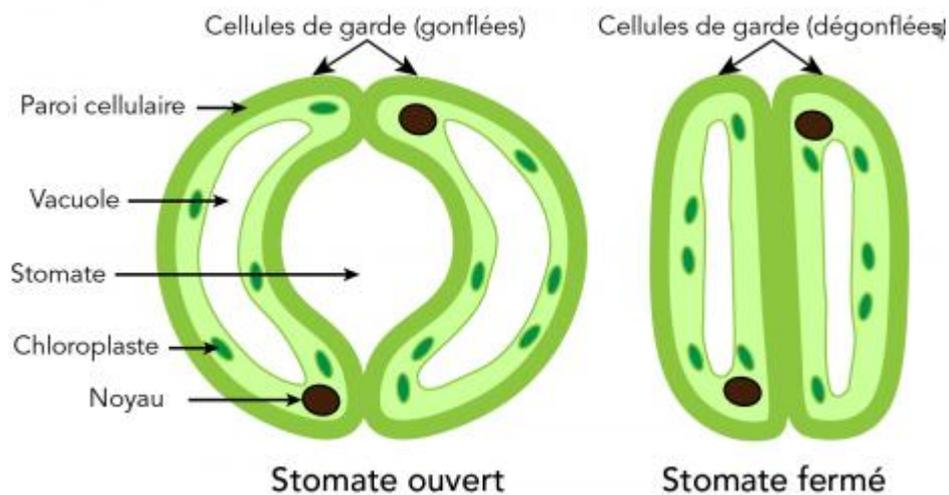
L'épiderme est constitué de: Cellules épidermiques cutinisées, assurant la protection contre la déshydratation Stomates, permettant les échanges gazeux.

**Stomates :** sont des structures ménagées dans l'assise épidermique par lesquelles s'effectuent les échanges gazeux et la transpiration, car les cellules épidermiques sont imperméables. Un stomate est constitué de (fig. 27):

Deux cellules réniformes ou cellules stomatiques chlorophylliennes qui laissent une ouverture entre elles : l'ostiole

Une chambre sous-stomatique, lacune située sous les deux cellules stomatiques. Cette lacune emmagasine les gaz.

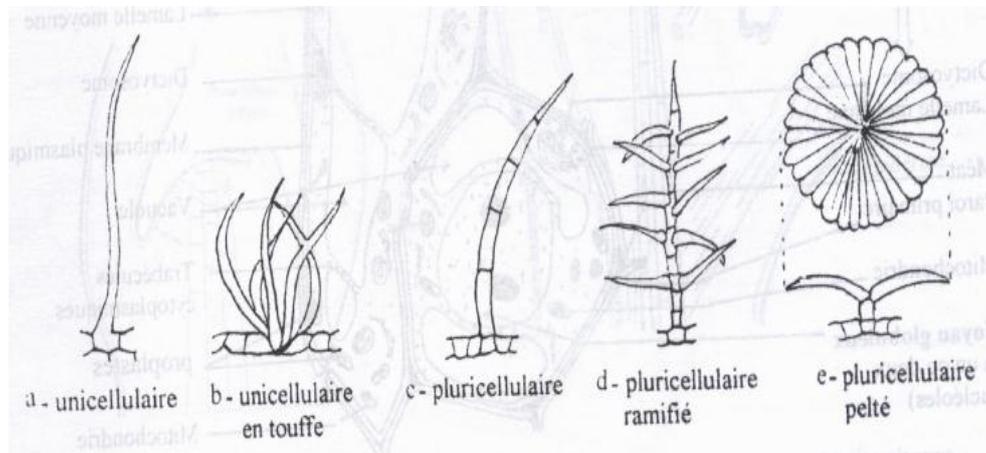
La paroi de chaque cellule stomatique est épaisse du côté de l'ostiole et mince du côté opposé.



**Figure 27:** Structure d'un stomate

L'épiderme, chez certaines plantes, contient des poils épidermiques qui représentent des prolongements de cellules épidermiques, assurant un rôle : protecteur, sécréteur.

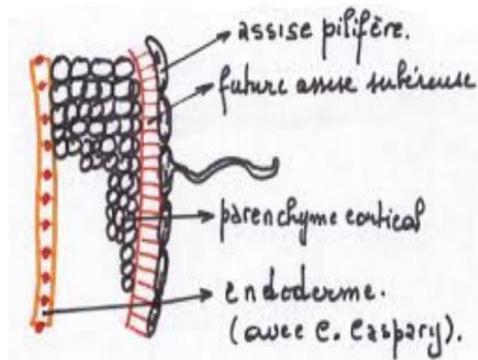
Il existe plusieurs types de poils épidermiques (fig. 28).



**Figure 28:** Quelques types de poils épidermiques

### 2.3.2 Le rhizoderme ou l'assise pilifère :

C'est un tissu de revêtement primaire des racines donc au niveau des organes aériens on a l'épiderme et au niveau des racines il est remplacé par le **rhizoderme**, ou assise **pilifère** (fig. 29) mais cette assise ne contient ni stomates ni cuticule. L'assise pilifère est composée de cellules très allongées et perméables à l'assimilation de l'eau et les éléments minéraux (sels) certaines cellules sont allongées pour former les poils absorbant assurant absorption des éléments nutritifs du sol.



**Figure 29:** Structure de l'assise pilifère ou rhizoderme

## 2.4 Les Tissus de Remplissage ou Tissus parenchymateux :

Ce sont les tissus fondamentaux des végétaux, ils sont le siège des métabolismes de la plante, Ce sont les tissus les moins différenciés, ils peuvent se dédifférencier pour donner d'autres tissus. C'est des tissus formés de cellules vivantes à paroi mince et à vacuole bien développée. D'origine primaire, ils proviennent des méristèmes primaires. Classés d'après la forme des cellules et la fonction des tissus.

### 2.4.1 Classification des parenchymes selon la forme :

(Voir fig. 30)

#### 2.4.1.1 Parenchyme à méats :

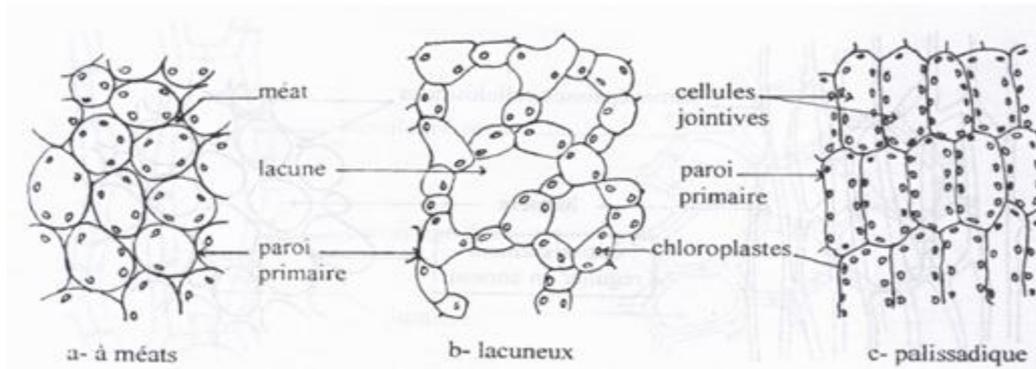
Constitué de cellules plus ou moins arrondies, par décollement de la lamelle moyenne (constituant de la paroi cellulaire assurant le lien entre des cellules voisines), pour former des méats. Situés au niveau des feuilles (face inférieure), tige, pétiole et racines.

#### 2.4.1.2 Parenchyme lacuneux :

Ses cellules sont plus ou moins arrondies ou étoilées, entre lesquelles se trouvent de grandes lacunes où circulent les gaz. Situées dans les faces inférieures des feuilles, tiges et pétioles.

#### 2.4.1.3 Parenchyme palissadique :

Constitué de cellules allongées, polyédriques et accolées les unes aux autres, sans méats. Une à deux assises de cellules situées du côté de la face supérieure des feuilles (face la plus éclairée) et très riche en chloroplastes.

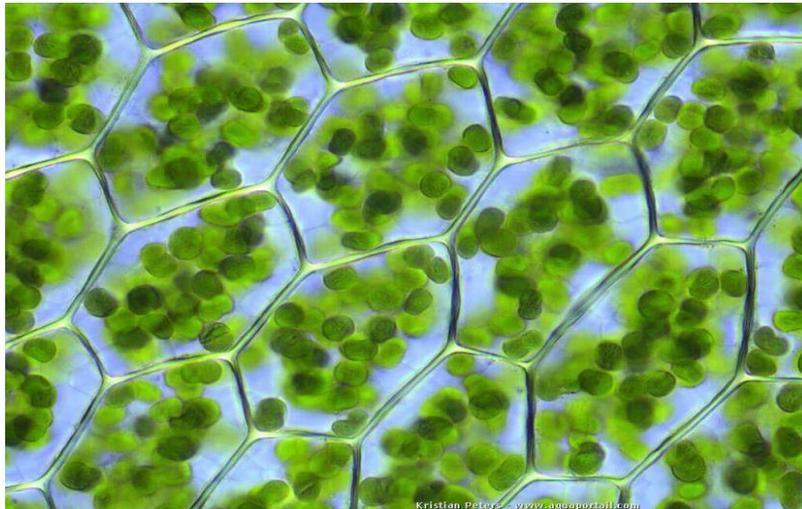


**Figure 30:** Types de parenchyme selon la forme

## 2.4.2 Classification des parenchymes selon la fonction :

### 2.4.2.1 Parenchymes chlorophylliens :

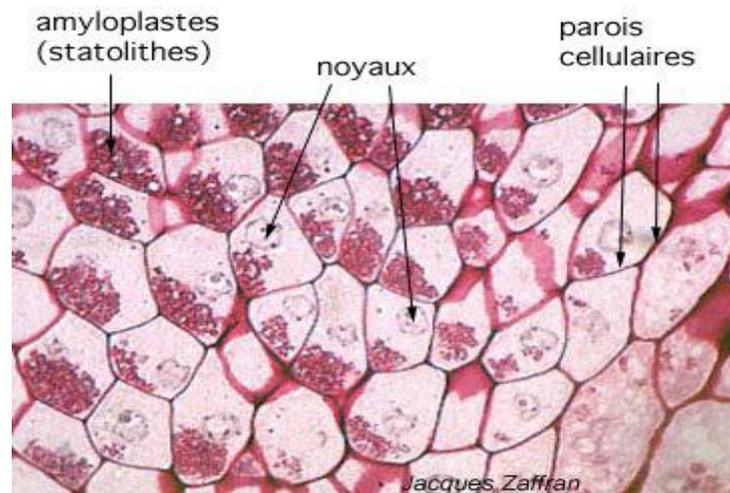
Les cellules de ce parenchyme sont riches en chloroplastes, rôle dans la photosynthèse (fig. 31), situés en périphérie des organes aériens.



**Figure 31:** Parenchyme chlorophyllien

### 2.4.2.2 Les parenchymes de réserve:

Parenchymes à méats, situés plus profondément dans les organes. Ils reçoivent les composés élaborés par les parenchymes chlorophylliens, et une fois remaniés, ils sont accumulés dans ces parenchymes. Il se trouve à l'intérieur des tiges ou des racines, des fruits et des graines, il est constitué de cellules vivantes pour former des tissus de réserve. Ces réserves peuvent être sous forme de glucides (betterave à sucre), d'amidon (pomme de terre), de lipides (graines d'arachide) et de protides (graines de céréales) (fig. 32).



**Figure 32:** Parenchyme de réserves (amidon)

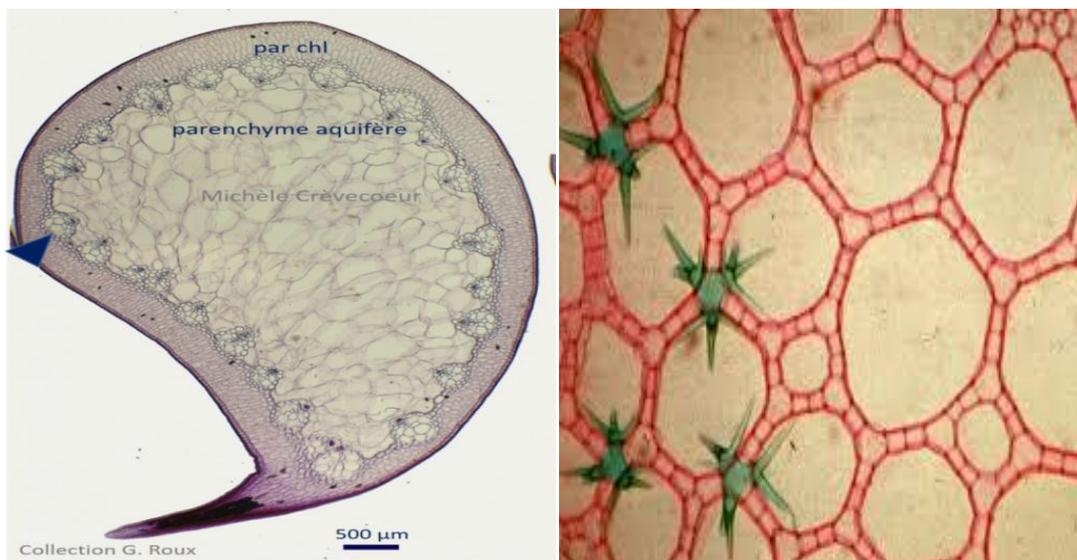
Parfois les réserves peuvent être de l'eau ou de l'air et on aura :

#### 2.4.2.3 Le parenchyme aquifère :

Quand le parenchyme est constitué de cellules volumineuses, pourvues d'une vacuole très développée. Il est abondant dans les tiges ou les feuilles des plantes grasses où il constitue une réserve d'eau (fig. 33 (a)).

#### 2.4.2.4 Le parenchyme aérifère :

Il est un type de tissu lacuneux où les lacunes emprisonnent de l'air. On les rencontre chez les plantes aquatiques (fig. 33 (b)).



(a)

(b)

**Figure 33:** Parenchymes a: aquifère et b: aérifère

## 2.5 Tissus de soutien (collenchyme et sclérenchyme) :

Sont appelés aussi les tissus squelettique ou mécaniques sont rigides grâce à la paroi des cellules qui compose ses tissus, il existe deux types de tissus de soutien : le collenchyme et le sclérenchyme.

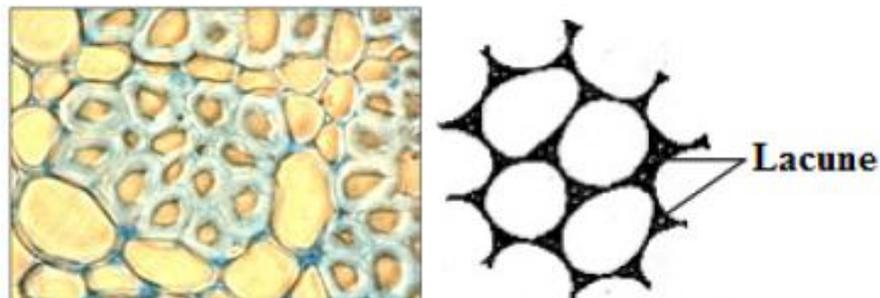
### 2.5.1 Collenchyme :

c'est un tissu formé de cellules plus ou moins allongées, aux parois cellululosiques qui permettent à la plante de continuer à croître dans la zone considérée, il est situé sous l'épiderme des feuilles et des tiges assurant la rigidité et flexibilité des organes herbacés, et en croissance des jeunes plantes, , pas de paroi secondaire,

En fonction de l'épaississement de la paroi. En fonction de l'épaississement de la paroi des cellules du collenchyme on distingue:

#### 2.5.1.1 Le collenchyme annulaire :

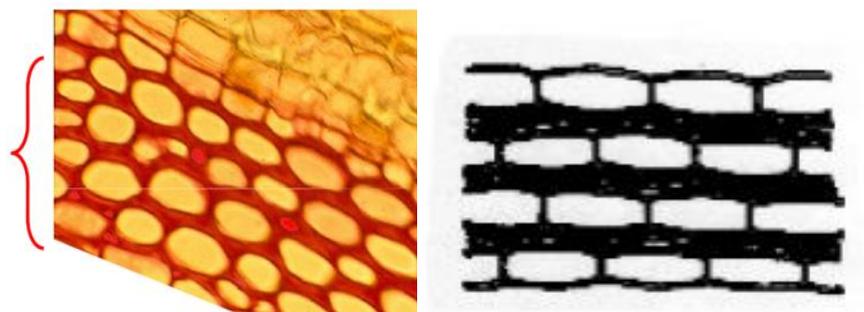
Le dépôt cellulósique sur la paroi des cellules est uniforme donnant l'impression de la forme d'un anneau (fig. 34).



**Figure 34:** Collenchyme annulaire

#### 2.5.1.2 Le collenchyme tangentiel ou lamellaire :

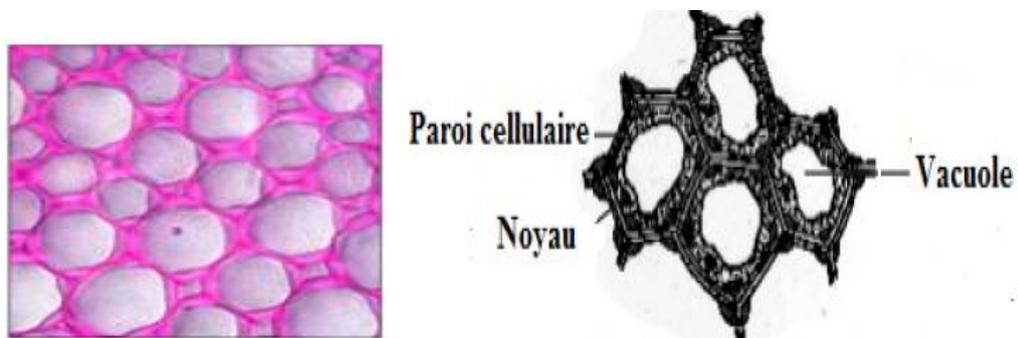
C'est un collenchyme, dont les cellules avec épaississement seulement des parois tangentielles, c'est-à-dire parallèles à la surface externe, sont épaissies (fig. 35).



**Figure 35:** Collenchyme tangentiel ou lamellaire

### 2.5.1.3 Le collenchyme angulaire :

Le dépôt cellulosique sur la paroi des cellules est concentré sur les angles de la paroi. (fig. 36).

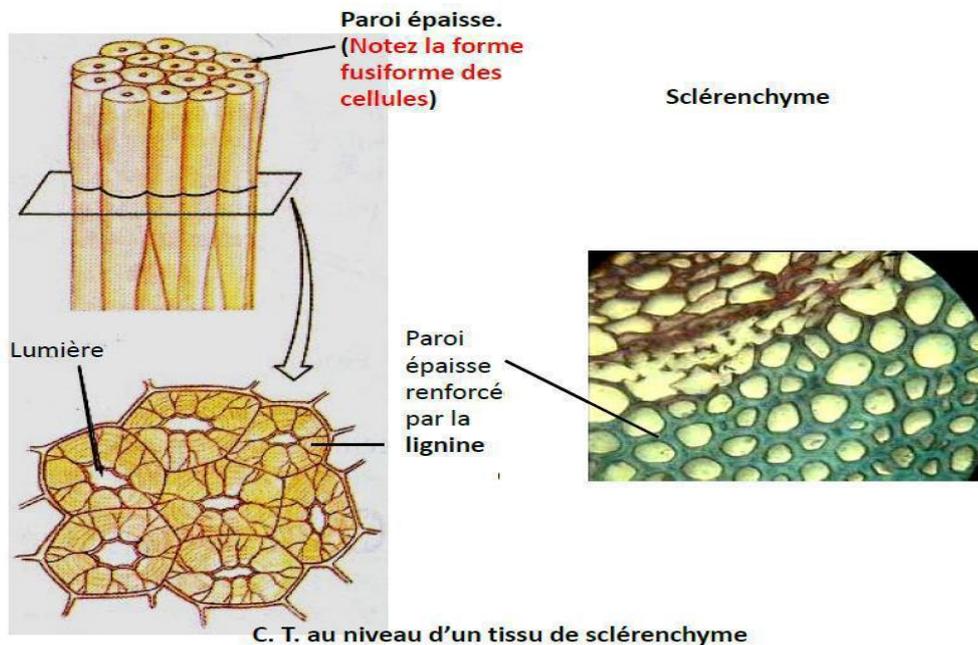


**Figure 36:** Collenchyme angulaire

### 2.5.2 Sclérenchyme :

C'est un tissu formé de cellules mortes, polyédriques, sans méats, aux parois épaisses imprégnées de lignine et rigide (paroi secondaire). Elles inhibent la croissance des plantes.

Les cellules de sclérenchyme sont regroupées en faisceaux formant des **fibres végétales** parfois elles présentent des formes irrégulières on les appelle les **sclérites** (fig. 37).



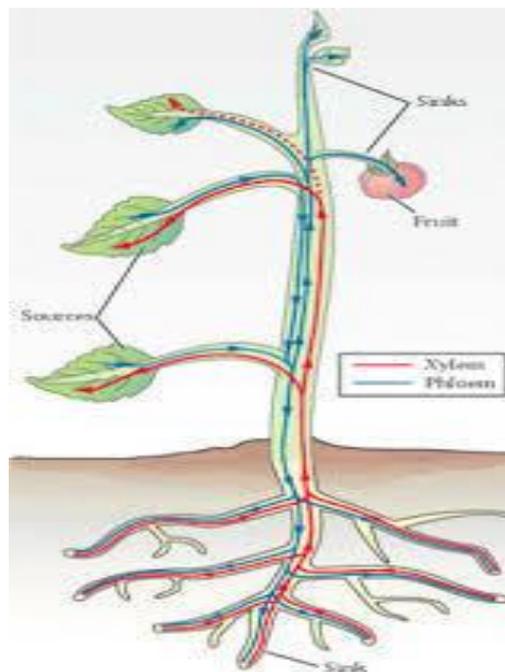
**Figure 37:** Sclérenchyme

- Dans les plantes ligneuses (arbres et arbustes), le sclérenchyme est très abondant est très réduit dans les plantes herbacées.

## 2.6 Tissus conducteurs primaires :(xylème primaire, phloème primaire)

Chez les végétaux vasculaires angiospermes il existe deux types de tissus conducteurs le transport de l'eau et des sels minéraux (la sève brute) du sol vers des organes de la plante est assuré par vaisseaux conducteurs appelés : **le xylème** et le transport des substances organiques résultants de la photosynthèse (la sève élaborée) est assuré par des vaisseaux conducteurs appelés : le **phloème** (fig. 38). Chez les plantes herbacées on rencontre le xylème primaire et le phloème primaire : sont des tissus conducteurs primaires.

- **Un vaisseau** : Tube distribuant la sève dans les diverses parties d'une plante.
- **Un faisceau** : ensemble de tube fins et allongés, liés, un faisceau criblovasculaire est l'ensemble du xylème et du phloème.



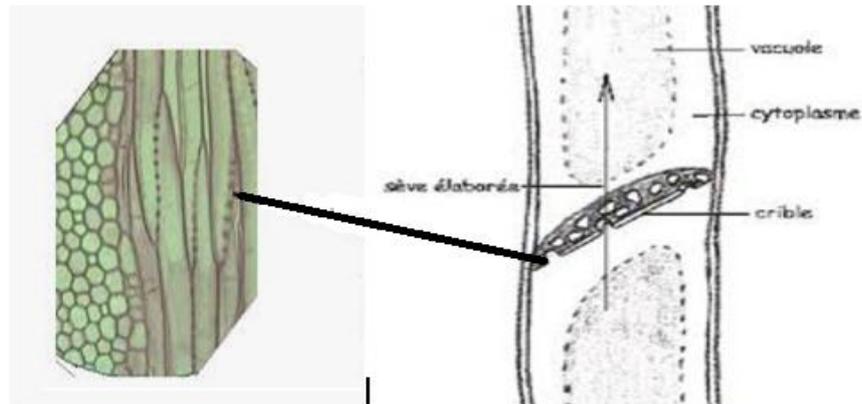
**Figure 38:** Tissus conducteurs de la plante

### 2.6.1 Phloème primaire :

C'est un tissu conducteur constitué de cellules vivantes, lors de la photosynthèse on aura la formation de la sève élaborée (des substances organiques) Il assure essentiellement le transport de la **sève élaborée**, les éléments constituant le phloème sont ; les tubes criblés et les cellules compagnes.

### 2.6.1.1 Les tubes criblés :

Sont des tubes composés de cellules allongées en longueur vivantes, fusiformes, à parois épaisses pecto-cellulosiques, ces cellules superposées les unes sur les autres, Les parois transversales des cellules qui constituent le tube sont traversées par de pores permettant le passage de la sève, appelés cribles (fig. 39),

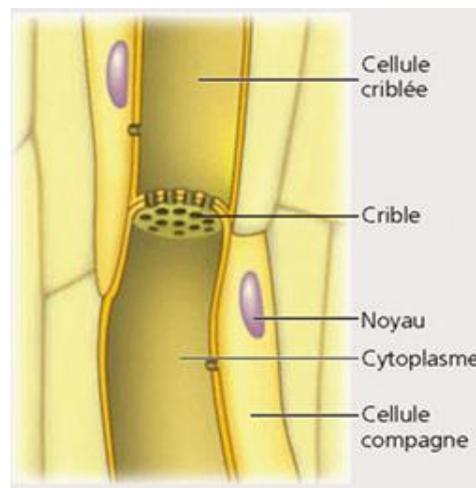


**Figure 39:** Tubes criblés

### 2.6.1.2 Cribles et les cellules compagnes :

C'est un type de cellules végétales constituant le phloème. Ce sont de petites cellules allongées, associées au tube criblé vivantes contenant des noyaux, à parois celluloses (fig. 40).

Les cellules compagnes assurent des fonctions autres que celles des cellules criblées ; elles synthétisent des protéines, apportent l'énergie et participent au contrôle des échanges entre les tubes criblés et les organes végétaux. Elles participent au contrôle de la circulation de la sève dans les tubes criblés.



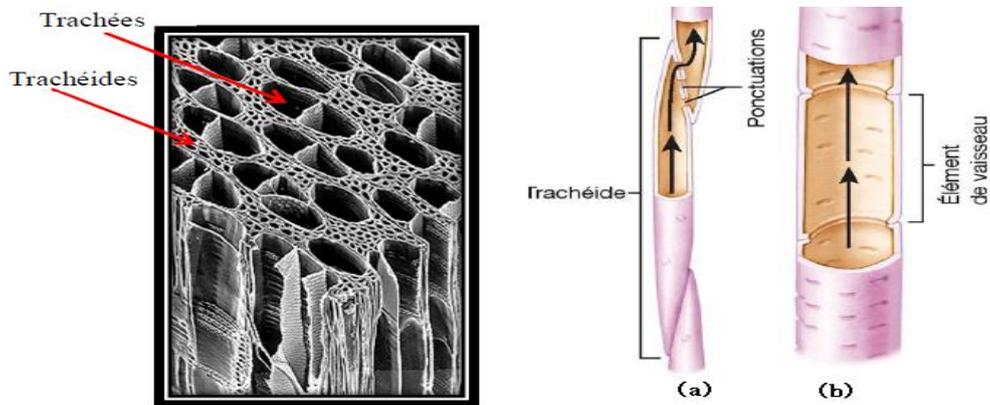
**Figure 40:** Éléments du phloème " cellules compagnes "

## 2.6.2 Xylème primaire :

Le xylème est tissu conducteur constitué de cellules allongées mortes, à parois épaisses et lignifiées présentant des pores pour permettre la circulation de l'eau et les sels minéraux (la sève brute), du sol vers les organes de la plante. Grâce au dépôt de lignine qui donne une rigidité du xylème, il assure un rôle de soutien en plus de celui de son rôle de tissu conducteur. Le xylème est formé de trachéides et de vaisseaux appelés aussi les trachées (fig. 41).

### 2.6.2.1 Les trachéides :

Sont appelés les faux vaisseaux ; Sont des cellules minces allongées en forme de biseau disposées d'une manière parallèle, à paroi longitudinale est épaisse par le dépôt de lignine, les parois transversales existent mais elles comportent des ponctuations permettant le passage de sève brute (fig. 41 (a)).

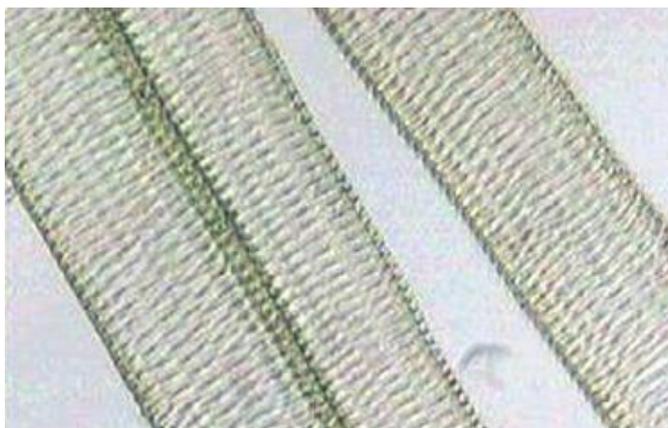


**Figure 41:** Tissus conducteurs trachéide et vaisseau (a) : schéma de trachéides et (b) schéma de vaisseau ou de trachée

Selon le dépôt de lignine sur les parois des trachéides on a plusieurs types :

#### 2.6.2.1.1 Trachéides scalariformes :

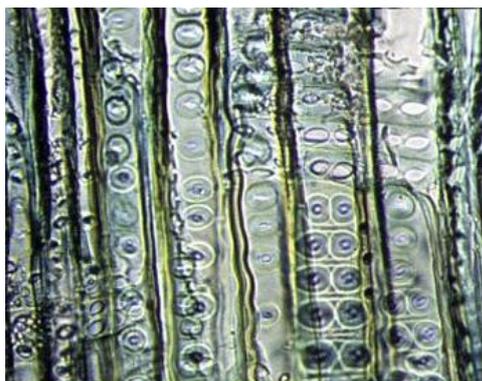
L'épaississement de la paroi des cellules composant le vaisseau est sous forme d'une échelle exemples les fougères (fig. 42).



**Figure 42:** Trachéides scalariformes « ptéridophytes »

#### 2.6.2.1.2 Trachéides aréolées :

L'épaississement de la paroi des cellules composant le vaisseau est sous forme de couches couvrant les parois à l'exception de petites cercles qui ne sont pas concernés par cet épaississement de lignine, appelés aréoles (fig. 43) : c'est le cas des gymnospermes.



**Figure 43:** Trachéides aréolées « gymnospermes »

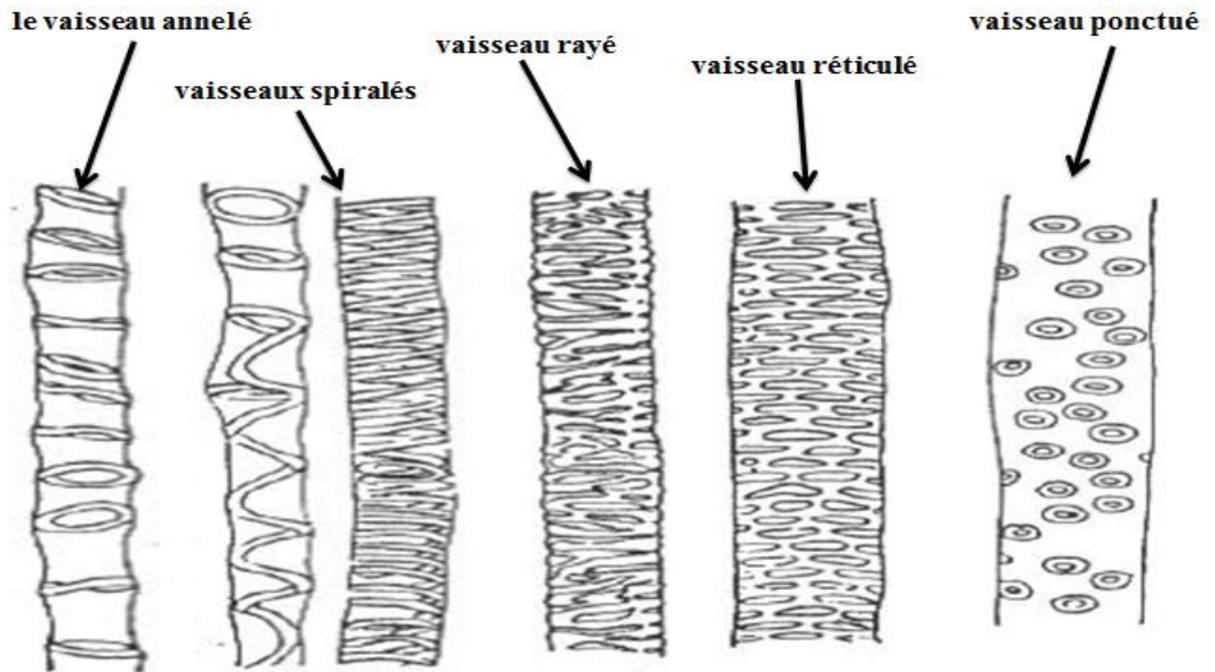
- Par contre chez les plantes à fleurs l'épaississement prend d'autres formes exemple la forme **d'anneaux** on parle de trachéides **annelées**; forme de **réseau** on parle de trachéides **réticulées**, si il prend la forme d'une **spirale** on parle de trachéides **spirales** (fig. 44) .



**Figure 44:** Trachéides annelées, spirales et réticulées « angiospermes »

### 2.6.2.2 Les vaisseaux ou trachées :

Sont appelés les vrais vaisseaux ou vaisseaux parfaits, constitués de cellules mortes de forme plus courtes que celles des trachéides ne possédant pas paroi transversale et la paroi longitudinale est imprégnée de lignine (fig. 38 (b)). ils sont spécifiques aux angiospermes ou plantes suivant le stade de différenciation de la plante on trouve des vaisseaux : annelés, spiralés, réticulés, ponctués (fig. 45).



**Figure 45:** Différents types de vaisseaux de xylème « angiospermes »

## 2.7 Tissus sécréteurs :

Sont des tissus qui synthétisent, secrètent, excrètent ou parfois peuvent même accumuler certaines substances comme le latex exemple du figuier (Ficus), les essences volatiles : des agrumes, parfum des pétales de roses, du thym, tannins, résines, etc...Il existe de tissus sécréteurs tissus sécréteurs externes et des tissus sécréteurs internes :

### 2.7.1 Tissus sécréteurs internes :

On distingue,

#### 2.7.1.1 Les cellules sécrétrices:

Sont des cellules isolées du parenchyme qui synthétisent et accumulent dans leurs vacuoles certaines substances exemple les cellules à tanin.

### 2.7.1.2 **Poches sécrétrices :**

Sont des cavités du parenchyme (de certains organes de la plante comme la tige, la feuille ou le fruit) qui accumulent les substances excrétées par les cellules entourant la poche exemple le péricarpe des agrumes (fig. 46) (orange, citron etc...).

### 2.7.1.3 **Canaux sécréteurs :**

Sont des canaux allongés avec contenant une cavité tout au long des tubes entourée par deux couches de cellules une assise de cellules sécrétrices et une assise de cellules protectrices (fig. 47).

### 2.7.1.4 **Laticifères :**

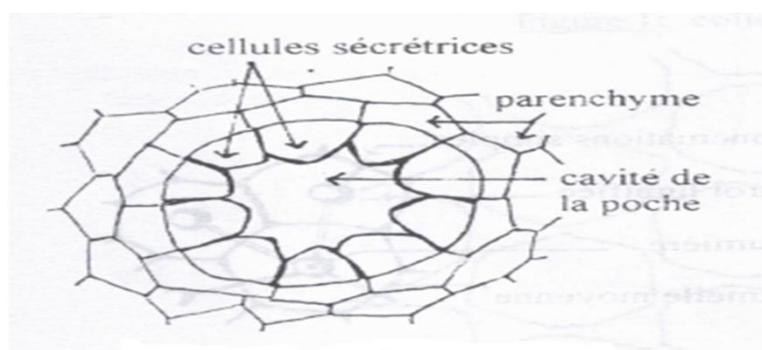
Sont des cellules très allongées, non ramifiées ou ramifiées contenant du latex (le latex c'est un liquide visqueux transparent à coloré blanc, ressemblant au lait, composé du glucose, sels minéraux, mucilage, alcaloïdes, tanins, etc... Selon le forme du laticifère on distingue :

#### 2.7.1.4.1 **Laticifères articulés :**

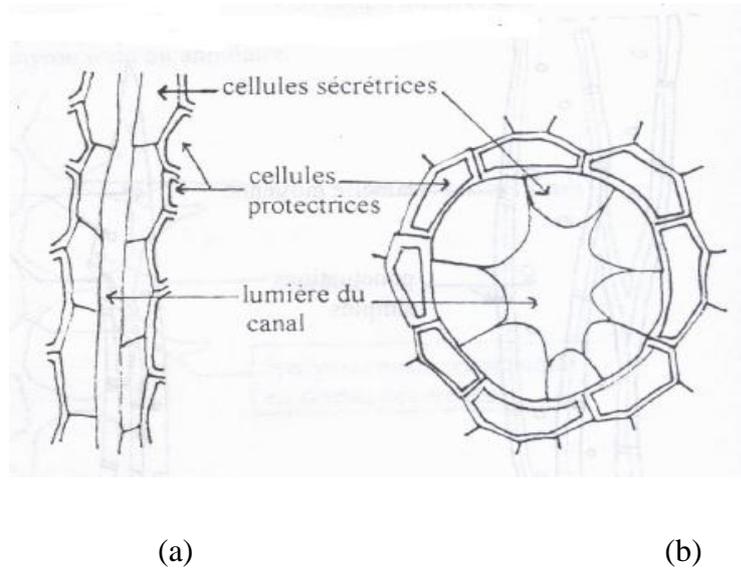
Ils sont formés à partir de nombreuses cellules parenchymateuses disposées en files avec les transversales perforées ou inexistantes (les cellules forment les articulations du laticifère) (fig. 48 (a)).

#### 2.7.1.4.2 **Laticifères vrais :**

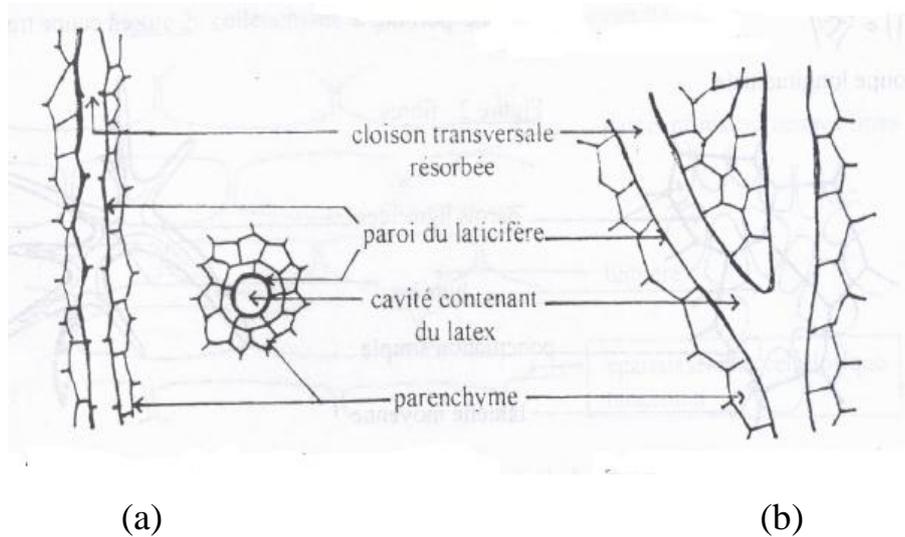
Ils sont formés à partir d'une seule cellule du parenchyme s'allonge considérablement en donnant une grande cellule allongée contenant plusieurs noyaux pour former un laticifère. Comme elle peut se ramifié pour donner un laticifère ramifié (fig. 48 (b)).



**Figure 46:** Schéma de Poche sécrétrice



**Figure 47:** Canal sécréteur (a) coupe longitudinale et (b) coupe transversale



**Figure 48:** Laticifères (a) laticifère articulé (b) laticifère ramifié

## 2.7.2 Tissus sécréteurs externes :

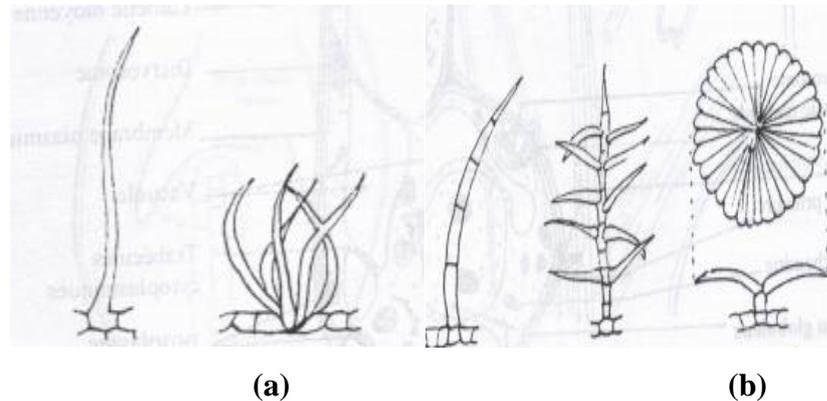
On distingue

### 2.7.2.1 Cellules d'épidermes :

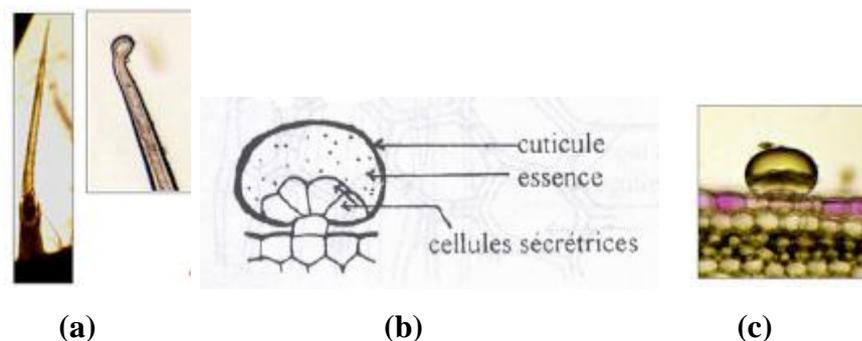
Certaines plantes contiennent au niveau de l'épiderme de leurs organes des cellules qui élaborent et accumulent dans leurs cytoplasmes des essences substances, qui se vaporisent au travers de la mince cuticule, produisent des parfums agréables ou désagréable.

### 2.7.2.2 Poils épidermiques :

Sont des prolongements des cellules épidermiques, formés d'une seule ou plusieurs cellules, (fig. 49), de forme plus ou moins allongée, assurant la sécrétion et la protection. Les poils peuvent existés sur les feuilles ; les tiges et les fleurs, ils sont de forme variable : simple, ramifié, globuleux, pelté... (fig. 50).



**Figure 49:** Poils épidermiques (a) unicellulaire et (b) pluricellulaires



**Figure 50:** Types de poils épidermique (a) : simple de l'ortie (b) et (c) : globuleux (a) de la lavande et (c) de la sauge.

## 2.8 Méristèmes secondaires :

Les méristèmes secondaires, sont des tissus de croissance, assurant la croissance en largeur des organes (des tiges, racines et feuilles) des gymnospermes et des angiospermes dicotylédones, mais ils sont absents chez monocotylédones. Le méristème secondaire apparait tardivement par rapport au méristème primaire, il est formé de cellules rectangulaires, plus différenciées contenant une grande vacuole et un noyau,

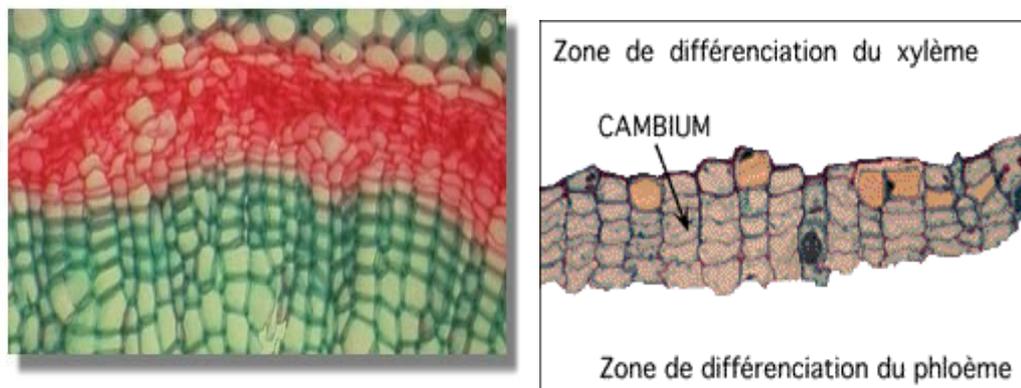
Les méristèmes secondaires sont responsables de la formation des tissus secondaires il existe deux types de méristèmes secondaires :

### 2.8.1 Le cambium :

Appelé aussi **la zone génératrice libéro-ligneuse**, il est composé de d'une couche de cellules, parenchymateuses au début, correctement alignées placées entre le xylème et le phloème en forme de cercle le long d'une coupe transversale. ou uniquement sous la forme d'un cylindre appelé parfois « anneau cambial »,

Il assure la croissance en largeur des organes par la formation du phloème secondaire (le liber) vers l'extérieur et du xylème secondaire (le bois) vers l'intérieur (fig. 51). Il est présent dans le cylindre central des tiges et des racines âgées et certaines feuilles.

La formation du cambium commence (la première année) par la différenciation des cellules parenchymateuses situées entre les faisceaux (**cambium inter fasciculaire**) et à l'intérieur des faisceaux (**cambium intra fasciculaire**) ces deux types de cambium se joignent pour former un cercle continu qu'on appelle : **anneau cambial**.

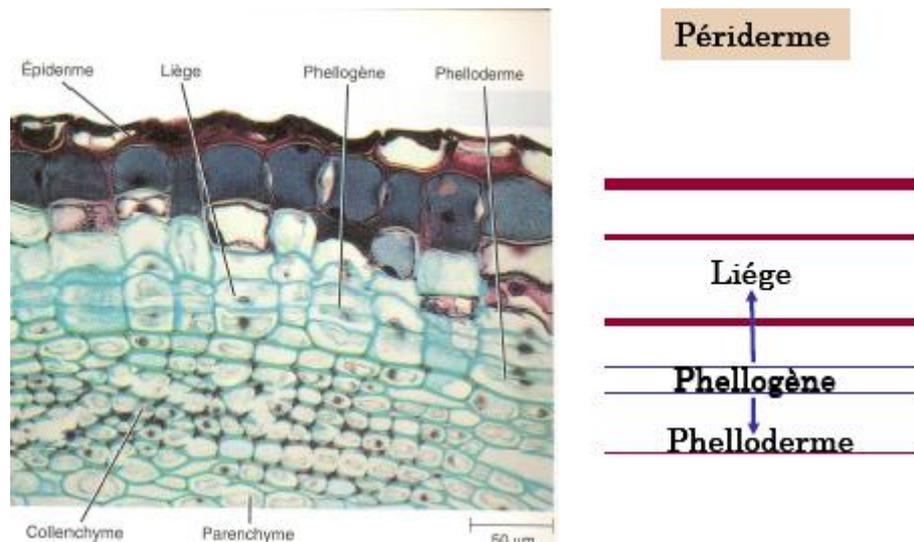


**Figure 51:** Cambium vasculaire ou inter-fasciculaire

### 2.8.2 Phellogène :

Appelé aussi La zone génératrice subéro-phéllodermique, présente dans l'écorce (cortex) des tiges et les racines âgées, des angiospermes et les gymnospermes, mais les feuilles ne contiennent pas de phellogène.

Le phellogène est responsable de la formation des tissus protecteurs secondaires le suber ou le liège vers l'extérieur et du tissu cortical secondaire le **phelloderme**, vers l'intérieur (fig. 52).



**Figure 52:** Zone génératrice subéro phellodermique (phelloderme)

### 2.8.3 Tissus conducteurs secondaires :

C'est le xylème secondaire et le phloème secondaire, sont spécifiques des angiospermes et gymnospermes. Ce sont des tissus secondaires d'origine secondaire, par différenciation des cellules cambiales qui vont former le xylème secondaire (le bois) et le phloème secondaire (ou liber).

#### 2.8.3.1 Xylème secondaire :

Aussi appelé le bois, tissu ligneux, tissu vasculaire secondaire, est un tissu conducteur d'origine secondaire. Il constitué de cellules mortes à paroi lignifiée assurant le rôle de la conduction de la sève brute dans les organes âgés en plus d'un rôle de soutien.

Le bois est constitué d'éléments conducteurs et d'éléments non conducteurs, présentant des différences entre les angiospermes et gymnospermes

#### 2.8.3.1.1 Éléments constitutants du xylème secondaire des dicotylédones :

##### 2.8.3.1.1.1 Éléments conducteurs :

- les vaisseaux rayés, les vaisseaux réticulés et les vaisseaux ponctués,

##### 2.8.3.1.1.2 Éléments non conducteurs :

- le parenchyme ligneux vertical (c'est un tissu de réserve),

- les rayons : c'est un parenchyme ligneux horizontal. Ils sont constitués d'une seule rangée de cellules (unisériés) ou plusieurs rangées de cellules.
- les fibres : sont des fibres de sclérenchyme lignifiées et d'origine secondaire
- le bois des angiospermes dicotylédones il a aspect hétérogène du fait qu'il est constitué les vaisseaux (rayé, réticulé ponctué), il est dit hétéroxylé (fig. 53)

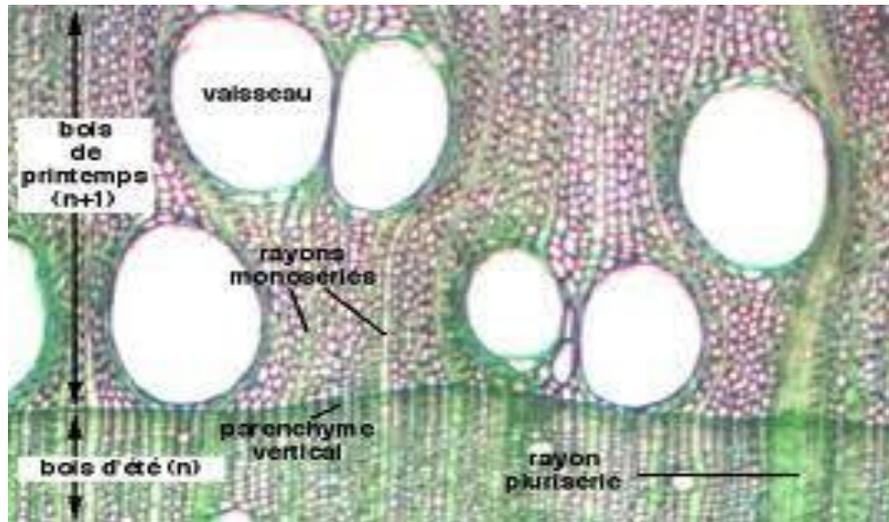


Figure 53: Eléments du xylème d'angiospermes

### 2.8.3.1.1.3 Cernes de bois :

Sur une coupe transversale d'un rameau âgé d'un tronc d'arbre on remarque plusieurs bandes concentriques. Ces bandes correspondent au bois formés durant chaque année de la vie du végétal on les appelle **cernes de bois**, ils relèvent l'âge de la plante (fig. 54).

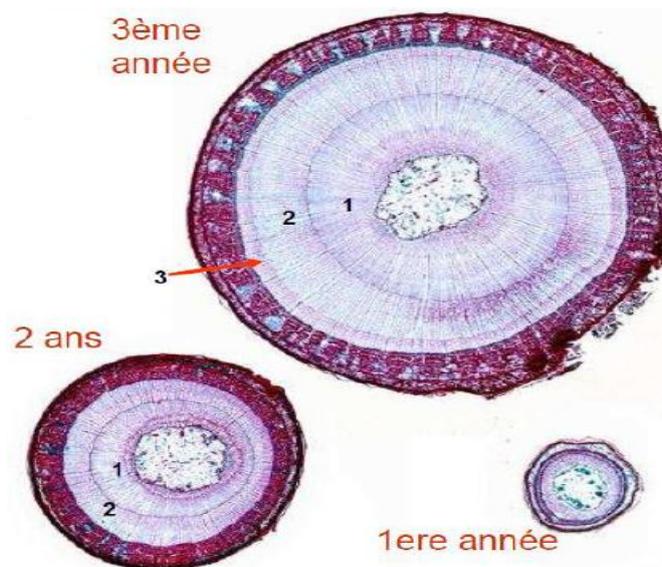


Figure 54: Le bois de trois ans

### 2.8.3.1.2 **Éléments constituant du xylème secondaire des gymnospermes:**

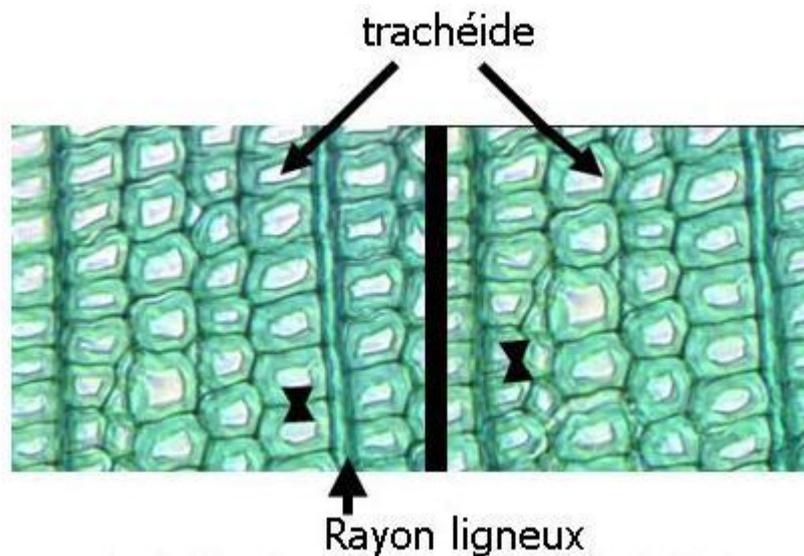
Le bois de la gymnosperme est constitué de (fig. 55) :

#### 2.8.3.1.2.1 **Éléments conducteurs :**

- 90 % éléments conducteurs des gymnospermes est constitué d'un seul élément conducteur représenté par des trachéides aréolées (homogène) : il est dit bois homoxylé.

#### 2.8.3.1.2.2 **Éléments non conducteurs**

- Les rayons : constitués par le parenchyme ligneux horizontal unisériel (Une seule rangée de cellules) .
- Le parenchyme ligneux vertical est très rare.



**Figure 55:** Le bois des gymnospermes

### 2.8.3.2 **Phloème secondaire :**

Aussi appelé le liber, tissu criblé secondaire, c'est un tissu conducteur de la sève élaborée dans les organes âgés, d'origine secondaire provenant du cambium,

Il est localisé vers l'extérieur constitué de couches concentriques de cellules aplaties, ayant l'aspect de feuilles d'un livre, sa formation se fait du centre vers la périphérie (centrifuge).

Le liber aussi est constitué d'éléments conducteurs et d'éléments non conducteurs, présentant des différences entre les angiospermes et gymnospermes.

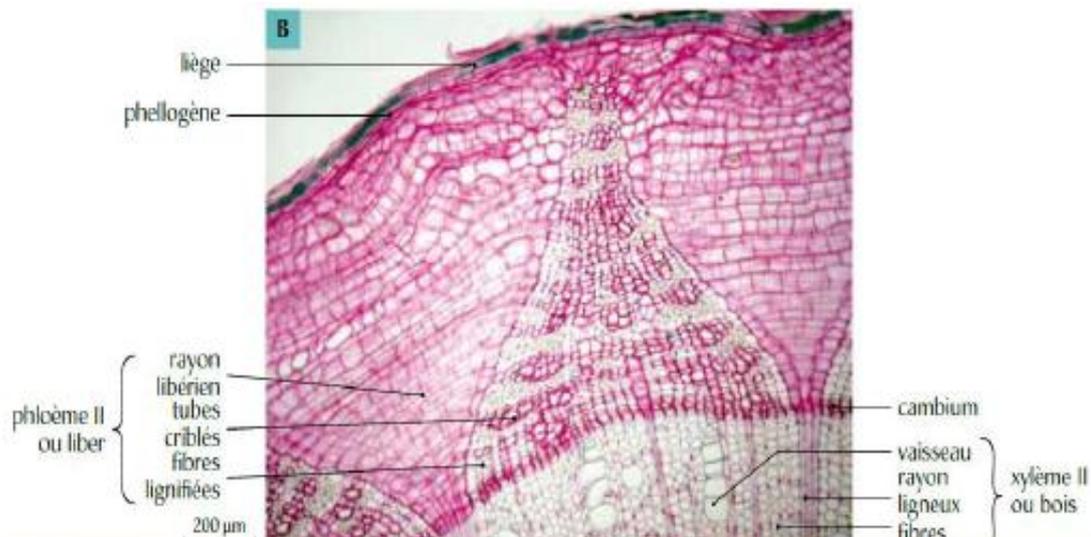
### 2.8.3.2.1 Éléments constituant phloème secondaire des dicotylédones:

#### 2.8.3.2.1.1 Éléments conducteurs :

- Tube criblé

#### 2.8.3.2.1.2 Éléments non conducteurs :

- Les cellules compagnes.
- Les fibres libériennes.
- Parfois Les fibres à paroi secondaire très épaisse
- Le Parenchyme libérien horizontal : constitué de cellules à paroi pecto cellulósique. Il forme les rayons libériens du système horizontal du liber. Ils peuvent être constitués d'une seule rangée ou plusieurs rangées de cellules (fig. 56).



**Figure 56:** Eléments du liber et de bois des angiospermes (phloème et xylème secondaires).

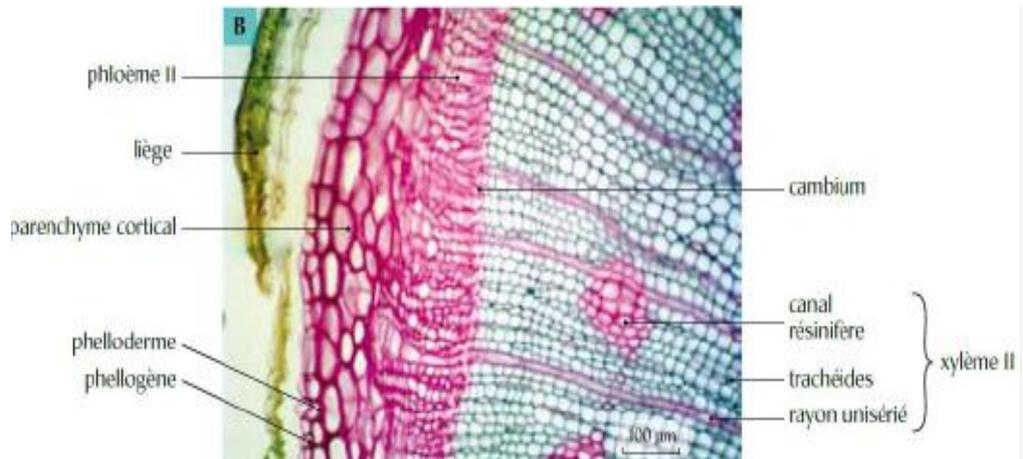
### 2.8.3.3 Éléments constituant du phloème secondaire des gymnospermes:

#### 2.8.3.3.1 Éléments conducteurs :

- les cellules criblées

#### 2.8.3.3.2 Éléments non conducteurs :

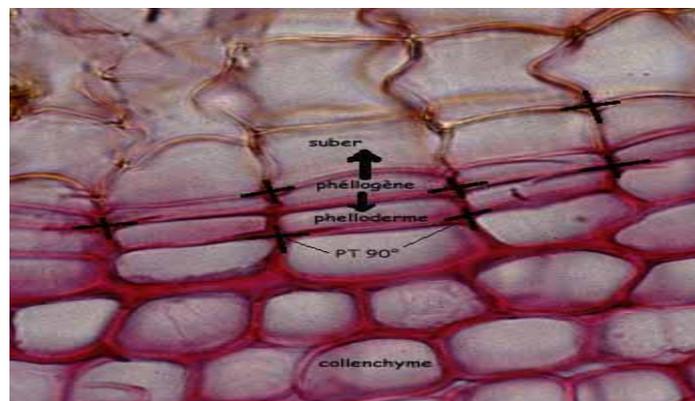
- Cellule de contact : sont des cellules de réserve appelées : cellules albumineuses ou strasburger;
- Le parenchyme libérien vertical est un tissu de réserve.
- Le parenchyme libérien horizontal, forme les rayons libériens unisériés (fig. 57),



**Figure 57:** Eléments du bois et de liber des gymnospermes

### 2.8.4 Tissus protecteurs secondaires :

Appelés aussi suber ou liège et phelloderme sont des tissus provenant de la différenciation du méristème secondaire cortical localisé sous épiderme et parfois de l'épiderme, destiné à produire : vers l'extérieur, du suber (liège) et au phelloderme vers intérieur (fig. 58) d'où le nom : **assise subéro-phello-dermique** ou **du phellogène**. Le phellogène existe chez les angiospermes dicotylédones et les gymnospermes et il est absent chez les monocotylédones.

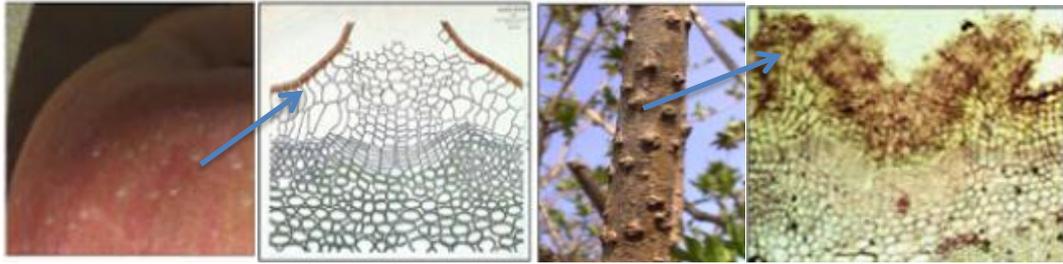


**Figure 58:** Localisation et rôle du phellogène

#### 2.8.4.1 Le suber :

il est constitué de nombreuses assises de cellules mortes, jointives et bien alignées remplies d'air produites par le phellogène. Le suber (ou liège) est tissu qui va remplacer l'épiderme des tiges et l'assise pilifère des racines des plantes âgées. Le suber est formé par épaissement et subérification (imprégnation par de la subérine) des parois cellulaires. Pour permettre les échanges entre les tissus internes et le milieu extérieur il existe des ouvertures formées en

profondeur du liège, par isolement des cellules du liège en créant r des méats et des espaces vides, appelées : lenticelles (fig. 59).

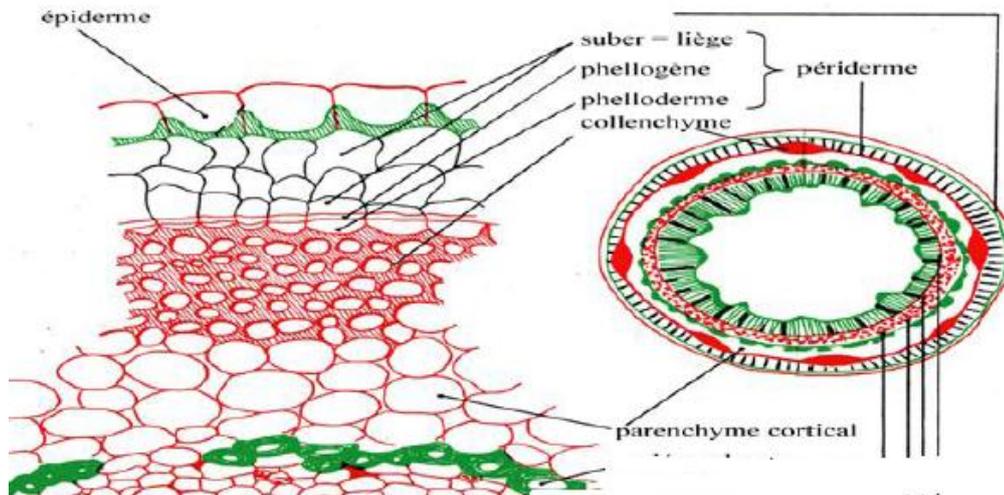


**Figure 59:** Lenticelles : à gauche de pomme de terre et à droite d'un tronc d'arbre

#### 2.8.4.2 Le phelloderme :

C'est un tissu formé par le phellogène vers le centre des tiges et des racines assurant un rôle de réserve.

**Le péri derme** : est l'ensemble constitué par le phelloderme, le phellogène et le liège (fig. 60).



**Figure 60:** Composante du périoderme

# **Chapitre III : Anatomie des végétaux supérieurs**

Chapitre III : Anatomie des végétaux supérieurs

Dr GHARABI Dhia



### 3 Chapitre III: Anatomie des végétaux supérieurs

#### Introduction

Dans ce chapitre on va étudier la structure anatomique les organes de la plante à savoir : racine, la tige et la feuille des angiospermes (monocotylédones et dicotylédones).

Les angiospermes sont des végétaux vasculaires, eucaryotes, pluricellulaires et autotrophes. Leurs organes (tiges, feuilles, racines, fleurs...etc...), sont formés de tissus.

L'anatomie végétale est une partie de la biologie qui étudie l'organisation structurelle des plantes, y compris les organes et tissus qui les constituent, l'aspect, localisation des différentes parties du corps d'un végétal.

L'étude de la structure interne et de la répartition des tissus est l'anatomie (ana = au travers et tomie = coupe) ; donc dans cette partie faire l'étude de la structure interne à travers des coupes réalisées aux niveaux de : la racine, tige et feuille.

Ce chapitre est principalement consacré à faire connaître la structure anatomique des plantes monocotylédones et dicotylédones des organes suivant :

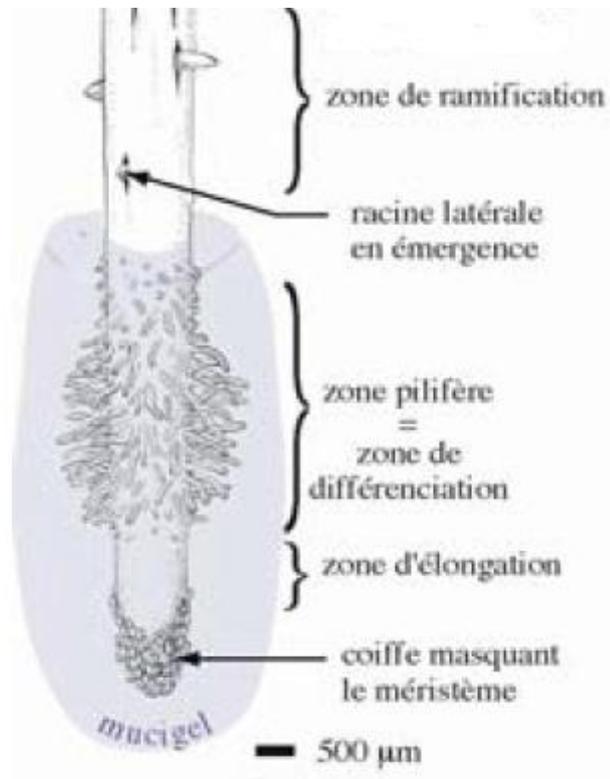
- La racine : organe d'assimilation de l'eau et des sels minéraux nécessaires au fonctionnement de la plante.
- La tige : représente le support des organes photosynthétiques.
- La feuille : le siège de la transformation de l'énergie solaire en énergie chimique (photosynthèse).
- Et faire une comparaison entre la structure des dicotylédones et monocotylédones.

La racine est la partie souterraine d'une plante, servant à la fixer au sol et à y puiser l'eau et les sels minéraux nécessaires à son développement. Elle assure le rôle de stockage de réserves, elle se développe à partir de l'embryon de la graine.

En partant du bout inférieur une jeune racine est constituée des parties suivantes (fig. 61) :

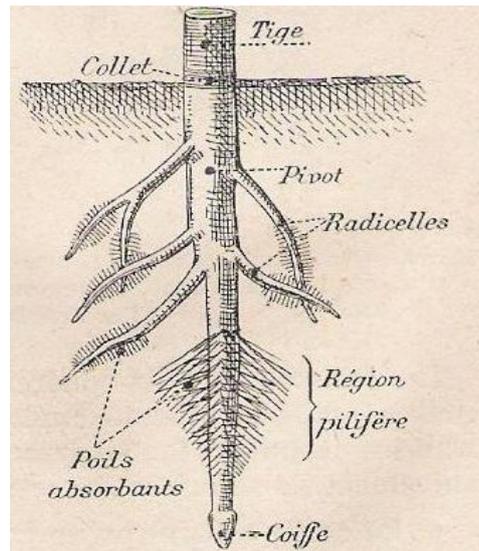
- **La coiffe :**
  - elle a une forme et une taille constante
  - Elle protège le méristème apical
  - Elle pénètre dans le sol.
  - Elle permet l'orientation de la croissance de la racine.

- **Zone de croissance:** c'est une zone courte, sans poils; c'est zone de différenciation des des tissus de la racine. Elle assure la croissance en longueur de la racine. elle chevauche légèrement avec la celle du méristème apical racinaire. Qui est constituée de cellules ayant une activité mitotique très fréquemment pour former l'ensemble des tissus racinaires.



**Figure 61:** Différentes parties de la racine

- **Zone pilifère :** caractérisée par la présence des nombreux poils, elle présente la zone d'absorption de la racine. Les poils sont renouvelés par d'autres tout au long de la croissance de la racine.
- **Zone de ramification :** appelée aussi zone subéreuse, elle prend une grande partie de longueur de la racine. Elle porte toutes les ramifications du système racinaire les plus fines ramifications sont appelées radicules.
- **Le collet :** c'est la partie qui sépare entre la tige et la racine d'une plante. Appelée de la zone de transition entre le système racinaire de la partie aérienne de la plante (fig. 62).

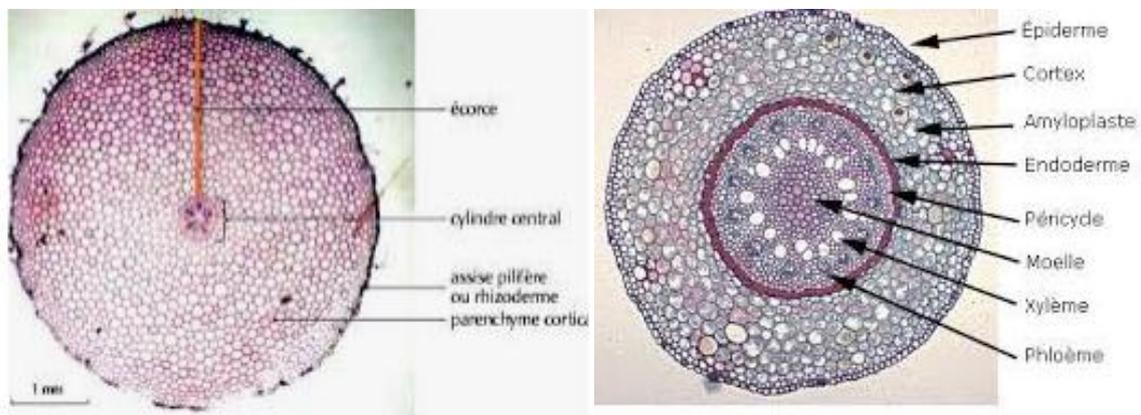


**Figure 62:** Présentation du collet des plantes

### 3.1 Structure anatomique de la racine :

sur une coupe transversale d'une jeune racine permet de distinguer : une symétrie axiale et que la racine est constituée de deux principales zones :

- **L'écorce** : composée à son tour de rhizoderme et parenchyme cortical
- **Le cylindre central** : composé à son tour de l'endoderme, péricycle, tissus conducteur (Xylème et Phloème) et parenchyme médullaire. (fig. 63)



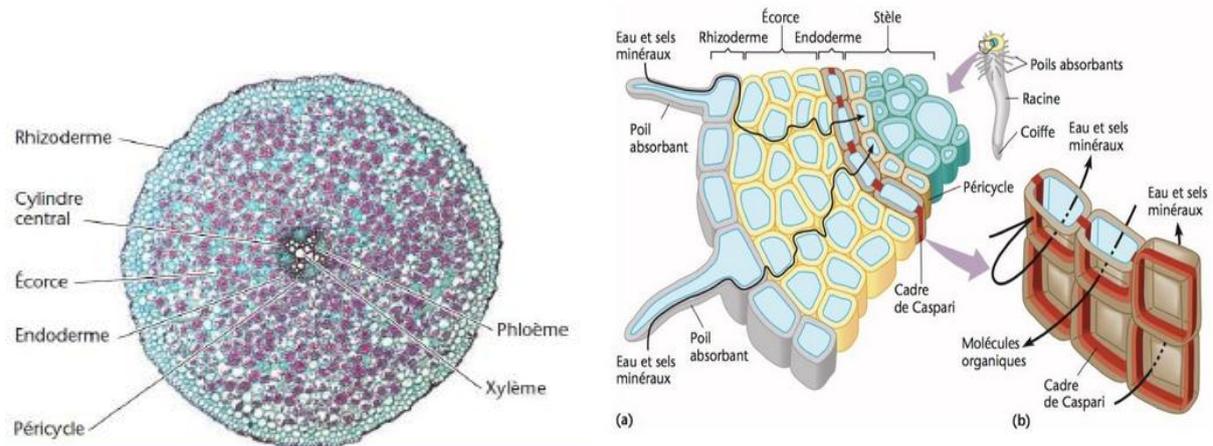
**Figure 63:** Structure anatomique de la racine

#### 3.1.1 La structure anatomique primaire de la racine des dicotylédones :

Elle est caractérisée par présence de (fig. 64):

- L'assise pilifère sur la coupe d'une racine,
- D'une symétrie axiale
- D'un parenchyme cortical (écorce) très développé et d'un cylindre central (stèle) très réduit,
- Différenciation du péricycle et de l'endoderme avec subérification des parois radiales de ses cellules (bande de Caspary) (fig.64).

- la moelle (parenchyme médullaire) très réduite et parfois absente et occupée par le xylème.
- D'un pro cambium entre le xylème (2 à 5 faisceaux de xylème primaire et phloème) qui présentent une disposition alterne formant un seul cercle.

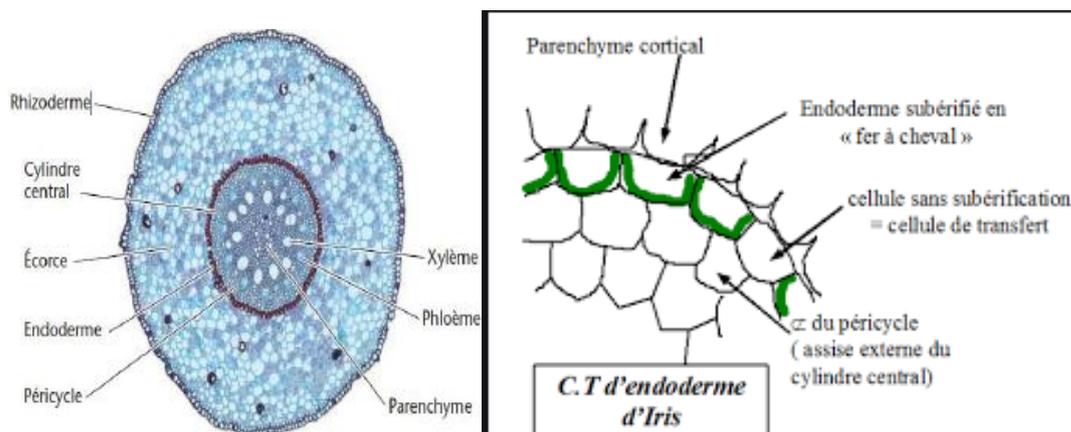


**Figure 64:** Structure anatomique primaire de racine de dicotylédones et gymnospermes et endoderme de dicotylédone

### 3.1.2 La structure anatomique primaire de la racine des monocotylédones :

Elle est caractérisée par présence de (fig. 65):

- La stèle (cylindre central) est très développée que celui des dicotylédones,
- Le parenchyme cortical présente de grands méats entre les cellules,
- L'endoderme présentant des cellules à parois complètement subérifiées à l'exception de la paroi externe, donnant la forme d'un U ou un fer à cheval (fig. 65).
- Les faisceaux criblovasculaires sont plus de 6 et souvent 12 à 20, entourant un parenchyme
- La moelle est composée par un parenchyme médullaire
- Absence de formation secondaire.



**Figure 65:** Structure anatomique primaire de la racine de monocotylédones et endoderme de monocotylédones

### 3.1.3 La structure anatomique secondaire de la racine des dicotylédones et gymnospermes :

La structure secondaire ne va concerner que les dicotylédones et gymnospermes chez les monocotylédones n'existe pas structure secondaire, elle est caractérisée par présence des formations secondaire comme : (fig. 66)

- Installation et différenciation du cambium sur la face interne du phloème, par dédifférenciation du parenchyme médullaire, et à la face externe du xylème par dédifférenciation du péricycle (fig. 67).
- Le cambium (assise libéro-ligneuse) assure par développement centrifuge (vers l'extérieur) et par la formation développement centripète (vers l'intérieur) du phloème secondaire (le liber).
- Xylème secondaire (bois) est homoxylé c'est-à-dire composé de trachéides uniquement assurant le soutien et la conduction chez les gymnospermes par contre il est hétéroxylé chez les dicotylédones
- L'apparition du phellogène (assise subéro-phéllodermique) est toujours beaucoup plus tardive. Chez les plantes herbacées, elle est même souvent absente.

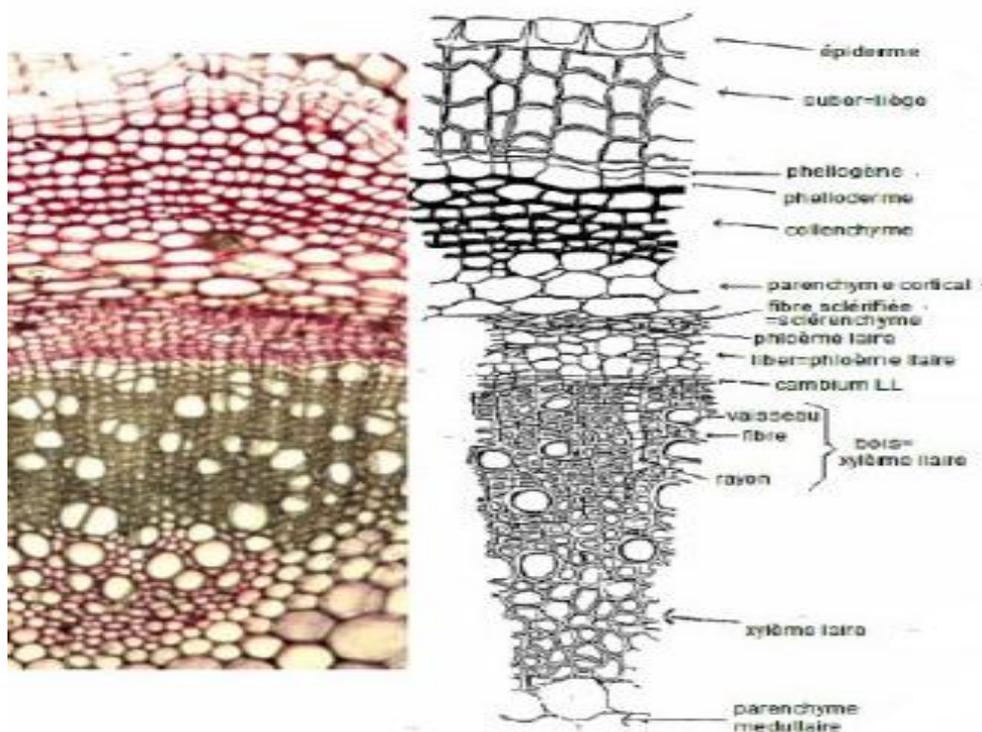


Figure 66: Structure secondaire de la racine

### 3.2 Structure anatomique de la tige:

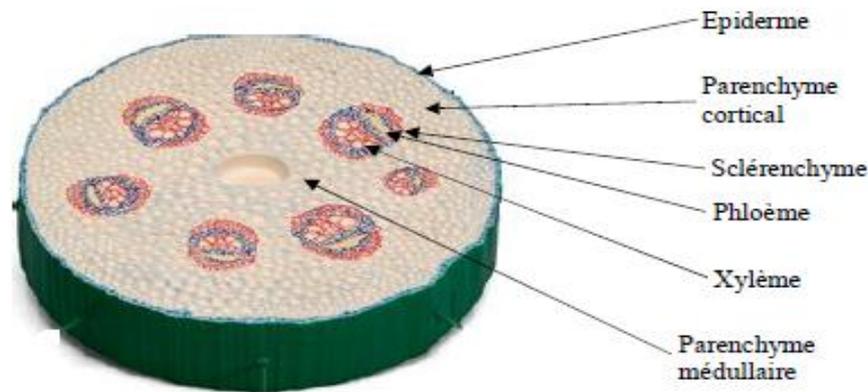
La tige représente le prolongement de la racine, est le support de toutes les parties aériennes les feuilles les bourgeons et les fruits), elle se ramifie comme la racine en tiges secondaires. Chez les arbres et les plantes ligneuses on distingue le tronc ou le stipe (palmier).

La tige se distingue de la racine par :

La présence de nœuds lieu d'insertion des bourgeons axillaires des feuilles

La structure anatomique principalement par :

- La différenciation centrifuge (le protoxylème vers le centre et le méta xylème vers la périphérie)
- disposition superposée du xylème et phloème.
- L'importance du parenchyme médullaire par rapport à celui de la racine
- Présence des tissus de soutien.
- Et une symétrie axiale.
- Sur une coupe transversale de la tige on constate de l'intérieur vers l'extérieur (fig. 67):
- **Parenchyme médullaire ou la moelle** : il prend une partie par rapport au parenchyme cortical.
- **Les tissus conducteurs** : constitués de d'un xylème et phloème superposés (à l'inverse de la racine qui sont disposés d'une manière alterne) constituant des ensembles appelés faisceaux criblovasculaires (ou faisceaux libéroligneux).
- **Le parenchyme cortical** : composé d'un parenchyme chlorophyllien.
- **L'épiderme** : constitué d'une couche de cellules non chlorophylliennes juxtaposées. Parfois l'épiderme est séparé du parenchyme cortical par des cellules de collenchyme



**Figure 67:** Coupe transversale d'une tige

On peut trouver aussi des tiges souterraines qui présentent les caractères spécifiques d'une tige à quelques différences près :

cortex/cylindre central inversé

Une ou quelques assises endodermiques ;

Réduction ou absence des tissus de soutien dans le parenchyme cortical qui est constitué de cellules de réserve

### 3.2.1 Structure anatomique primaire de la tige de dicotylédones :

Sur une coupe transversale d'une tige jeune de structure primaire de dicotylédones de l'extérieur vers l'intérieur :

- L'épiderme, le collenchyme, le parenchyme cortical très réduit et un cercle de sclérenchyme
- Un seul cercle de faisceaux criblovasculaires avec le phloème vers l'extérieur et le xylème vers le centre de la coupe entre les deux se trouve le cambium.
- parenchyme médullaire constitué d'un parenchyme lacuneux, plus important que le parenchyme cortical, parfois on trouve une grande lacune à l'intérieur de la coupe exemple (fig. 68).

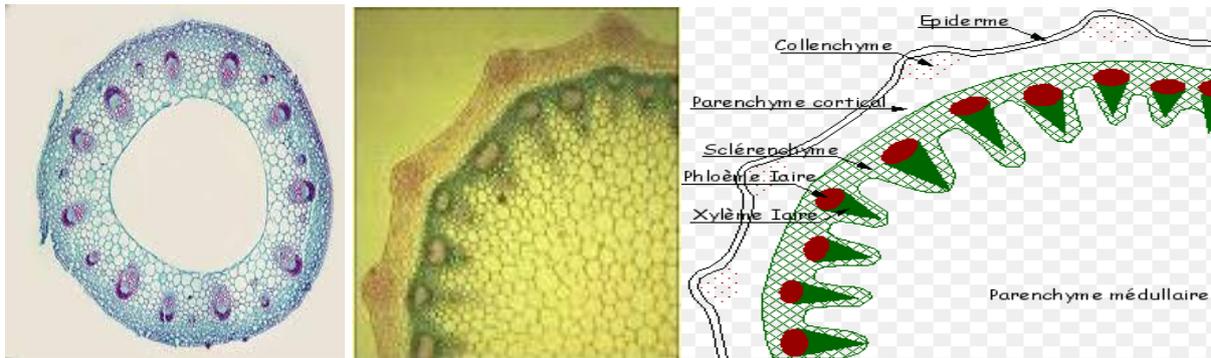
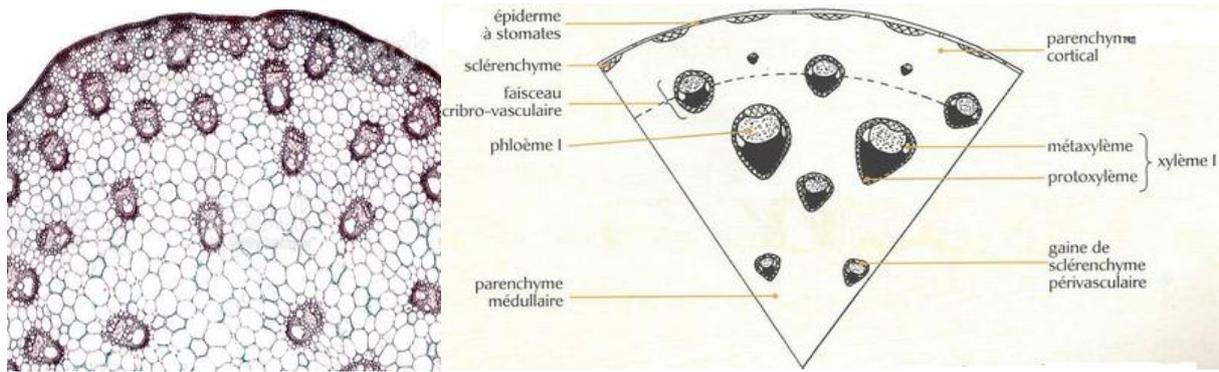


Figure 68: Structure primaire de tige de dicotylédones.

### 3.2.2 Structure anatomique primaire de la tige de monocotylédones :

La coupe transversale de tige de structure primaire de monocotylédones diffère de celle des dicotylédones est composée de l'extérieur vers l'intérieur :

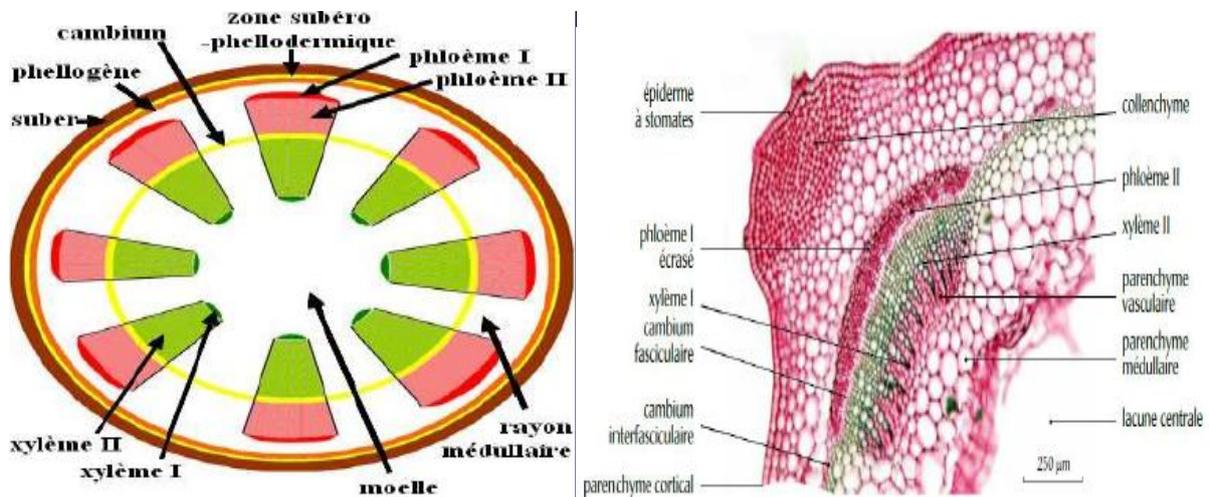
- L'épiderme, le parenchyme cortical très réduit.
- plusieurs cercles de faisceaux criblovasculaires entourés d'une couche de sclérenchyme avec le phloème vers l'extérieur et le xylème vers le centre, les dimensions des faisceaux est plus importante au centre par rapport à la périphérie. le cambium n'existe pas chez les monocotylédones la croissance en largeur est assurée par l'augmentation du nombre de faisceaux criblovasculaires.
- parenchyme médullaire, parfois on trouve une grande lacune à l'intérieur de la coupe exemple (fig. 69).



**Figure 69:** Structure primaire de tige de monocotylédones

### 3.2.3 Structure anatomique secondaire de la tige :

Dans la structure primaire des dicotylédones on a signalé la présence d'une couche de cambium entre le phloème primaire et le xylème primaire, cette dernière avec l'âge de la plante, va assurer la formation du xylème secondaire vers l'intérieur et du phloème secondaire. Et plus tard va apparaître une couche de phellogène qui assure la formation du suber vers l'extérieur et le phelloderme vers l'intérieur pour assurer la croissance en longueur de la tige. Et la coupe de la tige de dicotylédones de structure secondaire est présentée par la (fig. 70)



**Figure 70:** Structure secondaire de tige de dicotylédones

### 3.3 Structure anatomique de la feuille:

La feuille est un prolongement plat et mince des tiges des *angiospermes*, Elle est insérée à la tige au niveau d'un emplacement appelé le nœud, à l'aisselle de la feuille se trouve un ou plusieurs bourgeons latéraux ou bourgeons axillaires. La feuille représente l'usine de la plante, elle le lieu de la photosynthèse (synthèse de matières organiques), nécessaire au développement de la plante de la respiration et de la transpiration.

### 3.3.1 Structure anatomique de la feuille de dicotylédones:

La feuille des dicotylédones à une symétrie bilatérale, elle contient une nervation palmée composée d'une nervure principale et des nervures secondaires.

1. **Une coupe transversale au niveau du limbe de feuilles des plantes dicotylédones** montre les constituants suivants :

- **L'épiderme supérieur** : appelé aussi épiderme de la face ventrale de la feuille, il est constitué d'une ou quelques assises de cellules juxtaposées, (absence de stomates) recouvertes d'une couche de cire appelée la cuticule qui protège la feuille de la dessiccation.
- **Le mésophile** : c'est un tissu chlorophyllien composé de deux types de dispositions et deux formes de cellules le palissadique et lacuneux.
- **Le parenchyme palissadique**: constitué de plusieurs couches de cellules allongées et jointives, très riches en chloroplastes montre une activité photosynthétique très importante à ce niveau.
- **Le parenchyme lacuneux** : constitué de cellules plus au moins arrondies moins riches en chlorophylle que celles du palissadique, laissant des lacunes entre elles.
- **Les faisceaux criblovasculaires** : à l'intérieur du mésophile se trouvent de xylème et phloème superposés, entourés d'une gaine de cellules appelée la gaine péri vasculaire, sont les nervures secondaires de la feuille qui constituent les tissus conducteurs de la feuille (fig. 71).
- **L'épiderme inférieur** : constitué d'une assise de cellules jointives contenant des perforations qui représentent les stomates qui contrôlent les échanges gazeux le milieu intérieur de la feuille et l'atmosphère.

2. **La coupe au niveau de la nervure principale de la feuille montre,**

- l'apparition d'un faisceau criblovasculaire contenant en plus des de phloème et xylème primaires des phloèmes et xylème secondaires entre les deux on trouve le cambium.
- L'existence de collenchyme et sclérenchyme près du faisceau et du collenchyme sous les épidermes supérieur et inférieur (fig. 71).

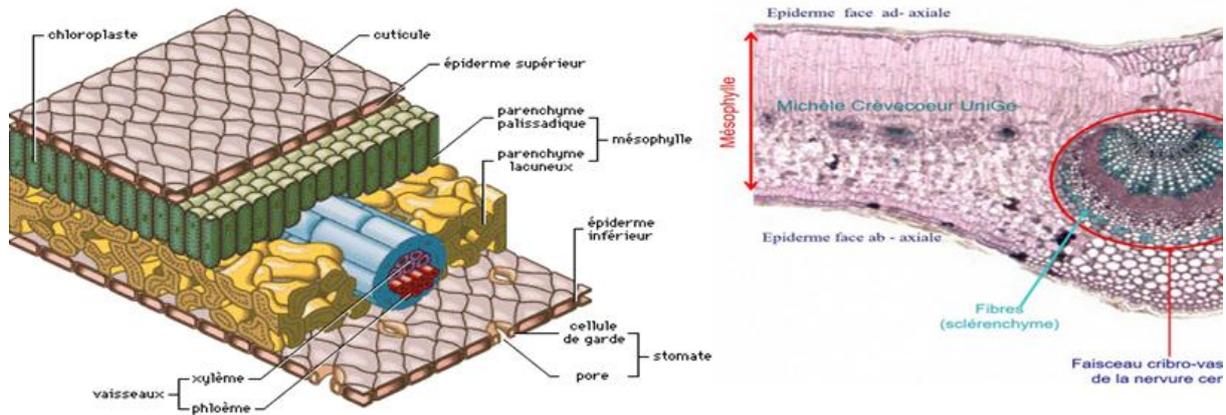


Figure 71: Structure d'une feuille de dicotylédones

### 3.3.2 Structure anatomique de la feuille de monocotylédones :

Les feuilles monocotylédones ont une symétrie bilatérale elles possèdent des nervures parallèles, composées d'une nervure médiane et de nervures marginales ; reliées entre elles par de petites nervures transversales.

La coupe transversale de feuilles de monocotylédones est constituée :

- **L'épiderme supérieur** : de cellules juxtaposées, recouvertes d'une fine couche la cuticule avec présence de stomates.
- **Le mésophile**: dit mésophile homogène par ce qu'il est constitué d'un seul type de cellules de forme arrondie riches en chlorophylle, laissant de petits espaces appelés méats entres elles.
- **Les faisceaux criblovasculaires** : à l'intérieur du mésophile se trouvent les vaisseaux de xylème primaire vers la face ventrale et de phloème primaire vers la face dorsale, l'ensemble du faisceau est protégé par une couche de sclérenchyme.
- **L'épiderme inférieur** : identique à celui de la face ventrale (fig. 72).

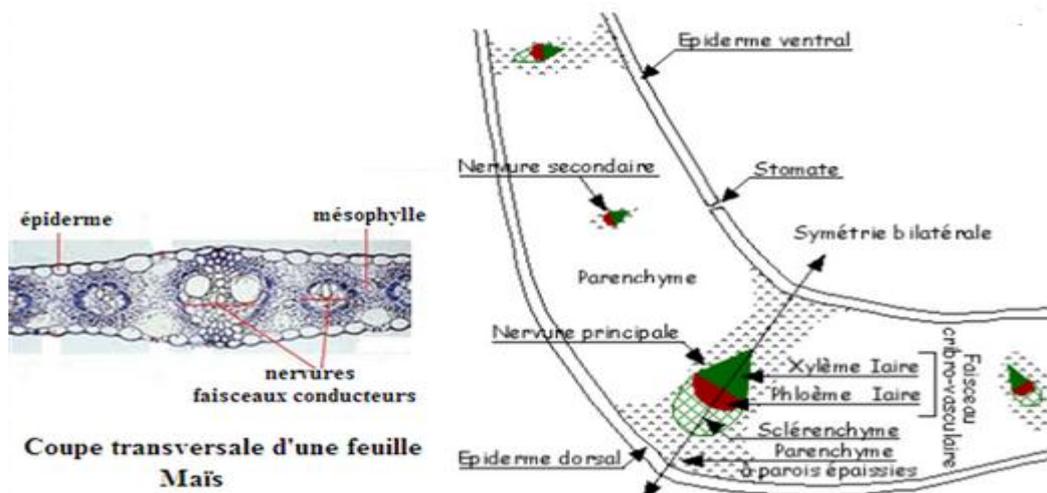
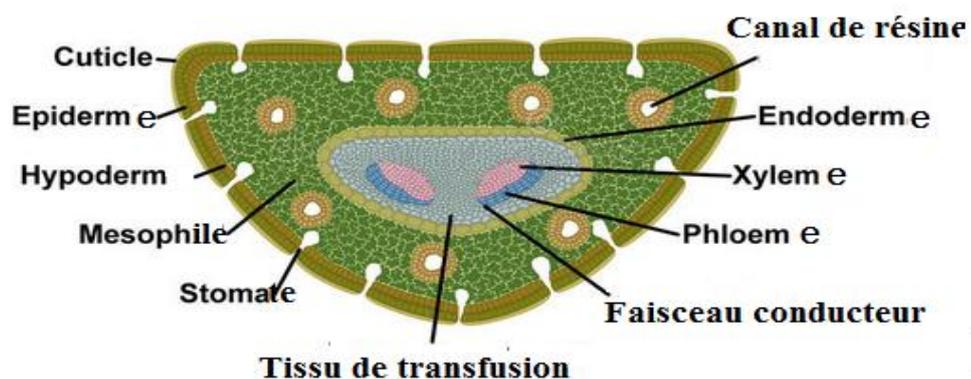


Figure 72: Structure anatomique de feuille de monocotylédones

### 3.3.3 Structure anatomique de la feuille de gymnosperme (aiguille de pin) :

La coupe transversale de feuilles d'aiguille de pin est constituée de l'extérieur vers l'intérieur de la coupe de :

- **L'épiderme** : il est couvert d'une couche épaisse de cuticule une substance cireuse, il contient des stomates qui assurent les échanges gazeux,
- **L'hypoderme lignifié** : constitué de trois couches de cellules sous épidermiques lignifiées,
- **Le mésophile** : il est formé de cellules parenchymateuses contenant des canaux circulaires de résine.
- **L'endoderme** : il est formé d'une seule assise cellulaire; séparant le mésophile du cylindre central.
- **le cylindre central** : composé d'un tissu de transfusion, contenant au centre, 2 faisceaux criblo-vasculaires, avec un xylème ventral et phloème dorsal.
- **Le tissu de transfusion** : c'est un tissu formé de cellules à ponctuations aréolées. Il assure les échanges entre les faisceaux conducteurs et le mésophile.
- **Les faisceaux criblovasculaires** : à l'intérieur du mésophile se trouvent les vaisseaux de xylème primaire vers la face ventrale et de phloème primaire vers la face dorsale, Chaque faisceau criblo-vasculaire contient à son centre une mince couche de cambium, qui produit vers la face ventrale le xylème secondaire et le phloème secondaire vers la face dorsale (fig. 73).



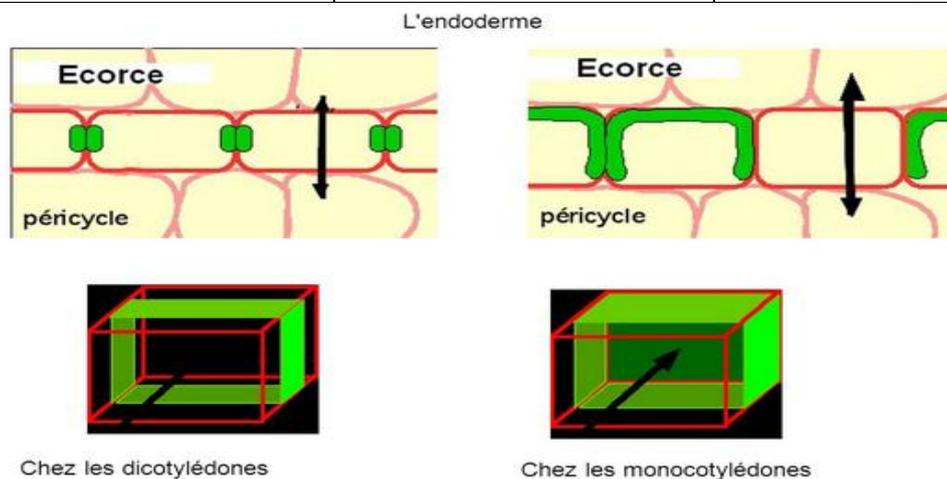
**Figure 73:** Structure anatomique de feuille de gymnospermes "aiguille de pin"

### 3.4 Anatomie comparée entre mono et dicotylédones

#### 3.4.1 Comparaison entre les racines de monocotylédone et dicotylédones

**Tableau 1:** Comparaison de l'anatomie racinaire entre mono et dicotylédone

	monocotylédone	dicotylédone
<b>stèle</b>	bien développée	plus petite
<b>parenchyme cortical</b>	Cellulosique avec de grands méats	Sclérifié
<b>Péricycle</b>	réduit	Plus important
<b>Subéro-lignification de l'endoderme (fig. 74)</b>	en forme de U ou en fer à cheval	bande de Caspary
<b>Les faisceaux criblovasculaire</b>	Plus de 6 (8 à 20)	5 ou 6.
<b>Parenchyme médullaire</b>	présent	Absent
<b>Formations secondaires</b>	absent	Présence de cambium et phelloderme

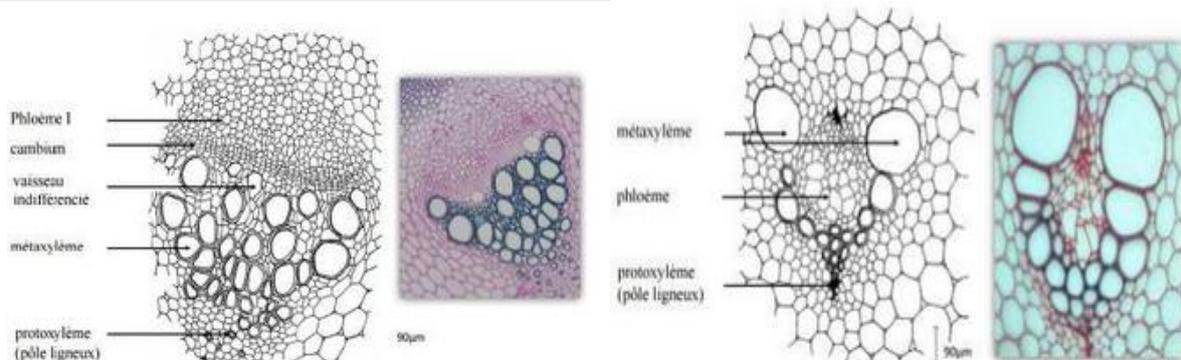


**Figure 74:** Différences de subérolignification de l'endoderme entre mono et dicotylédone

### 3.4.2 Comparaison entre les tiges de monocotylédone et dicotylédones :

**Tableau 2:** Comparaison de l'anatomie caulinaires entre mono et dicotylédones

	monocotylédone	dicotylédone
<b>Parenchyme cortical</b>	absent ou réduit	
<b>Les faisceaux criblovasculaire</b> (fig. 79)	Nombreux, disposés sur plusieurs cercles concentriques  Xylème en forme de V et phloème entre les bras du V	Peu nombreux disposés sur 1 seul cercle concentrique  Xylème et phloème superposés formant un triangle, entre les deux le cambium
Formations secondaires	Absentes	présentes
Parenchyme médullaire	développé et souvent lignifié	Très important parfois contient une lacune au centre



**Figure 75:** Différence de forme des faisceaux criblo-vasculaires entre mono et dicotylédones

### 3.4.3 Comparaison entre les feuilles de monocotylédone et dicotylédones :

Tableau 3: Comparaison de l'anatomie foliaire entre mono et dicotylédone

	Monocotylédone	Dicotylédone
nervures	Parallèles presque de même dimension	Palmés présentant une principale très saillante et les autres secondaires
Epiderme	Un seul type	Deux types d'épidermes
Stomates	Répartis sur les deux faces (ventrale et dorsale) de la même façon	Nombreux sur la face dorsale
Mésophile	Homogène	Hétérogène
Formation secondaire	Absente	Présente

# **Chapitre 4. Morphologie des végétaux supérieurs et adaptation**

Chapitre 4. Morphologie des végétaux supérieurs et adaptation

Dr GHARABI Dhia

## 4 Chapitre IV : Morphologie des végétaux supérieurs et adaptation

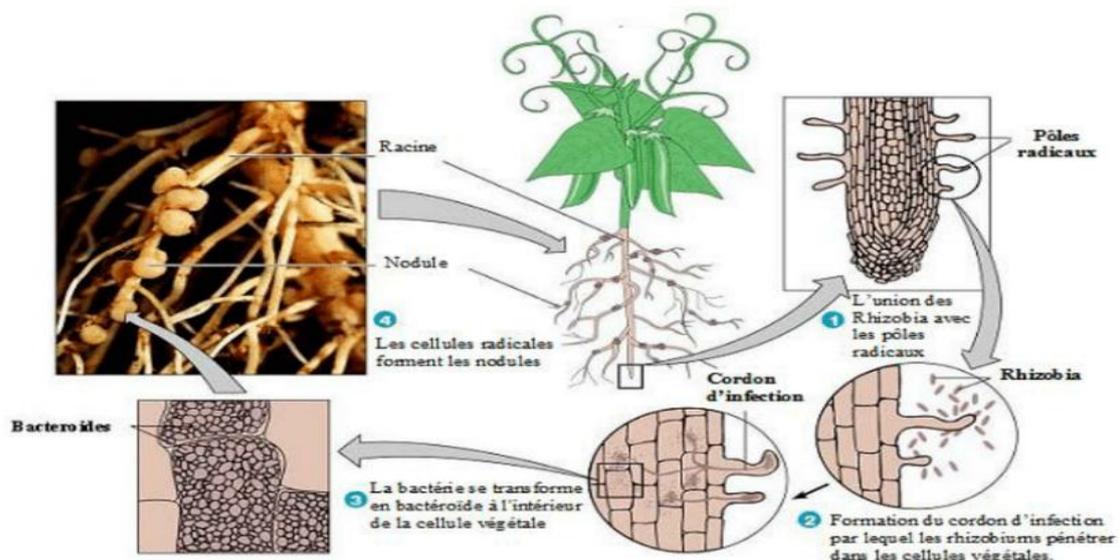
### 4.1 Morphologie racinaire:

La racine présente l'organe de soutien pour la majorité des plantes (mais il peut être aérien) en leur assurant absorption de l'eau et sels minéraux du sol, leur fixation au sol et l'accumulation de réserves. La racine se développe en profondeur du sol on dit qu'elle est caractérisée par un géotropisme positif et un phototropisme négatif.

Le géotropisme c'est l'orientation ou le sens de la croissance des organes par rapport à la pesanteur.

Un géotropisme positif c'est développement dans le sens de la pesanteur c'est-à-dire du haut vers le bas et le géotropisme négatif c'est une croissance dans le sens inverse de la pesanteur c'est-à-dire du bas vers le haut.

Suivant le développement relatif de la racine principale et des différentes ramifications, on distingue deux grands schémas d'organisation du système racinaire : le système pivotant (giroflée, haricot, carotte, etc.) ; le système fasciculé (poireau, euphorbe, blé, etc.) et les racines adventives (Stolon de fraisier et racines adventives du lierre Pour certaines plantes elle assure l'association symbiotique complexe avec les microorganismes du sol (bactéries et champignons) (fig. 76).



**Figure 76:** Morphologie de la racine

Suivant le développement relatif de la racine principale et des différentes ramifications, on distingue deux grands schémas d'organisation du système racinaire : le système pivotant

(giroflée, haricot, carotte, etc.) ; le système fasciculé (poireau, euphorbe, blé, etc.) et les racines adventives (Stolon de fraisier et racines adventives du lierre).

#### 4.1.1 Racine pivotante :

Racine pivotante est un système racinaire composé d'une racine beaucoup plus importante appelée **racine pivotante** au reste des racines appelées **racines secondaires**, cette racine a une croissance verticale dans le sens de la pesanteur « géotropisme positif ». C'est le cas des dicotylédones (arbres, et feuillus) et des gymnospermes (les Conifères) (fig. 77).

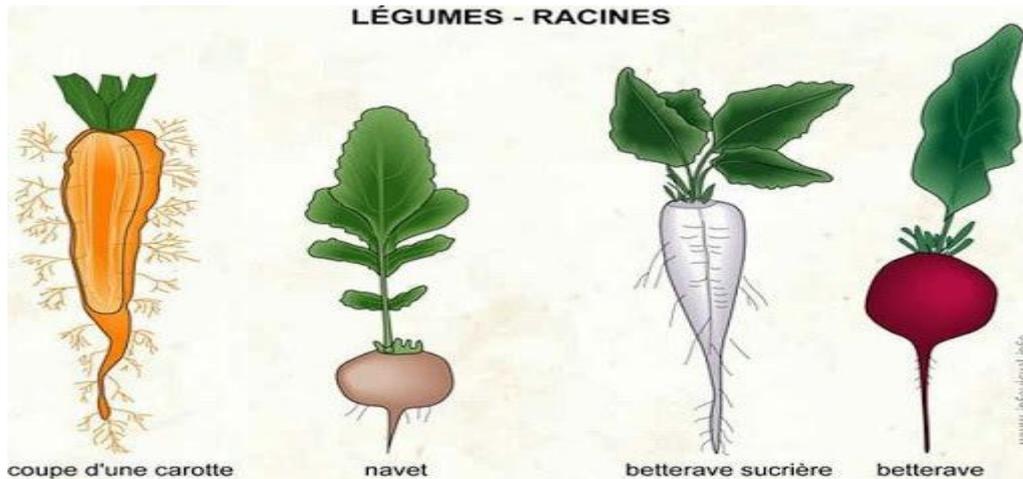


Figure 77: Racine pivotante

#### 4.1.2 Racine fasciculée :

C'est un système racinaire formé d'une touffe de racines qui partent toutes du même point de départ et se ressemblent presque dans leurs dimensions. On ne peut pas distinguer la racine principale des racines secondaires. C'est le cas des plantes monocotylédones (poireau, euphorbe, blé, etc.) (fig. 78)



Figure 78: Racine fasciculée

### 4.1.3 Racine adventives :

C'est un système racinaire qui se forme sur les entre-nœuds à la base des tiges de certaines plantes, sur les tiges grimpantes ou sur les tiges souterraines. C'est le cas des stolons de fraisier, le cresson, l'iris, le muguet, le chiendent, et le lierre. (fig. 79).

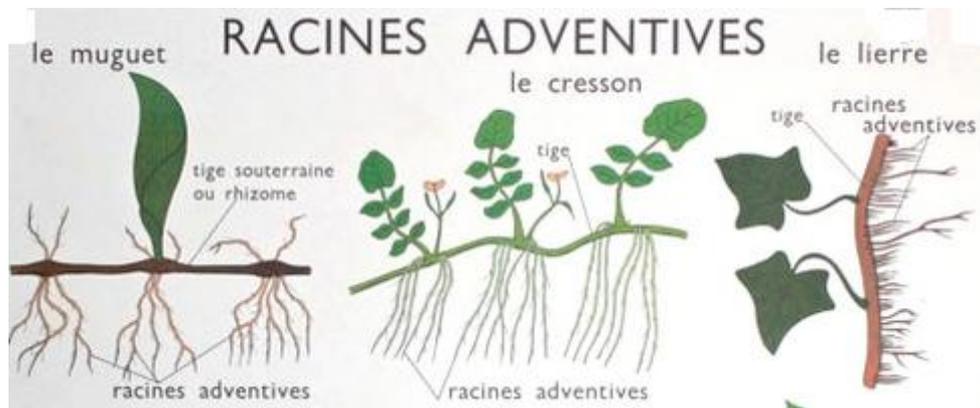


Figure 79: Racine adventives

## 4.2 Modification racinaires :

C'est des modifications de la racine, sont dues à des adaptations dans le but de faciliter le développement de la plante à un milieu particulier ou à une fonction à remplir exemple : le stockage les nutriments. Selon les cas on distingue :

### 4.2.1 Les racines tubéreuses :

Ce sont des racines en forme de tubercule existant chez de plantes qui vivent généralement deux ; elles sont destinées à accumulation de réserves qui seront utilisées pour le développement de la plante la seconde année de sa vie (fig. 80). Ex : carotte, navet, betterave, radis, etc...



Figure 80: Racine tubéreuses

#### 4.2.2 Les racines suçoirs :

appelées aussi racines parasites (fig. 81) : sont des racines de plantes parasites comme le gui (*Viscum album*, Loranthacées), elles pénètrent dans les tissus de la plante hôte et tirent leur nourriture.



**Figure 81:** Racine suçoirs

#### 4.2.3 Les racines échasses :

Sont des racines aériennes qui poussent au niveau de la tige dans le but de renforcer le maintien de la plante au-dessus du sol ou de l'eau (fig. 82).



**Figure 82:** Racines échasses

#### 4.2.4 Les racines contreforts :

Sont des racines situées au niveau du sol à la base du tronc d'arbre peu enracinés ; elles adhèrent, les principales branches latérales à la partie inférieure de l'arbre (fig. 83).



**Figure 83:** Racines contreforts

#### 4.2.5 Les racines respiratoires :

Sont des racines aériennes situées, au-dessus du sol. On les trouve chez de plantes qui poussent dans les milieux salés du long des littoraux : exemple le cyprès chauve, ces plantes émettent des racines au-dessus du sol pour assurer une meilleure respiration raison (jouant le rôle des poumons) pour laquelle sont appelées racines respiratoires ou les pneumatophores (fig.84).



**Figure 84:** Racine respiratoires

#### 4.2.6 Les racines aquatiques (hydrophytes) :

Sont de faux permettant aux plantes aquatiques, appelées aussi les hydrophytes ou les hygrophytes de prélever les nutriments dont ils ont besoin directement dans l'eau (fig. 85) exemple la lentille des eaux et le nénuphar.



**Figure 85:** Racines aquatiques

#### 4.2.7 Les racines crampons :

Ont des racines adventives des plantes grimpantes, elles servent à fixer ces dernières sur leurs support et quand elles sont au contact du sol elles reprennent leur rôle initial c'est-à-dire absorption de l'eau et sels minéraux (fig. 86).

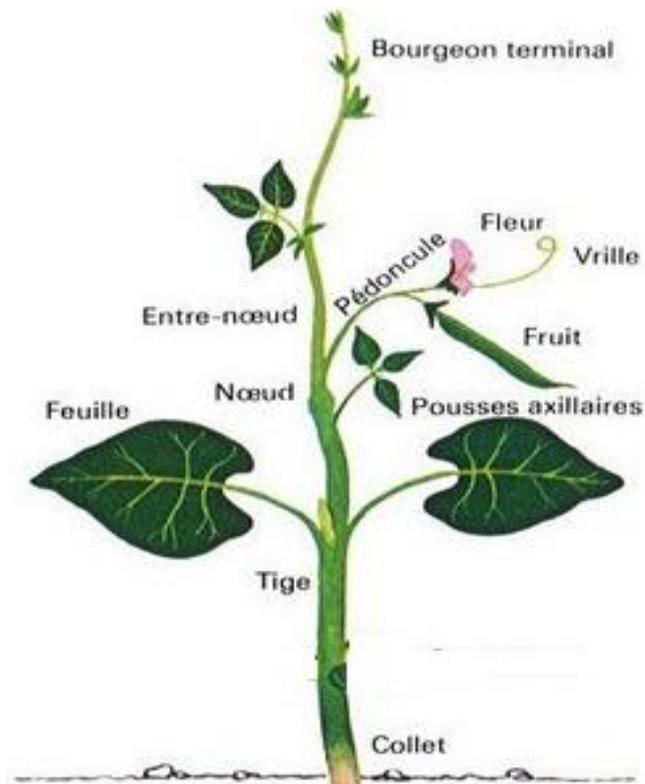


**Figure 86:** Racines crampons

### 4.3 Morphologie de la tige:

**La tige :** est le résultat de développement de la tigelle, elle est l'organe végétatif généralement aérien et parfois souterrain, constituée de petits renflements appelés « nœuds » qui sont les points d'insertion des feuilles à l'aisselle desquelles sont insérés les bourgeons axiaux qui sont destinés à produire les ramifications de la tige (rameaux et branches) (fig.87), le bourgeon de l'extrémité supérieur destiné à la croissance en longueur de la tige est appelé bourgeon terminal. Les espaces qui séparent les nœuds sont appelés les entre-nœuds.

Il existe plusieurs types de tiges aériennes et souterraines :



**Figure 87:** Morphologie de la tige

### 4.3.1 Tiges aériennes:

Il existe plusieurs types de tiges aériennes

#### 4.3.1.1 Tiges dressées :

Ce sont des tiges qui ont la capacité de se développer dans le sens vertical, c'est des plantes généralement vivaces et robustes (d'arbres, arbustes) et les annuelles comme les graminées. On parle de tiges et rameaux chez plantes herbacées et ligneuses à un stade jeune de leurs développements et toutes les plantes angiospermes et gymnospermes, de tronc et branches chez les plantes ligneuses arbre et arbrisseaux et de stipe<sup>1</sup> chez le palmier et chaumes de blé (fig. 88).



Figure 88: Tige dressée: tronc d'arbre, stipe et chaume

#### 4.3.1.2 Tiges rampantes :

Les tiges rampantes ce sont des tiges aériennes horizontales, qui s'allongent et se fixent au sol par des racines adventives. Exemple des stolons du fraisier qui pénètrent leur extrémités dans le sol et former de nouveaux plants (fig. 83).

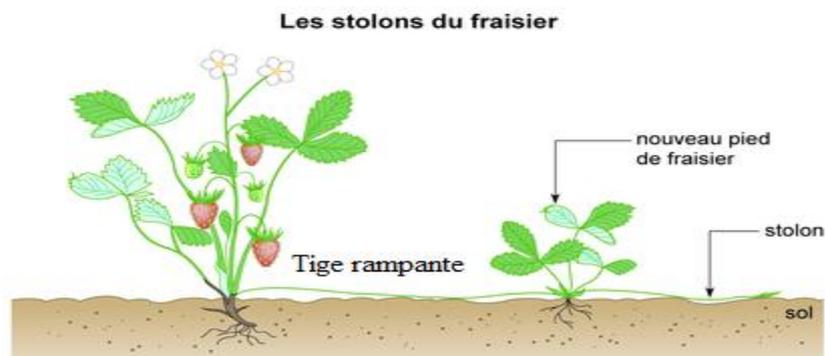


Figure 89: Tige rampante

<sup>1</sup> Le stipe : c'est un faux tronc, ou tige robuste des palmiers, les yuccas, les dragonniers (*Dracaena* sp.), les fougères arborescentes ou encore les bananiers.

#### 4.3.1.3 Tiges grimpantes :

Ces plantes ont des tiges qui s'élèvent en s'accrochant aux corps voisins (arbre, mur, échelas...). Fleurs, racines, ronces, tiges grimpantes; liane souple et grimpante. Le lierre ... Ce sont des tiges aériennes qui s'accrochent à un support (arbre, mur) par des crampons le cas du lierre ou par des vrilles la vigne, il existe aussi un autre type de tiges s'enroule autour du support le cas le liseron, les lianes ces tiges sont appelées tiges volubiles (fig. 90).

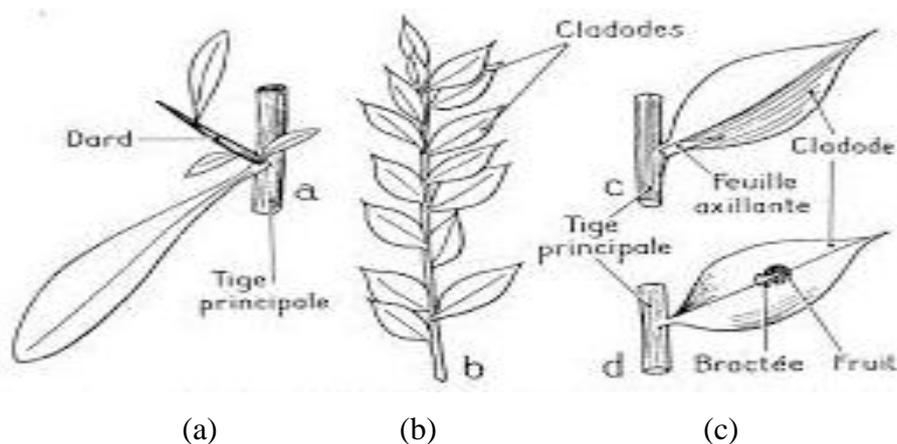


**Figure 90:** Tiges grimpantes

#### 4.3.1.4 Les Cladodes :

Les cladodes sont des courts rameaux aplatis et larges contenant un seul entrenœud ayant l'apparence et la fonction (photosynthèse et respiration, réserves) des feuilles en réalité c'est des rameaux modifiés en feuilles (fig. 91).

Les cladodes formés de plusieurs nœuds, et entre-nœuds (Homalocladium)<sup>1</sup><sup>2</sup> sont appelés par les botanistes phylloclades .



**Figure 91:** Schéma de cladodes simple et phylloclade

<sup>2</sup> Homalocladium : son nom vernaculaire, c'est « Muehlenbeckie à rameaux aplatis » en français appelée Plante-ruban, c'est une plante de la famille du sarrasin et du raisinier-bord-de-mer.

#### 4.3.1.5 Les dards :

Sont des aiguillons ou de petits rameaux ; dont les bourgeons transforment en épines durs et pointus appelés dards ou rameaux épineux (fig. 92).



**Figure 92:** Dard du rosier

#### 4.3.1.6 Tiges succulentes :

Sont les tiges des plantes adaptées à la survie dans des milieux arides (malacophytes<sup>3</sup>), sont les tiges formées de parenchyme aquifère gorgé d'eau, d'où le nom de des plantes succulentes, (Fig. 93).



**Figure 93:** Tiges succulentes

#### 4.3.2 Les tiges souterraines :

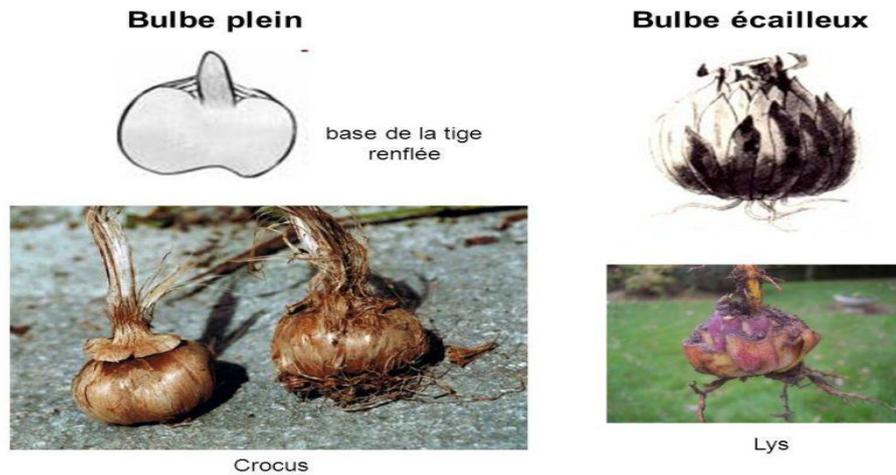
Ce sont des **tiges** situées au-dessous de la surface du sol, elles assurent le support des feuilles, des fleurs et des fruits. Il existe plusieurs formes de tiges souterraines.

---

<sup>3</sup> Malacophytes : plantes charnues parfois appelées plantes grasses, adaptées aux milieux arides

#### 4.3.2.1 Tiges en tubercules :

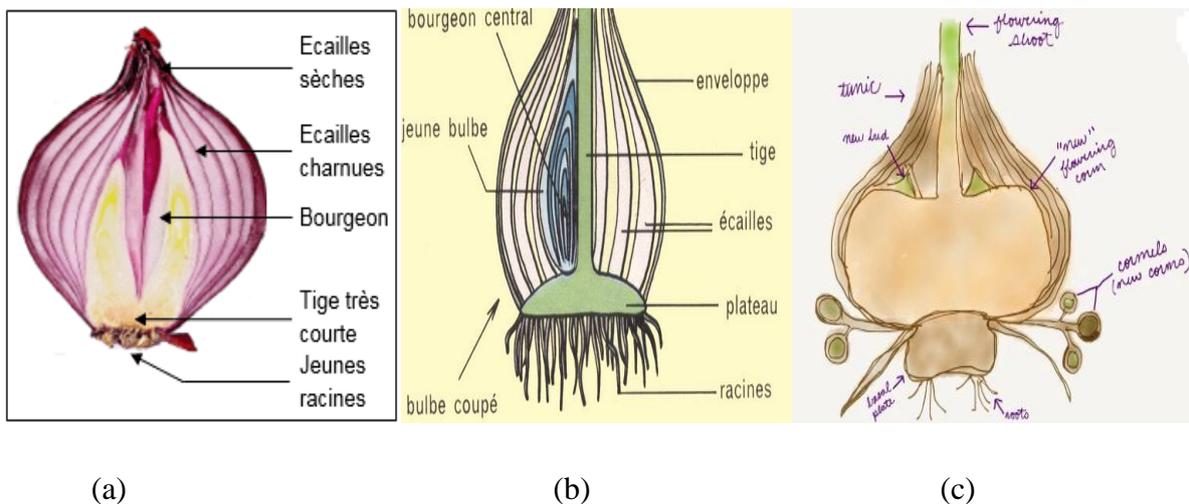
Les tiges tubéreuses sont des tubercules issus d'origine caulinaire, sont des tiges provenant de la tubérisation des entre-nœuds ou de l'extrémité de la tige et vont devenir renflés par l'accumulation de substances de réserve. Pour assurer la survie des plantes pendant pendant les périodes défavorables et se multiplient souvent par voie végétative (fig. 94).



**Figure 94:** Tiges en forme de bulbes

#### 4.3.2.2 Tiges en bulbe :

C'est des tiges (fig.95) souterraines verticale provenant de la tubérisation des feuilles ou de gaines de feuilles, elles sont formées d'écaillés emboîtées, charnues, utilisées comme organes de réserve de durant la période de dormance de la plante. Il existe une autre forme qui a l'aspect de bulbe, mais elle constituée d'une renflée couverte de tuniques appelée : cornes



(a)

(b)

(c)

**Figure 95:** Tiges en bulbes: (a) : oignon, (b) : tulipe et (c) : corne de safran

#### 4.3.2.3 Les rhizomes :

Les rhizomes (fig. 96) sont des tiges souterraines ou subaquatiques de quelques plantes qui vivent plus de deux ans (plantes vivaces). Les rhizomes sont des tiges horizontales de forme allongée renflée par l'accumulation de réserves alimentaires pour permettre à ces plantes de résister pendant les saisons défavorables à leur développement.

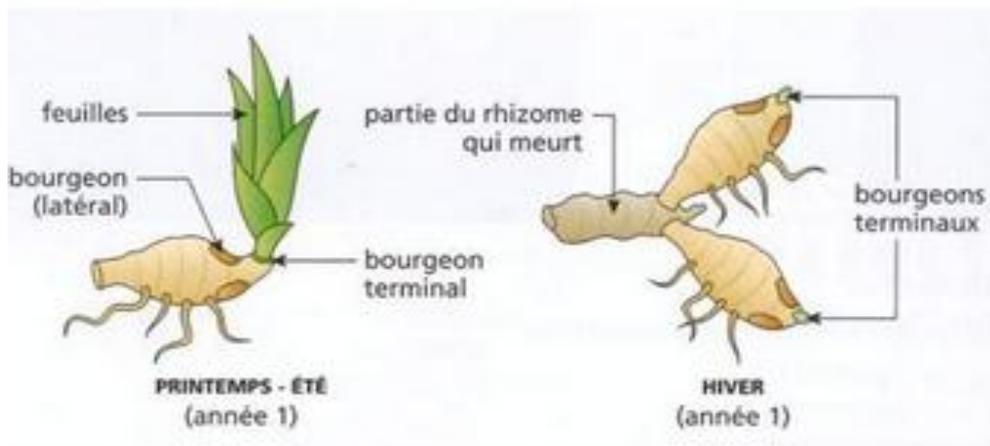


Figure 96: Tige en rhizome "Iris"

#### 4.4 Morphologie de la feuille :

Les feuilles sont le centre de la photosynthèse de la respiration et de la transcription elles sont insérées à la tige au niveau des renflements appelés les nœuds de la tige, portant à leurs aisselles les bourgeons auxiliaires.

Selon la durée de vie de la feuille on a :

- Les feuilles qui vivent moins d'une année tombent en automne sont **dites feuilles caduques**.
- Les feuilles qui changent de couleur et tombent à la repousse des prochaines feuilles sont dites **feuilles marcescentes**.
- Les feuilles qui vivent plusieurs années sont dites **feuilles persistantes**.
- Les différentes parties de la feuille sont présentées sur (la fig. 97).

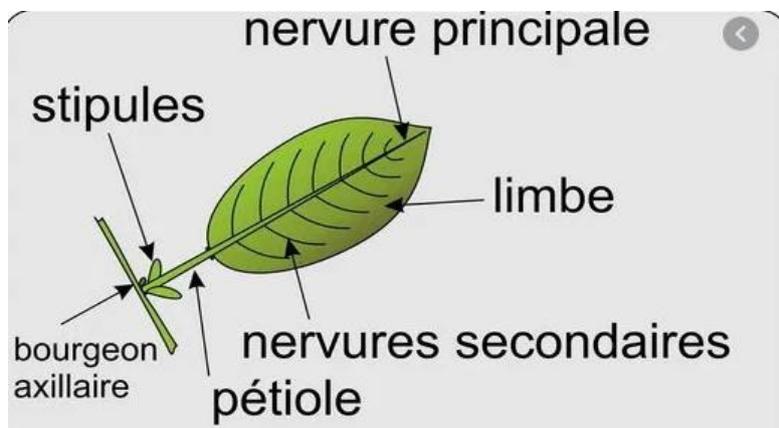


Figure 97: Différentes parties de la feuille

**a. Pétiole :** C'est partie de la feuille ayant la même origine de la tige contenant un faisceau criblovasculaire et assure le segment de liaison entre la feuille et la tige. Les feuilles qui contiennent le pétiole sont dites : **feuilles pétiolées** et les feuilles qui ne le contiennent pas sont dites : **feuilles sessiles**. En réalité il existe plusieurs formes de fixation des feuilles à la tige et qui constituent un critère de classification des feuilles (fig. 98).

**b. Limbe :** c'est partie de la feuille ayant une forme large et aplatie qui représente le prolongement du pétiole et lieu de la photosynthèse contenant deux faces une supérieure et l'autre inférieure sont appelées respectivement face ventrale et face dorsale.

Les feuilles peuvent être classées selon la forme et la découpe du limbe en feuilles simples possédant un seul limbe et feuilles composées possédant un limbe découpé en petites feuilles appelées folioles (fig. 98).

#### **4.4.1 Feuilles simples :**

C'est des feuilles qui possèdent un seul limbe mais existe plusieurs types selon la découpe de la bordure du limbe (fig. 98) et selon la forme du limbe (fig. 98)

#### **4.4.2 Feuilles composées :**

Sont des feuilles dont le limbe est composé de plusieurs folioles. On distingue les feuilles pennées (paripennées, imparipennées et tripennées), pectinées, palmées et pédalées (fig. 92).

Parmi les critères de classification des feuilles on peut aussi citer la forme de la pointe du limbe (fig. 92) et la forme de la base du limbe de la feuille (fig. 98)

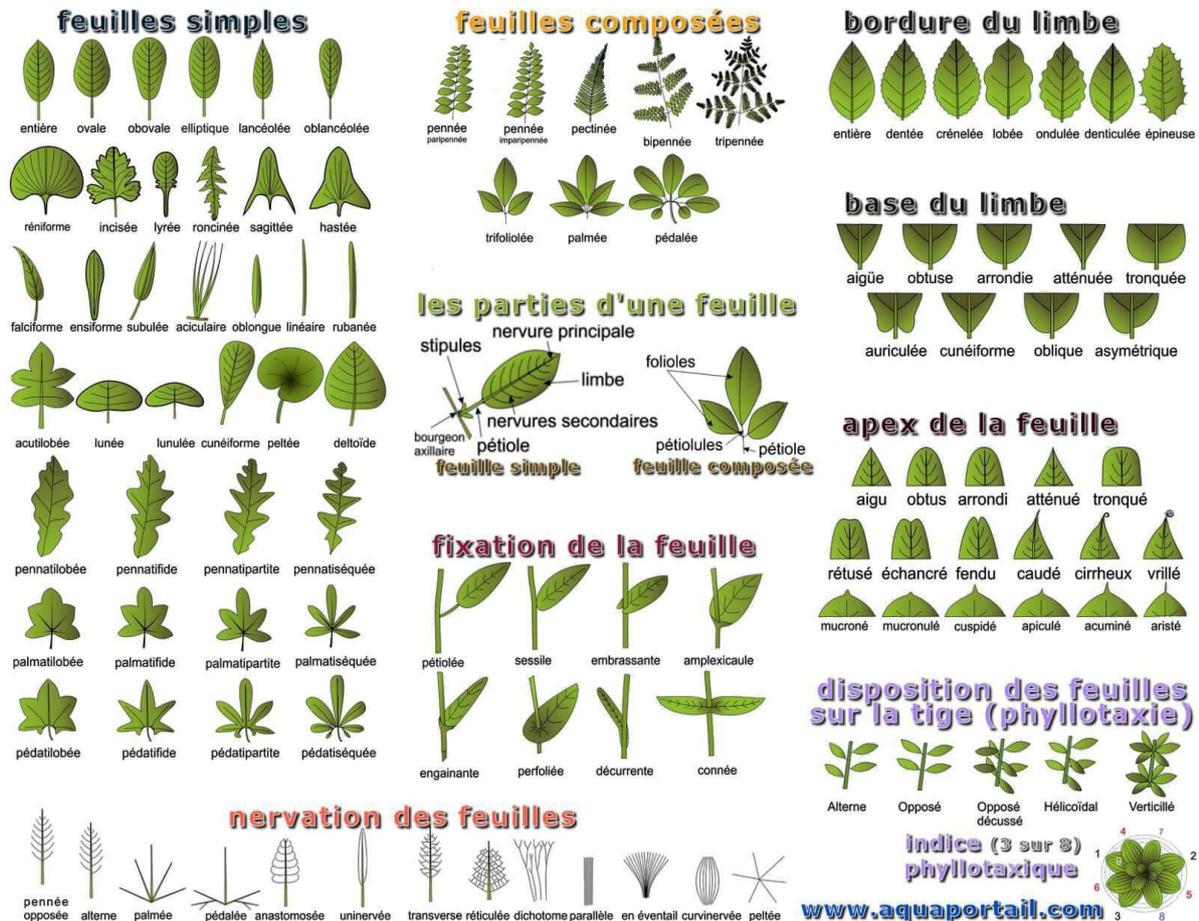
**c. Nervation :** elle représente l'ensemble des vaisseaux conducteurs des sèves (brute et élaborée) ou faisceaux criblovasculaires qui apparaissent sous formes de nervures qui parcourent le limbe. Les nervures sont le prolongement du pétiole. L'ensemble des nervures d'une feuille est la nervation.

Le type de nervation fait partie des critères de classification de la feuille. Il existe plusieurs types de nervation (fig. 98) :

- Parallèle les feuilles sont dites : feuilles parallélinerves.
- Penné les feuilles sont dites : feuilles pennatinerves.
- Palmée les feuilles sont dites : feuilles palmatinerves.
- On trouve aussi des nervations : pédalée, réticulée etc...

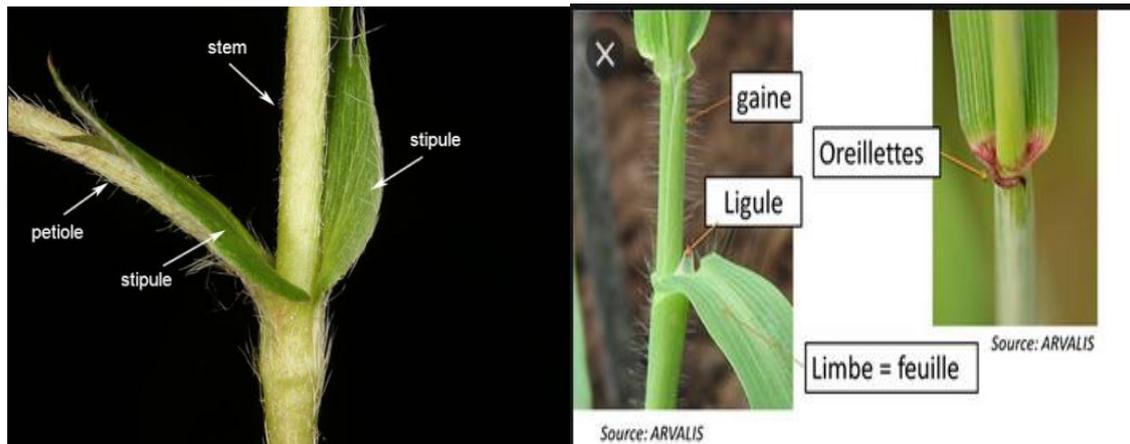
**d. La gaine foliaire:** c'est une partie des pièces foliaires, de forme et de taille variables, elle est située à la partie proximale d'une feuille qui embrasse la tige d'une plante. Selon la forme et la taille on les appelle :

- **Les stipules:** elle est constituée de deux pièces florales soudées entre elles son nom du mot latin du latin stipula qui veut dire « tige, paille, chaume, pipeau, chalumeau ») (fig. 98).



**Figure 98:** Types de feuilles

- **La ligule :** la ligule c'est une pièce foliaire, qui existe chez les Graminées, **Poaceae**, **Selaginellaceae** et quelques **Cyperaceae** Elle se rencontre surtout chez les Graminées. Elle correspond à une languette membraneuse, située à la base au niveau du point d'insertion du limbe de la feuille (fig. 99).



**Figure 99:** Formes de gaines

L'étude de la disposition des feuilles sur la tige est appelée : **La Phyllotaxie**.

Dans la nature on peut trouver :

- L'apparition d'une seule feuille au niveau de chaque nœud : on dit qu'on a une disposition des feuilles **alterne**.
- L'apparition de deux feuilles l'une en face de l'autre au niveau du même nœud on dit qu'on a une disposition **opposée**.
- L'apparition de trois feuilles ou plus au niveau d'un même nœud on parle de disposition **verticillée**.

#### 4.4.3 Adaptations morphologiques des feuilles :

##### 4.4.3.1 Feuilles des Gymnospermes (fig.100):

1. Feuilles en écailles appliquées sur le rameau : le cyprès, thuya
2. Feuilles en aiguilles isolées autour du rameau : le sapin pectiné, épicéa commun et douglas
3. Feuilles en aiguilles isolées autour du rameau : le sapin et épicéa
4. feuilles en aiguilles :
  - a. groupées par 2, 3 ou 5 sur des rameaux nains : Pins (Pin d'alpe et le Pin sylvestre)
  - b. groupées en bouquets sur des rameaux courts : Cèdre de l'Atlas et Mélèze





**Figure 100:** Feuilles de gymnospermes

#### 4.4.3.2 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 (fig.101).

#### 4.4.3.3 Les Phyllodes :

Un phyllode est un pétiole aplati rappelant par sa forme un limbe ou du moins une feuille ;

Ex : *Acacia heterophylla* (fig.94).



**Figure 101:** Feuilles vrilles et phyllodes

## 4.5 Morphologie de la fleur

La fleur est un organe spécifique des Angiospermes (plantes à fleurs), dont les ovules sont enfermés dans un ovaire. La fleur est le berceau de la reproduction sexuée des angiospermes, elle se développe à partir d'un bouton floral. La fleur (fig. 102) est constituée d'un ensemble de pièces florales fixées sur l'extrémité élargie appelée réceptacle floral, d'un axe nommé pédoncule inséré sur une tige (le pédoncule parfois est inexistant, donc on dit que la fleur est sessile) et une feuille modifiée appelée bractée et de quatre verticilles (groupes de pièces

florales rangées en cercle), dont le calice et la corolle, sont des pièces stériles et l'androcée et le gynécée qui représentent les pièces fertiles.

Certaines plantes ont des fleurs isolées (solitaire), mais beaucoup d'autres sont des fleurs regroupées en petits "bouquets" appelés inflorescence. Les composantes d'une fleur type sont, de l'extérieur vers l'intérieur :

**Remarque :** les fleurs des monocotylédones ont 3 pièces et celles des dicotylédones ont 4 à 5 pièces.

Certaines plantes ont des fleurs isolées (solitaire), mais beaucoup d'autres sont des fleurs regroupées en petits "bouquets" appelés **inflorescence**. Les composantes d'une fleur type sont, de l'extérieur vers l'intérieur :

#### **4.5.1 Le périanthe :**

C'est l'ensemble de pièces stériles, constitué de 2 verticilles : corolle et calice.

##### **4.5.1.1 Le calice :**

Il représente l'ensemble des sépales, pièces souvent de couleur verte, situé à la base de la fleur; il peut prendre différentes formes ; si les sépales sont libres on parle de calice dialysépale et si les sépales sont soudés on parle de calice gamosépale. Le calice peut persister jusqu'à la maturation du fruit on dit qu'il est persistant comme il peut disparaître aussi tôt la fleur épanouie et on dit qu'il est caduc.

##### **4.5.1.2 La corolle :**

Elle est constituée par l'ensemble des pétales généralement vivement colorés et plus grands que les sépales, situés au-dessus des sépales. Les sépales peuvent être libres on parle de fleur dialysépales et soudés on parle de fleur gamosépales. Dans certains les pétales et sépales ont la même apparence, on appelle de tépale et l'ensemble de ces tépales est appelé un **périgone**.

#### **4.5.2 Les pièces fertiles :**

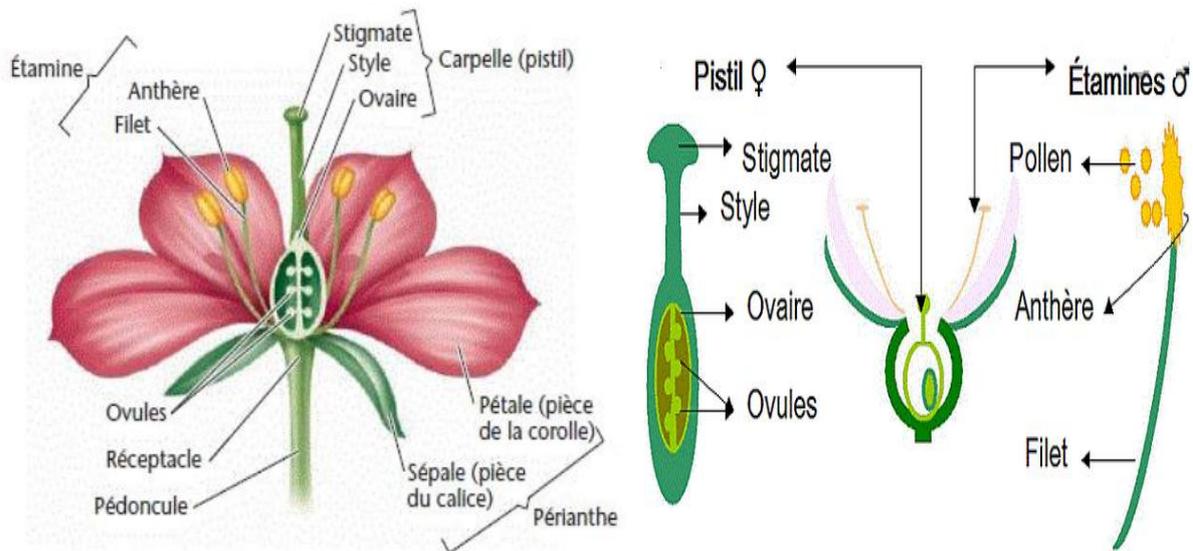
Sont les organes impliqués directement dans la reproduction, et constitués également de 2 verticilles : l'androcée et le gynécée (fig. 102) .

##### **4.5.2.1 L'androcée :**

C'est l'organe reproducteur mâle de la plante), il est constitué par l'ensemble des étamines.

Une étamine est constituée par une partie supérieure, appelée anthère. Cette est de forme très variable, généralement formée de deux thèques, unies par un connectif qui représente le prolongement du filet; chaque thèque contient deux sacs polliniques. La libération du pollen

se fait par déhiscence des anthères. L'anthère est fixée sur le réceptacle par un filet qui représente la partie inférieure de forme cylindrique, grêle et allongée. Il existe également des étamines stériles, appelées staminodes.



**Figure 102:** Composantes d'une fleur type angiospermes

#### 4.5.2.2 Le gynécée :

Appelé aussi le pistil, est l'organe reproducteur femelle des plantes, il est constitué **par l'ensemble des carpelles**. Un carpelle est constitué par (fig. 102):

- Un stigmate situé à l'extrémité supérieure du carpelle un peu large permettant de retenir le pollen, une voie de passage du tube pollinique vers la cavité de l'ovaire.
- d'un style prolongeant du carpelle vers l'ovaire. l'ovaire c'est la partie renflée situé à la base du capelle (l'**ovaire**) contenant les **ovules**.

Les carpelles composant le gynécée d'une fleur peuvent être complètement soudés, partiellement soudés ou totalement libres (fig. 102).

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**;

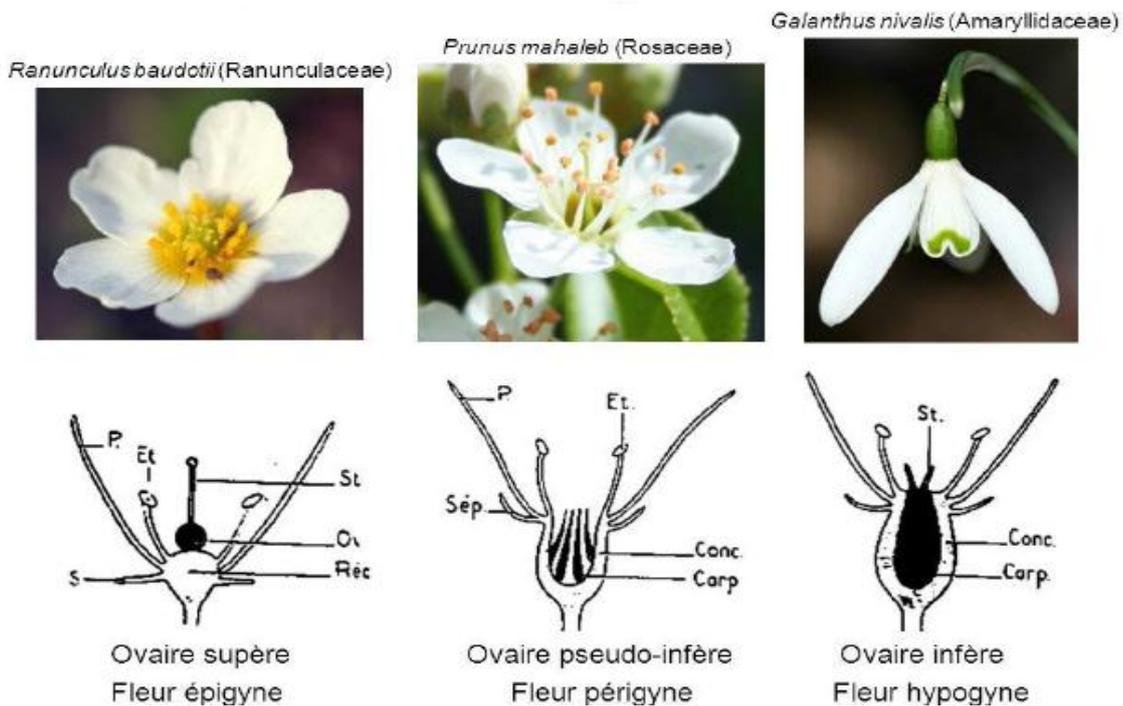
Si ces fleurs sont produites sur des individus séparés, la **plante** est appelée **dioïque**

#### 4.5.2.3 Disposition de l'ovaire et des pièces florales

Dans la nature la disposition de l'ovaire et des pièces florales peut donner différents types de fleurs (fig. 103). Si le périanthe et les étamines sont insérées plus bas que l'ovaire supère: on parle de fleur **hypogyne**.

Si le périanthe et les étamines sont insérés plus haut que que l'ovaire semi infère: on parle de fleur est **périgyne**.

Si le périanthe et les étamines sont insérés plus haut que l'ovaire totalement infère: on parle de fleur est **épigyne**.



**Figure 103:** Types de fleurs selon la disposition de l'ovaire

#### Remarque :

On peut avoir différents types de fleurs aussi selon le nombre de pièces florales et le nombre de verticille :

Exemple1 : chez les monocotylédones

Fleurs trimères = fleur constituée de 3 verticilles successifs chacun composé de 3 pièces,

Exemple 2 : chez les dicotylédones

- **Fleurs tétramères** = fleur constituée de 4 verticilles successifs chacun composé de 4 pièces
- **Fleurs pentamères** = fleur constituée de 5 verticilles successifs chacun composé de 5 pièces
- **Fleurs polymères** = fleur constituée de plusieurs verticilles successifs chacun composé de plusieurs pièces

## 4.6 Morphologie de la graine :

La graine provient de l'évolution de l'ovule après fécondation. Elle se compose de se compose de tégument (simple ou double) de l'embryon et de tissus de réserves constituant l'albumen. La forme, la taille et la consistance est en fonction de l'espèce et du mode de dissémination de celle-ci.

Les téguments assurent la protection de la graine, l'embryon constitue la partie la plus importante de la graine ; il est composé de la radicule protégée par deux petites tiges portant le ou les cotylédons.

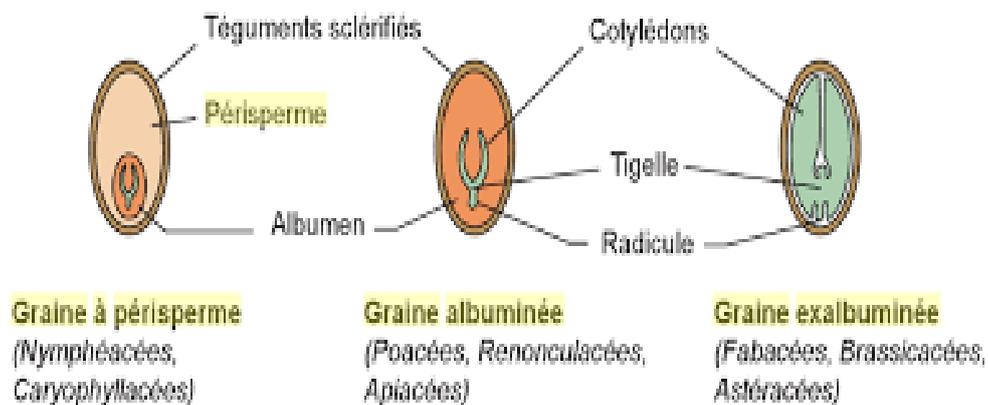
Chez les angiospermes l'embryon constitue la partie comestible des graines est appelé albumen car il est prolongé dans un tissu de réserve.

Suivant la présence ou non d'albumen dans les graines, on peut les classer en (fig.104) :

**Graine à périsperme:** Albumen moins développé avec autour le reste du nucelle ou le périsperme (servant de réserve).

**Graine albuminée :** Albumen développé servant de réserve pas de nucelle, cotylédon mince, (caryopses de céréales).

**Graine ex-albuminée :** Pas de nucelle et de l'albumen, existence de l'embryon et les cotylédons (le pois ou le haricot).

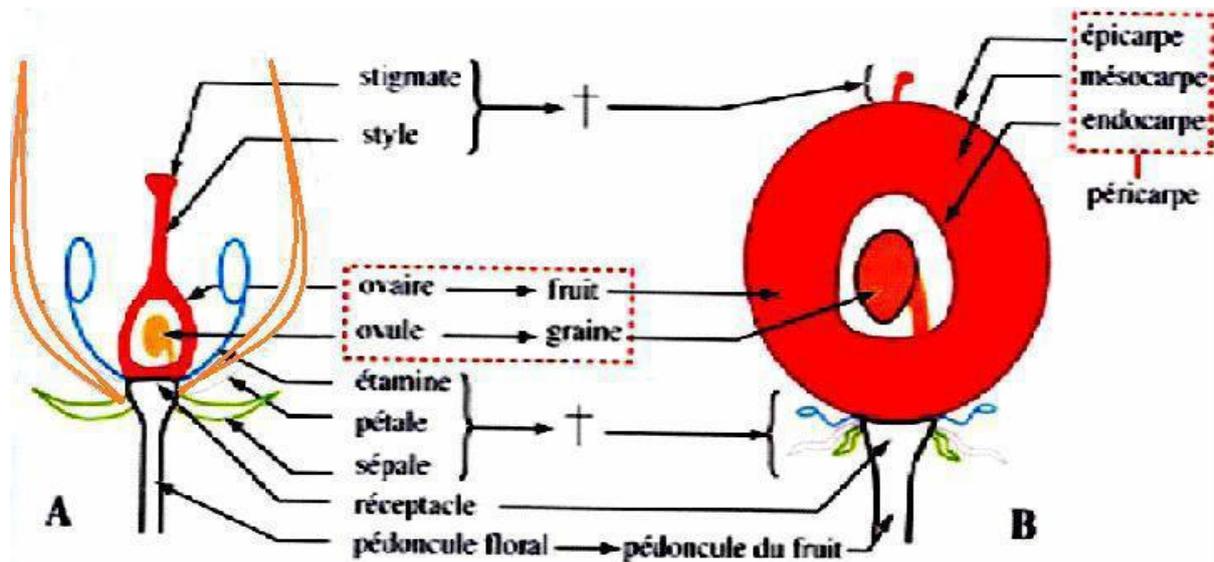


**Figure 104:** Formes de graines

## 4.7 Morphologie du fruit

La fécondation de l'ovule est suivie par la chute de l'ensemble des pièces florales à l'exception de l'ovaire. Les parois de l'ovaire vont former la paroi du fruit ou péricarpe. Parfois même d'autres parties de la fleur, (des fois, de l'inflorescence) et le réceptacle interviennent dans cette transformation. Donc le fruit résulte de la transformation des ovaires

d'une fleur fécondée ; il renferme la graine. On peut dire que le fruit et la graine résultent de l'évolution de la fleur après fécondation (fig. 105).



**Figure 105:** Evolution de la fleur en fruit

Selon le mode de transformation, de la paroi de l'ovaire en péricarpe, on distingue deux catégories de fruits :

- Fruit charnu
- Fruit sec

Le **péricarpe** est constitué de : l'**exo-carpe** (**épicarpe**), le **mésocarpe** et l'**endocarpe**.

#### 4.7.1 Fruits charnus:

Sont des fruits épais et juteux et gorgés de réserves (fig. 99). Sont appelés fruits vrais, il existe de types, les baies et les drupes:

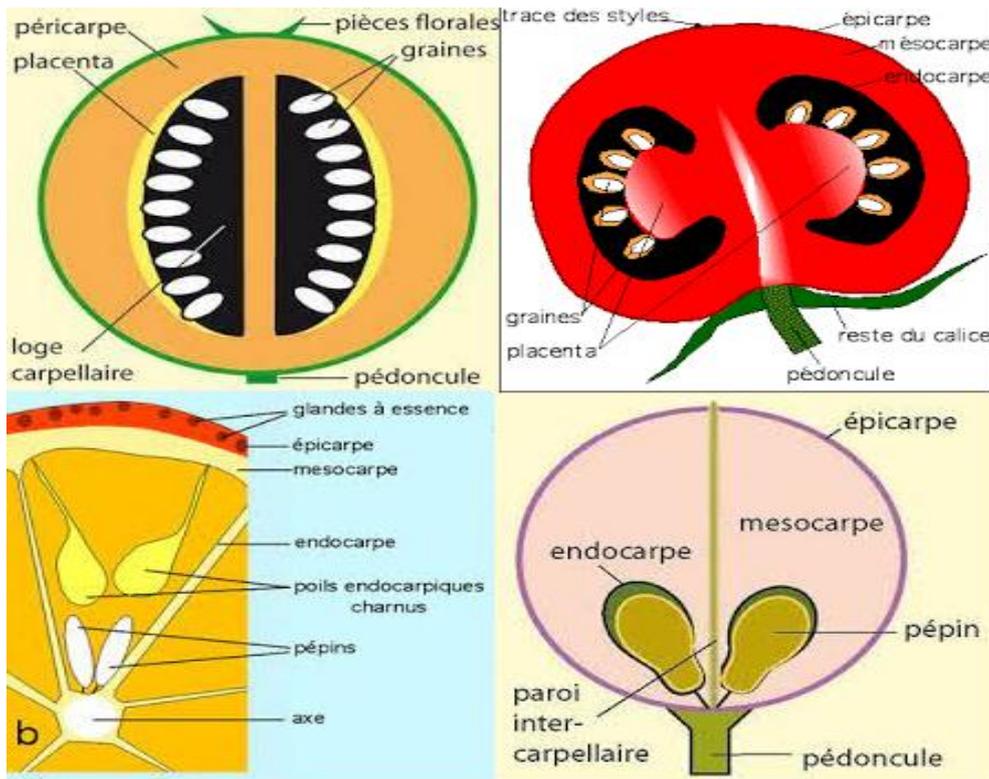
##### 4.7.1.1 La baie

La baie (fig. 106) est fruit possédant un endocarpe charnu succulent à pépins et un exo-carpe mince. Il est caractérisé par l'exo-carpe mince et par le mésocarpe et l'endocarpe charnus, ce qui fait que les graines sont libres dans la chair du fruit. Les baies ont plusieurs graines (plusieurs ovaires) Exemple: tomate, raisin, melon orange.

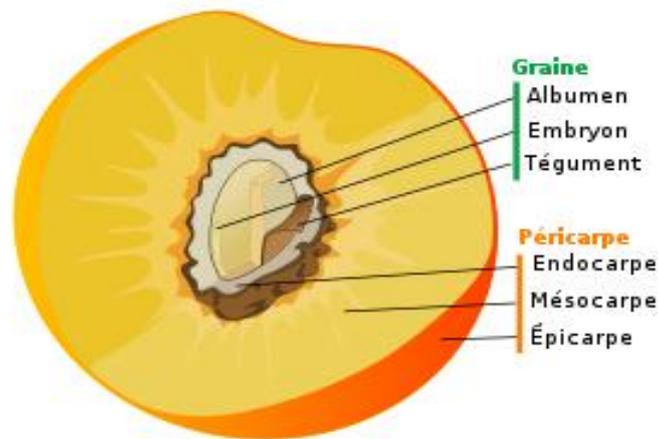
**Remarque :** Les agrumes (oranges) sont des baies qui ont un endocarpe forme des poils charnus, riches en réserves et un mésocarpe peu développé et de couleur blanche (fig.106).

##### 4.7.1.2 La drupe:

La drupe c'est un fruit succulent charnu indéhiscent avec un endocarpe lignifié entourant une seule graine appelée "noyau". La drupe est constituée d'un seul ovaire, exemple: la cerise, les pêches (fig. 107) etc...



**Figure 106:** Fruits en baies



**Figure 107:** Fruit en drupe

#### 4.7.2 Fruits secs :

Sont des fruits dont le péricarpe est desséché, fibreux et plus ou moins dure. On distingue deux types des fruits secs: Les fruits secs indéhiscents et les fruits secs déhiscents (fig. 108).

##### 4.7.2.1 Les fruits secs indéhiscents :

Ce sont des fruits secs ne s'ouvrent pas à la maturité pour libérer la ou les graines. On distingue plusieurs types de fruits secs indéhiscents (fig. 108) :

#### 4.7.2.1.1 **Les fruits secs akène « achaine ou achène » :**

Sont des fruits contenant une seule graine libre non soudée au péricarpe, de nature plus ou moins sclérifié dit cupule ex : noisette, châtaigne, le fruit des astéracées.

#### 4.7.2.1.2 **Le caryopse :**

C'est un akène dont téguments de la graine sont soudés au péricarpe du fruit il est spécifique au graminées (blé, maïs etc...)

#### 4.7.2.1.3 **La samare :**

C'est un akène, dont le péricarpe se développe en forme d'une ou deux (dans ce cas le fruit est appelé : disamare) exemple les fruits, du Frêne, d'érable et de l'Orme.

#### 4.7.2.2 **Les fruits secs déhiscents :**

Sont des fruits qui s'ouvrent à maturité par des fentes pour libérer les graines. On distingue les types de fruits suivants :

##### 4.7.2.2.1 **Le follicule :**

Fruit sec résultant d'un seul carpelle qui s'ouvre par une seule fente de déhiscence exemple : l'hellébore, Badiane (Anis étoilé)

##### 4.7.2.2.2 **La gousse :**

Fruit sec résultant aussi d'un seul carpelle qui s'ouvre par deux fentes, donnant la forme de deux valves sur lesquelles sont fixées les graines, ex : petit pois, haricot, vanille

##### 4.7.2.3 **La silique :**

Fruit sec résultant d'un ovaire bicarpellé, tétra loculaire, présentant une fausse cloison d'origine placentaire. Le fruit s'ouvre par déhiscence ou ouverture de quatre fentes. Exemple la Moutarde et giroflées.

##### 4.7.2.4 **La capsule :**

Fruit sec issu d'un ovaire composé de plusieurs carpelles soudés (pluri carpellaire). Le fruit s'ouvre par plusieurs fentes, pores (cas du pavot) ou par un couvercle qui se détache, on le nomme **Pyxide**.



**Figure 108:** Fruits secs déhiscents et indéhiscents

### 4.7.3 Faux fruit :

Un faux-fruit (appelé aussi, fausse baie, pseudo-fruit, fruit accessoire, fruit complexe) (fig. 109) est le résultat de la transformation d'un ou de plusieurs organes de la fleur ou de l'inflorescence qui se développent après la fécondation. Ces organes peuvent être le réceptacle floral, le calice, le pédoncule, le style, les étamines, etc. on distingue les types suivants :

#### 4.7.3.1 Fruits multiples :

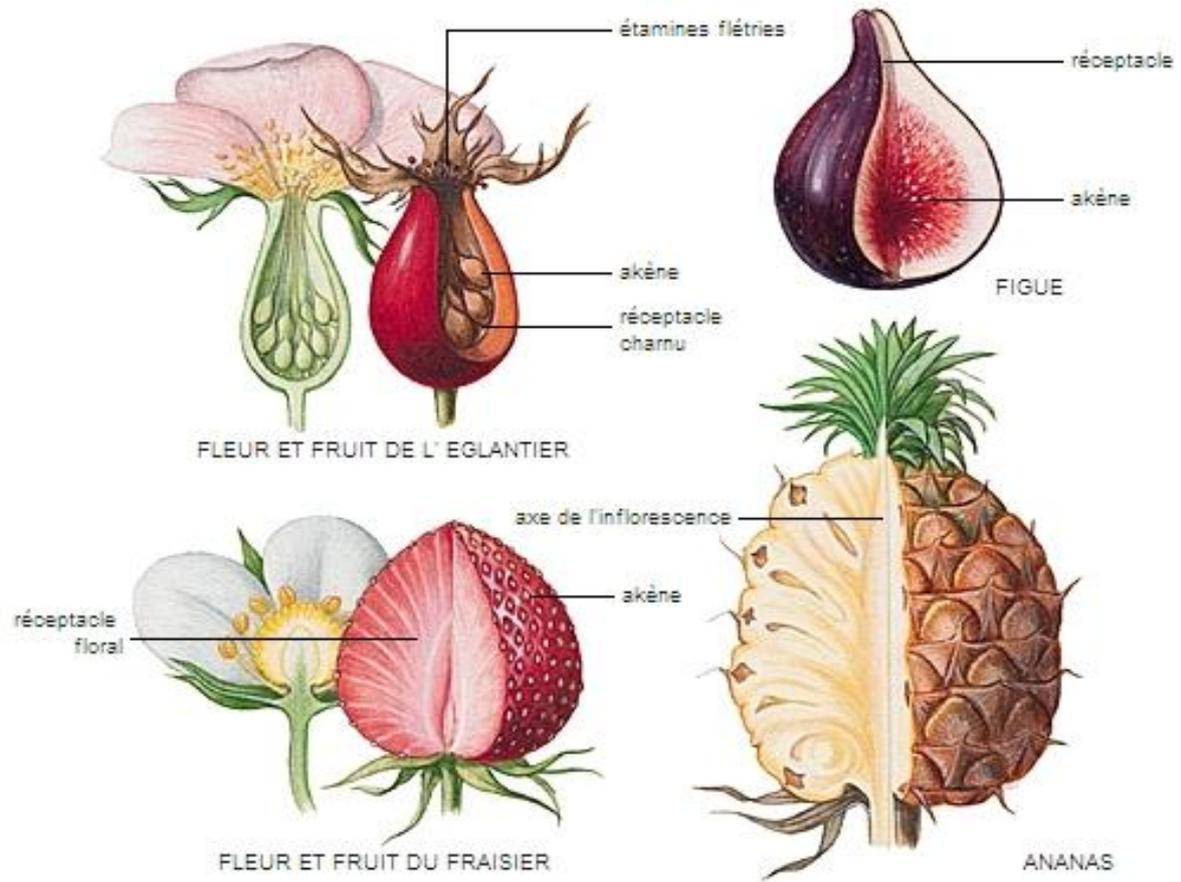
Le fruit multiple résulte de la transformation de fleur ayant un gynécée composé de plusieurs carpelles libres et indépendants (gynécée Polycarpe). Donc fruit formé peut être un fruit poly-follicules, polyakènes, poly-drupe, exemple la mûre est fruit composée multiples drupes.

#### 4.7.3.2 Fruits complexes :

La transformation en fruit fait intervenir d'autres parties de la fleur (réceptacle, pièces périnthaires, etc.) que le gynécée. Et le fruit formé est appelé fruit complexe "pseudo-fruit". C'est le cas plantes ayant des fleurs à ovaires infères.

#### 4.7.3.3 Fruits composés :

Les fruits composés proviennent de la transformation d'une inflorescence (qui est elle-même composée de plusieurs fleurs regroupées), auquel peuvent s'ajouter le réceptacle floral, l'axe de l'inflorescence et les bractées florales.



**Figure 109:** Faux fruits

# Chapitre 5. Gamétogenèse

Chapitre V. Gamétogenèse

Dr GHARABI Dhia

## 5 Chapitre V : Gamétogenèse

### 5.1 Définition de la gamétogenèse

La **gamétogenèse** est le processus de formation de cellules haploïdes, reproductrices appelées gamètes (gamétophytes). Chez les végétaux, la gamétogenèse est de deux types différents selon le lieu de production des gamètes :

Micro gamétogenèse ou gamétogenèse mâle, si la formation des gamètes a lieu dans l'anthere des étamines. Le gamète mâle issu formé est le noyau spermatique contenu dans le grain de pollen.

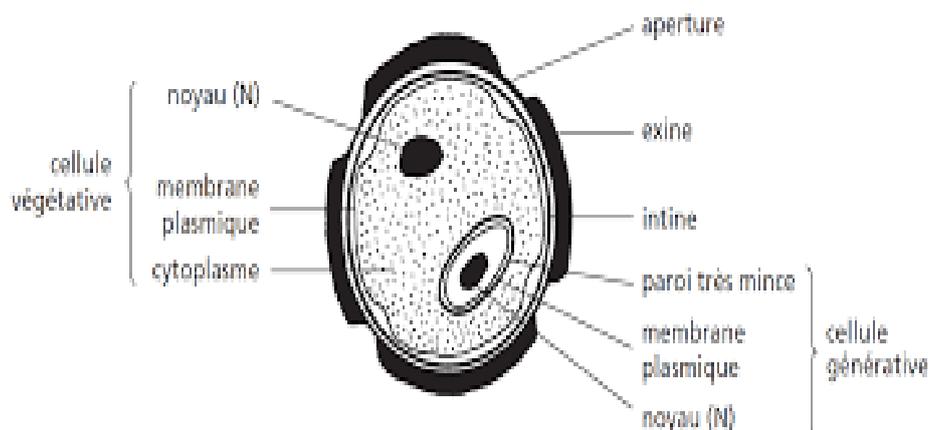
Macro gamétogenèse, méga gamétogenèse ou gamétogenèse femelle Si la gamétogenèse a lieu dans un ovule de la plante. Le gamète femelle résultant est l'oosphère contenu dans le sac embryonnaire.

### 5.2 La micro gamétogénèse ou la gamétogenèse mâle :

Chez les Angiospermes c'est la formation des grains de pollen à l'intérieur des anthères (étamine).

#### 5.2.1 Le grain de pollen

Le grain de pollen est produit dans les loges polliniques des anthères. Généralement il a une structure sphérique, constitué de cellules végétative plus grande riche en organites et possédant une double paroi (constituée d'**exine** à l'extérieur et d'**intine** à l'intérieur). Contenant une cellule plus petite possédant moins d'organites appelée cellule reproductrice ou génératrice (fig. 110).



**Figure 110:** Structure du grain de pollen

## 5.2.2 La formation du grain de pollen :

La formation du grain de pollen passe par les phases suivantes (fig. 111):

- La micro-sporogénèse : une cellule-mère diploïde subit la méiose, donnant naissance à quatre cellules haploïdes dites microspores. Ces cellules (tétrade de microspores) sont contenues dans une expansion pariétale faite en callose,
- Chaque microspore (haploïde) va subir une mitose qui donnera deux cellules :  
Une première grande cellule dite cellule végétative, et une seconde petite cellule contenue dans la première dite cellule générative ou cellule spermatogène chacune des deux cellules a sa membrane.
- Après cette étape deux possibilités présentent
  1. La bi cellule obtenue est le grain de pollen et une seconde division de mitose est réalisée dans le noyau de la cellule végétative et donnera naissance à deux noyaux spermatiques ou gamètes mâles, dans la plupart des cas après la pollinisation.
  2. La bi cellule obtenue subit immédiatement une seconde division de mitose est réalisée dans le noyau génératif et donnera naissance à deux noyaux spermatiques ou gamètes mâles, et le grain de pollen obtenu est tri cellule ce deuxième cas est avant pollinisation.

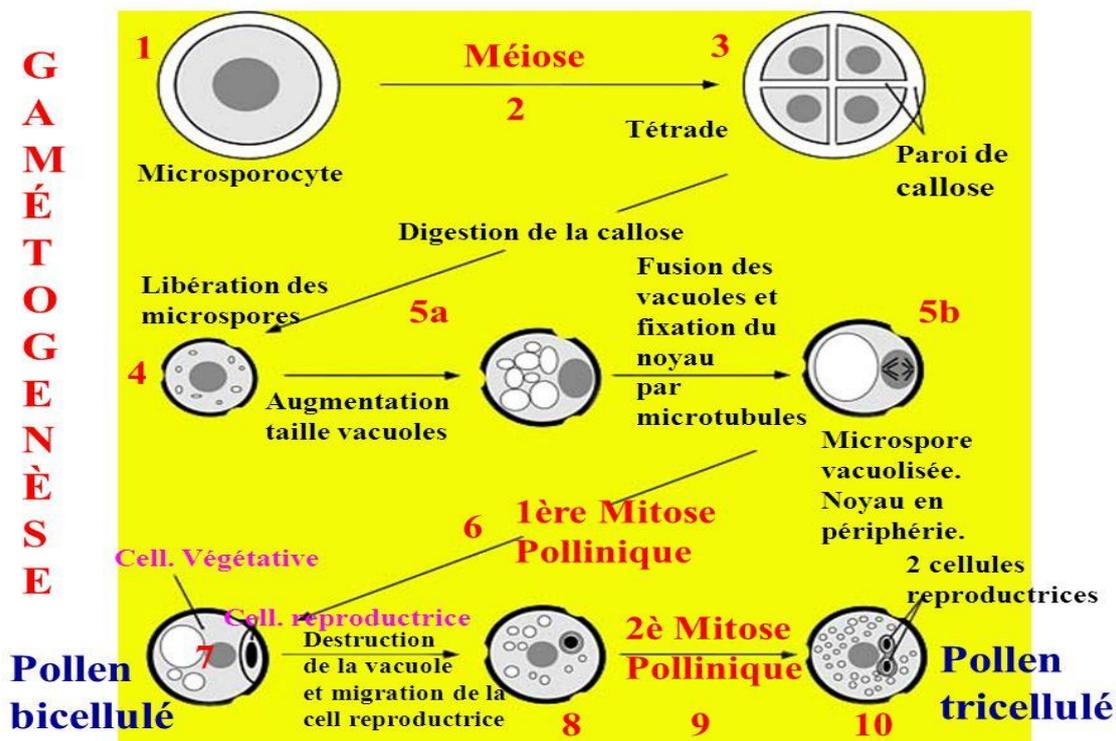


Figure 111: Formation du grain de pollen

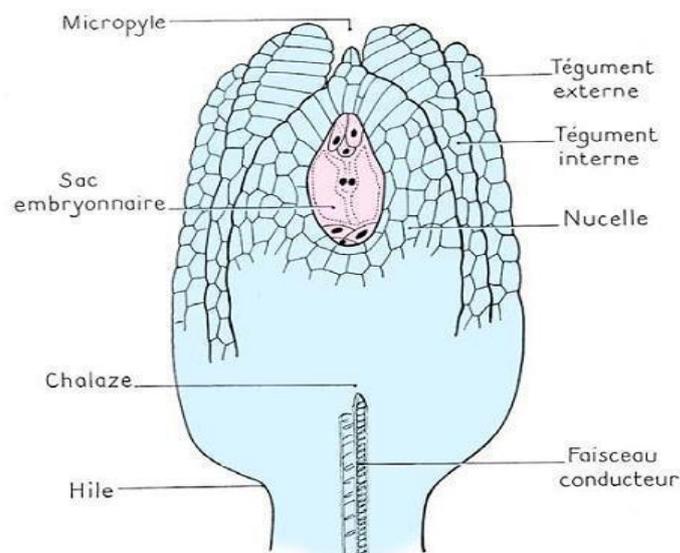
### 5.3 La méga gamétogenèse ou gamétogenèse femelle :

La méga-gamétogénèse chez les Angiospermes est la formation du sac embryonnaire qui est à l'intérieur de l'ovule qui se trouve dans l'ovaire (carpelle)

#### 5.3.1 L'ovule :

Un ovule est constitué de (fig. 112)

- **le funicule** : est un cordon situé dans la partie inférieure de l'ovule, attachant ce dernier au placenta.
- **la chalaze** : point de ramification du faisceau conducteur de l'ovaire;
- **le nucelle** : partie interne contenant le sac embryonnaire;
- **le sac embryonnaire** : gamétophyte femelle contenant un embryon diploïde et un albumen triploïde;
- **le(s) tégument(s)** : sont les deux enveloppes interne et externe de l'ovaire;
- **le micropyle** : ouverture apicale de l'ovaire.



**Figure 112:** Structure du sac embryonnaire

D'après la position de l'ovule on distingue 3 types d'ovules (fig. 113),

- Les ovules orthotropes** ou ovules droits (chez les Monocotylédones).
- Les ovules campylotropes** ou ovules penchés (chez les Légumineuses).
- Les ovules anatropes** ou ovules reversés (le plus fréquent.):

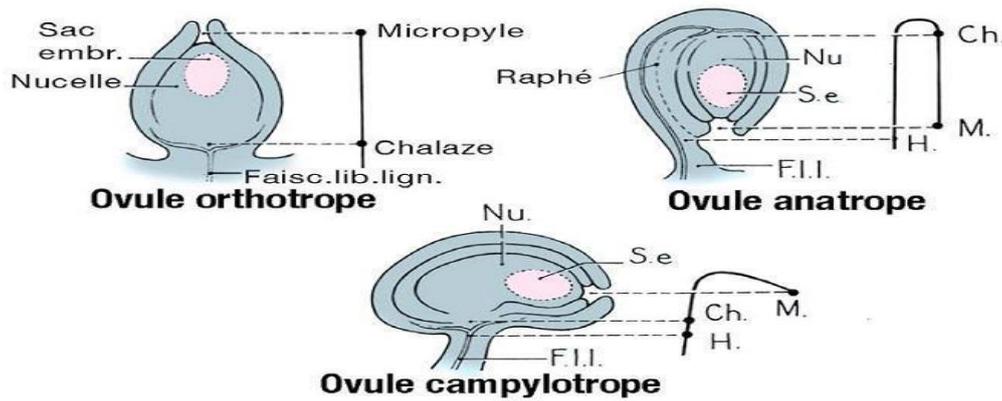


Figure 113: Types d'ovules

### 5.3.2 Formation du sac embryonnaire :

La formation du sac embryonnaire (fig. 114) commence par la différenciation d'une cellule qui augmente en volume et devient l'unique cellule **archésporiale (archéspore)** après elle devient le **mégasporocyte** et subit une méiose pour aboutir à la formation de **4 cellules haploïdes, appelées : mégaspores**, généralement 3 cellules proches du micropyle dégèrent et la 4<sup>ème</sup> mégaspore subit 3 **divisions nucléaires** donnant la naissance à **huit noyaux haploïdes**. Qui vont former le sac embryonnaire constitué de **7 cellules réparties comme suit :**

- deux synergides
- l'oosphère au pôle micropylaire
- trois antipodes au pôle opposé du micropyle
- une grande cellule centrale contenant **2 noyaux polaires**

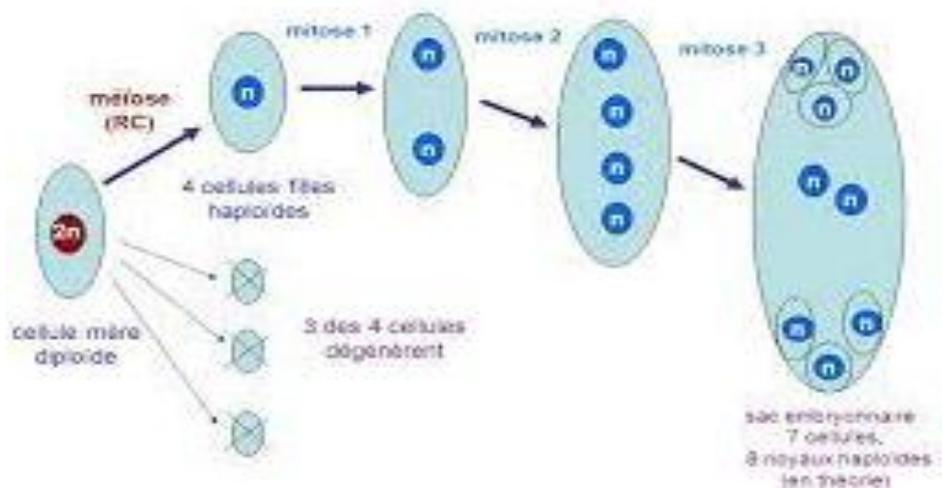


Figure 114: Formation du sac embryonnaire

# **Chapitre 6.**

# **Fécondation**

Chapitre V. Gamétogenèse

Dr GHARABI Dhia

## 6 Chapitre VI : Fécondation

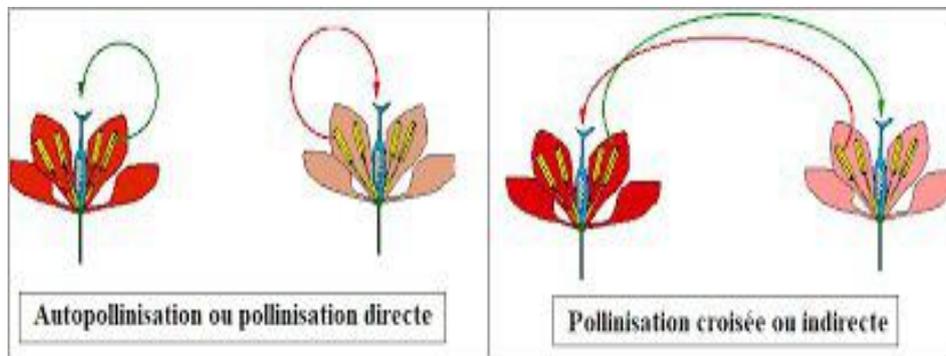
La fécondation se fait par la rencontre des gamétophytes (mâle et femelle) après le transport du grain de pollen de l'anthere jusqu'au stigmate de la fleur d'une même espèce: c'est qu'on appelle la pollinisation. La pollinisation est dite (fig. 115) : Directe ou autopollinisation quand le pollen et le stigmate appartiennent à la même fleur (autopollinisation)

Indirecte ou croisée quand le pollen est transporté sur le stigmate d'une autre fleur. Dans ce cas le pollen peut être transporté par :

Le vent (le pollen est très léger) : on parle de pollinisation **anémophile**.

Les insectes : on parle de pollinisation **entomophile**.

Les oiseaux on dit que c'est une pollinisation **ornithophile**.



**Figure 115:** Pollinisation directe et indirecte

### 6.1 Œuf et embryon :

Pour qu'il y est fécondation le grain de pollen déposé sur le va passer par les étapes suivantes (fig. 116):

Les papilles du stigmate **hydratent** le grain de pollen, permettant la germination du tube pollinique. Cette élongation du **tube pollinique est réalisée par allongement de** membrane plasmique et l'intine **de la cellule végétative**. Le tube pollinique contenant les **gamètes males** (ou spermatozoïdes), va progresser dans le stigmate vers la base **le gamète femelle (l'oosphère)**, à ce niveau une **double fécondation est réalisée**.

La double fécondation est assurée par la libération des deux spermatozoïdes de la synergide ; Un des **spermatozoïdes** fécond **l'oosphère** et forme **l'embryon** (œuf ou zygote principal à  $2n$ ), et **l'autre spermatozoïde** fécond la **cellule centrale** à deux noyaux polaires (chacun à  $n$  chromosome) formant **l'albumen (ou zygote accessoire** à  $3n$  chromosomes). L'albumen va remplacer le sac embryonnaire et assurer le stock de réserve nécessaire au développement de l'embryon.

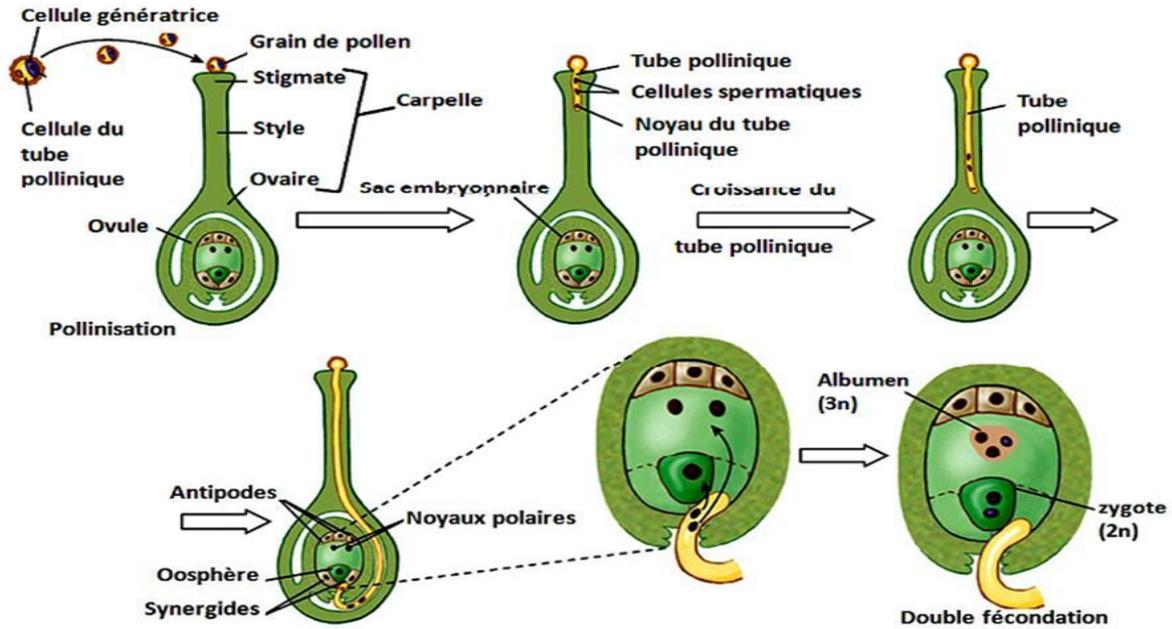


Figure 116: Double fécondation

## 6.2 Notion de cycle de développement :

Le cycle de développement d'une plante vasculaire (fig. 110) est l'ensemble des étapes à partir d'un zygote l'embryogenèse, issu de la fécondation d'un ovule par un gamète mâle. Aussitôt, il commence à se diviser pour former l'embryon d'une plante grâce au processus de l'embryogenèse. Dès lors, les cellules résultantes s'organisent pour qu'une extrémité devienne la première racine (radicule), tandis que l'autre extrémité forme la pointe de la pousse. Dans la graine, l'embryon développe une ou plusieurs « feuilles séminales » (cotylédons). À la fin de l'embryogenèse, la jeune plante dispose de toutes les parties nécessaires pour commencer sa vie.

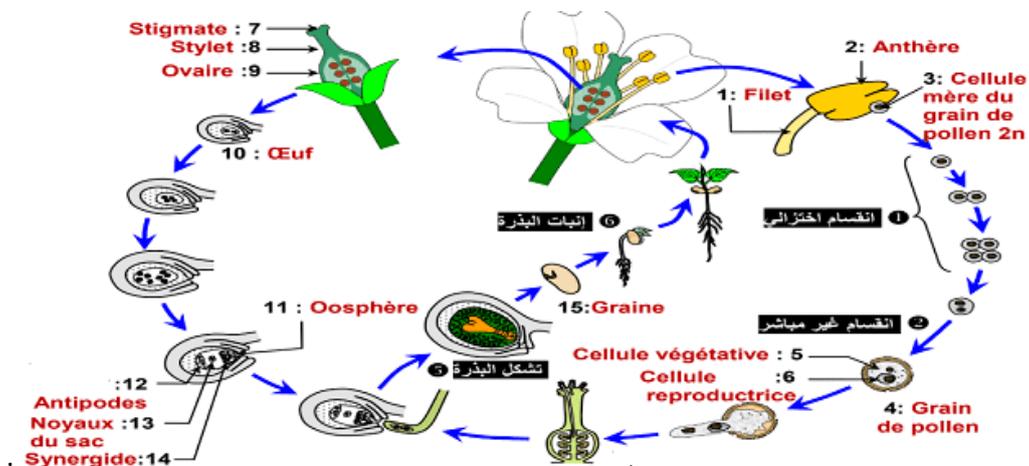


Figure 117: Cycle de développement d'une angiosperme

## 7 Références

### Les livres de biologie végétale :

1. **Alain Raveneau et al., 2014-** Biologie végétale. Ed. De Boeck, 733p.
2. **Anna SPERANZA. Gian Lorenzo CALZONI, 2014-** Atlas de la structure des plantes « guide de l'anatomie microscopique des plantes vasculaires en 285 photos » \*
3. **Barral, J.A.; Sagnier, H., (1889) :** *Dictionnaire d'agriculture, encyclopédie agricole complète*, coll. « Hachette et cie », , p. 301–302.
4. **Bernard Boullard 1997 :** , *Plantes & champignons*, De Boeck Secundair, 1997, p. 32
5. **Gérard Dutruge, 2018.** Cours La reproduction des plantes à fleurs (Angiospermes) : de multiples stratégies pour coloniser l'environnement
6. **J.-C. et F. ROLAND, 1995** –Atlas de la biologie Végétale. 6e Ed. Masson
7. **Jean François Morot-Gaudry et al., 2012-** Biologie végétale. Ed. Dunod, Paris, 213p.

### Site internet :

1. <https://fac.umc.edu.dz> > snv > faculte > cours
2. <https://sites.google.com/site/bvfsa2014/2-organisation-anatomique>
3. <https://floranet.pagesperso-orange.fr/gene/botagen/gen8.htm>
4. <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/fleurFruit.htm>
5. [http://www.fnasce.org/IMG/pdf/Cours\\_Bota\\_3.pdf](http://www.fnasce.org/IMG/pdf/Cours_Bota_3.pdf)

## 8 Exercice

### 1. adapter à la photosynthèse c'est?

- L'argumentation de la photographie
- L'autoproduction de nourriture chez la plante
- La croissance de la plante

### 2. Thallophytes sont des végétaux qui ont

- Des organes bien différenciés en tige, racine, feuilles.
- Des organes non différenciés
- Un appareil végétatif en Thalle

### 3. Cryptogames sont des :

- Plantes où les organes de reproduction ne sont pas visibles
- Plantes où les organes de reproduction sont apparents

## 9 Solutions des exercices

### Solution n°1

Adapter à la photosynthèse c'est :

- L'argumentation de la photographie
- L'autoproduction de nourriture chez la plante
- La croissance de la plante

### Solution n°2

Thallophytes sont des végétaux qui ont :

- Des organes bien différenciés en tige, racine, feuilles.
- Des organes non différenciés (ni tige ni racine ni feuille)
- Un appareil végétatif en Thalle

### Solution n°3

Cryptogames sont des :

- Plantes à organes de reproduction invisibles de l'extérieur
- Plantes à organes de reproduction nettement apparents.