

L2 Biologie-Chimie
UE de Biologie Cellulaire et Développement
2023 / 2024

Biologie du Développement Végétal



Marianne Delarue

marianne.delarue@universite-paris-saclay.fr
Institute of Plant Sciences of Paris-Saclay (IPS2)

Introduction

I – La Cellule Végétale

- 1 – La vacuole
- 2 – Les plastes
- 3 – La paroi

II – Division et Identité cellulaire

- 1 – Division et Cycle cellulaire
- 2 – Identité et différenciation cellulaire

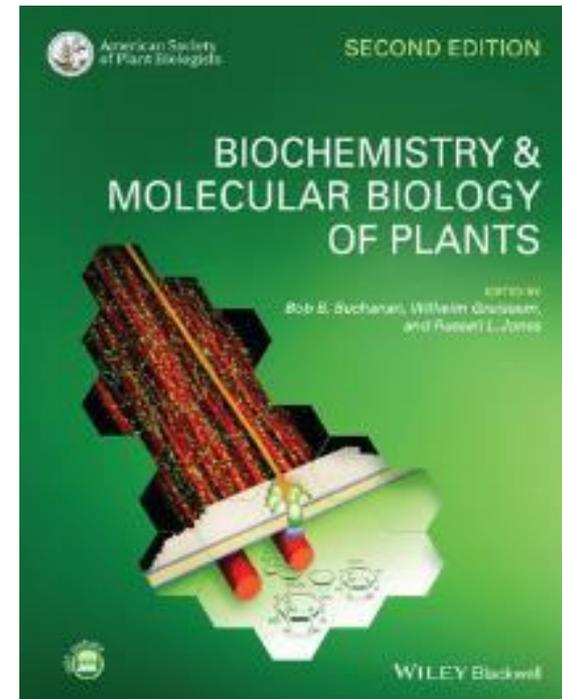
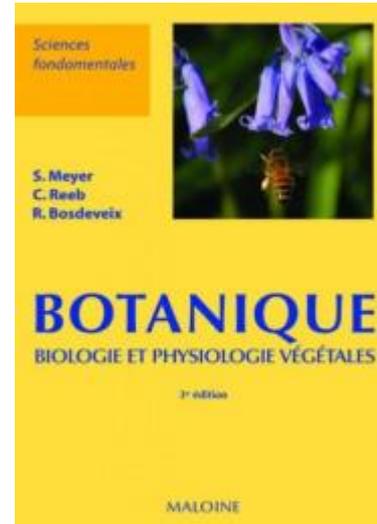
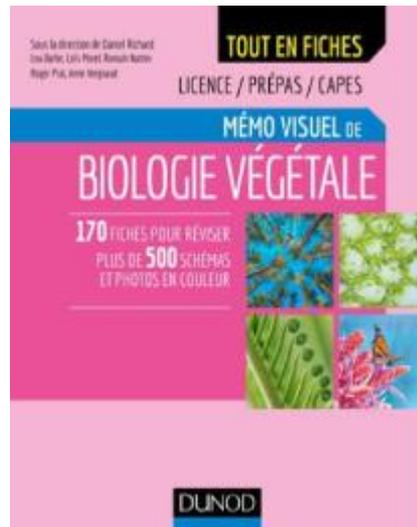
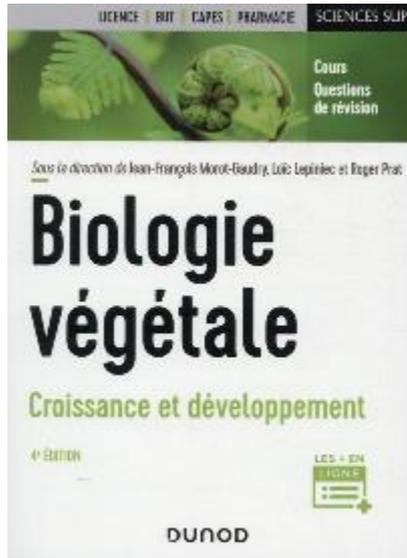
III – Expansion et Morphogenèse

- 1 – Expansion cellulaire
- 2 – Communication et polarité cellulaire
- 3 – Axes de polarités

IV – Cellules souches et Méristèmes

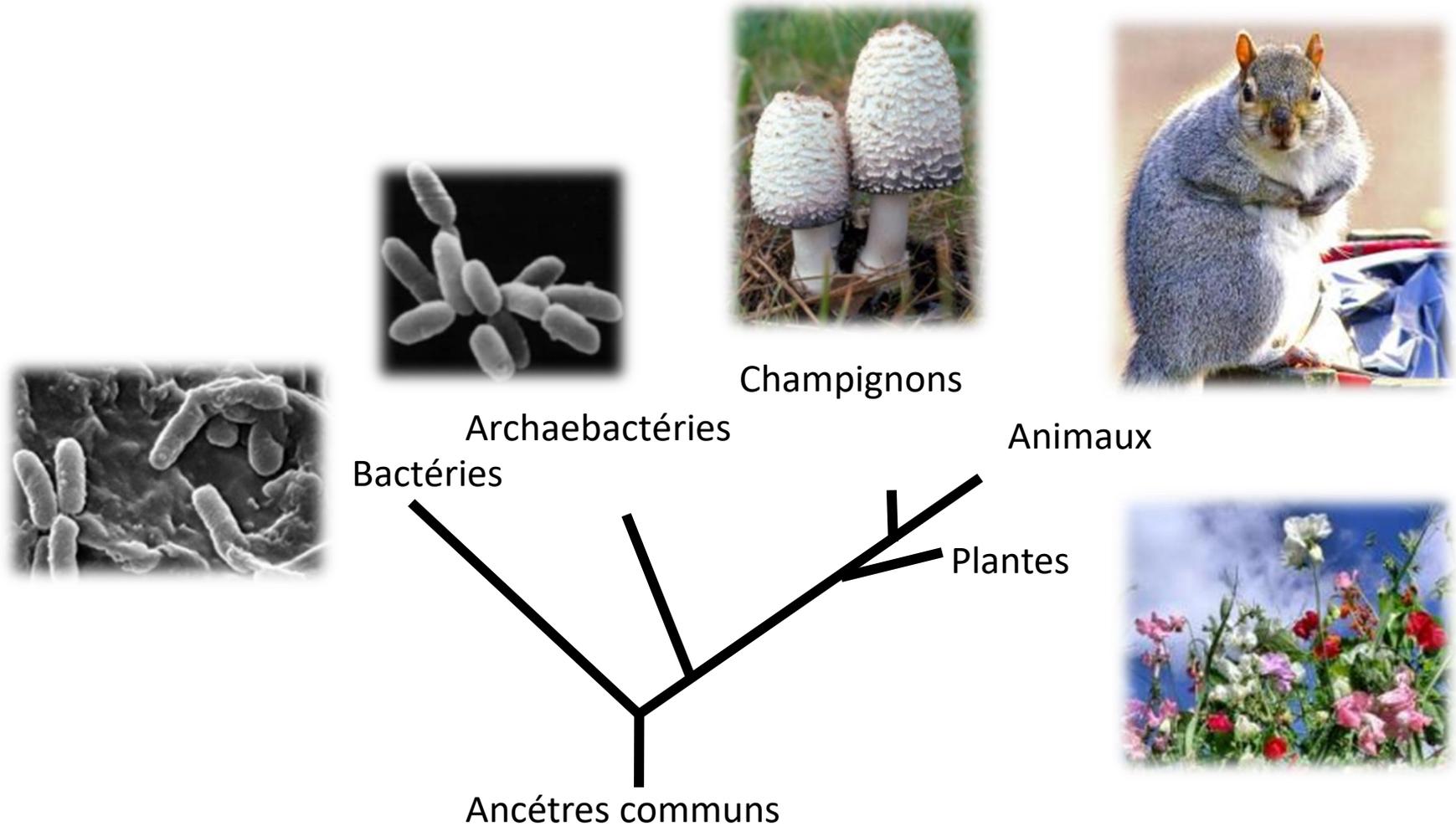
- 1 – Méristème Apical Racinaire (MAR)
- 2 – Méristème Apical Caulinaire (MAC)

Conclusions et Perspectives

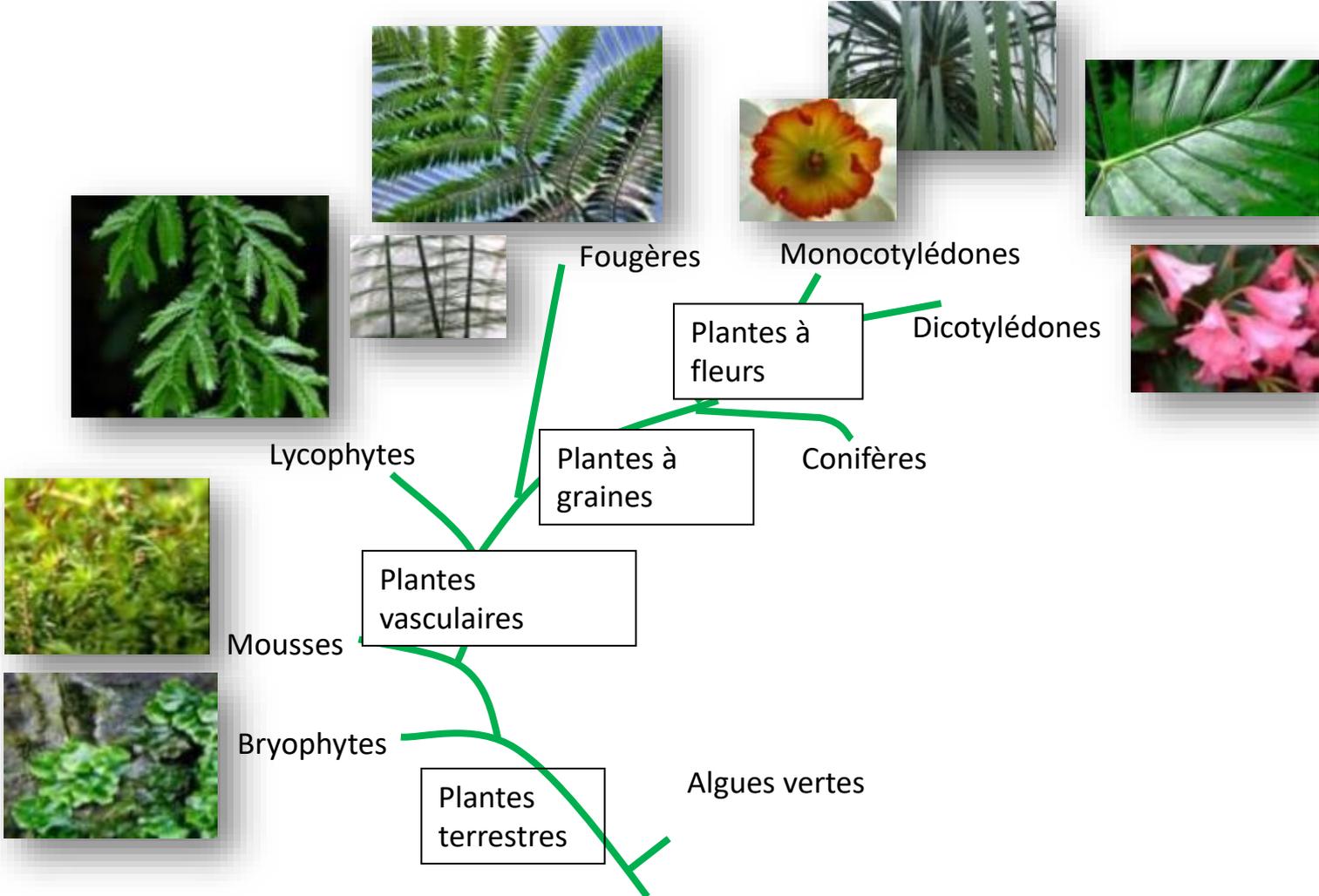


Introduction: pourquoi étudier les
cellules et le développement des
végétaux ?

Les plantes comme les animaux sont des eucaryotes multicellulaires



La lignée verte est très diversifiée



L'adaptation se fait grâce à:

→ L'autotrophie

→ Développement **post-embryonnaire**

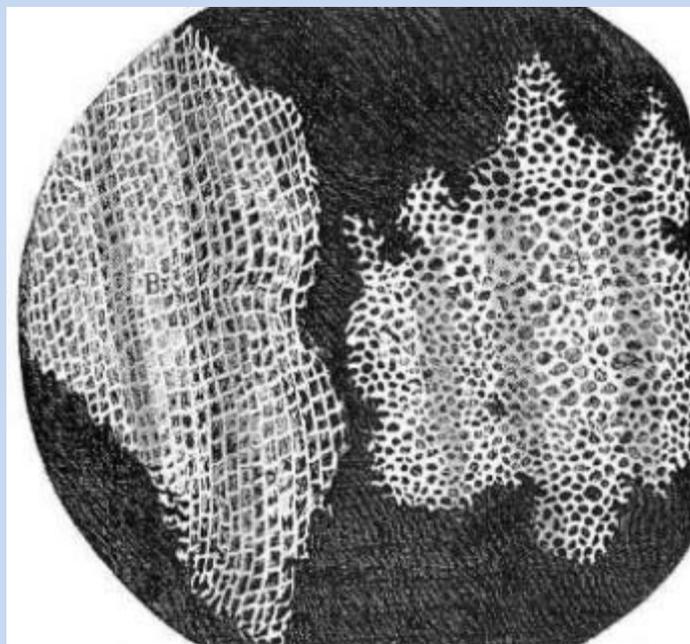
= développement **continu** grâce au renouvellement et au maintien **des cellules souches** au sein des **méristèmes**



Pinus longaeva
> 5000 ans

Les végétaux sont d'excellents organismes modèles

Les cellules ont été pour la première fois décrites chez les plantes



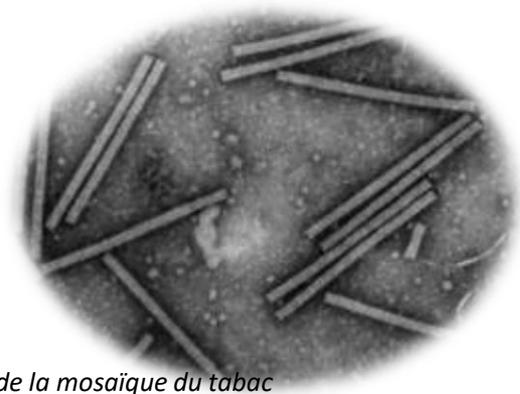
Dessin de cellule de Liège de Robert Hooke, 1665



Photographie de cellule de Liège

Les végétaux sont d'excellents organismes modèles en recherche fondamentale

La découverte des virus
(1892)



Virus de la mosaïque du tabac

Les lois de l'hérédité (1840)



Transposons chez le Maïs
(Prix Nobel 1984)

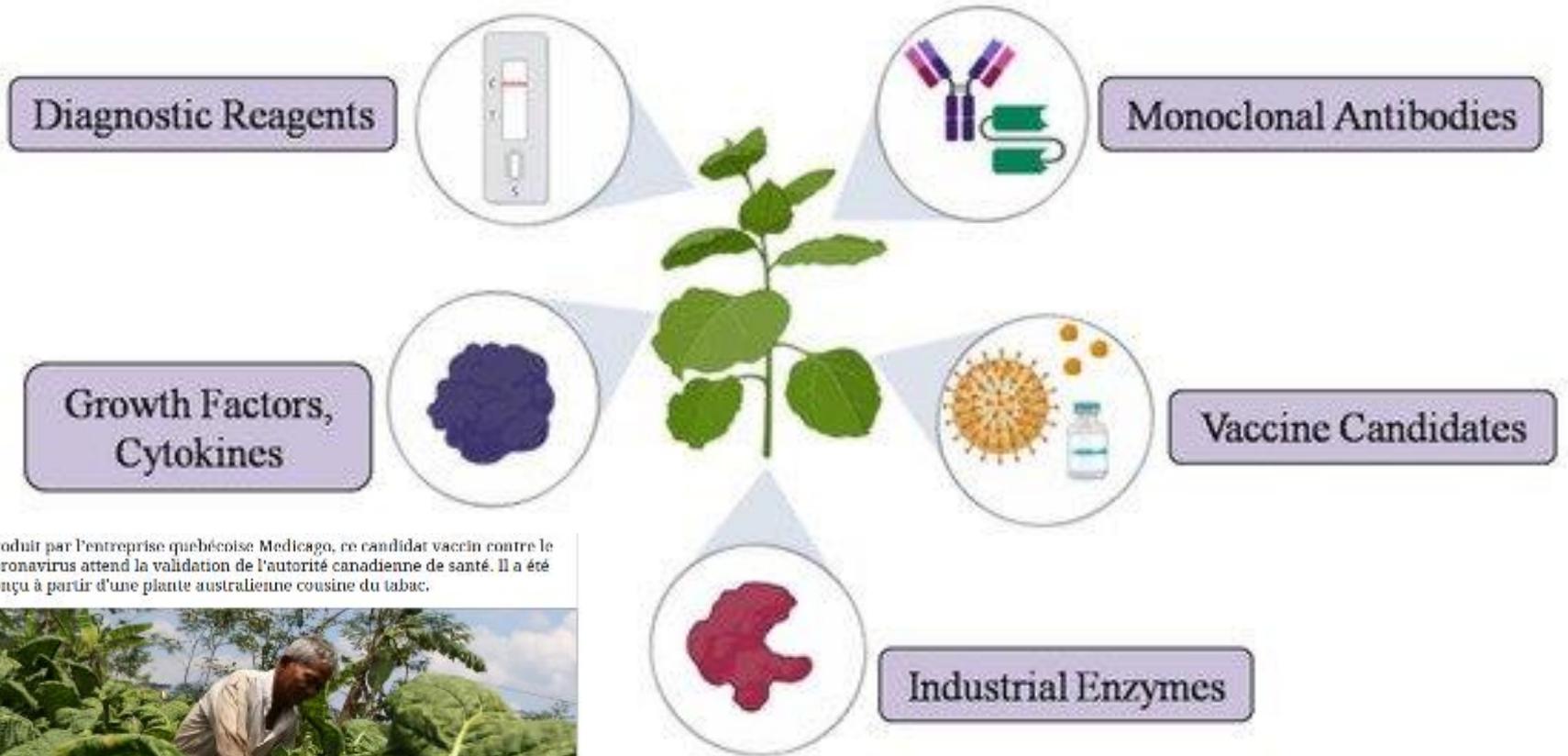


B. Mc Clintock



ARN interférence 2004

Les végétaux sont d'excellents organismes modèles en applications biotechnologiques (ex: « Molecular farming »)

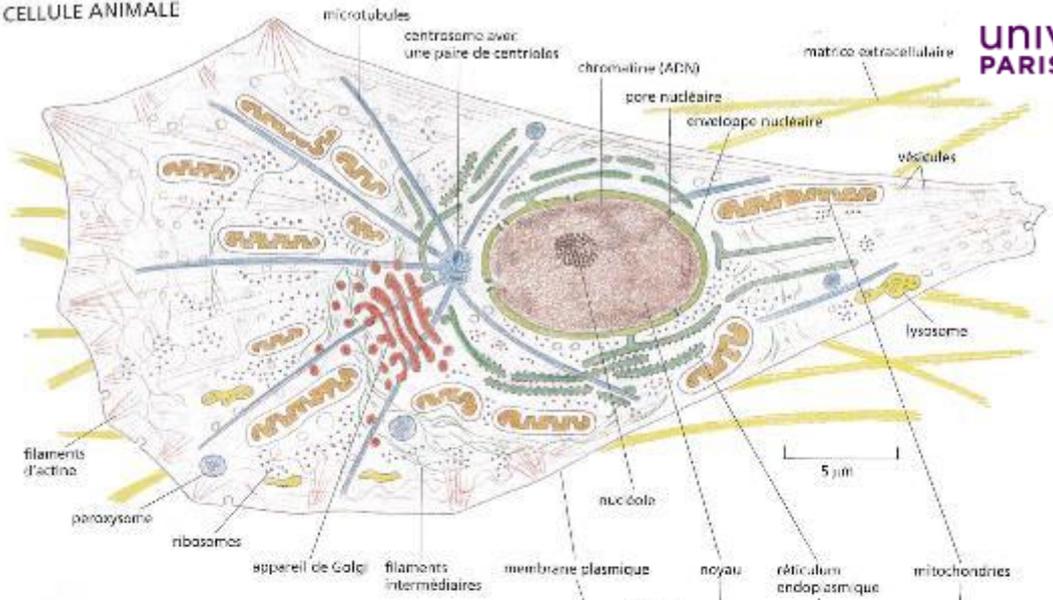


Produit par l'entreprise québécoise Medicago, ce candidat vaccin contre le coronavirus attend la validation de l'autorité canadienne de santé. Il a été conçu à partir d'une plante australienne cousine du tabac.

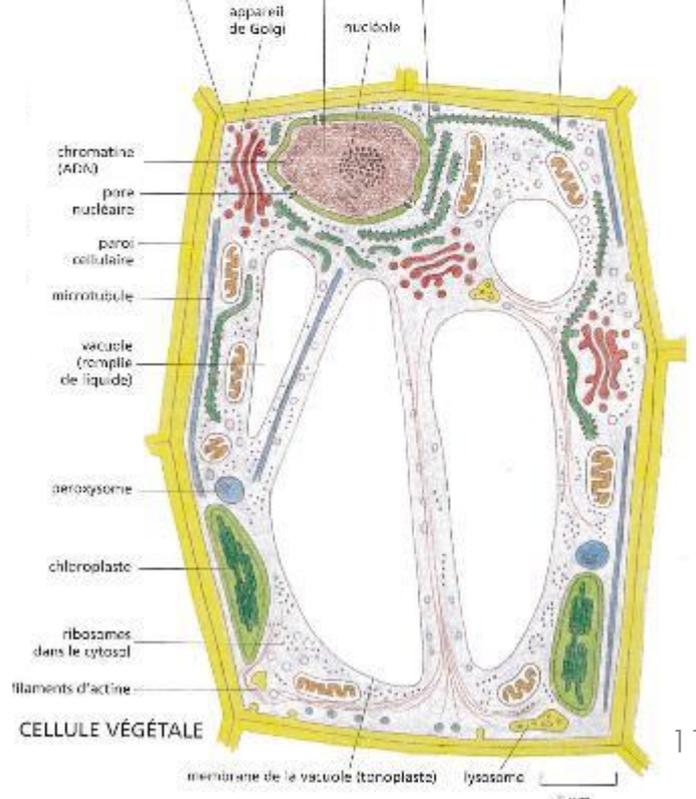


B. Shanmugaraj et al. 2020

CELLULE ANIMALE



I – La cellule végétale



CELLULE VÉGÉTALE

Caractères de cellule
eucaryote

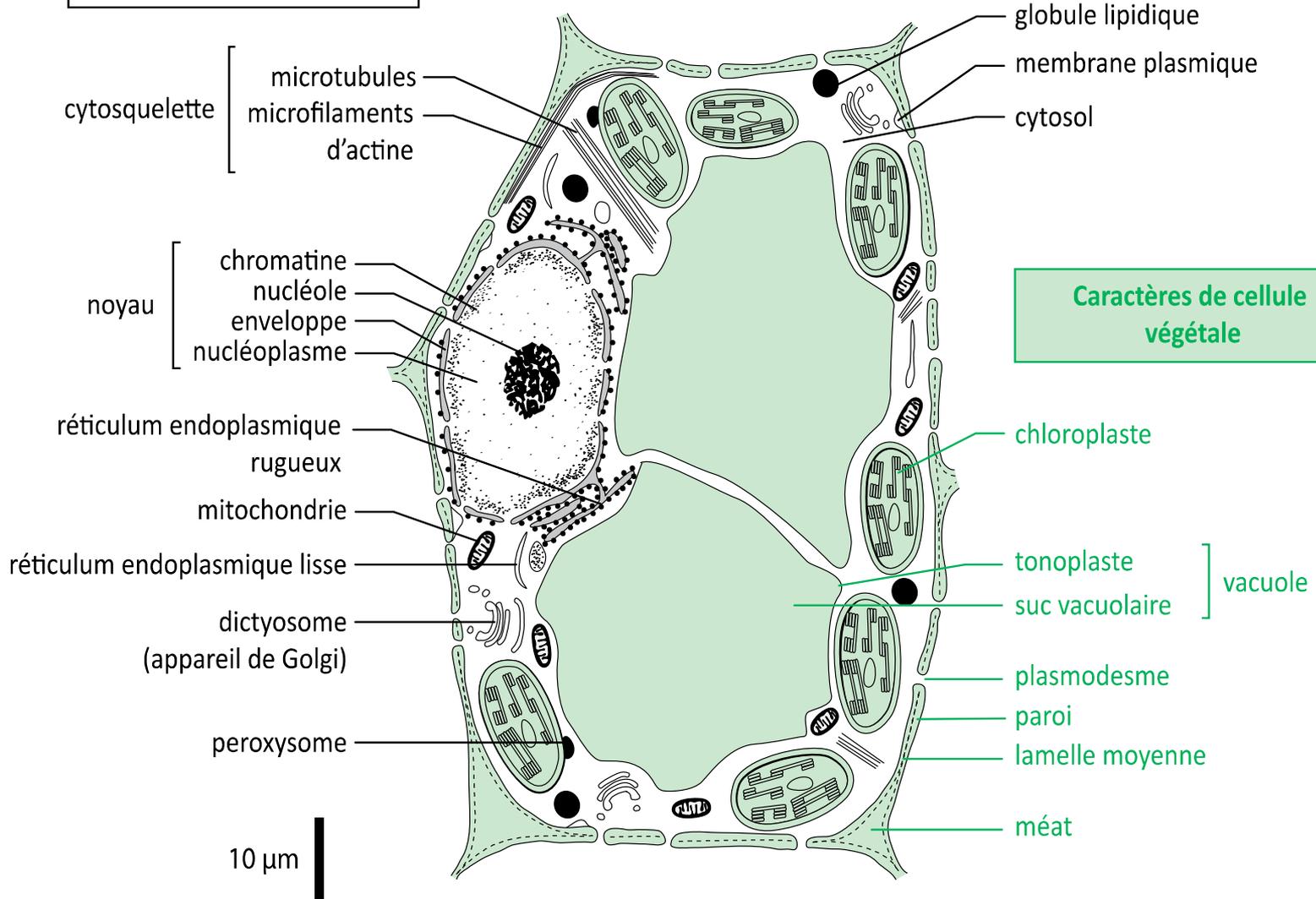
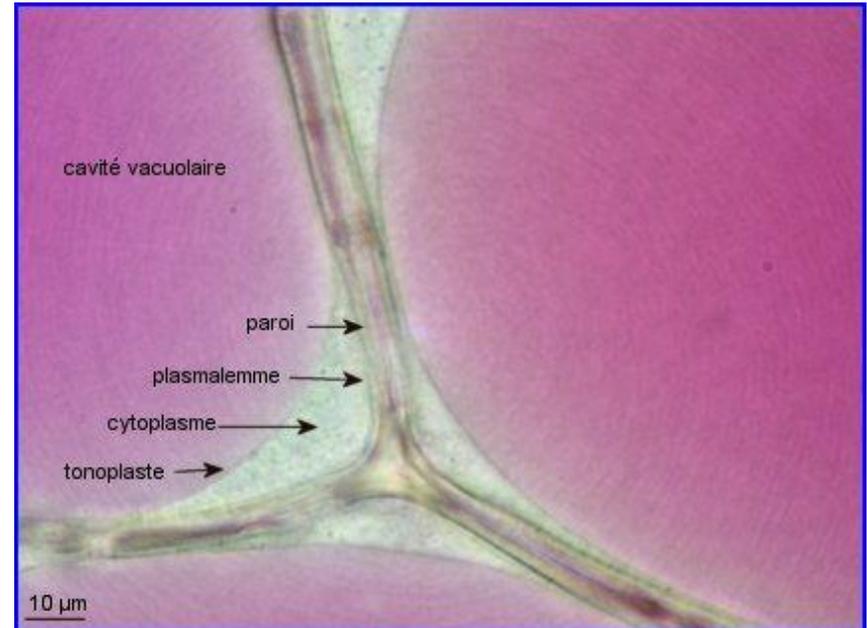


Figure 1.3 Organisation d'une cellule végétale (cellule de parenchyme chlorophyllien de feuille d'Épinard).

1 - La vacuole: (du latin *vacuus* = vide)

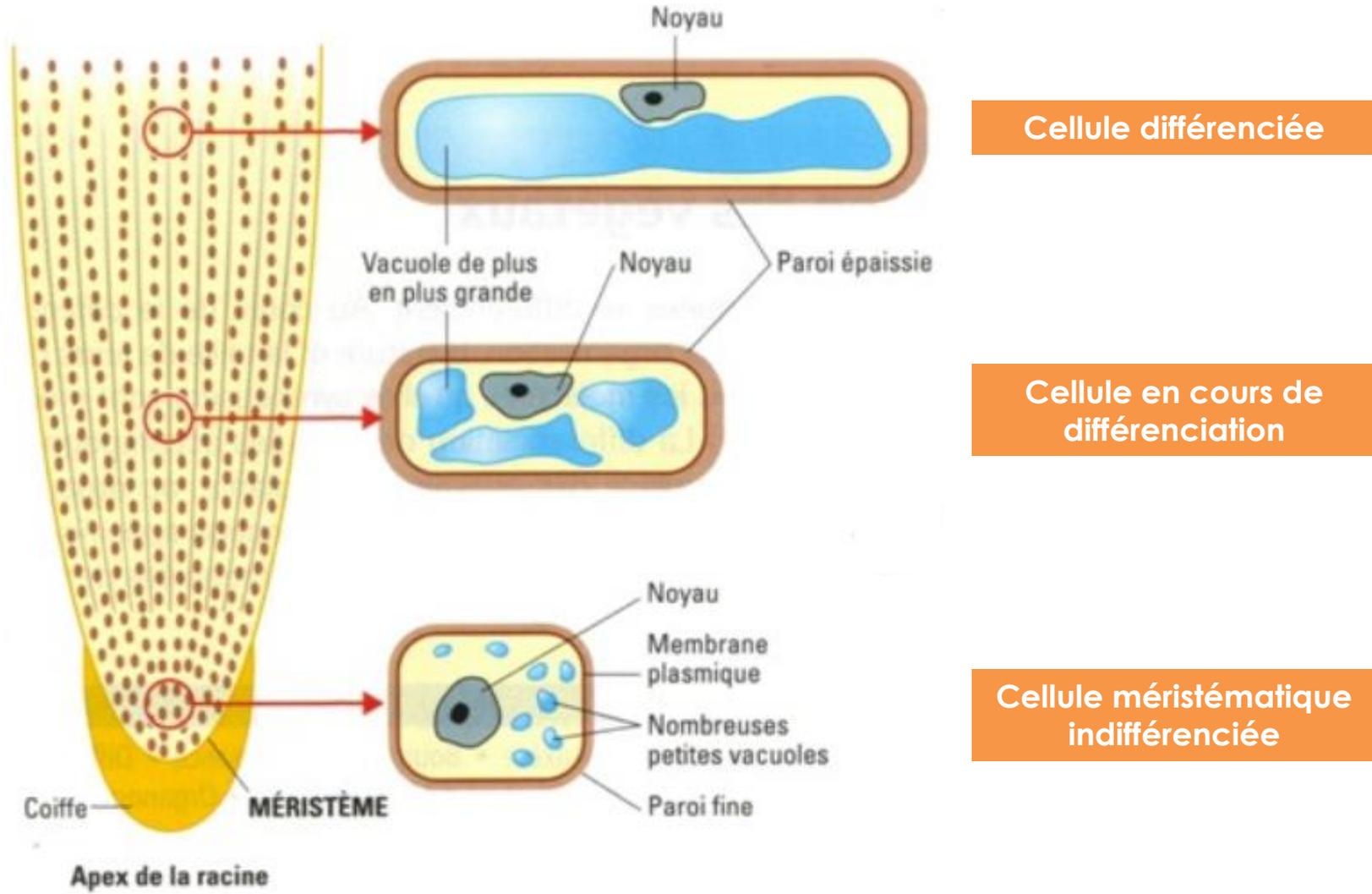
80 et 90 % du volume cellulaire

Délimitée par le tonoplaste: membrane simple



Cellule épidermique d' *Allium cepa* (Oignon rouge)

Corrélation taille de la vacuole et différenciation cellulaire



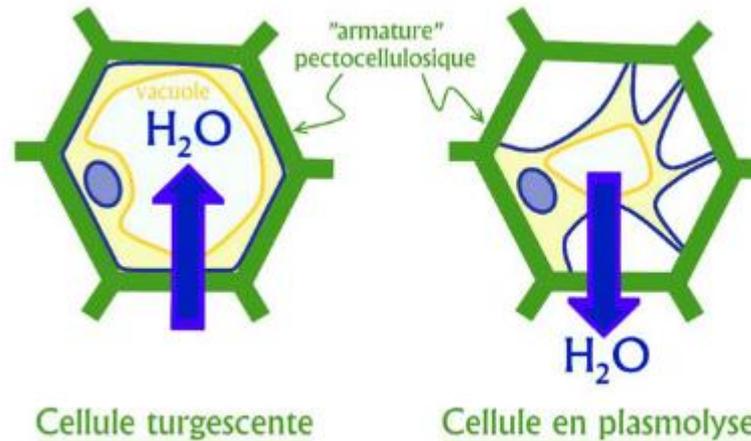
Cellule différenciée

Cellule en cours de différenciation

Cellule méristématique indifférenciée

- Plasmolyse et turgescence cellulaire: permet le port de la plante

Différence de potentiels osmotiques



Rôles de la vacuole

- **Plasmolyse et turgescence cellulaire**

- **Stockage**

Ex: saccharose chez Betterave ou Canne à sucre



- **Défense**

Ex: Accumulation d'alcaloïdes (morphine, opium, etc...) ou de molécules toxiques anticrobiennes (Moutarde, Wasabi, Ail, etc...)

- **Adaptation**

Ex: accumulation de malate chez les plantes à métabolisme CAM (voir cours de Physiologie Végétale)

- **Pigments**

Ex: Anthocyanes des fleurs



- **Détoxification = halophytes**

Ex: stockage du sel dans les sols salins



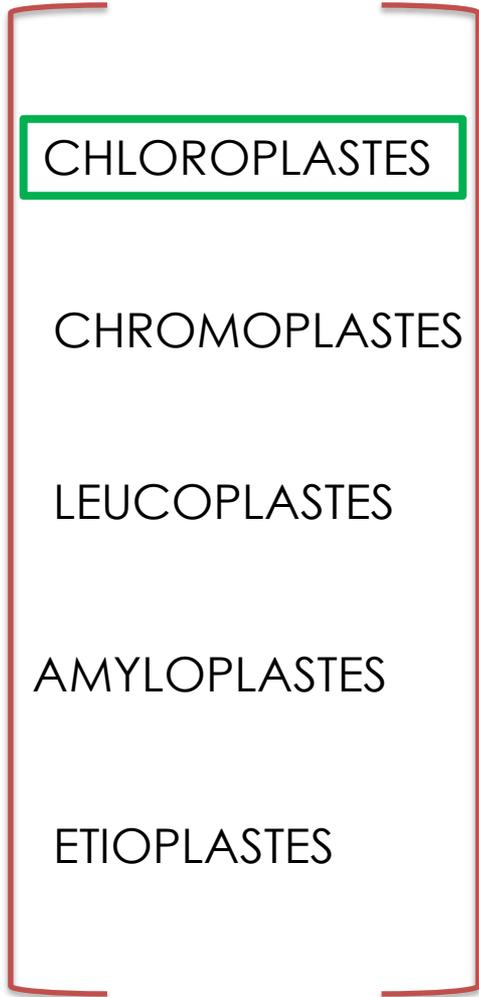
2 - Les Plastes

Les différents types de plastes

PROPLASTES →



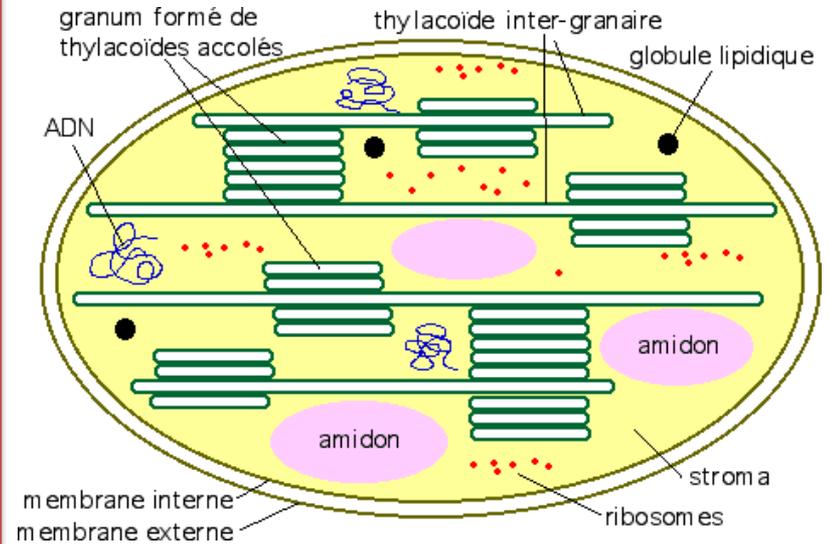
Cellule indifférenciée



Cellule différenciée

CHLOROPLASTES

Lieu de la photosynthèse.
Chlorophylles + caroténoïdes



LEUCOPLASTES

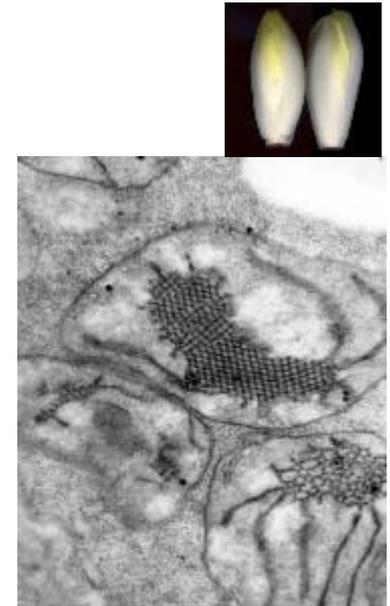
- Plastes non-pigmentés
- Localisés dans les racines ou tissus non-photosynthétiques
- Spécialisés dans des fonctions de **stockage**



Exemple: **Amyloplastes**: stockage amidon dans les organes de réserve

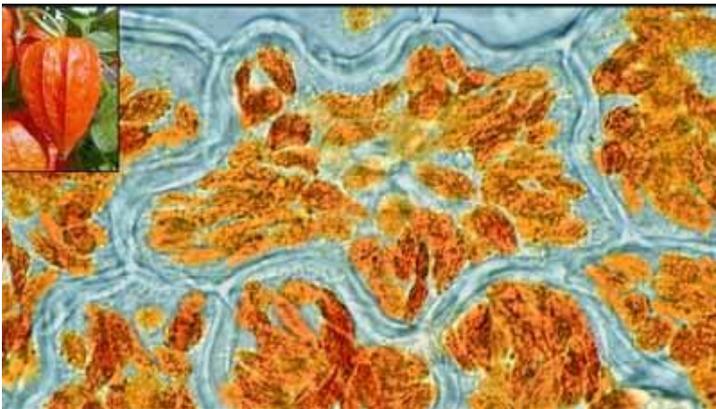
ETIOPLASTES (= forme de leucoplastes)

- Plastes peu différenciés
- Présents dans les cellules de plantes développées en absence de lumière (**étiolées**)
- Suffit de quelques heures d'éclairement pour se différencier en chloroplastes

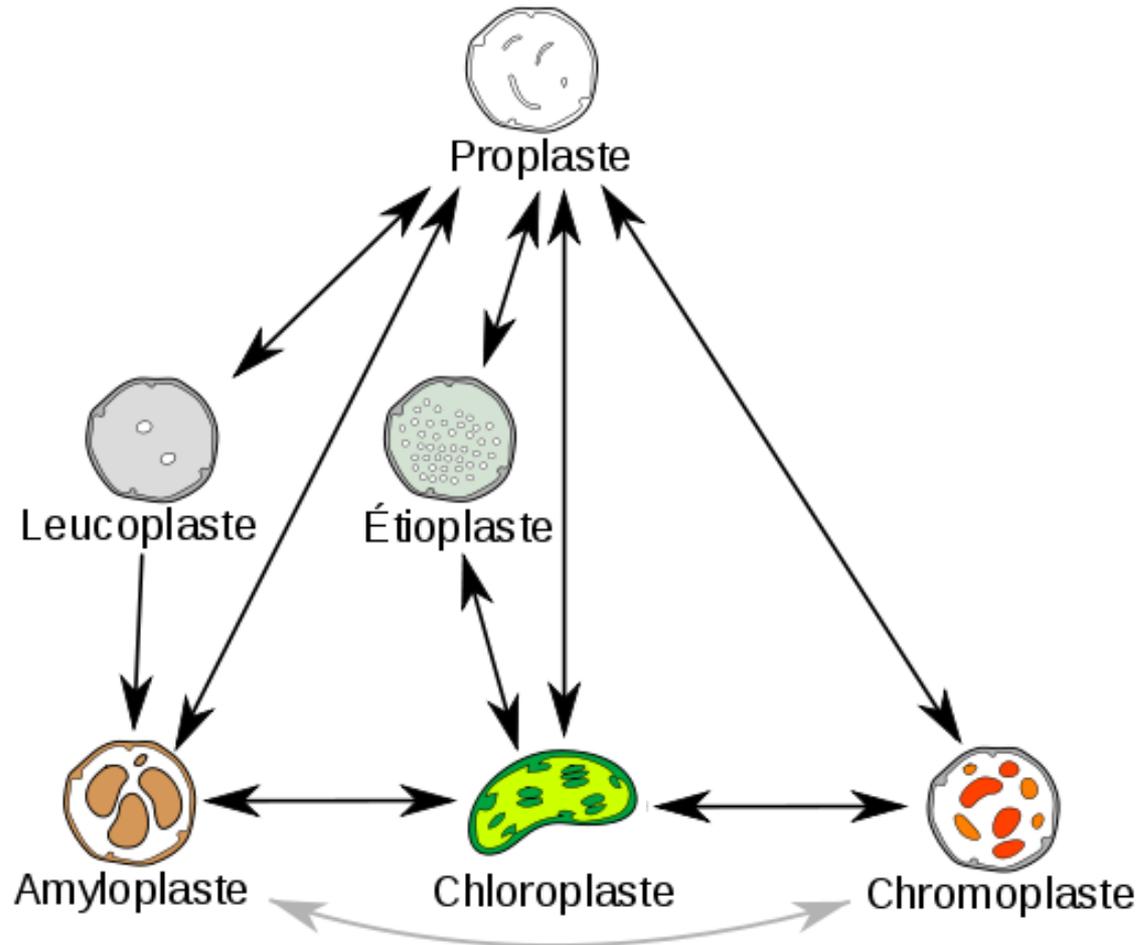


CHROMOPLASTES

- Plastes colorés en pigments non-chlorophylliens tels que Xanthophylles, Carotènes, etc...
- **Coloration** des fruits et pétales par exemple (jaune à orange)
- Les Chloroplastes peuvent se différencier en chromoplastes (ex: maturation de la tomate)

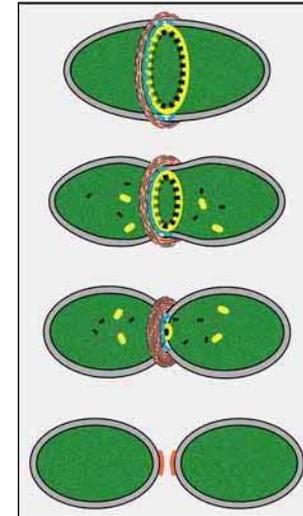
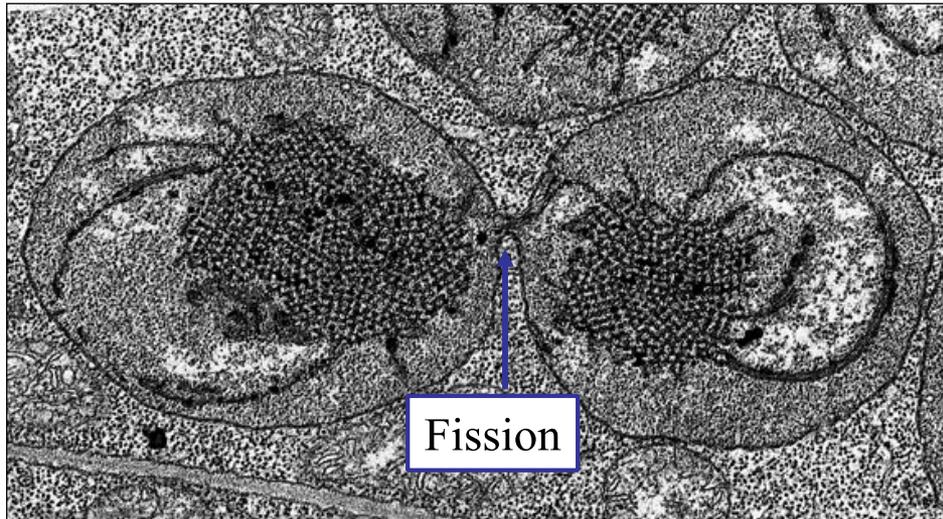


Interconversions plastidiales



Divisions par fissions

- La multiplication des plastes se fait par fission d'un plaste déjà existant
- Il n'est pas possible de créer des plastes *de novo*



En faveur de la théorie endosymbiotique....

3 – La paroi: une matrice extracellulaire

2 types de parois:

- **Paroi primaire:** concerne presque toutes les cellules végétales (sauf quelques cellules comme le grain de pollen)
- **Paroi secondaire:**
Paroi de **certaines** cellules matures et très différenciées (ex: cellules ligneuses des arbres)

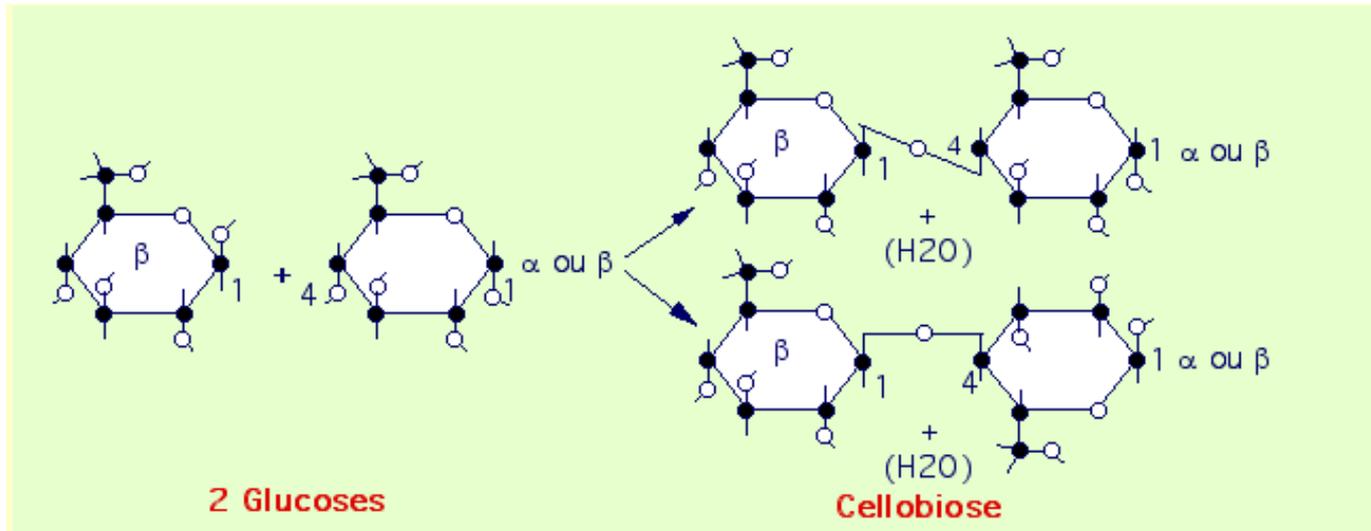
La paroi primaire

= 90% de polysaccharides + Protéines + Eau

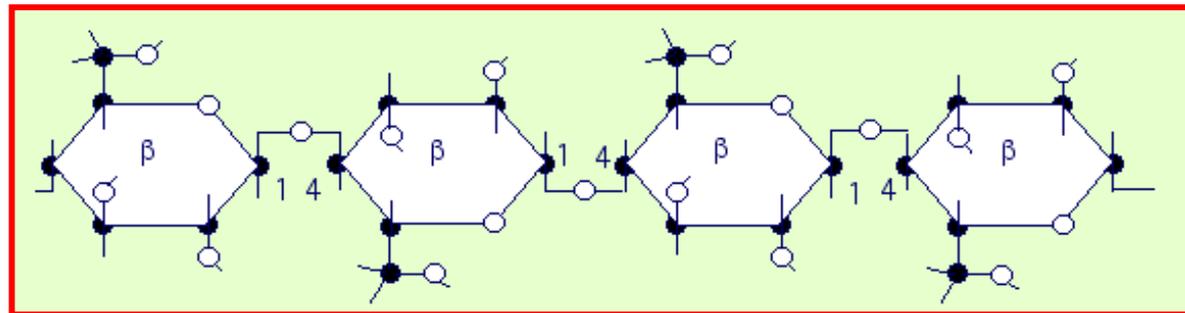
4 types de macromolécules:

- Cellulose
- Hémicellulose
- Pectine
- Protéine

Polymère **MONOTONE** uniquement constitué de **cellobiose** (= 2 glucoses liés en β 1-4).



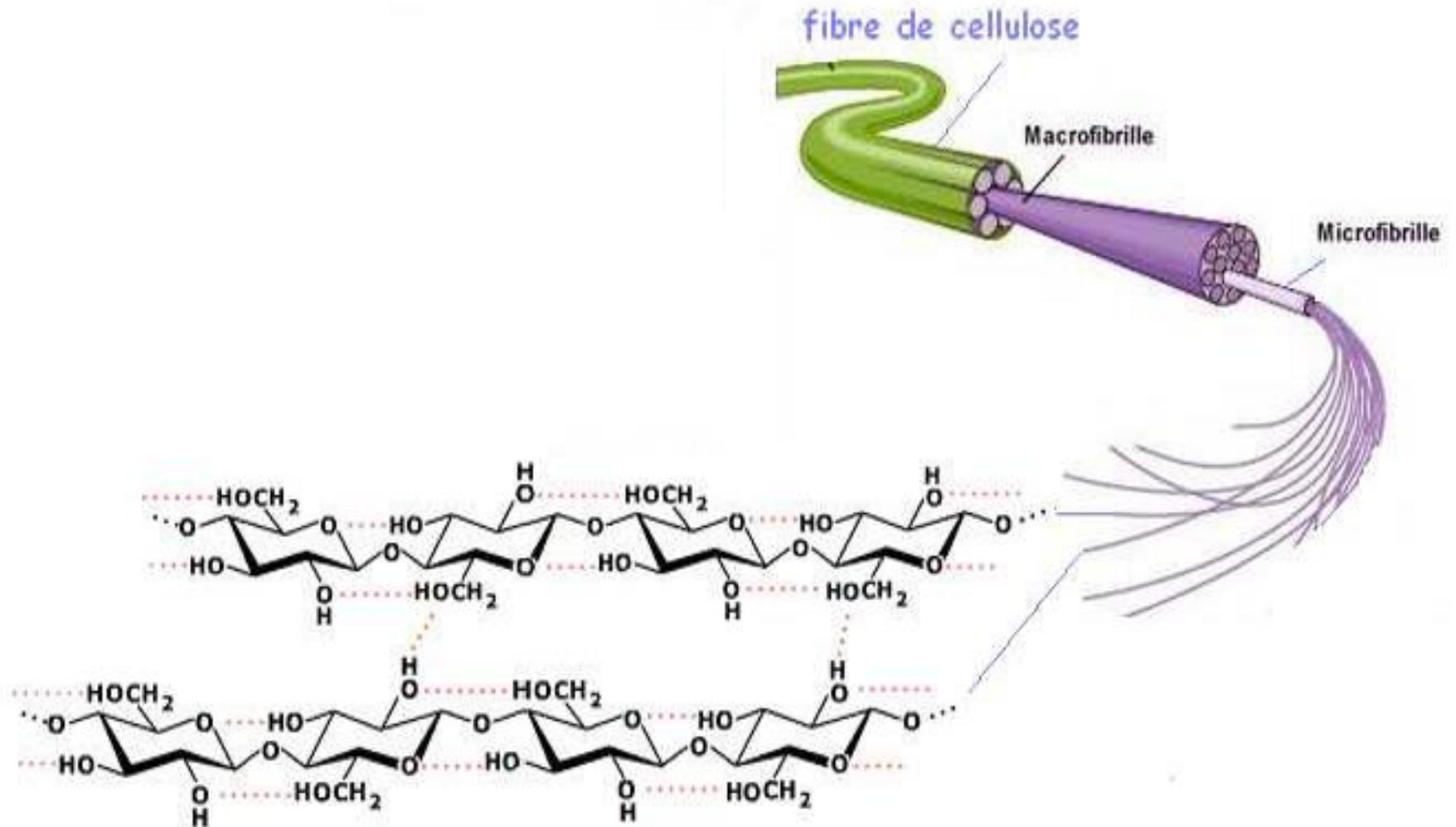
Cellulose



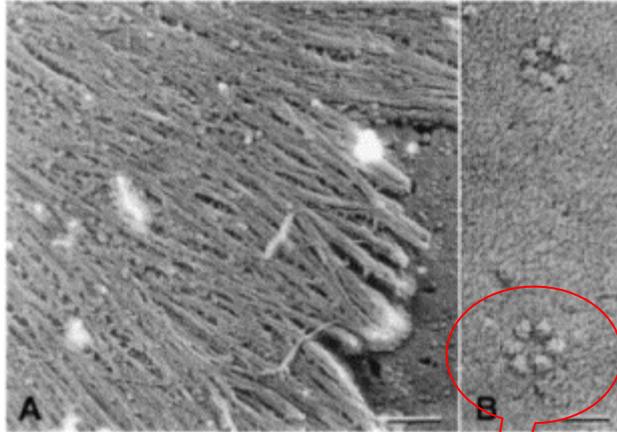
500 à 1500 résidus de glucose

Liaisons hydrogènes intra et intermoléculaires

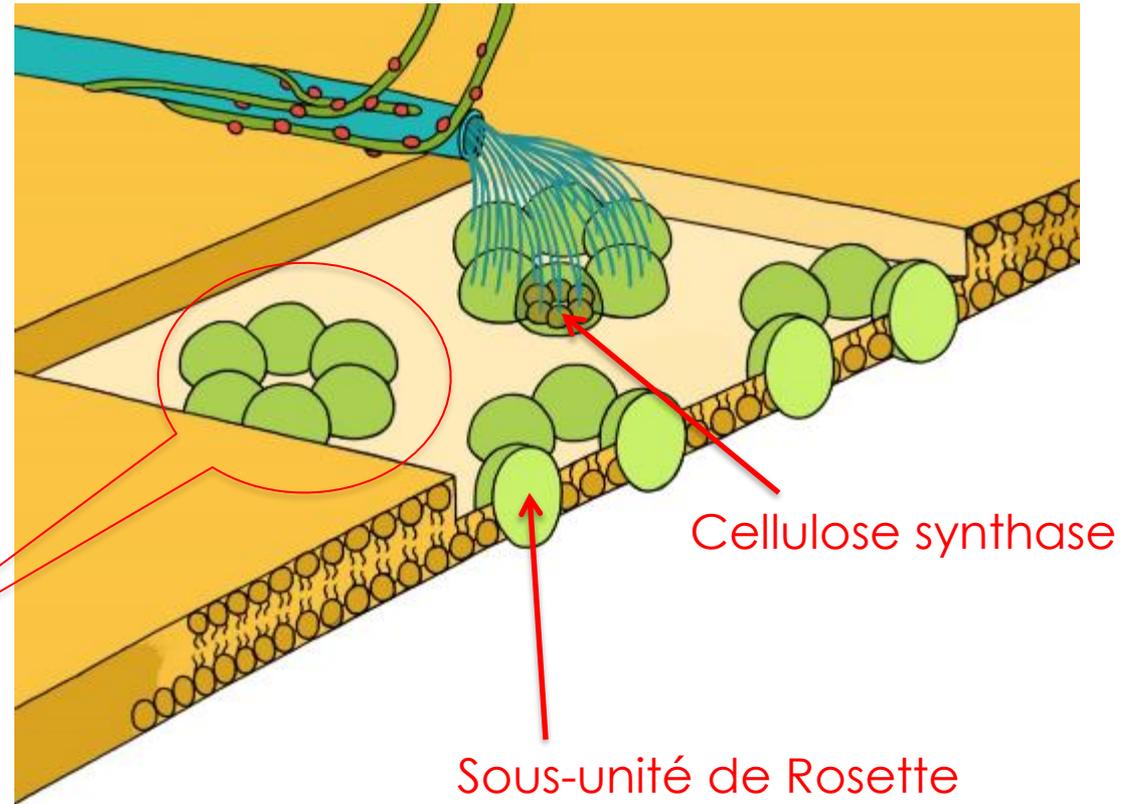
= microfibrille de cellulose



Biosynthèse de la Cellulose: cellulose synthases organisées en « rosette » intégrées à la MP



Rosette



Cellulose synthase

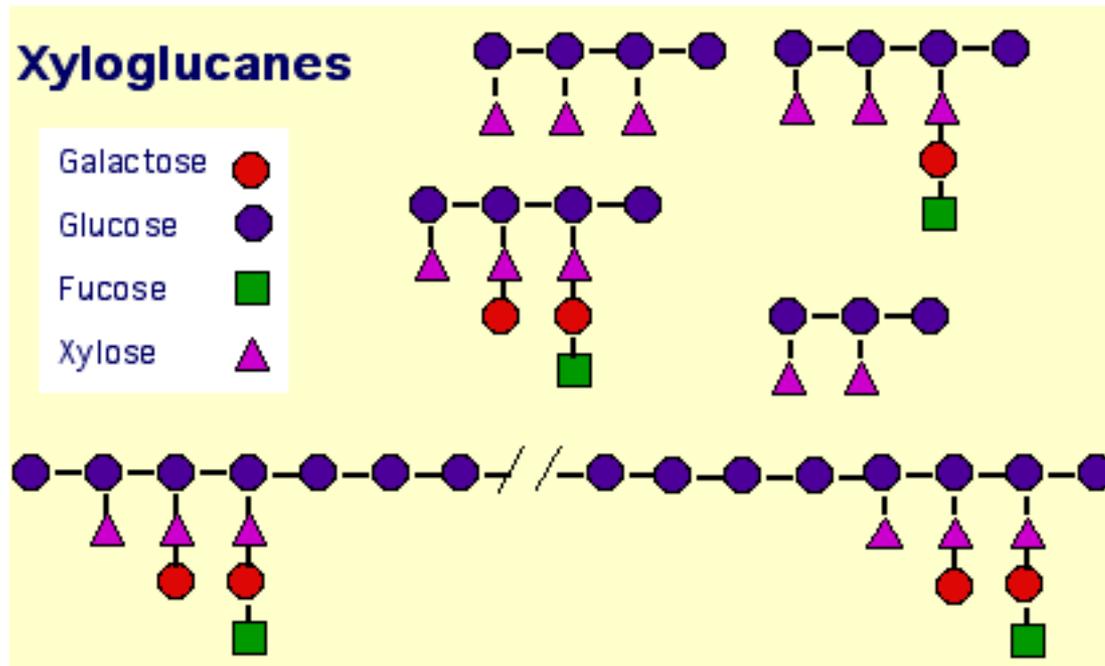
Sous-unité de Rosette

Chaque rosette synthétise une microfibrille de cellulose formée de **???** molécules.

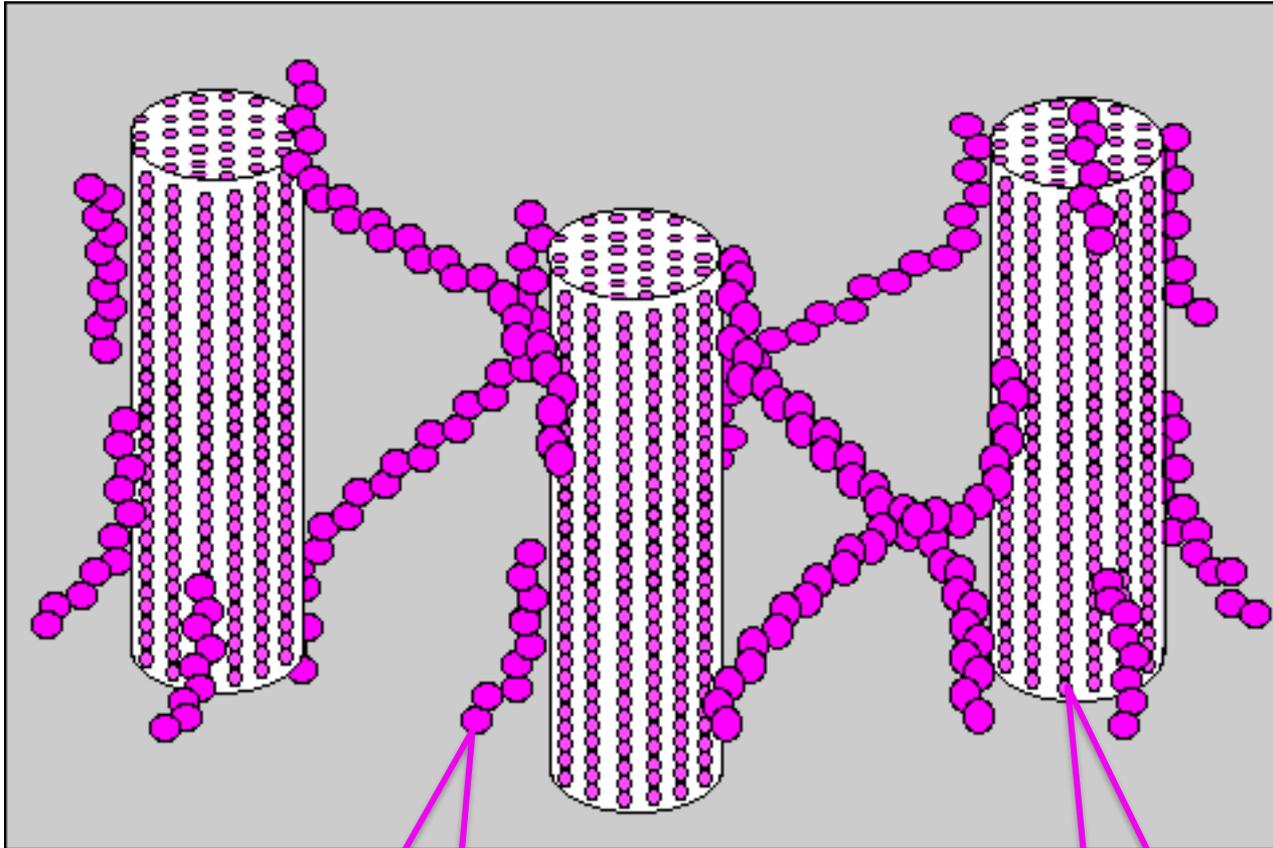
Hémicellulose

- Polymères plus petits, moins résistants
- Polysaccharides ramifiés par des chaînes courtes, reliés par liaisons osidiques β -1,4.

Exemples: xyloglucanes



Association par liaisons hydrogènes aux fibres de cellulose

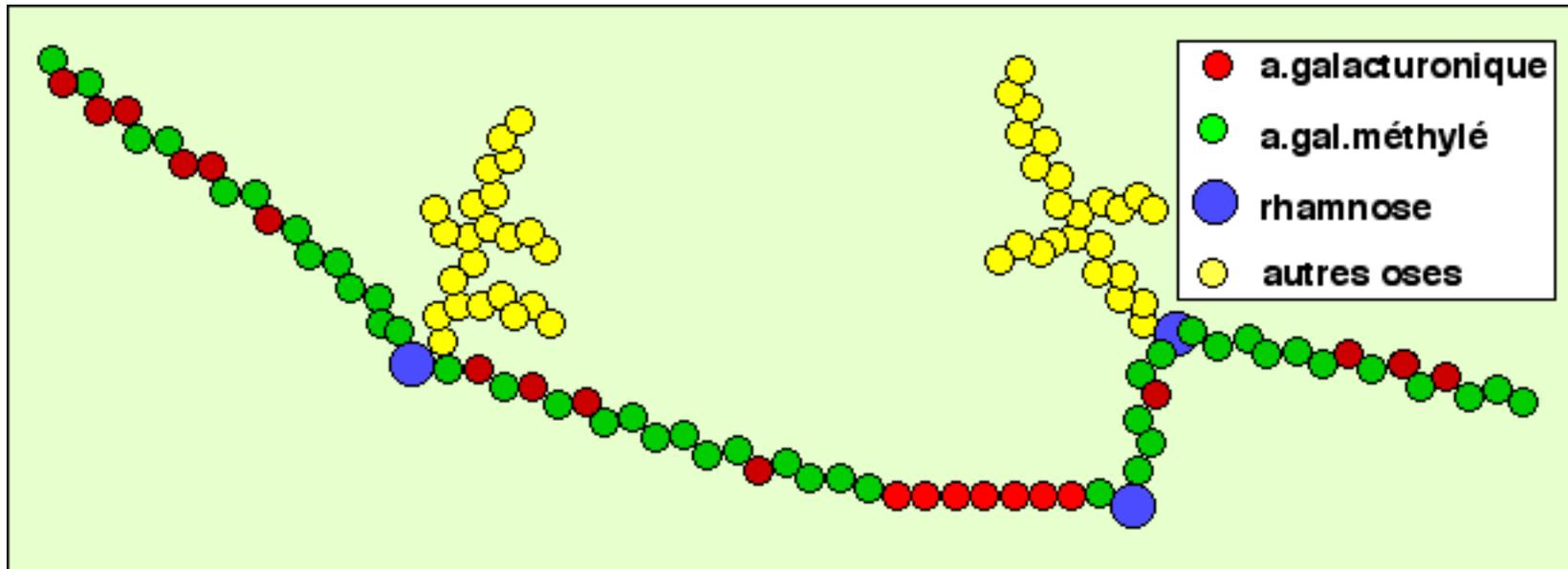


Hemicellulose

Fibres de
cellulose

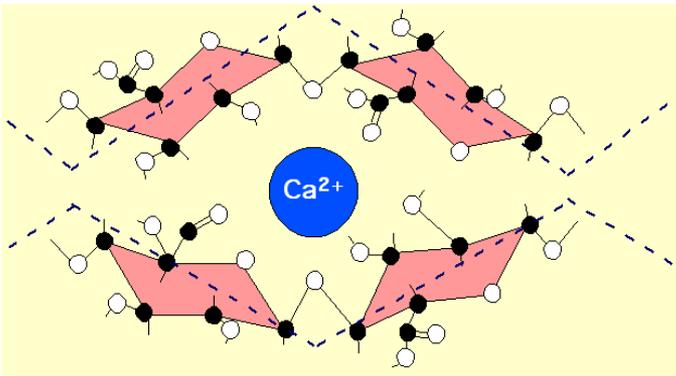
Les pectines

- Chaîne principale d'acides polygalacturoniques peuvent être intercalés de rhamnose ce qui crée des déviations ou « coudes pectiques »
- La chaîne principale peut porter des chaînes secondaires composées d'autres oses

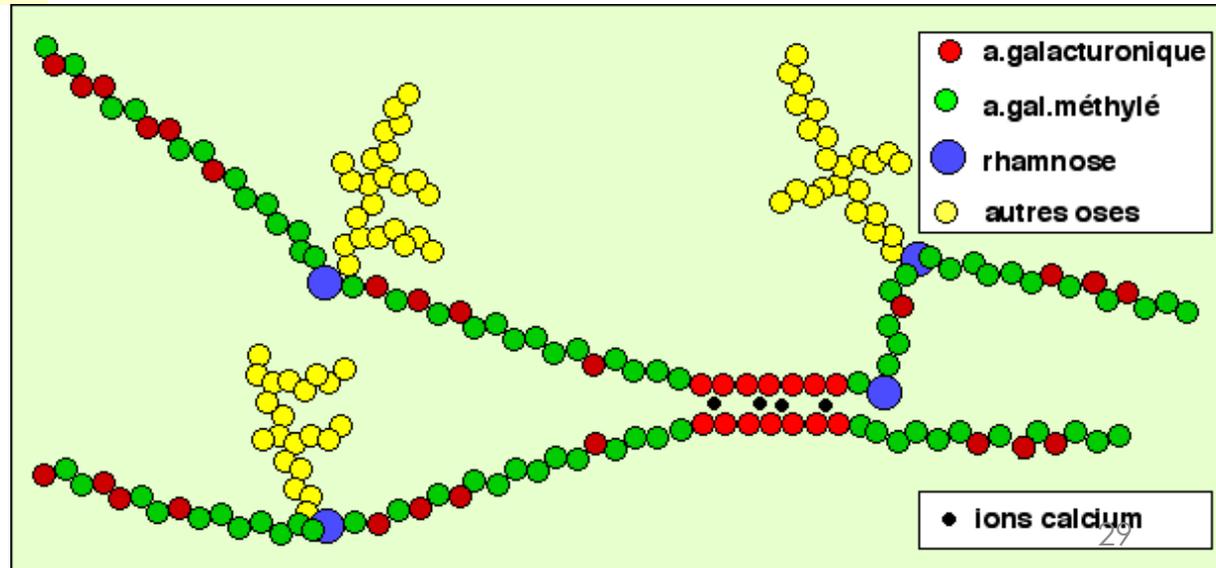


Les pectines

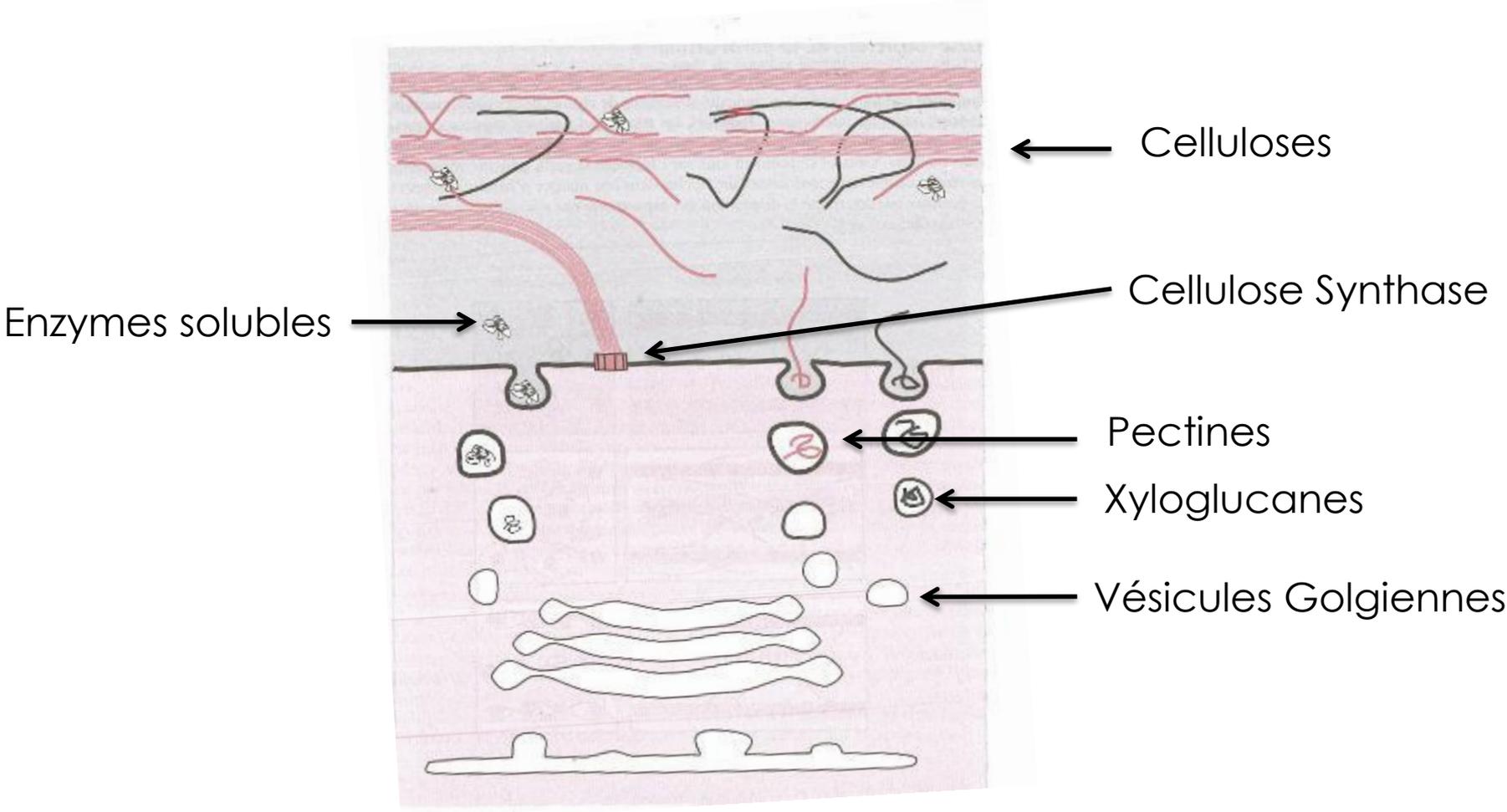
2 portions de chaînes d'acide polygalacturonique peuvent se lier en présence de calcium et former un gel pectique hydrophyle (pektos = gelée)



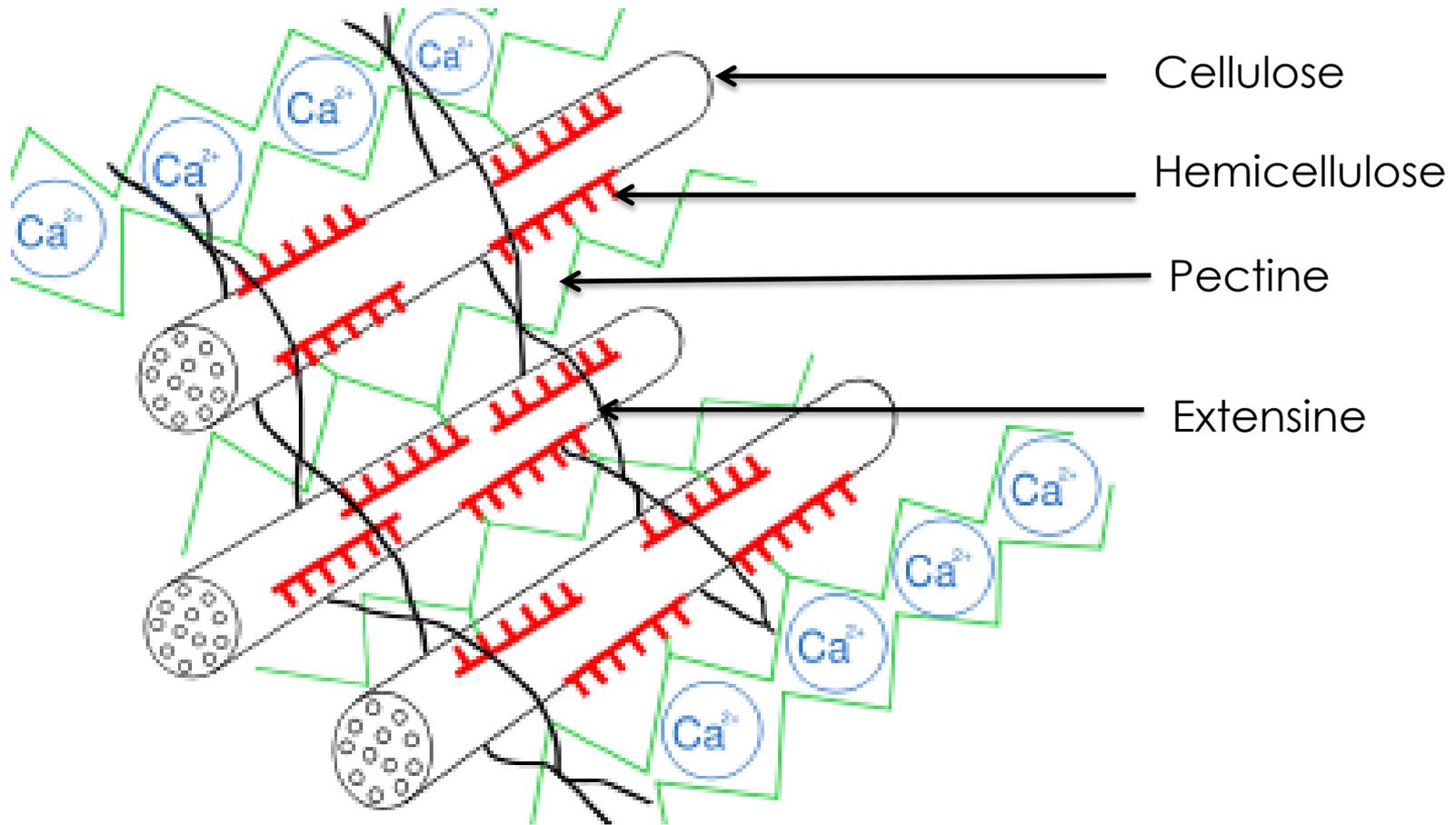
Structure en « boîte à œufs »



Synthèse des hémicelluloses et des pectines



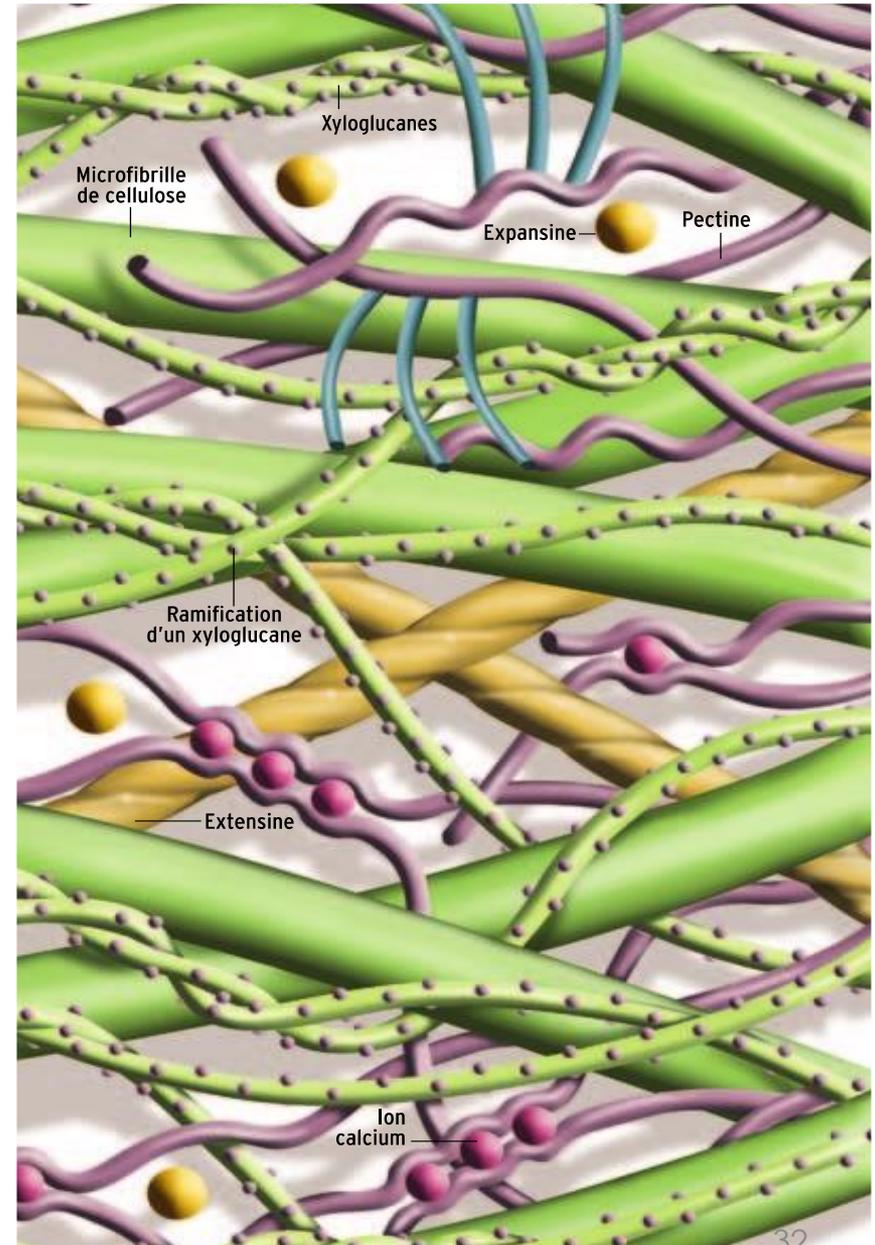
Extensine = Glycoprotéines structurales qui permettent de rigidifier la paroi en fin de croissance



Architecture de la paroi primaire

Un matériau à 2 composants:

- Les microfibrilles de celluloses qui résistent à la traction
- La matrice hydratée (pectines et hémicelluloses) qui cimente le réseau



Paroi Primaire vs Paroi secondaire

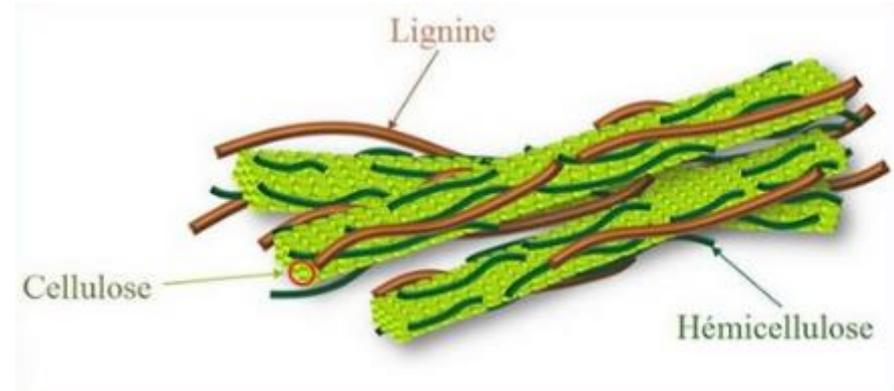
- Paroi secondaire = Paroi Primaire imprégnée d'un polymère particulier: **LA LIGNINE**

Polymère complexe composé de au moins trois types différents de monomères :

1 - l'alcool coumarylique

2 - l'alcool coniférylique

3 - l'alcool sinapylique



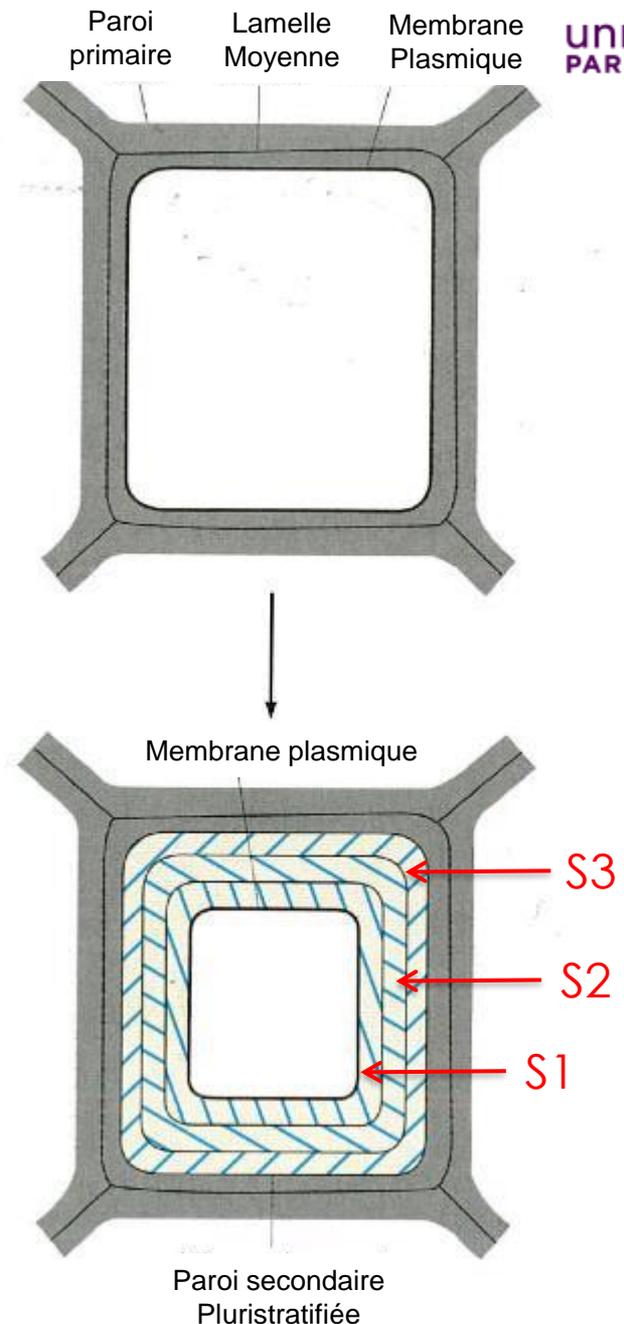
Seules les cellules de
plantes **ligneuses**
possèdent une paroi
secondaire

Paroi secondaire

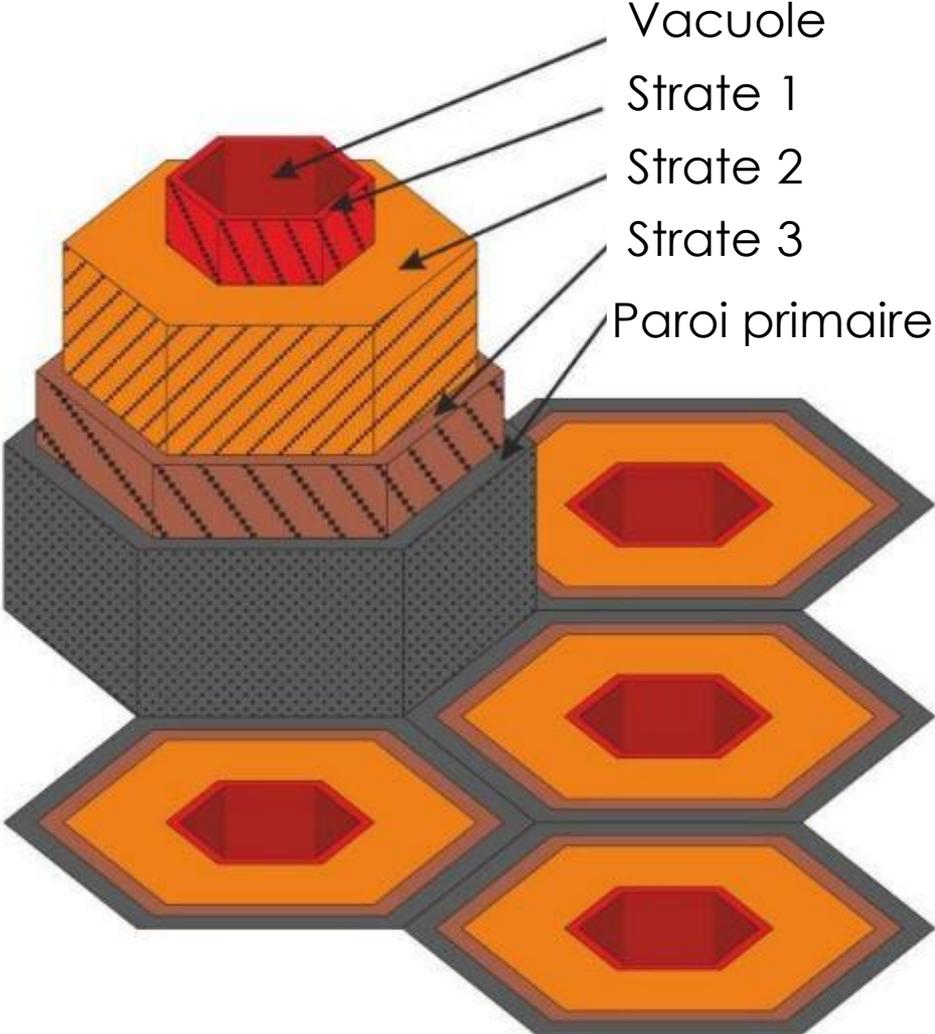
La synthèse de cellulose s'effectue toujours entre la Membrane plasmique et la paroi déjà formée: la paroi la plus ancienne se trouve donc vers l'extérieur de la cellule

Construction centrifuge par strates successives dont l'orientation des fibres est différente

**Paroi II de la plus jeune à la plus ancienne:
S1 / S2 / S3**



Paroi secondaire



Une structure en contre-plaqué

