

Chapitre 9 : MATRICE EXTRACELLULAIRE

B. PAROI VEGETALE

I. DEFINITION

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

II. STRUCTURE ET ULTRASTRUCTURE

1. Structure

Observée au microscope photonique, les cellules végétales présentent une paroi dont l'épaisseur est variable et qui peut être colorée suivant sa nature chimique par divers colorants (voir TP). Selon les tissus, on peut distinguer aussi la lamelle moyenne (**figure 1**).

2. Ultrastructure

La paroi végétale montre au MET (**figure 1**):

2.1. Lamelle moyenne ou mitoyenne : c'est un ciment intercellulaire commun à deux cellules voisines (mitoyennes).

2.2. Paroi primaire: elle est située entre la lamelle moyenne et la membrane plasmique, son épaisseur est variable.

2.3. Paroi secondaire: chez certains tissus, les cellules présentent une paroi secondaire localisée entre la paroi primaire et la membrane plasmique. Elle est formée de plusieurs strates.

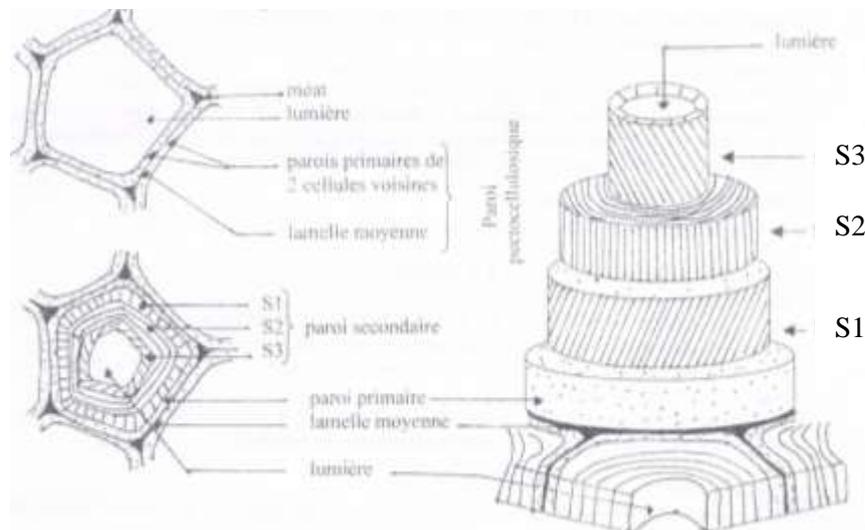


Figure 1 : Structure de la paroi cellulaire végétale.

III. COMPOSITION CHIMIQUE

Différentes techniques sont utilisées pour la détermination de la composition chimique de la paroi cellulaire végétale (extractions, dosages, digestions enzymatiques...)

1. Lamelle moyenne

Elle est constituée de composés pectiques; ce sont des polymères d'acides galacturoniques avec des coudes de rhamnose d'où le nom de rhamnogalacturonane. Il en résulte une conformation en zigzag, portant des chaînes latérales courtes. Il existe des pectines acides et des pectines neutres qui peuvent s'associer au calcium (**figure 2c**).

2. Paroi primaire est constituée de :

2.1. Cellulose

Est un constituant majeur de la paroi, c'est un homopolysaccharide à chaîne linéaire formée d'unités de glucoses liées par une liaison glycosidique (β 1-4). Par hydrolyse ménagée de la cellulose, on obtient un motif répétitif, le cellobiose (dioside de β -glucose). Plusieurs dizaines de molécules de cellulose constituent une microfibrille. Les molécules de cellulose sont reliées entre elles par des liaisons hydrogènes intramoléculaires et intermoléculaires qui stabilisent l'édifice (**figure 2a**).

2.2. Hémicelluloses

Ce sont des hétéro-polysaccharides ramifiés, dont la chaîne principale linéaire est formée de glucoses qui peuvent former des liaisons hydrogènes avec les microfibrilles de cellulose à la surface. Les ramifications ont une composition glucosidique variable d'une classe végétale à une autre (**figure 2b**).

2.3. Composés pectiques (voir lamelle moyenne) (**figure 2c**)

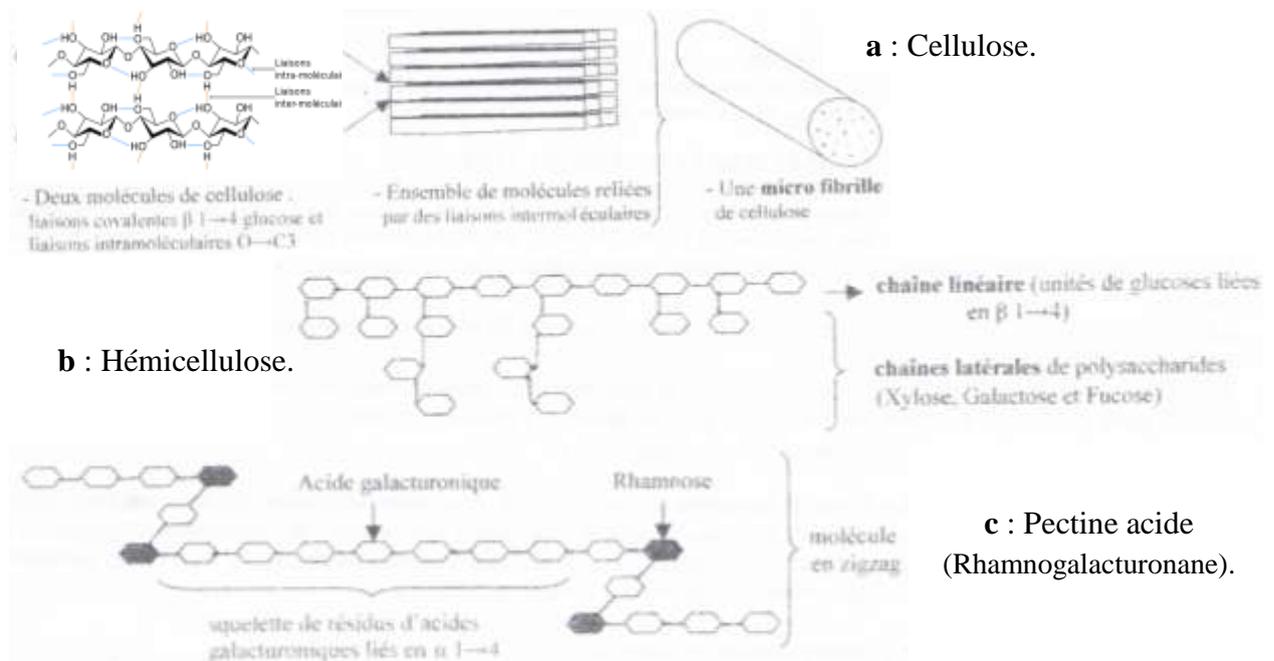
2.4. Glycoprotéines

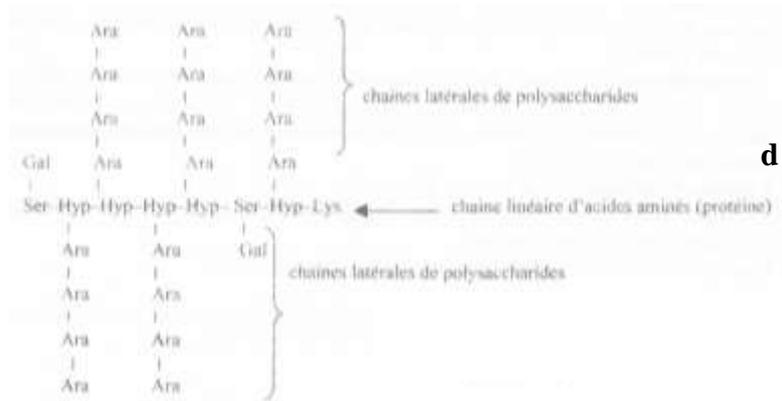
L'extensine est l'une des protéines spécifiques des parois primaires, elle est riche en hydroxyproline (acide aminé) (**figure 2d**).

2.5. Eau : plus la cellule est jeune plus la teneur en eau est élevée.

3. Paroi secondaire

Elle est plus riche en cellulose que la paroi primaire, pauvre en hémicellulose et en eau et dépourvue de pectines et de glycoprotéines.





d : Extensine : glycoprotéine riche en hydroxyproline.

Figure 2 : Composition chimique de la paroi végétale.

IV. ARCHITECTURE MOLECULAIRE

- Dans la paroi primaire (**figure 3**), les microfibrilles de cellulose mises en évidence par la technique d'ombrage n'ont pas une orientation préférentielle, elles s'enchevêtrent et constituent un réseau lâche, ce qui confère à la paroi sa plasticité. Dans la paroi secondaire, les microfibrilles de cellulose sont serrées et disposées parallèlement. L'orientation des microfibrilles est différente d'une strate à l'autre (**figure 1**).

- Les microfibrilles de cellulose, constituent au niveau de la paroi, la phase cristalline. Les autres constituants forment la phase amorphe et se placent entre les mailles du système croisé formé par les microfibrilles dans la paroi primaire et entre les microfibrilles parallèles dans la paroi secondaire.

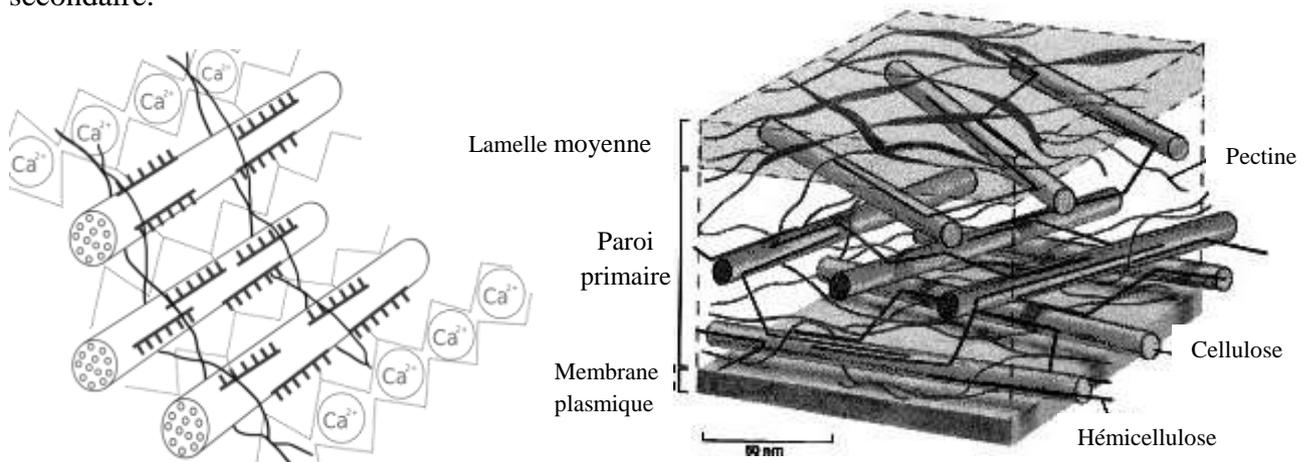


Figure 3 : Architecture de la paroi végétale. **d** : Une Glycoprotéine à hydroxyproline (Extensine).

V. COMMUNICATIONS INTERCELLULAIRES

1. Plasmodesmes

Ce sont de fins canaux de 20 à 40nm de diamètre qui traversent totalement les parois cellulaires établissant une connexion cytoplasmique directe entre deux cellules voisines (**figure 4**). Ils sont généralement localisés au niveau des ponctuations simples, mais peuvent être répartis dans toute la paroi. Ce sont des structures dynamiques.

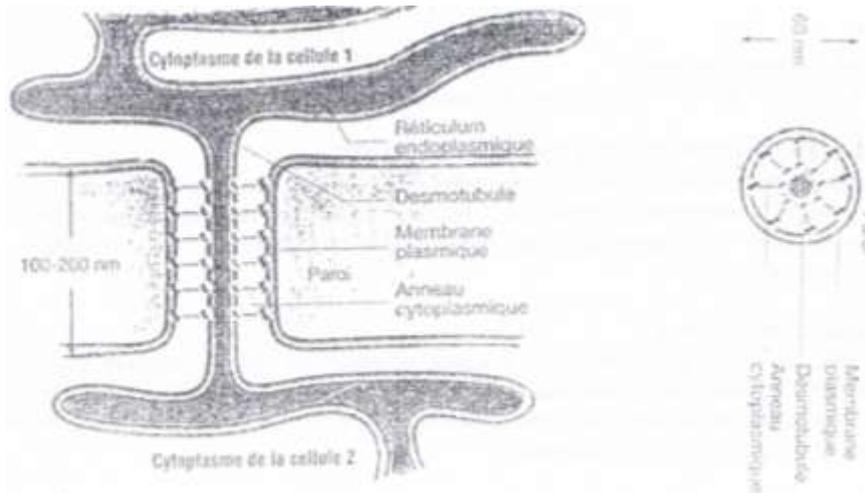


Figure 4 : Structure du plasmodesme.

2. Ponctuations

Ce sont des structures visibles au microscope photonique, il existe deux types de ponctuations:

2.1. Ponctuation simple : on observe au niveau de la ponctuation simple une continuité de la lamelle moyenne et un amincissement ou une interruption totale de la paroi primaire (**figure 5**). Si dans la cellule, il existe une paroi secondaire, celle-ci est aussi interrompue.

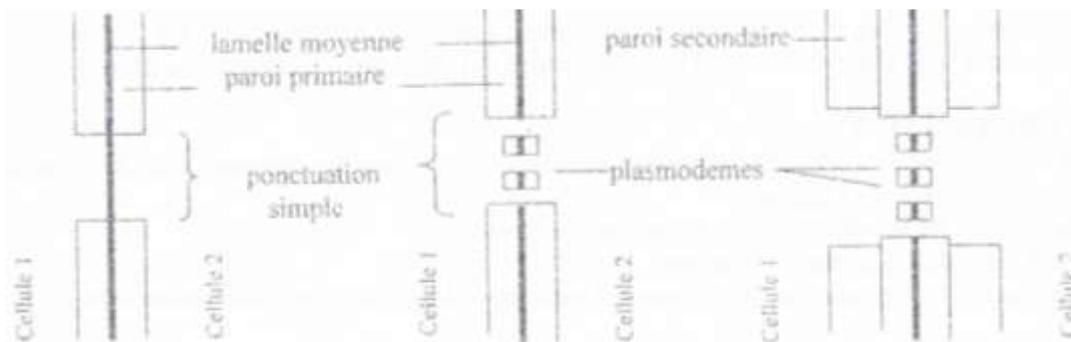


Figure 5 : Ponctuations simples.

2.2. Ponctuation aréolée : on constate une continuité de la lamelle moyenne et de la paroi primaire. La paroi primaire forme un épaississement central appelé torus qui est souvent lignifié. La paroi secondaire lignifiée, s'interrompt, se décolle et se soulève de part et d'autres du torus. La paroi primaire est partiellement hydrolysée et permet à ce niveau des échanges entre cellules adjacentes. Ces ponctuations sont caractéristiques des Gymnospermes (**figure 6**).



Figure 6 : Ponctuation aréolée (Gymnospermes).

VI. MODIFICATIONS CHIMIQUES

Les modifications chimiques de la paroi se font en relation avec la fonction de la cellule.

1. Modifications assurant la rigidité

1.1. Lignification ou sclérification

C'est une imprégnation de la paroi par de la lignine qui est un polymère de polyphénols. Cette lignification entraîne une modification des propriétés de la paroi en augmentant en particulier sa résistance, sa rigidité et son hydrophobie. Cette modification entraîne la mort des cellules et leur confère des fonctions bien précises : une fonction de soutien grâce aux propriétés mécaniques et à la résistance des parois lignifiées et une fonction de conduction favorisée par l'hydrophobie des lignines.

1.2. Minéralisation

Dans les parois, des incrustations localisées de carbonate de calcium et de silicium sont les plus répandues.

1.2.1. Calcification : ex. les cystolithes accumulation de CaCO_3 dans les replis internes de la paroi et épiderme de Cucurbitaceae.

1.2.2. Silicification : Chez certaines graminées, les parois épidermiques des feuilles sont renforcées par de la silice qui les rend coupantes. Les poils d'ortie se terminent par un capuchon silicifié.

2. Modifications assurant l'imperméabilité

Ce sont des appositions de substances lipidiques telles que la cutine, la cire et la subérine. Ces composés sont des polymères d'acides gras à longues chaînes responsables d'une hydrophobie plus ou moins marquée. Ces appositions sont appelées selon la substance, cutinisation, cérification ou subérification.

2.1. Cutinisation et cérification

Elles concernent les tissus protecteurs des organes aériens. Les parois externes des cellules épidermiques sont recouvertes d'une cuticule. Cette dernière est constituée soit de cutine uniquement ou de cutine et de cire (cire intracuticulaire). Chez les xérophytes, la couche de cire est très importante et constitue la cire épicuticulaire.

2.2. Subérification

Elle a lieu en général, dans les tissus protecteurs des organes aériens et souterrains. La subérine se dépose sur la face interne des parois cellulaires en couches concentriques, interrompues par des ponctuations. Elle entraîne l'imperméabilité des parois et par conséquent la mort des cellules après dégénérescence du cytoplasme. La lumière se remplit d'air.

3. Gélification

C'est l'hydrolyse des chaînes polygalacturoniques de la lamelle moyenne par des enzymes (pectinases). On peut l'observer : au moment de la maturation des fruits (melon, tomate...), dans la formation de méats et lacunes et dans la chute de organes caduques comme les feuilles, les pétales, les fruits (abscission).

VII. BIOGENESE DE LA PAROI

A la fin de la télophase, il reste au centre de la cellule des microtubules et des microfilaments d'actine qui forment le phragmoplaste. Cette structure oriente les vésicules golgiennes riches en polysaccharide (composés pectiques au départ) vers la plaque équatoriale formant ainsi la plaque cellulaire (des protéines comme les kinésines et les myosines interviennent aussi dans ces déplacements). Ces vésicules fusionnent entre elles de façon centrifuge. A partir de leur contenu,

s'édifie la lamelle moyenne qui sépare les deux cellules filles. Celles-ci vont élaborer des parois individuelles en synthétisant chacune ses propres constituants.

Les hémicelluloses et les pectines sont synthétisés dans l'appareil de Golgi, les glycoprotéines au niveau du REG et transitent par l'appareil de Golgi, ces composés sortent du cytoplasme par exocytose. Pour les microfibrilles de cellulose, la polymérisation des β -glucoses se fait au niveau de complexes enzymatiques appelés cellulose synthétases, localisés dans la membrane plasmique. Sur la face hyaloplasmique de celle-ci, des microtubules orientent les microfibrilles dans la matrice extracellulaire végétale.

VIII. ROLES

- La paroi forme le squelette de la cellule (exosquelette),
- c'est un régulateur de croissance,
- elle assure la perméabilité et l'absorption des solutés,
- elle a un rôle antigénique
- et un rôle enzymatique.