الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université
Yahia FARES de MEDEA

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة يحي فارس بالمدية

Faculté des Sciences

كلية العلوم

N°:...../CSF/2018

POLYCOPIE DE COURS

« Biologie végétale»

Auteur :

Dr Fahima NABI

Destiné aux étudiants de

Discipline : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Biologie

Niveau : 1ère année Sciences de la Nature et de la Vie (SNV)

Année : 2018/2019

Approuvé par le Conseil Scientifique de la Faculté en date du : 6 Mai2019

SOMMAIRE

		Page
CHAPITRE 1	**INTRODUCTION A LA BIOLOGIE VEGETALE……**	1
	CLASSIFICATION DES PLANTAE……	1
	INTRODUCTION……	1
1	**Historique de l'étude des plantes ……...**	1
	1.2.Systématique et nomenclature……..	2
2	**Classification du monde vivant et places des végétaux…….**	3
	2.1. Classification actuelle des *plantae*……..	3
	2.1.1. Bryophytes ……...	4
	2.1.2. Les ptéridophytes…….	4
	2.1.3. Spermatophytes	4
CHAPITRE2	**MATRICE EXTRACELLULAIRE VEGETALE OU PAROI VEGETALE……...**	6
1	**Définition de la cellule végétale……**	6
	1.1.Un vacuome …….	6
	1.2.Plastes ……...	6
	1.3.Paroi cellulaire ou paroi squelettique……	7
2	**Structure de la paroi végétale ……..**	7
3	**Composition chimique……...**	8
4	**Architecture moléculaire de la paroi……**	9
5	**Possibilités d'échanges entre les cellules (communications intercellulaires)……**	10
	5.1.Les ponctuations……...	10
	5.2.Les plasmodesmes…….	10
6	**Modifications chimiques de la paroi cellulaire …….**	11
	6.1. Modifications Assurant la rigidité…….	11
	6.1.1. Lignification ou sclérification……	11
	6.1.2. Minéralisation…….....	11
	6.2.Modifications Assurant l'imperméabilité …….	12
	6.2.1. Cutinisation et cérification……	12
	6.2.2. Suberification……	12
	6.3.Gélification……..	12
CHAPITRE 3	**LES DIFFERENTS TYPES DE TISSUS…….**	13
1	**LES MERISTEMES……**	13
	1.1.Méristèmes primaires ……	13
	1.2.Méristèmes secondaires ……..	15
2	**LES PARENCHYMES…….**	18
3	**LES TISSUS DE REVETEMENT……..**	20
4	**TISSUS DE SOUTIEN……..**	26
5	**LES TISSUS CONDUCTEURS……...**	31
6	**LES TISSUS SECRETEURS……**	44
CHAPITRE 4	**ANATOMIE DES VEGETAUX SUPERIEURS……..**	47

1 Anatomie de la racine …… 47

1.1.Structure anatomique primaire …….. 47
1.2.Structure anatomique secondaire de la racine…… 51
2 Anatomie de la tige ……. 55
2.1.Structure anatomique primaire …….. 55
2.2. Structure anatomique secondaire …….. 60
CHAPITRE 5 MORPHOLOGIE DES VEGETAUX SUPERIEURS ET ADAPTATION…….. 62
Introduction…….. 62
1 La racine……. 62
2 La tige……... 64
3 La feuille…….. 69
CHAPITRE 6 BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LES ANGIOSPERMES…….. 77
1 Généralités sur la fleur ……. 77
2 Morphologie florale des Angiospermes…… 78
3 Gamétogenèse……. 83
4 Pollinisation ……... 87
5 Germination du grain du pollen…….. 88
6 Double fécondation …….. 88
7 Embryogenèse…… 88
8 Formation de la graine …… 90
9 Formation des Fruits……. 92
REFERENCES …….. 95

INTRODUCTION A LA BIOLOGIE VEGETALE

1. CLASSIFICATION DES PLANTAE

1- INTRODUCTION

Les végétaux sont des organismes qui ont une place importante dans le monde vivant,pour 2 raisons : ils sont en nombre important sur la terre et leur métabolisme estprimordial pour le reste des êtres vivants qui profitent de l'oxygène rejeté par cesorganismes.

Le règne des végétaux se caractérise au niveau de leur structure, d'abord par leurs cellules,puis par la structure de leurs tissus.Les végétaux ont la possibilité de synthétiser leur propre nourriture à partir d'élémentsminéraux récupérés de l'environnement.

Les végétaux ont colonisé la plupart des écosystèmes de la planète grâce en particulier à leurmode de reproduction asexuée et sexuée. En particulier, la colonisation est très efficace avec laproduction de graines et de fruits par lesplantes à fleurs.

Les végétaux sont capables de réagir aux variations des paramètres physico-chimiques del'environnement. Cela est possible grâce à la production d'hormones végétales**.**

1. 1. Historique de l'étude des plantes

L'étude des plantes est très ancienne :

- À l'antiquité, 2200 ans avant l'ère chrétienne, une centaine d'espèces étaient cultivées. En 372-287 avant notre ère. Théophraste, élève d'Aristote, donne dans son ouvrage << *Histoire des plantes* >> un système de classification qui distingue entre les herbes, lianes, arbres et arbrisseaux. Il liste 480 espèces en les groupant de manière artificielle.
- Peline, dans son ouvrage *« histoire naturelle »* et Dioscoride classent les plantes selon leur utilisation médicinale, alimentaire…et donnent des noms de plantes.
- Au 17èmesiècle, John Ray (1628-1705) répartit 18 000 espèces en Imperfectae (cryptogames), Monocotylédones et dicotylédones (*Historia plantarum*).
- Au 18èmesiècle, Carl Von Linné (1707-1778) présente un système basé sur des caractères numériques en donnant une grande importanceaux étamines, 24 classes basées sur le nombre et la disposition des étamines et 67 ordres sur la disposition et le nombre de pistils y sont distingués. Il développe la **nomenclature binomiale**. La première flore mondiale <<*speciesplantarum*>> est ainsi publiée en 1753 avec 40 000 genres. Ce type de classification a montré ses limites puisque des espèces n'ayant aucune ressemblance générale mais présentant un caractère en commun entaient regroupées en divisions alors que des espèces qui se ressemblaient étaient séparées
- Des progrès sont alors réalisés au cours de 20èmesiècle grâce à l'utilisation du microscope. C'est la classification naturelle qui prend le pas sur la classification artificielle. À partir des espèces décrites par Linné et les genres inventés par Tournefort, Bernard et Antoine – Laurent de Jussieu (1759) créent le concept de « **famille »** qui regroupe des plantes ayant en commun un certain nombre de caractères. Sur le même principe, d'autres botanistes inventent des divisions supérieurs : ordres, classes, embranchements.

- À partir de la 2ème moitié du 19ème siècle, avec les idées de Lamarck et Darwin sur l'évolution, les espèces sont considérées comme une forme issue de l'évolution d'espèces parentales. Ces espècespeuvent-elles-mêmesévoluer vers d'autres espèces sous l'influence des conditions du milieu ou de brusques mutations. En 1950, l'entomologiste Hennig a élaboré des concepts basés sur le principe de parenté phylogenique.
- Depuis 1985, le développement de la biologie moléculaire a fait révolutionner la systématique. La comparaison des ARN 16 s, a permis à Carl Woese et Gary Folsen d'établir le premier arbre du vivant.**La phylogénie moléculaire**est née, la classification des êtres vivants devient de plus en plus précise.

1.2. Systématique et nomenclature

En sciences naturelle, il s'agit dans un premier temps d'identifier, de décrire et d'inventorier ; c'est la **systématique.** Dans un second temps, il s'agit de rendre accessible cette diversité ; c'est **la classification.** Ces deux concepts reposent sur **la hiérarchisation et la nomenclature.**

1.2 .1. Hiérarchisation taxonomique

Devant l'immensité du nombre des organismes, il est nécessaire de ranger et de mettre en ordre les taxa dans un système hiérarchisé. Les taxa les plus utilisés sont donnés ici avec l'exemple du blé (*Triticumdurum* L.), selon la classification de Takhtajan-Cronquist (1964-1968) :

Règne : Plantae
Embranchement : Spermatophytes (ou phanérogames)
Sous-embranchement : Angiospermes
Classe: Monocotylédones
Sous-classe : Commelinidae
Ordre: Graminales
Famille: Gramineae
Sous-famille: Pooideae
Tribu : Triticeae
Genre: *Triticum*
Espèce: *durum* L.

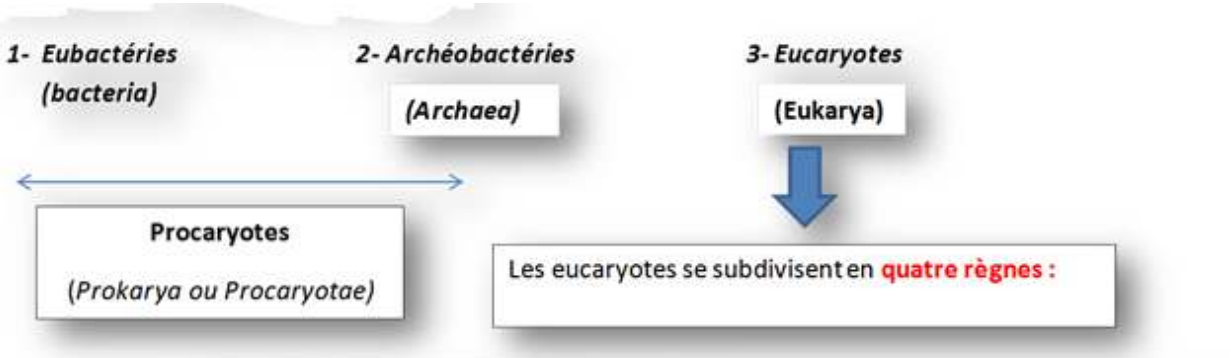
Par convention les noms d'ordres se terminent par **« -ales** » et les noms de familles « **-acées** » (en latin «**-aceae** »

1.2.2. Règle de la nomenclature botanique :

Le départ de la règlede nomenclature botanique est donné le 1er mai 1753. Le nom d'une plante est toujours un **binôme latinisé**. Le nom du genre débute par une majuscule et s'écrit en italique ou est souligné comme par exemple : ***U**lva, **P**salliota, **A**vena.* Le nom d'espèce est écrit en minuscule, en italique ou souligné : *lactuca, campestris, sterilis*. Le binôme nomencltural est suivi du nom (ou du nom abrégé) du premier auteur qui a décrit la plante, exemple : *Avenasterilis* L. (L. pour Linné).

2. Classification du monde vivant et place des végétaux

Les organismes vivants sont classés en trois domaines



Règnes	*Organisation*	*Phyla*
1-Protistes (Protoctista)	*Unicellulaires*	*-Protozoaires -Protophytes*
	Pluricellulaires	*-Algues*
2-Champignons (Fungi)	*Pluricellulaires*	*-Champignons -Lichens*
3-Plantes (Plantae)	*Pluricellulaires*	**Bryophytes (Mousses) Ptéridophytes (Fougères) Spermaphytes (Plantes à graines)**
4- Animaux (Animalia)	*Pluricellulaires*	*Spongiaires, cnidaires, Nématodes, Annélides, Plathelminthes, Mollusques, Cordés, Arthropodes, Echinodermes).*

2.1. Classification actuelle des*plantae*

Phyla	*Caractères évolutifs*			
	Appareil végétatif ou Cormus	**Systèmes vasculaire ou tissus conducteurs**	**Appareil reproducteur**	
BRYOPHYTES	Imparfait : racines inexistantes Présence de rhizoïdes	Absent : conduction assurée par hydroïdes	Caché ou peu visible	**Cryptogames :** Végétaux inferieurs
PTERIDOPHYTES	Parfait : vrai cormus, apparition de racine	Apparition d'un système vasculaire	Caché ou peu visible	
SPERMAPHYTES	Parfait : vrai cormus Système racinaire bien développé	Perfection du système vasculaire	Apparent : la fleur Ovule devient graine	Phanérogames : Végétaux supérieurs

Classification de WHITAKER 1969.

- Embranchement des **BRYOPHYTES**
- Embranchement des **PTERIDOPHYTES**
- Embranchement des **SPERMAPHYTES :**
  - ▸ sous-embranchement des **GYMNOSPERMES**
  - ▸ sous-embranchement des **ANGIOSPERMES :**
    - ▸ classe des **MONOCOTYLEDONES**
    - ▸ classe des **DICOTYLEDONES**

2.1.4. Bryophytes (ex. Les mousses)

Les « bryophytes » (du grec Bruon = mousse), sont des végétaux d'organisation relativement simple et de petite taille. Ils possèdent une véritabletige et des feuilles assimilatrices, cet appareil végétatif est appelé**cormus**. Mais celui-ci est incomplet car dépourvuracines, il porte des **rhizoïdes** ayant un rôle de fixation et d'absorption.Les bryophytes sont dépourvues de **vaisseaux pour la conduction de la sève** ; Ce sont des végétaux **avasculaires.**

Les bryophytes vivent le plus souvent en milieu terrestre mais se développant dans les endroits humides. Dans les sous-bois, ils forment des tapis pus au moins continus, ils constituent la strate végétale basse. Certains s'établissent sur les murs et les rochers.

2.1.5. Les ptéridophytes exemple : les fougères.

Les « ptéridophytes », (Du grec : « Pteris » = fougère), Ont un cormus plus développé que celui des bryophytes. Il est constitué par une **tige souterraine** nommée **rhizome**. La plante est fixée au sol par de **vraies racines** fines peu ramifiées, ils présententégalement des **feuilles**.

Les ptéridophytes sont caractérisées par l'apparition **d'éléments conducteurs**, ce sont donc des plantes **Vasculaires**.

Les ptéridophytes sont des **cryptogames,** car ils se caractérisent par des organes reproducteurs cachés ou peu apparents.Les ptéridophytes vivent en général dans les milieux humides, et certains sont aquatiques (ex : Azolla).Dans les forêts tropicales, les fougères sont arborescentes.

2.1.6. Spermatophytes

Le terme **Spermatophytes** veut dire plantes **à ovule** alors que celui des **Spermaphytes** indique les plantes à **graines.**

Les spermaphytes sont caractérisés par **le cormus le plus développé**. Il est le plus spécialisé et le plus complexe des plantae.

Les organes de reproductions des spermaphytes sont apparents et structurés en**fleurs**, ce sont des **phanérogames.**

Ce sont des **végétaux vasculaires** dont la fécondation est indépendante du milieu extérieur et dont les éléments reproducteurs sont les **grains de pollen chez les mâles** et les ovules chez **les femelles.**

Les spermaphytes se distinguent également par la production de **la graine** qui représente l'organe de dissémination. Elle est issue du processus de la fécondation qui met en jeu des éléments reproducteurs spécialisés; Le grain de pollen et l'ovule au sens large.

L'embranchement des spermaphytes comprend deux sous-embranchements :

- **Lesgymnospermes** : **les ovules et les graines sont nus,**non inclus dans un organe protecteur.

Les Gymnospermes sont les conifères au sens large comprenant donc les Pins, les Sapins... mais aussi les Ginkgos et les Cycas. Les ovules fécondés donnent des graines nues d'où leur nom de Gymnospermes. Il n'y a jamais de fruit chez les Gymnospermes.

- Les**angiospermes**ou **Plantes à fleurs**:sont caractérisés par **la présence de l'ovule dans un ovaire** et de **la graine dans un fruit**. Les organes reproducteurs (à l'origine des gamètes) sont placés dans une structure particulière : **la fleur**. les ovules donnent les graines, qui contiennent un embryon, issu de la fécondation du sac embryonnaire, et qui donnera la jeune plante, les carpelles se transforment en fruits.

Les Angiospermes regroupent deux grandes classes d'importance inégale (en termes de nombre d'espèces) : les **Monocotylédones** et les **Dicotylédones**.

MATRICE EXTRACELLULAIRE VEGETALE OU PAROI VEGETALE

2. Définition de la cellule végétale

Les cellules végétales sont eucaryotes, leur matériel génétique est principalement contenu dans un compartiment spécialisé, le noyau. Les cellules des Végétaux diffèrent des cellules animales par une taille plus grande (50 à 250 µm), et une forme généralement anguleuse et géométrique.

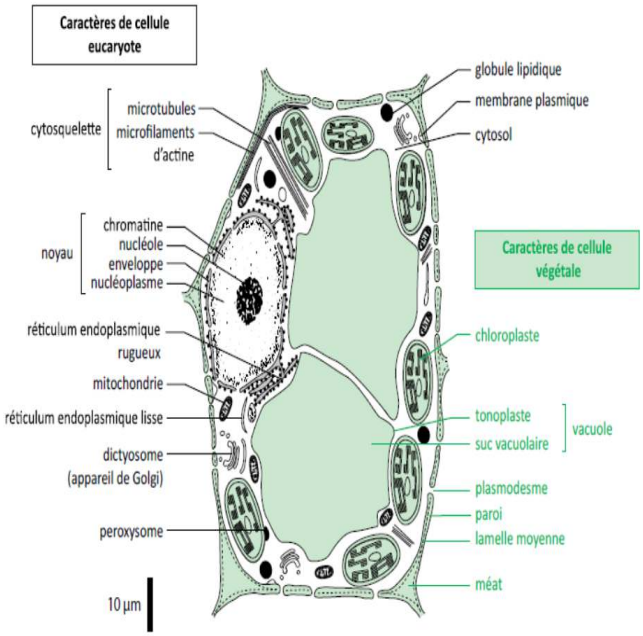


Figure 1.3 Organisation d'une cellule végétale (cellule de parenchyme chlorophyllien de feuille d'Épinard).

Figure 2 .1. Organisation d'une cellule végétale

La cellule végétale possède des éléments supplémentaires à ceux de la cellule animale : **les vacuoles** appelée Tonoplaste, les **plastes** et **la paroi.**

2.1.Un vacuome : qui est un ensemble de vacuoles qui occupent quasiment toute la cellule. Elles sont également le lieu de stockage du calcium précipité et des métaux lourds, et exercent une pression sur la paroi cellulaire, permettant d'assurer la rigidité et la forme de la cellule.

2.2.Plastes : qui sont des organites cellulaires possédant un ADN propre. Ils sont de trois types:

- **Les chloroplastes** possèdent de la chlorophylle et sont le site de la réalisation de la photosynthèse.
- **Les chromoplastes** donnent des colorations jaune-orangé aux organes qui en possèdent (feuilles à l'automne, pétales de fleurs), et ceci grâce à une grande quantité de pigments non-chlorophylliens (caroténoïdes, xantophylles, …) présent dans ces plastes.
- **Les leucoplastes** ne possèdent pas de pigments et servent au stockage de différentes substances comme l'amidon, les lipides et les protéines. Ce sont des plastes de réserve situés dans les racines et dans les tissus non photosynthétique (certains tissus parenchymateux…).

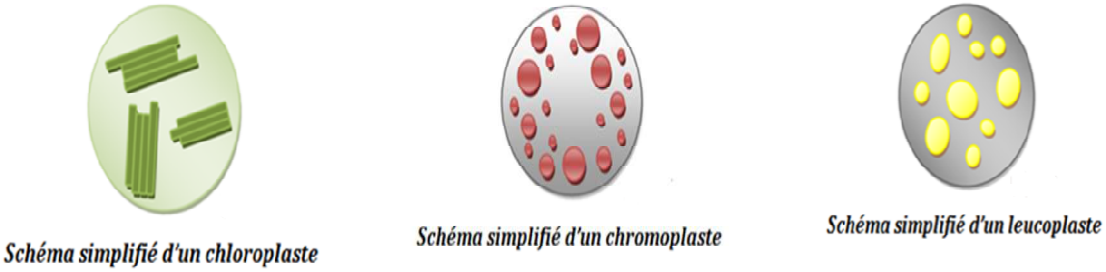


Figure 2.2. Types de plastes

*

2.3.Paroi cellulaire ou paroi squelettique

La paroi est constituée par un ensemble de molécules synthétisées par la cellule et organisées, à l'extérieur de la membrane plasmique, en une matrice.

Rôle de paroi

- Elle assure la rigidité de la cellule.
- Elle protège la cellule, prévient une absorption excessive d'eau, assure le maintien et définit la taille et la forme de la cellule végétale.
- Elle participe à la régulation des relations avec les autres cellules et l'extérieur.

3. Structure de la paroi végétale

La paroi végétale est une structure qui évolue en fonction de l'âge des tissus végétaux. Onconsidère donc une étape de paroi dite primaire (jeune) et une étape de paroi secondaire(âgée).Elle comporte plusieurs parties mises en place successivement (figure 2.3).

- **La lamelle moyenne ou mitoyenne :** c'est un ciment intercellulaire. Elle est commune entre deux cellules voisines

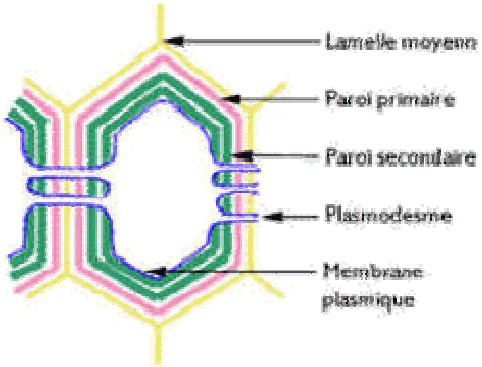


Figure 2.3. Structure de la paroi pectocellulosique

- **La paroi primaire** est située entre la lamelle moyenne et la paroi secondaire. Son épaisseur est variablela paroi primaire n'existe seule que dans les cellules juvéniles. Elle est extensible, ce qui permet la croissance cellulaire (élongation).
- **La paroi secondaire**: Chez certains tissus, les cellules présentent une paroi secondaire, située entre la membrane cytoplasmique et la paroi primaire.

4. Composition chimique

La paroi squelettique est pectocellulosique chez les végétaux supérieurs.Elle composée essentiellement de Trois groupes de glucides :

- les pectines
- les hemicelluloses
- la cellulose

- ✓ **Lamelle moyenne** : constituée de matières pectiques seulement.
- ✓ **Pectines:** ces polysaccharides complexes, chargés négativement, sont reliés entre eux par des ions calcium, chargés positivement, au niveau de structures en « boîte à œufs ». Le réseau ainsi formé retient de l'eau constituant un gel. Les pectines constituent également le « **ciment pectique »** de la lamelle moyenne.
- ✓ **Paroi primaire** : est constitué de :
- ✓ **Cellulose :** la cellulose est un polymère de glucose. Les chaînes de cellulose s'associent par des liaisons faibles et forment des structures cristallines (figure 2.4), mécaniquement résistantes, **les microfibrilles**, dont l'ensemble forme une charpente. Les macromolécules prennent une forme de longues chaines tendues qui s'associent les unes avec les autres par des liaisons hydrogènes pour former des paquets de microfibrilles.

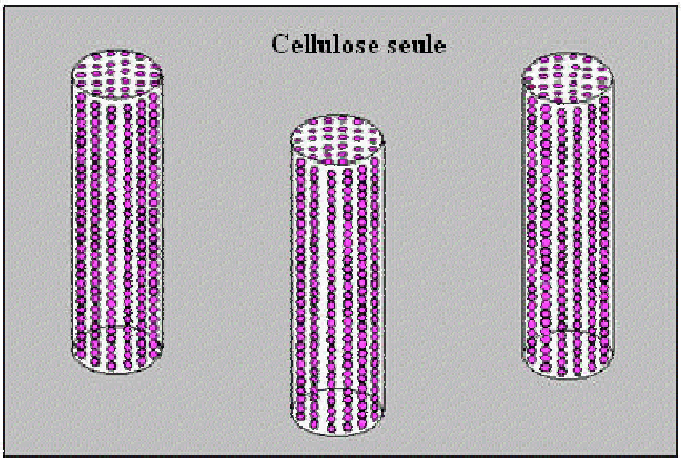


Figure 2.4. Architecture de la paroi primaire des dicotylédones formée de microfibrilles de cellulose

- ✓ **Pectines**
- ✓ **Hémicelluloses (figure 2.5)**: sont constituées de polymères d'oses variés : pentoses, hexoses, oses méthylés. Ce sont des substances matricielles qui servent de liaison entre les microfibrillesde cellulose.L'hémicellulose et la pectine (figure 04) sont des polysaccharides ayant une texture gluante. Ils agissent comme liant entre les fibres de cellulose.

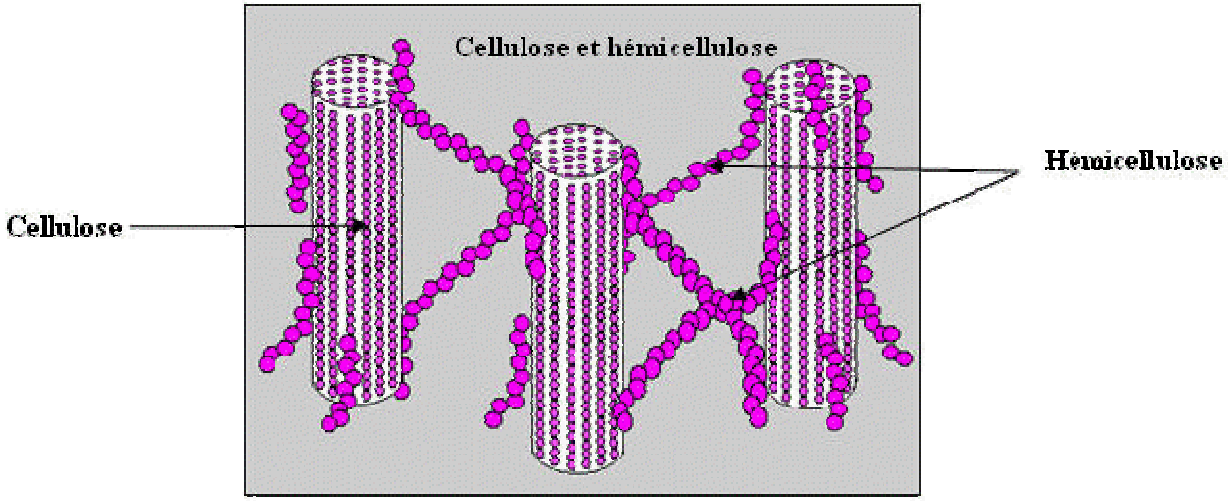


Figure 2.5. Architecture de la paroi primaire des dicotylédones formée de microfibrilles de cellulose réunis par des pectines et des hémicelluloses

- ✓ **Glycoproteines** : l'extensine est l'une des protéines spécifiques des parois primaires. Elle est riche en hydroxyproline (acide aminé).
- ✓ **Eau :** plus la cellule est jeune, plus la teneur en eau est élevée
- ✓ **Paroi secondaire:** Elle est plus riche en cellulose, dépourvus de composés pectiques et de glycoprotéines, pauvre en hémicellulose et en eau comportent des microfibrilles de cellulose extrêmement serrées les unes contre les autres. Ces dépôts ne peuvent plus s'agrandir.

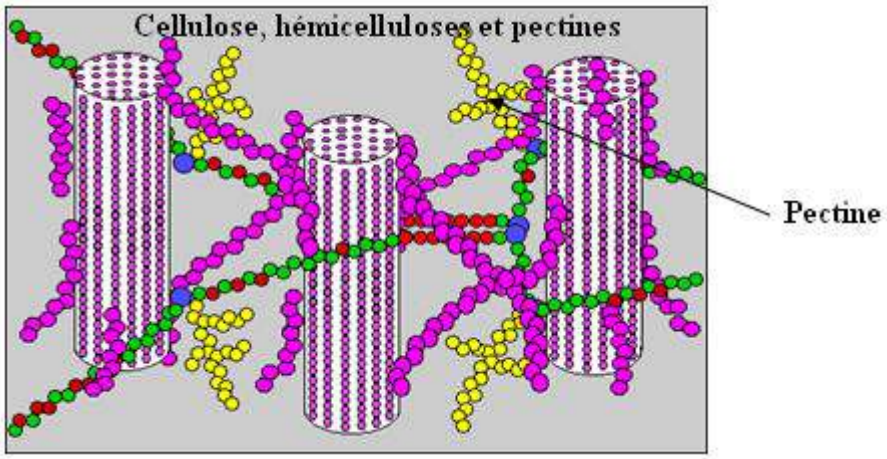


Figure 2.6. La présence de pectines supplémentaires augmente la complexité de la paroi primaire des dicotylédones

5. Architecture moléculaire de la paroi

Dans la paroi primaire, les microfibrilles de cellulose mises en évidence par la technique d'ombrage n'ont pas une orientation préférentielle, elles s'enchevêtrent et forment un réseau lâche, ce qui confère à la paroi sa plasticité.

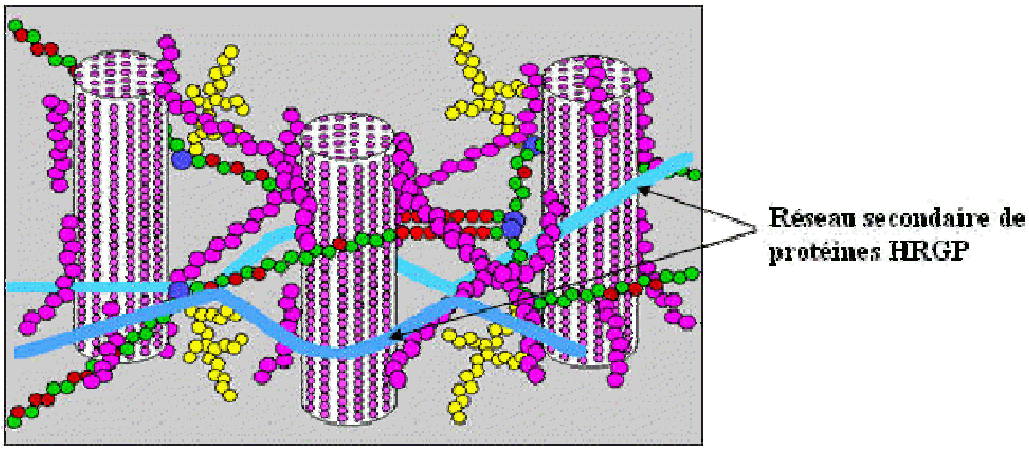


Figure 2.7. Architecture de la paroi primaire : Cellulose, hémicelluloses, pectines et HRGP

Dans la paroi secondaire, les microfibrilles de cellulose sont serrées et disposées parallèlement. L'orientation des microfibrilles est différente d'une strate à l'autre.

Les microfibrilles de cellulose forment **la phase cristalline**, les autres constituants forment la **phase amorphe (figure 2.7)**.

7. Possibilités d'échanges entre les cellules : communications intercellulaires

7.1.Les ponctuations :

C'est un amincissement de la paroi squelettique (figure 2.8), correspondant de l'autre côté de la lamelle moyenne à un amincissement identique de la paroi de la cellule voisine.

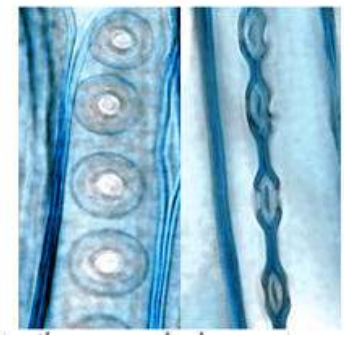


Figure 2.8 : Ponctuations ou amincissement au niveau de la paroi végétale

7.2.Les plasmodesmes:

Sont de très fins canaux de 20 à 40 nm de diamètre (figures 2.9 et 2.10) qui traversent totalement les parois cellulaires établissant une connexion cytoplasmique directe entre deux cellules voisines. Ils sont généralement localisés au niveau des ponctuations simples, mais peuvent être répartis dans toute la paroi. Ce sont des structures dynamiques

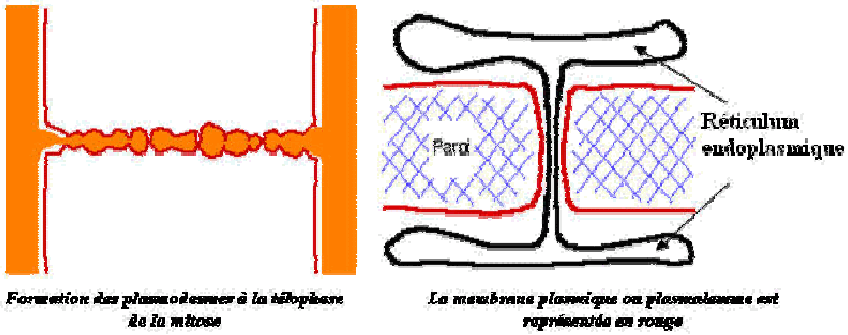


Figure 2.9: Schéma d'un plasmodesme

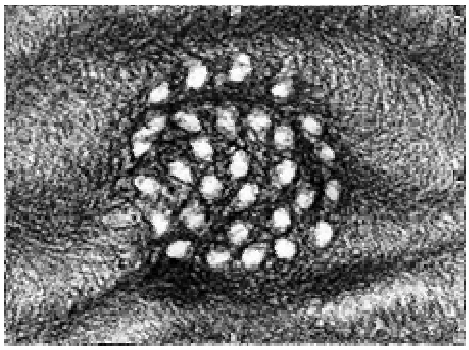


Figure 2.10 : Schéma d'un plasmodesme vu de face dans une section tangentielle d'une paroi

8. Modifications chimiques de la paroi cellulaire :

8.1.Modifications Assurant la rigidité :

8.1.1. Lignification ou sclérification :

La lignification correspond à un dépôt de **lignines**qui se forment à la fin de la formation des parois primaire et secondaire, et sont toujours associée à la cellulose, se déposant sur celle-ci. En effet le dépôt de lignine occupe tout l'espace laissé libre par la cellulose et les polymères de la matrice. Les lignines sont des molécules non glucidiques caractéristiques du bois.

Elles sont présentent au niveau de certains tissus particuliers de la plante et renforcent ainsi leur rigidité et leur résistance mécanique à la compression, pour permettre la formation d'arbre. Les lignines sont des molécules hydrophobes qui restent mouillable mais qui sont imperméable à l'eau. Les cellules lignifiées sont destinées à mourir.

La lignine est indispensable à la formation des vaisseaux et ainsi au transport de l'eau dans les végétaux supérieurs.

8.1.2. Minéralisation :

La minéralisation correspond à un dépôt de silice (SiO_2) ou alors à un dépôt de calcaire (carbonate de calcium, $CaCO_3$) au niveau de tissus spécifiques de la plante.

Le dépôt de silice s'appelle la **silification** et se fait au niveau de certaines plantes uniquement, non comestibles par les herbivores. Les Poacées et les Cypéracées possèdent des épidermes riches

en silices ; on prendra pour exemple les poils urticants des orties.Les poils épidermiques proviennent de l'allongement de cellules épidermiques. Il existe des poils unicellulaires et des poils pluricellulaires. On distingue aussi des poils tecteurs et des poils sécréteurs. Les poils tecteurs sont souvent considérés comme un moyen de protection.

Le dépôt de calcaire s'appelle **calcification,** il s'effectue au niveau des poils en les rigidifiant.

8.2.Modifications Assurant l'imperméabilité :

Ce sont des appositions de substances lipidiques telles que **la cutine, la cire et la subérine**

Ces composés sont des polymères d'acides gras à longues chainesresponsables d'une hydrophobie plus au moins marquée.

8.2.1. Cutinisation et cérification

Elles concernent les tissus protecteurs des organes aériens. Les parois externes des cellules épidermiques sont recouvertes d'une cuticule. Cette dernière est constituée soit de cutine seule ou de **cutine** et de **cire.**

8.2.2. Suberification

Elle a lieu généralement dans les tissus protecteurs des organes aériens et souterrains.

La subérine se dépose sur la face interne des parois cellulaire en couches concentriques, interrompues par des ponctuations. Elle entraine une imperméabilisation des parois et par conséquent la mort des cellules aprèsdégénérescence du cytoplasme

8.3.Gélification

C'est l'hydrolyse des chaines polygalacturoniques de la lamelle moyenne par des enzymes (pectinases).

On peut l'observer :

- au moment de la maturation de fruit (melon, tomate)
- dans la formation des méats et lacunes
- dans la chute des organes caducs comme les feuilles et les pétales.

CHAPITRE 3 : LES DIFFERENTS TYPES DE TISSUS

Dans les organes des végétaux supérieurs, les cellules ayant la même organisation et même fonction, sont groupées en ensembles appelés tissus. Chez les végétaux supérieurs appelés aussi vasculaires car ils sont pourvus de tissus conducteurs très différenciés, comportant des vaisseaux, on distingue les tissus suivants

- **Les parenchymes**
- **Les tissus protecteurs (de revêtement)**
- **Les tissus conducteurs**
- **Les tissus de soutien**
- **Les tissus sécréteurs**

Les parenchymes, Les tissus protecteurs et les tissus conducteurs constituent trois catégories de **tissus principaux (fondamentaux)** car ils sont présents dans les organes de tous les végétaux vasculaires. A ces tissus principaux sont parfois associés d'autres tissus : tissus de soutien et tissus sécréteurs.

Les tissus végétaux adultes proviennent de tissus **indifférenciés, les méristèmes.** La transformation morphologique et physiologique, des cellules méristématiques en tissus adultes, ou tissus différenciés, constitue le processus de **différentiation cellulaire.**

1- LES MERISTEMES

Chez les végétaux, la production de nouvelles cellules n'a lieu que dans des zones spécialisées, les méristèmes.

Définition :

Tissus végétaux indifférenciés dont les cellules sont capables de se multiplier activement.

On distingue deux sortes de méristèmes, différentes l'une de l'autre par leur localisation dans la plante, leurs caractères cytologiques et leur rôle dans la construction des organes et des tissus : les **méristèmes primaires** et les **méristèmes secondaires ou cambiums**.

1. 1. Méristèmes primaires (figure 3.1)

1.3.1. Localisation

Ils sont localisés dans à **l'extrémité (l'apex)** des racines et des tiges, aussi, ils sont appelés méristèmes **apicaux ou terminaux**

- L'apex des racines protégées par la coiffe, appelé méristème radiculaire ou racinaire
- L'apex des tiges protégées par les jeunes feuilles du bourgeon terminal, appelé méristème caulinaire
- A la base des feuilles protégées par les jeunes feuilles des bourgeons axillaires
- Au niveau des nœuds, appelé méristème intercalaire

1.1.2. Rôle :

Les méristèmes primaires assurent la croissance en longueur du végétal. Les divisions intenses de leurs cellules produisent de nouveaux tissus primaires, il s'agit d'un rôle histogène. Les différents tissus obtenus constituent de nouveaux organes, il s'agit donc d'un rôle organogène (Figure 3.1).

Planche 17. MERISTEMES PRIMAIRES

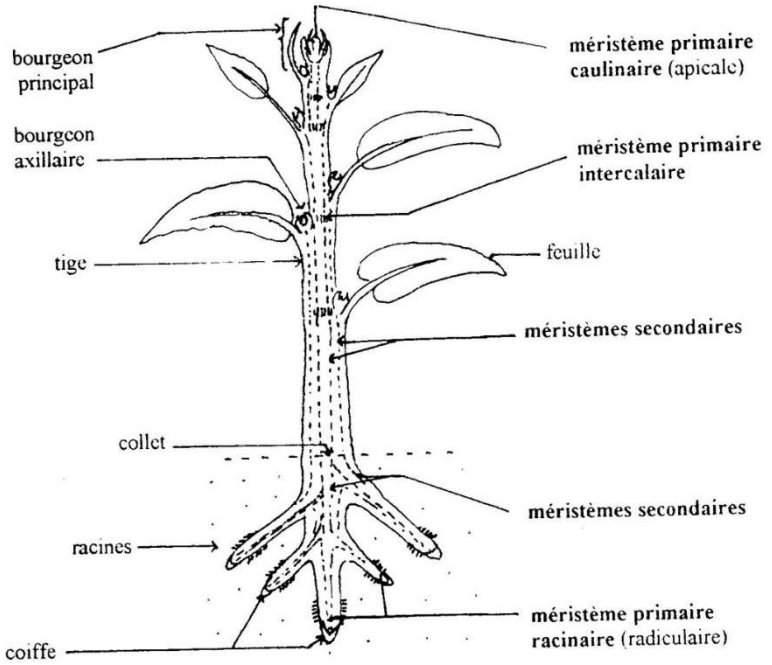


Figure 1 : Localisation **des méristèmes** dans une plante (Angiosperme dicotylédone).

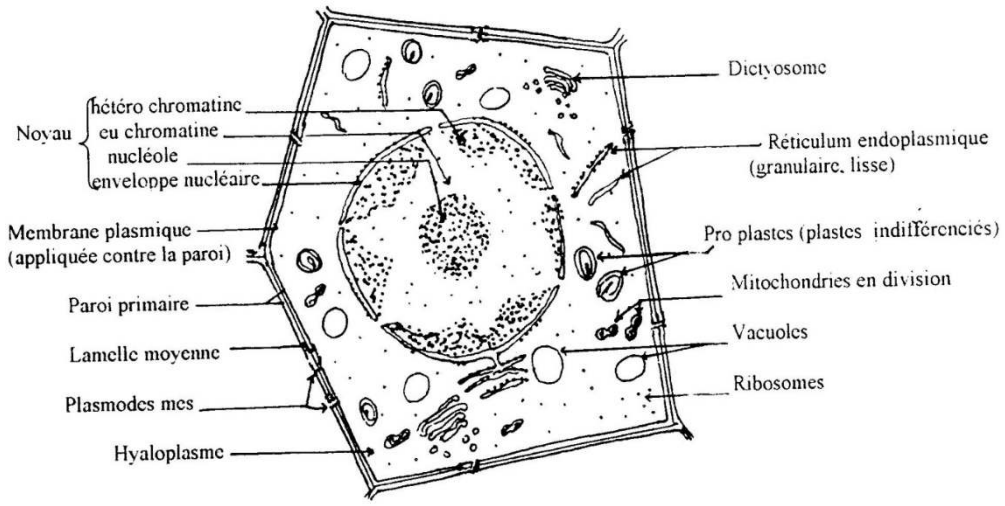


Figure 2: cellule d'un méristème primaire.

19

Figure 3.1. Méristèmes primaires : localisation et caractères cytologique

1.1.3- Caractères cytologiques (Figure3.1)

Les cellules du méristème primaire sont **petites**, **isodiamétrique**, c'est-à-dire ne présentant aucun allongement dans une direction privilégié, et parfaitement **jointives** (il n'existe pas de méats entre les cellules).

La paroi qui limite chaque cellule est une **paroiprimairepectocellulosique mince riche en plasmodesmes. Le cytoplasme est riche en ribosome, le noyau est** volumineux et occupe une part importante du volume cellulaire.

L'appareil vacuolaire est réduit à de très petites vacuoles, soit sphérique soit disposées en un très fins réseau, les mitochondries sont nombreuses, il n'existe pas de plastes différenciés, seuls des proplastes sont présents.

1.2.Méristèmes secondaires (figure 3.2)

Lorsque la croissance primaire s'achève, elle peut être suivie d'une croissance toute différente. Elle est due au fonctionnement des méristèmes secondaires ou zones génératrices qui se divisent régulièrement de façon **péricline** ou **tangentielle.**

1.2.1. Localisation

Les méristèmes secondaires sont de deux types (Figure 3.1) :

1.2.1.1.Le cambium

C'est une **assise génératrice libéro-ligneuse**, présente dans **le cylindre central** des tiges et des racines âgés ainsi que dans les feuilles (persistantes). Il caractérise les Angiospermes Dicotylédones et les Gymnospermes, il est généralement absent chez les Angiospermes Monocotylédones.

1.2.1.2.Le phellogène

C'est une **assise génératrice subéro-phellodermique**, présente dans **le cortex** des parties âgées des tiges et des racines, il est absent dans les feuilles. Le phellogène est présent chez les Angiospermes et les gymnospermes.

1.2.2. Rôle

1.2.2.1.Cambium : Il produit des **tissus conducteurs secondaires** qui s'ajoutent directement aux éléments primaires : **le liber** ou **phloème secondaire** vers l'extérieur, et le **bois** ou **xylème secondaire** vers l'intérieur. Il permet ainsi l**'élargissement** du cylindre central.

1.2.2.2.Le phellogène : L'activité du cambium libéro-ligneux produisant une augmentation des *dimensions internes* de l'organe, les tissus périphériques, l'épiderme en particulier, se trouvent étirés et distendus. **Le phellogène** ou zone génératrice subéro phellodermique adapte la structure de l'écorce à cet accroissementinterne. Il produit du **suber**, ou **liège**, vers l'extérieur et du parenchyme chlorophyllien secondaire (**phelloderme)** vers l'intérieur. Ces deux tissus constituent des tissus de **revêtem**ent d'origine secondaire ou **périderme et permettent l'élargissement du cortex.**

Les zones génératrices se distinguent des méristèmes primaires apicaux par leur production strictement **histogène,** grâce à ce rôle histogène, les méristèmes secondaires assurent la croissance en **épaisseur** des organes qui les contiennent.

Planche 18. LE CAMBIUM , MERISTEME SECONDAIRE

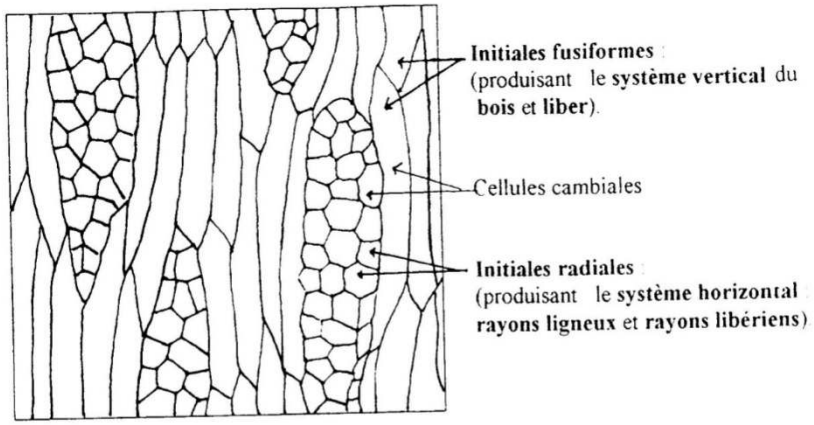


Figure 1 : Agencement des **cellules cambiales** en coupe longitudinale

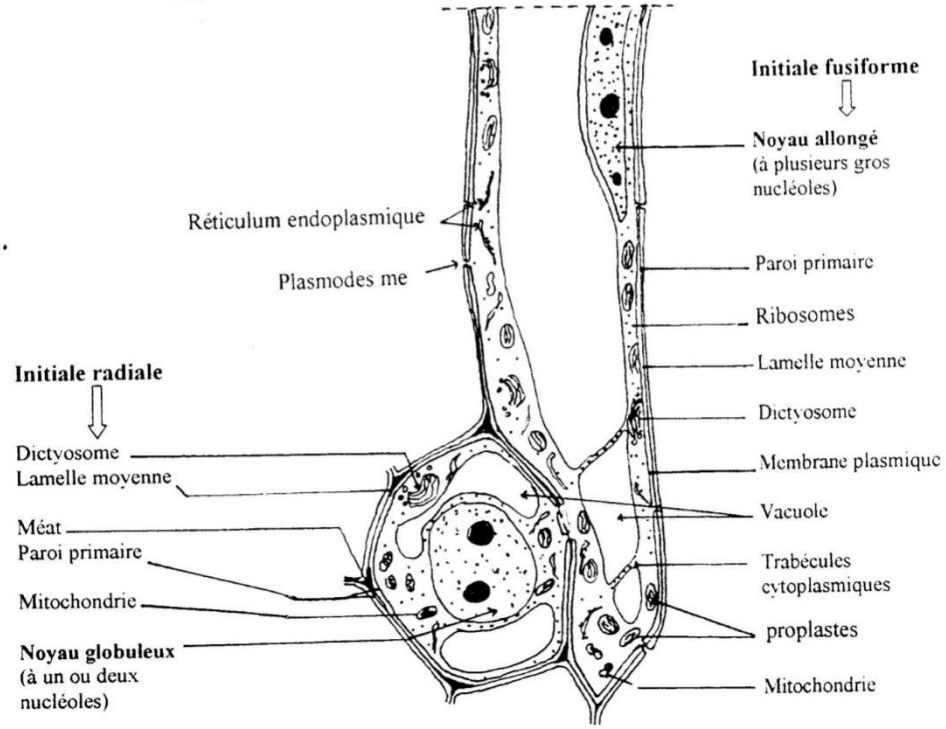


Figure 2 : Ultra structure des **cellules cambiales**.

21

Figure 3.2. Méristèmes secondaires

1.2.3. Caractères cytologiques

Le cambium est formé de deux types de cellules (Fig. 3.2) : des initiales **longues ou initiales fusiformes**, etdes **initiales courtes ou initiales radiales** ; de sorte que les tissus produits sont formés de deux systèmes croisés : le **système vertical,** ou axial, renfermant les éléments longs spécialisés surtout dans **la conduction** à longue distance etdans **le soutien** ; **le système horizontal, ou radial, comportant des cellules courtes** (rayons).

1.2.3.1.Initiales longues ou initiales fusiformes (Fig 3.2)

Ce sont des cellules allongées (fusiformes), disposées en file radiale dans le sens de l'axe de l'organe, à paroi primaire riche en plasmodesmes, un noyau lenticulaire à plusieurs nucléoles appliqué contre la membrane plasmique, un vacuome bien développé et présence de nombreux proplastes, des mitochondries en division, des cytomembranes et des ribosomes.

1.2.3.2.Initiales courtes ou initiales radiales (fig.3.2)

Ce sont des cellules courtes disposées dans le sens de l'épaisseur de l'organe. Elles sont caractérisées par rapport aux initiales fusiformes par un noyau central de forme arrondie.

1.2.4. Origine

Les méristèmes secondaires sont obtenus par **dédifférenciation de certains tissus adultes** à paroi primaire mince.

a-Différentiation cellulaire (Figure3.3)

Les cellules issues de la prolifération des cellules méristématiquesprimaires ou secondaires se transforment en tissus adultes.Au cours de cette transformation, appelée différenciation, car il en résulte la réalisation de tissus différents, les cellules **acquièrent une forme, une structure et une physiologie caractéristiques de chaque sorte de tissu.**

La figure 3.3, illustre un exemple de différenciation cellulaire d'une cellule jeune (origine : méristème primaire) en cellule chlorophyllienne.

b-Dédifférenciation cellulaire

Certaines cellules différenciées, sont susceptibles dans certaines circonstances, de retourner à l'étatméristématique (primaire ou secondaire). Elles perdent les caractères qui faisaient d'elles des cellules différenciées et acquirent la possibilité de se multiplier de nouveau. Ce retour à l'étatméristématique est appelé **Dédifférenciation cellulaire**. Exemple culture de tissus in vitro, bouturage et la formation du cambium et du phellogène.

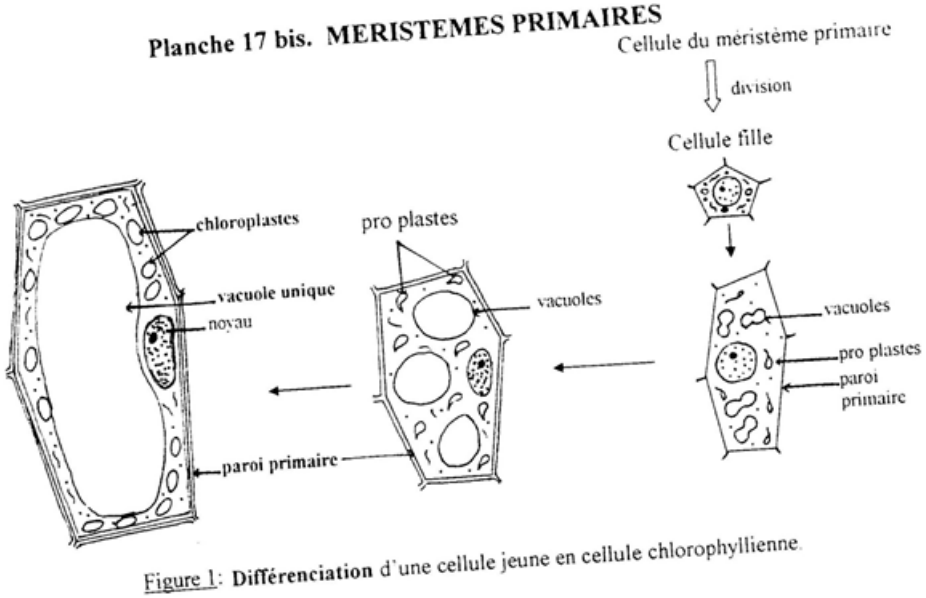


Figure 3.3. Différenciation d'une cellule jeune chlorophyllienne

2. Les parenchymes (Figure 3.4)

Définition :

Les parenchymes sont des **tissus vivants d'origine primaire**. Ils constituent un groupe **fondamental** de tissus. Ce caractère fondamental apparait quand on considère la place importante qu'ils tiennent dans les organes végétaux, d'une part, (feuille, tige vertes, jeunes racines), et les fonctions capitales qu'ils remplissent d'autre part (photosynthèse, accumulation de réserve).

2.1.Structure

Les parenchymes sont formés de **cellules isodiamétriques ouallongées** dont les vacuoles sont bien développées. La paroi cellulaire est **pectocellulosique mince**, ce sont des tissus vivants d'origine primaire.

On classe les tissus d'après la forme de leurs cellules en trois catégories : **parenchymes à méats, parenchyme lacuneux et parenchyme palissadique.**

On classe les tissus d'après leurs fonctions en **parenchymes chlorophylliens, parenchymes de réserve.**

2.1.1. Parenchyme chlorophyllien(Figure 3.4 et figure 3.5).

Les parenchymes chlorophylliens sont caractérisés par la présence de nombreux **chloroplastes** dans leurs cellules. Ils sont abondants dans les organes aériens, feuilles, jeunes tiges, auxquels ils donnent leur couleur verte. On distingue 3 types de parenchymes chlorophylliens.

Planche 22. PARENCHYMES

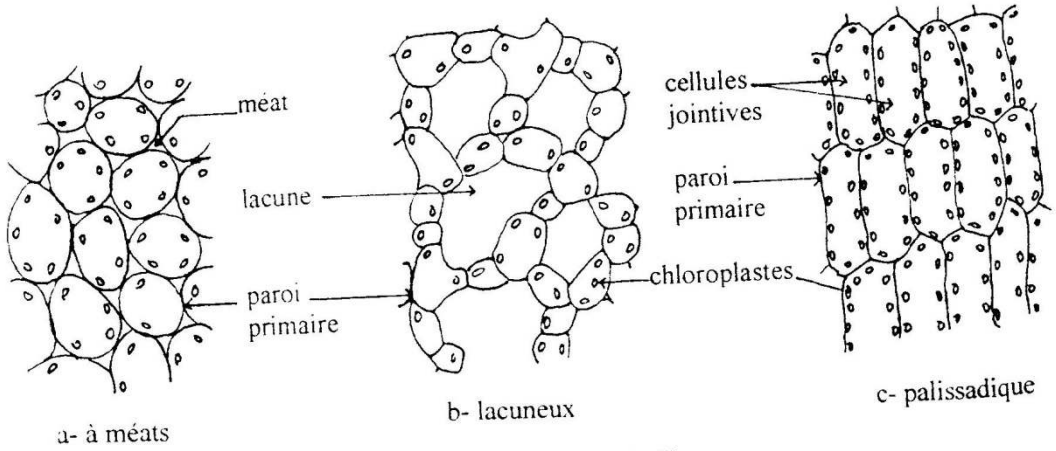
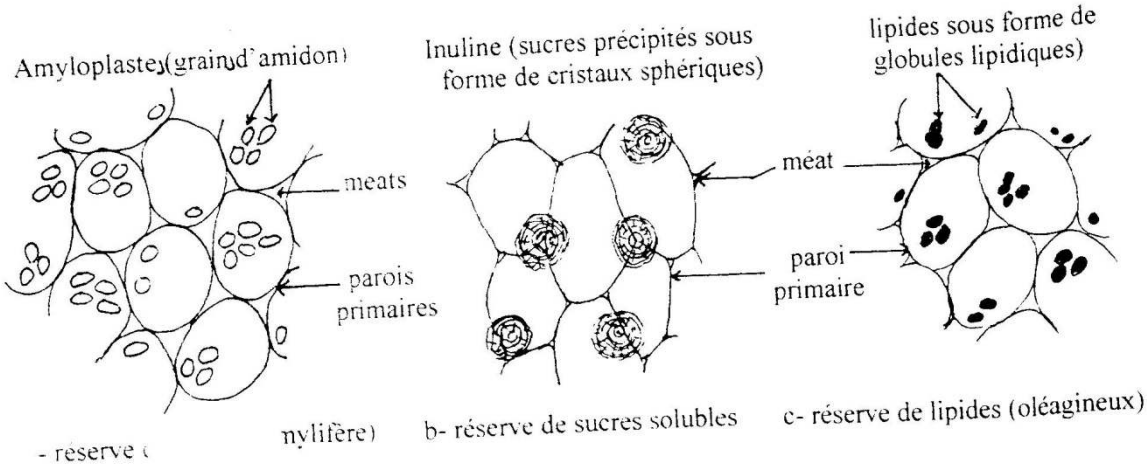


Figure 1: parenchymes chlorophylliens.



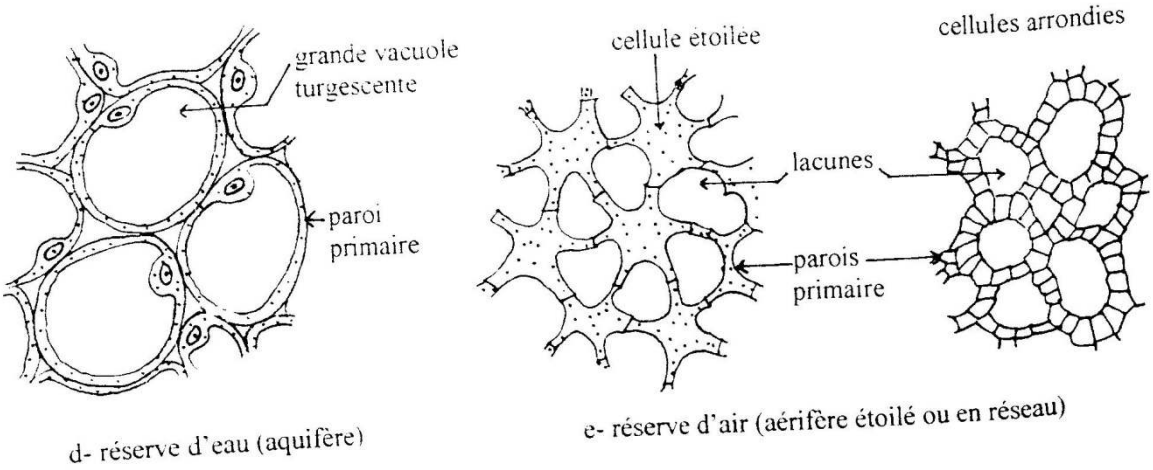


Figure 2: parenchymes de réserves.

25

Figure 3.4. Les parenchymes

-Parenchyme chlorophyllien à méat(figure 3.5)

Formé de cellules de grandes tailles, de formes arrondies avec des méats, ces dernièresrésultent de la gélification de la lamelle moyenne, paroi pectocellulosique, caractérisé par la présence de nombreux chloroplastes dans leurs cellules

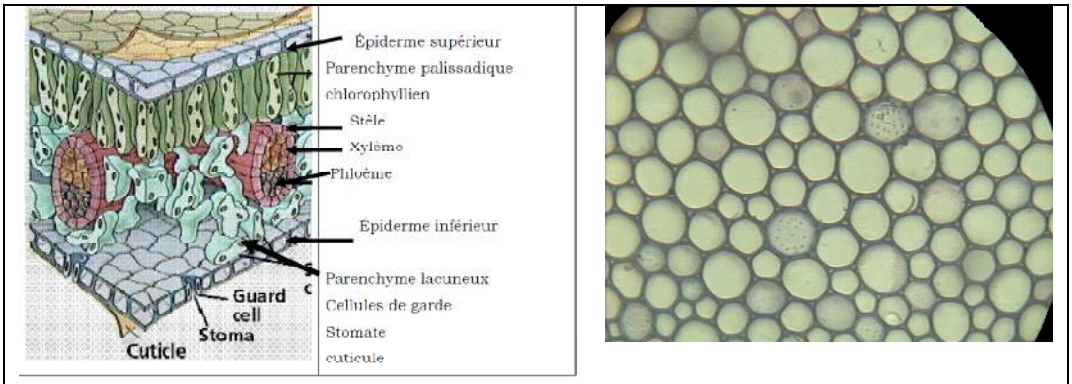
-Parenchyme chlorophyllien lacuneux

Formé de petites cellules arrondies laissant entres elles des vides (lacunes) assurant la circulation des gaz au sein du parenchyme. Les cellules soit ont une forme plus ou moins arrondie (figure 3.4) ou étoilée.

-Parenchyme chlorophyllien palissadique

Formé par une ou deux assises de cellules allongées, serrées les unes contre les autres et riches en chloroplastes. Il est localisé dans les feuilles (face supérieure) de la plupart des angiospermes dicotylédones (Figure 3.4 et figure 3.5).

Le parenchyme chlorophyllien que l'on observe dans les jeunes tiges et dans le mésophylle des feuilles de certains monocotylédones (exemple :le maïs) est homogène. Par contre le mesophylle des feuilles de la plupart des dicotylédones est hétérogène (parenchyme palissadique sur la face supérieure et parenchyme lacuneux vers la face inferieure.



a b

Figure 3.5. (a)Parenchymes chlorophyliens pallissadique et parenchymes chlorophyliens lacuneux. (b)Parenchyme chlorophyllien à méat

2.1.2. Les parenchymes de réserve

Ce sont des parenchymes dépourvus de chloroplastes, mais leurs cellules contiennent d'abondantes réserves, selon la nature de la matière mise en réserve, on distingue :

Parenchyme de réserve de molécules organiques (figure 3.4)

- **Glucides** : Ils sont hydrosolubles tels que le glucose, le saccharose (tige de la canne à sucre, parenchyme de la racine tubérisée de la betterave à sucre),
- **Amidon** : Insoluble dans l'eau ; est le glucide de réserve le plus fréquent. Il est présent dans le cytoplasme, sous la forme d'amyloplastes ou grains d'amidon. Un tel parenchyme amylifère peut être observé dans un tubercule de pomme de terre, racine tubérisée de Ficaire, graines (cotylédons de haricot),

- **Lipides** : Ils se présentent sous la forme de globules huileux, très nombreux dans les parenchymes de réserve des graines oléagineuses (arachide, colza, noix), dans celles de la pulpe des fruits oléagineux exemple :,
- **Protéines** : Les protéines de réserve sont localisées dans les vacuoles. Tel est le cas des parenchymes de graines dont les cellules contiennent des grains d'aleurone.

2.1.3. **Parenchyme de réserve d'eau= parenchyme aquifère**

Formé de grandes cellules pourvues d'une vacuole turgescente. Ils sont abondants soit dans les tiges soit dans les feuilles des plantes succulentes (plantes grasses) ou ils constituent une réserve d'eau utilisable par ces végétaux pendant les périodes de sécheresse.

2.1.4. Parenchyme de réserve d'air= parenchyme aérifère= aérenchyme

C'est un parenchyme lacuneux qui met en réserve de l'air dans ces lacunes. Il est assez fréquent chez les plantes aquatiques.

3. LES TISSUS DE REVETEMENT(les tissus protecteurs).

Chez les végétaux terrestres, les tissus parenchymateux dont les cellules ont des parois minces et perméables seraient rapidement tuées par une déshydratation importante, s'ils n'étaientséparées du milieuxextérieur, relativement sec, par des tissus **imperméables : les tissus protecteurs.**

Définition

Ils forment à l'extérieur des organes (racine, tige et feuille…)un revêtement souvent imperméable et résistant qui les isole du milieu externe. Ces tissus sont : **l'épiderme, le rhizodzerme, l'assise subéreuse, le subéroïde et le suber.**

3.1.Tissus de revêtement primaires

3.1.1. Epiderme (Figure 3.6)

Un épiderme est un tissu qui recouvre les parenchymes des organes aériens (feuille, les jeunes tiges, les pièces florales et les fruits.

3.1.1.1.**Origine**

Provient du méristèmeprimaire caulinaire.

3.1.1.2.Localisation

L'épiderme est généralement constitue par une seule assise continue de cellules qui recouvre les rameaux feuillés (tiges et feuilles, pièces florales et fruits). Chez certaines espèces appartenant aux Malvacées et Orchidacées, on peut trouver deux assises de cellules.

3.1.1.3.Structure

On distingue dans un épiderme des **cellules épidermique de revêtement,** des**stomates** et des **poils épidermiques.**

A- Cellules épidermiques de revêtement

forme

Vues en plan : les cellules épidermiques ont des formes variables suivant les espèces considérées. Chez la vigne, elles sont isodiamétriques, chez le poireau elles sont très allongées. Les contours sont en général **rectilignes**(Figure 3.6), chez certaines espèces (pomme de terre, tomate…) les contours sont **sinueux.**

Quel que soit leur formes, les cellules épidermiques sont **jointives** (il n'existe pas de méats entre elles),

Cytologie

Ce sont des cellules vivantes (paroi pectocellulosique), non chlorophylliennes avec un cytoplasme présentant de grandes vacuoles.

Vues en coupes : Les cellules épidermiques présentent sur leurs faces externes, un dépôt de **cutine ou de cutine et de cire, formant la cuticule (Figure 3.6).**

Stomates

Vus en plan :les stomates sont repartis dans l'épiderme entre les cellules épidermiques de revêtement. Dans la feuille, ils sont plus nombreux sur la face inferieure.

Le stomate est essentiellement (Figure 3.6) constitué d'une ouverture appelé **ostiole,** ce dernier est délimité par 2 cellules chlorophylliennesappelés **Cellules stomatiques (cellules de gardes),** Elles présentent un épaississement de la paroi du côté de l'ostiole et sont parfois entourées par des **Cellules compagnes (cellules annexes)** formant une transition avec les cellules épidermiques de revêtement.

Vue en coupe : sous les cellules stomatiques se présente une grande lacune communiquant avec le milieu externe, appelée **chambre sous-stomatique**(Figure 3.6).

Les poils épidermiques

Certaines cellules épidermiquesémettent des prolongements qui forment des poils uni ou pluricellulaires. Ils sont repartis en deux catégories :

Poils tecteurs (Figure 3.6): leur morphologie varie d'une espèce à une autre, ils sont soit unicellulaires isolés ou regroupés en touffe soit pluricellulaires isolés, ramifiés ou peltés.

Poils sécréteurs : ils varient selon l'espèce considérée en fonction de la substance secrétée par la plante.

3.1.1.4. Rôles

a. Protection :

L'épiderme a un rôle de protection contre la dessiccation et les agressions extérieures de toutes sortes, grâce à la présence de la cuticule imperméable des cellules épidermiques de revêtement et aux poils tecteurs (diminution de la transpiration).

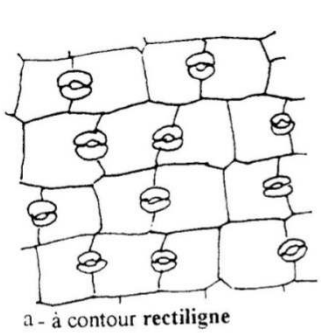
b. Échange :

Les stomates contrôlent et règlent les échanges gazeux (CO_2, O_2) et les échanges d'eau avec l'atmosphère (evatranspiration).

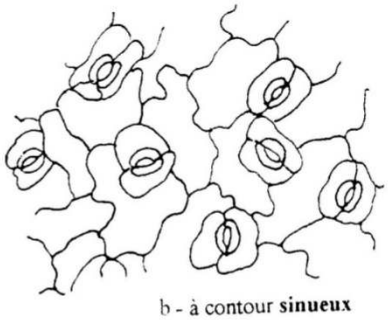
c. Sécrétion :

Les poils sécréteurs jouent un rôle dans la sécrétion de parfums et autres essences)

Planche 19. EPIDERMES



a - à contour **rectiligne**



b - à contour **sinueux**

Figure 1 : **épiderme** vu de face.

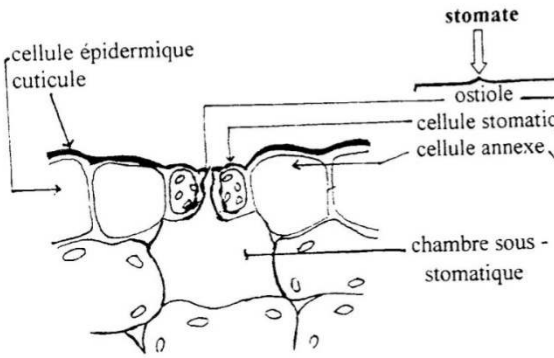


Figure 2 : **épiderme** en coupe transversale.

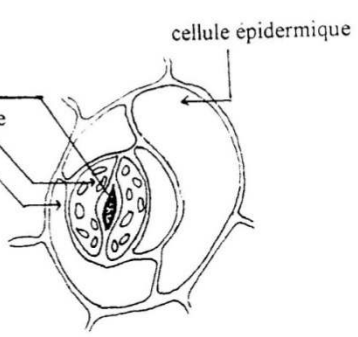
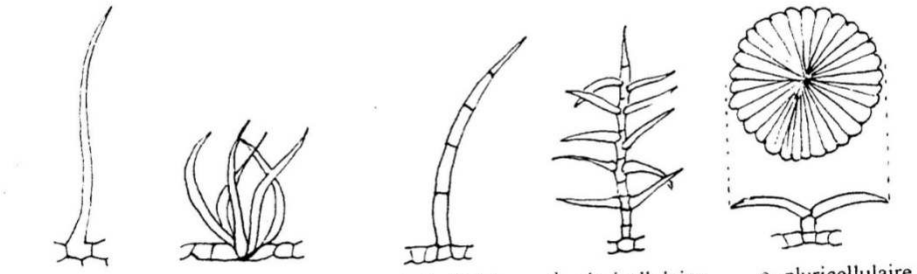


Figure 3 : **stomate** vu de face.



a - unicellulaire | b - unicellulaire en touffe | c - pluricellulaire | d - pluricellulaire ramifié | e - pluricellulaire pelté

Figure 4 . Quelques **poils épidermiques tecteurs**.

22

Figure 3.6. Épidermes

3.1.2. Rhizoderme ou Assise pilifère (Figure 3.7)

3.1.2.1.Origine

Provient du méristème primaire radiculaire.

3.1.2.2.**Localisation**

Le rhizoderme se situe à la périphérie des racines jeunes, dans la **zone pilifère.**

3.1.2.3.Structure

L'assise pilifère est formée par une assise de **cellules jointives, vivantes (paroi pectocellulosique mince) à vacuome développé, plusieurs cellulesemmètrentdes prolongements appelés poils absorbants.**

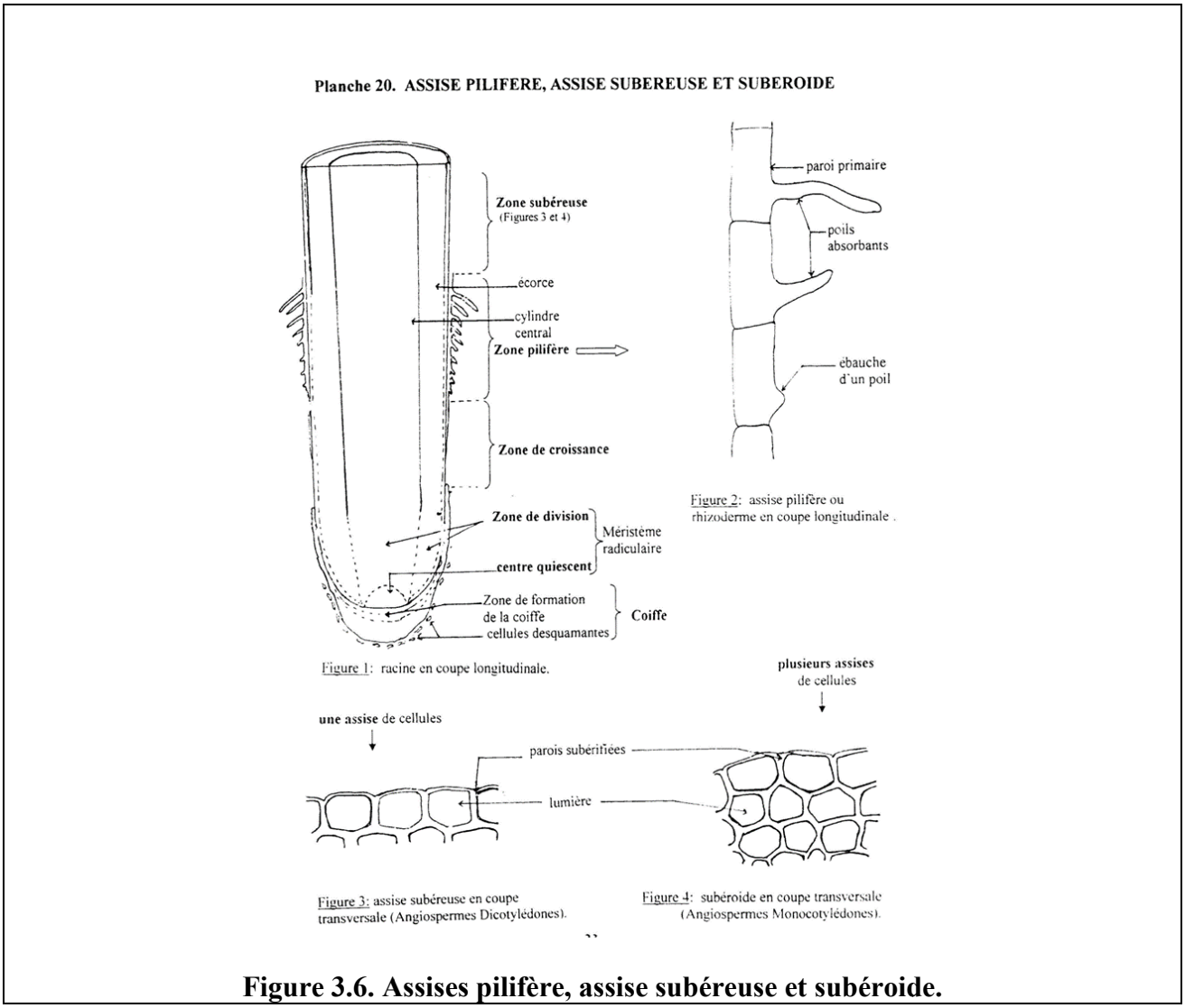


Figure 3.6. Assises pilifère, assise subéreuse et subéroide.

3.1.2.4.Rôle

Le rhizoderme est un tissu de **revêtement non protecteur**, il assure l'absorption de l'eau et des sels minéraux du sol, grâce à la présence de poils absorbants.

3.1.3. Assise subéreuse et Suberoide (Figure 3.7)

3.1.3.1.Origine

Proviennent du méristème primaire radiculaire.

3.1.3.2.localisation

Ces deux tissus se situent à la périphérie de la racine âgée ou en cours de croissance, dans la **zone subéreuse.**

3.1.3.3.Structure

L'assise subéreuse est constituée d'une seule assise de cellules, alors que le subéroide est formé de plusieurs assises de cellules.

Dans les deux tissus, les cellules sont jointives, leurs parois sont épaisses et suberifiées. Ce sont des tissus morts.

3.1.3.4.Rôle

Les deux tissus ont un rôle protecteur grâce à leurs parois épaisses, subérifiées imperméables.

3.2.Tissus de revêtement secondaires : SUBER ou Liège (Figure 3.8)

3.2.1.Origine

Provient du méristème secondaire, **le phellogène**.

3.2.2.Localisation

Le suber se site à la périphérie des organes âgés (racine et tige), il est absent dans la feuille.

3.2.3.Fonctionnement du phellogène

Le phellogène est une assise continue de cellules méristematiques secondaires, appelées aussi assise génératrice subero-phellodermique. Ces cellules donnent naissance au suber vers leurs faces externes et ou au phelloderme vers leurs faces internes (Figure 3.8).

3.2.4.Structure

Les cellules produites vers l'extérieur par le phellogène, constituent un assemblage régulier de nombreuses assises de cellules jointives, leurs parois s'épaississent et se subérifient, le cytoplasme dégénère, le lumen se remplit d'air. Le suber est donc un tissu mort.

Des ouvertures peuvent se former en profondeur dans le liège, elles sont appelées **lenticelles (fig. 3.8)** ; à leur niveau les cellules s'isolent les unes des autres par des méats et des espaces vides, puis se desquament.

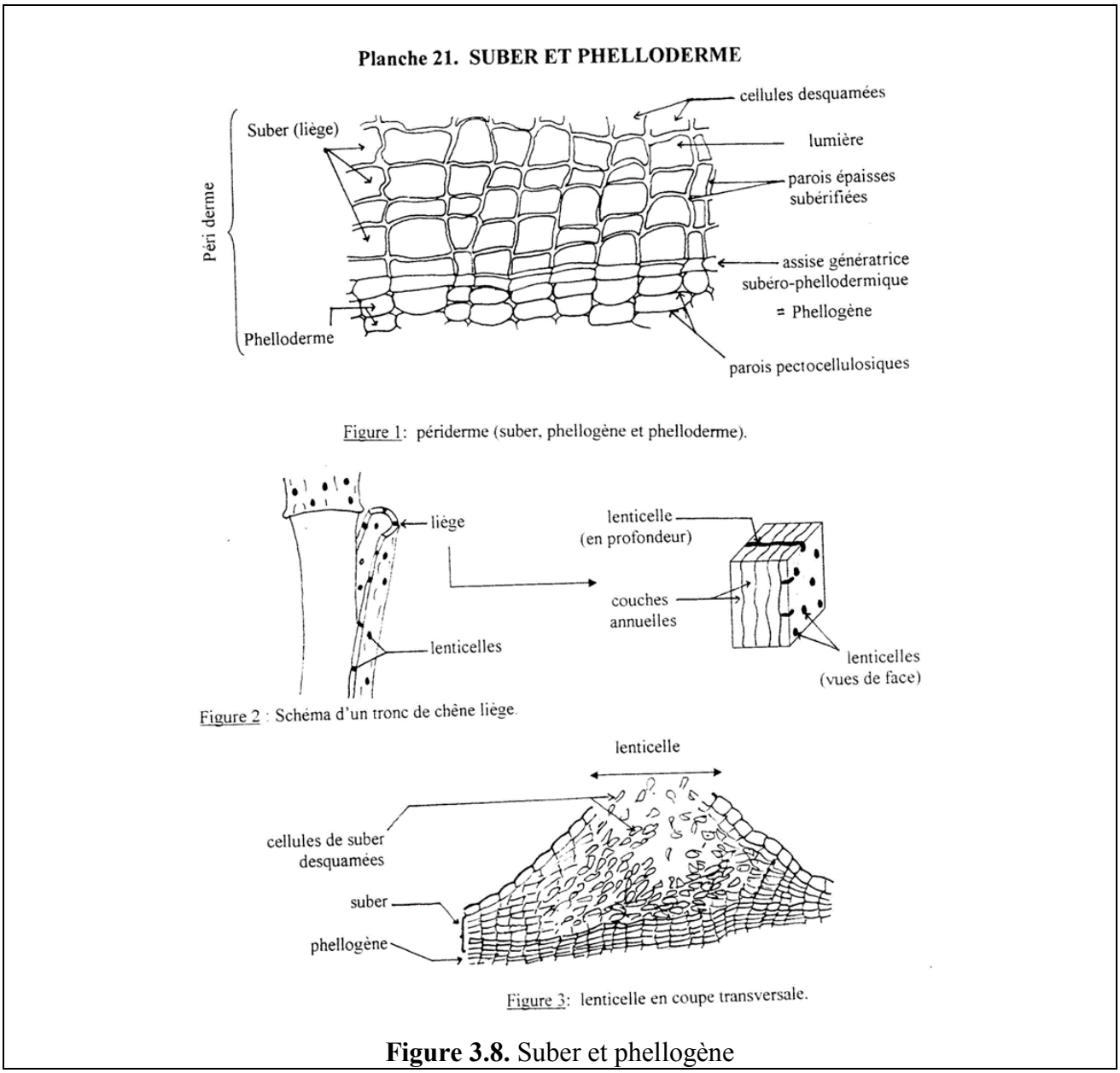


Figure 3.8. Suber et phellogène

3.3.Rôles

a. Protection

Le suber a un rôle protecteur grâce aux parois épaisses, subérifiées imperméables des cellules. Ces dernières empêchent l'évapotranspiration dans la tige. Le liège est utilisé comme isolant thermique.

b. Echanges

Les lenticelles permettent les échanges gazeux entre les tissus internes et le milieu extérieur.

4. Tissus de Soutien

Définition

Ce sont des tissus issus **de méristèmes primaires**, Ils sont présents dans tous les organes aériens et souterrains. Ils interviennent dans le **maintien** des organes. Leurs cellules sont à **parois très épaisses.**

Selon la nature chimique de leur paroi, on distingue deux types de tissus de soutien **: les collenchymes et les sclérenchymes.**Le collenchyme se forme dans les organes jeunes tandis que le sclérenchyme se rencontre dans les organes dont l'allongement est achevé.

Le collenchyme = cellules vivantes à paroi épaisse de cellulose

Le sclérenchyme = cellules mortes avec une paroi de lignine

Les tissus de soutien assurent la souplesse, rigidité et le maintien aux organes de la plante.

4.1.Collenchymes (Figure 3.9)

4.1.1. Origine :

Ce sont des tissus issus de méristèmes primaires

4.1.2. Localisation

Le collenchyme se forme dans les organes jeunes en croissance, aériens essentiellement (tige et feuille). Il est généralement situé en anneaux ou en îlots sous l'épiderme des tiges et des pétioles, ou encore accolé à des vaisseaux conducteurs dans les pétioles ou les limbes des feuilles.

4.1.3. Structure

C'est un tissu formé en coupe longitudinale, de cellules plus ou moins allongées (fusiformes) (Figure 3.9)dont les parois sont épaissies par un dépôt de cellulose tout en restant de nature primaire. Le collenchyme est donc un tissu vivant.

Caractéristiques du collenchyme	**Types de collenchymes** **- 3 types selon l'épaississement du cellulose.**
-tissu vivant, - cellules fusiformes plus ou moins allongées, - paroi cellulosique épaissie par le cellulose.	**Collenchyme annulaire** : dépôt de cellulose uniformément réparti tout autour de la paroi.
	Collenchyme angulaire : épaississement cellulosique de la paroi aux angles.
	Collenchyme tangentiel : épaississement des parois tangentielles seulement (parois parallèles à la surface externe).

Planche 23. COLLENCHYMES

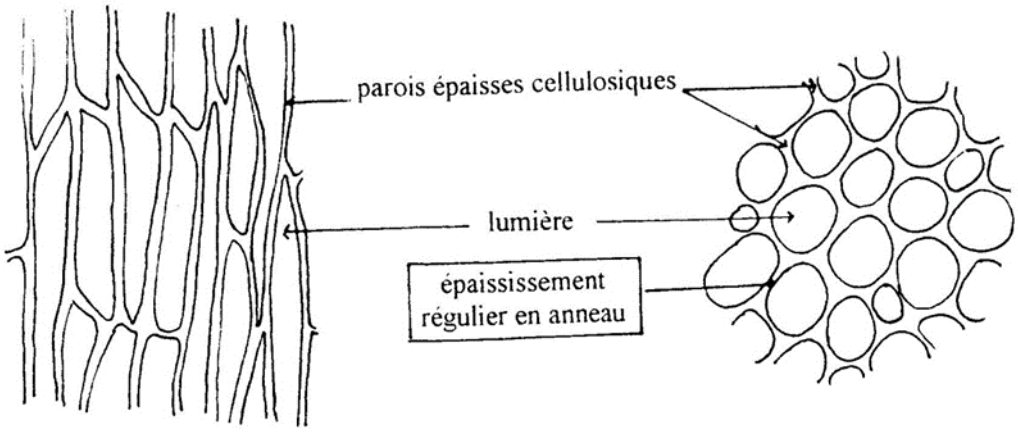


Figure 1: collenchyme rond ou annulaire.

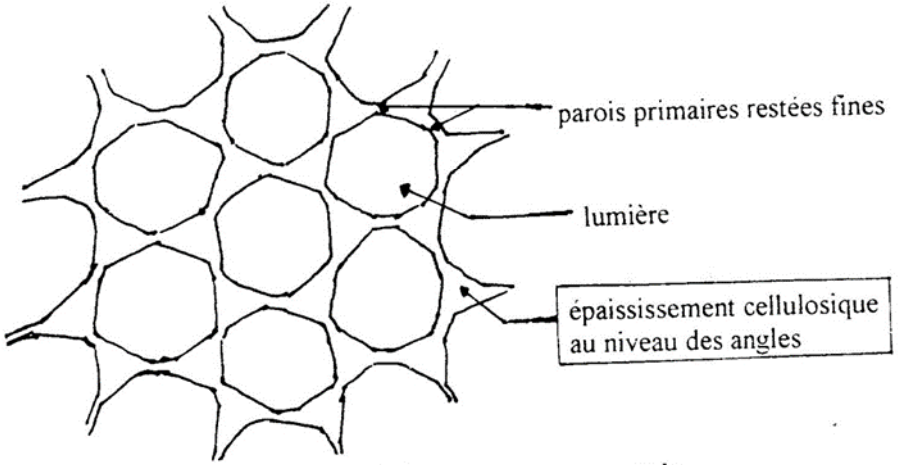


Figure 2: collenchyme angulaire en coupe transversale.

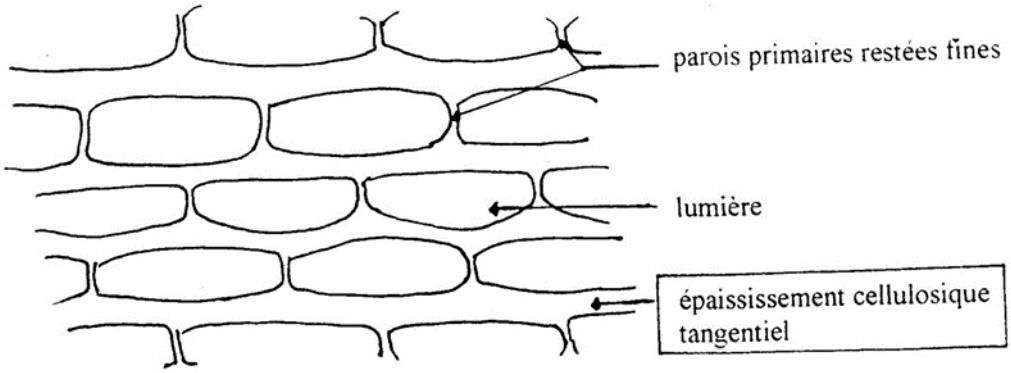


Figure 3: collenchyme tangentiel ou linéaire en coupe transversale.

Figure 3.9. Collenchyme

4.1.4. Rôle

C'est un tissu vivant dont les parois sont épaissies par un dépôt de cellulose, ce qui confère à la plante une grande résistance à la flexion et à la traction, une élasticité et une certaine souplesse.

4.2. LE SCLÉRENCHYME (Figure 3.10)

4.2.1. Origine

Les sclérenchymes proviennent des méristèmes primaires.

4.2.2.Localisation

Ce sont des tissus de soutien présents dans les organes aériens et souterrains dont la **croissance est achevée**. Situés plus internes par rapport aux collenchymes dans la tige et dans la feuille. Dans la racine sont présent aussi bien dans le cortex que dans le cylindre central. Quel que soit leur localisation, ils se présentent en **anneau continu**, en **amas ou encellules isolées**

4.2.3. Structure

C'est un tissu constitué de cellules dont les parois sont épaissies par un dépôt de lignine qui confère dureté et rigidité à la plante. La paroi est très souvent traversée par de longues ponctuations simples. Une fois la lignification est achevée, le cytoplasme dégénère, le sclérenchyme est donc un tissu mort.

Caractéristiques du sclérenchyme	**Types de sclérenchymes** **3types de sclérenchymes,** d'après la formé et la dimension des cellules
- tissu mort, - cellules allongées, - paroi épaisse lignifiée imperméable, - présence de ponctuations simples	**Sclérenchyme à cellules polyédriques :** cellules plus ou moins allongées en coupe longitudinale et petites à forme polyédrique en coupe transversale, la paroi est légèrement épaisse, la lumière de la cellule est importante.
	fibres scléreuses : cellules très allongées en fuseau, à lumière étroite. Section transversale circulaire, elliptique ou polygonale. En anneau continu sous l'épiderme, proche du cylindre central ou regroupées en îlots.
	sclérites : cellules courtes de forme variable, isolées dans les parenchymes, groupées en amas ou en assises continues. Elles assurent la rigidité ou la consolidation des organes.

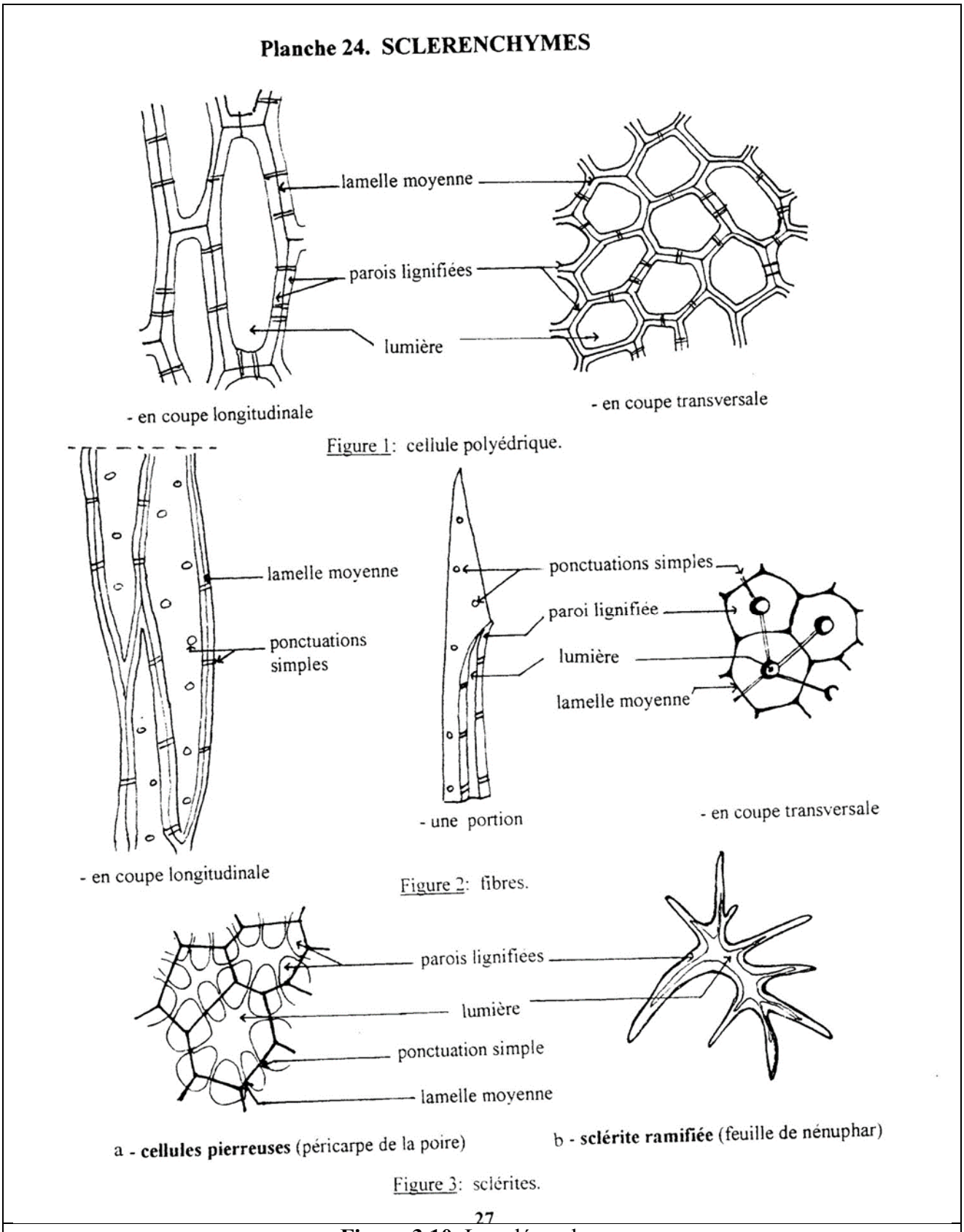


Figure 3.10. Le sclérenchyme

4.2.4. Rôle

Les parois sont épaissies par un dépôt de lignine, deviennent inextensibles, ce qui confère dureté, rigidité et résistance à la plante.

5. Les Tissus conducteurs

Les tissus conducteurs constituent le système vasculaire des végétaux dits vasculaires, ils sont spécialisés dans la conduction de la sève. Selon de leurs origine on distingue :

- Les tissus conducteurs d'origine primaire formés par le méristème primaire : **le xylème et le phloème.**
- **-**Les tissus conducteurs d'origine secondaire formés par le méristème secondaire, **le cambium : le bois et le liber.**
- **Le xylème et le phloème** ainsi que le bois et le liber sont des tissus différents toujours **associés et hétérogènes** car constitués de cellules ou éléments conducteurs et éléments non conducteurs les accompagnants.
- **-Le xylème et le bois** assurent la fonction de conduction de la sève brute des racines vers les feuilles, cette sève ascendante est composée d'eau et de sels minéraux. Ils assurent aussi un rôle de soutien à cause de la paroi secondaire lignifiée de la plus grande partie de leurs éléments.
- **Le phloème et le liber** assurent la conduction de la sève élaborée des feuilles vers les autres organes de la plante, cette sève descendante est riche en substances organiques. La paroi de tous les éléments est généralement pectocellulosique.
- **Localisation :** On les rencontre dans tous les organes des plantes vasculaires, dans le cylindre central des racines et des tiges ainsi qu'au niveau des nervures des feuilles.
- **Le xylème et le phloème caractérise les organes jeunes en cours de croissance des Gymnospermes et des Angiospermes.** Ils caractérisent aussi les organes adultes de la plupart des Angiospermes Monocotylédones et de certaines Angiospermes Dicotylédones herbacées.
- **Le bois et le liber caractérisent les organes âgés (racines, tiges et feuilles persistantes) des Gymnospermes et des Angiospermes Dicotylédones.**

5.1.Tissus conducteurs primaires

5.1.1. Xylème (Figure 3.11.)

Le xylème est appelé aussi tissu vasculaire primaire ou tissu ligneux primaire. Il est formé d'éléments conducteurs et d'éléments non conducteurs (accessoires).

A-Eléments conducteurs

Tous les éléments conducteurs sont des cellules mortes.

Il existe dans le xylème deux sortes d'éléments conducteurs : **les trachéides et les vaisseaux**. La paroi secondaire lignifiée de ces éléments s'installe différemment d'un élément à un autre. Apres sa formation leur cytoplasme est complètement résorbé et ils deviennent vides, ce sont des éléments morts.

Trachéides

Ce sont des cellules très allongées aux extrémités en biseau (obliques) (Figure 3.11.). La paroi terminale (transversale, oblique) des trachéides persiste et la circulation de la sève se fait d'une trachéide à une autre par des ponctuations. Selon la surface occupée par la paroi secondaire lignifiée, il existe trois types de trachéides.

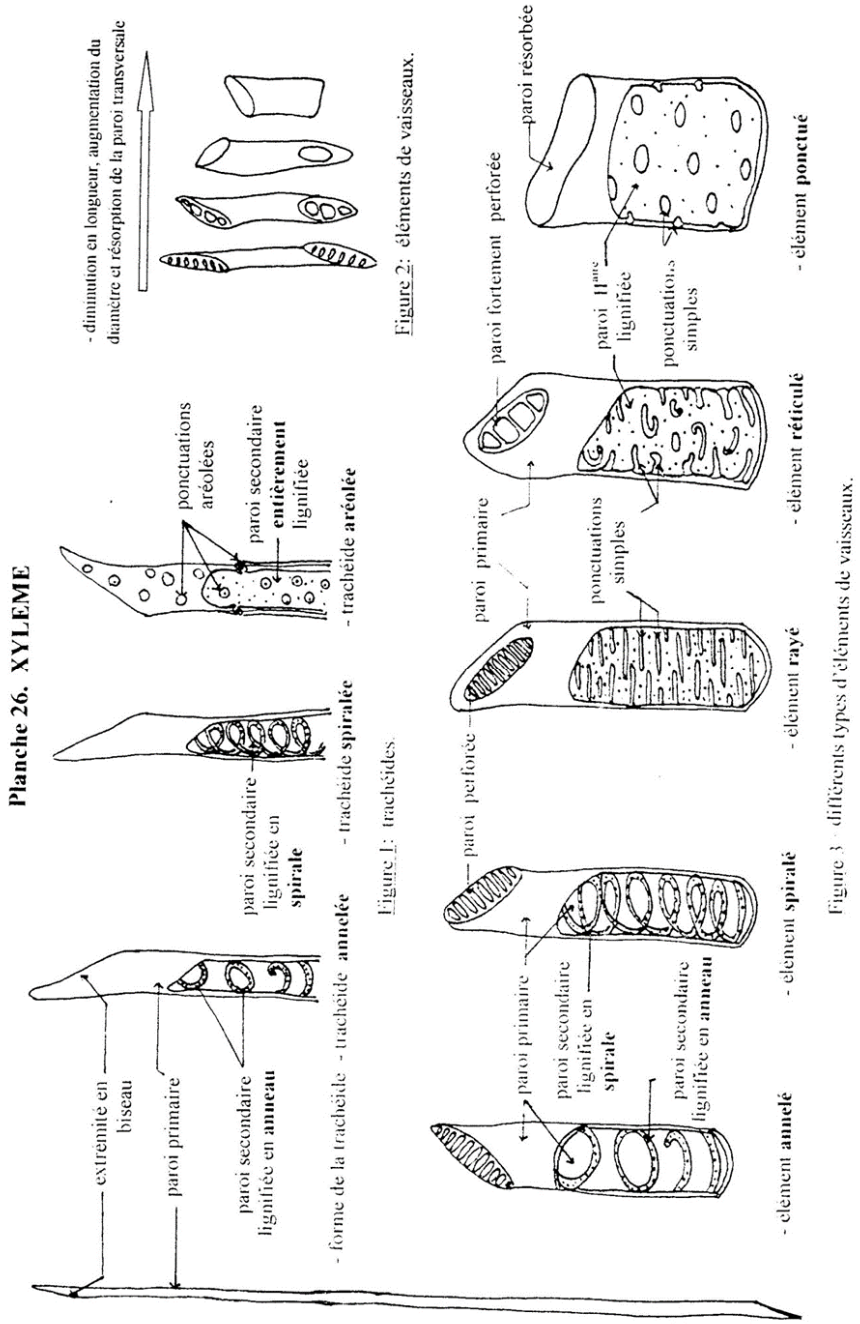


Figure 3.11. Xylème

-La trachéide annelée à paroi secondaire lignifiée en anneaux (Figure 3.11).

-La trachéide spiralée à paroi secondaire lignifiée en spirale (Figure 3.11).

Les trachéides annelées et les trachéides spiralées sont les premiers éléments qui se différencient chez toutes les Gymnospermes et certaines Angiospermes.

- **Trachéide aréolée**(Figure 3.11): sa paroi secondaire lignifiée occupe toute la surface sauf au niveau des ponctuations au-dessus desquelles elle forme un rebord surélevé ou aréol, d'où le nom des ponctuations aréolées, elle caractérise les Gymnospermes. Elles se différencient après les trachéides annelées et spiralées.

Vaisseaux(Figure 3.11)

Un vaisseau est un ensemble d'éléments empilés en file dans le sens de la longueur de l'organe. On parle de vaisseaux imparfaits lorsque les parois transversales des éléments sont perforées et de vaisseaux parfaits lorsque les parois transversales de leurs éléments sont complètement résorbées. Il se forme alors un tube continu que les parois longitudinales lignifiées et rigides maintiennent ouvert.

Un vaisseau est délimité aux deux extrémités par une paroi terminale non perforée, à cet endroit la sève circule à travers des ponctuations simples. Les vaisseaux caractérisent les Angiospermes.

Selon la surface occupée par la paroi secondaire lignifiée on distingue :

Le vaisseau annelé, le vaisseau spiralé, le vaisseau rayé, le vaisseau réticulé et le vaisseau ponctué . La paroi secondaire de ce dernier occupe toute la surface du vaisseau sauf au niveau des ponctuations simples.

Le vaisseau annelée est le premier différencié des vaisseaux, le plus long, le plus étroit et dont la paroi secondaire lignifiée occupe le moins de place ; le vaisseau ponctué est le dernier différencié, le plus court, le plus large et dont la paroi secondaire lignifiée occupe le plus de place ; les deux autres vaisseaux sont intermédiaire.

B- Éléments non conducteurs

-Parenchyme ligneux

Il accompagne les éléments conducteurs, il joue un rôle de réserves et contrôle le pH de la sève. Il peut être à paroi pectocellulosique (appelé parenchyme ligneux cellulosique) ou à paroi secondaire lignifiée (parenchyme ligneux lignifié) (Figure 3.11).

-Fibres de sclérenchyme

Ce sont des cellules à paroi relativement épaisses lignifiée, elles assurent un rôle de soutien.

C- Organisation du xylème (Figure 3.12)

L'ensemble des éléments conducteurs et non conducteurs constitue donc le xylème appelé aussi faisceau vasculaire. Il est formé du protoxyleme et du métaxyleme (Figure 3.12).

Protoxyleme

Chez les Angiospermes, il est constitué de trachéides annelées et spiralées ou de vaisseaux annelés et spiralés accompagnés par des éléments non conducteurs, les premiers différenciés.

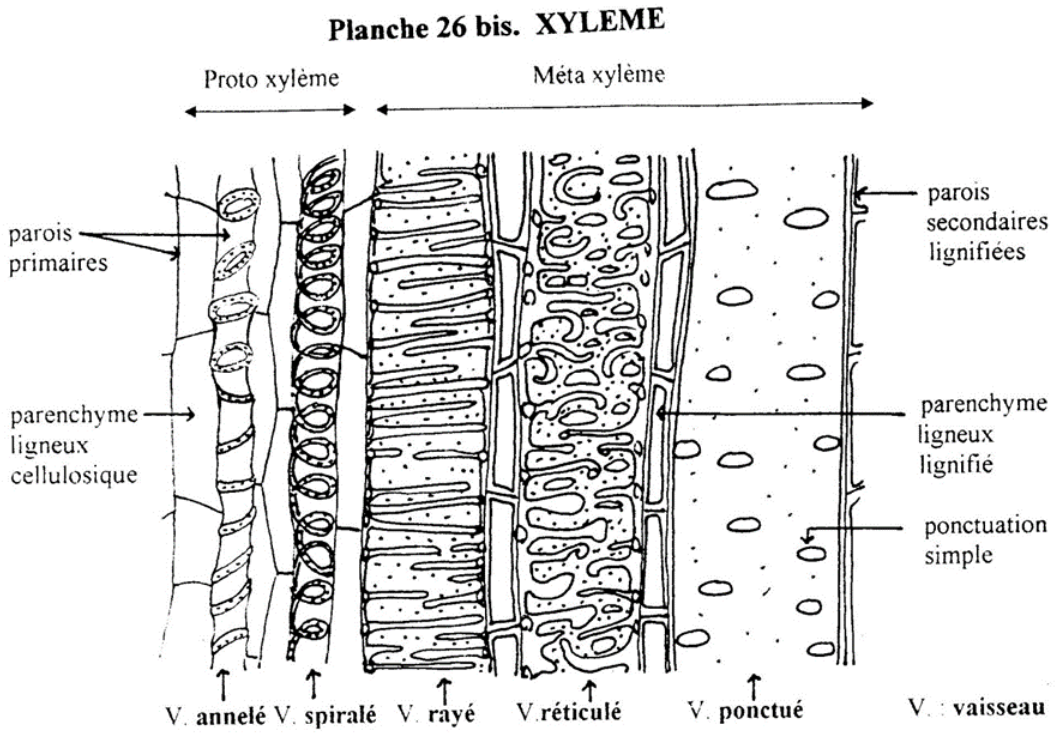


Figure 1: coupe longitudinale d'un faisceau vasculaire d'une Angiosperme

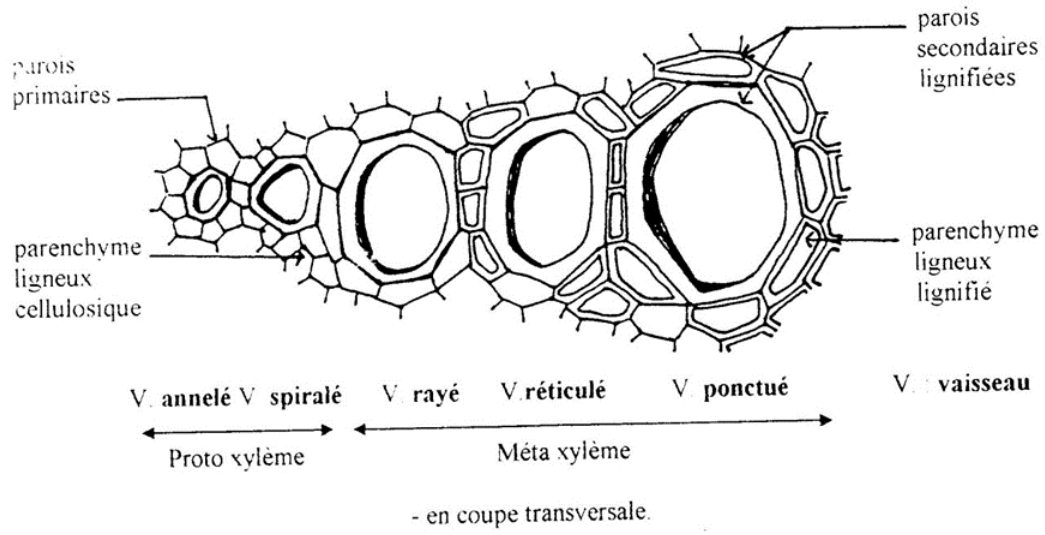


Figure 2: coupe transversale d'un faisceau vasculaire d'une Angiosperme

Figure 3.12. Organisation du xylème

Chez les Gymnospermes, il est constitué de trachéides annelées et spiralées accompagnés par des éléments non conducteurs, les premiers différenciés.

Metaxyleme

Il se forme au cours de la croissance de la plante, après la formation du protoxyleme et il est constitué de vaisseaux rayés, réticulés et ponctués et d'éléments non conducteurs chez les Angiospermes et seulement des trachéides aréolées et de peu d'éléments non conducteurs chez les Gymnospermes.

5.1.2. Phloème(Figure 3.13)

Le phloème est aussi appelé tissu criblé primaire. Comme le xylème, il est formé d'éléments conducteurs et d'éléments non conducteurs. Les parois de ces éléments sont pectocellulosiques, le phloème est un tissu vivant.

A. Éléments conducteurs

Tube criblé

Un tube criblé (Figure 3.12)est un ensemble d'éléments conducteurs empilés en file dans le sens de la longueur de l'organe. Ses éléments vivants sont dépourvus de noyaux, leur paroi pectocellulosique est relativement épaisse. Les éléments sont séparés entre eux par des parois transversales obliques à cribles terminaux de deux types : simple ou composés**(Figure 3.13).** .

La communication latérale entre files d'éléments conducteurs se fait par l'intermédiaire de cribles latéraux.Le tube criblé caractérise les Angiospermes.

Cellule criblée

La cellule criblée vivante et dépourvue de noyau, présente une répartition homogène des perforations sur toutes ces faces. Elle caractérise les Gymnospermes.

B- Éléments non conducteurs

Cellules de contact

a- Cellules compagnes

Ce sont des cellules vivantes pourvues de noyaux. Elles dérivent de la même cellule mère que l'élément criblé et meurent en même temps que lui. Elles communiquent avec les éléments conducteurs par des plasmodesmes. Les cellules compagnes maintiennent en vie les éléments

criblés en leur fournissant toutes les molécules indispensables (Figure 3.13). Elles caractérisent le phloème des Angiospermes.

a. Cellules albumineuses

Ce sont des cellules compagnes appelées encore cellules de Strasburger ou cellules albumineuses ; elles caractérisent le phloème des Gymnospermes.

Parenchyme phloémien

Il est formées de cellules à paroi pectocellulosiques (plus mince que celle des éléments conducteurs), elles entourent les éléments conducteurs et jouent un rôle de réserve. Le parenchyme phloémien est présent dans le phloème des Angiospermes et des Gymnospermes.

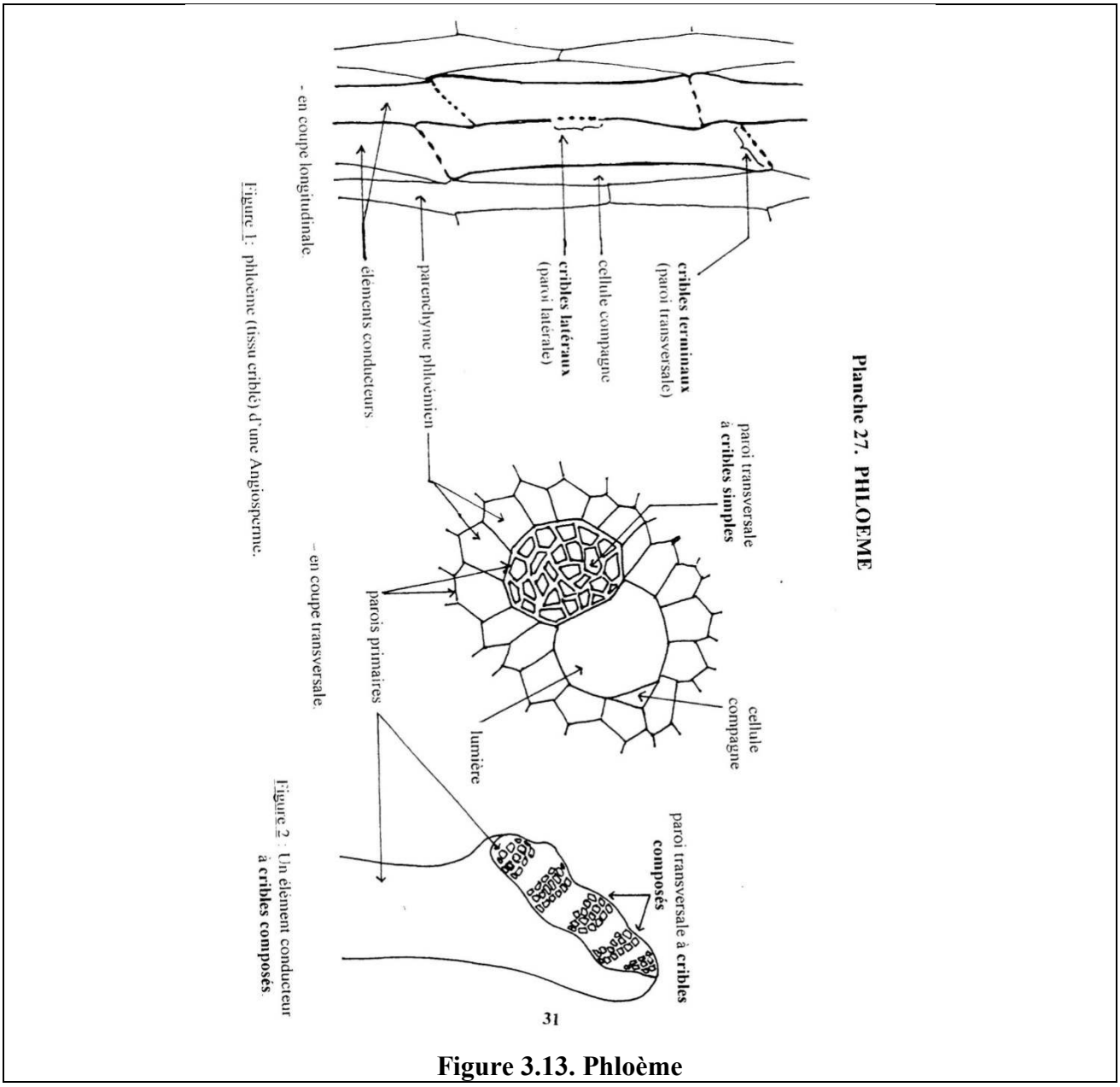


Figure 3.13. Phloème

Fibres de sclérenchyme périphloémiennes :

Ces fibres de sclérenchyme quand elles existent, sont assemblées en amas au-dessus du phloème, ce sont les seuls éléments à paroi secondaire lignifiée (donc morts) du phloème, elles ont un rôle de soutien.

C- Organisation du phloème :

L'ensemble des éléments conducteurs et non conducteurs forme un amas caractéristiques qui constitue donc le phloème appelé aussi faisceau criblé. Dans chaque faisceau existent un protophloème et un métaphloème. Très souvent ces derniers ne présentent pas entre eux une différence évidente comme c'est le cas avec le xylème.

Conclusion : Le faisceau vasculaire et le faisceau criblé sont toujours associés dans tous les organes et l'ensemble est appelé faisceaux cribro-vasculaires (appelés anciennement faisceaux criblo-vasculaires)

5.2.Tissus conducteurs secondaires :

Les différents type d'élément qui constituent le bois et le liber sont disposés en files radiales (en files les uns sur les autres), caractéristique de tous les tissus d'origine secondaire.

Le cambium qui leur donne naissance fonctionne de façon inégale (assymetrique), par conséquent le bois qui se différencie dans le sens centripète (vers le centre de l'organe) occupe un espace plus important que le liber qui se différencie dans le sens inverse, centrifuge

5.2.1. BOIS : (Figure 3.12 et figure 3.14) :

Il est aussi appelé tissu vasculaire secondaire ou tissu ligneux secondaire ou encore xylème secondaire. Il est constitué comme le xylème d'éléments conducteurs et d'éléments non conducteurs.

A-Éléments conducteurs

Trachéide aréolée :

Elle représente le seul élément conducteur (Figure 3.12) du bois des gymnospermes. Les trachéides aréolés sont produites par divisions périclines (tangentielles) des initiales fusiformes du cambium. Elles font partie du système vertical du bois homoxylé (Figure 3.14et Figure 3.14).

Vaisseaux (Figure 3.12)

Les vaisseaux rayé, réticulé et ponctuésont trois éléments conducteurs du bois des Angiospermes Dicotylédones. Ces éléments sont produits par divisions périclines des initiales fusiformes de cambium. Ils constituent la majeure partie du système vertical du bois hétéroxylé (Figure 3.14)

B- Eléments non conducteurs

Parenchyme ligneux vertical

C'est un parenchyme de réserve à cellules dont les parois sont très souvent secondaires lignifiées et rarement pectocellulosique (Figure 3.14). Il est obtenu par divisions périclines des initiales fusiformes du cambium. Il fait partie du système vertical du bois des Angiospermes Dicotylédones.

Planche 28. BOIS ET LIBER

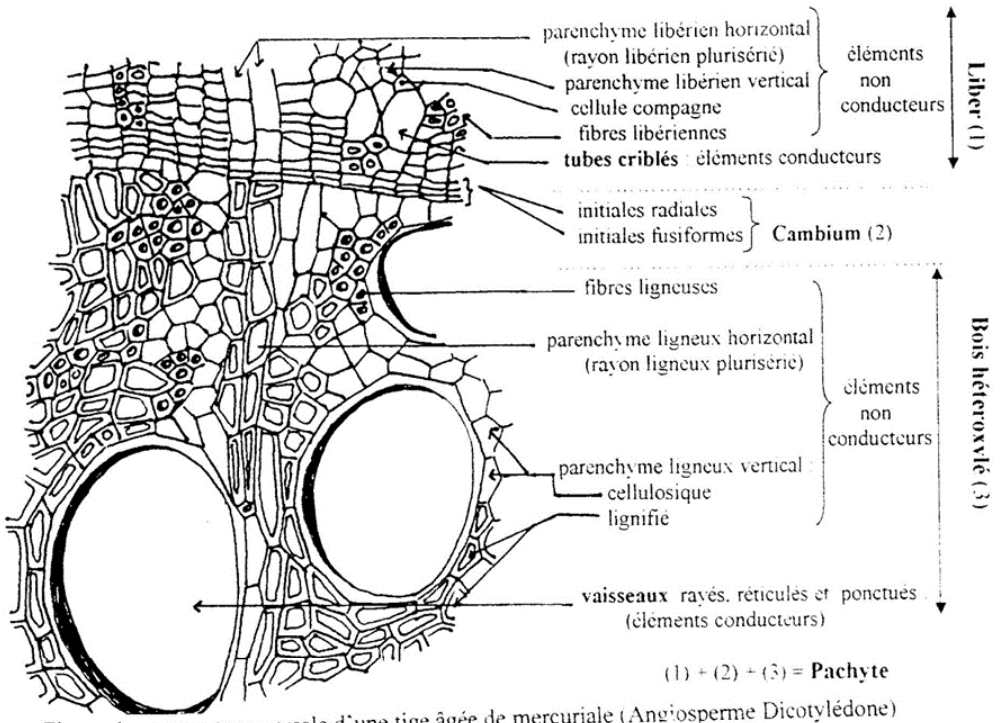


Figure 1: coupe transversale d'une tige âgée de mercuriale (Angiosperme Dicotylédone) montrant le bois hétéroxylé et le liber.

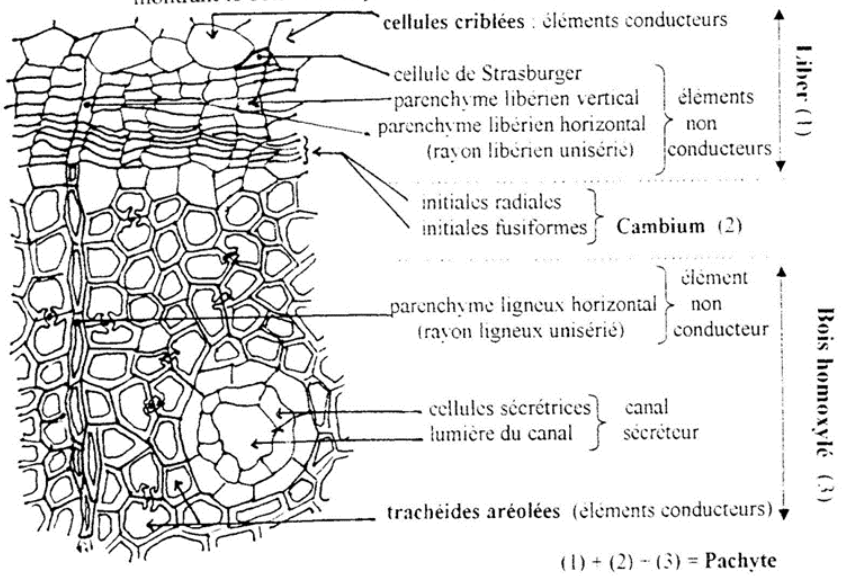


Figure 2: coupe transversale d'une tige âgée de Pin (Gymnosperme) montrant le bois homoxylé et le liber.

Figure 3.14. Bois et liber

Le parenchyme vertical est très rare chez les Gymnospermes (Figure 3.15), on peut l'observer autour des canaux sécréteurs **(Figure 3.14).**

Parenchymes ligneux horizontal

Ce parenchyme est obtenu par divisions périclines des initiales radiales du cambium, les éléments différenciés (à paroi pectocellulosique ou secondaire lignifiée le plus souvent) forment les rayons ligneux qui constituent le système horizontal du bois. En général, les rayons sont unisériés et/ou plurisériés, chez les Angiospermes Dicotylédones (Figure 3.14; Figure 3.17) et sont unisériés chez les Gymnospermes (Figure 3.14; Figure 3.15).

Fibres ligneuses

Ce sont des fibres de sclérenchyme d'origine secondaire (initiales fusiformes) à parois lignifiées assurant un rôle de soutien dans le bois des Angiospermes Dicotylédones (**Figure 3.14**et Figure 3.17). Elles sont très souvent absentes ou rares dans le bois des Gymnospermes.

Remarque :

- **Autres divisions du cambium**

Les initiales fusiformes et radiales peuvent subir des divisions anticlines (radiales) pour permettre l'accroissement de la circonférence du cambium donc de l'organe. Elles subissent aussi des divisions transversales pour permettre la formation de nouveaux rayons.

- **Cernes de bois**

L'observation de coupes (Figure 3.16) de troncs d'arbres ou de rameaux âgés montre que le bois est formé de plusieurs bandes concentriques appelées cernes, chaque cerne correspond à une formation annuelle de bois. La partie claire d'un cerne, riche en vaisseaux ou trachéides à gros calibre correspond au bois initial (bois de printemps ou la circulation de la sève brute est plus rapide car riche en eau). La partie sombre d'un cerne formé de vaisseaux ou de trachéides à petit calibre constitue le bois final (bois d'automne, sève pauvre en eau).

Conclusion : le **bois des Gymnospermes** constitué que de trachéides aréolées et de rayons ligneux, donc relativement homogène est dit **bois homoxylé**. Le **bois des Angiospermes dicotylédones** hétérogène est dit **bois hétéroxylé.**

Planche 30. BLOC DIAGRAMME DU BOIS DES GYMNOSPERMES

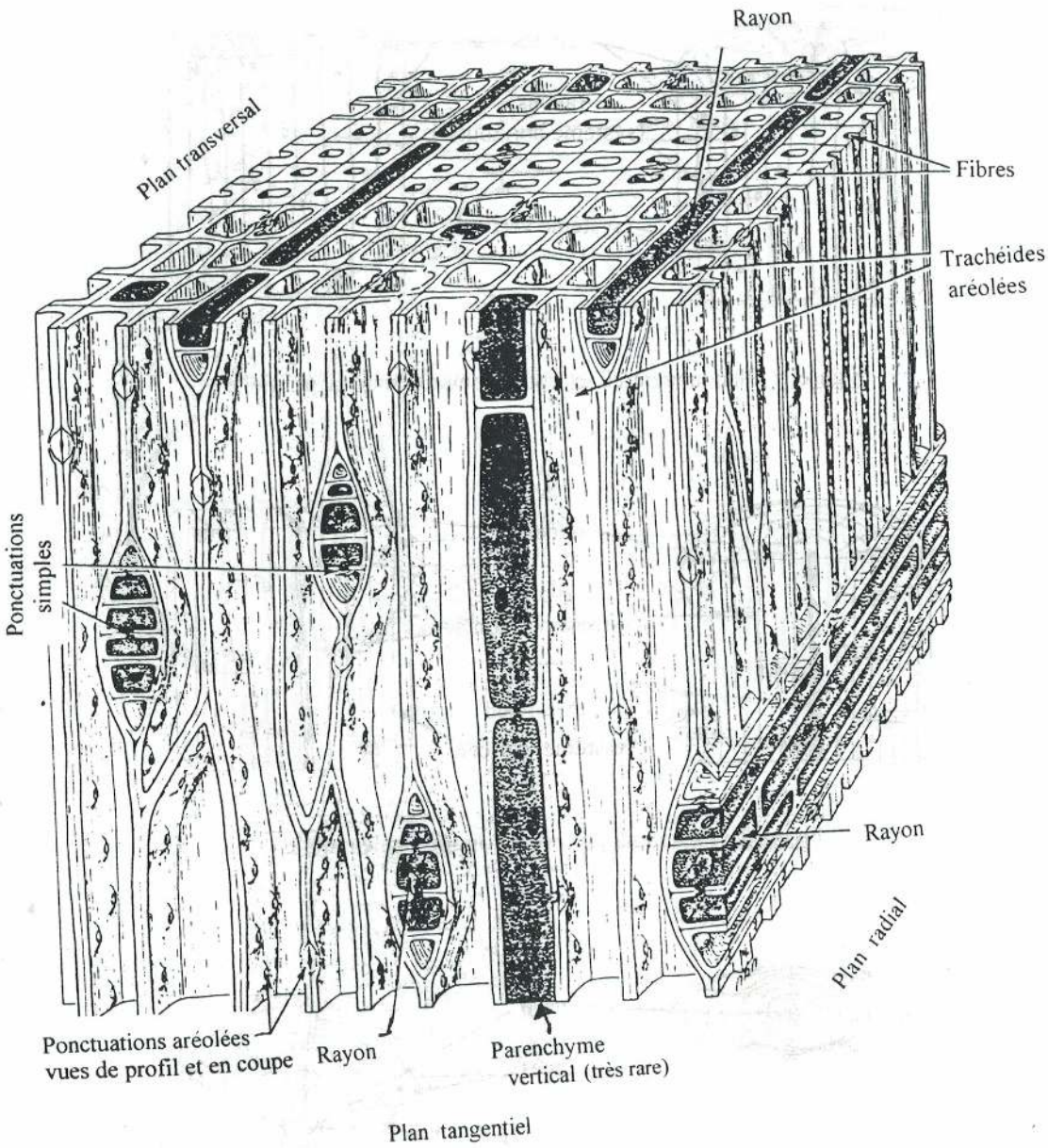


Figure 4 : Bloc diagramme montrant les systèmes vertical et horizontal en plans transversal, radial et tangentiel d'une portion de **bois homoxylé** d'une **Gymnosperme** (*Sequoia sempervirens*). (Foster and Gifford, 1974)

34

Figure 3.15. Bloc diagramme du bois des Gymnospermes

5.2.2. LIBER (Figure 3.13 et figure 3.14)

Le liber est aussi appelé tissu criblé secondaire ou encore phloème secondaire. Il est constitué comme le phloème, d'éléments conducteurs et d'éléments non conducteurs.

A- Éléments conducteurs

Tube criblé

Les tubes criblés (Figure 3.13 et figure 3.14) à cribles simples ou composés sont obtenus par divisions périclines des initiales fusiformes et font partie du système vertical du liber des **Angiospermes Dicotylédones.**

Cellule criblée

Les cellules criblées (figure 3.14) sont obtenues par divisions périclines des initiales fusiformes et font partie du système vertical du liber des **Gymnospermes.**

B-Eléments non conducteurs

Cellules de contact(figure 3.14)

Ce sont des cellules compagnes obtenues par divisions périclines des initiales fusiformes et font partie du système vertical du liber, dites :

a. **Cellules compagnes** chez les Angiospermes Dicotylédones.
b. **Cellules albumineuses** (de Strasburger) chez les Gymnospermes.

Parenchyme libérien vertical(figure 3.14)

C'est un parenchyme constitué de cellules à paroi pectocellulosique. Il est formé par divisions périclines des initiales fusiformes du cambium ; ces éléments font partie du système vertical du liber des Angiospermes Dicotylédones et des Gymnospermes.

Parenchyme libérien horizontal(figure 3.14)

C'est un parenchyme à cellules à paroi pectocellulosique. Il est obtenu par divisions périclines des initiales radiales du cambium, il constitue les rayons libériens du système horizontal du liber. Ces rayons sont uni et / ou plurisériés aussi bien chez les Angiospermes Dicotylédones que chez les Gymnospermes.

Fibres de sclérenchymes libériennes(figure 3.14)

Des fibres à paroi secondaire lignifiée très souvent ou parfois non (pectocellulosique) souvent très épaisse peuvent être observées dans le liber des Angiospermes Dicotylédones et de certaines Gymnospermes

Remarque : le liber des Angiospermes dicotylédones et des Gymnospermes est toujours hétérogène.

Planche 29. DIFFERENTS PLANS DE COUPE DANS TIGES OU RACINES

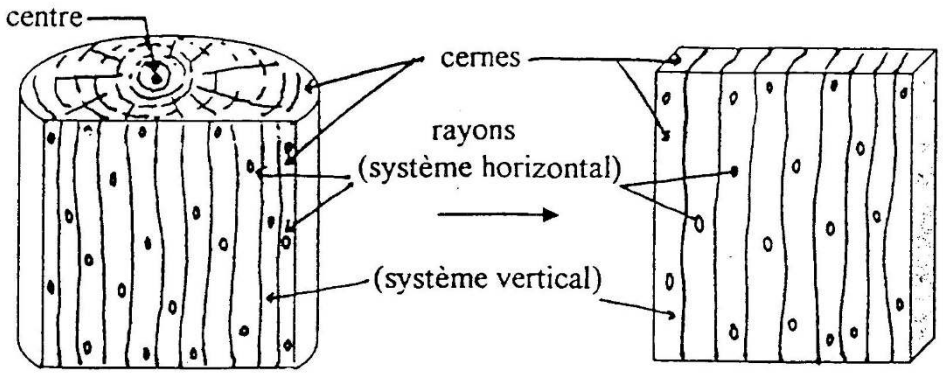


Figure 1 : Plan tangentiel et coupe longitudinale tangentielle.

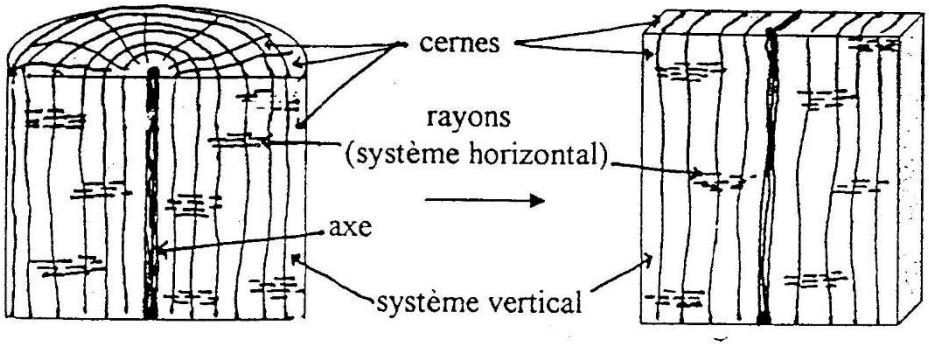


Figure 2 : Plan radial et coupe longitudinale radiale.

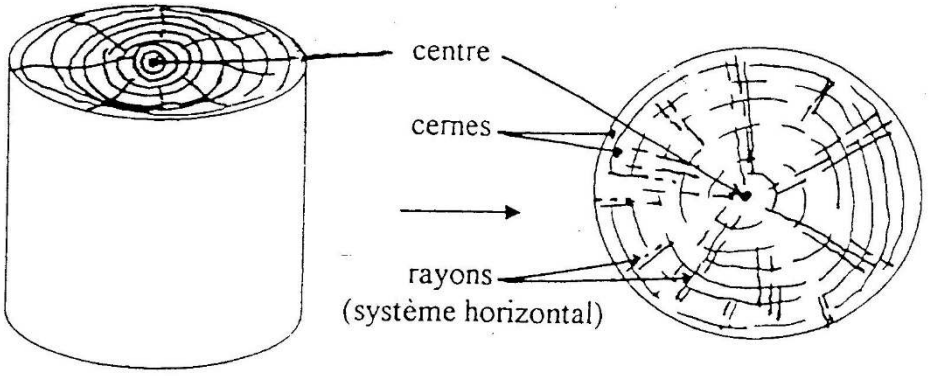


Figure 3 : Plan transversal et coupe transversale.

Figure 3.16. Différents plans de coupes dans tiges ou racines

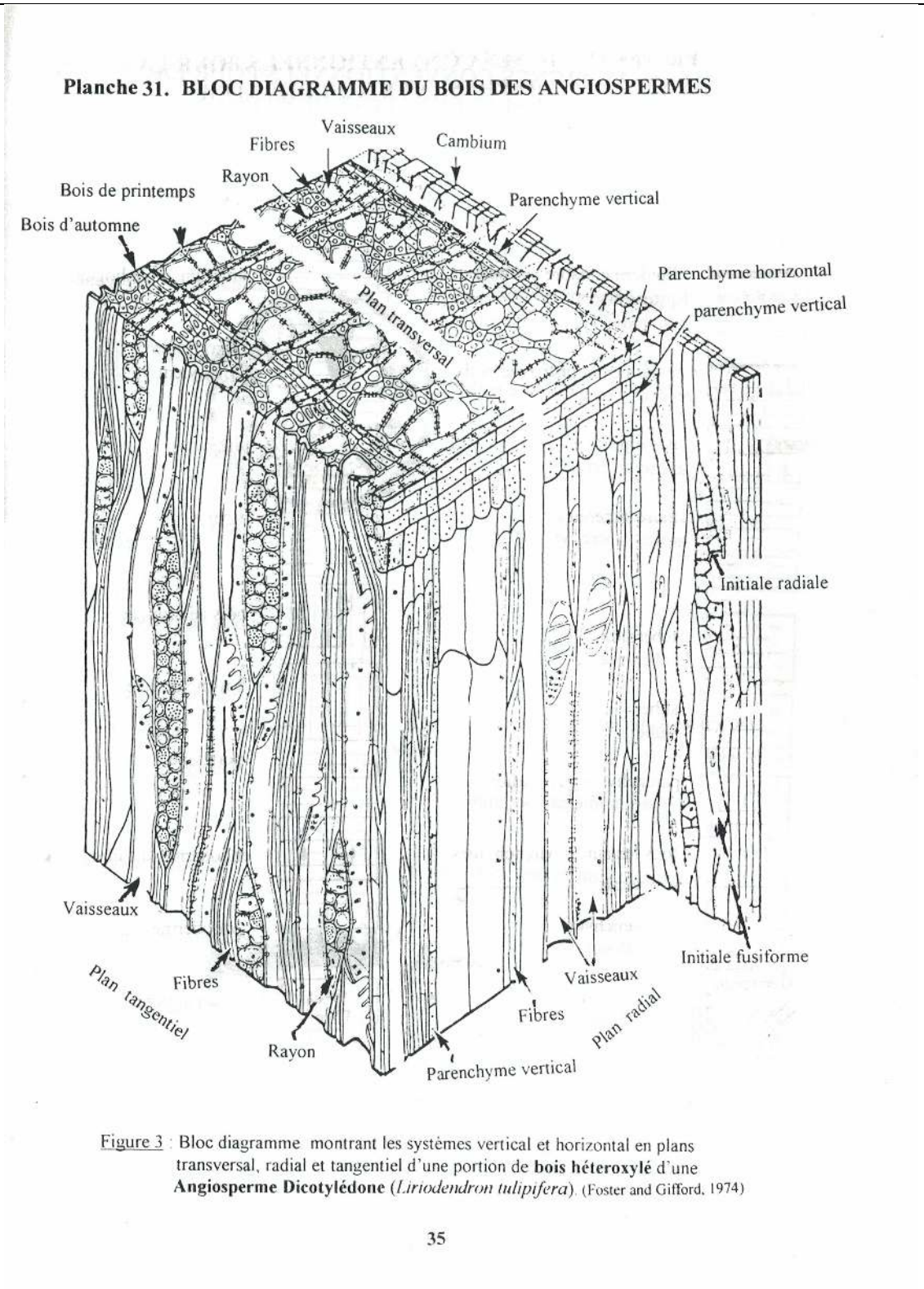


Figure 3.17. Bloc diagramme du bois des Angiospermes

6. LES TISSUS SECRETEURS

Les tissus sécréteurs (Figure 3.18.) sont constitués d'une ou de plusieurs cellules ou des canaux ou bien des poches…etc., de différentes formes.

Les substances contenues dans ces tissus sont considérés comme des déchets produites par les cellules. Ces substances sont accumulées dans des poches sécrétrices spéciales, ou bien secrétés à l'extérieur.

Les glandes peuvent être internes ou superficielle, uni ou pluricellulaires.

Les tissus sécréteurs produisent le latex, les essences, le nectar. Ils sont accessoires et spéciaux (c'est-à-dire propres à de rares taxons).

Composés de cellules sécrétrices, ils sont à l'origine de la formation de résine, de nectar, ou encore de produits urticants... Ces cellules peuvent être isolées dans les épidermes ou sur les poils.

Concernant la résine, elle est située dans les canaux résinifères qui composent le bois des résineux.

Il existe plusieurs type de tissus sécréteurs on citera :

- Les cellules sécrétrices
- Les poils sécréteurs
- Les poches sécrétrices
- Les canaux sécréteurs
- Les laticifères
- Les glandes nectaires

A- Les cellules sécrétrices (Figure 3.18.)

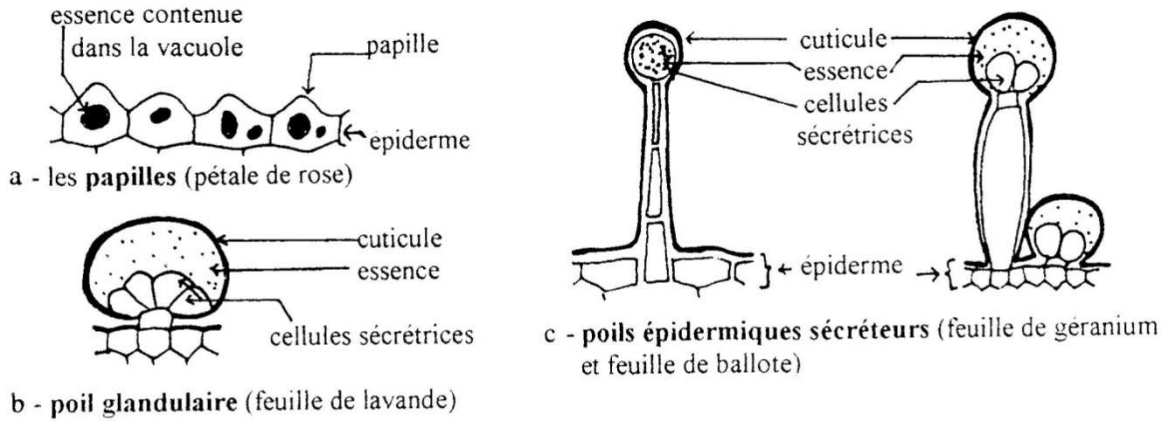
Ce sont des cellules reparties dans le tissu parenchymateux en générale. Elles sécrètent des substances de nature variés, exemple : les cellules qui sécrète l'Oxalate de calcium.

B- Les poils sécréteurs (Figure 3.18.)

Ce sont des appendices ou des liaisons qui se produisent dans la couche de l'épiderme et sous l'épiderme. Elles se caractérisent par ces cellules volumineuses d'une part, et par l'absence de la cuticule.

Les poils sécréteurs sont uni ou pluricellulaires qui émets ces sécrétions à l'extérieur de la plante.

Planche 25. TISSUS SECRETEURS



a - les **papilles** (pétale de rose)

b - **poil glandulaire** (feuille de lavande)

c - **poils épidermiques sécréteurs** (feuille de géranium et feuille de ballote)

Figure 1: éléments sécréteurs de l'épiderme en coupe transversale.

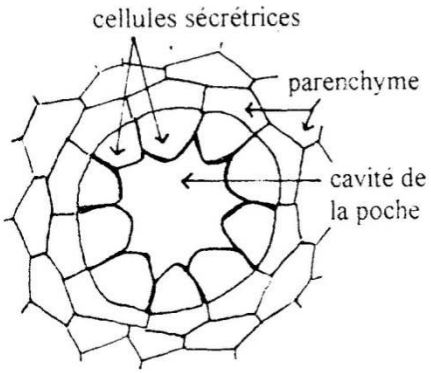
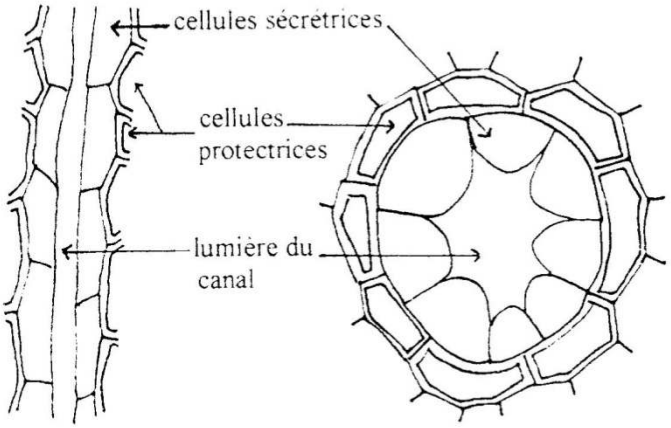
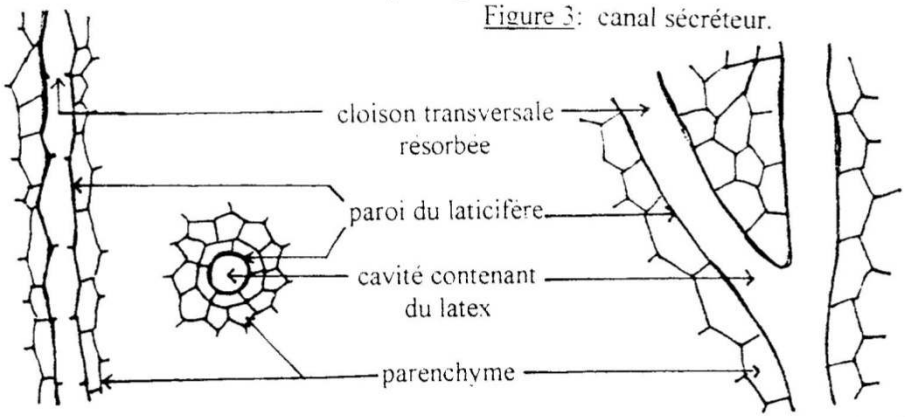


Figure 2: poche sécrétrice.
en coupe transversale



- en coupe longitudinale - en coupe transversale

Figure 3: canal sécréteur.



a - **articulé** (en coupes longitudinale et transversale) b - **ramifié** (en coupe longitudinale)

Figure 4: laticifères.

28

Figure 3.18. Tissus sécréteurs

C- Les Poches sécrétrices (Figure 3.18.)

Les poches sécrétrices sont constituées de plusieurs cellules sécrétrices qui entourent une cavité ou sécrète ces substances, exemple : des poches sécrétrices des huiles aromatiques du fruit de l'orange (*Citrus anrontia*)

D- Les Canaux sécréteurs (Figure 3.18.)

Les canaux sécréteurs sont présents chez les Gymnospermes et quelques Angiospermes.

La sécrétion se fait à partir de canaux spécifiques qui se différent :

- De son origine
- Méthode de constitution
- Des espèces

- Exemple: les Canaux de résine: chez le Pin d'Alep

E- Les laticifères (Figure 3.18)

Les laticifères contiennent le latex, ou « lait » qui s'échappe des tiges ou feuilles cassées comme la tige d'euphorbe ou de la laitue. Le latex le plus exploité est celui de l'hévéa (arbre à caoutchouc)

Il existe 2 types de laticifères:

- Les laticifères vrais sont des cellules à latex vacuolaire vivantes, qui se sont allongées pendant la croissance de l'organe (longitudinalement dans un entre-nœud par exemple), exemple: chez les Euphorbiacées
- Les laticifères anastomosés résultent d'anastomose locale entre de nombreuses cellules courtes, à parois terminales ou latérales perforées ou résorbées, formant un réseau complexe et ramifié secrétant du latex, exemple: dans le péricycle épais de la tige de laitue.

F- Les glandes nectaires

Chez les plantes ou la pollinisation se fait par les insectes, la plante comporte des pièces florales qui contiennent des cellules sécrétrices d'une substance qui attire les insectes appelé le nectar.

Ce nectar est sécrété par des glandes nectaires qui se trouvent à la base des pièces florales fertiles (entre les étamines).

Chez quelques rares espèces on peuttrouver ces glandes sur les entre-nœuds (*Sambucus hookeri)*.

CHAPITRE 4 . ANATOMIE DES VEGETAUX SUPERIEURS

Introduction :

Pour étudier la structure des organes des végétaux en effectuant des coupes de ces organes selon différents plans et en les examinant au microscope. Une coupe effectuée perpendiculairement à l'axe le plus long de l'organe est appelée **coupe transversale**. L'étude des tissus constituant l'organisme végétal, ou anatomie, a permis de préciser leurs dispositions et leurs structures.
Deux structures sont distinguées dans une tige ou une racine :

- La structure primaire héritée du fonctionnement des méristèmes apicaux Elle caractérise les organes jeunes et âgés des Angiospermes Monocotylédones et de certains Angiospermes Dicotylédones herbacées et les organes jeunes uniquement de nombreuses Angiospermes Dicotylédones et de toutes les Gymnospermes.
- La structure secondaire produite par le fonctionnement de méristèmes dits secondaires(Cambium et phellogène), Cette structure caractérise les organes âgés de nombreuses Angiospermes Dicotylédones et de toutes les Gymnospermes.

1-Anatomie de la racine

1-1Structure anatomique primaire

Chez les Angiospermes Dicotylédones :

Une coupe transversale montre : **(Figure 4.1)**

A/ L'écorce ou cortex :

-L'assise pilifère ou rhizoderme : Situé à la surface e la racine, formée de cellules à paroi pectocellulosique, dont certaines émettent des prolongements : les poils absorbants.

-L'assise subéreuse ou exoderme ou subéroïde : Les cellules ont une paroi imprégnée d**e subérine**. Il a un rôle protecteur. Après la chute des poils absorbants, **l'assise subéreuse** remplace **l'assise pilifère.**

-Le parenchyme cortical : Formé de cellules plus ou moins arrondies à méats, à paroi pectocellulosique, c'est un tissu de réserve souvent riche en amidon.

-L'endoderme à cadre : (Figure 4.1) : Formé d'une seul assise cellulaire, c'est l'assise la plus profond de l'écorce de la racine, sépare physiquement l'écorce et le cylindre centrale. Par sa position et ses caractères cellulaires, il joue un rôle fondamental dans le transit de l'eau et les sels minéraux au niveau de la zone d'absorption des racines jeunes.
Dans ces cellules à parois interne et externe cellulosiques, alors que les parois latérales (radiales) de chaque cellule présente un cadre **subérifié** et **lignifié** (**bande de Caspary**), il est souvent de petite taille et difficile à observer.

B/ Le cylindre centrale ou stèle :

Est formé d'un parenchyme fondamentale dans lequel se trouve séparés l'un de l'autre et alternant entre eux **: un xylème primaire** et **un phloème primaire**.

-Le péricycle : est un tissu primaire (peu différencié),formé d'une couche de cellules àparoi pectocellulosiques, c'est la couche la plus périphérique de la stèle. Il joue un rôle organogène

Planche 33 bis. STRUCTURE ANATOMIQUE PRIMAIRE DE LA RACINE

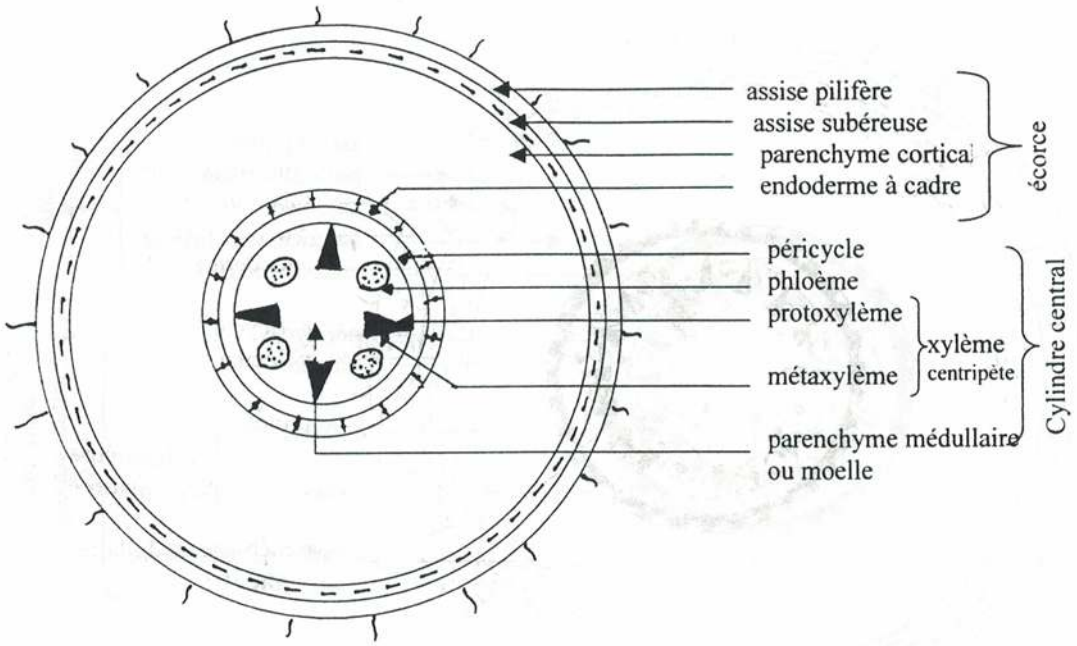


Figure 1: Schéma général d'une coupe transversale d'une **racine jeune d'Angiosperme Dicotylédone** et **Gymnosperme**.

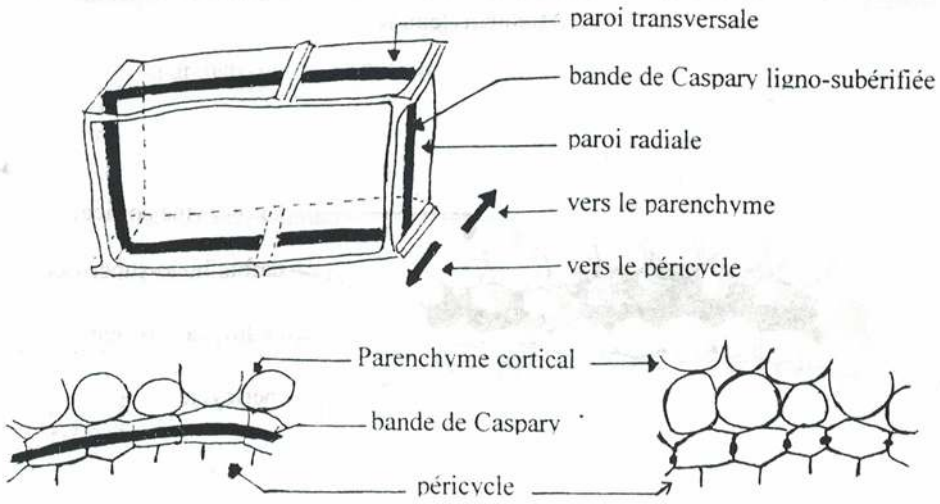


Figure 2: Endoderme à **cadre** en coupe transversale.

38

Figure 4.1. Anatomie primaire de la racine angiosperme dicotylédone et gymnosperme.

permettant la ramification des racines Et un rôle histogène, permettant la formation du cambium et parfois du phellogène des racines.

-Les tissus conducteurs primaires : disposés en faisceaux, formé par le xylème et le phloème, disposés en alternance (disposition alterne des tissus conducteurs).

Chez les dicotylédones, les faisceaux sont peu nombreux (≤10),il existe de **2 à 5 faisceaux** de chaque type.

- **Différenciation centripète du xylème primaire :**

Les premiers éléments du xylème (**protoxylème**) se différencient à la périphérie du cylindre centrale contre le péricycle. Les suivants (**métaxylème**) se différencient dans des cellules situées vers le centre : **différenciation centripète**.

Moelle ou parenchyme médullaire : au centre de la racine, Elle est constituée d'un parenchyme médullaire, un tissu différencié, ces cellules sont en générale isodiamétriques ou allongés et plus ou moins arrondies à méats ou à lacunes.

Remarque : la même structure anatomique primaire est observée dans la racine jeune des Gymnospermes.

Chez les angiospermes monocotylédones : (Figure 4.2)

Une coupe transversale montre : **(Figure 4.2)**

A/ L'écorce ou cortex :

L'assise pilifère.

Le subéroïde : L'assise subéreuse est remplacée par un couche de cellules plus ou moins subérifiées **appelée le subéroïde** , qui joue un rôle de protection.

Parenchyme corticale.

Endoderme en U : (Figure 4.2) L'endoderme présente des cellules à paroi complètement suberifiée, à l'exception de la paroi externe. Il se forme un endoderme avec des cellules en forme **de fer à cheval**. De plus, en face du xylème, certaines cellules dits cellules de passage, ne subissent pas d'épaississement. Elles facilitent les échanges entre le parenchyme cortical et le cylindre central.

B/ Le cylindre central ou stèle :

Le cylindre central est plus développé :

Le péricycle : peut être formé de plusieurs assises cellulaires.

Tissus conducteurs primaires : chez les racines des angiospermes monocotylédones, les faisceaux sont nombreux (≥10), présentent **plus de 6 faisceaux conducteurs** de chaque type disposés en alternance.

La moelle ou parenchyme médullaire : la moelle plus abondante, elle se **sclérifié** plus ou moins complètement dans les parties âgées de la racine.

Planche 33. STRUCTURE ANATOMIQUE PRIMAIRE DE LA RACINE

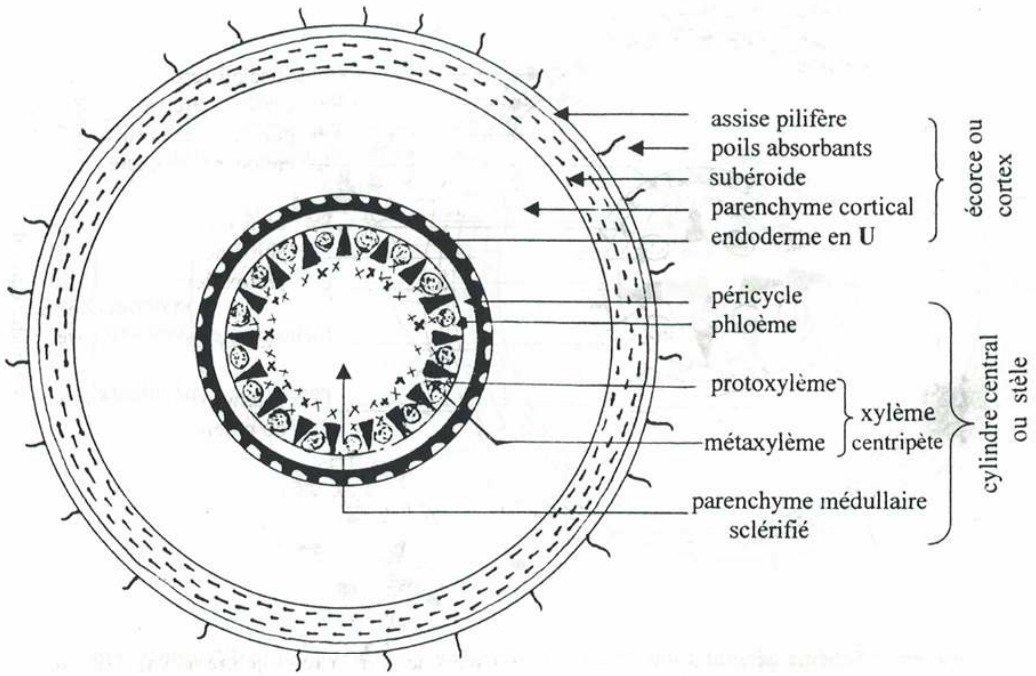


Figure 1 : Schéma général d'une coupe transversale d'une **racine d'Angiosperme Monocotylédone.**

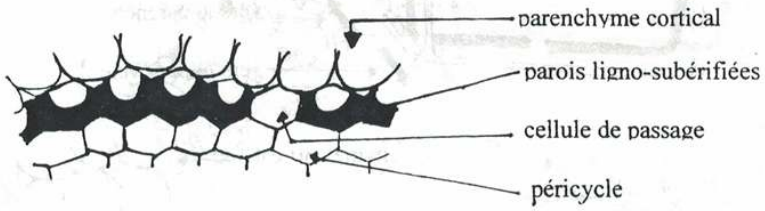


Figure 2 : **Endoderme** en fer à cheval en coupe transversale.

37

Figure 4.2. Anatomie primaire de la racine angiosperme monocotylédone.

1.2. Structure anatomique secondaire de la racine: (croissance en diamètre)**(Figure 4.3)**

Dans les plantes ligneuses (Angiospermes Dicotylédones) une croissance secondaire en épaisseur se met en place. Elle s'accompagne de la formation très importante de bois.

Cette croissance est rendue possible par la présence de deux méristèmes secondaires :

• Le cambium.

• Le phellogène ou assise subéro-phellodermique.

Le passage de la structure primaire à la structure secondaire dans une jeune racine dicotylédone s'effectue comme suit :

- Dans le 1er temps **le combium** ou **la zone génératrice libéro-ligneuse** se met en place dans le cylindre central.
- Face aux massifs de phloème primaire, **les cellules procombium** se divisent de manière péricline et donnent naissance aux premières cellules combiales.
- Leurs divisions engendrent des cellules qui se différencient en **phloème secondaire** vers l'extérieur, et en **xylème secondaire (bois)** vers l'intérieur.
- Les arcs procombiaux ainsi formés progressent le long des massifs de phloème primaire en direction du péricycle au niveau des pôles du xylème primaire.
- La division des cellules péri cycliques adjacents au protoxylème permet le raccord **des arcs combiaux**.
- Les cellules de combium se divisent et les cellules issues de ces divisions se différencient en xylème secondaire (bois) vers l'intérieur, et phloème secondaire vers l'extérieur.
- Progressivement le phloème primaire est écrasé par le développement des tissus secondaires : la racine croît en épaisseur.
- le combium se forme ainsi **un pachyte** qui selon les espèces, peut être continu ou discontinu. En hiver, le combium arrêt son activité pour reprendre au printemps. Un nouveau pachyte se forme ainsi chaque année.
- Le péricycle donne aussi vers l'extérieur **un phellogène** qui produit du **liège** ou **suber** (Tissu secondaire mort de revêtement et de protection provenant du fonctionnement du phellogène. Il est formé de cellules alignées à paroi secondaire assez fine imprégnée de subérine).
- Pachyte : formé de cambium, bois et liber, qui selon les espèces, peut être continu ou discontinu. Le cambium forme le bois vers l'interieur et le liber vers l'exterieur.
- **Périderme :** c'est les couches de combium de cellules différenciées ont composé vers l'extérieur le **liège**ou **suber**, et la monocouche intérieur **phelloderme** résultant
- **Phelloderme :**Tissu secondaire vivant provient du fonctionnement du phellogène. Il est limité en générale à une seule assise de cellule à paroi secondaire peu épaisse et cellulosique.

Planche 34. STRUCTURE ANATOMIQUE SECONDAIRE DE LA RACINE

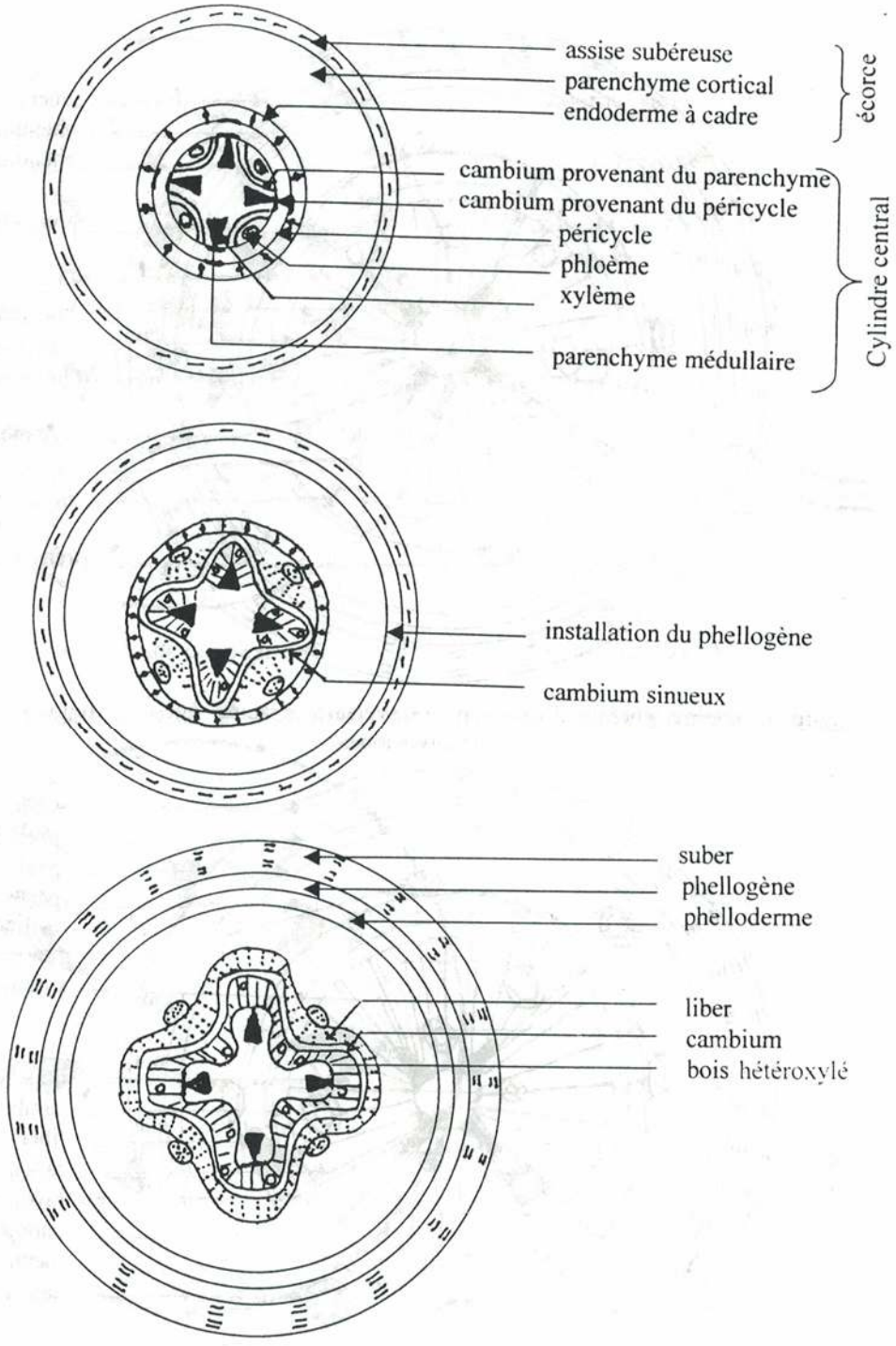


Figure 1 : **Installation** et **fonctionnement** des méristèmes secondaires chez les Angiospermes Dicotylédones et (Gymnospermes avec bois homoxylé).

39

Figure 4.3. Anatomie secondaire de la racine.

Structure anatomique secondaire de la racine âgé d'Angiosperme Dicotylédone (Figure 4.4)

	d'Angiosperme Dicotylédone
Périderme	Suber ou liège
	Phellogène
	phelloderme
Parenchyme cortical	
Pachyte	Liber
	Xylème secondaire ou bois
	Combium circulaire
	Phloème
	Xylème
Parenchyme médulaire	

Remarque : la même structure du périderme est observée dans la racine âgée des Gymnospermes (**Figure 4.4**).

Planche 34 bis. STRUCTURE ANATOMIQUE SECONDAIRE DE LA RACINE

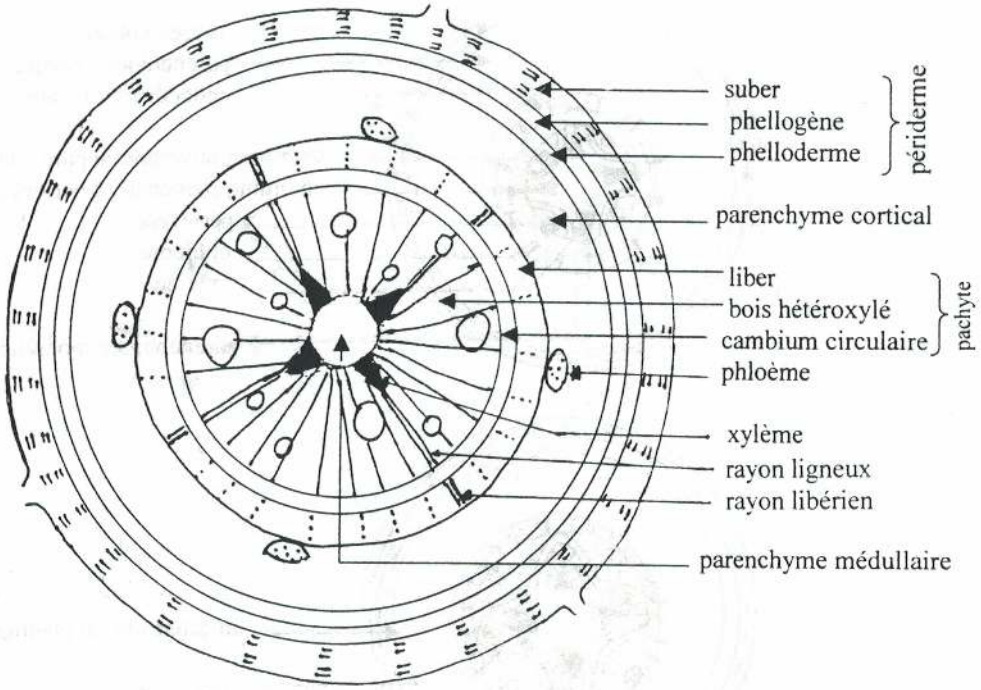


Figure 1: schéma générale d'une coupe transversale de racine âgée d'Angiospermes Dicotylédones.

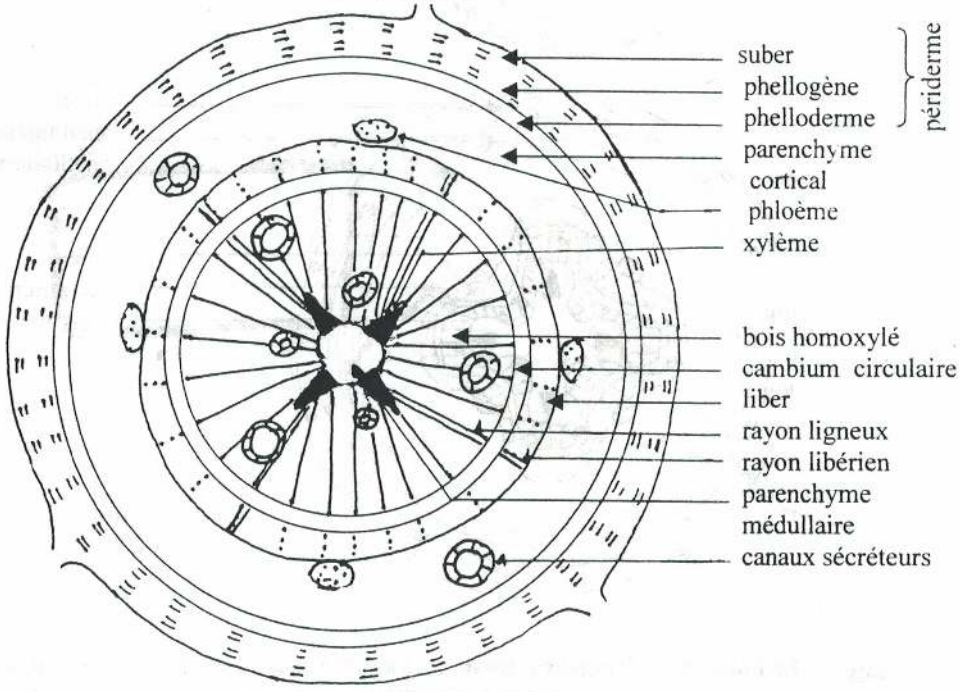


Figure 2: schéma générale d'une coupe transversale de racine âgée de Gymnospermes.
Remarque: idem pour les Gymnospermes qui ont un bois homoxylé

40

Figure 4.4. Anatomie secondaire de la racine.

2- Anatomie de la tige :

2-1- Structure anatomique primaire :

2-1-1-**Angiospermes Monocotylédones** (Figure 4.5)

une coupe transversale de jeune tige montre que la structure primaire de la tige est composée de deux zones concentriques (symétrie axiale), l'écorce mince entoure un large cylindre central.

A. **Ecorce ou cortex :** L'écorce comprend de l'extérieur vers le centre :

Un épiderme : composé d'une seule assise (couche) de cellules à paroi pectocellulosiquealignées côte à côte à rôle protecteur avec des stomates, et parfois de poils épidermique. Les parois externes sont cutinisées.

Un parenchyme cortical : Il occupe une zone très réduite, tissu composé de cellules plus ou moins arrondies à paroi pectocellulosique mince avec des méats. Son rôle est de faire la photosynthèse et de servir de réserve à la plante. Chez certaines espèces il peut être absent.

L'endoderme : est la couche la plus profonde du cortex, il contient de la subérine, une couche cireuse imperméable, qui retient l'eau et les minéraux à l'intérieur de la stèle.

Planche 35. STRUCTURE ANATOMIQUE PRIMAIRE DE LA TIGE

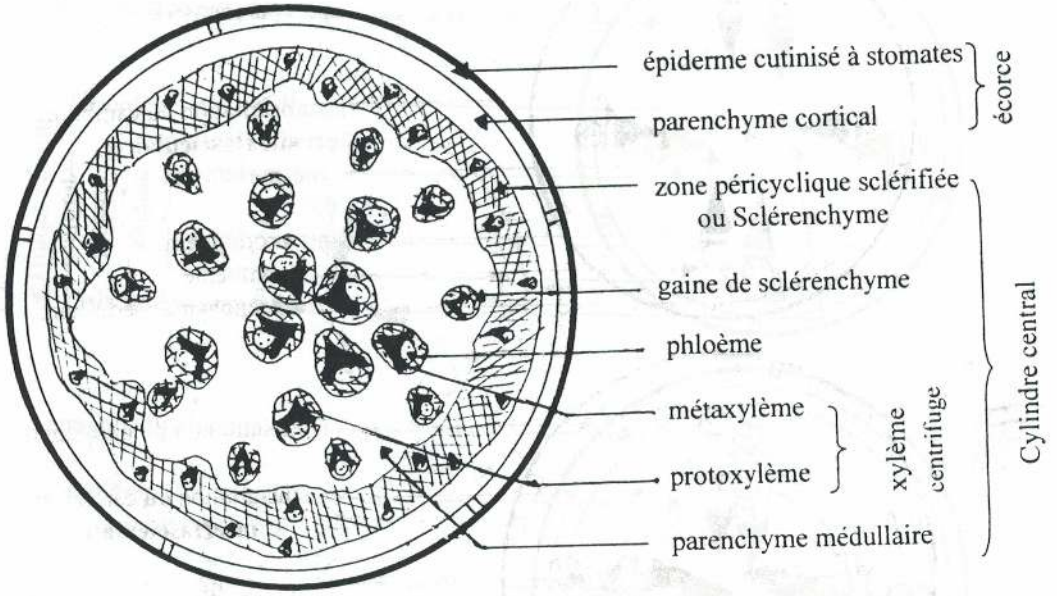


Figure 1 : Schéma général d'une coupe transversale d'une **tige d'Angiospermes Monocotylédones.**

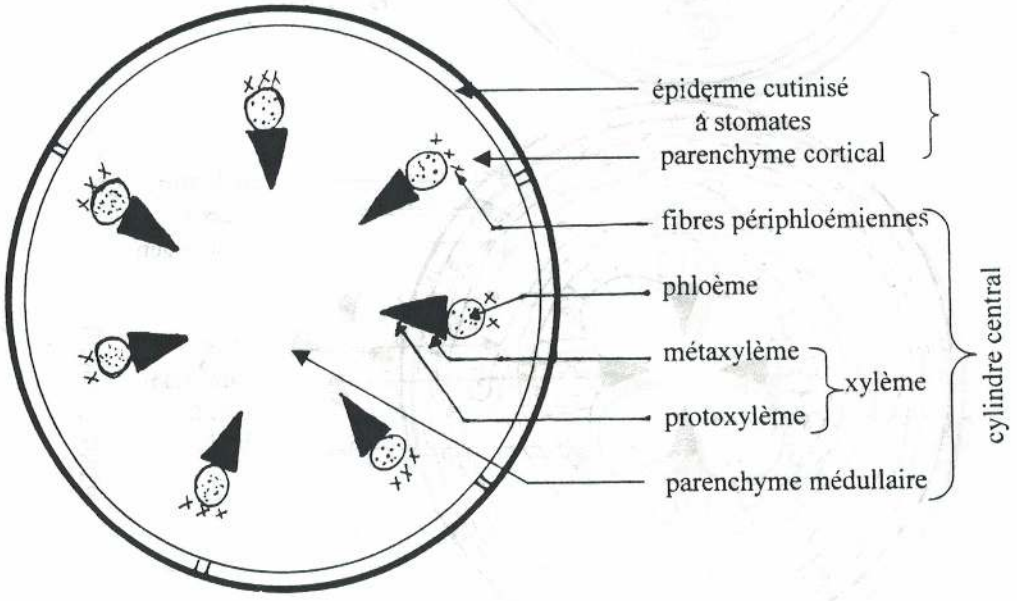


Figure 2 : Schéma général d'une coupe transversale d'une **tige jeune d'Angiospermes Dicotylédones.**

41

Figure 4.5. Structure anatomique primaire de la tige

- ✓ Chez les Monocotylédones : le cortex (écorce) c'est la région autour des amas de tissu vasculaire (**partout**)

B. Cylindre central (stèle) : Le cylindre central Comprend :

le péricycle : représenté par des fibres de sclérenchyme à paroi épaisse formant soit un cercle entourant l'ensemble des faisceaux**cribro-vasculaires** (cas de l'Asperge) soit engainant chacun de ces faisceaux. Dans ce dernier cas, la gaine de sclérenchyme ferme entièrement le faisceau cribro-vasculaire. On dit que le faisceau est **collatéral fermé** chez les Monocotylédones.

Les tissus conducteurs primaires : forment des faisceaux**cribro-vasculaires (F.C.V.),** comprenant **xylème primaire** et **phloème primaire.** Dans les tiges, le xylème et le phloëme sont **superposés** (le phloëme se trouve au-dessus du xylème), contrairement aux racines où ils sont disposés l'un à côté de l'autre.

- ✓ Chez les Monocotylédones : ces vaisseaux sont nombreux, disposés sur plusieurs cercles, et de taille variable. Leur taille augmente progressivement de la périphérie du cylindre central vers le centre de la tige. Le xylème est à différenciation centrifuge.

Les F.C.V sont entourés du sclérenchyme formant une gaine sclérifiée.

- On distingue les rayons médullaires qui se trouvent entre les faisceaux, ils sont principalement constitués de parenchyme.

La moelle : ou zone médullaire se trouveau centre de la tige qui contient des parenchymes médullaires

- Chez les Poacées (graminées), cette zone est remplacée par une lacune centrale et on appelle alors la tige "chaume". Cela explique pourquoi la tige du bléest creuse quand on la casse.
- Chez les Monocotylédones la moelle est réduite ou absente.

2 .1.2. Angiospermes Dicotylédones (Figure 4.5) :

Une coupe transversale d'une jeune tige (Figure 4.5) montre que le cylindre central ou stèle est assez important par rapport à l'écorce ou stèle.

A. Écorce ou cortex :L'écorce comprend de l'extérieur vers le centre :

Un épiderme : Identique à celui de la tige des angiospermes monocotyledones.

Un parenchyme cortical : Il occupe une zone trèsréduite, tissu composé de cellules plus ou moins arrondies à paroi pectocellulosique mince avec des méats.

Chez les Dicotyledones, le parenchyme cortical peut être associé à des tissus de soutien : collenchyme en périphérie sous l'épiderme ou sclérenchyme à sa limite interne.

L'endoderme : est la couche la plus profonde du cortex, il contient de la subérine, une couche cireuse imperméable, qui retient l'eau et les minéraux à l'intérieur de la stèle.

- ✓ Chez les Dicotylédones : le cortex (écorce) c'est région entre l'épiderme et le tissu vasculaire (**autour**)

B- Cylindre central (stèle) : Le cylindre central Comprend :

1. **Les tissus conducteurs primaires :** forment des faisceaux **cribro-vasculaires,** comprenant **xylème primaire** et **phloème primaire.**

   - Dans les tiges, le xylème et le phloëme sont **superposés**

   Le xylème est à différenciation centrifuge. Le phloème est souvent surmonté de fibres de sclérenchyme dites périphloémiennes (péri=sur).

- ✓ Chez les Dicotylédones : le nombre de faisceaux vasculaire est moindre (moins de 8) et ils sont tous sur un même cercle.

On distingue les rayons médullaires qui se trouvent entre les faisceaux, ils sont principalement constitués de parenchyme. Dans les tiges de Dicotylédones ayant ensuite une croissance secondaire, un cambium inter-fasciculaire relie le cambium des faisceaux.

La moelle : ou zone médullaire se trouve au centre de la tige qui contient des parenchymes médullaires à méats, à grandes cellules contenant des substances de réserve. La moelle à tendance à disparaitre au cours de la formation de la structure secondaire.

Remarque : la même structure anatomique primaire est observée dans la tige jeune de Gymnospermes.

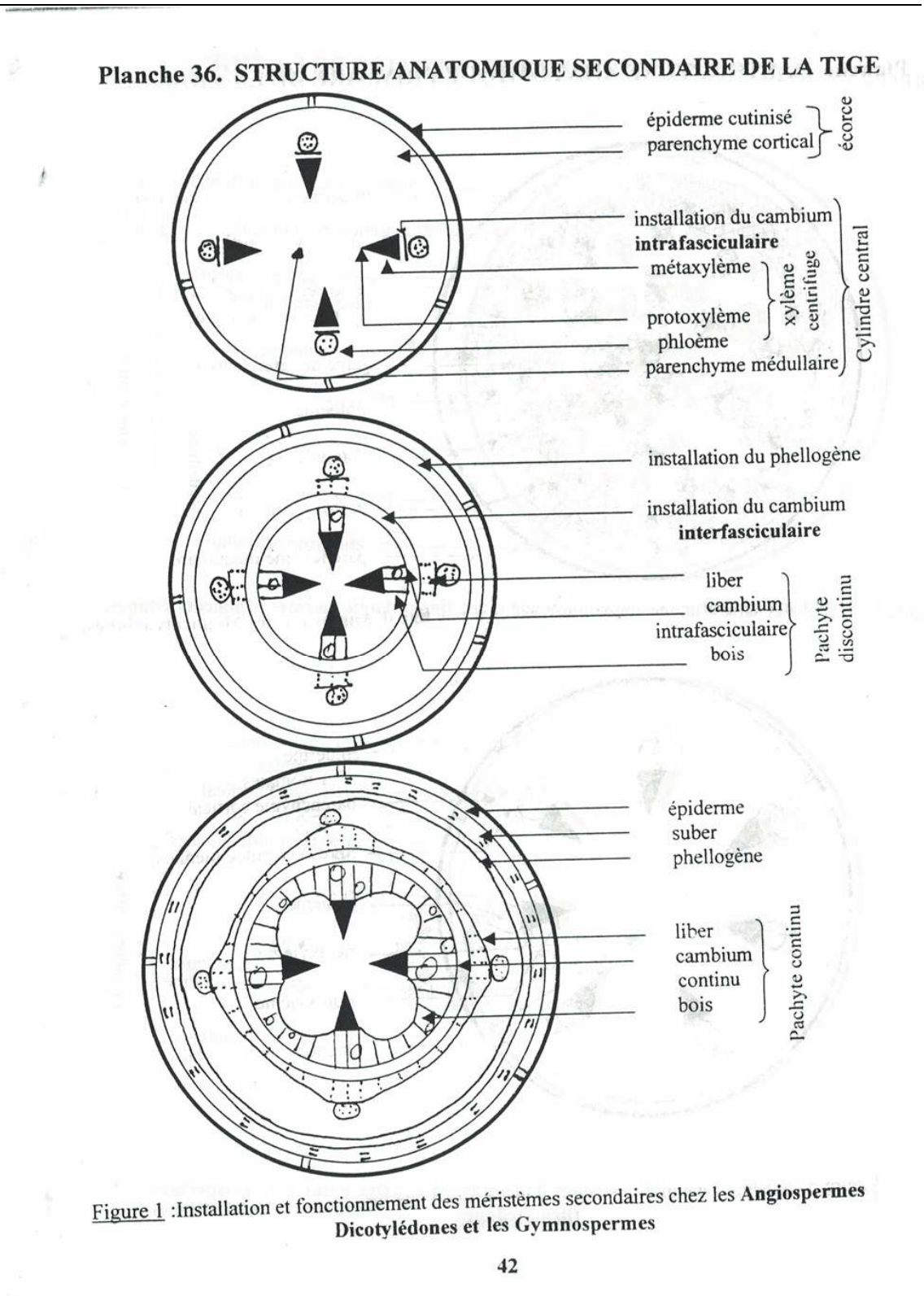


Figure 4.6. Structure anatomique secondaire de la tige

2.2. Structure anatomique secondaire (Angiospermes Dicotylédones, figure 4.7) :

La plupart des Dicotylédones développe une croissance secondaire qui est l'expression d'une croissance en largeur des tiges. Le degré d'épaississement dépond de la nature herbacée ou arborescente de la plante adulte. Cette structure secondaire résulte de deux **assises génératrices** :

1. **L'assisegénératrice subero-phellodermique :** Elle apparaît directement sous l'épiderme ou plus ou moins profondément dans l'écorce. Son fonctionnement produitvers l'intérieur **l'écorce secondaire** ou le **phelloderme (**c'est un parenchyme secondaire chlorophyllien.)**,** vers l'extérieur **:** le **liège** ou **suber**. L'ensemble forme le **périderme.** Les cellules sont disposées en files radiales.

L'assise génératrice libéro-ligneuse (cambium) : situé dans le cylindre centrale entre les éléments primaires superposés du xylème et du phloème, dont les cellules non différenciéesse divisent en donnant vers l'intérieur et vers l'extérieur des cellules disposées en files radiales **:**

- ✓ Les cellules formées vers l'intérieur se différencient en cellules de **xylème secondaire** (**bois**) : avec des cellules disposées radialement vers le centre de la tige. Comme dans le xylème primaire, on trouve des vaisseaux et des cellules parenchymateuses lignifiées.
- ✓ Et celles qui se forment extérieurement se différencient en cellules de **phloème secondaire** ou **liber** : avec des cellules disposées radialement vers l'extérieur de la tige. Comme dans le phloème primaire, on trouve des tubes criblés.
- ✓ Cependant, le fonctionnement du cambium est polarisé et il produit beaucoup moins de liber que de bois, le liber ne faisant que quelques millimètres d'épaisseur.
- ✓ Le xylème primaire étant du côté du centre de la tige, sa position est fixe. Par suite de son activité, le cambium est donc repoussé vers l'extérieur c'est-à-dire Les structures primaires se trouvent repoussées à l'extrémité des structures secondaires.
- ✓ On donne le nom de **pachyte** à l'ensemble du phloème et du xylème secondaire, le pachyte ainsi que le cambium peut être **continu** ou **discontinu**.

Planche 36 bis. STRUCTURE ANATOMIQUE SECONDAIRE DE LA TIGE

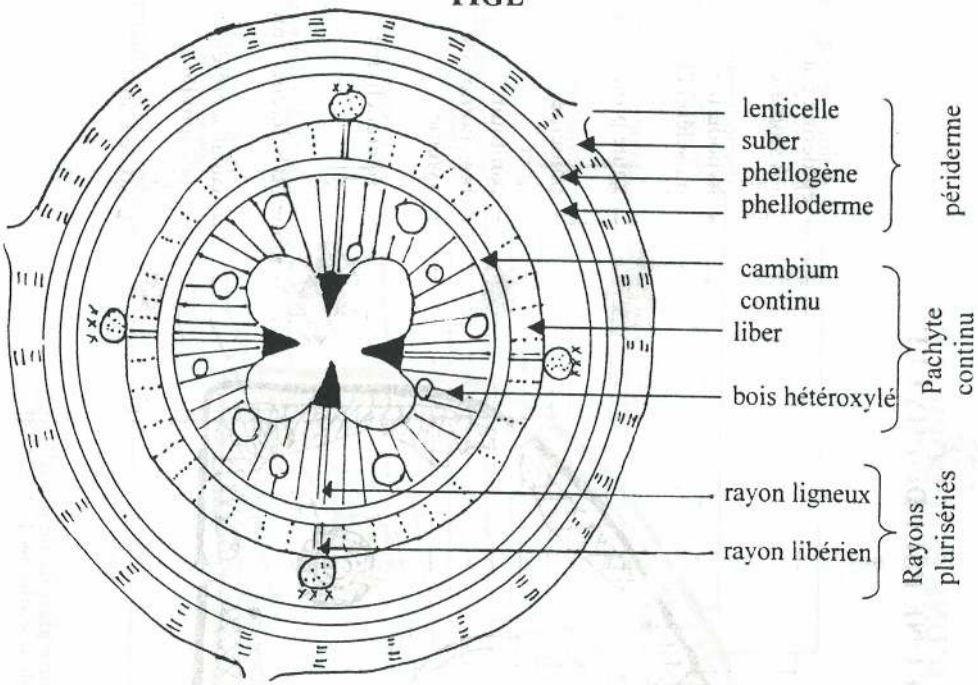


Figure 1: schéma générale d'une coupe transversale de tige âgée d'Angiospermes Dicotylédones.

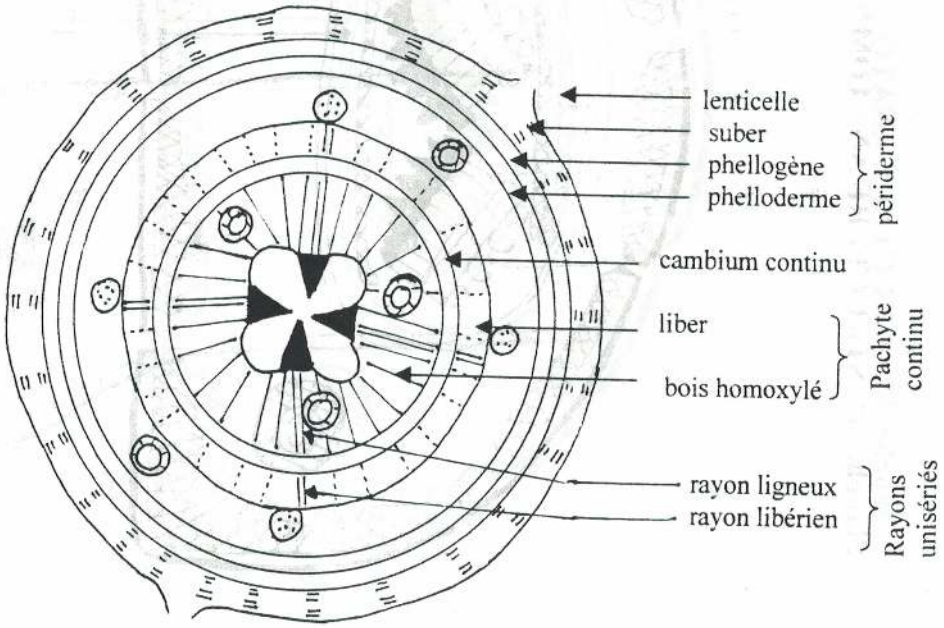


Figure 2: schéma générale d'une coupe transversale de tige âgée de Gymnospermes.
(Remarque : idem pour les Gymnospermes qui ont un bois homoxylé)

43

Figure 4.7. Structure anatomique secondaire de la tige

CHAPITRE 5: MORPHOLOGIE DES VEGETAUX SUPERIEURS ET ADAPTATION

INTRODUCTION

La morphologie étudie les formes externes des plantes et leurs organes.

Ces organes sont :

- La racine son rôle est de fixer la plante dans le sol et d'absorber l'eau et les éléments minéraux qu'elle a besoin ;
- La tige son rôle est de soutenir la plante et transporter la sève ;
- Les feuilles jouent un rôle primordiale dans : la photosynthèse, la respiration et la transpiration

1. LA RACINE

Définition : la racine c'est la partie souterraine de la plante. Elle permet de maintenir la plante fixée au sol ; et l'absorption de l'eau et des sels minéraux

1.1. Organisation du système racinaire (Figure 5.1)

1.1.1. Ramifications :

La racine principale émet des ramifications latérales secondaires qui émettent à leur tour des ramifications latérales tertiaires…. Les dernières ramifications dites radicelles sont les plus fines, c'est à leur niveau que l'absorption est la plus élevée. L'ensemble forme le système racinaire.

1.1.2. Différentes parties d'une racine (Figure 5.1)

On peut diviser la racine en quatre parties : (**Figure 5.1**)

a. **La coiffe :** c'est une sorte d'étui qui recouvre le méristème. La coiffe protège le méristème apical et permet la pénétration dans le sol
b. **Zone de croissance ou d'élongation** : dans cette partie que se fait la différentiation des tissus. Elle assure la croissance en longueur de la racine.
c. **Zone pilifère :** cette partie émet des poiles absorbants. Ce sont eux qui permettent l'absorption de l'eau et des sels minéraux.
d. **Zone de ramification :** dans cette partie il ya la formation de nouvelles racines secondaires.

1.1.3. Systèmes racinaires(Figure 5.1)

Il existe deux principaux types de système racinaire :

a. **Système racinaire pivotant**

Planche 8. MORPHOLOGIE DU SYSTEME RACINAIRE

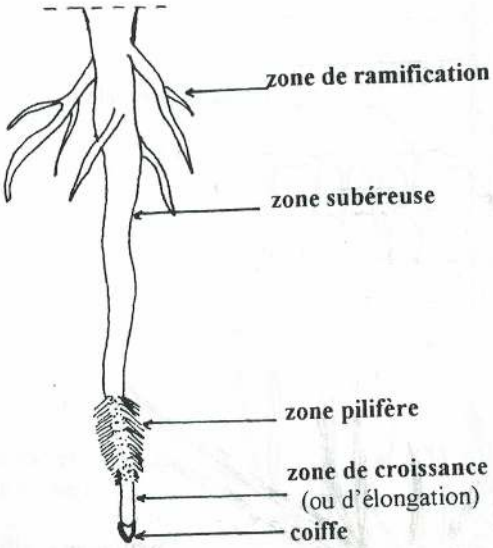


Figure 1: morphologie générale de la racine.

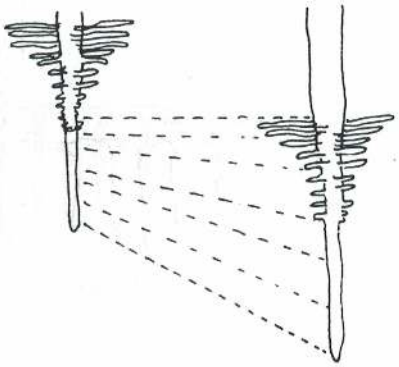


Figure 2 : Croissance d'une racine.

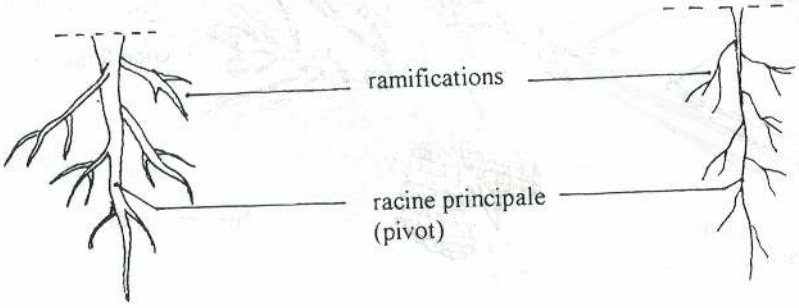


Figure 3 : Systèmes racinaires **pivotants**.

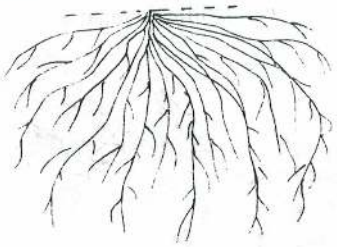


Figure 4 : Système racinaire **fasciculé**.

10

Figure 5.1. Morphologie de la racine

La plupart des Angiospermes dicotylédones et des gymnospermes possèdent un système racinaire pivotant avec une volumineuse racine principale, ou pivot, dont la fonction est d'aller chercher l'eau profondément exemple : les conifères, le pissenlit.

b-Système racinaire fasciculé (Figure 5.1) :

Les racines secondaires sont aussi grosses que la racine principale. Elles sont adaptées aux sols fins et fertiles.

Les plantes vasculaires sans fleurs et la majorité des monocotylédones, comme les graminées, possèdent un système racinaire fasciculé.

1.2. ADAPTATIONS FONCTIONNELLES (Figure 5.2) :

Certaines racines sont adaptées à des milieux différents et à des fonctions particulières

1.2.1. à la fonction d'absorption:

Les plantes épiphytes présentent des racines aériennes pendantes qui absorbent l'eau atmosphérique par des perforations se trouvant dans leurs parois. Ces plantes sont dépourvues de poils absorbants, elles ne parasitent pas la plante hôte (exemple : Ficus).

1.2.2. au rôle de fixation

Les racines adventives ou crampons, elles ont un rôle de fixation de la tige sur son support, exemple : le lierre.

1.2.3. à la fonction de réserve

1.2.4. Certaines racines sont tubérisées à la suite d'accumulation de réserve. Les racines pivotantes tubérisées (carotte), et les racines fasciculées tubérisées (asphodèle). Elles sont le lieu de la mise en réserve des produits de la photosynthèse (navet, betterave…).

2. LA TIGE

Définition : La tige ou la caule en grec « *caulos* » = tige.

C'est un axe, en générale aérien, qui prolonge la racine et qui porte des feuilles, reproducteur et des bourgeons. La tige peut se ramifier en branches et en rameaux. La tige permet le soutien de la plante et la circulation de la sève entre les racines et les feuilles.

2.1. Organisation du système caulinaire (Figure 5.3)

a. Différentes parties de la tige Axe principal :

Il est mince, cylindrique, le sommet est appelé le point végétatif principale (bourgeon apical, bourgeon terminal)

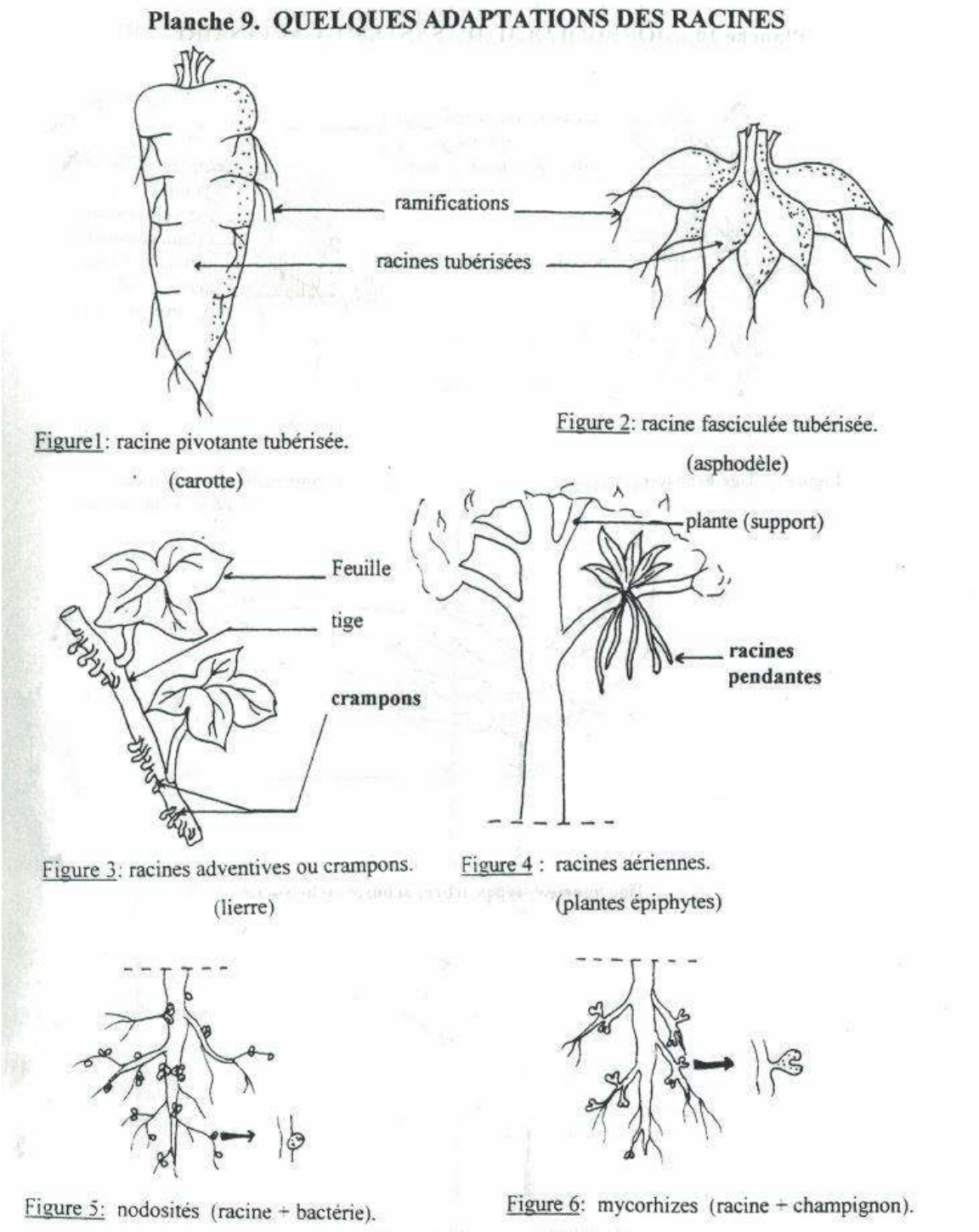


Figure 5.2. Quelques adaptations des racines

b. Nœuds et entre nœuds :

Les nœuds c'est la partie de la tige ou s'attache la feuille et le bourgeon axillaire. Deux nœuds successifs sont reliés par un entre nœuds. C'est au niveau des entre nœuds que se fait la croissance en longueur de la tige.

c. **les bourgeons :** Ce sont des organes qui permettent la croissance et la ramification des tiges. On distingue le bourgeon terminal ou apical situé à l'extrémité de la tige des bourgeons axillaires ou latéraux présents à l'aisselle des feuilles.

Ils donnent naissance soit à des rameaux feuillés (bourgeon à bois ou œil) ou bien à des fleurs (bourgeon à fleur ou bouton).

2.2. Types morphologiques

Les tiges présentent des variations de structure qui reflètent diverses adaptations environnementales. On distingue deux types :

a. Tiges herbacées :

Ce sont des tiges courtes avec un diamètre réduit qui n'ont pas de tissus de soutien (le blé) ; de couleur verte, on distingue :

- **Les tiges dressées (figure 5.3) :**l'axe principal est dressé verticalement.
- **Les tiges Rampantes (Figure 5.4) :** ces tiges sont très longues à section très réduite, les tissus de soutien sont rares, leur croissance est horizontale.
- **Grimpantes(Figure 5.4) :** ce sont de tiges très allongées qui se développent en hauteur en se tordant sur un support (fig. 5a), ou en s'appuyant à celui-ci par des vrilles, ou des crampons .

b. Tiges ligneuses (Figure 5. 3)

Elles se caractérisent par une tige haute et épaisse, elles contiennent des tissus de soutien (bois),

On distingue :

- Tige ligneuse a port arborescent caractérise les plantes qui ont un tronc et un houppier bien distingué (type : arbre, arbuste et arbrisseau)

c. Type ou port buissonnant: c'est un ensemble de tiges ligneuses formant une touffe, jaillissant de la base et parmi lesquelles, on ne peut distinguer un tronc

d. Autres types

- **Stipe (Figure 5.4):** c'est un axe cylindrique non ramifié marqué par les cicatrices des bases des feuilles (palmes tombées), les tissus ligneux sont absents.
- **Chaume (Figure 5.4):** c'est une tige creuse, (exemple : le roseau) sauf au niveau des nœuds où se trouve une cloison fine appelée diaphragme (fig. 2).
- **Tiges souterraines (Figure 5.4):** ont souvent l'aspect extérieur de racine, mais la structure interne est bien celle de la tige :
  - **Les rhizomes :** roseau, iris, bambou ;
  - **Les bulbes :** tulipe, oignons ;
  - **Tubercules :** pomme de terre, cyclamen

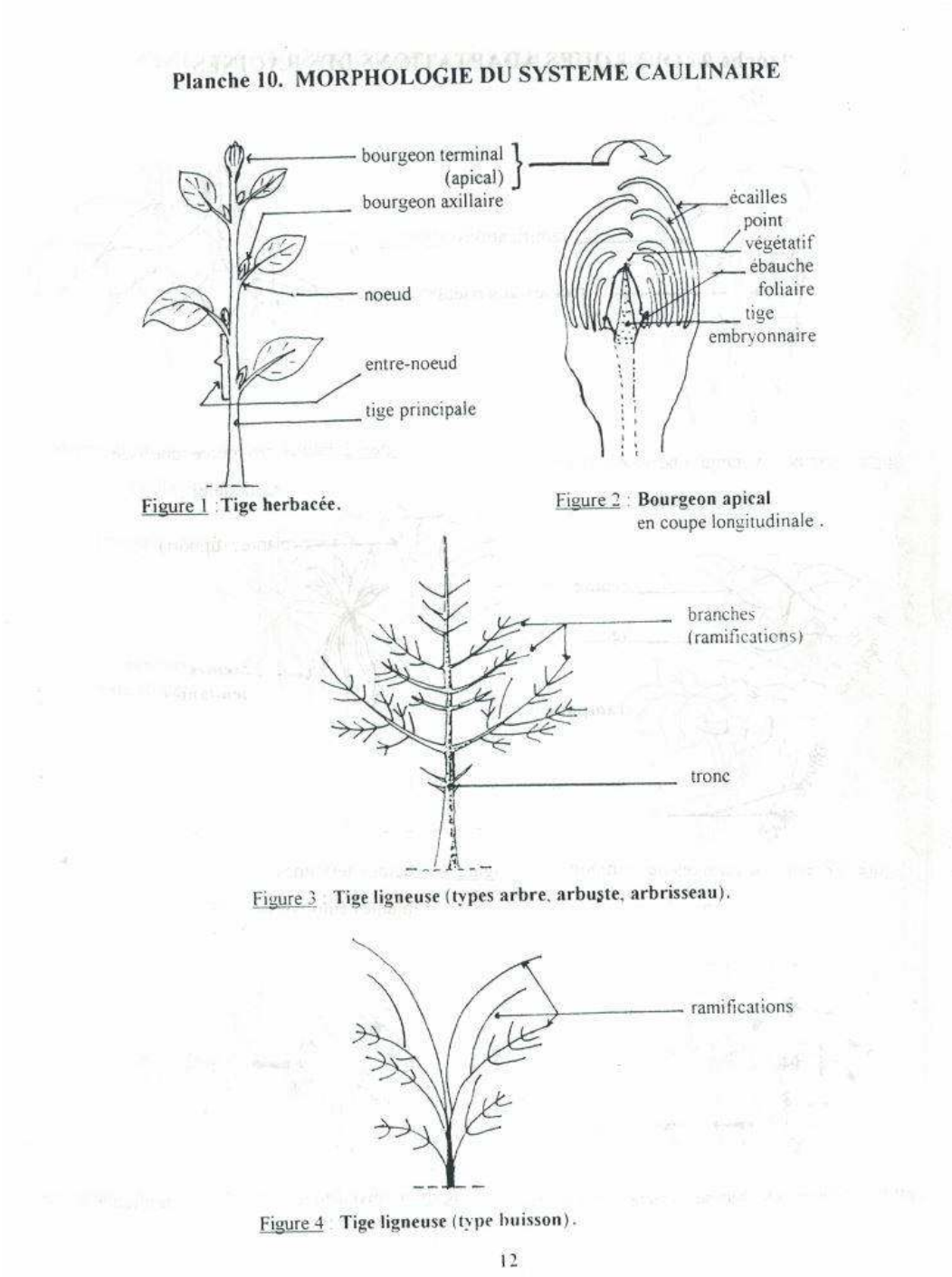


Figure 5.3. Morphologie du système caulinaire

2.3. ADAPTATIONS FONCTIONNELLES (Figure 5.5)

Certaines tiges sont adaptées à des milieux différents et à des fonctions spéciales.

2.3.1. à la conduction de la sève :

Elle est caractérisée par l'importance des tissus conducteurs et par la réduction du parenchyme cortical. Cette importance apparait très nettement chez les tiges grimpantes (très longues) et les tiges ligneuses (très épaisses)

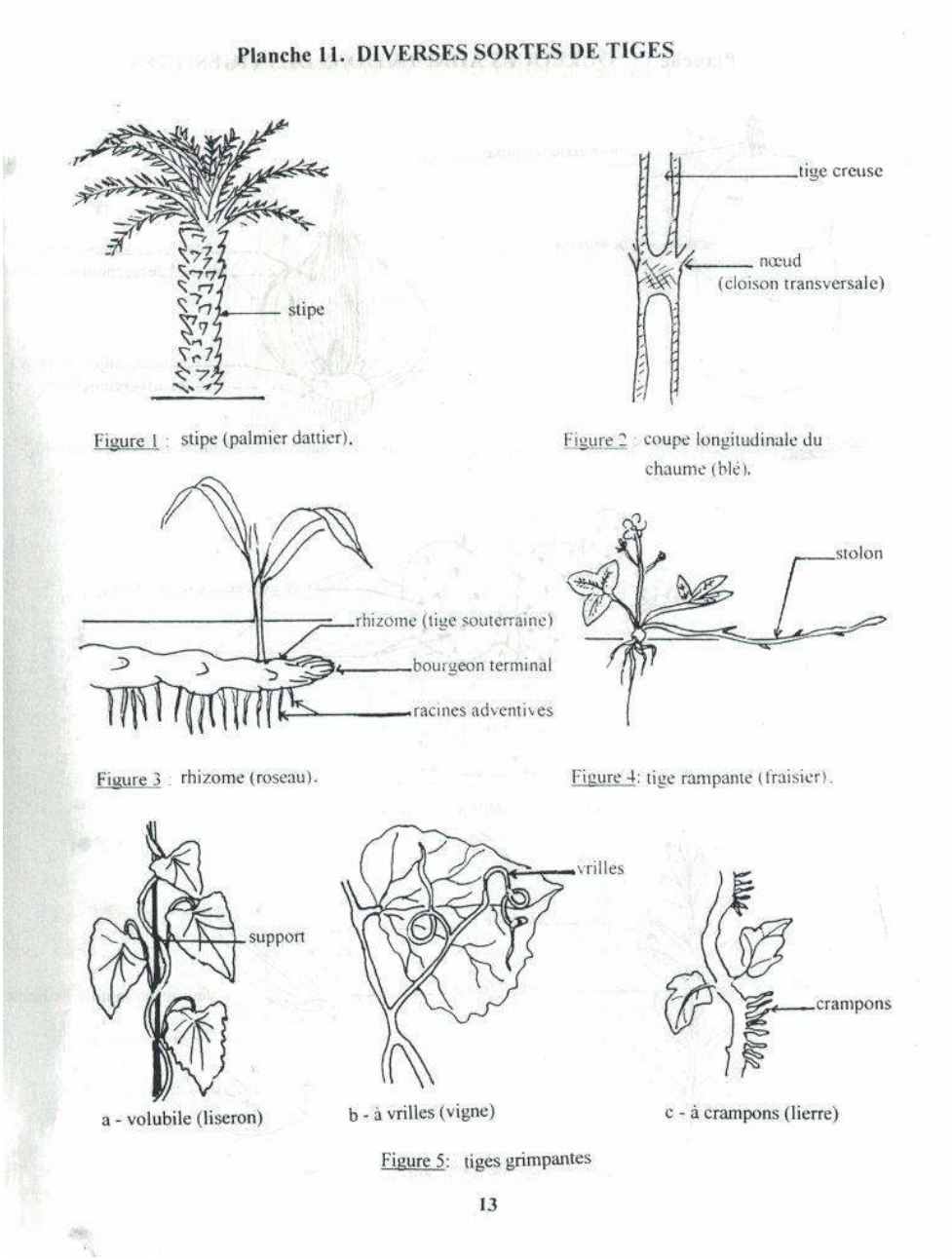


Figure 5.4. Divers sortes de tiges

2.3.2. à la fonction d'assimilation chlorophyllienne:

Lescladodes sont des tiges aplaties, ressemblant morphologiquement aux feuilles (Fig. 4)

2.3.3. à la fonction de réserve :

Certaines tiges souvent souterraines peuvent s'hypertrophier et accumuler des substances de réserves (exemple : rhizome de roseau), tubercules de pomme de terre à réserve d'amidon ou de topinambour).

2.3.4. à la sécheresse :

Les plantes grasses mettent en réserve l'eau dans le parenchyme aquifère. Cette modification des feuilles ou des tiges (fig. 3) correspond à une adaptation à la sècheresse. Les tiges en épines sont

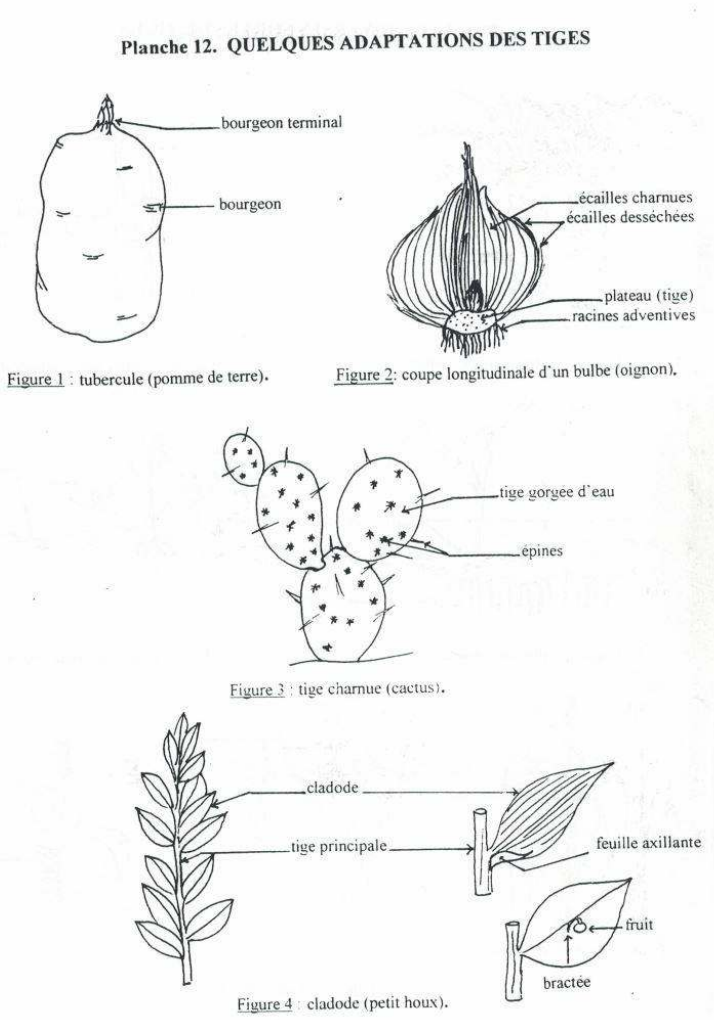


Figure 5.5. Quelques adaptations des tiges

de courtes ramifications qui se transforment en épines. Cette adaptation permet une réduction de l'évapotranspiration et protège l'espèce contre les herbivores.

3. LA FEUILLE

Les feuilles sont des organes végétatifs, généralement aplatis, portés latéralement par les tiges (Tiges et feuilles sont étroitement associés); leur ensemble indissociable constitue la tige feuillée, La feuille est essentiellement l'organe de la photosynthèse ; à son niveau se produisent également la respiration et la transpiration ; ces trois fonctions impliquent des échanges gazeux avec le milieu extérieur.

3.1. MORPHOLOGIE FOLIAIRE

3.1.1. Feuilles de Gymnospermes (Figure 5.6)

Il existe deux types de feuilles chez les gymnospermes, ce sont les :

A-Euphyles:

Chez les pins, les euphylles sont reparties le long des rameaux moyens , ce sont des feuilles réduites en écailles, dures, non chlorophylliennes à durée de vie très courte.

Chez les Cyprès, les feuilles sont des écailles, tendres et chlorophylliennes recouvrant les jeunes rameaux (fig. 3)

B-Pseudophyles :

Les pseudophylles sont de longues aiguilles, fines et chlorophylliennes disposées par nombre de deux ou trois à l'extrémité des rameaux nains.

3.1.2. Feuilles des Angiospermes.

3.1.2.1. Angiospermes Dicotylédones (figure 5.7).

La feuille complète d'une angiospermes Dicotylédones comporte :

a. **Un pétiole** : (de Petiolus = petit pied)

Intermédiaireentre le limbe (de Limbus = coin, rebord) et la tige. Le pétiole peut être nul, la feuille est alors sessile (de sessilis = bien assis), s'il est bordé de lames comparables à de petits limbes, il est ailé.

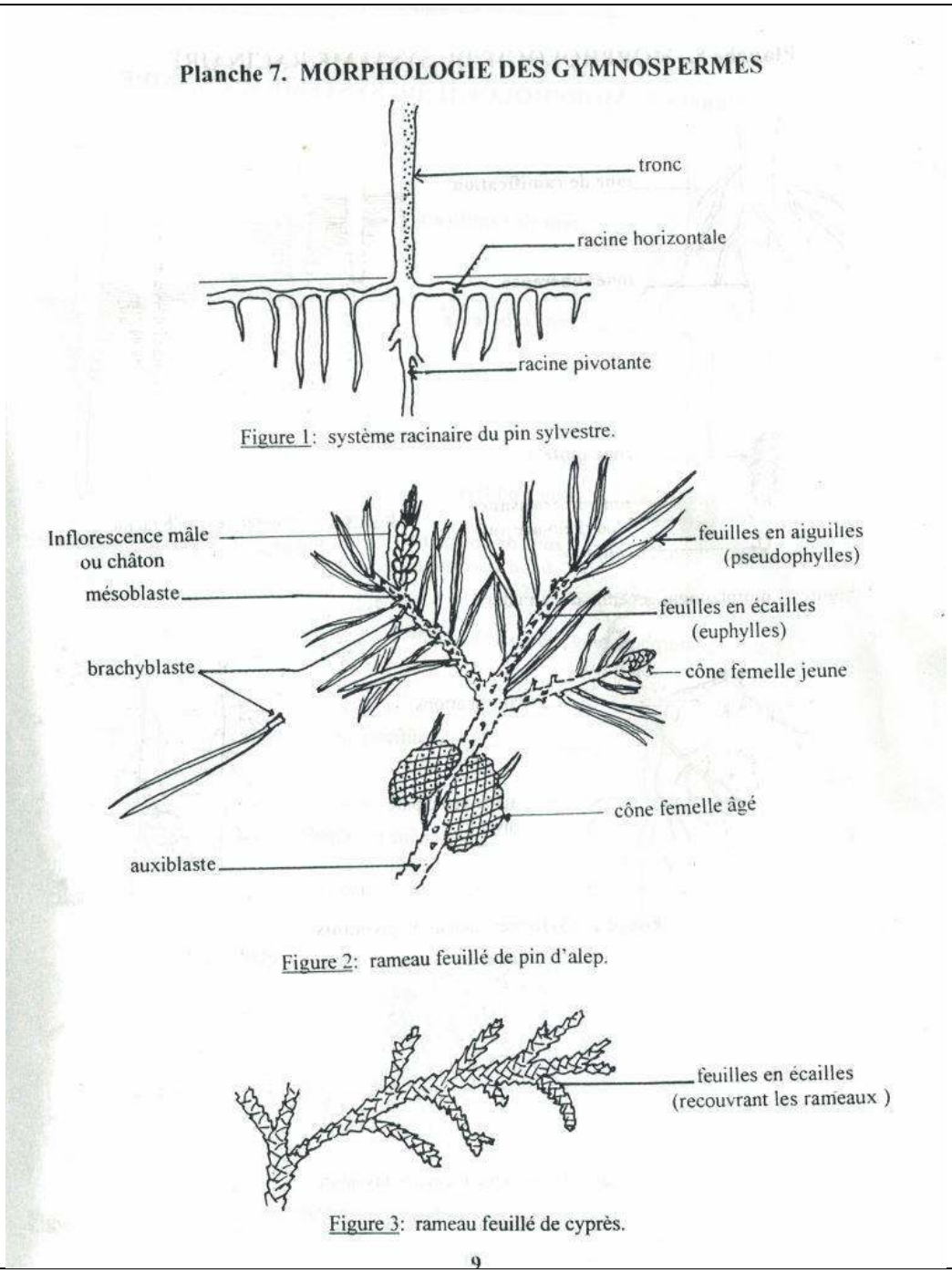


Figure 5.6. Feuille des gymnospermes

b. Le limbe :

Estune lame verte, dorsiventrale, parcourue de nervures, qui constituent un réseau continu dont le motif est caractéristique de l'espèce considérée.

Le limbe est vert mais certaines feuilles sont diversement marbrées de blanc (par absence de chlorophylle par endroits) ou de rougeâtre (superposition de pigments rouges à la chlorophylle). La feuille est discolore si ses deux faces sont de teintes différentes ; la face inférieure est souvent d'un vert plus pâle, en raison de la présence du parenchyme lacuneux aux cavités plein d'air. Si ses deux faces ont la même couleur, la feuille est concolore.

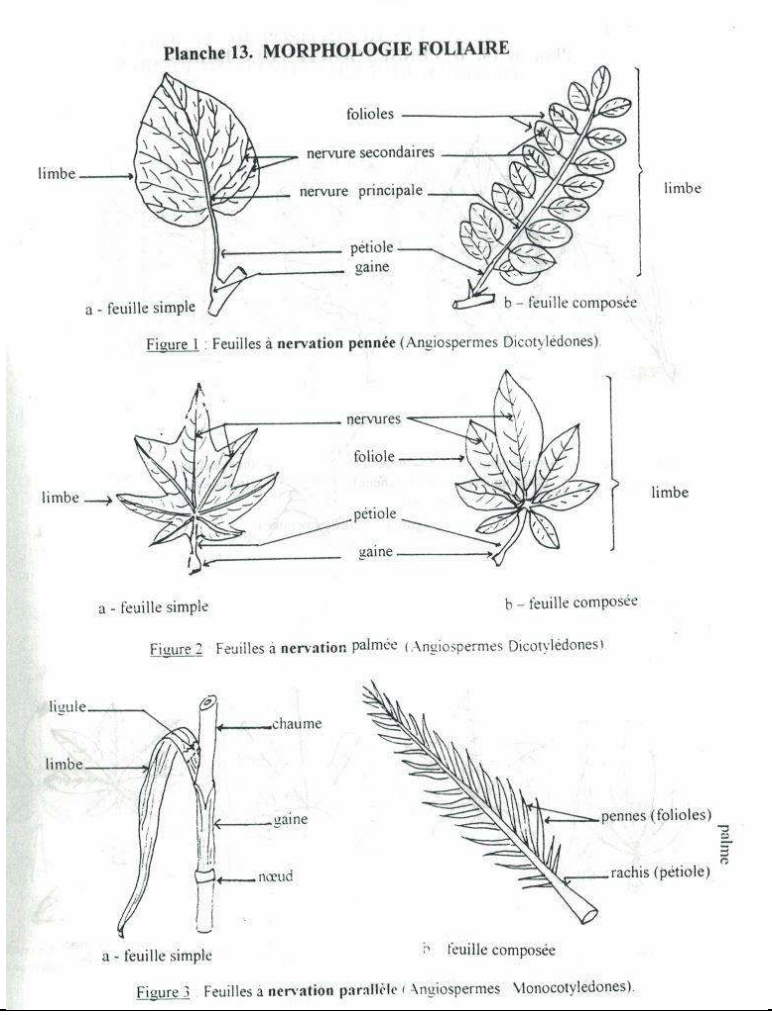


Figure 5.7. Feuille des Angiospermes

b.1. Forme (Figure 5.8)

Limbe simple : celui-ci est une lames unique dont la formes et le découpage périphérique sont très diversifiés, il peut être entier, denté ou lobé.

Limbe composé : si elle est constituée de plusieurs folioles semblables chacune à une petite feuille .

b.2. Nervation (Figure 5.7):

Le limbe est parcouru par des nervures qui assurent la conduction de la sève. La nervation du limbe est:

Pennée (de Penna = plume) si une seule nervure principale, la nervure médiane, porte un double rang de nervures secondaires ;

Palmée (de Palma = pomme de main) si plusieurs nervures principales divergent directement du sommet du pétiole.

Les nervures principales portent latéralement des nervures secondaires qui portent elles-mêmes des nervilles très fines.

c. Les stipules :

Sont des appendices que les feuilles portent de part et d'autre de leur insertion sur la tige, au niveau du nœud (**Figure 5.7**).

3.1.2.2. Angiospermes Monocotylédones (Figure 5.7)

La feuille complète d'une angiospermes Dicotylédones comporte :

a. Un limbe : ils présentent une diversité morphologique, la nervation est parallèle.

a.1. Limbe simple : Le limbe est allongé, plus au moins large ou effilé et souvent plié. « Feuille simple à nervation parallèle ».

a.2. Limbe composé ; celui-ci est composé d'un rachis central sur lequel sont disposés les folioles. La disposition des folioles varient selon les espèces. La feuille est dite « feuille composée à nervation parallèle » ou « palme » chez les palmiers

b.Un pétiole : le pétiole est généralement absent

c.Une gaine : c'est une dilatation de la base du limbe ; elle est très développée chez certains Graminées.

d.Des stipules : Lorsqu'ils existent, ils sont soient au nombre de deux à la base du limbe, soient soudés formant la ligule entre la gaine et le limbe.

3.2. LA PHYLLOTAXIE (Figure 5.8)

On appelle phyllotaxie l'ordre dans lequel sont implantés les feuilles ou les rameaux sur la tige d'une plante, ou, par extension, la disposition des éléments d'un fruit, d'une fleur, d'un bourgeon ou d'un capitule.

On appelle aussi phyllotaxie la science qui étudie ces arrangements. Il existe plusieurs types de phyllotaxies, qui dépendent :

1. du nombre de feuilles par nœud

2.de l'arrangement de ces feuilles le long de la tige.

Nombre de feuilles par nœud :

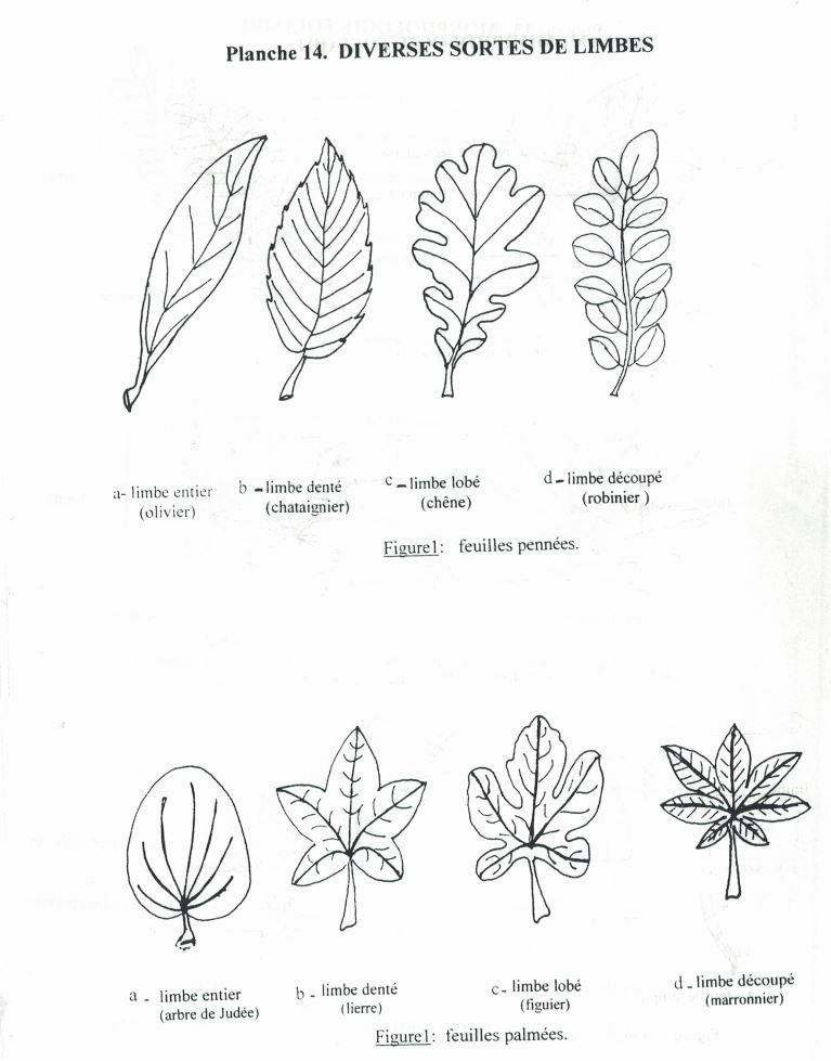


Figure 5.7. Divers sortes de limbe

- Une feuille par nœud

La disposition est dite alterne. Quand ces feuilles, le long de la tige, sont sur un plan, on appelle cela une phyllotaxie alterne distique. Quand ces feuilles, le long de la tige, sont disposées tout autour de la tige, on appelle cela une phyllotaxie alterne spiralée.

- Deux feuilles par nœud :

La disposition est dite opposée. Quand ces feuilles, le long de la tige, sont sur un plan, on appelle cela une phyllotaxie opposée. Quand ces feuilles, le long de la tige, sont disposées de façon perpendiculaire d'un nœud à l'autre, on appelle cela une phyllotaxie opposée décussée.

- Plus de deux feuilles par nœud ;

La disposition est dite verticillée. Elle est forcément disposée sur plusieurs plans.

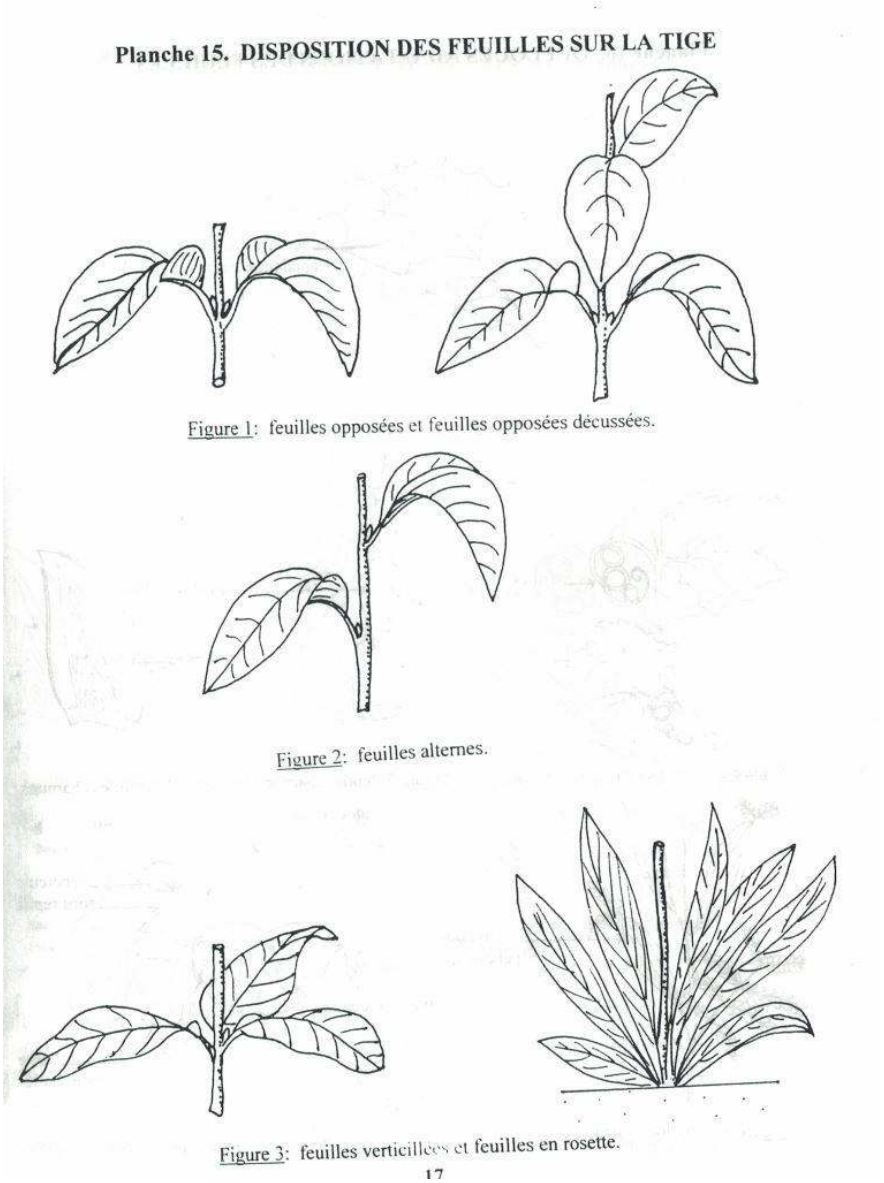


Figure 5.8. Disposition des feuilles sur la tige

3.3. ADAPTATIONS FONCTIONNELES (Figure 5.9)

3.3.1. À la fonction de la nutrition

L'organisation du mésophylle en parenchymes palissadique et lacuneux est une adaptation de la feuille des angiospermes dicotylédones à deux fonctions essentielles ; la photosynthèse pour le parenchyme palissadique et échanges gazeux (respiration, transpiration) pour le parenchyme lacuneux

Les vrilles issues de la transformation totale du limbe permettent au végétal de grimper en s'enroulant autour d'un support pour aller chercher la lumière.

Les phyllodes sont des pétioles aplatis, ressemblant morphologiquement aux feuilles, ils interviennent dans l'assimilation chlorophyllienne à la place des feuilles qui sont très réduites.

Les feuilles modifiées des plantes carnivores sont très particulières. Le pétiole aplat et ailé porte à son extrémité un limbe relié en urne facilitant la capture d'insectes indispensables pour leurs nutrition.

3.3.2. Au rôle de protection

Dans les bourgeons, les écailles les plus externes protègent le point végétatif, ces feuilles modifiées ont deux rôles :

Leurs parois fortement cutinisées souvent couvertes de résine sont imperméables, elles empêchent la dessiccation du tissu méristèmatique.

Le revêtement pileux, abondant sur ces écailles empêche le refroidissement brutal du tissu méristèmatique au cours des gelées nocturnes.

Les feuilles épineuses transformées en partie ou totalement (Figure 5.5) en épines empêchent la déshydratation de la plante en saison sèche.

3.3.3. Au rôle de réserve

Les feuilles charnues de réserve - les feuilles de bulbes (Allium, Lilium) sont épaisses ; leur parenchyme est homogène, dépourvu de chlorophylle ; elles accumulent des matières de réserve . Les feuilles d'Aloès accumulent des réserves en eau.

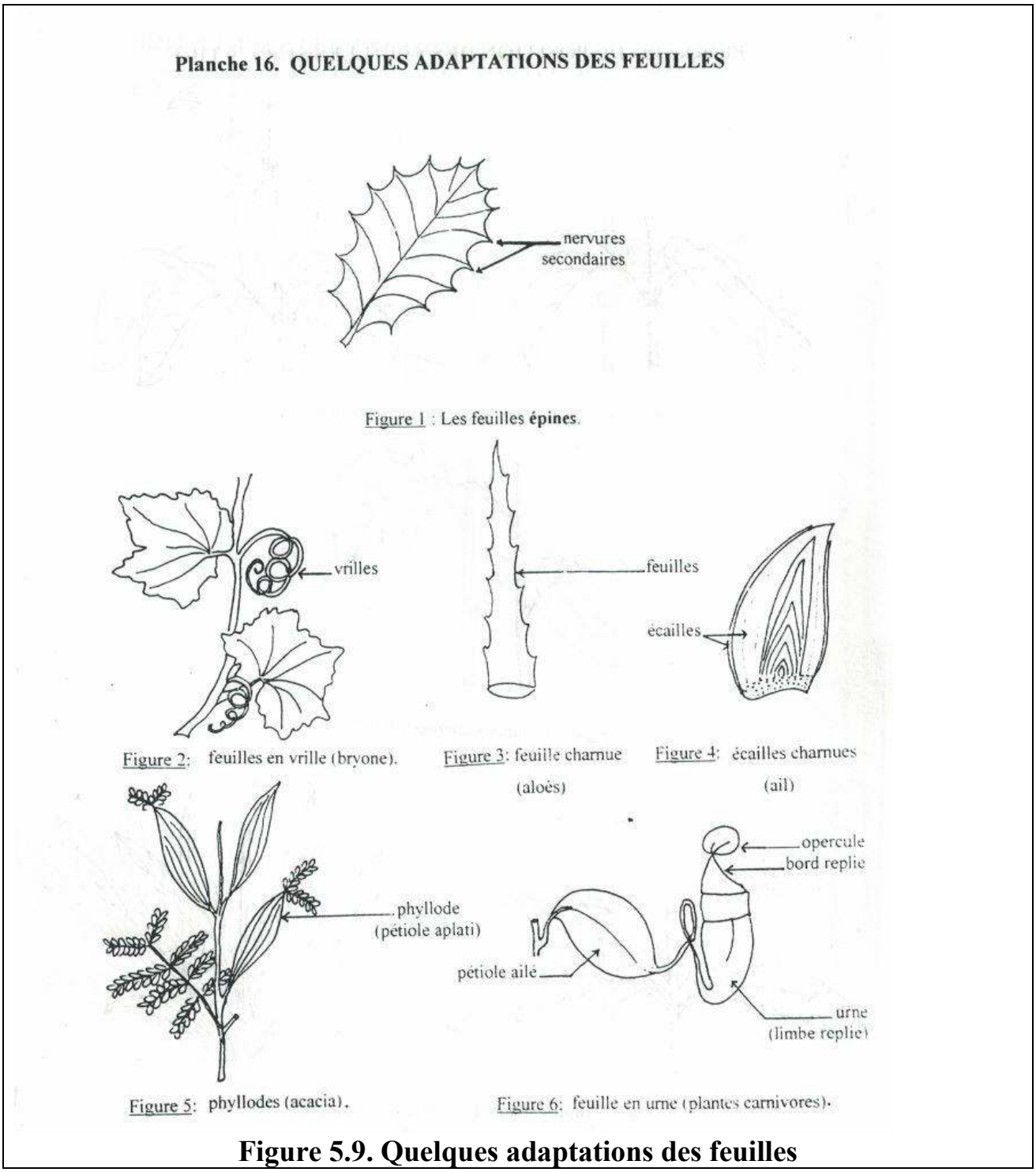


Figure 5.9. Quelques adaptations des feuilles

Chapitre 6 .Biologie de la reproduction

Biologie de la reproduction chez les Angiospermes

1-Généralités sur la fleur :

1.1. Définition de la fleur :

La fleur est l'organe reproducteur constituée par les organes **reproducteurs mâles** et **femelles** dits aussi **pièces florales fertiles**, protégées ou non par des pièces florales stériles. La fleur caractérise les Phanérogames ou Spermaphytes (plantes à fleurs), elle est apparente chez les Angiospermes. Elle permet la conservation de l'espèce par les graines qu'elles produisent.
La fleur est un axe court à croissance limitée qui provient du développement d'un bourgeon floral terminal ou latéral axile par une feuille qui constitue sa bractée.

1.2. Types de fleur :

Les fleurs peuvent être solitaires (terminales ou axillaires), mais elles sont le plus souvent regroupées en inflorescences
L'inflorescence définit la répartition générale des fleurs sur la tige d'une plante. On désigne également par le terme inflorescence un ensemble de fleurs diversement groupées.

Quelques type d'inflorescences (figure 6.1):

- ✓ **La grappe** : l'axe allongé central porte des fleurs dont les pédicelles diminuent de longueur au fur et à mesure que l'on s'approche du sommet de l'axe ;
- ✓ **L'épi** : qui est une grappe à fleurs sessiles (c'est-à-dire dépourvues de pédicelle);
- ✓ **le corymbe** : variante de la grappe dans laquelle les pédicelles floraux sont de longueur inégale, amenant toutes les fleurs à peu près au même niveau horizontal ;
- ✓ **L'ombelle** : l'axe principal demeure extrêmement court et tous les pédicelles sont insérés pratiquement au même point
- ✓ **Le capitule** : l'axe raccourci mais en même temps plus ou moins élargi, souvent en forme de plateau, porte de petites fleurs, disposées de telle manière qu'on a l'impression de ne voir qu'une fleur.;
- ✓ **La panicule** : grappe composée de grappe.

On distingue les types de fleurs suivent :

- ➢ **Fleurs hermaphrodites** : possèdent sur le même réceptacle florale des organes reproducteurs mâles et femelles;
- ➢ **Fleurs unisexuées** : portent une seule catégorie d'organes reproducteurs soit mâles soit femelles; il y'a deux catégories de plantes:
  - **Plantes monoïques** : qui portent à la fois sur le même pied des fleurs mâles et femelles exp : le mais .
  - **Plantes dioïques** : dont un individu porte les fleurs mâles et l'autre des fleurs femelles exp : le palmier dattier.

Planche 43. FLEURS DES ANGIOSPERMES

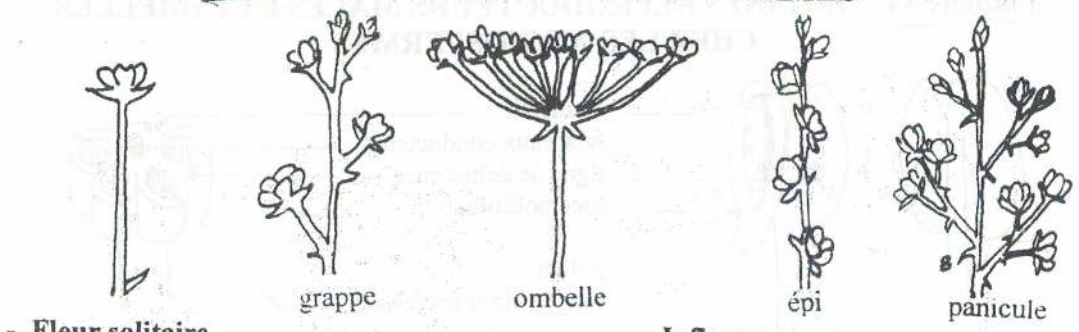


Figure 1 : Quelques type d'inflorescences

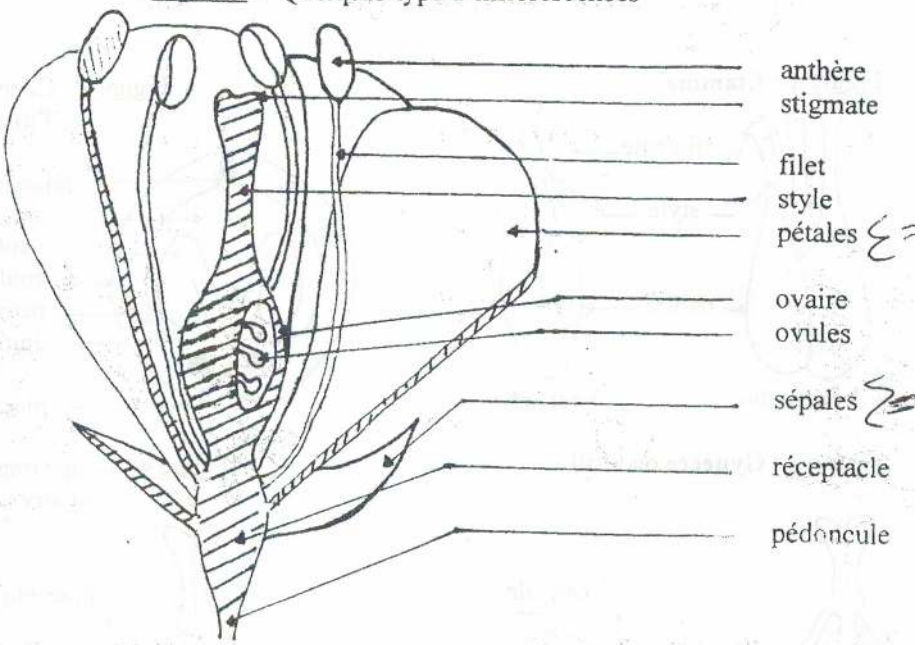


Figure 2 : Coupe longitudinale d'une fleur à **ovaire supère.**

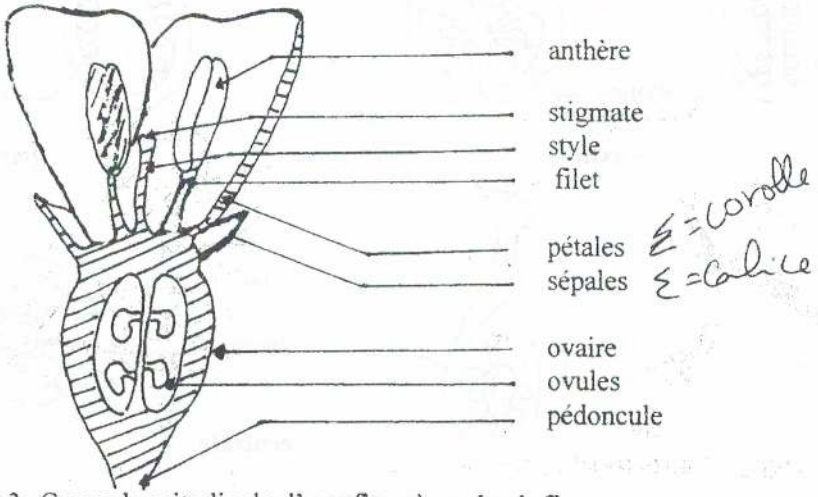


Figure 3 : Coupe longitudinale d'une fleur à **ovaire infère.**

Figure 6.1. Fleur des Angiospermes

2- Morphologie florale des Angiospermes

2.1.Organisation générale d'une fleur (figures 6.1) :

Les fleurs dites complètes sont composées par des pièces florales situées sur le **réceptacle**, qui correspond à l'extrémité élargie du **pédoncule floral(**fleur isolée) ou du **pédicelle floral** (fleur d'une inflorescence); ce dernier est inséré sur la tige à l'aisselle d'une petite feuille ; la **bractée**. Les pièces florales sont disposées selon 4 cycles appelés **verticilles**.

De l'extérieure vers l'intérieure on distingue :

2.1.1. Pièces florales stériles ou périanthe : Comprend 2 verticilles :

a) **Le calice (figure6.1):**

Enveloppe protectrice la plus externe de la fleur, formé de pièces généralement verdâtres (chlorophylliennes) appelées **sépales**.

Ces sépales peuvent être : libres, la fleur est alors dite **dialysépale** ou soudés entre eux, la fleur est **gamosépale**.

b) La corolle (figure 6.1) :

Formée de pièces plus ou moins colorées, dépourvues de chlorophylle : les **pétales**.

lorsque les pétales sont libre la fleur est dite **dialypétale** et lorsqu'elles sont soudées la fleur est gamopétales.

C / Variation du périanthe

Les fleurs de la plupart des Angiospermes Monocotylédones sont constituées d'un calice et d'une corolle de même forme, de même taille et de même couleur vive, on les nomme alors des **tépales** et **le périanthe est dit pétaloïde.**

Un périanthe peut aussi être constitué de pétales ayant la même couleur verte ainsi que les mêmes taille et forme que les sépales, **le périanthe est dit sépaloïde,** beaucoup moins courant chez les Angiospermes Dicotylédones.

Le verticille du calice alterne toujours celui de la corolle autrement dit les sépales sont toujours alternées avec les pétales, les tépales aussi sont alternées entre eux. Le calice et la corolle peuvent être constitués chez certaines fleures de plusieurs verticilles chacun.

2.1.2. Pièces florales fertiles ou appareils reproducteurs : Comprend deux verticilles :

a) Organe reproducteur mâle ou androcée (figures 6.1 et figure6.2) : androcée = "maison des hommes" en grec

Formé de l'ensemble des **étamines** ; chacune d'elles étant constitué d'un **file**t sur lequel s'accroche **l'anthère,** qui contient le pollen (élément reproducteur mâle).

La libération du pollen se fait par **déhiscence** des anthères, elle a lieu le plus souvent par une **fentelongitudinale**; l'anthère présente alors deux faces bien distinctes. Lorsque la face qui offre

l'ouverture est tournée vers l'intérieur de la fleur, l'anthère est dite **introrse**; celle-ci est au contraire, **extrorse**, quand ses loges semblent regarder l'extérieur de la fleur.

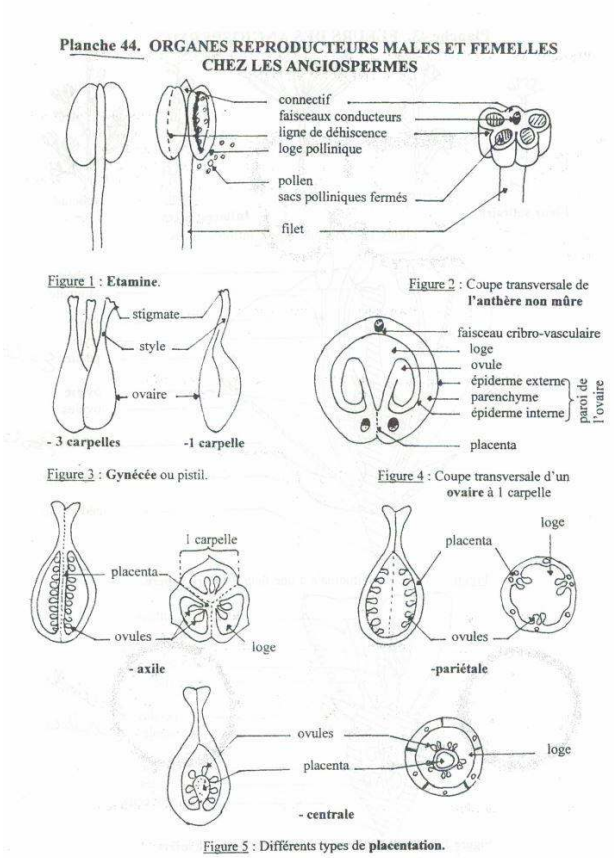


Figure 6.2. Organes reproducteurs mâles e femelles chez les Angiospermes

Les étamines peuvent être libres c'est le cas lorsqu'elles sont seulement rattachées au réceptacle de la fleur (androcée **dialystémone**) ou soudées (androcée **gamostémone**) au niveau des filets ou des anthères.

b) Organe reproducteur femelle ou gynécée (figure 6.2 et figure 6.1) : gynécée = "la maison de femmes" en grec

le gynécée ou pistil est formé de carpelles (feuilles repliées longitudinalement), chaque carpelle est formée d'une partie renflée : l'**ovaire**, qui se prolonge par le **style** et se termine par le **stigmate**, l'ovaire contient l'**ovule**.

les carpelles peuvent être libres le gynécée est alors dit **dialycarppellé** et elles peuvent être soudées le gynécée est **gamocarpellé.**

- **<u>Placentation (figure 6.2)</u> :** disposition des ovules à l'intérieure de l'ovaire, Il existe 3 types de placentation :

<u>a-La placentation pariétale :</u>

soudure de n carpelles, formation d'une seul loge centrale et insertion des ovules sur la paroi des carpelles.

b-La placentation axile :

Les ovules sont insérés au centre de l'ovaire le long des lignes de soudures des carpelles. Ce type d'ovaire sera donc constitué par n carpelles et n loges

c-La placentation centrale :

Soudure de n carpelles, formation d'une seul loge et disposition des ovules au centre.

- **Rapport entre l'ovaire et le réceptacle floral :** selon le niveau d'insertion de l'ovaire sur le réceptacle floral par rapport aux autres verticilles, on distingue :

  a-ovaire supère (figure 6.1) : dans ce cas le réceptacle est bombé et l'ovaire est situé au-dessus du niveau d'insertion des autres pièces florales.
  b-ovaire infère (figure 6.1) : le réceptacle a la forme d'une coupe au fond de laquelle est situé le pistil, l'ovaire est donc au-dessous des pièces florales.

2.2.symétrie de la fleur :

a-Fleur régulière (actinomorphe) :

Dans ce cas, les pièces périanthaires sont régulièrement disposées autour d'un **axe de symétrie.**

b- Fleur irrégulière (zygomorphe) :

Dans ce type de fleur, les pièces du périanthe ne sont pas toutes identiques et sont disposées de part et d'autre d'un **plan de symétrie.**

2.3.Diagramme floral (Figure 6.3) :

Il permet de représenter facilement une fleur, en faisant apparaître à la fois les différentes pièces qui la constitue ainsi que les rapports de disposition de ces pièces entre elles et avec les autres éléments floraux.

Pour construire un diagramme, on considère une projection sur le plan des différentes pièces de la fleur supposées coupées transversalement : le périanthe à mi-hauteur, les étamines au niveau des anthères et le gynécée au niveau des ovaires. Conventionnellement cette représentation de la fleur se place entre l'axe portant la fleur et sa bractée (la bractée en bas du diagramme et l'axe en haut de celui-ci). Les différentes pièces florales sont représentées sur des cercles ou des ellipses suivant que la symétrie est axiale ou bilatérale.

2.4. Formule florale (Figure 6.3) :

La formule florale est une expression ou chaque verticille est désigné par la première lettre du nom des pièces constitutives (S pour sépales, P pour pétales, E pour étamines, C pour carpelle, et T pour tépales), précédée de leur nombre. Dans le cas ou nombre est élevé, il est désigné par la lettre n.

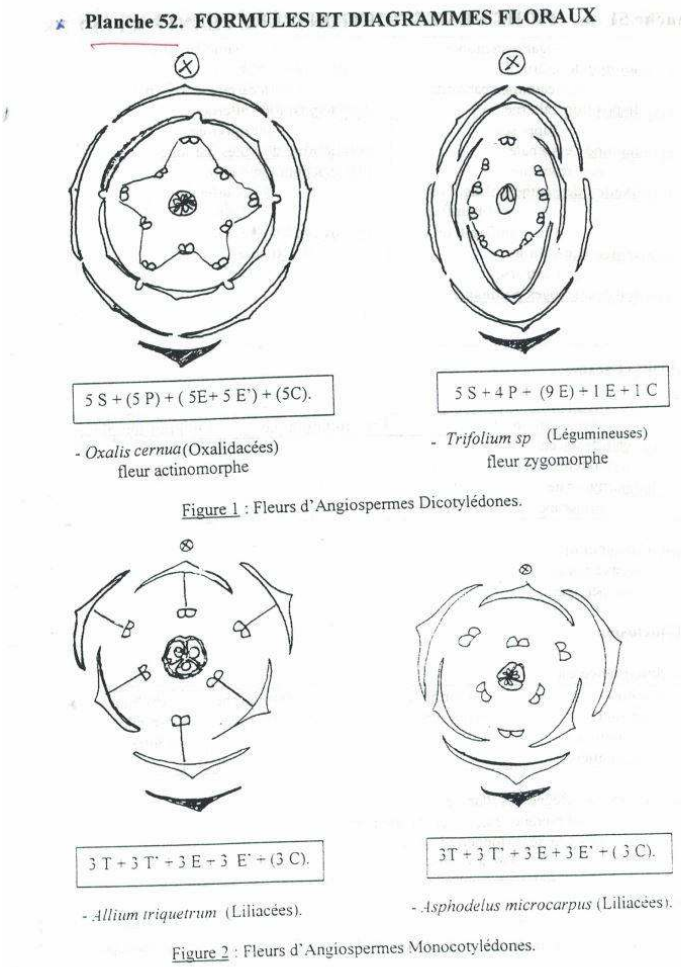


Figure 6.3. Formule et diagramme florale

3- Gamétogenèse

.Comparativement aux Gymnospermes, la gamétogénèse chez les angiospermes s'effectue beaucoup plus rapidement, le temps de l'éclosion de la fleur, qui a alors atteint sa maturité.

La gamétogénèse **femelle** et **mâle** se déroule pendant le développement du bourgeon floral, plus précisément un peu après la différentiation parallèle du carpelle dans lequel se forme les ovules et de la très jeune anthère dans laquelle se forme le pollen.

3-1- Gamétogenèse mâle (Figure 6.4) :

La gamétogénèse mâle s'effectue dans l'étamine au niveau de la jeune anthère après sa formation.

3.1.1- Structure du grain du pollen (Figure 6.4)) :

a- Formation

Dans les jeune anthères immatures, au niveau des 4 sacs polliniques, chacune des nombreuses cellules mères à (2n), qui après méiose et mitose donne chacune, quatre cellules ou microspores à (n). Chaque microspore se différencie en grain de pollen mûr.

b- Organisation du grain de pollen

Les grains de pollen mûrs sont des éléments arrondis ou ovoïdes, de très petite taille, généralement de couleur jaune. Ils se présentent avec :

• Une grande cellule avec un noyau centrale : La cellule végétative nourricière, contenant des réserves nutritives, intervient surtout dans la germination et l'allongement du tube pollinique sur le stigmate du gynécée.

• Une cellule spermatogène, située à l'intérieur de la cellule végétative, entourée par une membrane plasmique et par sa propre paroi pecto-cellulosique et contenant un noyau. Cette cellule donne deux gamètes mâles dans le grain de pollen mûr.

• La cellule végétative est entourée par deux parois : l'**éxine** et l'**intine**. Dans un premier temps, l'éxine est synthétisée, c'est une membrane cuisinée et épaissequi peut être lisse ou ornementée, ensuite, sous l'éxine, se forme l'intine, une membrane plus fine et pecto-cellulosique, qui constituera plus tard la paroi du tube pollinique lors de sa germination.

Au niveau de l'aperture, l'éxine est très amincie alors que l'intine est épaisse. L'aperture présente un rôle germinatif, le tube pollinique entouré par l'intine perce l'exine au niveau de l'aperture.

3.1.2. Structure de l'anthère : Une coupe transversale montre de l'extérieur vers l'intérieur **(Figure 6.4)** :

• Une assise de cellules épidermiques entourant l'anthère

• Une assise mécanique, formée de cellules dont les parois latérales et internes lignifiées. Les parois externes cellulosiques. Cette assise intervient dans l'ouverture ou la déhiscence de l'anthère à maturité

• Plusieurs assises cellulaires transitoires nourricières, constituant le tapis, qui joue un rôle dans le développement des grains de pollen

• Loges polliniques au nombre de deux dans les sacs polliniques matures. Ces loges renferment les grains de pollen.

•Un faisceau criblo – vasculaire constituant les tissus conducteurs situés dans le connectif.

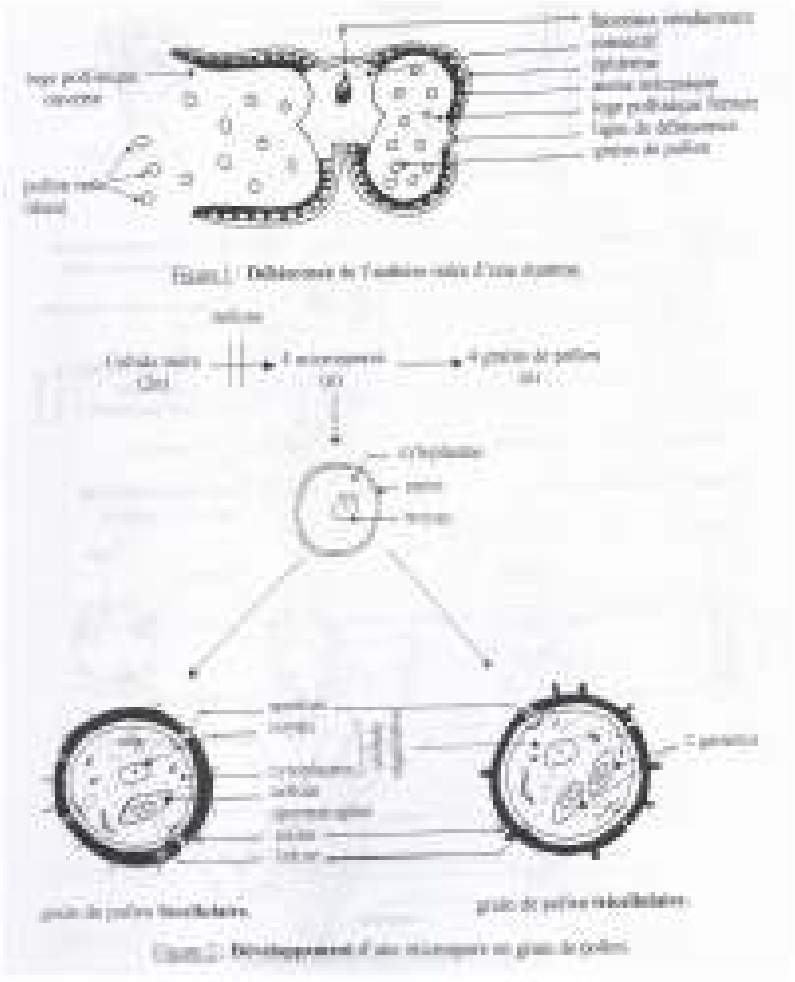


Figure 6.4. Anthère et gamétogénèse mâle

3.1.3.Déhiscence de l'anthère (Figure 6.4) :

Lorsque le pollen arrive à maturité, il est libéré au niveau de la ligne de déhiscence de l'anthère. La libération des grains de pollen est associée à une dessiccation du contenu de l'anthère et particulièrement des cellules de l'assise mécanique, qui entraîne une rétraction des parois cellulaires de l'assise mécanique. Celle-ci s'incurve et entraîne une déchirure des cellules à parois cellulosiques de la ligne de déhiscence. Le pollen est alors libéré et il est disséminé par différents agents pollinisateurs : c'est la pollinisation.

3.2. Gamétogenèse femelle(Figure 6.5) :

3.2.1. Formation de l'ovule

L'ovule est formé d'une ou deux couches cellulaires appelées téguments ; ceux-ci entourant le **macrosporocyste**, qui donne après deux méiose quatre mégaspores. Les trois mégaspores les proches du *micropyle* dégénèrent et le sac embryonnaire est formé à partir de la mégaspore la plus profonde qui prend un accroissement considérable en se développant au détriment des cellules de nucelle qui l'entourent.

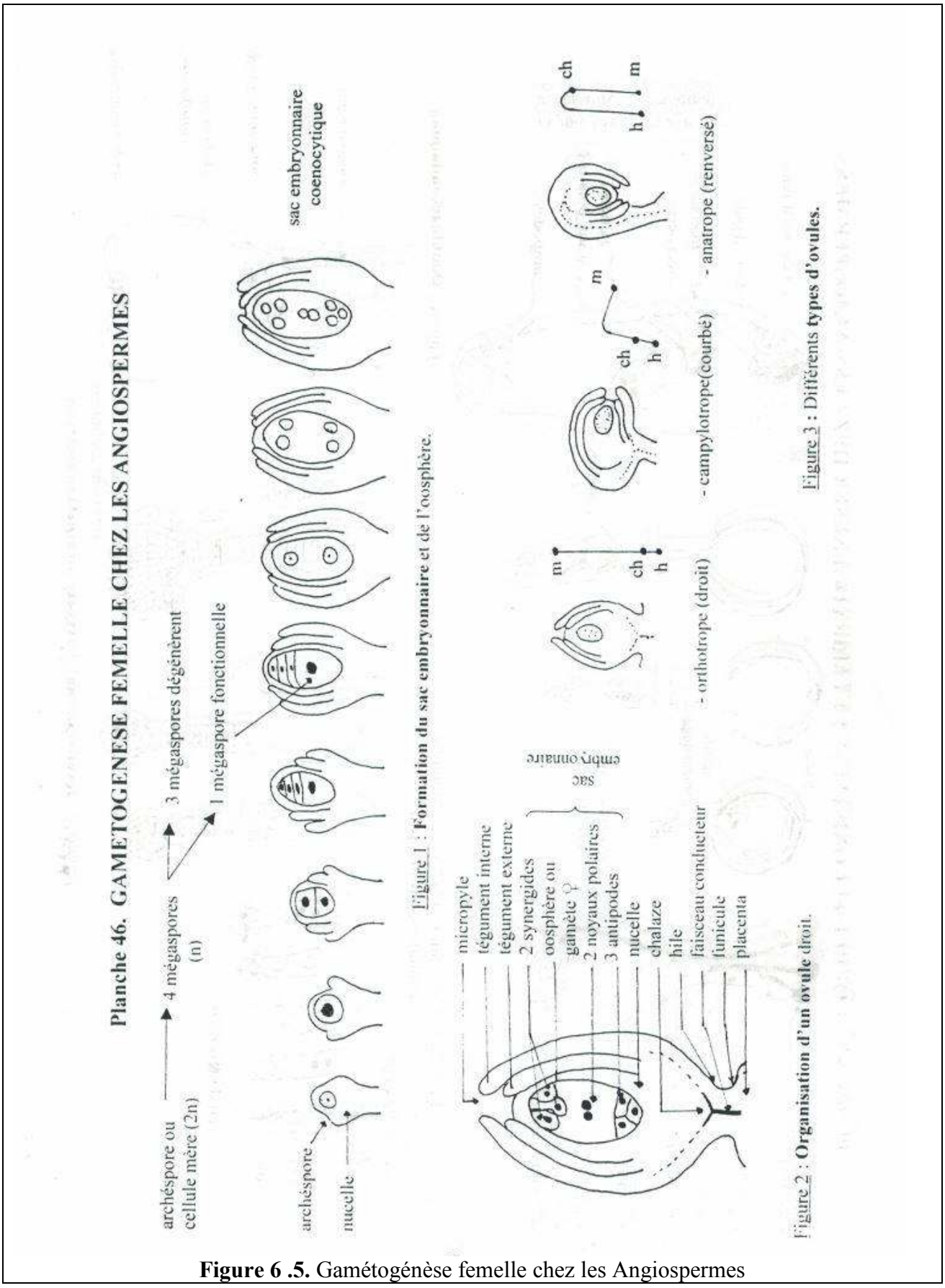


Figure 6 .5. Gamétogénèse femelle chez les Angiospermes

a-**Organisation de l'ovule :** En coupe longitudinale, l'ovule est constitué par (Figure 6.5) :

• Un funicule, pédoncule de l'ovule qui le fixe au placenta

• Le hile, qui correspond à la base de l'ovule et relie au funicule

• Le nucelle, ensemble de cellules parenchymateuses, dans lequel se différencie la cellule mère à (2n) qui formera le sac embryonnaire

• Le sac embryonnaire, constitué de 8 cellules haploïdes contenant l'oosphère ou gamétophyte femelle

• Un à deux téguments, qui protègent l'ovule et qui ménagent une ouverture au sommet de l'ovule : le micropyle

• Des tissus conducteurs, qui pénètrent dans l'ovule et se terminent à la base du nucelle. Le lieu de terminaison des tissus conducteurs est dit chalaze.

b-**Différents types d'ovules :**

Il existe trois types d'ovules chez les Angiospermes (**Figure 6.5**) :

• Ovule orthotrope ou droit

• Ovule campylotrope ou courbé

• Ovule anatrope ou renversé

4- Pollinisation

Définition

La pollinisation est le transfert du grain de pollen des étamines de l'appareil reproducteur mâle au stigmate du pistil de l'appareil reproducteur femelle.

5.1.Mode de pollinisation

a-Pollinisation directe ou autogamie

Le pollen d'une fleur féconde cette même fleur ou une fleur du même plant

b-Pollinisation croisée ou allogamie

Le pollen d'une fleur féconde une fleur d'un autre plant.

5.2.Les agents de pollinisation

- **Le vent :** ce type de transport des grains de pollen est appelé anémophile ou anémogame.Les grains de pollen sont légers pour être facilement transportés.
- **Les animaux**

Sont le plus souvent les insectes nectarivores comme les abeilles et les papillons. Les insectes sont attirés par la couleur des fleurs. La pollinisation est **entomophile** ou **entomogamie.**

L'eau

Mode de pollinisation rare. Le pollen est filamenteux et dépourvu d'exine (Angiospermes aquatiques).

L'homme

La pollinisation est faite à la main.

5- **Germination du grain du pollen(Figure 6.6)** : Au contact du stigmate, le grain de pollen déshydraté est reconnu. Un mouvement d'eau a lieu entre les tissus du gynécée et le grain de pollen, provoquant une hydratation du grain de pollen, lequel augmente de taille. La turgescence entraine la sortie de l'intine et d'une partie du cytoplasme à l'origine d'un tube pollinique : c'est **la germination du grain du pollen.** Au cours de l'allongement du tube pollinique, le noyau de la cellule végétative et la cellule spermatogène passent dans le tube pollinique. Dans le cas du grain de pollen bicellulaire, la cellule spermatogène subit une mitose et donne deux gamètes mâles ou spermatozoïdes ou encore anthérozoïdes.

6-**Double fécondation (Figure 6.6) :**

La fécondation est la fusion d'un gamète mâle, et d'un gamète femelle. Chez les plantes à fleurs il y a deux fécondations, d'où le nom de double fécondation.

Elle se déroule en deux étapes :

La première étape : La germination du grain de pollen et la croissance du tube pollinique

Le tube pollinique pénètre dans l'ovule par le micropyle, traverse le nucelle et arrive au sac embryonnaire. Le tube pollinique contient deux spematozoides.

La deuxième étape : La double fécondation

Le premier spermatozoïde féconde l'oosphère à l'origine d'un **zygote principal diploïde (2n)** ou **embryon**. Le second spermatozoïde fusionne avec les deux noyaux secondaires pour donner **le zygote accessoire triploïde (3n) ou albumen**. Cette double fécondation est caractéristique des Angiospermes. L'embryon à (2n) donne la nouvelle plantule et l'albumen à (3n) assure la nutrition de l'embryon et parfois de la plantule au cours de la germination de la graine.

7- **Embryogenèse**:

Les deux zygotes qui résultent de la double fécondation ont des destinées différentes.

7-1- Développement de l'embryon

La division du zygote principal donne (Figure 6.6) :

- Une cellule basale proche du micropyle.
- Une cellule apicale ou terminale proche de la chalase.

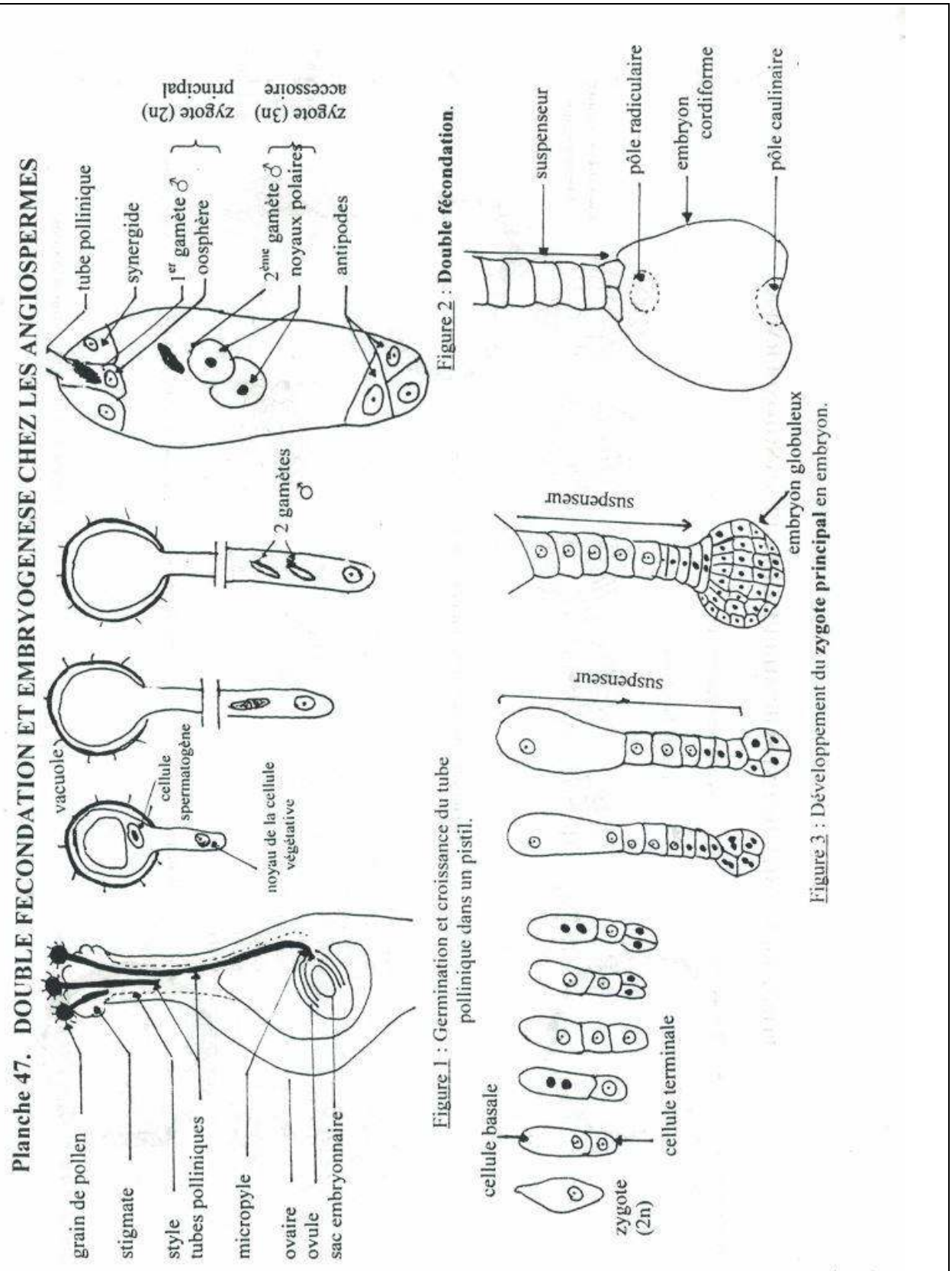


Figure 6.6. Double fécondation et embryogénèse chez les Angiospermes

La cellule basale subit plusieurs mitoses pour former un filament pluricellulaire appelé suspenseur, qui permet non seulement l'accrochage de l'embryon dans l'ovule mais aussi sa nutrition. Il disparait à la maturité de l'embryon.

La cellule apicale subit plusieurs mitoses, elle forme **l'embryon globuleux** qui a une symétrie axiale.Cet embryon globuleux change de forme à mesure que ses organes se différencient. Il devient un embryon cordiforme.

Au cours de la différenciation de l'embryon, des ébauches d'organes se forment :
-du côté du suspenseur, il y a formation de la **radicule**,**l'hypocotyle** : ébauche de la tigelle qui prolonge la radicule,**une** (Monocot) ou **deux** (Dicots) ébauches de cotylédons se forment. Les cotylédonssont les premières feuilles de la plantule. La gemmule (bourgeon terminal) se forme du côté des cotylédons. C'est l'ébauche dela tige feuillée.

Progressivement, on reconnaît le protoderme et le procambium où se différencieront les premiers faisceaux vasculaires qui parcourent de part et d'autres cotylédons, hypocotyle et radicule.
Au niveau de la radicule et de la gemmule, apparaissent des méristèmes primaires d'où dériveront la future racine et la future tige. Ces organes, en se développant, forment la **plantule**.

Le devenir du zygote accessoire

Le zygote accessoire subit plusieurs mitoses pour former très vite une masse de cellules inorganisées, à rôle nourricier : **l'albumen.**L'albumen assure la nutrition pour le développement de l'embryon au cours de l'embryogénèse et dans certains cas même après.

8- Formation de la graine (Figure 6.8)

Les téguments de l'ovule se transforment et donnent les téguments sclérifiés de la graine. Ces téguments jouent un rôle protecteur. La nucelle subit une transformation qui varie selon les espèces pour constituer différents types de graines.

- Graines albuminées : Les cotylédons restent plus ou moins foliacés et plats, et l'albumen persiste et devient volumineux par accumulation de réserves (Exemple : Ricin).

- **Graines exalbuminées :** L'albumen est consommé totalement par l'embryon au cours de son développement, dans ce cas les réserves de la graine sont accumulées dans les cotylédons qui sont très développés (Exemple : Haricot, Tournesol, Petit-Pois).

- Graines à périsperme : L'albumen et une partie du nucelle qui persiste, participant au stockage des réserves (Exemple : Poivre noir).

Pendant la maturation de la graine, il ya accumulation des réserves dans l'albumen et/ou dans lescotylédons. Il y a sécrétion des protéines et des lipides dans le cytoplasme et concentrationd'amidon dans les plastes.

La maturation de la graine se termine par une déshydratation du cytoplasme. La teneur en eau destissus chute en moyenne de 90 à 100%.

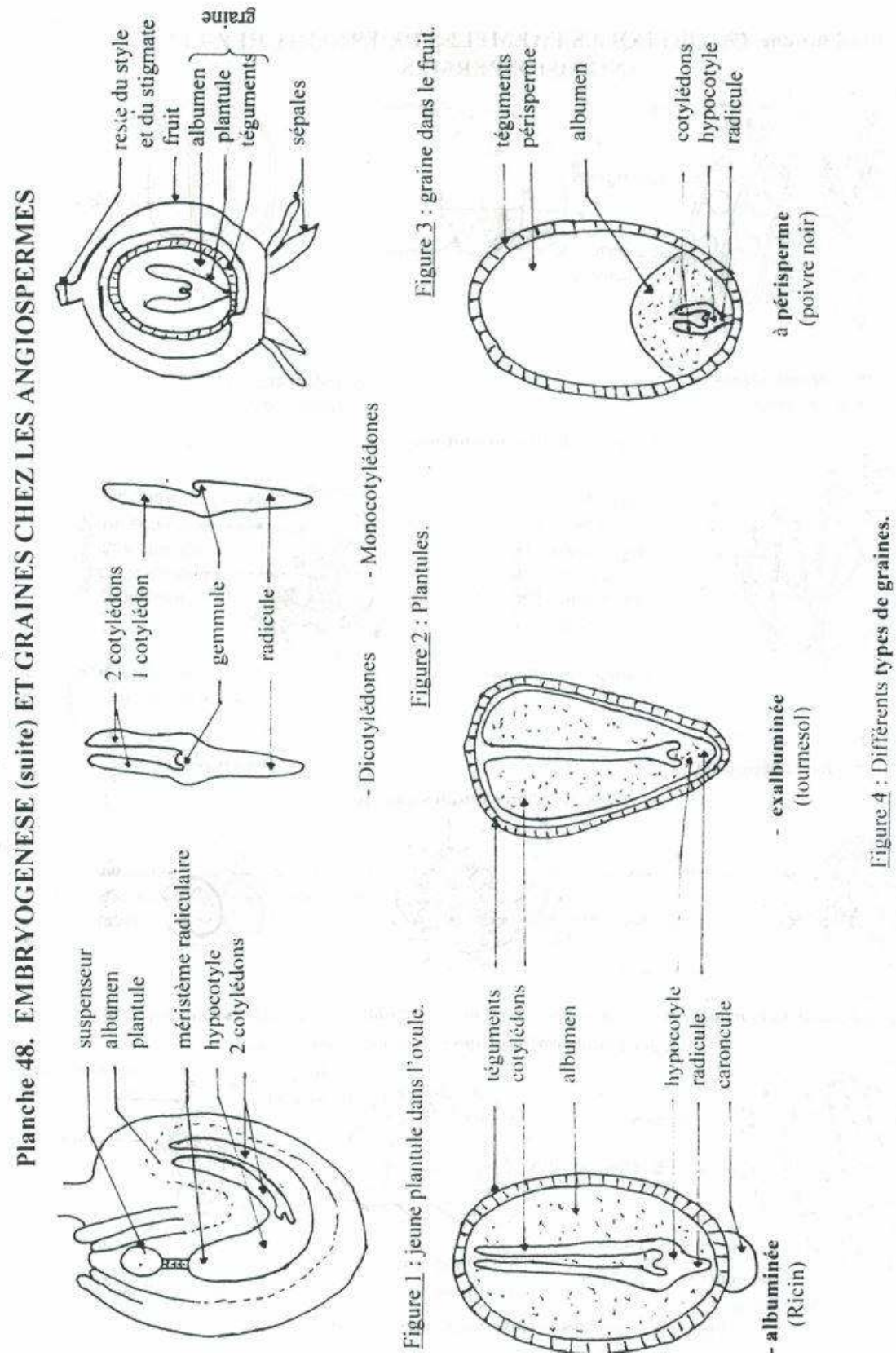


Figure 6.7. Embryogenèse et graines chez les Angiospermes

9- Formation des Fruits :

Après la fécondation, la fleur se transforme en fruit, une fois le fruit mûr, il s'ouvre ou se détache de l'arbre et libère les graines.

Après la pollinisation, l'androcée se dessèche. Après la fécondation, la corolle se fane, il ne reste que le calice. Le gynécée subit des transformations, l'ovaire se développe en fruit contenant une ou plusieurs graines. La croissance de l'ovaire en fruit se fait sous l'action de plusieurs types d'hormone. Les différents tissus constituant l'ovaire se transforment pour devenir le fruit constitué de péricarpe, contenant trois partie :

-épicarpe qui provient de l'épiderme externe
-mésocarpe qui provient de la transformation du parenchyme chlorophyllien
-endocarpe qui provient de la transformation de l'épiderme interne.

9.1. Différents types de fruits (Figure 6.8) : On distingue plusieurs types de fruits

. 9.1.1. Fruits simples : Ils se forment à partir d'un ovaire unique de la fleur.

Il existe deux sortes de fruits simples :

a) Fruits secs : Le péricarpe est détaché et se sclérifie. On distingue deux types de fruits secs :

- Fruits secs déhiscents : Ils s'ouvrent à maturité par des fentes ou des pores de déhiscence et libèrent plusieurs graines.Il existe quatre types :

La gousse : Ce fruit s'ouvre par deux fentes de déhiscence longitudinales, le long de la nervure médiane et du bord placentaire. Exemple : Pois, haricot, fèves

Le follicule : un carpelle et une fente de déhiscence ventrale

La pyxide : les fontes sont transversales avec formation de couvercle.

La capsule : les fontes sont longitudinales.

-Fruits secs indéhiscents

Ces fruits ne s'ouvrent pas à maturité, on les désigne sous le nom **d'akène.** Ce fruitcontient toujours une seule graine, on dit qu'ils sont **monospermes.** Il existe 3 types :

Les akènes des aigremoines : sont hérissés d'aiguillons raides ou courbés, qui s'accrochent aux poils d'animaux, ils se dispersent loin.

Les akènes ailés « smare » : c'est un akène possédant une aile latérale membraneuse ce qui facilite la dissémination par le vent (le frêne).

Le caryopse : le péricarpe est dur en contact direct avec l'albumen de la graine après disparition de téguments (ex. Blé, Maïs).

b) Fruits simples charnus: Le péricarpe devient charnu à maturité en se chargeant d'eau, d'acides organiques, de sucres, et de certains vitamines. On distingue également deux types de fruits charnus :

- Baie ou fruit à pépins (graines) : Le péricarpe est entièrement charnu :

-Baie monosperme : Fruit contenant une seule graine. Exemple : Datte, le péricarpe est charnu et comestible.

-Baie polysperme : Fruit contenant plusieurs graines. Exemple : Raisin, tomate, orange.

- Drupe ou fruit à noyau : L'épicarpe et le mésocarpe sont charnus, l'endocarpe est dur (endocarpe sclérifié). Exemple : la cerise.

9.1.2. Fruits multiples : Ils se forment à partir de fleurs dont le gynécée est constitué de plusieurs carpelles libres. Chaque carpelle donne un fruit, et donc une fleur donne plusieurs fruits, on parle de fruits multiples. Exemple : Mûre, la figue).

9.1.3.Fruits complexes ou Faux fruits ou pseudo fruits: Fruits complexes qui dérivent du gynécée d'une fleur auquel s'associent d'autres parties de la fleur (réceptacle, calice, corolle). Exemple : Fraise, la partie charnue du fruit provient du réceptacle de la fleur, sur lequel se trouvent les vrais fruits ou akènes.

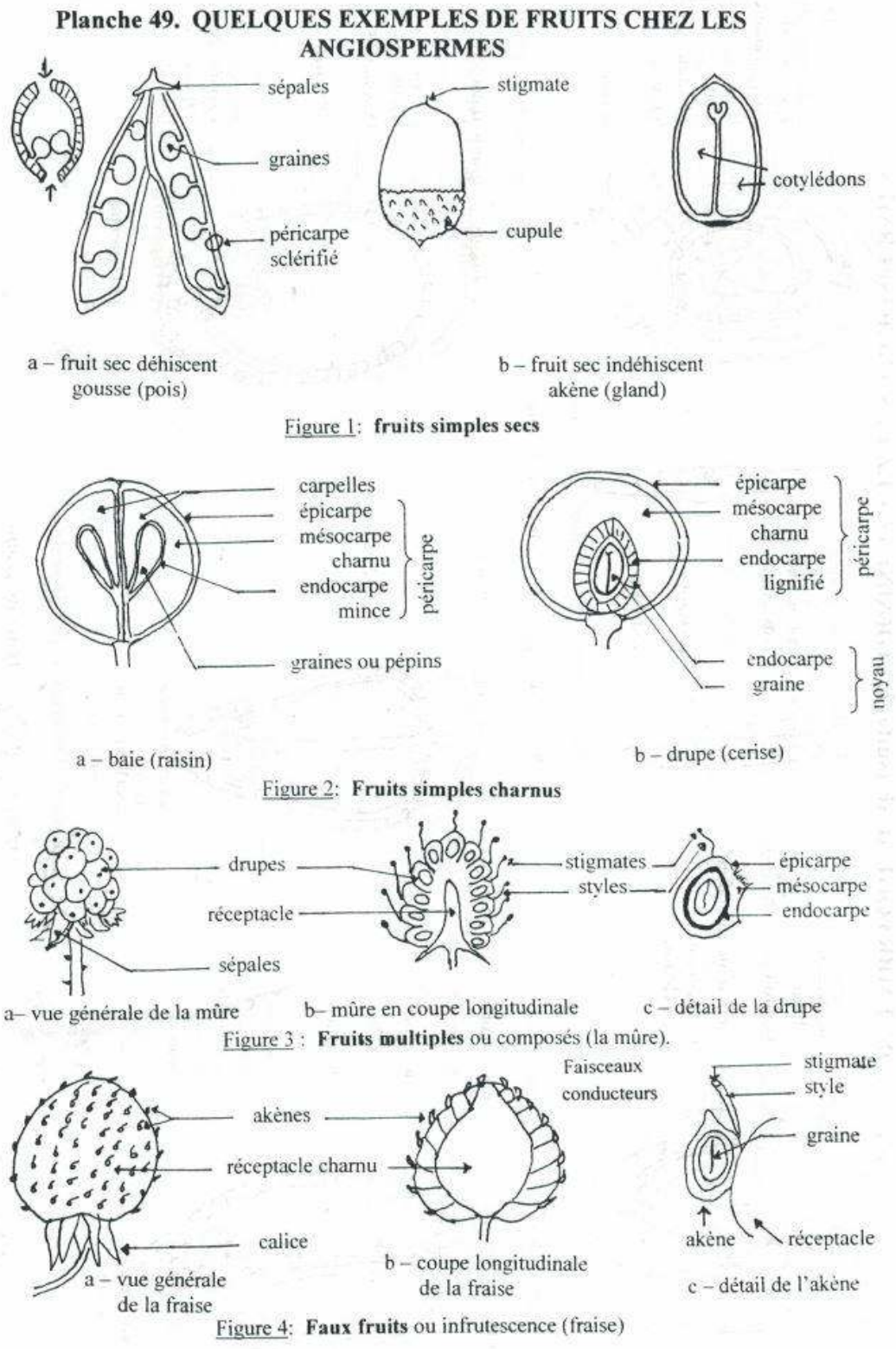


Figure 6.8. Quelques exemples de fruits chez les Angiospermes

Références

1- CAMEFORT H. - PANIEL J., 1962- morphologie et anatomie des végétaux vasculaires – ED. Doin. 409 p.
2- HOPKINS W. G., 2003 - Physiologie végétale. De Boeck, Bruxelles, 514 p.

3- **ROLAND JC., ROLAND F., El Maarouf-Bouteau H. et Bouteau F**., 2008 - Atlas de Biologie végétale (organisation des plantes à fleurs) (9ème édition). Dunod édition. Paris.

4- GACEB-TERRAK R., TOUAM D., BOUHIRED L., RAHMANIA-HAMZAOUI F. et HARCHAOUI-OUAFI S., 2009 - Illustrations du cours de Biologie végétale. OPU, Algérie, 65 p.

5-GACEB TERRAK R., TOUAM D., BOUHIRED L., RAHMANIA F., ABDELKRIM F., OUAFI S., LOTHMANI K., TRABSI S., AIT KETTOUT – 2016- cours illustré biologie végétale, OPU, Algérie, 136 p.

6.MOROT-GAUDRY J. F. et al., 2012- Biologie végétale. Ed. Dunod, Paris, 213p.

7.RAVENEAU A. et al., 2014- Biologie végétale. Ed. De Boeck, 733p.

8- **OURARI M., 2016** – Cours de Botanique. OPU, Algérie, 104 p.

9- MADAOUI D., BENZINE A. et CHALLAM H., 2018 - l'essentiel en biologie cellulaire, OPU, Algérie, 224 p.
10- KHOUNI I. Biologie et physiologie végétale (particularités de la cellule végétale). Université virtuelle de Tunisie.www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/biologie-physiologie-vegetale/.../chap1.pdf

11-SUSAN E EICHHORN, RAY F EVERT, PETER H RAVEN., 2014 – Biologie Végétale. Ed. De Boeck, 880 p.