

République Algérienne Démocratique Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ferhat Abbas– Sétif –

Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département des Sciences Agronomiques



Université Ferhat Abbas Sétif 1

Biologie Végétale Générale

M^{me} GUESSOUM Salima

Année universitaire 2019/2020

Contenu de la matière

1. Introduction à la biologie végétale

2. Différents types de tissus

2.1. Méristème primaire (racinaire et cellulaire)

- Tissus primaires
- Tissus protecteurs (épiderme)
- Tissus de remplissage (parenchyme)
- Tissus de soutien (collenchyme et sclérenchyme)
- Tissus conducteurs (xylème primaire, phloème primaire)
- Tissus sécréteurs

2.2. Méristèmes secondaires (latéraux) (le cambium et le phellogène)

- Tissus secondaires
- Tissus conducteurs (xylème secondaire et Phloème secondaire)
- Tissus protecteurs (suber ou liège, phelloderme)

3. Anatomie des végétaux supérieurs

- 3.1. Etude de la racine
- 3.2. Etude de la tige
- 3.3. Etude de la feuille
- 3.4. Anatomie comparée entre mono et dicotylédones

4. Morphologie des végétaux supérieurs et adaptation

- 4.1. Racines
- 4.2. Feuilles
- 4.3. Tiges
- 4.4. Fleurs
- 4.5. Graines
- 4.6. Fruits

5. Gamétogénèse

- 5.1. Grain de pollen
- 5.2. Ovule et sac embryonnaire

6. Fécondation

- 6.1. Œuf et embryon
- 6.2. Notion de cycle de développement

Chapitre 01. Introduction à la biologie végétale

Les végétaux sont des organismes qui ont une place importante dans le monde vivant, en effet leur métabolisme est primordial pour le reste des êtres vivants qui profitent de l'oxygène rejeté par ces organismes autotrophes. Le règne des végétaux se caractérise au niveau de leur structure, d'abord par leurs *cellules*, puis par la structure de leurs *tissus*.

I- La classification des végétaux:

La classification des végétaux s'appuie sur plusieurs critères cytologiques, anatomiques et morphologiques, ainsi, le règne végétal est traditionnellement subdivisé en deux grands groupes en fonction de l'organisation structurale du végétal: Présence d'un *Thalle* ou d'un *Cormus*, et donc on distingue les *Thallophytes* et les *Cormophytes*.

1. Les Thallophytes

Ce sont des végétaux dont la structure est très simple appelé **thalle**, le thalle est composé par des cellules qui se ressemblent sans différenciation physiologiques où on ne peut distinguer ni racine, ni tige, ni feuilles ni vaisseaux conducteurs. Ils sont constitués soit par des cellules isolées soit par des filaments.

En fonction des espèces, certaines thallophytes sont **unicellulaires** comme les cyanobactéries (les algues bleues), et des fois le thalle présente des structures complexes et **pluricellulaire**, comme les champignons et les levures. La reproduction se fait par des spores ou des gamètes.

2. Les Cormophytes

Ce groupe est composé par les végétaux supérieurs qui correspondent à des organismes toujours **pluricellulaires** et dont les cellules **eucaryotes** sont réunies en **tissus** formant à leur tour des **organes** beaucoup plus complexe qu'un thalle appelé **cormus** d'où le nom de cormophyte.

Les cormophytes sont divisées en plusieurs embranchements:

1^{er} Embranchement: Bryophytes (Les mousses).

La plante est formée de sortes de "tiges" et de "feuilles", par contre il n'y a pas de racines et pas de tissus conducteurs.

2^{ème} Embranchement: Ptéridophytes (Les fougères).

Le système racinaire et l'appareil conducteur apparaissent mais il n'y a pas de fleurs et il n'y a pas de graines.

3^{ème} Embranchement: Préspermaphytes (Préphanérogames)

C'est un groupe intermédiaire entre les ptéridophytes et les spermaphytes.

4^{ème} Embranchement: Spermaphytes (Phanérogames)

Il est caractérisé par l'apparition de la **fleur et de la graine** d'où le nom de spermaphytes (*du grec, sperma : graine ; phytes : végétal...*), il a été subdivisé en 3 sous-embranchement :

1. Gymnospermes:

(Gymnos: nu ; sperma: graine), dans lesquelles les ovules (ébauches des futures graines) et les graines elles-mêmes ne sont pas entourées d'enveloppes closes.

2. Chlamydospermes:

(Chlamydos: enveloppe; sperma : graine), leurs organes reproducteurs sont entourés d'une enveloppe simple. Ces végétaux sont isolés dans la flore actuelle et considérés comme des intermédiaires entre les gymnospermes et les angiospermes.

3. Angiospermes:

Regroupe les **plantes à fleurs**, et donc les végétaux qui portent des fruits. Angiosperme signifie « graine dans un récipient » en grec par opposition aux gymnospermes (graine nue). Ils représentent la plus grande partie des espèces végétales terrestres, avec de 250 000 à 300 000 espèces. Les Angiospermes comprennent les Dicotylédones et les Monocotylédones.

II. Particularités de la cellule végétale:

Les Angiospermes sont des végétaux supérieurs eucaryotes dont la cellule eucaryote est constituée d'un vrai noyau, une paroi pecto-cellulosique, une grande vacuole, des plastes et des cytosomes:

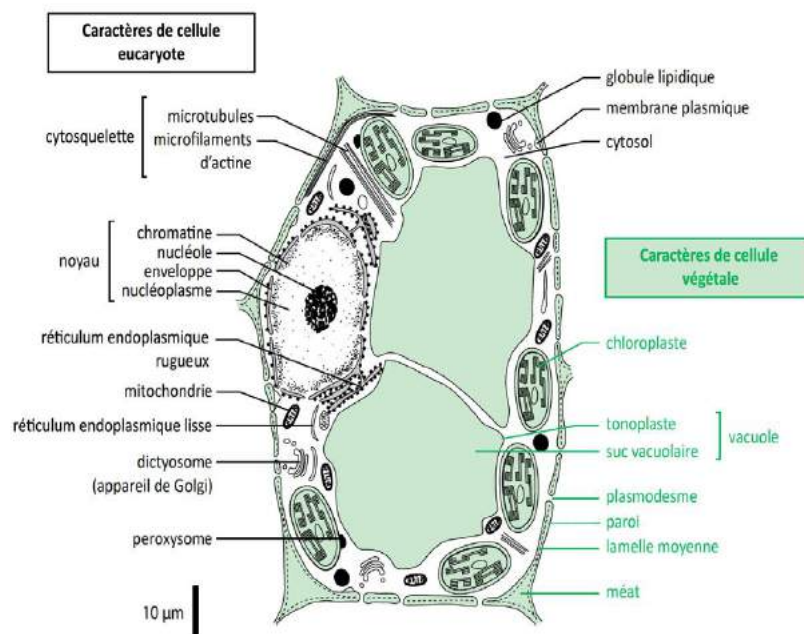


Fig 01- Représentation schématique d'une cellule végétale Eucaryote

II.1. Les membranes cellulaires

Les constituants les plus importants des membranes sont des lipides et des protéines. Une membrane est formée d'une bicouche de phospho-glycérolipides et de cholestérol. Deux membranes sont particulièrement importantes.

- Le plasmalemm** appelé aussi membrane plasmique, possède une épaisseur de 6 à 9 nm, délimite le cytoplasme de la périphérie de la cellule grâce à une perméabilité très sélective, il joue un double rôle de protection et de contrôle des échanges entre les milieux intracellulaire et extracellulaire. Ce plasmalemm n'isole pas complètement la cellule car il existe des ponts cytoplasmiques ou des canaux qu'on appelle: **plasmodesmes**.
- Le tonoplaste** qui entoure la vacuole du cytoplasme.

II.2. La paroi cellulaire

Une originalité du monde végétal sur le monde animal est la présence d'une paroi cellulaire située au-delà du plasmalemme. Elle assure la rigidité de la cellule sans pour autant empêcher l'eau et les solutés de la traverser pour atteindre le **plasmalemme** grâce aux **plasmodesmes**. Elle constitue un compartiment **extracytoplasmique** appelé **apoplasme** qui se compose d'une lamelle moyenne, d'une paroi primaire, et d'une paroi secondaire.

La paroi cellulaire est constituée de 90% de glucides et de 10%protéines. Les trois groupes de glucides qui constituent les parois cellulaires végétales sont : la pectine, l'hémicelluloses et la cellulose. Ce sont les constituants **permanents** de la paroi cellulaire.

- **La lamelle moyenne** (mitoyenne) est la partie **la plus externe** de la paroi cellulaire, elle est de nature pectique et produite pendant la division cellulaire, elle constitue le ciment assurant la jonction entre les cellules.
- **La paroi primaire** existe seule dans les cellules juvéniles et indifférenciées formée d'un réseau de microfibrilles de cellulose et hémicellulose, elle est **flexible et extensible** ce qui permet la croissance cellulaire. Elle se dépose entre la lamelle moyenne et la membrane plasmique.
- **La paroi secondaire** est formée lors de **la différenciation** de la cellule, plus épaisse que la paroi primaire, se dépose entre la paroi primaire et la membrane plasmique, constituée de cellulose et hémicellulose et riche en composés phénoliques comme la **lignine** (pour la rigidité), la **subérine** et la **cutine** (pour l'imperméabilité).

II.3. Les vacuoles

Les cellules végétales différenciées sont caractérisées par **de grandes vacuoles centrales**. Elles occupent généralement plus de 40 % du volume cellulaire total et finissent par repousser tout le contenu cellulaire contre la paroi. Chaque vacuole est entourée d'une membrane vacuolaire, **le tonoplaste**, elles peuvent stocker de l'eau, des éléments minéraux, des substances organiques et des pigments (Ex : Anthocyanes). Les vacuoles jouent également un rôle de régulation des fonctions physiologiques (pH, concentration ionique, pression osmotique).

II.4. Les plastes

Ce sont des organites intracellulaires ovoïdes ou sphériques de quelques microns de long, délimités par **une double membrane**, dérivent des **proplastés**. Certains plastes synthétisent de nouvelles molécules, alors que d'autres les emmagasinent.

4.1. Les chloroplastes

Le chloroplaste est limité par une double membrane. L'externe est continue, tandis que l'interne présente parfois des invaginations dans le stroma. Les chloroplastes contiennent de la chlorophylle indispensable pour la **photosynthèse**. En coupe longitudinale on observe d'abord une organisation avec des grana comprenant chacun des disques granaires (ou saccules ou thylacoïdes). Ces grana, qui peuvent être constitués de 2 à 100 disques, sont reliés les uns aux autres par des lamelles stromatiques dont l'ensemble forme un réseau continu. Le stroma contient aussi des ribosomes ainsi que de l'ADN circulaire.

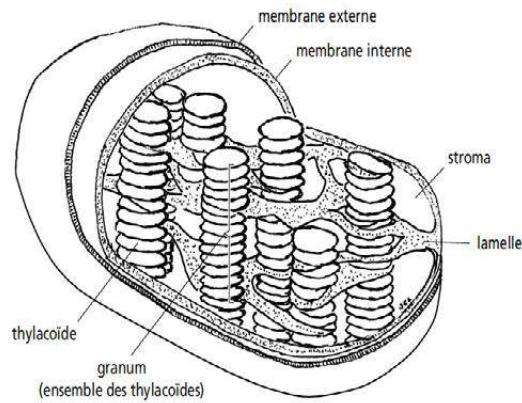


Fig 02- Représentation schématique d'un chloroplaste

4.2. Les chromoplastes

Certains plastes contiennent d'autres pigments que la chlorophylle comme des **carotènes** (pigments jaunes et orangés) ou de **la xanthophylle**, (pigment jaune pâle). Ils se trouvent dans les cellules de plusieurs fruits colorés, comme les tomates ou des fleurs, comme les roses rouges.

4.3. Les amyloplastes

Dans les cellules des organes de réserves, les dépôts d'amidon s'effectuent dans les amyloplastes. Ce sont des plastes contenant très peu de membranes internes mais de nombreux grains d'amidon. Le développement de plusieurs grains peut entraîner l'éclatement de l'enveloppe, l'ensemble est alors libéré dans le cytosol. **Ex** : la pomme de terre.

5. Les cytosomes

Les cytosomes appelés aussi « microbodies », sont des organites cellulaires sphériques, limités par une membrane simple. L'intérieur contient un certain nombre d'enzymes :

- a- **Les lysosomes**, contiennent des enzymes lytiques qui coupent de nombreuses macromolécules comme les polysaccharides et les acides nucléiques.
- b- **Les glyoxysomes**, ce sont des organites cellulaires qui, en collaboration avec les mitochondries, assurent la transformation des lipides de réserve en glucides.
- c- **Les peroxysomes**, se trouve dans les cellules photosynthétiques actives. Ils sont le siège des principales étapes de la photo-respiration, en particulier le dégagement de CO₂.

Chapitre 02. Différents types de tissus

Introduction

Un tissu est un groupement de cellules semblables ayant la même origine embryologique et qui remplissent une fonction physiologique déterminée. Les tissus formeront des organes tels que les racines, les tiges, les fleurs...

Les tissus végétaux sont le sujet d'étude de l'histologie végétale.

I. Les tissus primaires

I.1. Les Méristèmes Primaires

Le méristème est un tissu végétal composé d'un groupe de cellules indifférenciées, à activité mitotique importante, responsables de la croissance indéfinie de la plante. Les méristèmes se présentent sous différentes formes, en différents lieux de la plante et ont des fonctions variées.

L'embryon d'une plante Angiosperme comporte déjà les ébauches des futurs méristèmes caulinaires (des tiges) et racinaires qui se trouvent respectivement au niveau de la gemmule et de la radicule.

Selon leur origine, on distingue les *méristèmes primaires* et *secondaires*.

Les méristèmes primaires apparaissent en premier au cours de l'embryogénèse (la formation de l'embryon), ces méristèmes primaires en fonctionnant vont donner des tissus. Ils sont dénommés tissus primaires pour les différencier des tissus secondaires qui apparaissent chez certaines plantes ultérieurement.

Les cellules des méristèmes primaires se localisent sur l'extrémité des tiges et des racines sont petites, isodiamétriques, le noyau est sphérique, volumineux, très riche en chromatine, les vacuoles sont nombreuses et très petites et des plastides non différenciés, proplastides.

A l'apex (l'extrémité d'une tige ou d'une racine), apparaissent les nouveaux organes grâce au fonctionnement des méristèmes, ce sont les méristèmes apicaux caulinaire situés sur la région apicale des tiges et les méristèmes apicaux racinaires localisés sur l'extrémité de la racine. Ils sont présents chez toutes les plantes, mais fonctionnent d'une manière différente. Ils assurent la **croissance en longueur** de toute les plantes.

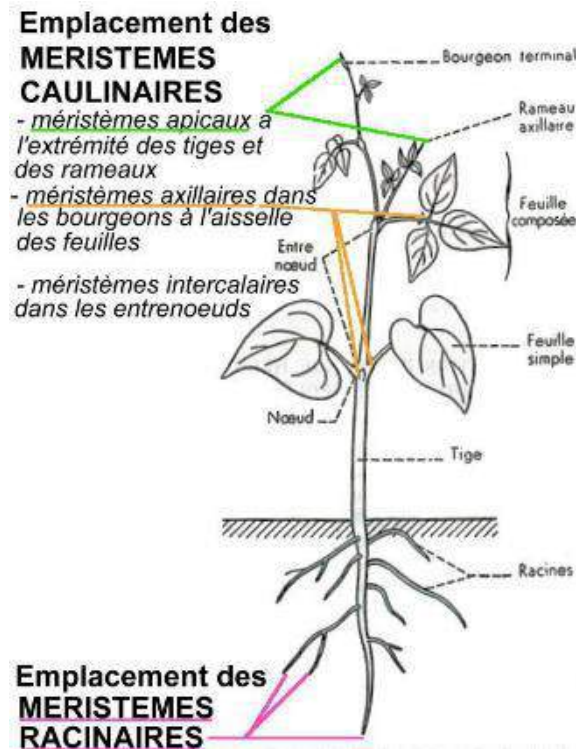


Fig 01- Emplacement des méristèmes

I.1.1. Le méristème caulinaire

Le méristème caulinaire est responsable de l'élongation de la partie aérienne de la plante, de lui, apparaissent des cellules qui en se multipliant et en se différenciant donneront **les tiges, les feuilles, les bourgeons axillaires et les bourgeons floraux**, il est donc **histogène** et **organogène**. De manière tout à fait répétitive et indéfinie, jusqu'à la mort de la plante.

Le méristème caulinaire n'est pas constitué d'un simple empilement de cellules, mais en réalité de plusieurs zones sans limites très nettes. Chez les Angiospermes, ce méristème forme un dôme de 0,5 à 3 mm de diamètre, composé de cellules de petite taille.

La section centrale du méristème caulinaire révèle l'existence de trois régions:

1. Une zone axiale, **Za**
2. Une zone latérale, **ZL**
3. Un méristème médullaire, **Mm**

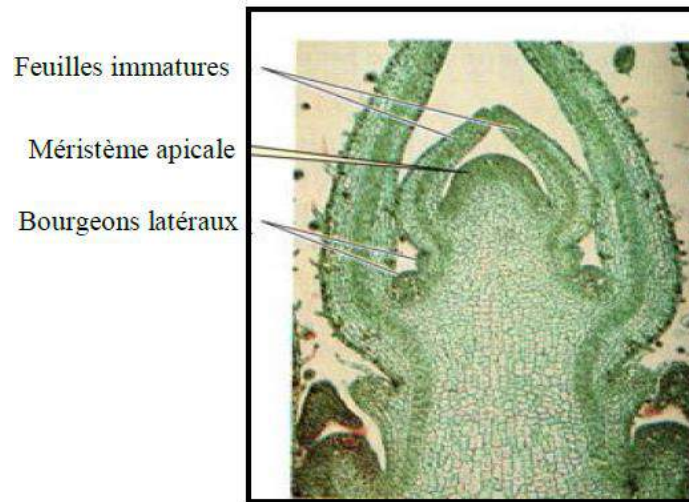


Fig 02- Le méristème caulinaire

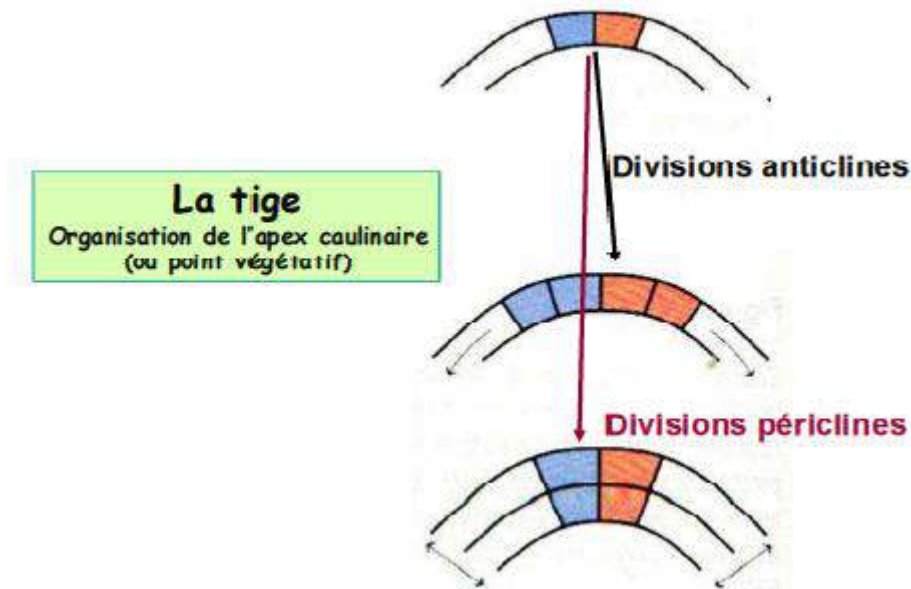


Fig 03- Le sens de division des cellules du méristème caulinaire

I.1.2. Le méristème racinaire

Le méristème apical de la racine est lui aussi formé durant l'embryogenèse. Il élabore les tissus de la racine et la coiffe: il est **uniquement histogène**. Il ne produit pas d'organes latéraux et n'est donc pas organogène.

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

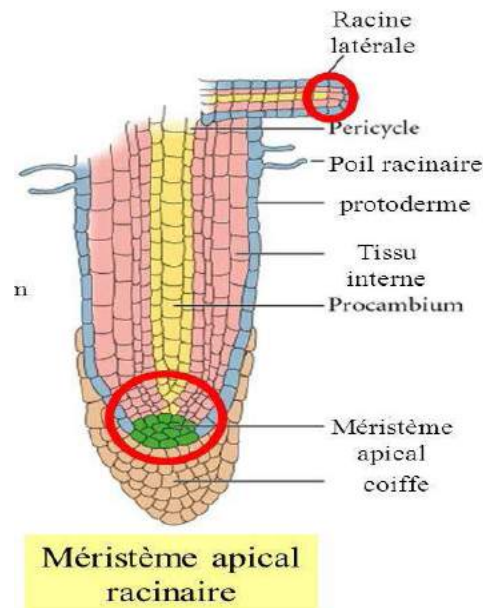


Fig 04-Le méristème racinaire

I.2. Les Tissus Protecteurs

Ce sont des tissus de surface et de recouvrement qui permettent la protection de la plante contre les agressions extérieures.

I.2.1. L'épiderme

Tissu primaire compact formé d'une seule assise de cellules superficielles vivantes présent à la surface de toute la plante, il recouvre les organes aériens et les protège contre la dessiccation et les agressions extérieures tout en permettant de réguler les échanges gazeux avec l'atmosphère.

Par endroit, ces cellules sont épaissies par la **cuticule** qui forme un film protecteur à la surface de celle-ci. Elles ne possèdent pas de chloroplaste. L'épiderme est interrompu au niveau des **stomates** dans les feuilles et parfois par des poils.

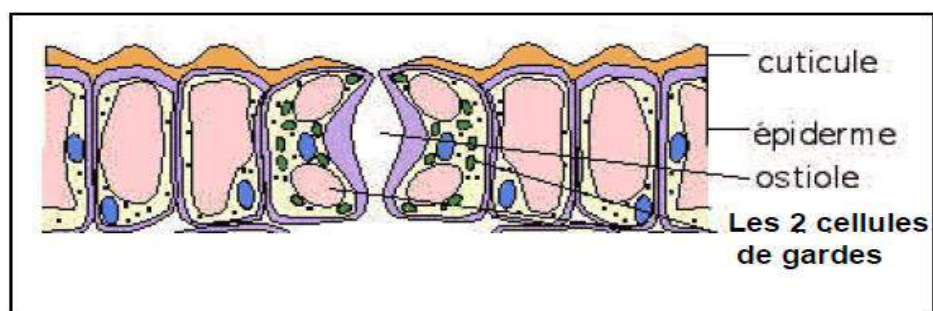


Fig 05-Les cellules de l'épiderme d'une feuille

I.2.2. Le rhizoderme ou l'assise pilifère

Les cellules épidermiques peuvent être remplacées au niveau de la racine par l'assise pilifère, elle est présente au niveau de jeunes racines au niveau de la région absorbante. L'assise pilifère contient des cellules très étirées et très perméables et indispensables à l'assimilation de l'eau et des nutriments solubles (sels). Certaines de ces cellules sont hypertrophiées et prennent de cette manière la forme d'un poil, dit **poil absorbant**.

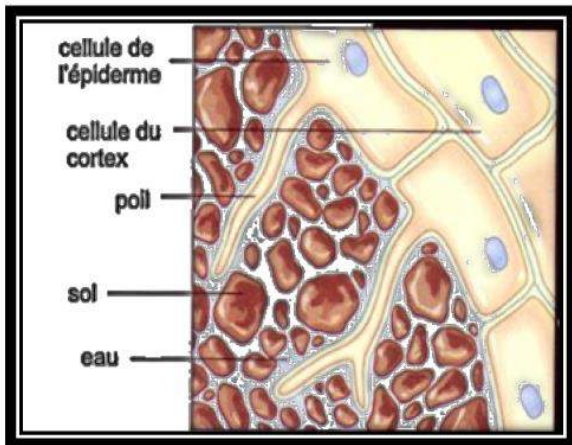


Fig 06- Le Rhizoderme

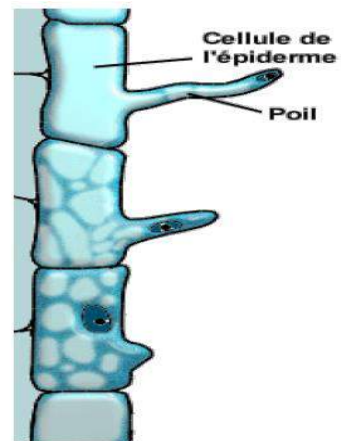


Fig 07- Les poils absorbant sur le rhizoderme

I.2.3. L'endoderme

L'endoderme est l'assise la plus profonde de l'écorce au niveau des racines. Il a un rôle de protection, et ceci par le tri des substances assimilées par la plante. Seules certaines d'entre elles pourront migrer jusqu'aux tissus conducteurs.

Les cellules de l'endoderme présentent une lignification et *subérification*, plus les plantes vieillissent plus l'endoderme va se lignifier ainsi on observe des épaissements subéreux en forme de cadre formant les **cadres de Caspari** qui empêchent les transports par voie *apoplasmique* (permissive) en obligeant la voie *symplasmique* (restrictive). Cette caractéristique lui permet de jouer son rôle de filtre.

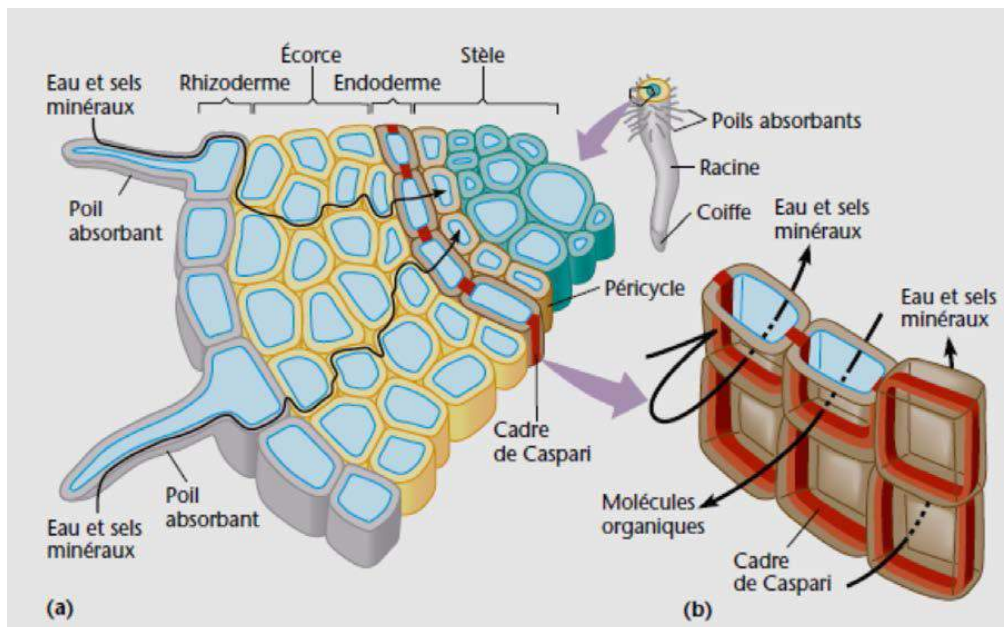


Fig 08- L'endoderme

(a) L'eau et les sels minéraux peuvent progresser entre les cellules du rhizoderme et de l'écorce mais ils doivent passer à l'intérieur des cellules de l'endoderme à cause de la présence du cadre de Caspari.

(b) Le cadre de Caspari oblige l'eau et les minéraux dissous provenant du sol à progresser dans les cellules de l'endoderme au lieu de passer entre elles.

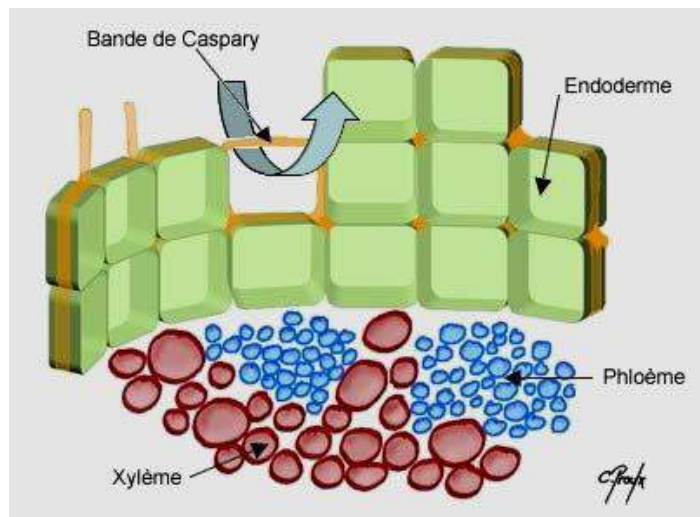


Fig 09- La bande de Caspary dans l'endoderme

I.3. Les Tissus de Remplissage: Les Tissu parenchymateux

Le parenchyme est un tissu de remplissage formé de cellules vivantes peu différenciées avec une paroi primaire mince et flexible; pas de paroi secondaire.

Les tissus parenchymateux sont les plus volumineux dans la plante, ils se situent dans la région corticale (le cortex) et la région médullaire (la moelle) des tiges et des racines, dans la feuille ils se trouvent dans le mésophylle et se trouvent dans la chaire des fruits.

I.3.1. Les parenchymes chlorophylliens ou chlorenchymes

Les feuilles renferment principalement :

- a- **Le parenchyme chlorophyllien palissadique**, qui permet la photosynthèse. Les cellules qui le composent contiennent de nombreux chloroplastes. Au niveau des feuilles, le parenchyme palissadique se trouve sur la face supérieure, est entouré par l'épiderme et parcouru par les nervures.
- b- **Le parenchyme chlorophyllien lacuneux**, se trouve en général sur la face foliaire inférieure, avec un nombre réduit de chloroplastes, il participe aux échanges gazeux par les stomates.

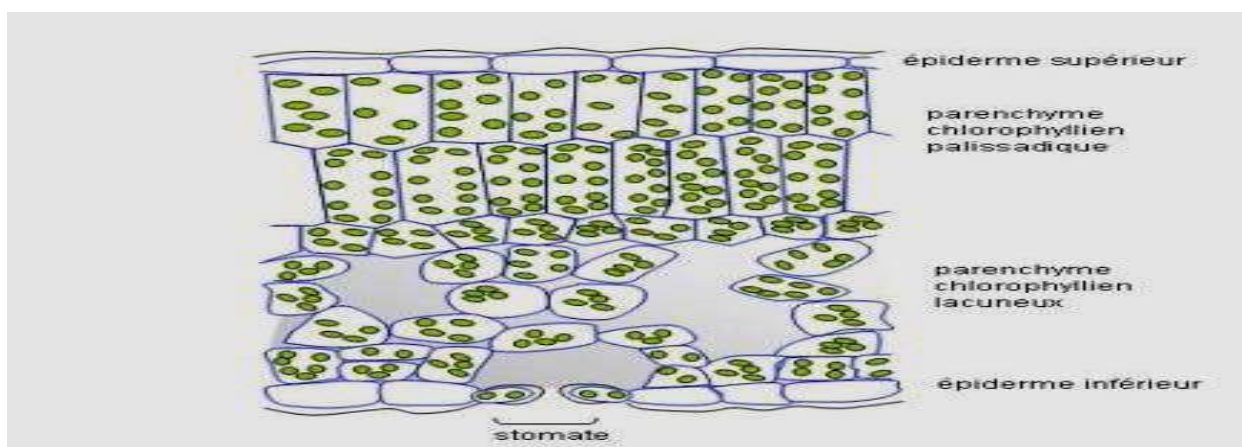


Fig 10- le parenchyme chlorophyllien et le parenchyme lacuneux dans la feuille

I.3.2. Les parenchymes de réserve

A l'intérieur des tiges ou des racines, on trouve des parenchymes de réserve qui se déclinent sous diverses formes (amidon, etc.). Le parenchyme de réserve constitué de cellules vivantes que l'on trouve dans les racines, les tiges souterraines, les fruits, et les graines. Ces réserves sont utilisées pour entretenir les tissus de la plante. Elles peuvent être sous forme de glucides (betterave à sucre), d'amidon (pomme de terre), de lipides (graines d'arachide) et de protides (graines de céréales.), il joue un rôle aussi dans la régénération des tissus et la cicatrisation des blessures. Parmi ces parenchymes de réserve on trouve :

- a- **Le parenchyme aquifère** est constitué de cellules volumineuses, pourvues d'une vacuole très développée. Il est abondant dans les tiges ou les feuilles des plantes grasses où il constitue une réserve d'eau.
- b- **Le parenchyme aérifère** est un type de tissu lacuneux où les lacunes emprisonnent de l'air. On les rencontre chez les plantes aquatiques.

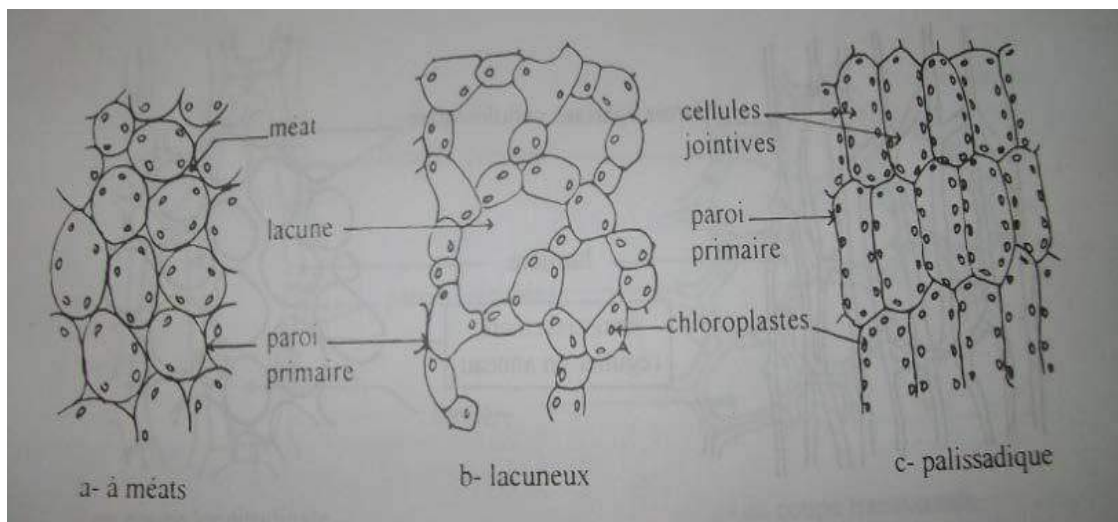


Fig 11-Parenchyme chlorophyllien, lacuneux, à méat

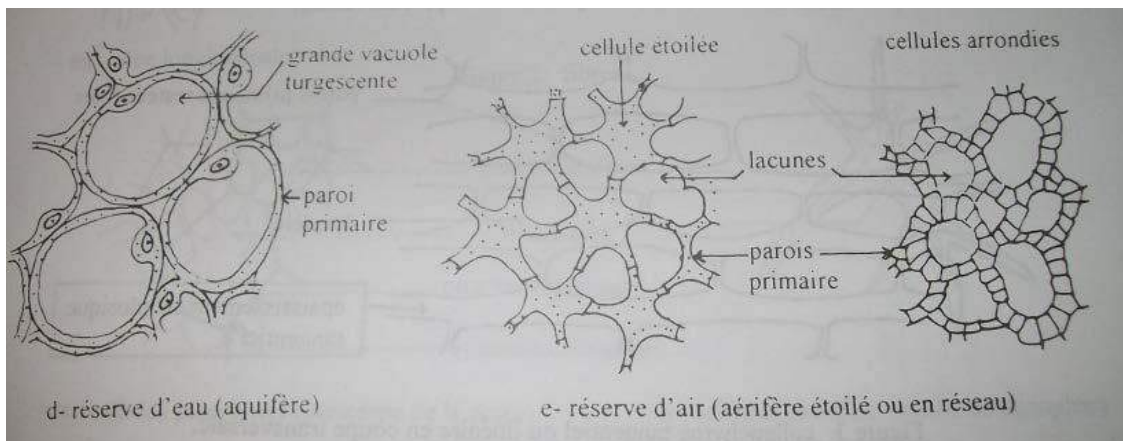


Fig 12: Parenchyme de réserve

I.4. Tissus de Soutien ou Tissus Mécaniques

Les tissus de soutien sont constitués de cellules à paroi épaisse lui donnant une certaine rigidité, en particulier chez les plantes herbacées, ce sont le **collenchyme** et le **sclérenchyme**.

I.4.1 Le collenchyme

C'est un tissu primaire qui se trouve sous l'épiderme, situé dans la périphérie des parties aériennes des organes jeunes en croissance (tige et pétiole), constitué de cellules vivantes aux parois cellululosiques qui permettent à la plante de continuer à croître dans la zone considérée, pas de paroi secondaire donc pas de lignine donc la paroi est souple, la cellule peut s'allonger. **On distingue différents types de collenchyme en fonction de l'épaississement de cette paroi:**

- a- **Le collenchyme annulaire**, dont les dépôts de cellulose de la paroi sont uniformes.
- b- **Le collenchyme angulaire**, où l'épaississement cellululosique est concentré au niveau des angles de la paroi.
- c- **Le collenchyme tangentiel ou lamellaire**, où seules les parois tangentielles, c'est-à-dire parallèles à la surface externe, sont épaissies. Ce type de collenchyme se retrouve dans l'écorce des tiges.

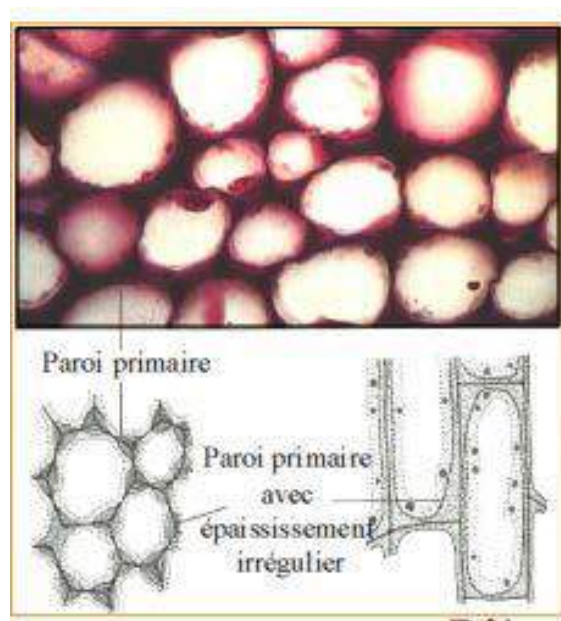


Fig 13- Le collenchyme

4.2. Le sclérenchyme

Le sclérenchyme est également un tissu primaire formé de **cellules mortes** dont les parois sont chargées de lignine (paroi secondaire épaisse et rigide imprégnée de lignine), bloquant la plante dans sa croissance dans la zone considérée.

Les cellules du sclérenchyme sont souvent regroupées en faisceaux formant des **fibres végétales**, ou alors quand ses cellules présentent des formes irrégulières, on les appelle **les sclérites**.

Chez les végétaux pourvus d'importants tissus secondaires comme les arbres, le rôle de soutien n'est plus assuré ni par le collenchyme ni par le sclérenchyme, mais par les tissus conducteurs secondaires.

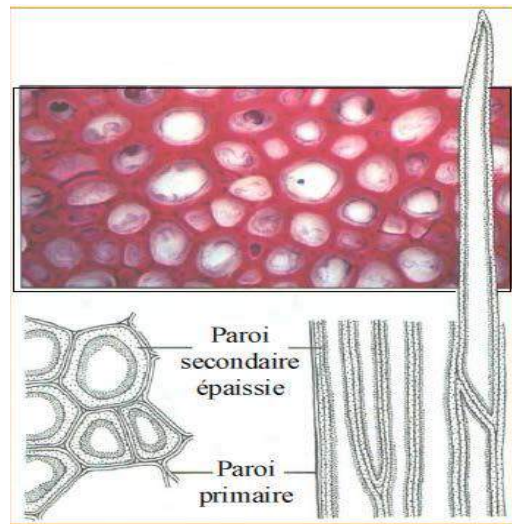


Fig 14-Le sclérenchyme

5. Les Tissus Conducteurs

Toutes les plantes vasculaires (des fougères aux Angiospermes) possèdent des tissus conducteurs, ils permettent le transport de l'eau et des autres éléments absorbés ainsi que les différents produits de la photosynthèse vers toutes les parties de la plante.

Les cellules du tissu conducteur sont de longues cellules mises bout à bout formant ainsi de longues colonnes. Ces cellules permettent le passage de la sève dans tout l'organisme végétal. Il existe 2 types de vaisseaux conducteurs : **le phloème** et **le xylème**.

Un vaisseau : Tube distribuant la sève dans les diverses parties d'une plante.

Un faisceau : ensemble de tube fins et allongés, liées

Un faisceau criblo-vasculaire, est l'ensemble du xylème et du phloème.

Le **xylème primaire** et le **phloème primaire** sont les deux types de tissus conducteurs primaires chez les plantes herbacées. Ils sont groupés en faisceaux.

Chez les plantes ligneuses, entre le xylème primaire et le phloème primaire, se met en place une zone de cellules peu différenciées à divisions actives. Cette zone génératrice appelée cambium libéro-ligneux produit des cellules qui se différencient pour donner les tissus conducteurs secondaires qui sont **le xylème secondaire** (le bois, d'où le qualificatif ligneux) et **le phloème secondaire** (ou liber).

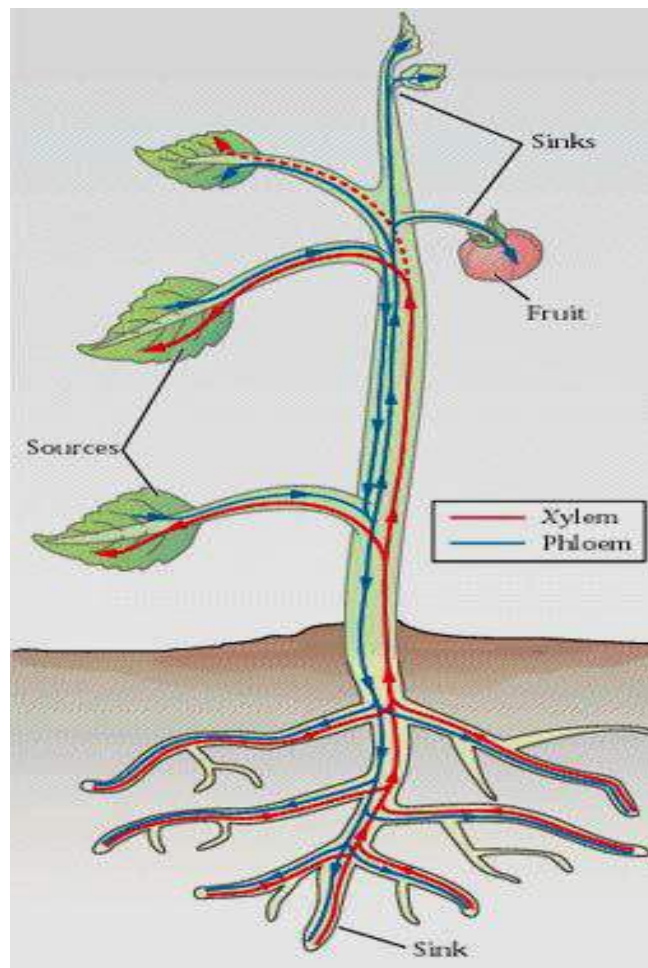


Fig 15-Le sens de la sève brute dans le xylème et la sève élaborée dans le phloème

I.5.1. Le xylème

Le xylème assure la circulation de la sève brute (eau et sels minéraux provenant du sol); à partir des racines jusqu'aux organes de la photosynthèse.

Le xylème est constitué de cellules **mortes** très allongées présentant des parois épaissies par des dépôts de lignine, interrompus par endroit pour permettre le passage de la sève brute. Le xylème présente deux types de cellules conductrices de sève:

1. **Les trachées**, sont constituées de cellules mortes et dont leurs parois transversales ont disparu, assez courtes disposées bout à bout et parallèles entre elles.
2. **Les trachéides**, sont constituées de cellules allongées et parallèles. Les extrémités sont en biseau, les cellules sont moins riches en lignines.

Dans les **trachées**, la circulation de la sève brute se fait essentiellement **verticalement** tandis que dans les **trachéides** la présence de paroi transversale provoque **une circulation en chicane**.

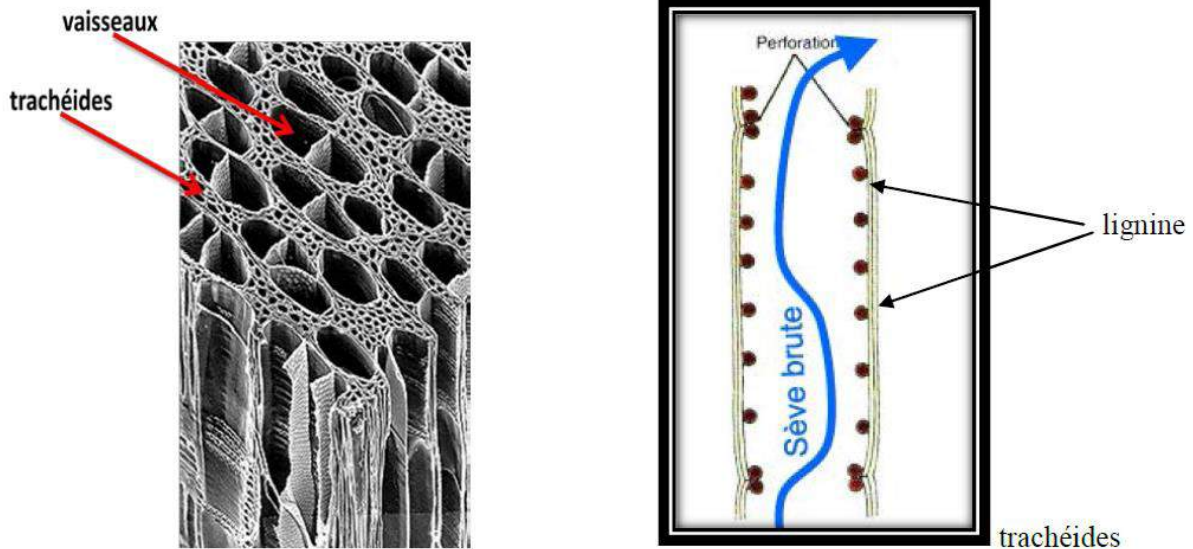


Fig 16- Les éléments du Xylème

5.2. Le phloème

Il assure essentiellement la circulation de la **sève élaborée**, c'est-à-dire la sève enrichie des substances issues de la photosynthèse. Ce tissu conducteur est constitué de tubes criblés et de cellules compagnes :

1. **Les tubes criblés**, Cellules vivantes sans noyau, allongées dans le sens longitudinal placées bout à bout, à parois épaisses pecto-cellulosiques. Les parois transversales sont criblées de pores appelés cribles, permettant le transit de la sève.
2. **Les cellules compagnes**, ce sont des cellules vivantes avec noyau, étroites allongée le long du tube criblé, Parois cellulósiques non criblées qui participent au contrôle de la circulation de la sève dans les tubes criblés.

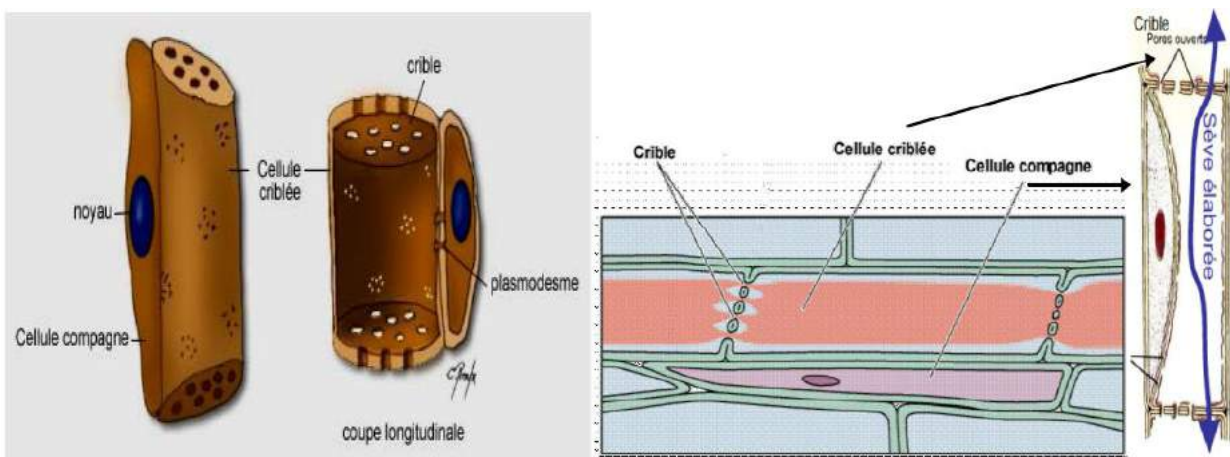


Fig 17- Les éléments du phloème

6. Les tissus sécréteurs

Ils correspondent à des canaux ou poils sécréteurs, cellules sécrétrices, poches ou parenchymes de stockage, ils sont très variés aussi bien dans la forme que dans le mode de libération et peuvent se localiser dans tous les tissus.

Certaines cellules isolées dans le parenchyme ou groupées en poches ou en tubes synthétisent des substances. Elles peuvent soit stocker les produits, soit les sécréter dans des organes végétaux, comme les essences volatiles, qui produisent les parfums de certaines plantes (pétales de rose, thym, romarin, etc.).

II. Les tissus secondaires

II.1. Les méristèmes secondaires

Les méristèmes secondaires sont à l'origine des tissus secondaires, ils sont constitués d'assises génératrices sous forme d'anneaux formés de cellules capables de se diviser rapidement, ces cellules diffèrent des cellules du méristème primaire par la forme (rectangulaire), et le contenu cellulaire; une vacuole centrale et un noyau qui occupe une position latérale.

Le méristème secondaire est une zone génératrice apparaissant plus tard à maturité de la plante. Les cellules permettent **une croissance en épaisseur** autour de la tige et des racines des Angiospermes **Dicotylédones**, les Angiospermes Monocotylédones n'en possèdent pas.

Dans les plantes on trouve deux méristèmes secondaires qui se différencient tardivement:

II.1.1. La zone génératrice libéro-ligneuse, ou cambium, se localise entre le xylème et le phloème, il est responsable de la formation des **tissus conducteurs secondaires**, il présente une activité mitotique orientée dans le sens radial responsable de la formation du xylème secondaire (**le bois**) vers l'**intérieur** et du phloème secondaire (**le liber**) vers l'**extérieur**.

Le cambium est composé que d'une seule assise de cellules, sous la forme d'un cylindre appelé parfois « **anneau cambial** », il est créé à partir de cellule de parenchyme inter-fasciculaire qui subissent une dédifférenciation. Un anneau complet est issu de la **fusion** de deux types de zones cellulaires: les cellules de **cambium inter-fasciculaire** et les cellules du **cambium intra-fasciculaire**. Cette fusion forme ainsi l'*anneau cambial*.

II.1.2. La zone génératrice subéro-phéllodermique, ou phellogène, responsable de la formation des **tissus protecteurs secondaires**, il se trouve dans l'écorce, il est responsable de l'apparition du liège (**suber**) vers l'extérieur et du **phelloderme** vers l'**intérieur**.

Tab 01 : Caractéristiques des méristèmes secondaires

Localisation	Dans les parties âgées des tiges et des racines
Rôles	Assurent la croissance en épaisseur
Cellules	Grandes, allongées et aplaties radialement
Noyau	Fusifforme, petit, appliqué contre la paroi
Cytoplasme	Peu important
Vacuoles	Une ou deux grandes vacuoles
Paroi	Paroi pecto-cellulosique
Plastes	Plastes non différenciés, proplastes
Inclusions lipidiques	Peu nombreuses

II.2. Les tissus conducteurs secondaires

Ces tissus secondaires vont se développer et permettre la croissance en épaisseur du végétal. Ils prennent beaucoup d'importance. Ils remplacent petit à petit le xylème et le phloème primaires, ils vont assurer le transport de la sève et auront un rôle de soutien du végétal (le tronc de l'arbre)

Ils proviennent du cambium libéroligneux (ou "cambium"), constitué de cellules courtes et de cellules longues.

II.2.1. Le liber

Il est disposé vers l'extérieur. Sa formation, centrifuge, est rythmique et donne des couches concentriques minces de cellules aplaties. Elles ressemblent à des feuilles d'un livre, d'où le nom de liber (= livre).

II.2.2. Le bois

Il se développe vers l'intérieur. Il a une croissance rythmique centripète, synchronisée avec les saisons. Il forme donc des couches annuelles.

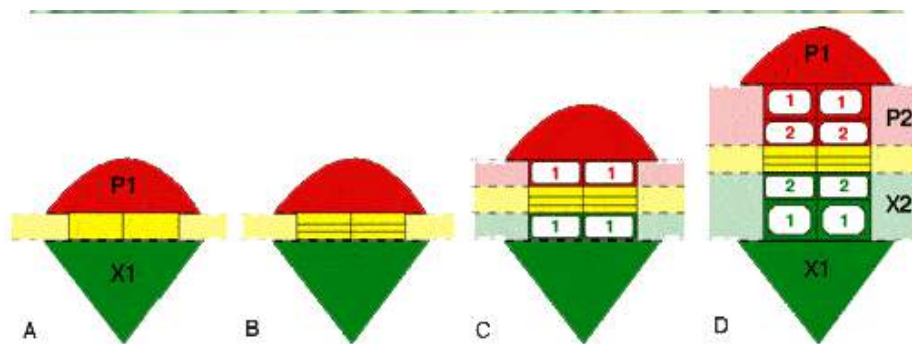


Fig 18 : Fonctionnement du cambium libéroligneux (tige)

NB- Périphérie de la tige et Centre de la tige

II.3. Les tissus protecteurs

Ils proviennent du phellogène (=assise subérophellodermique), il produit le liège = suber vers l'extérieur et le phelloderme vers l'intérieur.

II.3.1. Le suber

Le suber (ou liège) est le deuxième tissu de remplacement des cellules épidermiques ; il peut également remplacer l'assise pilifère. En effet le suber n'est jamais présent dès le départ, mais apparaît au niveau d'organe subissant une croissance en épaisseur, plus précisément au niveau de **l'assise subéro-phellodermique**.

La formation du suber nécessite la subérification des cellules qui le constitue, (la cellulose s'imprègne de subérine ceci induisant leur mort).

II.3.2. Le périderme

L'épiderme disparaît quand les tissus secondaires apparaissent. Il y a donc un nouveau tissu de surface = le périderme.

Le périderme se compose de 3 parties (le phelloderme + le phellogène + le liège)

Tout d'abord, le phellogène apparaît. C'est le lieu de naissance des tissus secondaires qui remplaceront les tissus épidermiques de la croissance primaire. Le phellogène se développe en 2 parties :

- une croissance externe = le liège,
- une croissance interne = le phelloderme.

Chapitre 03. Anatomie des Organes Végétaux

Introduction

Ce chapitre est principalement consacré à faire connaître la structure anatomique de la racine, puis celle de la tige et de la feuille des monocotylédones et dicotylédones.

Les végétaux sont des organismes eucaryotes pluricellulaires et autotrophes, capables d'élaborer des substances organiques nutritives nécessaires à sa survie, et ceci à partir de lumière et d'éléments minéraux (matière inorganique) qu'il absorbe du sol.

Les végétaux possèdent des organes qui ont des rôles spécifiques dans l'organisme, à première vue, une plante possède une structure relativement simple :

- **Les racines** ancrent la plante au sol et permettent l'assimilation de l'eau et des nutriments nécessaire à son fonctionnement.
- **Les tiges** jouent le rôle de support des organes photosynthétiques.
- **Les feuilles** sont les usines à photosynthèse où se fait la transformation de l'énergie solaire en énergie chimique

La différence entre les plantes monocotylédones et dicotylédones

Parmi les Angiospermes ou plantes à fleurs, les **monocotylédones** comprennent des végétaux dont la plantule typique ne présente qu'un seul cotylédon sur l'embryon. À cette particularité principale s'ajoutent les caractéristiques suivantes :

Tiges: pas de formation de bois secondaire et absence d'un véritable tronc; même si certaines monocotylédones (palmiers, bananiers,...) ont un port arborescent, on ne rencontre pas dans cette classe de vrais arbres au sens strict.

Feuilles : présentant généralement des nervures parallèles.

Fleurs : fondamentalement trimères : 3 sépales, 3 pétales, 2x3 étamines, 3 carpelles

En général, les dicotylédones présentent une plantule à deux cotylédons, et on observe, au niveau des tiges et racines, la présence de cambium permettant la formation de bois et de liber, les grains de pollen ont 3 ouvertures (zones de faiblesse permettant le passage du tube pollinique), les monocotylédones ont une seule ouverture.

Les monocotylédones	Les dicotylédones
L'embryon végétal possède un seul cotylédon (= « feuille embryonnaire »)	L'embryon végétal possède 2 cotylédons
Les feuilles ont des nervures parallèles	Les feuilles ont des nervures ramifiées
Les racines ne sont pas ramifiées	La racine principale se ramifie en plusieurs petites racines secondaires

Fig 01 : Les caractéristiques générales des plantes monocotylédones et dicotylédones

A-LA RACINE

La racine est l'organe souterrain d'une plante servant à la fixer au sol et à y puiser l'eau et les éléments nutritifs nécessaires à son développement, la racine peut aussi jouer le rôle d'organe de réserve, elle résulte du développement de la radicule de l'embryon qui était dans la graine.

La jeune racine présente, en partant de son extrémité (**fig.02a**), une **zone embryonnaire** qui constitue le pôle de croissance, protégée par une **coiffe** conique qui protège le point végétatif ou apex racinaire composée de cellules se renouvelant constamment (**les statocytes**) qui sont impliquées dans la perception de la gravité grâce à leurs **statolithe** (organites spécifiques des cellules végétales, ce sont des amyloplastes spécialisés impliqués dans la perception de la gravité chez les plantes)

En suite une **zone d'allongement** limitée à quelques millimètres, suivie par une **zone pilifère** (ou *assise pilifère*). La présence des nombreux poils permet d'augmenter considérablement la surface d'absorption de la racine. Ces poils meurent très vite et sont remplacés par d'autres au fur et à mesure de la croissance de la racine, ce qui fait que la zone pilifère est globalement toujours de la même taille. La zone suivante est une couche de cellules enrichies en subérine appelée **assise subéreuse**.

Les **racines secondaires** issues du péricycle situé autour du faisceau conducteur, permettent d'accroître la surface d'absorption racinaire. Leur morphologie est comparable à celle de la racine principale. Les plus fines racines secondaires sont appelées les **radicelles** et comportent généralement beaucoup de poils absorbants. La région qui sépare la racine de la tige porte le nom de **collet**.

1. La structure anatomique d'une racine

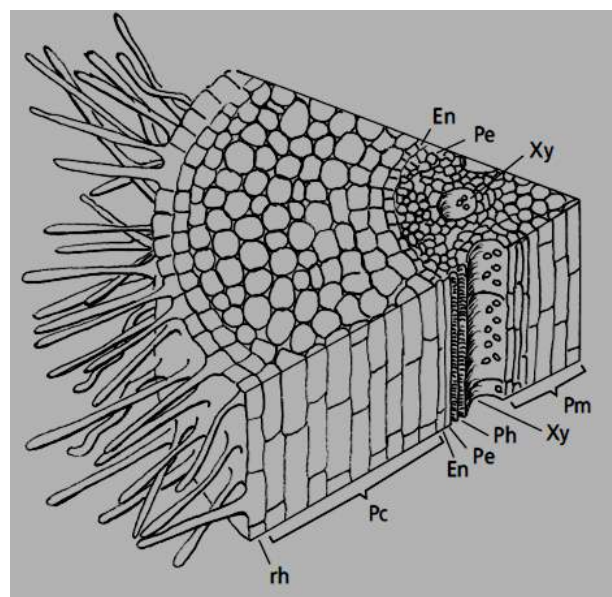
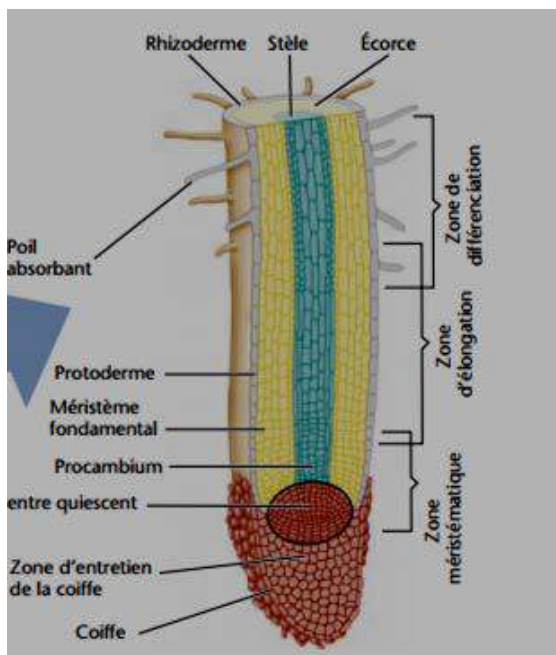


Fig 02 (a): Coupe longitudinale dans une racine

(b) : Schéma tridimensionnel d'une racine jeune

La racine présente une symétrie axiale et une structure bien définie ; une coupe transversale d'une racine jeune présente une symétrie axiale et nous permet de distinguer deux zones essentielles : **Ecorce** (composé de rhizoderme et parenchyme cortical) et **cylindre central** (composé de l'endoderme, péricycle, tissus conducteur et parenchyme médullaire)

Sur des coupes effectuées dans la racine au niveau des poils absorbant, on distingue de l'extérieur vers l'intérieur plusieurs structures :

a- Les poils absorbants qui se trouvent sur le rhizoderme, sont les prolongements des cellules du rhizoderme. Ils permettent l'absorption de l'eau et des sels minéraux. La présence de ces nombreux poils permet d'augmenter considérablement la surface d'absorption de la racine. Ils ont un diamètre de 12 à 15 micromètres et de 1 à plusieurs millimètres de long. Il peut y avoir jusqu'à 2 000 poils par cm² de surface racinaire.

b- Le parenchyme cortical est formé de cellules laissant entre elles d'importants méats. Il est constitué de cellules jointives à la forme d'un parallélépipède, (prisme à six faces parallèles deux à deux), allongées dans le sens de l'axe de la racine.

c- L'endoderme est une couche de cellules qui se trouve entre l'écorce (le cortex) et la stèle (cylindre central), il constitue un anneau unistratifié (composé d'une seule assise de cellules), joue le rôle de barrière sélective qui règle le passage des substances provenant du sol vers les tissus conducteurs de la stèle. Les cellules sont en forme de parallélépipède dont les parois possèdent un épaissement formant les bandes de Caspary constituées de lignosubérine, imperméable à l'eau.

d- Le péricycle formé d'une seule assise de cellules responsable de l'apparition des racines secondaires

e- Le cylindre central (la stèle) situé dans le centre de la racine protégé par une assise de cellules : l'endoderme. Il est limité par une couche mince de parenchyme aux cellules jointives et aux parois minces, **le péricycle**. Plus au centre, des vaisseaux de xylème, facilement reconnaissables par leur épaisse paroi. Ils alternent régulièrement et sur un seul cercle, avec les tubes criblés du phloème. Les uns et les autres représentent les tissus conducteurs de la racine. Les cellules du xylème ont des tailles différentes selon leur emplacement dans le cylindre central. Près du péricycle, elles sont jeunes et petites (protoxylème), vers le centre, elles sont grandes et âgées (métaxylème). La différenciation du xylème est **centripète** dans la racine. Même si ceci est moins visible, il en est de même pour le phloème.

1.1. La structure anatomique d'une racine dicotylédone

A- structure primaire :

- **Le parenchyme corticale sclérifié**, seules les parois radiales de l'endoderme sont subérifiées (bande de Caspary) souvent moins visible que chez les monocotylédones
- **L'endoderme** présente une subéro-lignification **en forme de cadre**,
- **Apparition des formations secondaire ; le procambium** qui donnera les tissus conducteurs secondaires. Présence fréquente d'un **cambium** qui apparait toujours entre Xylème primaire et Phloème primaire
- **Les faisceaux criblovasculaires** sont au nombre **de 5 ou 6**,

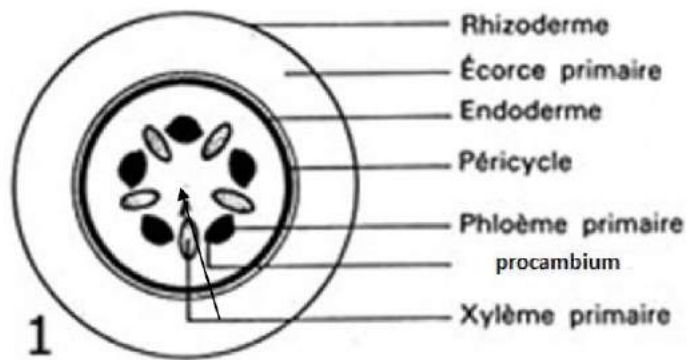


Fig 03: Structure anatomique d'une racine dicotylédone primaire

B- structure secondaire :

Dans la racine des plantes dicotylédones, alors que l'évolution vasculaire primaire n'est pas encore déterminée, des cellules situées sur la face interne des faisceaux de phloème entrent en division mettent en place des arcs cambiaux discontinus. Plus tard au niveau des pôles du xylème, des cellules se différencient et construisent de nouveaux arcs cambiaux. Ceux-ci se raccordent aux massifs précédents réalisant un manchon cambial continu. L'apparition de l'assise subéro-phéllodermique est toujours beaucoup plus tardive. Chez les plantes herbacées, elle est même souvent absente.

La structure secondaire d'une racine ne concerne que les plantes dicotylédones, elle est totalement absente chez les plantes monocotylédones.

Le cambium vasculaire (assise libéro-ligneuse) va créer les tissus de conduction secondaires (xylème secondaire vers l'intérieur, développement centripète et du phloème secondaire vers l'extérieur, développement centrifuge).

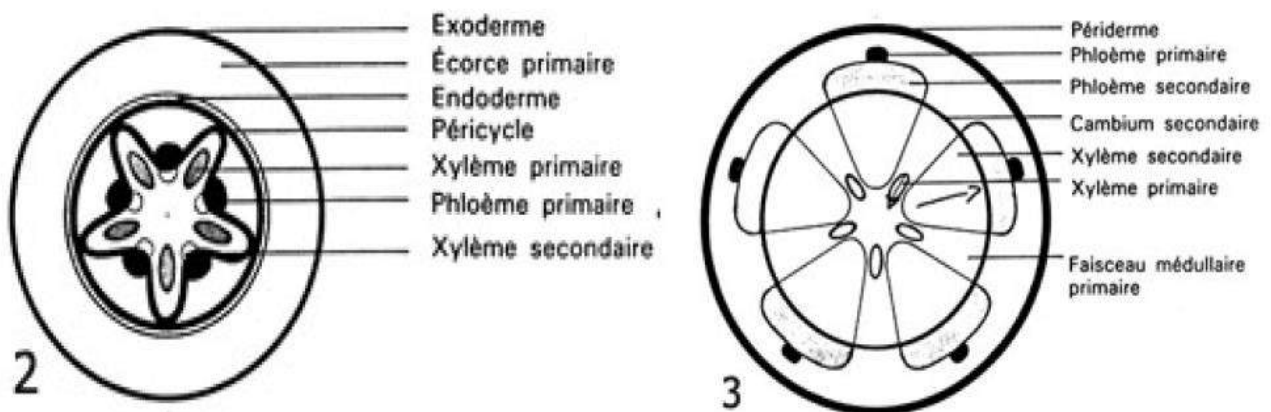


Fig 05: l'organisation secondaire de la racine

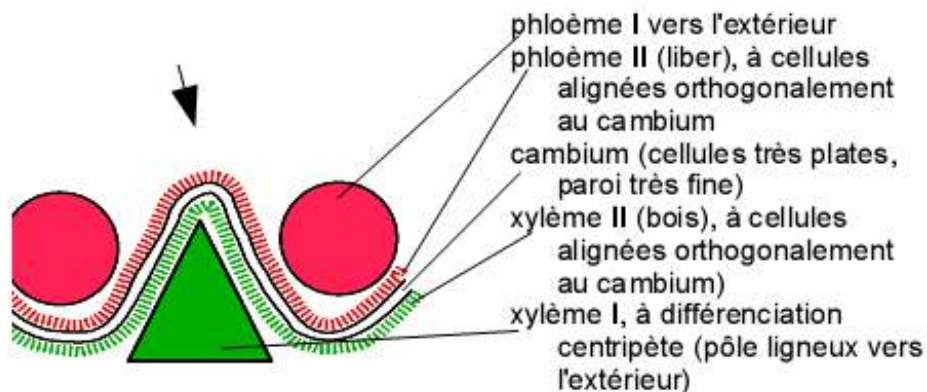


Fig 06 : L'apparition du cambium dans une racine dicotylédone

1.2. La structure anatomique d'une racine monocotylédone

A- structure primaire :

La stèle des racines monocotylédones **est bien plus développée** que chez les racines dicotylédones, **le parenchyme corticale** présente **de grands méats** entre les cellules,

la lignification de l'endoderme présente des cellules à parois complètement subérifiées à l'exception de la paroi externe **en forme de U**, ou fer à cheval, en face du xylème, certaines cellules dites cellule de passage, ne subissent pas d'épaississement. Elles facilitent les échanges entre le parenchyme cortical et le cylindre central.

Les faisceaux criblovasculaires sont plus nombreux, **de 8 jusqu'à 20**, entourant un parenchyme médullaire, **absence de formation libéroligneuse** (structure secondaire), le métaxylème est plus important, **la moelle** est plus abondante et remplie par le parenchyme.

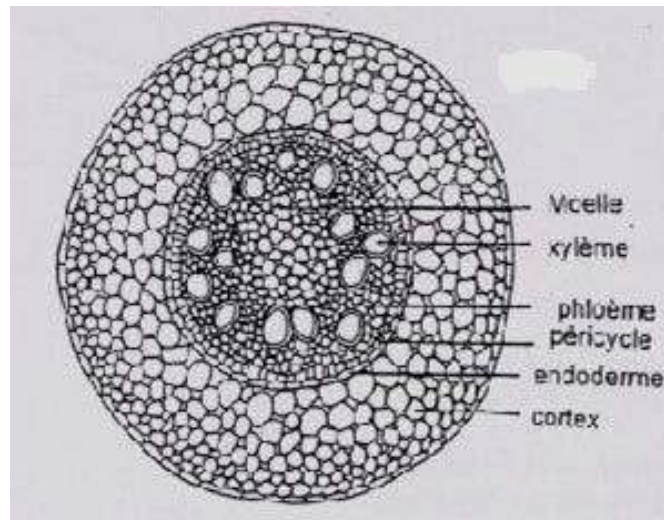


Fig 07: Structure anatomique d'une racine monocotylédone primaire

B- structure secondaire : Chez les plantes Monocotylédone il n'existe pas de formation secondaire

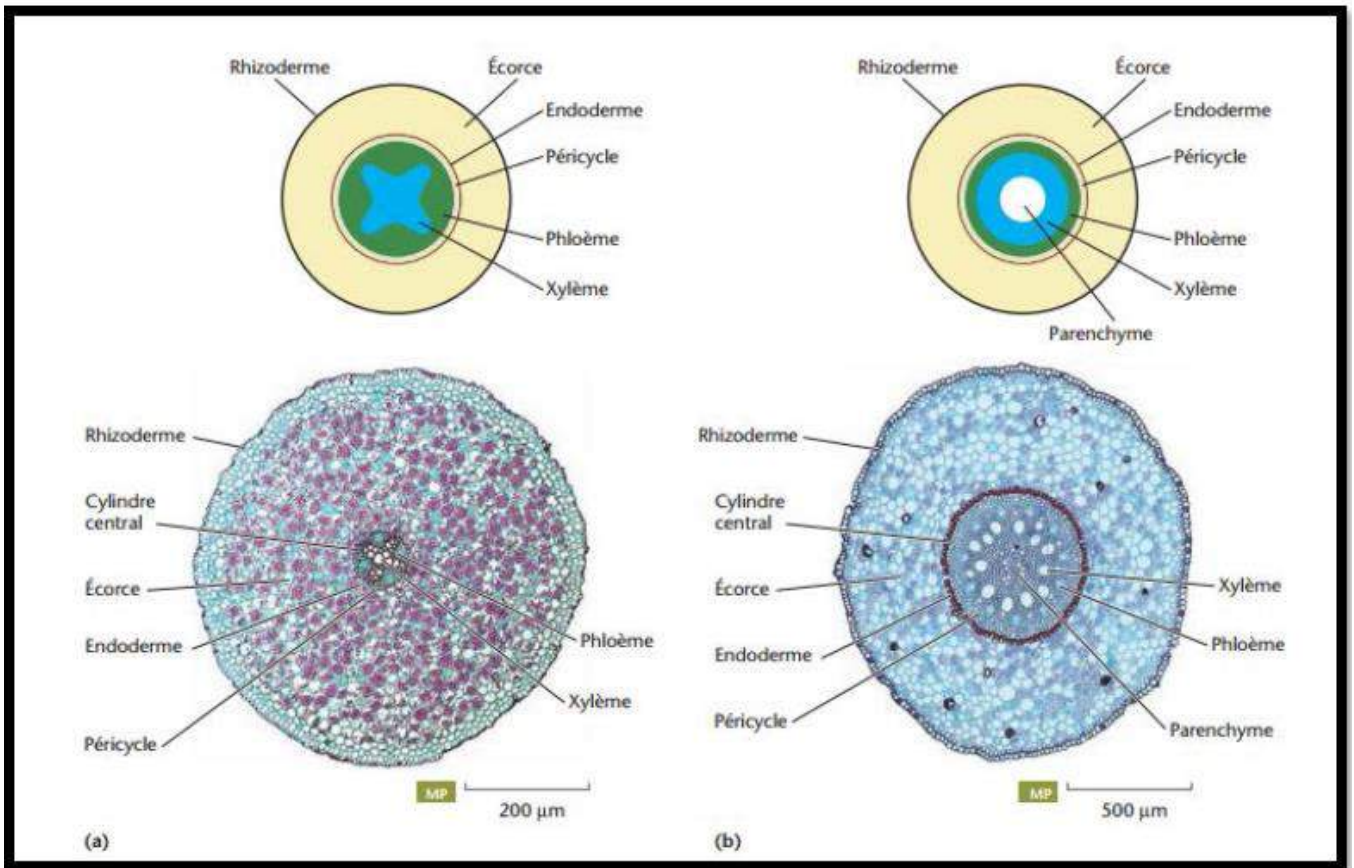


Fig 09 : la différence entre une racine dicotylédone (a) et monocotylédone (b)

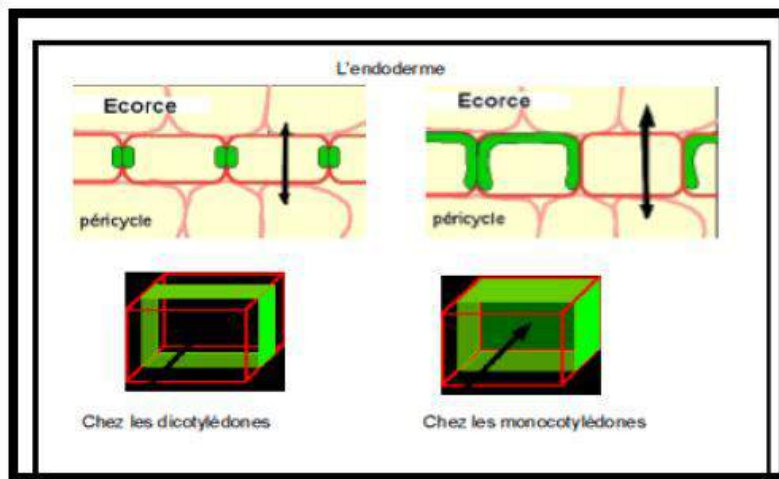


Fig 10 : L'endoderme des monocotylédones et des dicotylédones

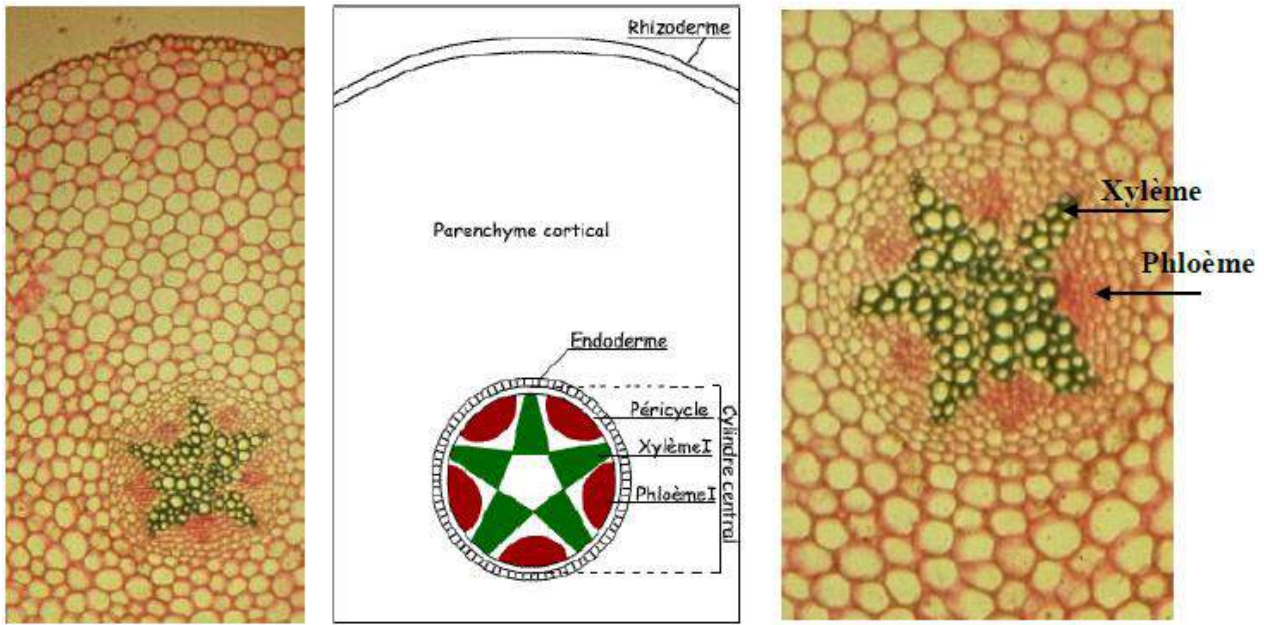


Fig 11 : Structure primaire d'une racine dicotylédones

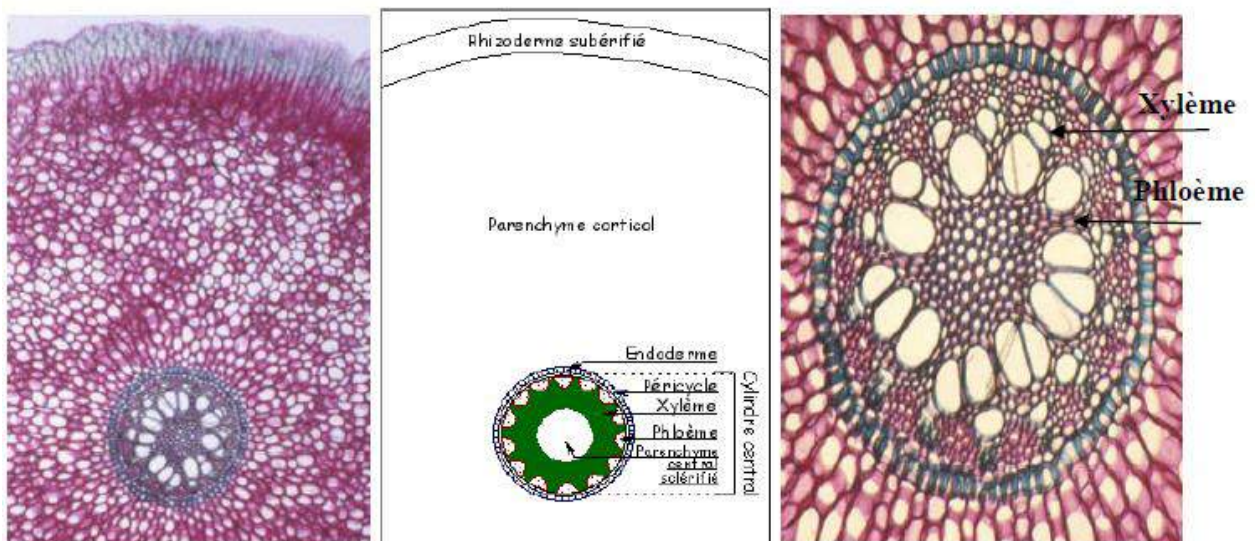


Fig 12 : Structure primaire d'une racine monocotylédone, l'iris

B-LA TIGE

La tige est chez les plantes, l'axe généralement aérien, qui prolonge la racine et porte les bourgeons et les feuilles. La tige se ramifie généralement en branches et rameaux formant l'appareil caulinaire. Chez les arbres et les plantes ligneuses on distingue le tronc,

La tige diffère de la racine par la présence de nœuds où s'insèrent les bourgeons axillaires et les feuilles, par l'absence de coiffe terminale et par sa structure anatomique. La transition entre racine et tige se fait dans le « collet ». Il peut exister des tiges souterraines comme il existe des racines aériennes.

Par son mode de croissance et de ramification, la tige détermine le port de la plante; elle assure une fonction de soutien et une fonction de transport des éléments nutritifs entre les racines et les feuilles.

1. La structure anatomique de la tige

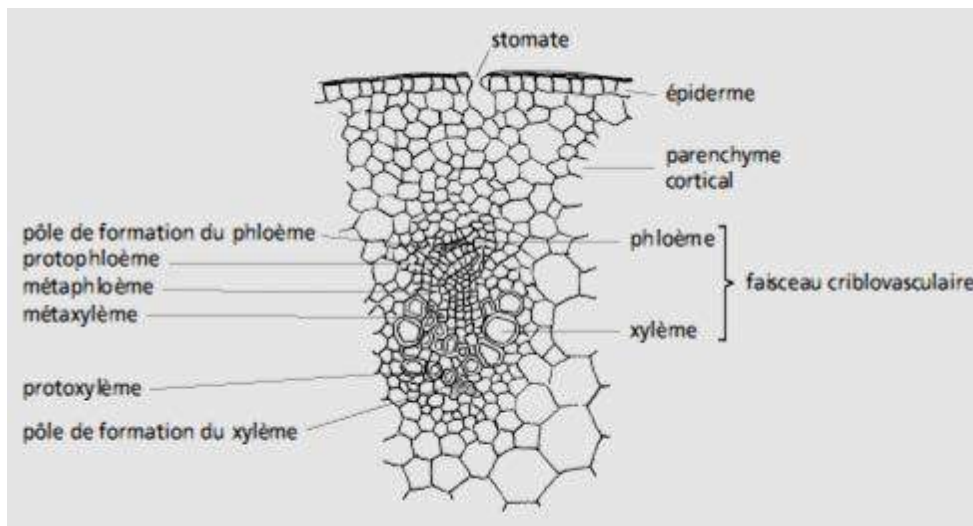


Fig 13 (a): Schéma d'une partie d'une coupe transversale dans une tige.

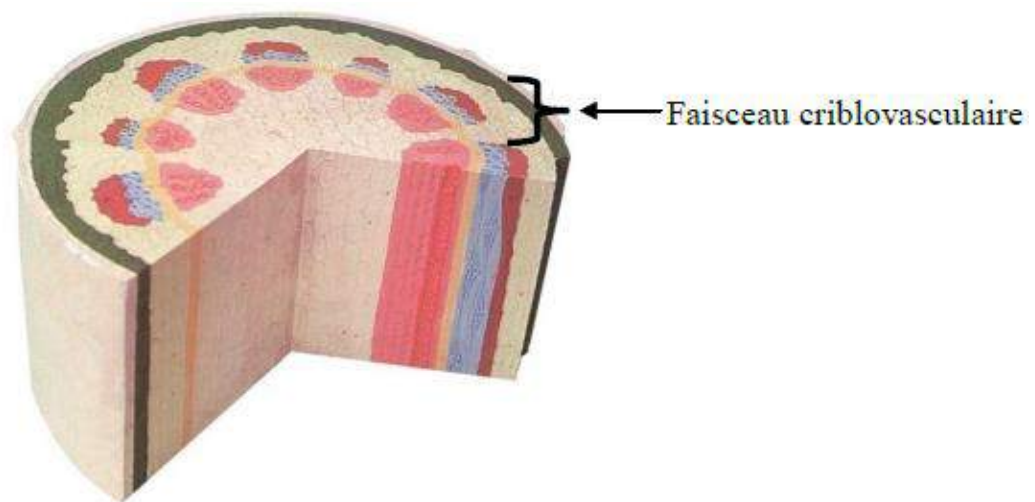


Fig 13 (b): Schéma d'une coupe transversale et longitudinale dans une tige.

Ce qui caractérise la tige de point de vue anatomique c'est la disposition du xylème et phloème, ils n'alternent plus (comme c'est le cas de la racine) mais ils sont **superposés**, **le xylème est interne** (qui tend vers le centre) montre une différenciation **centrifuge** (le protoxylème près du centre et le métaxylème près de la périphérie) **le phloème est externe** (qui va vers la périphérie) et on observe un parenchyme médullaire important ainsi qu'une présence de tissus de soutien.

La coupe transversale d'une tige jeune (**fig.13**) présente plusieurs zones :

L'épiderme, constitué d'une couche de cellules juxtaposées. Leur paroi est peu épaisse et elles ne contiennent pas de chloroplaste.

Le parenchyme cortical, composé de grandes cellules polyédriques. Les cellules de la périphérie renferment des chloroplastes, mais leur nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'enfonce vers l'intérieur.

Les tissus conducteurs rassemblés en amas **superposés** de xylème et de phloème. Le xylème, vers le centre de la tige, est coiffé, vers l'extérieur, par le phloème. Ce sont les faisceaux criblovasculaires (parfois encore appelés faisceaux libéroligneux). Les diamètres des cellules de xylème ne sont pas identiques, ils diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre (le protoxylème à petit diamètre près du centre et le métaxylème à grand diamètre près de la périphérie). Le phloème lui non plus n'est pas homogène, même si les différences entre les cellules sont moins marquées. Il est possible

de distinguer du protophloème et du métaphloème. La différenciation du xylème est **centrifuge** dans la tige. On observe une moelle remplie par parenchyme formé de cellules très large.



Fig 13 (c): Schéma d'une coupe transversale dans une tige.

1.1. La structure anatomique d'une tige dicotylédone

A- Structure primaire

Ces observations correspondent à une tige jeune de dicotylédone. Mais très rapidement des formations secondaires vont apparaître et compliquer ces structures.

D'abord un épiderme puis on peut trouver quelques assises superficielles de collenchyme, un parenchyme cortical très réduit et un anneau de sclérenchyme continu existe dans la partie profonde de l'écorce, au dessus du xylème se trouve le phloème et entre les deux on trouve des cellules du **cambium** qui seront à l'origine des structures secondaires. Le phloème primaire se différencie avant le xylème primaire. La différenciation du phloème primaire se fait de la périphérie vers le centre de la tige =centripète. La différenciation du xylème primaire se fait du centre vers la périphérie la tige =centrifuge.

Le parenchyme médullaire plus important que le parenchyme cortical, parfois il existe une lacune au centre de la tige.

Le cylindre central comporte de nombreux faisceaux disposés sur **un seul cercle** chez les **dicotylédones**.

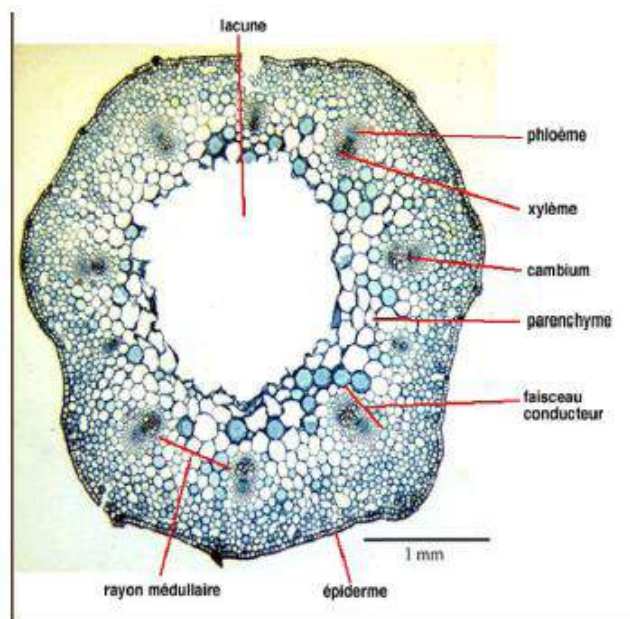
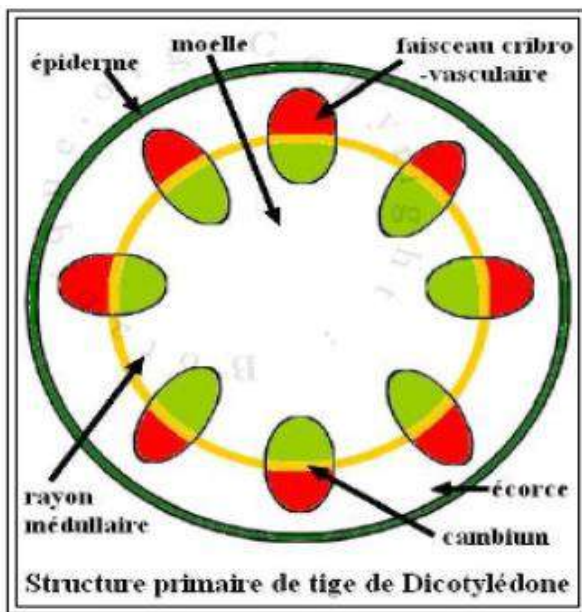
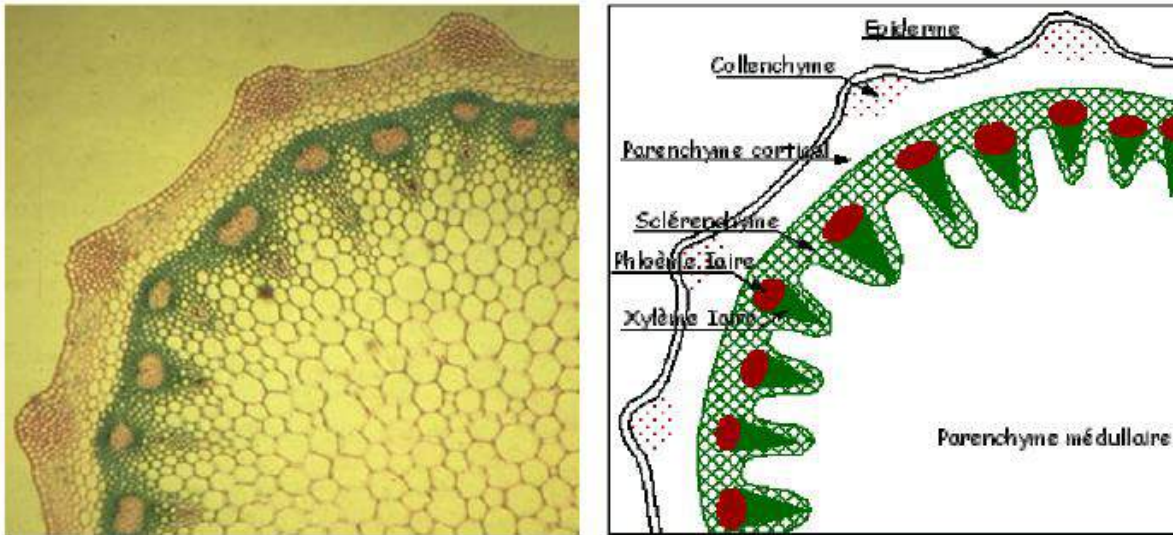


Fig 14 : Structure primaire d'une tige dicotylédone

B- Structure secondaire

Entre le phloème primaire et le xylème primaire un cambium s'est formé et a fonctionné en donnant vers l'intérieur du xylème secondaire et vers l'extérieur du phloème secondaire, et dans l'écorce apparaît le phellogène qui va donner le suber vers l'extérieur et le phelloderme vers l'intérieur

On observe donc de l'extérieur de la tige, vers l'intérieur :

Un périderme, collenchyme, parenchyme cortical, Phloème primaire, Phloème secondaire, zone génératrice libéro ligneuse ou cambium, xylème secondaire, puis xylème et la moelle.

Dans la tige, le cambium apparaît très tôt au niveau des faisceaux criblovasculaires. Il faut partir de ces ensembles pour comprendre sa localisation et son fonctionnement. Entre le xylème et le phloème primaires se trouvent coincées quelques cellules qui sont à l'origine du cambium. Ce cambium produit du bois centripète et du liber centrifuge. Plus tard à la suite d'une dédifférenciation des cellules du parenchyme apparaissent des arcs de cambium interfasciculaires qui peuvent relier entre eux les faisceaux et constituer un manchon méristématique continu.

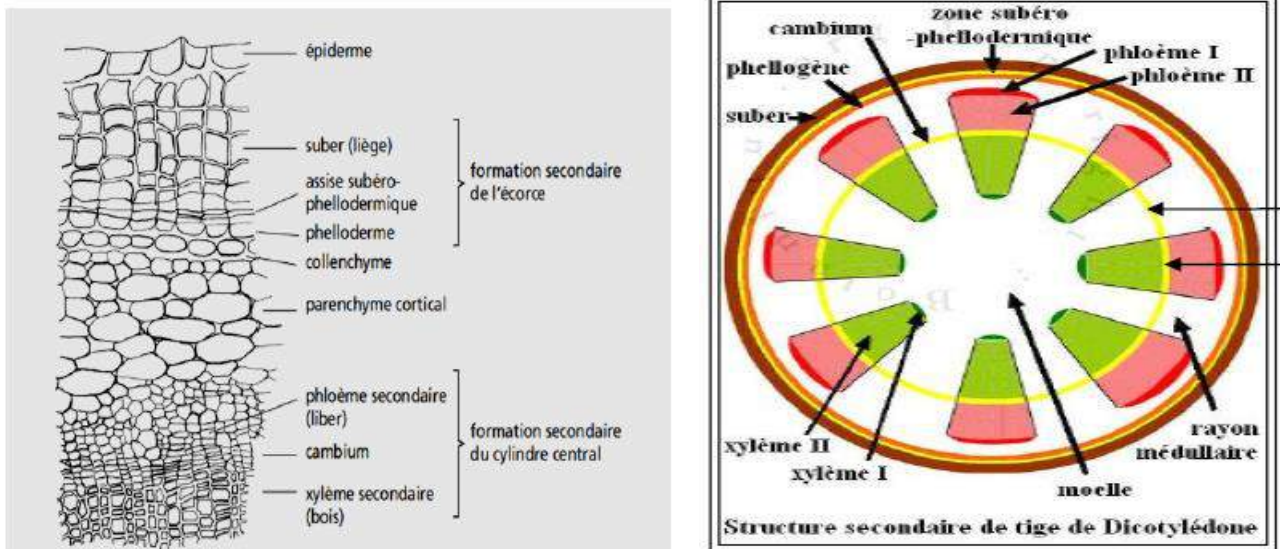


Fig 15: schéma d'une coupe transversale de tige âgée (1:cambium interfasciculaire 2: cambium intrafasciculaire)

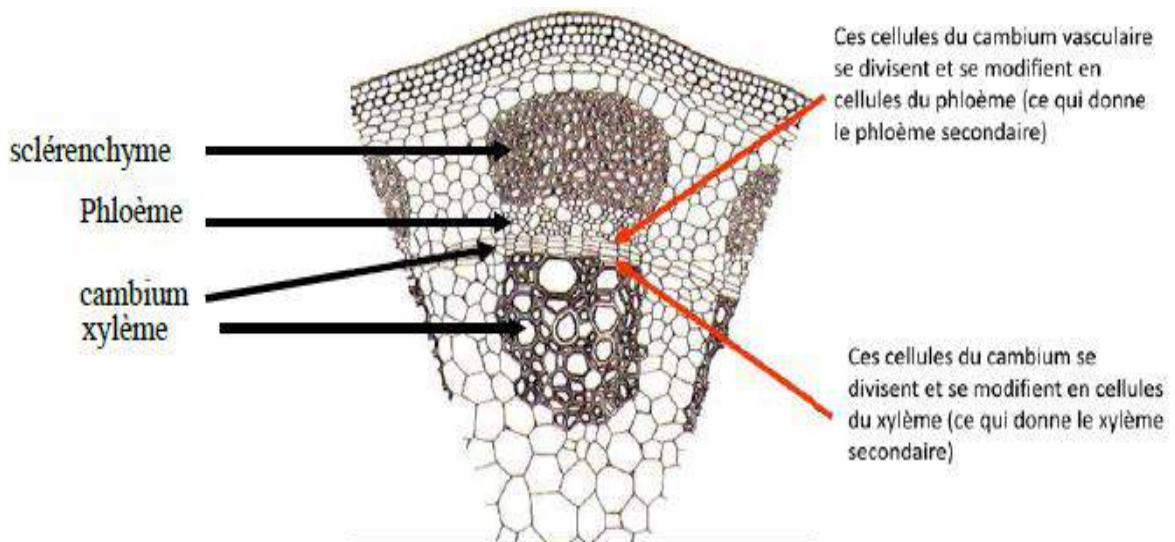


Fig 16 : Une partie d'une coupe transversale dans une tige dicotylédone

1.2. La structure anatomique d'une tige monocotylédone

A- Structure primaire

Chez les Monocotylédones, où **il n'y a pas de formations secondaires**, les structures rencontrées en **fig.13(a)** sont définitives. On retrouve donc de l'extérieur vers l'intérieur : l'épiderme, un parenchyme où on ne peut pas séparer le cylindre central du parenchyme cortical, l'écorce est absente ou très réduite et la moelle est très développée et souvent lignifiée, on observe **plusieurs cercles concentriques** de faisceaux criblovasculaires, un anneau de sclérenchyme qui entoure le cercle externe des faisceaux.

Le diamètre des faisceaux criblovasculaires diminue en allant du centre vers la périphérie de la tige, les plus anciens sont repoussés vers le centre.

La croissance en épaisseur chez les monocotylédones se fait par la multiplication du nombre de faisceaux conducteurs. Le centre de la tige est creux chez les Poacées (ex Graminées).

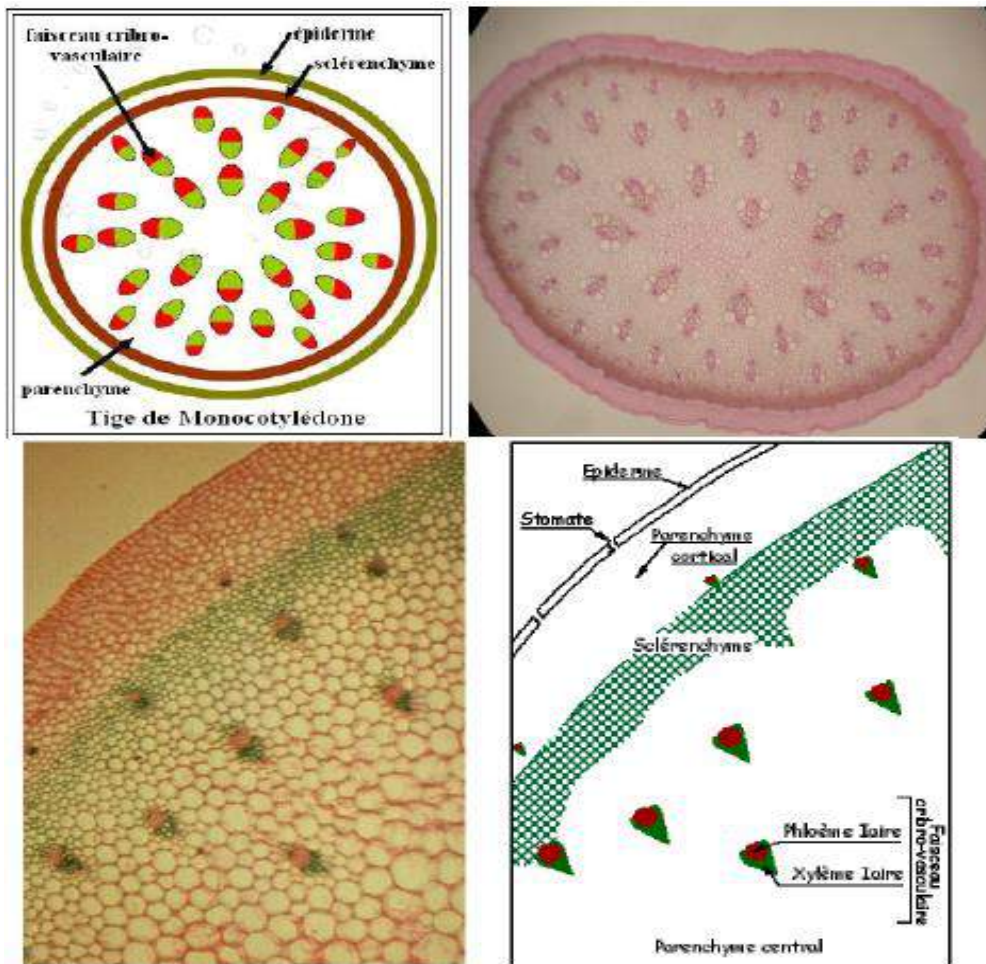


Fig 17 : Structure primaire d'une tige monocotylédone

B- Structure secondaire : Absence totale de structure secondaire chez les plantes monocotylédones

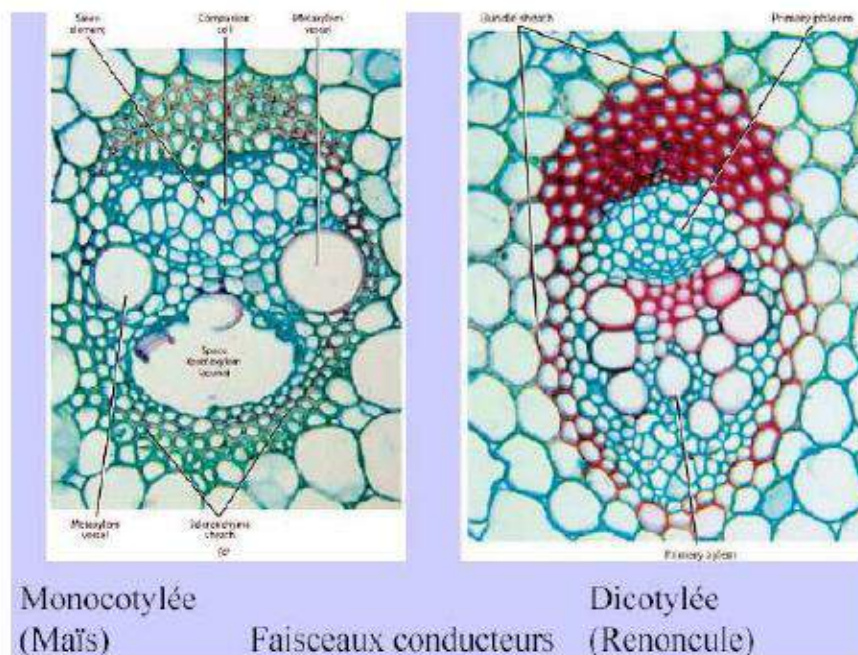


Fig 18 : La différence entre un faisceau criblovasculaire dans une tige monocotylédone et dicotylédone

C- LA FEUILLE

Les feuilles sont le centre de la photosynthèse. Les vaisseaux conducteurs de xylème (dans les nervures de la feuille) apportent l'eau et les sels minéraux nécessaires à la photosynthèse. Les stomates permettent l'entrée des gaz et donc l'apport du CO₂. La photosynthèse permet la synthèse de matières organiques qui seront redistribuées aux autres organes par le phloème.

1. La structure anatomique de la feuille

La feuille est un appendice latéral de la tige sur laquelle elle s'insère au niveau d'un noeud. Elle se met en place grâce au fonctionnement du méristème caulinaire situé à l'apex d'un bourgeon et se compose le plus souvent d'un pétiole et d'un limbe. Sa forme aplatie lui permet de capter un maximum de lumière ce qui permet la photosynthèse dans les cellules du parenchyme.

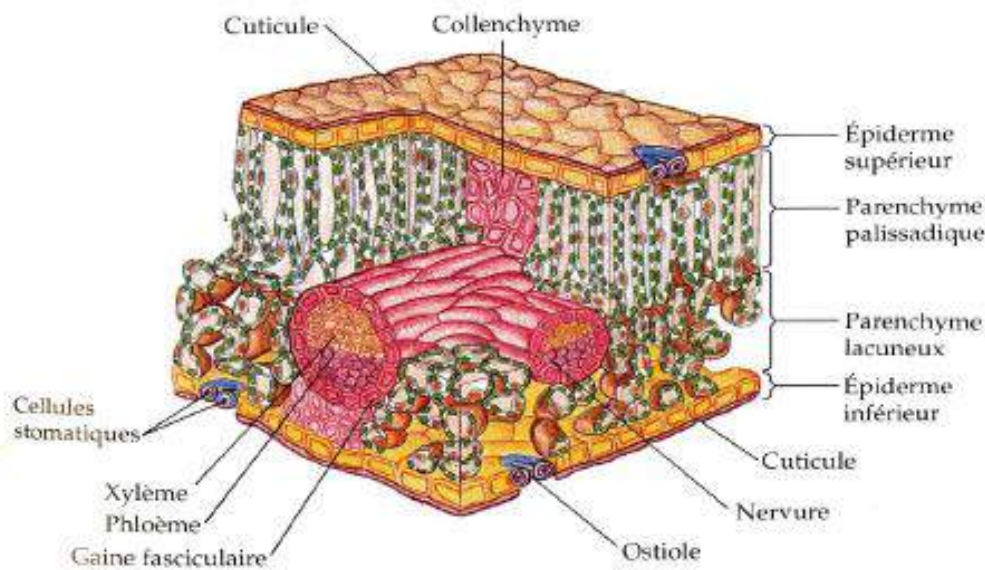


Fig 19 : la structure de la feuille

Selon la figure 19, la feuille est composée de :

L'épiderme supérieur constitue toute la face supérieure (ventrale) du limbe. Il est formé de cellules serrées les unes contre les autres et recouvertes d'une **cuticule** qui protège la feuille.

Le parenchyme palissadique : est logé sous l'épiderme supérieur. Il se compose de cellules remplies de chloroplastes.

Le parenchyme lacuneux, constitué d'une couche de cellules moins régulières, peu jointives et laissant entre elles d'importantes lacunes. Ces cellules sont plus pauvres en chloroplastes, surtout vers le centre de la feuille.

Les faisceaux criblovasculaires : ce sont les tissus conducteurs superposés, les faisceaux criblovasculaires, sont identiques à ceux observés dans la tige. Ils sont en réalité, la suite de ceux de la tige et du pétiole et correspondent aux nervures du limbe. Des formations secondaires apparaîtront rapidement.

L'épiderme inférieur est aussi formé de cellules serrées les unes contre les autres et recouvertes d'une couche cireuse. Il est perforé de **cellules stomatiques** qui permettent à l'air de passer dans la feuille ou d'en sortir. **L'ostiole** est l'ouverture au centre du stomate.

2. La structure anatomique d'une feuille dicotylédone

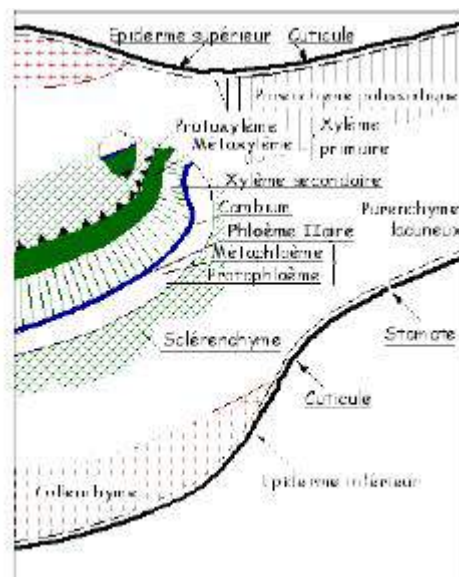
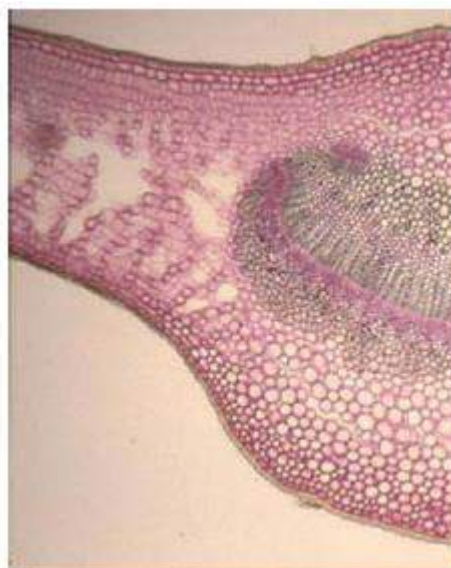
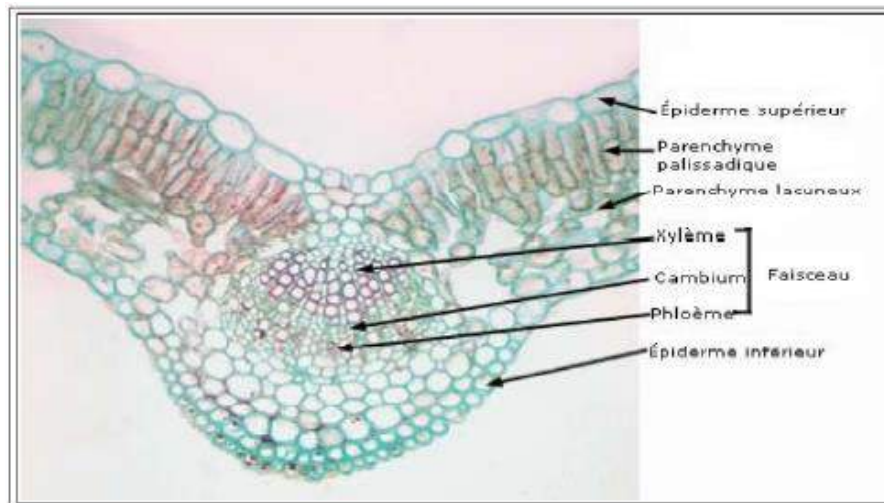


Fig 20 : Coupe transversale de la nervure principale d'un limbe de Houx

Sur cette coupe (fig. 20), on observe de l'extérieur vers l'intérieur:

- 2 épidermes, l'épiderme inférieur sur la face dorsale pourvu d'une cuticule mince et riche en stomates et l'épiderme supérieur sur la face ventrale, bordés d'une épaisse cuticule où il y a moins de stomates,
- un **parenchyme** dit **mésophylle, non homogène**, c'est le parenchyme de la feuille, c'est un parenchyme chlorophyllien le plus souvent bifacial asymétrique.

Il comprend un **parenchyme palissadique** se trouvant sur la face ventrale, formé d'une ou plusieurs couches de cellules, les cellules sont riches en chloroplastes, il est situé sous l'épiderme supérieur. Le **parenchyme lacuneux**, se trouvant sur la face dorsale, localisé entre l'épiderme inférieur et le parenchyme palissadique, moins riche en chloroplastes, il contrôle les échanges gazeux entre la feuille et l'atmosphère.

- un système vasculaire composé de **phloème I et II** et de **xylème I et II** de part et d'autre et du **cambium**. La nervure principale présente des tissus de soutien, du collenchyme, près de l'épiderme, et du sclérenchyme près des vaisseaux

- Les feuilles des dicotylédones sont caractérisées par une nervation pennée (une grosse nervure centrale et des nervures secondaires qui partent obliquement),

3. La structure d'une feuille monocotylédone

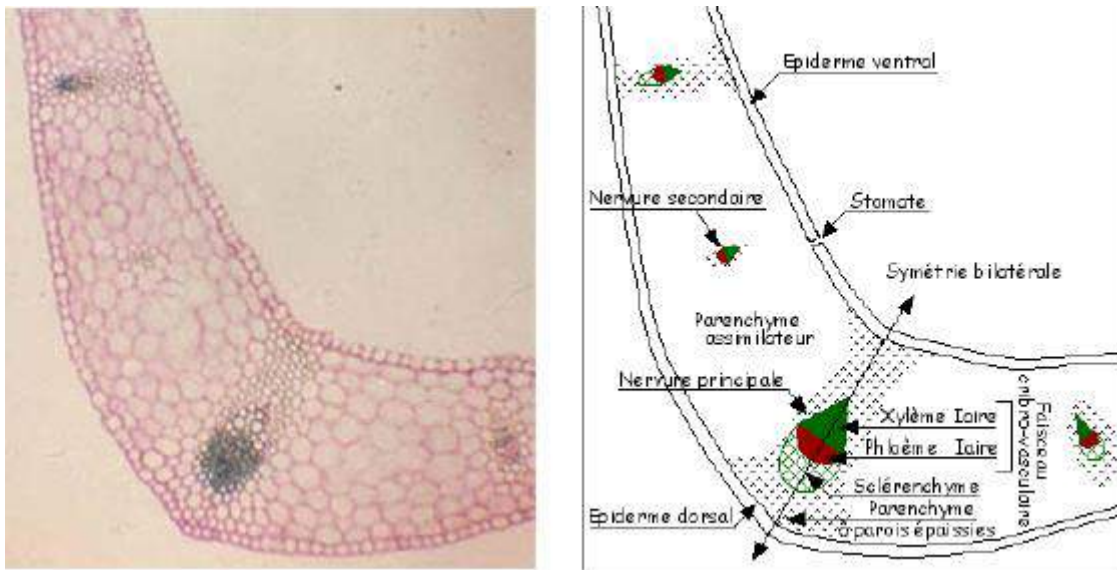


Fig 21 : Coupe transversale dans le limbe de Muguet

Sur cette coupe (fig.21), on observe de l'extérieur vers l'intérieur :

- un épiderme à la surface de l'organe (les jeunes feuilles possèdent une cuticule plus ou moins épaisse non visible sur cette coupe),
- les stomates sont répartis de façon égale sur l'épiderme de la face ventrale et dorsale,
- un parenchyme dit mésophile est **homogène**,
- un système vasculaire, qui correspond aux nervures, composé de xylème primaire ventral et de phloème primaire dorsal,
- un sclérenchyme coiffant et protégeant les tissus conducteurs,
- un parenchyme à parois cellulosesiques qui entoure la nervure.
- Les nervures présentent les nervures médianes et les nervures marginales, elles sont parallèles, et reliées entre elles par des fines nervures transversales.

- LA FLEUR

Les Angiospermes regroupent les plantes à fleurs dont le ou les ovules sont enfermés dans un ovaire, la reproduction sexuée s'effectue dans les fleurs. Leur organisation florale est tout à fait spécifique.

Une fleur type d'Angiospermes est constituée d'un ensemble de pièces florales fixées sur l'extrémité élargie ou réceptacle floral, d'un axe nommé pédoncule qui est inséré sur une tige où on retrouve une feuille modifiée appelée bractée.

La fleur type d'angiosperme est constituée du pédoncule, du réceptacle et de quatre verticilles (groupes de pièces florales rangées en cercle) qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur : **le calice et la corolle** (pièces stériles), **l'androcée et le gynécée** (pièces fertiles)

Certaines plantes ont des fleurs isolées (solitaire), mais beaucoup ont des fleurs réunies en petits "bouquets" appelés **inflorescence**.

Une fleur isolée est portée par un **pédoncule**, s'il est inexistant, dans ce cas, la fleur est **sessile**, et si l'axe portant une fleur individuelle dans une inflorescence on l'appelle le **pédicelle**.

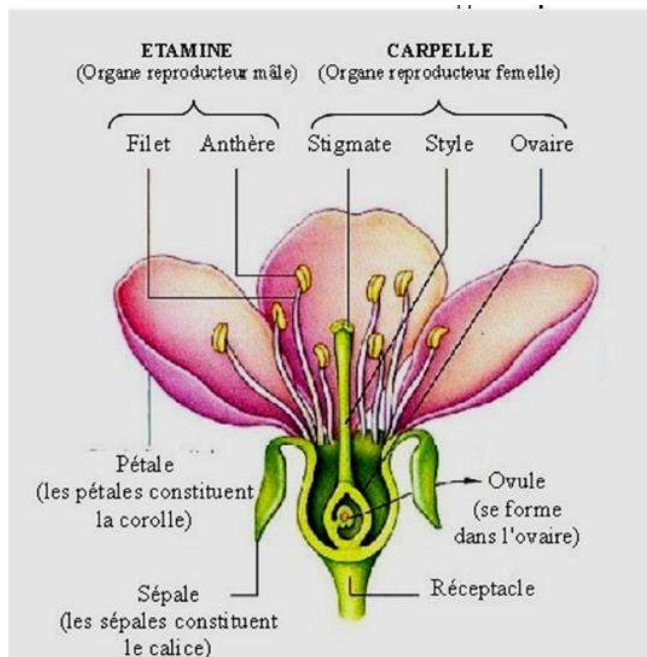


Fig 22 : Schéma d'une fleur d'Angiospermes

1. Le périanthe

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

1.1. Le calice

Formé par l'ensemble des **sépales**, pièces souvent **verdâtres** d'aspect foliacé, situé à la base de la fleur. La persistance du calice est également variable :

- il est **caduc** lorsqu'il tombe aussitôt la fleur épanouie ;
- il est **persistant** lorsqu'il subsiste jusqu'à la maturation du fruit.

1.2. La corolle

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

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

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

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

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

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

2.1. L'androcée

L'androcée est l'organe reproducteur mâle de la plante, formé par **l'ensemble des étamines** disposées en **spirales** ou en **verticilles** sur le réceptacle.

Chaque étamine est typiquement constituée d'une partie inférieure le plus souvent cylindrique, grêle et allongée (**filet**) assurant sa fixation sur le réceptacle et d'une partie supérieure de forme très variable, appelée **anthère**. Cette dernière est généralement formée de deux **thèques**, unies par un **connectif** (prolongement du filet); chaque thèque renferme deux **sacs polliniques**. La libération du pollen se fait par déhiscence des anthères.

Les étamines sont implantées directement sur le réceptacle.

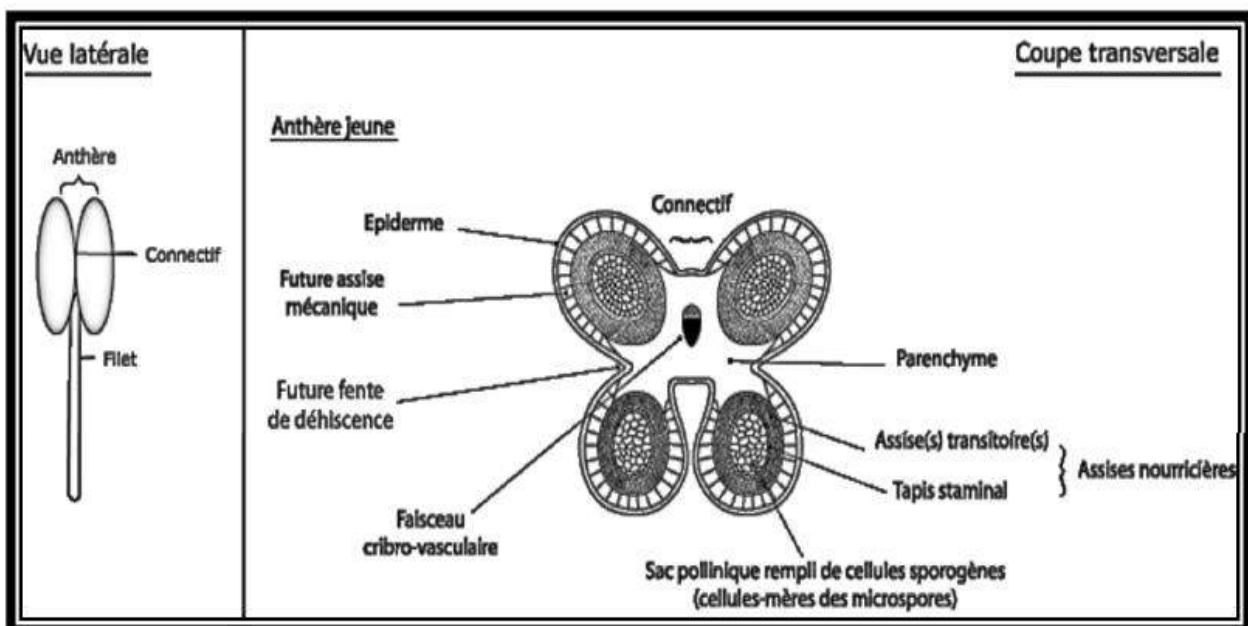
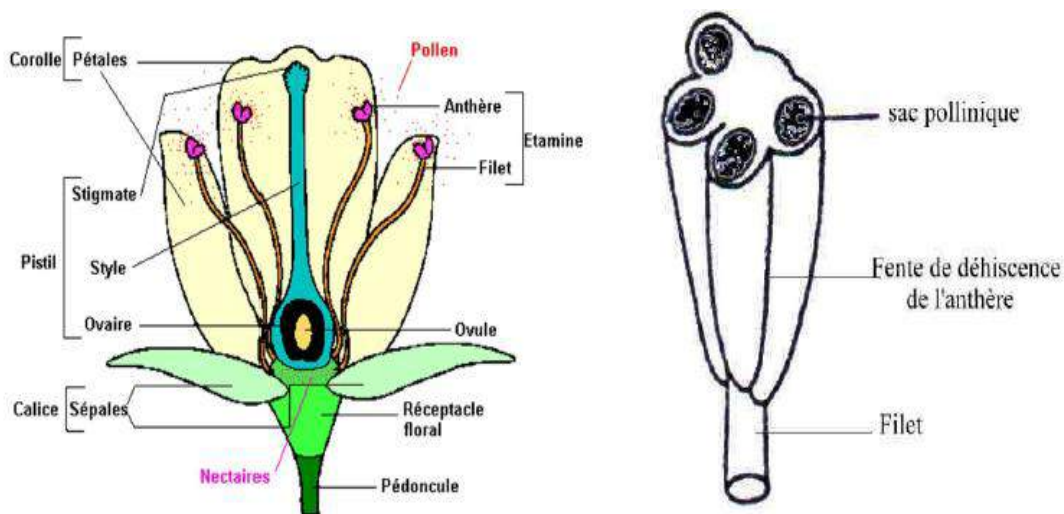


Fig 23 : Etamine et coupes transversales d'anthères

2.2. Le gynécée

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

Chaque carpelle est composé de la base au sommet :

- Une partie renflée (l'**ovaire**) renfermant le ou les **ovules**.
- Un **style** prolongeant l'ovaire.
- Un **stigmate** se trouve au sommet du style et permettant de retenir le pollen, une voie de passage du tube pollinique vers la cavité de l'ovaire. Le style et le stigmate prennent différentes formes.

Dans la majorité des cas, la fleur possède à la fois un androcée et un gynécée : elle est dite **bisexuée** ou **hermaphrodite**.

Il existe des espèces **unisexuées**, c'est-à-dire qui possèdent seulement un gynécée (**fleurs pistillées**), ou possèdent seulement un androcée (**fleurs staminées**).

On peut également rencontrer des **fleurs stériles**, sans étamines ni carpelles.

Si les fleurs mâles et femelles sont produites sur un même individu, la **plante** est dite **monoïque**;

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

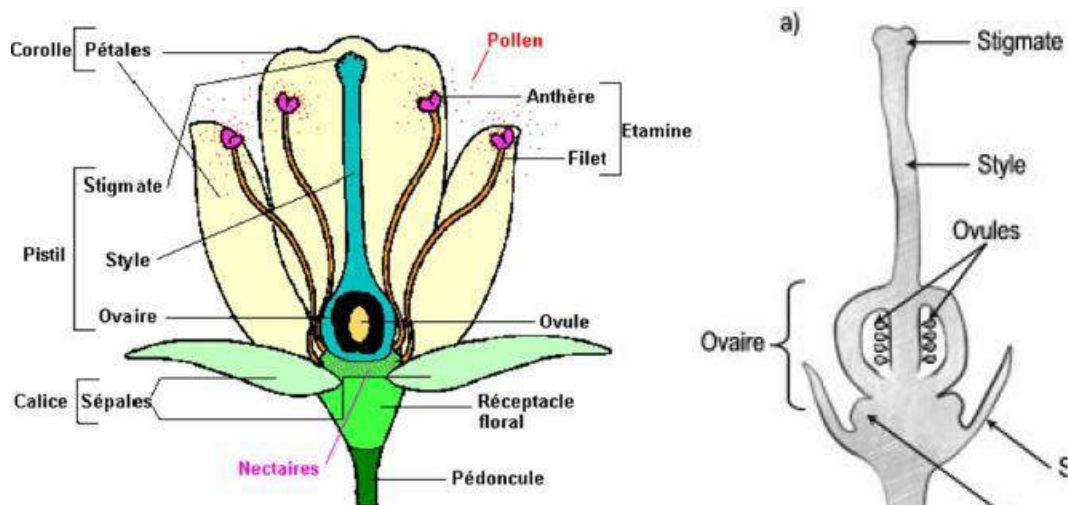


Fig 24: Gynécées et coupe transversale dans un carpelle

La Placentation

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

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

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

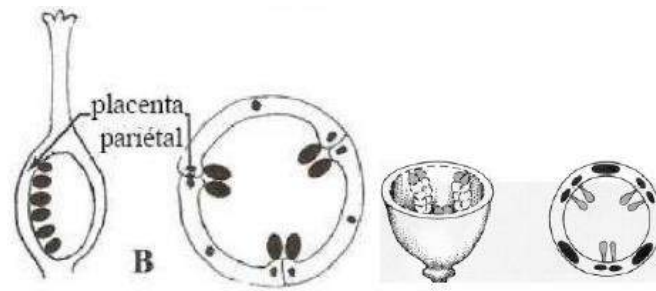


Fig 25 : Placentation pariétale

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

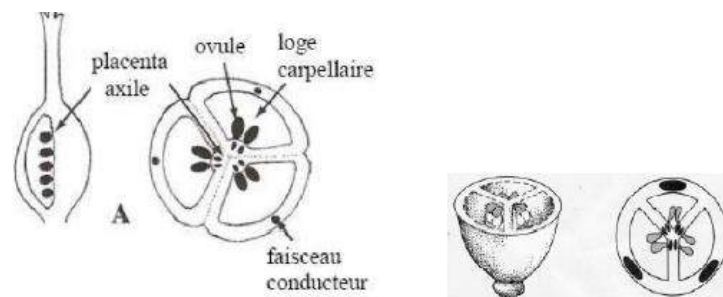


Fig 26 : Placentation axile

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

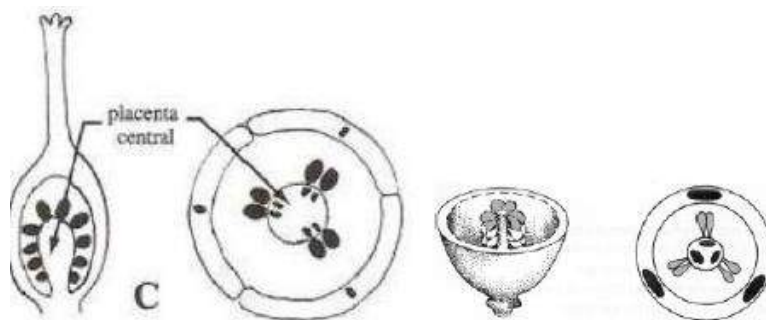


Fig 27: Placentation centrale

3. Disposition et nombre des pièces florales

3.1. Disposition de l'ovaire et des pièces florales

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

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

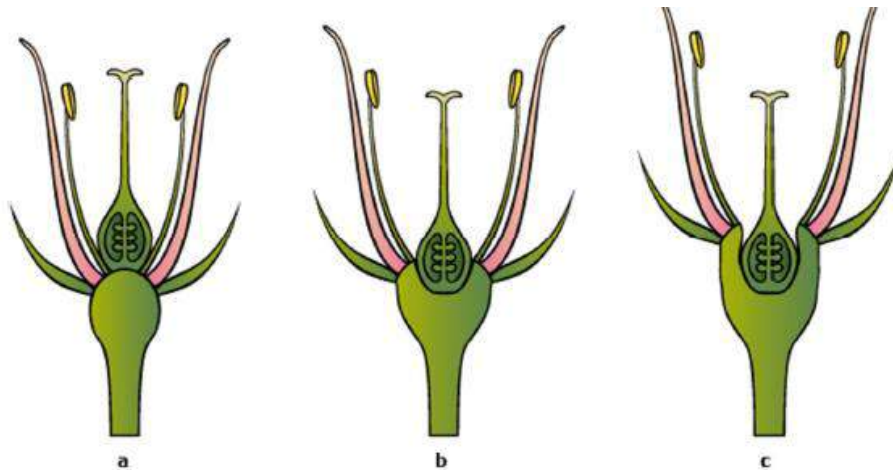


Fig 28 : (a) ovaire supère (fleur hypogyne) – (b) ovaire semi-infère (fleur périgyne) – (c) ovaire infère (fleur épigyne)

3.2. Nombre de pièces florales

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

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

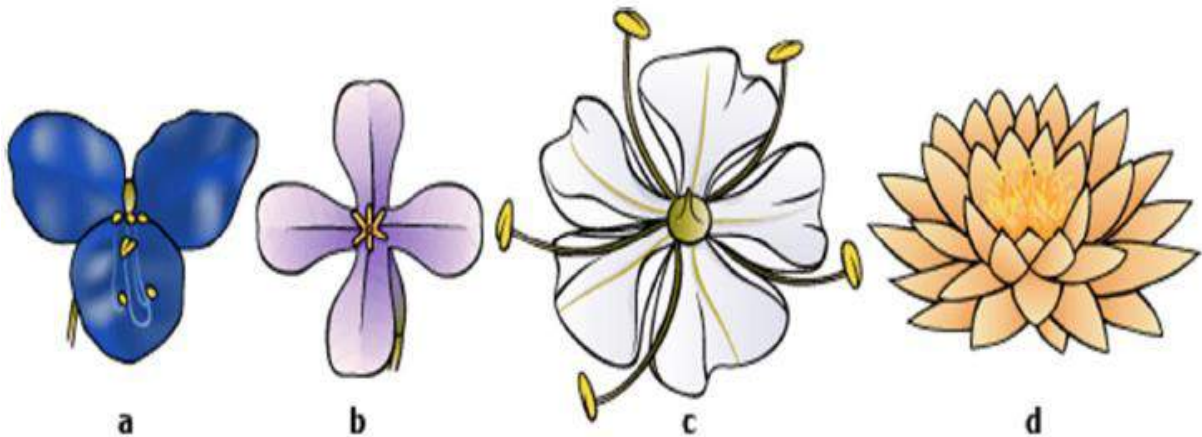


Fig 29 : Nombre de pièces florales par verticille : a. trimère - b. tétramère - c. pentamère -d. polymère

E- LE FRUIT

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

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

L'exocarpe (épicarpe), le mésocarpe et l'endocarpe.

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

1. Le fruit simple : Suite à la fécondation un **vrai (simple) fruit** résulte de la transformation du **gynécée uniquement d'une seule fleur** et ce gynécée est composé **d'un seul carpelle** ou de plusieurs carpelles **soudés**.

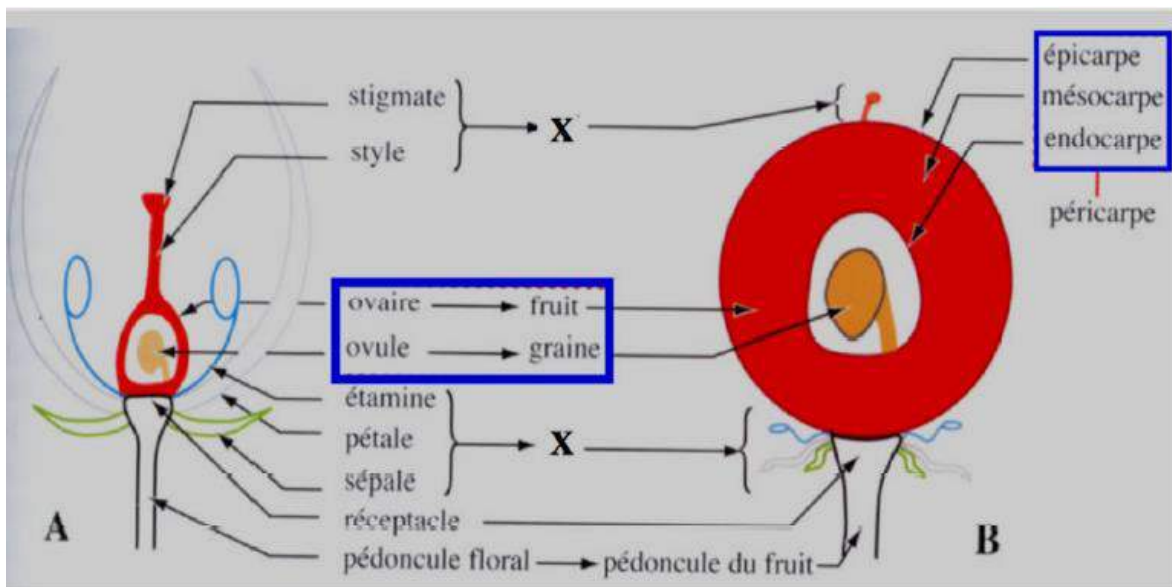


Fig 30 : Transformation de l'ovule en graine et de l'ovaire en fruit

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

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

Tableau comparatif entre : Tige Monocotylédone et Dicotylédones		
Caractères	Tiges (mono)	Tige (dico)
Faisceaux libéro-ligneux	Nombreux et disposés sur plusieurs cercles concentriques	Peu nombreux (généralement deux cercles concentriques)
Bois I aire	En forme V avec le liber I aire logé dans le creux	En triangle avec le liber I aire sur la base du triangle
Formations secondaires	absentes	-Suber remplace l'épiderme -Liber II aire -Bois II aire héréroxylé

Tableau comparatif entre : racine monocotylédone et dicotylédone		
Caractères	Racines (mono)	Racines (dicot)
Tissus protecteurs	subéroïde	Assise subéreuse
endoderme	En forme de U	À cadre
Péricycle	réduit	Plus important
Nombre de FLL	Important (= 12)	Réduit (= 6)
Formations secondaires	absentes	-Suber remplace l'assise subéreuse -liber II, Bois II héréroxylé

Tableau comparatif entre : Feuille monocotylédone et dicotylédone		
Caractères	Feuille (Mono)	Feuille (Dico)
Mésophylle	Homogène : parenchyme à méat	Hétérogène: -P. Palissadique : face supérieure - P. Lacuneux face interne
Faisceaux libéro-ligneux	Nombreux , sensiblement identiques —> nervures parallèles	En général au niveau de la nervure principale. Parfois dans le limbe au niveau des nervures secondaires
Formations secondaires	Absentes	peu développées en général au niveau de la nervure principale. -Liber II aire - Bois II aire héréroxylé

Caractéristiques des méristèmes primaires

Localisation	aux extrémités des tiges et des racines
Rôles	assurent la croissance en longueur
Cellules	petites, isodiamétriques
Noyau	sphérique, volumineux, au centre de la cellule, très riche en chromatine
Cytoplasme	dense abondant
Vacuoles	nombreuses et très petites, contenu très concentré
Paroi	paroi pecto-cellulosique
Plastes	plastes non différenciés, proplastés
Inclusions lipidiques	peu nombreuses

Caractéristiques des méristèmes secondaires.

Localisation	Dans les parties âgées des tiges et des racines
Rôles	Assurent la croissance en épaisseur
Cellules	Grandes, allongées et aplaties radialement
Noyau	Fusifforme, petit, appliqué contre la paroi
Cytoplasme	Peu important
Vacuoles	Une ou deux grandes vacuoles
Paroi	Paroi pecto-cellulosique
Plastes	Plastes non différenciés, proplastés
Inclusions lipidiques	Peu nombreuses

Les différents types de tissus primaires

Tissus	Types de cellules	Forme des cellules	Paroi	Localisation
PARENCHYMES <i>Ce sont les tissus fondamentaux. Ils sont le siège de toutes les fonctions de synthèse.</i>				
Chlorenchyme	Cellules vivantes	Cellules isodiamétriques ou allongées	Paroi peu différenciée nombreux méats	Intérieur des feuilles
Parenchyme de réserve				Racines, tubercules...
Parenchyme aquifère				Plantes succulentes
TISSUS DE REVÊTEMENT <i>Ils isolent les parenchymes du milieu extérieur.</i>				
Épiderme	Vivantes, peu différenciées	Une seule assise	Paroi externe épaissie	Sur les organes aériens
Rhizoderme		Poils absorbants	Paroi mince	Assise pilifère de la racine
TISSUS CONDUCTEURS				
Le xylème <i>assure la circulation de la sève brute.</i>				
Trachées (vaisseaux)	Mortes en fin de différenciation	Un vaisseau est constitué de cellules assez courtes disposées bout à bout et parallèles entre elles	Paroi primaire rigide. La secondaire est constituée d'anneaux spiralés. Perforations sur les cotés	Localisation profonde
Trachéïdes		Chaque trachéïde est constituée de cellules allongées et parallèles. Les extrémités sont en biseau	Paroi rigide mais peu épaisse. Paroi secondaire constituée d'anneaux et de spires, ponctuations sur les parois	

Les différents types de tissus primaires (suite)

Tissus	Types de cellules	Forme des cellules	Paroi	Localisation
TISSUS CONDUCTEURS (SUITE)				
Le phloème <i>assure la circulation de la sève élaborée.</i>				
Tubes criblés	Vivantes, sans noyau quand différenciées	Cellules allongées, dans le sens longitudinal. Aux parois obliques. Placées bout à bout	Parois épaisses pectocellulosiques. Les parois transversales sont criblées de pores	Localisation profonde
Cellules compagnes	Vivantes	Une cellule étroite allongée le long du tube criblé	Parois cellulosiques, non criblées	
TISSUS DE SOUTIEN				
Collenchyme	Vivantes, plastas peu différenciés	Cellules, recloisonnées pourvues d'un noyau	Paroi primaire épaissie, cellulósique	À la périphérie des parties aériennes
Fibres libériennes	Mortes	Cellules très allongées	Paroi épaisse, ponctuations	À côté des tubes criblés
Fibres ligneuses	Mortes	Cellules très allongées	Paroi épaisse, ponctuations peu nombreuses	À côté des vaisseaux
Fibres cellulósiques	Vivantes	Jusqu'à 50 cm de longueur	Se distinguent du collenchyme par la présence d'une paroi secondaire	Fibres à côté du phloème
Sclérenchyme	Mortes	Grand allongement parallèle à l'axe de l'organe. Plusieurs cm de longueur	Paroi lignifiée, épaisse	Se développent dans les organes dont l'allongement est terminé
TISSUS DE SÉCRÉTION				
Cellules isolées	Vivantes, accumulent dans les vacuoles les produits élaborés	Isodiamétriques	Paroi pecto-cellulosique	Parenchymes corticaux de tiges, parenchymes foliaires
Canaux excréteurs	Vivantes, excrètent les produits élaborés dans des poches et des canaux		Paroi cellulósique	

République Algérienne Démocratique Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ferhat ABBAS– Sétif 1–

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des Sciences Agronomiques



Université Ferhat Abbas Sétif 1

**Sciences de la Vie et Impact
Socio-Economique**

M^{me} GUESSOUM Salima

Année universitaire 2019/2020

Sciences de la Vie et Impact Socio-Economique

Chapitre 1 : La Production Animale et Végétale

Introduction :

La production agricole fournit les aliments nécessaires à un nombre croissant d'êtres humains (7,003 milliards sur terre le 1^{er} Janvier 2012, et 7,703 milliards le 1^{er} Janvier 2020). Depuis les années 50, la modernisation de l'agriculture a permis d'accroître la production alimentaire, générant des conséquences sur l'environnement et sur la santé.

1. La production animale :

- C'est l'ensemble des Activités et des techniques qui assurent la multiplication des animaux souvent domestiques, parfois sauvages, pour l'usage des humains.
- Vise à faire naître et élever des animaux pour la consommation directe (Viande, Poisson, ...) ou leurs produits secondaires pour l'alimentation (lait, œuf, miel, soie, laine,... etc).
- Les exploitations agricoles peuvent orienter leur production vers les bovins, les ovins/caprins, les granivores, les abeilles, l'aquaculture...
- L'élevage fait appel à diverses techniques dont : la sélection, les organismes génétiquement modifiés (**OGM**), l'alimentation animale, la médecine vétérinaire, et la zootechnie, notamment.
- La production animale est l'ensemble des techniques relatives à l'élevage des animaux qui produisent divers produits propres à la consommation des humains.

1.1. L'élevage : est l'ensemble des opérations agricoles ayant pour objet d'assurer la reproduction des animaux et leur entretien en vue de leur utilisation (travail, loisirs) ou de leur produits (viande, lait, cuir, etc...).

1.2. Les produits de l'élevage :

- *Les Animaux eux-mêmes* (jeunes assurant l'accroissement des troupeaux, animaux de repeuplement de territoire de chasse ou de pêche, animaux de compagnie, ...).
- *Produits animaux* pour l'alimentation humaine ou animale : viandes, abats, poisson, coquillages, lait, œufs, miel.
- *Produits non alimentaires* : poils, laine, cuir, plumes, duvet, fourrure, corne, soie,...etc.
- *Sous-produits* : farines animales, fumier, lisier...
- *Et pour le travail* : animaux de labour, chiens policiers, et de chasse... .

L'élevage s'applique *le plus souvent* aux espèces d'animaux domestiques. On élève aussi des animaux sauvages.

1.3. Types d'élevage :

- Elevage extensif pastoral, ancestral et nomade (zones agropastorale et steppique) ;
- Élevage traditionnel, associé à la culture des céréales et assurant une certaine autosuffisance des ménages ;
- Élevage bio, axé sur la production animale et sa commercialisation avec un minimum d'impacts sur l'environnement ;

- Elevage intensif ou industriel, axé sur la production d'origine animale engendrant le maximum de rentabilité ;
- Elevage familial ou à petite échelle, pratiqué dans les zones isolées défavorisées ou de montagne pour l'autoconsommation.

➤ **Elevage Spécialisé :**

Il existe plusieurs types d'élevage :

- **Élevage bovin** : élevage des vaches.
- **Élevage ovin** : élevage des moutons.
- **Élevage caprin** : élevage des chèvres.
- **Élevage équin** : élevage des chevaux.
- **Élevage avicole** : élevage des oiseaux.
- **Élevage canin** : élevage des chiens.
- **Élevage félin** : élevage des chats.
- **Élevage cunicole** : élevage des lapins....
- **L'apiculture** : élevage des abeilles.
- **La pisciculture** : élevage des poissons.
- **La sériciculture** : élevage des vers à soie (Non pratiqué en Algérie).
- **Élevage porcine** : élevage des porcs (Non pratiqué en Algérie).

1.4- Impacts de l'élevage

La généralisation, la concentration et l'industrialisation rapide des élevages n'ont pas été sans impacts négatifs sur l'environnement, et engendrent des problèmes liés à :

- La pollution des eaux de surfaces et souterraines (nitrates et phosphates) ;
- Les nuisances olfactives;
- L'Affaiblissement de la diversité génétique induite par la non maîtrise des méthodes de sélection et d'insémination, favorisant la consanguinité des animaux au sein des espèces élevées, et engendrant potentiellement des zoonoses. Ces dernières peuvent se transmettre directement, ou indirectement par la consommation de produits animaux (œufs, lait, viande). Inversement, l'Homme peut aussi transmettre des maladies aux animaux. Il peut s'agir de maladies virales, bactériennes ou parasitaires.
- Le surpâturage en steppe et sur les lieux d'anciennes forêts peut avoir des impacts irréversibles sur la régénération de la biodiversité.
- La conduite de l'élevage hors-sol dans les pays industrialisés est un facteur de bouleversement des paysages (les cultures industrielles de soja et maïs remplacent les pâtures qui constituaient des puits de carbone et des filtres pour l'eau).
- La diffusion planétaire de l'élevage en batterie (élevages de plus de 10 000 à 50 000 volailles) semble avoir eu un rôle dans la diffusion du virus **H5N1** et d'autres pathogènes).
- La stimulation de la production laitière bovine ou la production de viande par l'usage d'hormones de croissance (somatotropine bovine essentiellement).
- Le clonage des animaux ou les modifications par génie génétique sont à l'origine de conflits commerciaux actuellement gérés par l'OMC. À titre d'exemples, la production par génie

génétique des hormones de synthèse (Ex Somatotropine bovine recombinée) ayant effet de perturbateur endocrinien sur la santé des consommateurs.

- L'usage de farines animales dans l'alimentation d'herbivores a été à l'origine de la diffusion d'un prion pathogène à l'origine de la maladie de la vache folle.
- Les méthodes modernes d'élevage (aliments à base de maïs et soja, farines de poisson, ainsi que la consommation de fioul, eau, pesticides et autres intrants) ont eu des effets économiques et sociaux (le nombre d'emplois nécessaires pour produire une tonne de viande a fortement baissé) et des effets sur l'empreinte écologique.
- La diffusion dans l'environnement de résidus de médicaments vétérinaires via les urines et excréments (lisiers, fumiers) à partir d'élevages (notamment de bovins ou de porcs et à partir des piscicultures) est un problème émergent, qui semble déjà avoir des effets importants.

2. La production végétale :

La production végétale dépend de la disponibilité de terres arables et varie notamment en fonction des rendements, de l'incertitude macro-économique et des modes de consommation. Elle a un fort impact sur les prix des produits agricoles.

- L'importance de la production végétale est liée aux surfaces récoltées, à la production par hectare (rendement) et aux quantités produites.
- Le rendement des cultures est la quantité de produits végétaux obtenue par unité de surface récoltée.
- Le rendement réel, sur l'exploitation, est fonction de plusieurs facteurs tels que le potentiel génétique de la variété, le rayonnement solaire, l'eau et les éléments nutritifs absorbés par les plantes, la présence d'adventices (mauvaises herbes), changements climatiques et autres ennemis des cultures. Cet indicateur est calculé pour le blé, le maïs, le riz et le soja. Il est exprimé en tonnes par hectare.
- La production végétale est l'ensemble des techniques relatives à la culture des végétaux (plantes, légumes, fruits...) produisant divers produits de consommation.

2.1. Les différents produits issus de la production végétale :

Le secteur des productions végétales regroupe une multitude de productions, notamment :

✚ Céréales :

Les céréales sont irriguées dans le Sud Algérien. Le blé dur est la céréale la plus représentée devant l'orge et le blé tendre. La production varie fortement en fonction de la pluviométrie.

✚ Cultures maraichères :

Le maraîchage, ou horticulture maraîchère est la culture de légumes, de certains fruits.

Elles ont connu un développement important au cours des dernières années.

La production totale est passée de 6 millions de tonnes en 2007/2008 à 9,5 millions en 2010/2011, soit une augmentation de 58 %.

La pomme de terre, produit de grande consommation, est l'espèce la plus représentée avec une production de 3,8 millions de tonnes. L'Algérie est d'ailleurs devenue récemment exportatrice de pomme de terre.

Oléiculture :

- Huileries d'extraction des huiles d'olive.
- L'augmentation des surfaces plantées en oliviers est l'un des objectifs des projets de développement agricole du pays.
- L'ambition des autorités algériennes est d'atteindre à moyen terme 1 million d'ha alors que la superficie actuelle n'est que de 370 000 ha.
- En 2010/2011, la production d'olives a été de 610 800 tonnes, ce qui place l'Algérie au neuvième rang dans le monde. Mais les exportations d'olive et d'huile d'olive demeurent encore très faibles.

Viticulture :

La viticulture est l'activité agricole consistant à cultiver certaines variétés de vigne produisant un fruit pour la consommation humaine : le raisin.

La viticulture en Algérie est également un secteur exportateur. L'Algérie reste aujourd'hui le 2^{ème} producteur de vin en Afrique derrière l'Afrique du Sud.

Agrumes :

Le verger agrumicole Algérien couvre 63 000 ha.

La production (oranges principalement, mandarines, clémentines, citrons) a été de 1,1 million de tonnes en 2010/2011. Elle est pour son quasi-totalité destinée au marché algérien.

On trouve des agrumes dans la plupart des régions du pays.

Rosacées fruitières :

La production de fruits à noyau et à pépins s'est élevée à 1,3 million de tonnes en 2010/2011. Principalement des pommes, poires, coings, nèfles et grenades.

Fruits à noyaux :

L'Algérie produit des fruits à noyaux tel que: les abricots, les cerises, les pêches, les prunes. On trouve ces derniers dans la plupart des régions du pays même dans le sud de l'Algérie.

Fruits rustiques :

Le plus fréquent en Algérie est la figue de barbarie.

La production des figues de barbarie est assez abondante dans la wilaya de M'Sila (Algérie) où le climat de type aride (sec).

Phoeniciculture :

La phoeniciculture est la culture du palmier dattier.

Les palmiers dattiers occupent une superficie de 160 000 ha. Ils sont localisés dans le sud Algérien, principalement dans les wilayas de Biskra, El Oued et Ouargla.

La production de dattes est en constante augmentation : de 550 000 tonnes en 2007/2008 elle est passée à 720 000 tonnes environ en 2010/2011, ce qui place le pays au sixième rang mondial des pays producteurs.

2.2. Influence des facteurs du milieu sur la production végétale :

L'efficacité de la production agricole d'un végétal, qu'elle soit mesurée en termes de productivité (accroissement total de la biomasse végétale par superficie et unité de temps) ou de rendement (biomasse récoltée par hectare pour une culture donnée) est conditionnée par le programme génétique du végétal cultivé, mais aussi par certains facteurs du milieu dans lequel il se trouve.

Ces facteurs sont multiples :

- ✚ Les facteurs qui entrent en jeu dans la photosynthèse : Éclairement, teneur en **CO₂** et de l'air, approvisionnement en eau et en sels minéraux...
- ✚ Les conditions climatiques : Température, pluviométrie...
- ✚ Les facteurs qui déterminent la qualité du sol : Présence de la matière organique, circulation d'eau, la présence de sels minéraux oxygénation des racines...
- ✚ Les facteurs biotiques (liés à la présence d'autres êtres vivants) : présence de parasites, d'insectes, de plantes entrant en compétition avec le végétal concerné, mais aussi champignons des mycorhizes (= associations racine-champignons), bactéries fixant l'azote atmosphérique et développant des nodosités sur les racines...

3. Industrie de l'agroalimentaire

L'industrie agroalimentaire (**IAA**) est l'ensemble des activités industrielles qui transforment des matières premières issues de l'agriculture, de l'élevage ou de la pêche en produits alimentaires destinés essentiellement à la consommation humaine.

A ne pas confondre avec l'agro-industrie qui comprend, la transformation des matières premières issues de l'agriculture, de la pêche et de la foresterie en produits non alimentaires, comme les biocarburants, les biomatériaux et les biotechnologies industrielles.

Les industries agroalimentaires ne prennent pas en compte les petites agricultures vivrières. Les cultures à des fins non alimentaires (pharmaceutiques, chimiques, textiles, énergétiques) font partie de ce secteur d'activité malgré qu'elles soient liées à des filières agro-industrielles spécifiques.

a. Secteurs de l'agroalimentaire : le secteur agroalimentaire regroupe deux ensembles :

- ✚ L'agriculture qui élève les animaux, cultive les plantes et qui fournit les intrants à l'industrie agroalimentaire.
- ✚ L'industrie agroalimentaire qui transforme des produits vivants élevés, des plantes ou des fruits cultivés en produits alimentaires.

b. Métiers de l'agroalimentaire

Le cœur de l'activité agroalimentaire comprend les métiers de la fabrication et de la production et de la recherche et du développement. Ils correspondent aux professions suivantes :

- Ouvriers de production non qualifiés : transformation des viandes ou autre industrie agroalimentaire;
- Ouvriers qualifiés et agents qualifiés de laboratoire : agroalimentaire, chimie, biologie, pharmacie;
- Pilotes d'installation lourde des industries de transformation : agroalimentaire, chimie, plasturgie, énergie;
- Autres opérateurs et ouvriers qualifiés de l'industrie agricole et alimentaire ;

- Techniciens de production et de contrôle qualité des industries de transformation (biologie);
- Techniciens de recherche-développement et des méthodes de production des industries de transformation;
- Ingénieurs et cadres d'étude de recherche et développement des industries de transformation (agroalimentaire, chimie, métallurgie, matériaux lourds);
- Ingénieurs et cadres de fabrication des industries de transformation (agroalimentaire, chimie, métallurgie, matériaux lourds).

c. Transformation et fabrication alimentaire

Industrie de la viande	Transformation et conservation de la viande de boucherie Transformation et conservation de la viande de volaille Préparation industrielle de produits à base de viande
Industrie des fruits et légumes	Transformation et conservation de pommes de terre Préparation de jus de fruits et légumes Autre transformation et conservation de légumes Transformation et conservation de fruits
Industrie laitière	Fabrication de lait liquide et de produits frais Fabrication de fromage Fabrication d'autres produits laitiers Fabrication de glaces et sorbets
Industrie du grain et céréales	Meunerie Autres activités du travail des grains Fabrication de produits amylacés Fabrication industrielle de pain et de pâtisserie fraîche Fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation Fabrication de pâtes alimentaires
Produits sucrés	Fabrication de sucre Fabrication de cacao, chocolat et de produits de confiserie
Autres industries	Transformation et conservation de poisson, crustacés et mollusques Fabrication d'huiles et graisses brutes Fabrication d'huiles et graisses raffinées Fabrication de margarine et graisses comestibles similaires Transformation du thé et du café Fabrication de condiments et assaisonnements Fabrication de plats préparés Fabrication d'aliments homogénéisés et diététiques
Fabrication de boisson	Production de boissons alcooliques distillées Production d'autres boissons fermentées non distillées Industrie des eaux de table Production de boissons rafraîchissantes
Alimentation animale	Fabrication d'aliments pour animaux de ferme Fabrication d'aliments pour animaux de compagnie

d. Additifs alimentaires

- **Définition** : Selon la loi algérienne depuis 2012, on entend par **additif alimentaire** toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et

dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet, qu'elle devient elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant des denrées alimentaires.

- Importance des additifs : Les additifs alimentaires sont des substances qui, ajoutées en petite quantité, permettent notamment de :

- Aider à la conservation en empêchant la présence et le développement de microorganismes indésirables (par exemple : moisissures ou bactéries responsables d'intoxications alimentaires) : on les appelle **conservateurs**.
- Eviter ou de réduire les phénomènes d'oxydation qui provoquent entre autre le rancissement (altération des graisses exposées à l'air, à la lumière et à la chaleur) des matières grasses ou le brunissement des fruits et légumes coupés : on les appelle **anti-oxygène**.
- Améliorer la présentation ou la tenue, on les appelle **agents de texture** (émulsifiants, stabilisants, épaississants, gélifiants).
- Rendre aux aliments, de renforcer ou de conférer une coloration : on les appelle colorants.
- Renforcer leur goût (exhausteurs de goût). Les édulcorants apportent ainsi un goût sucré.

Le code utilisé, est fixé au niveau européen, se compose de la lettre "E". En Algérie la loi permet aussi de retrouver le mot "**SIN**" suivi de ses fonctions technologiques (Il s'agit d'un numéro permettant d'identifier facilement la catégorie). Par exemple :

- 100 pour les colorants ;
- 200 pour les conservateurs ;
- 300 pour les agents anti-oxygène ;
- 400 pour les agents de texture.

- Risques pour la santé

Tous les additifs alimentaires doivent être soumis à une observation permanente et doivent être réévalués chaque fois que nécessaire, à la lumière des changements apportés aux conditions d'emploi et des nouvelles informations scientifiques disponibles.

Une étude britannique aurait établi un lien, chez les enfants âgés de 3 ans environ, entre le risque d'hyperactivité et l'ingestion d'aliments contenant des additifs comme l'acide benzoïque. L'hyperactivité se traduit par une incapacité à rester en place, à se concentrer et une impulsivité.

Certains additifs, pourtant autorisés, sont reconnus comme potentiellement cancérigènes. Il s'agit "de **colorants** : E123, E131, E142 ; de **conservateurs** : les dérivés benzoïques E210 à 219 et les dérivés nitrés E249 à 252 ; avec des doutes pour certains édulcolorants.

Notons qu'il est très difficile d'obtenir des informations sur la toxicité réelle des additifs, les rares études menées ne sont plus diffusées publiquement pour des raisons inconnues...

Chapitre 2 : Toxicologie et santé environnementale

Introduction :

De nombreuses activités humaines, qu'elles soient industrielles, chimiques, agricoles, voire domestiques, sont responsables de dégradations de l'environnement (Réchauffement de la planète, changements climatiques et perturbations des écosystèmes, diminution de la couche d'ozone, pollution des sols et des eaux mais également de l'air, etc...).

Ces **menaces environnementales** constituent un risque majeur pour les végétaux, les animaux et la santé de l'homme.

Dans ce chapitre on va citer les effets néfastes des polluants sur les végétaux, les animaux et sur la santé humaine.

▪ Qu'est-ce que la couche d'ozone ?

La couche d'ozone est une couche d'air, située entre 25 et 30 km au-dessus de la terre, qui filtre les rayons du soleil. La couche d'ozone se dégrade lorsque des trous apparaissent. Ces trous laissent passer certains rayons du soleil sans les filtrer. Ces rayons sont mauvais pour la santé.

▪ Quelles sont les conséquences de la dégradation de la couche d'ozone?

La dégradation de la couche d'ozone provoque :

- Une diminution de la qualité des cultures.
- Une mauvaise croissance des plantes.
- La mort des animaux et végétaux aquatiques.
- Le cancer de la peau.
- Des maladies des yeux (cataractes).

1. Impact des polluants sur les végétaux :

La pollution atmosphérique cause beaucoup de dégâts sur les végétaux :

- L'Augmentation des **gaz polluants** perturbe les arbres, qui se mettent à fabriquer des branches déformées. Parmi les 1^{ères} victimes, les sapins et les épicéas qui se mettent à jaunir.
- Les particules grasses de Diesel (des véhicules) bouchent les pores des feuilles (les stomates). La plante respire mal et sa photosynthèse est perturbée.
- De plus, l'ozone fait chuter le rendement de certaines cultures agricoles. Mais sans compter les pluies, les neiges et les brouillards acides qui, eux aussi, causent de nombreux dommages.
- Les **pluies acides** sont le fruit d'une rencontre entre un nuage de pluie et un nuage de pollution.
- Le dioxyde de soufre (**SO₂**) et les oxydes d'azote (**NO_x**) vont se dissoudre dans l'eau. Une fois dissous se changent en acides. Acide sulfurique(**H₂SO₄**) pour le soufre (**S**) et acide nitrique (**HNO₃**) pour l'azote (**N**). Ces acides sont particulièrement corrosifs : les feuilles sont brûlées et le sol perd de sa fertilité.

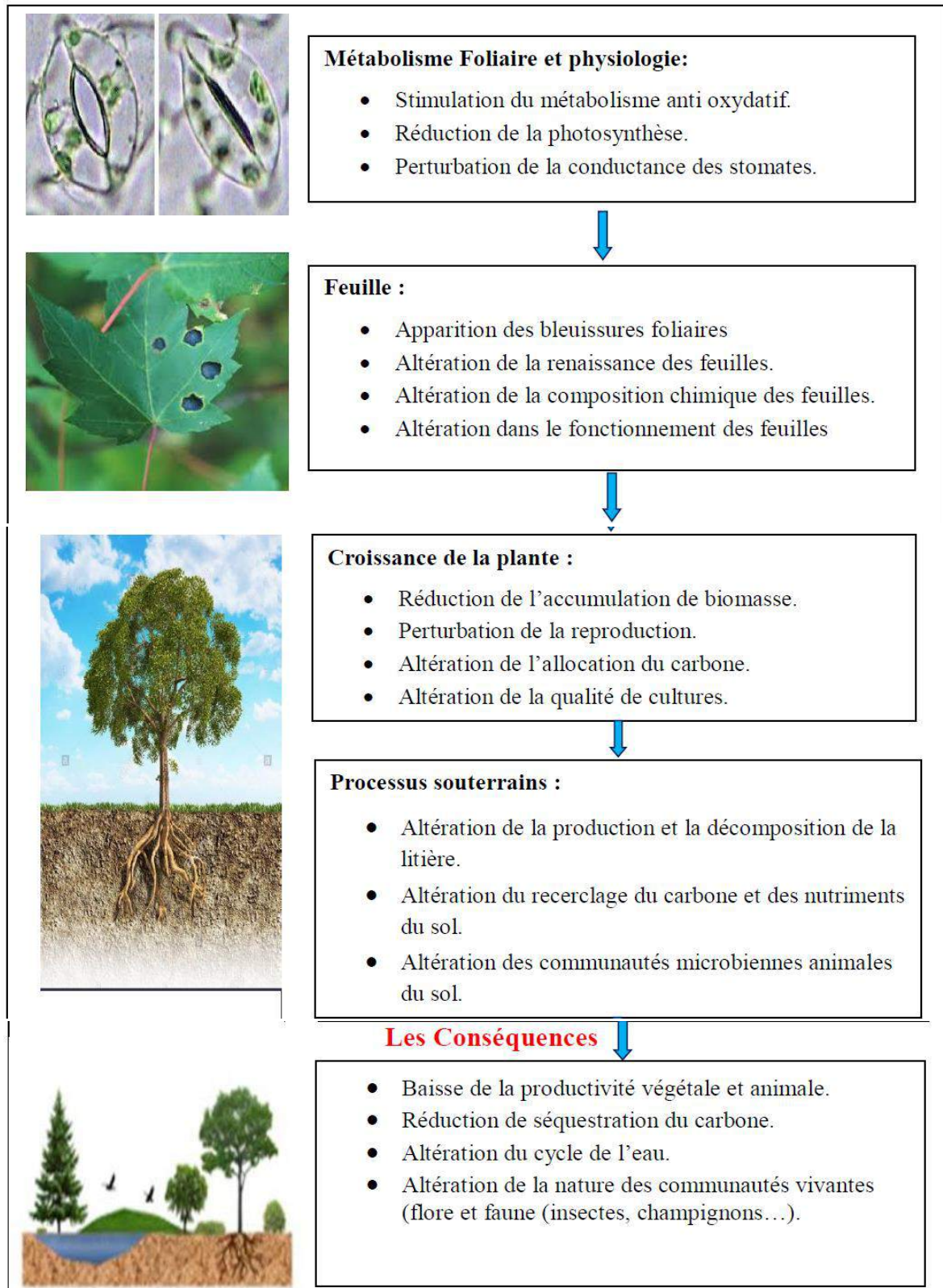


Figure 1. Effets de l'ozone sur la végétation

2. Impact des polluants sur les animaux :

La pollution atmosphérique, agricole et chimique engendre des effets nuisibles sur les animaux comme :

- Certaines pathologies comme des cancers.
- Fonctionnement anormal de la thyroïde.

- Fertilité diminuée.
- Féminisation des organes reproducteurs pour les mâles.
- Perturbation du système immunitaire.
- Irritations de la gorge et des yeux.
- Gênes respiratoires et crise d'asthme
- Autres maladies qui mènent à la mort des animaux.

3. Impact des polluants sur la santé humaine :

Dans ce plan, les experts décrivent les différentes pathologies et l'influence des polluants en fonction de l'ordre d'importance. Nous vous en proposons la synthèse suivante :

- ✚ **La maladie cardio-vasculaire telle que l'HTA** : Les facteurs environnementaux ne jouent pas un rôle prépondérant dans l'apparition de maladies cardiovasculaires, à l'exception de l'exposition au monoxyde de carbone (CO) qui pourrait favoriser des arythmies cardiaques et l'aggravation de symptômes angineux.
Une exposition excessive et prolongée au bruit auprès de personnes sensibles peut engendrer de l'HTA et des ischémies cardiaques.
- ✚ **Les cancers** : L'inhalation des gaz toxiques (surtout des usines) provoquent à long termes des cancers. Aussi la consommation des aliments (fruits et légumes) issus d'un sol et des eaux d'irrigations polluées peuvent provoquer des cancers.
- ✚ **Les maladies respiratoires** : Les affections respiratoires constituent un groupe important de pathologies liées aux conditions atmosphériques de température et d'humidité tel que : des allergies, bronchite, emphysème, asthme... La pollution surtout atmosphérique joue un rôle prépondérant dans le développement de ces maladies. « Le système respiratoire est l'organe cible par excellence des polluants ». Des recherches ont permis d'établir que le niveau de pollution atmosphérique influence la fréquence des crises d'asthme.
- ✚ **Les maladies neurologiques et effets mentaux** : L'exposition au plomb reste un problème dans plusieurs pays du monde. En effet, elle peut entraîner des retards de développement mental chez l'enfant. L'exposition à des niveaux élevés de plomb peut être dûe à la présence de plomb dans l'air (sources industrielles), la présence de plomb dans l'eau de distribution (canalisation en plomb), par d'anciennes peintures plombées, par les poussières et les sols contaminés. Aussi des effets neurologiques peuvent également être observés lorsque l'on est exposé à différents pesticides et engrais.
- ✚ **Les autres maladies et syndrome** : Elles concernent l'affaiblissement du système immunitaire, les anomalies congénitales et les effets sur la reproduction, les maladies rénales, les affections de la peau, le syndrome de stress post-traumatique, le syndrome de la sensibilité multiple, le syndrome de fatigue chronique, la dégradation du bien-être et de la qualité de vie, les nuisances sonores, les nuisances dues à la proximité des déchets, les nuisances lumineuses...

Les différents aspects de la santé intégrés à l'évaluation environnementale

Aspect	Caractéristiques
Agents dangereux	<ul style="list-style-type: none">-<i>Agents microbiologiques</i> : virus, bactérie-<i>Agents chimiques</i> : métaux lourds et produits chimiques organiques.
Facteurs environnementaux	<ul style="list-style-type: none">-Changements dans la qualité de l'eau, des aliments, de l'air, du terrain, du sol ou dans la capacité d'en disposer.-Pratiques de gestion des déchets.-Sécurité physique.-Vecteurs de maladies.
Conditions d'exposition	<ul style="list-style-type: none">-Voie d'exposition humaine : aliments, air, eau, etc...
Effets sur la santé	<ul style="list-style-type: none">- Répercussions sur l'état psychologique, par exemple, le stress, l'anxiété, la nuisance, l'inconfort ...-Plusieurs maladies et même mortalité.
Effet socio-économique	<ul style="list-style-type: none">- Répercussions sur le revenu, la situation socio-économique et l'emploi.- Répercussions sociales et collectives, notamment la culture et le mode de vie.- Déplacement des populations (émigrations).- Augmentation des besoins de services de santé.- Déplacement des services de santé traditionnels- Diminution de la qualité de vie et du bien-être, etc...

Chapitre 3 : Biotechnologie et santé

1. Définition de la biotechnologie

La biotechnologie peut se définir comme l'utilisation d'être vivants dans le but de développer, modifier ou fabriquer des produits.

La biotechnologie regroupe toutes les applications de la science et de la technologie à des organismes vivants ou à leurs composantes, produits ou modélisations, dans le but de modifier des matériaux, vivants ou non, à des fins de production de connaissances, de biens ou de services.

2. Importance de la biotechnologie dans le secteur de la santé et de la pharmacie :

Les biotechnologies permettent au secteur de la santé de faire encore plus de progrès : organe artificiel, thérapie cellulaire, développement de bio-médicaments, de vaccins...

- Développement de bio-médicaments, de vaccins, de thérapies innovantes, et cellulaires : Les médicaments issus des biotechnologies comprennent des médicaments dont la production est issue d'organismes vivants ou de leurs composants cellulaires (par exemple, l'insuline humaine, l'hormone de croissance, les facteurs anti-hémophiliques ou les anticorps), ou des médicaments relevant de la chimie de synthèse, mais dont la conception a fait appel aux biotechnologies, à travers par exemple l'identification d'une cible cellulaire nouvelle.

Organe artificiel :

Dans certaines pathologies, il est parfois nécessaire de remplacer l'organe malade mais les donneurs sont rares. Des recherches sont faites pour développer par exemple des reins de synthèse.

Thérapie cellulaire :

Ce mode de thérapie permet de soigner un patient en lui injectant des cellules sur l'organe malade (cellules souches la plupart du temps). La thérapie cellulaire est utilisée par exemple pour la maladie d'Alzheimer, diabète, leucémie...

3. Importance de la biotechnologie dans le secteur de l'agroalimentaire :

Les biotechnologies permettent au secteur de l'agroalimentaire d'être innovant, de s'inscrire dans une logique de développement durable : aliments, amélioration des rendements de cultures ...

- **Alicaments** : peuvent avoir un impact positif sur la santé et les performances physiques d'un individu. Ils sont utilisés pour prévenir les maladies cardio-vasculaires, les troubles digestifs, et améliorer les fonctions immunitaires...
- **Amélioration des rendements de culture** : Il est possible de créer des plantes possédant des caractères spécifiques tels que la tolérance aux herbicides, la résistance aux parasites et aux maladies, la résistance à la sécheresse, le rendement potentiel et de nombreuses autres caractéristiques...

4. Importance de la biotechnologie dans le secteur de la cosmétique :

Les biotechnologies permettent au secteur de la cosmétique de faire des progrès dans le domaine du bien-être : lutte contre le vieillissement, peaux artificielles, produits plus naturels...

Exemple : Lutte contre le vieillissement :

Il est possible de lutter contre le vieillissement prématuré grâce à des défenses antioxydantes.

Il existe deux types d'antioxydants :

- Les antioxydants naturellement présents dans notre organisme.
- Les antioxydants apportés par notre alimentation, qui comprennent les vitamines **C** et **E**, les caroténoïdes, le sélénium et les polyphénols ...
- **Peaux artificielles** : L'ingénierie cutanée a fait de grands progrès, son premier enjeu de santé publique concerne les grands brûlés dont les lésions exigent un remplacement partiel ou quasi total de la peau.

La culture de cellules permet d'obtenir en quelques semaines, à partir d'un prélèvement de tissu sain (épiderme ou derme) et de réaliser des autogreffes chez le patient.

Enfin l'utilisation des cellules souches est une alternative à l'obtention de peaux artificielles.

- **Produits cosmétiques plus naturels**: Les concepts des macroalgues et les microalgues constituent des ressources plus naturelles pour développer des produits cosmétiques.

5. Importance de la biotechnologie dans le secteur de l'environnement :

a) Produire de l'énergie ou revaloriser les matériaux par recyclage :

- **Les agroressources** : Sont des matières premières renouvelables dont la transformation par les industriels, permet de concevoir des produits performants pour substituer les produits d'origine pétrolière.
- **Maïs, blé, pomme de terre...** : En fractionnant la paille, nous pouvons obtenir de la cellulose, de la lignine ou encore des pentoses qui permettront la fabrication de pâte à papier, de colles, de détergents et d'émulsionnants.
- **Tournesol, colza...** : Le raffinage des graines oléagineuses amène à la production d'huiles destinées à l'élaboration de biodiesel ou de biolubrifiants et de farines riches en protéines utilisées dans l'alimentation humaine et animale.
- **Betterave...** : la production de saccharose (sucre issu de la betterave sucrière ou de la canne à sucre) aide de nombreuses applications industrielles tel que: bioéthanol (biocarburant), alimentation humaine et animale, additifs pour colles et substrat de fermentation....
- **Algues** : Les macroalgues et les microalgues sont des matières valorisables encore peu exploitées. A moyen terme, les microalgues seront aussi sources de biocarburants.

b) Traitement (dépollution) des sols contaminés :

La dépollution des sols consiste principalement à rendre le sol et le sous-sol d'une zone apte à un nouvel usage industriel ou un usage résidentiel, voire dans les cas extrêmes apte à un retour à la nature ou à un usage agricole, après qu'il eut été pollué par une activité ou un accident industriel. Les méthodes de dépollution peuvent se classer en trois catégories :

- Hors-site.
- Sur-site.
- Et in-situ.

Les deux premières nécessitent en général l'excavation de la terre à traiter, la dernière se fait sur place en installant sur le site le procédé de dépollution.

- **Dépollution par remplacement** : On décape le sol contaminé sur toute l'épaisseur polluée. On remplace la terre enlevée par de la terre saine prélevée ailleurs.
- **Dépollution biologique** : La bioremédiation consiste à la décontamination des milieux pollués au moyen de techniques issues de la dégradation chimique ou d'autres activités d'organismes vivants.
- **Dépollution physico-chimique** : L'injection dans le terrain d'un liquide ou d'un gaz sous pression susceptible de dissoudre le ou les polluants existants dans la terre polluée.

Chapitre 4. Intérêt de la biologie dans le diagnostic des maladies animales et végétales

1- Parasites et pesticides

Les problèmes sanitaires liés au développement épidémique de parasites sont probablement apparus dès la naissance de l'agriculture, au Néolithique.

2- Repères

Depuis toujours, l'homme s'est employé à lutter contre les maladies qui ravagent ses cultures ou déciment son cheptel, en fondant son action sur la perception qu'il avait de l'origine et de la transmission de ces maladies.

➤ **L'épidémiologie** a structuré et formalisé progressivement des modes d'approche et d'étude de la transmission des maladies, en empruntant, tout en les adaptant, des méthodes à **l'épidémiologie humaine**, à **l'écologie** et aux **sciences mathématiques**.

Le **développement de l'informatique**, de la **puissance de calcul des ordinateurs**, et **des bibliothèques de logiciels** conviviaux ont permis un développement rapide de l'épidémiologie dans le domaine animal et végétal au cours des décennies passées.

Comparés aux **écosystèmes naturels**, les **agrosystèmes** offrent en effet des conditions très favorables à la propagation des parasites.

Les progrès de l'agriculture ont facilité le **développement des maladies parasitaires**. Ainsi dans un champ cultivé, la même plante est présente à forte densité et dans des conditions de fertilisation et d'irrigation souvent favorables aux maladies.

À plus grande échelle, l'uniformisation progressive des paysages cultivés, avec de larges zones couvertes par un petit nombre d'espèces, **favorise encore la propagation des parasites**.

3- Nécessaire compréhension

L'épidémiologie végétale était une discipline relativement confidentielle dans un contexte où le problème sanitaire était techniquement maîtrisable par une protection chimique accessible et relativement peu coûteuse.

Grâce au progrès génétique, à l'amélioration de la productivité et à la protection apportée par les pesticides, le rendement moyen du blé dans le monde a pu ainsi augmenter de manière remarquablement constante d'environ 1,2 quintal/ha chaque année entre 1950 et 2000.

La situation est cependant en train de changer, avec un rejet assez fort des **intrants chimiques** par le consommateur et le citoyen, accompagné d'un refus de solutions alternatives apportées par les biotechnologies, dont les **OGM**.

4- Les animaux malades de l'élevage

Dans le domaine animal. L'enjeu était de lutter contre de grandes épidémies, notamment la **peste bovine**, grâce à des mesures découlant directement de ce qui était perçu du mode de transmission de la maladie ; il s'agissait d'épidémiologie.

4-1 De nouvelles pathologies

Les dernières années ont été marquées dans les élevages par le retour des maladies infectieuses et l'apparition de **maladies émergentes** (**ESB, influenza aviaire, fièvre catarrhale**), qui ont

amené les épidémiologistes à se pencher sur l'analyse des conditions d'apparition et de transmission de ces maladies, dans l'optique de contrôler ou limiter leur transmission.

Les connaissances sur l'épidémiologie des maladies infectieuses comme la **tuberculose bovine** ont permis de mettre en place de grandes campagnes de dépistage et de lutte qui ont conduit à la disparition de cette maladie des exploitations agricoles.

L'élevage s'est profondément transformé et intensifié grâce à divers progrès techniques en matière de génétique des animaux, d'alimentation et de logement.

Cela s'est accompagné d'une augmentation importante de nombreuses maladies dites "d'élevage" ou "multifactorielles", comme les **troubles locomoteurs** ou les **infections de la mamelle**.

➤ **L'épidémiologie** a pour objectif la surveillance des maladies et leur évolution.

4-2 Tests révélateurs

Une large part des animaux atteints était passée inaperçue jusqu'alors. La mise sur le marché de **tests** dits **rapides**, réalisés de manière systématique sur **l'encéphale des animaux morts** et **à l'abattoir**. Ce mode de dépistage a complètement modifié l'image qu'on avait de la situation en révélant l'ampleur du nombre d'animaux atteints.

Il est de ce fait souvent fait appel à des **tests biologiques** qui permettent de rechercher la présence d'infections de manière systématique et standardisée.

4-3 Animal par opposition à végétal

Les agents pathogènes évoluent vers de nouvelles formes virulentes.

Si l'on retrouve dans le domaine végétal des situations comparables – il existe, par exemple, des **viroses** sur arbres fruitiers qui conduisent à des dispositifs de surveillance très largement fondés sur des tests de détection.

4-4 Pathologies évolutives

S'il est relativement rare que de nouvelles maladies apparaissent, il est en revanche très fréquent que les agents pathogènes évoluent vers de nouvelles formes virulentes, capables d'infecter les variétés résistantes proposées aux agriculteurs.

4-5 Évolution des parasites

On a montré que la **pyriculariose du riz**, maladie dévastatrice causée par un champignon (**Magnaporthe oryzae**), est apparue il y a 5000 à 7000 ans suite au passage de l'agent pathogène d'un hôte sauvage du riz cultivé. À la fin des années 1980, au Brésil, ce même champignon est devenu pathogène pour le blé.

5- Mécanismes de diffusion et de modélisation

Les approches sont empruntées à l'épidémiologie humaine.

L'épidémiologie animale consiste à :

- Analyser les facteurs impliqués dans la transmission des maladies, entre animaux et entre troupeaux,
- Ainsi que la diffusion des maladies dans l'espace et dans le temps.

Dans ce domaine, les approches utilisées sont directement empruntées à l'épidémiologie humaine et reposent sur des études de terrain, des méthodes statistiques pour analyser ces données en tenant compte de la complexité des facteurs impliqués, et divers types de modélisation adaptés aux objectifs et aux données disponibles.

5-1 Le cas de l'ESB

Différents types d'études mis en œuvre sur l'**ESB** permettent d'illustrer la variété et la complémentarité des approches épidémiologiques utilisées.

Un premier type d'études a été mené à l'échelle des vaches et des troupeaux, fondé sur la comparaison des conditions d'élevage entre vaches atteintes et vaches non atteintes choisies au hasard parmi des animaux nés la même année.

Ces études cas témoins sur les cas d'**ESB** nés après l'interdiction des farines animales dans l'alimentation des bovins ont permis de vérifier l'hypothèse selon laquelle l'alimentation des vaches était toujours la source d'infection de ces cas, par le fait de contaminations entre aliments fabriqués pour porcs ou volailles, dans lesquels les farines animales étaient toujours autorisées, et aliments pour bovins dans lesquels elles étaient interdites.

6- Approches complémentaires

6-1 Analyses spatiales

Des études sur l'**ESB** ont été menées à l'échelle de zones géographiques. Ces analyses spatiales ont été fondées sur l'hypothèse selon laquelle le risque **ESB** devait être spatialement superposé aux zones de chalandise des aliments du commerce d'une usine donnée si la source d'**ESB** était bien alimentaire et liée aux aliments de base utilisés et au procédé de fabrication.

Une approche complémentaire, fondée sur la **modélisation statistique**, a été menée à l'échelle de la totalité de la population bovine.

6-2 Maîtriser le risque

Jusqu'à présent, le recours aux fongicides était la solution idéale. Elle n'est cependant pas applicable à toutes les situations.

La meilleure approche reste alors **le contrôle sanitaire et l'élimination des plants ou des semences infectées**, quand cela est possible.

D'autre part, la volonté de réduire le recours aux intrants chimiques a conduit les chercheurs et les instituts techniques vers deux orientations complémentaires :

- d'une part l'adaptation du mode de conduite de la culture (par exemple en ajustant les dates de semis aux périodes de moindre risque)
- et d'autre part l'utilisation de variétés résistantes.

6-3 Variétés résistantes

➤ *La notion de « plante malade » est difficile à définir.*

La **lutte génétique** consiste à développer de nouvelles variétés résistantes par sélection, en faisant appel notamment à des caractères de résistance dits **quantitatifs**, qui ralentissent le développement du parasite sans l'empêcher totalement.

Les recherches portent actuellement sur la meilleure manière d'utiliser les caractères de résistance génétique, en se fondant sur la notion centrale **de diversité fonctionnelle**.

6-4 Mélange de variétés

Le simple fait de mélanger trois ou quatre variétés pourvues de facteurs de résistance différents oppose aux épidémies une résistance très efficace, qui résulte non pas d'un gène particulier mais d'un **effet de dilution des propagules du parasite**, qui ne trouvent une plante sensible que dans un cas sur trois ou quatre.

Chapitre 5. Ecosystèmes terrestres et marins

Introduction :

La diversité biologique représente une valeur économique essentielle pour les sociétés, du fait que c'est un élément indispensable au fonctionnement des écosystèmes.

- La diversité biologique en tant qu'élément de ressources multiples (alimentation, approvisionnement en matériaux fibreux, fourniture de molécules à usage thérapeutique),
- En tant qu'élément de protection (air, eau, sols).

1- Ecosystème définition.

Un **écosystème** est un ensemble formé par une communauté d'êtres en interrelation (**biocénose**) avec son environnement (**biotope**). Les composants de l'écosystème développent un dense réseau de dépendances, d'échanges d'énergie, d'information et de matière permettant le maintien et le développement de la vie.

Dans chaque écosystème se trouve un ou plusieurs **réseaux trophiques** (**Chaînes alimentaires**). Les zones de transition entre deux écosystèmes sont nommées **écotones**.

2-1 Le biotope :

Un **biotope** est, un type de lieu de vie défini par des caractéristiques **physiques** et **chimiques** déterminées relativement uniformes. Ce milieu héberge un ensemble de formes de vie composant la **biocénose** : flore, faune, champignons et populations de micro-organismes.

Un biotope et la biocénose qu'il accueille forment un écosystème caractéristique.

Un biotope est à distinguer d'un **biome**, qui est un large regroupement d'écosystèmes caractéristique d'un type de climat et de sol.

Rq : D'une façon générale, le biotope est caractérisé par un nombre de facteurs qui sont des facteurs abiotiques (qui ne dépendent pas des êtres vivants), et qui sont des facteurs physiques et d'autres chimiques :

a- Facteurs physiques :

- **Facteurs climatiques** (Précipitations, Température, Luminosité, Vents, Humidité relative, Etc...)
- **Facteurs géographiques** (Altitude, Latitude, Végétation, Etendue d'eau, Urbanisation)
- **Facteurs édaphiques** (Structure, Texture, Porosité).

b-Facteurs chimiques :

- Teneur en oxygène ;
- Teneur en sels minéraux ;
- PH, ...

c-Facteurs abiotiques non climatiques :

En milieu aquatique : l'eau va intervenir par plusieurs caractères :

○ **Sa tension superficielle** qui va permettre le déplacement de certains animaux ;

○ **Son pH** près de la neutralité, mais on trouve des endroits où le pH varie de 5 à 9 ;

○ **Ses gaz dissous** : CO₂, O₂, H₂S qui peut empoisonner certaines espèces animales

○ **Les sels minéraux** : dans l'eau de mer, la moyenne des sels minéraux est de 34,48 g/kg d'eau.

NB : La salinité est due essentiellement à NaCl pour 72% et au MgCl₂ pour 12%, les autres sels sont beaucoup moins importants.

Dans le sol: les facteurs abiotiques importants sont :

- **L'eau** : indispensable pour la faune et la flore ;
- La **texture** et la **structure du sol** : la nature du substrat et la taille des particules interviennent dans la nutrition et l'aération des plantes ;
- La **salinité** ou **quantité de sels** est très variable et est importante dans la détermination d'une flore caractéristique (halophytes, nitrophytes, psammophytes, etc.) ;
- Le **pH** dépend de la nature du sol mais aussi de l'humus (acide humique).

2-2 La Biocénose (communauté) :

Est l'ensemble des organismes qui vivent ensemble (zoocénose, phytocénose, microbiocénose, mycocénose...).

Elle est composée de trois catégories d'êtres vivants :

- Les **producteurs**, qui sont généralement des espèces végétales (phytocénose).
- Les **consommateurs** qui sont des espèces animales (Zoocénose).
- Les **décomposeurs** des microorganismes fongiques et bactériens.

3- Les écosystèmes sont souvent classés par référence aux biotopes concernés

- **Ecosystèmes continentaux** (ou terrestres) tels que : les écosystèmes forestiers (forêts), les écosystèmes prairiaux (prairies), les agro- écosystèmes (systèmes agricoles) ;
- **Ecosystèmes des eaux continentales**, pour les écosystèmes **lentiques** des eaux calmes à renouvellement lent (lacs, marécages, étangs) écosystèmes **lotiques** des eaux courantes (rivières, fleuves) ;
- **Ecosystèmes océaniques** (les mers, les océans).

4- Les écosystèmes terrestres et marins:

➤ *Un écosystème terrestre :*

Ce sont des systèmes biologiques où les êtres vivants ont pour support le sol (la terre). Ces écosystèmes sont soit des forêts, des déserts, des prairies, ou des régions côtières. Selon le climat du biome, plus d'un écosystème terrestre peut se présenter.

Par exemple, **les toundras** ont moins de vie végétale en raison des températures plus basses, les **déserts** produisent moins de plantes en raison des températures plus élevées. Une **forêt** ou une **prairie** peut avoir une extrême variété de vie végétale car les biomes peuvent croître différemment selon la quantité de lumière et d'humidité que l'on y retrouve.

➤ *Un écosystème marin :*

Qualifie un écosystème ayant trait à l'eau. Un écosystème aquatique marin peut être constitué par des lagons, les mangroves, des zones lagunaires (eaux saumâtres), etc.

Rq : En milieu dulcicole, l'écosystème aquatique est le résultat d'un équilibre entre un milieu naturel et un ensemble d'espèces animales et végétales qui y vivent.

5- Les interactions dans un écosystème :

On appelle interactions dans un écosystème les influences réciproques qu'exercent les éléments du milieu les uns sur les autres. Ainsi, on définit trois (3) grands types:

- L'influence du biotope sur la biocénose ;

- L'influence de la biocénose sur le biotope ;
- L'influence des êtres vivants sur eux-mêmes (biocénose sur biocénose) ;

➤ **L'influence du biotope sur la biocénose ou « action » :**

Elle se fait à travers l'action du climat (vent, température, humidité, pluviométrie, lumière...) des phénomènes géologiques et des facteurs édaphiques (liés au sol). Cette influence a pour conséquence l'apparition d'adaptations morphologiques ou physiologiques, le maintien ou l'élimination des espèces vivantes, la migration.

➤ **L'influence de la biocénose sur le biotope:**

Cette influence se manifeste par des actions de destruction, de modification ou d'édification (par la formation d'humus) du biotope par les êtres vivants.

Exemple: l'aération du sol par des lombrics.

➤ **L'influence des êtres vivants sur eux-mêmes: biocénose-biocénose ou « interaction » :**

Les interactions entre les êtres vivants peuplant un milieu déterminé sont de deux ordres.

- *Les unes se produisent entre individus de la même espèce:* ce sont des relations interspécifiques, elle se manifeste à travers la lutte pour la conquête de l'espace, la nourriture : c'est *la compétition interspécifique*.

- *Les autres se produisent entre individus d'espèces différentes:* ce sont des relations intraspécifiques. Ces interactions peuvent être nulles, favorables ou défavorables entre ces individus. On peut ainsi signaler : *le neutralisme, la compétition, le commensalisme, la symbiose, le parasitisme, l'amensalisme, la prédation...etc*

- Chaque écosystème est habité par des espèces animales et végétales. Elles vont établir des relations entre elles : chaîne alimentaire, habitat, un équilibre s'installe.

-La disparition d'une seule des espèces peut conduire au déséquilibre de l'écosystème.

6- La biodiversité :

Biodiversité, contraction de "diversité biologique", expression désignant la variété et la diversité du monde vivant. Dans son sens le plus large, ce mot est quasi synonyme de " variété du monde vivant ".

La diversité biologique est la diversité de toutes les formes du vivant. Elle est habituellement subdivisée en trois niveaux :

- **La diversité génétique**, se définit par la variabilité des gènes au sein d'une même espèce ou d'une population. Elle est donc caractérisée par la différence de deux individus d'une même espèce ou sous-espèce (diversité intraspécifique).

- **La diversité spécifique**, correspond à la diversité des espèces (diversité interspécifique). Ainsi, chaque groupe défini peut alors être caractérisé par le nombre des espèces qui le composent (taxinomie). Cependant, pour caractériser le nombre de plan d'organisation anatomique, il est préférable d'employer le terme de disparité.

- **La diversité écosystémique**, qui correspond à la diversité des écosystèmes présents sur Terre, des interactions des populations naturelles et de leurs environnements physiques. Selon les Néo-Darwinistes, le gène est l'unité fondamentale de la sélection naturelle, donc de l'évolution, et certains, comme E.O. Wilson, estiment que la seule biodiversité "utile" est la diversité

génétique. Cependant, en pratique, quand on étudie la biodiversité sur le terrain, l'espèce est l'unité la plus accessible.

7- Exemples de quelques écosystèmes :

Les formes générales qui se laissent facilement observer : La rivière, la tourbière, désert, forêt, savane, toundra...etc

Forêt :

Cet écosystème se caractérise par la prédominance des arbres de même que par la faune, la flore et les cycles écologiques (énergie, eau, carbone et les éléments nutritifs) qui leurs sont étroitement associés.

Rivière :

Cours d'eau moyennement important, à écoulement continu ou intermittent, suivant un tracé défini et se jetant dans un autre cours d'eau, un lac, une mer.

Tourbière :

C'est un milieu humide où s'accumule de la tourbe à partir de végétaux morts.

L'eau stagnante crée un milieu dépourvu d'oxygène limitant les processus de décomposition de la litière.

Désert

Chauds ou froids, les déserts recouvrent une grande surface sur notre planète.

Ces écosystèmes n'abritent qu'un très faible nombre d'espèces, essentiellement à cause des conditions difficiles de vie qui y règnent

- Températures extrêmes
- Faible quantité d'eau
- Fort ensoleillement

Chapitre 6. La biologie criminalistique

1. La criminologie :

La criminologie "**Criminology**" est une science multidisciplinaire qui fait appel aux expertises de l'anthropologie criminelle " l'étude des empreintes digitales ", de la biologie criminelle, de la psychiatrie criminelle, de la psychologie criminelle et de la sociologie criminelle. Elle se pratique surtout dans des cabinets d'étude, et en laboratoires.

La criminalistique regroupe plusieurs disciplines scientifiques (médecine légale, toxicologie (biologie), police scientifique, police technique, anthropométrie " mesure de différentes parties du corps de l'homme " et dactyloscopie), elle étudie par des voies scientifiques les indices et les traces des infractions et des crimes. Aussi son objet est essentiellement la recherche des infractions, la constatation matérielle des infractions et des crimes, dans les laboratoires de police scientifique et de médecine légale et l'identification des infracteurs et des criminels.

2. La police scientifique :

La police scientifique rassemble les services et les activités de la police et de la gendarmerie liés à la recherche et l'identification des auteurs (victimes et parfois témoins) d'infractions, par des moyens techniques et scientifiques.

Pour résoudre leurs enquêtes, la police scientifique a souvent recours à l'**ADN** d'un individu afin de confondre les malfaiteurs.

En effet, les criminels peuvent laisser par inadvertance leur ADN sous différentes formes possibles telles que : un cheveu ou de la salive, sang....Ces indices prélevés par les techniciens seront amenés au laboratoire et analysés par les généticiens et les biologistes.

L'ADN sur le lieu d'un crime :

L'ADN est une molécule de choix pour identifier un individu. Toute trace de matériel biologique peut faire aujourd'hui l'objet d'une étude détaillée permettant l'exclusion ou l'identification d'un individu.

La nature des traces (sang, sperme, salive, éléments pileux, ...) est d'abord déterminée par des techniques simples et rapides.

Ces traces sont obtenues à partir de différentes sources (prélèvements biologiques sur individus, mégot (bout de cigarette), timbre, enveloppe, goulot de bouteille, chewing-gum, cagoule, masque, vêtements divers...).

Les traces biologiques contiennent des cellules à partir desquelles est extrait l'acide désoxyribonucléique (**ADN**), support de l'information génétique. Des séquences particulières de l'ADN extrait sont ensuite amplifiées et leur étude permet de différencier les individus entre eux avec une grande précision, à l'exception des vrais jumeaux.

Ces techniques « d'empreintes génétiques » sont maintenant couramment employées dans les cas de viols et d'analyses de traces biologiques provenant de lieux de vols et de meurtres. Elles sont également utilisées pour l'identification de cadavres par comparaison avec celles de parents présumés ainsi que pour des études de filiation (parenté).

Le test de paternité est une analyse génétique permettant de confirmer les liens de filiation biologique entre un homme et son enfant. Il est appelé aussi « test d'ADN ».

• **Les cheveux et les poils :**

Nous perdons tous les jours une soixantaine de cheveux, de plus, les cheveux sont très résistants et donc souvent retrouvés sur les lieux d'un crime ils constituent ainsi des indices (preuves) intéressants pour la police scientifique sur tout s'ils sont composés du bulbe du cheveu à partir de là, il est facile de retrouver l'ADN qui s'y cache et d'identifier son propriétaire.

• La salive :

La salive est un liquide biologique sécrété par les glandes salivaires. Elle humidifie les muqueuses et prépare les aliments pour leur digestion. Elle possède également un rôle antiseptique et protège l'œsophage. La salive est composée d'eau à 99%, ainsi que de protéines, d'électrolytes et de sels minéraux.

La recherche des traces de salive s'effectue par des tests chimiques. En effet, elle ne peut pas être détectée à l'aide d'une lampe UV car elle n'est pas fluorescente. On cherche à détecter la présence de la substance la plus spécifique de la salive dont on dispose actuellement : *l'amylase*. Le test le plus utilisé est le test **Phadebas**, qui permet de détecter la présence de salive quel que soit le type de tissu ou de matériel sur lequel elle se trouve.

La méthode n'est pas nouvelle, elle a été mise en œuvre dans plus de 100 laboratoires de médecine légale dans le monde entier.

• Le sang :

Le sang se compose de globules rouges dépourvus d'ADN, mais aussi de nombreuses autres cellules dont les globules blancs et les plaquettes. Or, ces cellules ont tout l'ADN qu'il faut dans leur noyau. Voilà pourquoi on peut extraire des empreintes génétiques d'une trace de sang.

Si le sang du criminel se retrouvait malencontreusement sur une scène de crime, les scientifiques pourraient donc établir un lien entre leur éventuel suspect et le coupable.

• Le sperme :

L'ADN du spermatozoïde, support du génome d'un individu est une longue molécule fragile et fortement compactée. Malheureusement, le rayonnement du téléphone portable induit des dommages d'ADN dans le sperme humain ce qui peut nuire aux résultats de l'enquête.

Techniques d'analyse d'ADN:

Il existe deux principales techniques utilisées en criminalistique pour analyser l'ADN :

a) Technique du polymorphisme de longueur des fragments de restriction « RFLP » (Restriction Fragment Length Polymorphism) :

Cette technique est utilisée comme une technique de laboratoire pour différencier ou comparer des molécules d'ADN. Elle est utilisée pour la réalisation d'empreintes génétiques et dans les tests de paternité.

b) Technique de la réaction de polymérisation en chaîne (Polymérase Chain Réaction) « PCR » :

C'est une technique d'amplification enzymatique (Taq polymérase) qui permet à partir d'un fragment d'ADN, d'obtenir un grand nombre (plusieurs millions) de copies identiques de ce même fragment. Cette réaction est réalisée in vitro (au laboratoire).

Elle est très précieuse et basé sur la concentration et amplification génique (des gènes) par réaction de polymérisation en chaîne (dont le but est l'extraction des empreintes génétiques dans les tests de paternité).

4. Conclusion :

L'acide désoxyribose (**ADN**) joue un rôle important et majeur pour résoudre les enquêtes et dans la détermination des crimes.

Dans un futur proche, d'autres méthodes seront découvertes et peuvent baisser le pourcentage des crimes dans le monde.

Il existe des démarches autres que l'ADN qui permettent aussi de faire avancer une affaire criminelle telles que les empreintes digitales ou la balistique (étude des armes, des munitions et des trajectoires des balles).

Une empreinte digitale ou dactylogramme est le résultat de l'apposition sur un support d'un doigt préalablement encre. Le dessin formé sur le support est constitué de dermatoglyphes (dessin formé par la peau aux extrémités de certains membres, notamment par la pulpe des doigts). Les empreintes digitales sont uniques et caractéristiques de chaque individu.