

CHAP.1 – LA CROISSANCE VEGETALE

CARACTERISTIQUES GENERALES

- 1. DEFINITION DE LA CROISSANCE**
- 2. LES ASPECTS MORPHOLOGIQUES
DE LA CROISSANCE**
- 3. LES ASPECTS QUANTITATIFS DE LA
CROISSANCE**

1. DEFINITION DE LA CROISSANCE

2. LES ASPECTS MORPHOLOGIQUES DE LA CROISSANCE

2.1. Croissance au niveau cellulaire

2.1.1. Les composantes de la croissance

2.1.2. L'auxèse

2.1.2.1. Les modalités de l'auxèse

2.1.2.2. Modification de l'orientation de l'extension

2.1.2.3. Extension de la paroi squelettique

Définition : croissance

changements quantitatifs **irréversibles** qui se produisent au cours de la vie de la plante, doublés des changements qualitatifs que sont l'organogénèse et la différenciation cellulaire

Définition : Développement

ensemble des **différentes phases de l'évolution** d'une plante

- la germination,
- la bipolarisation de l'embryon,
- le géotropisme positif de la racine et négatif de la tige,
- la mise en place des vaisseaux et l'allongement de la tige,
- l'apparition ordonnées des feuilles et leur croissance,
- la floraison,
- la fructification,
- la sénescence...

1. DEFINITION DE LA CROISSANCE

2. LES ASPECTS MORPHOLOGIQUES DE LA CROISSANCE

2.1. Croissance au niveau cellulaire

2.1.1. Les composantes de la croissance

2.1.2. L'auxèse

2.1.2.1. Les modalités de l'auxèse

2.1.2.2. Modification de l'orientation de l'extension

2.1.2.3. Extension de la paroi squelettique

1. DEFINITION DE LA CROISSANCE

2. LES ASPECTS MORPHOLOGIQUES DE LA CROISSANCE

2.1. Croissance au niveau cellulaire

2.1.1. Les composantes de la croissance

2.1.2. L'auxèse

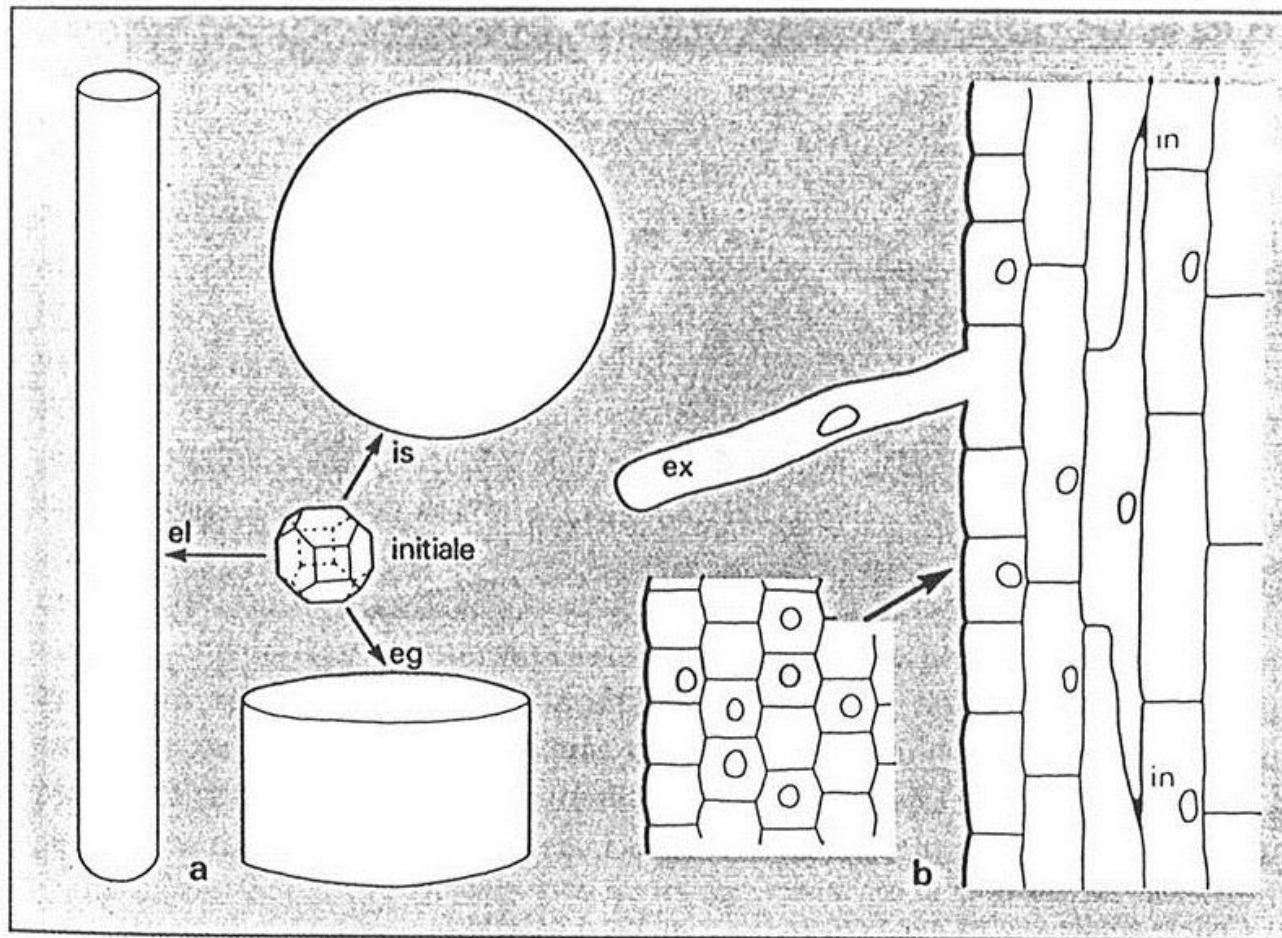
2.1.2.1. Les modalités de l'auxèse

2.1.2.2. Modification de l'orientation de l'extension

2.1.2.3. Extension de la paroi squelettique

Les modalités de l'auxèse

- a) Is = grandissement isodiamétrique; el = élongation ; eg = élargissement
- b) Croissance symplastique et croissance apicale extrusive (ex) intrusive (in)



1. DEFINITION DE LA CROISSANCE

2. LES ASPECTS MORPHOLOGIQUES DE LA CROISSANCE

2.1. Croissance au niveau cellulaire

2.1.1. Les composantes de la croissance

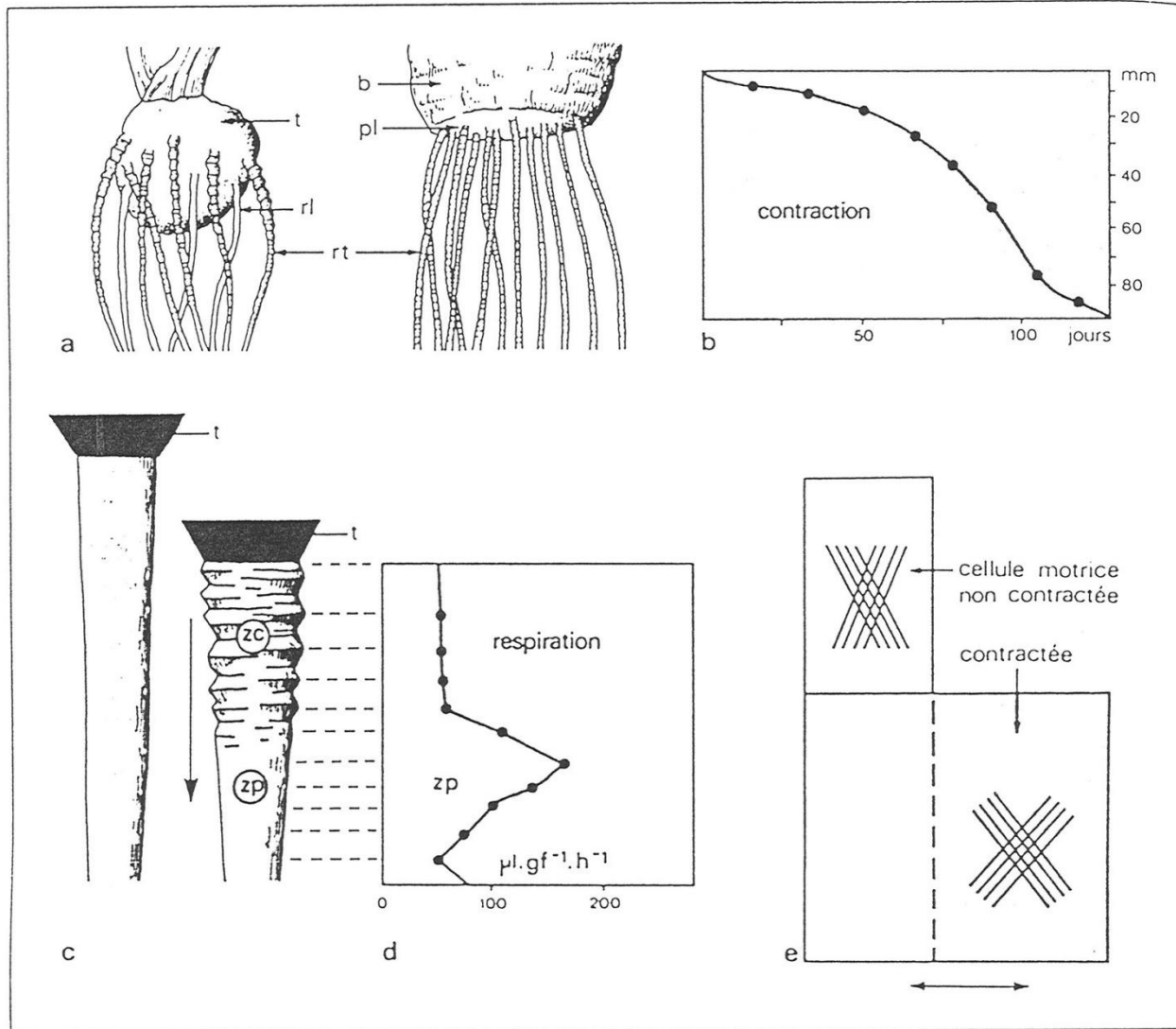
2.1.2. L'auxèse

2.1.2.1. Les modalités de l'auxèse

2.1.2.2. Modification de l'orientation de l'extension

2.1.2.3. Extension de la paroi squelettique

Cellules motrices - Racines tractrices



1. DEFINITION DE LA CROISSANCE

2. LES ASPECTS MORPHOLOGIQUES DE LA CROISSANCE

2.1. Croissance au niveau cellulaire

2.1.1. Les composantes de la croissance

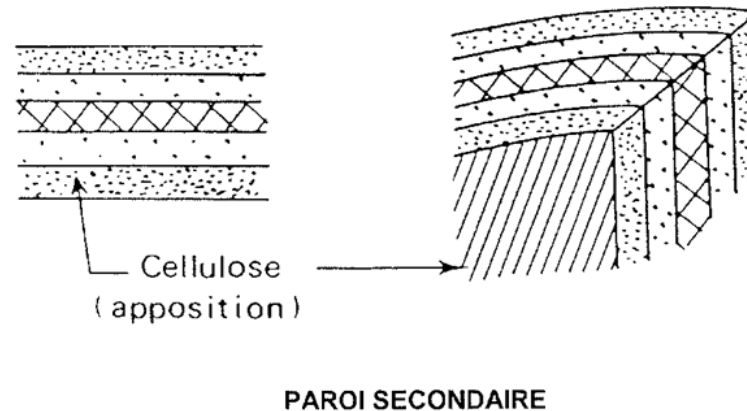
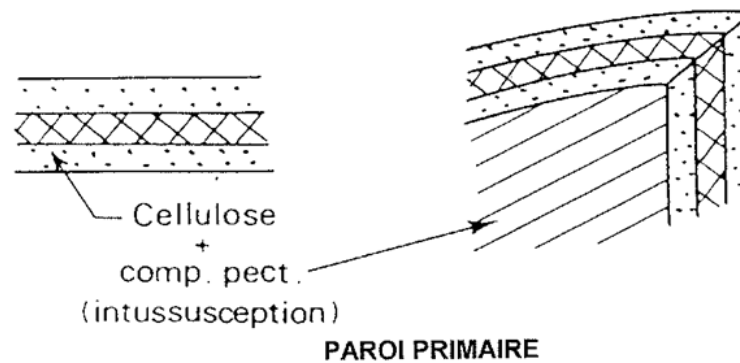
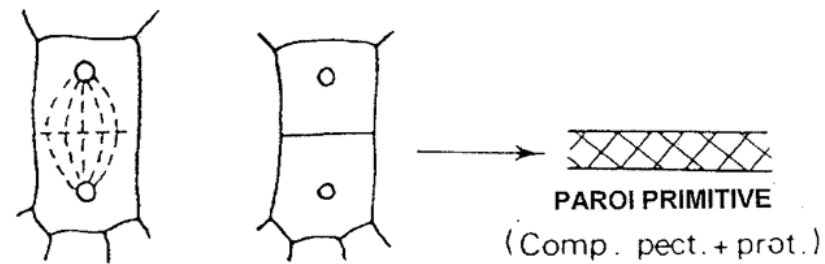
2.1.2. L'auxèse

2.1.2.1. Les modalités de l'auxèse

2.1.2.2. Modification de l'orientation de l'extension

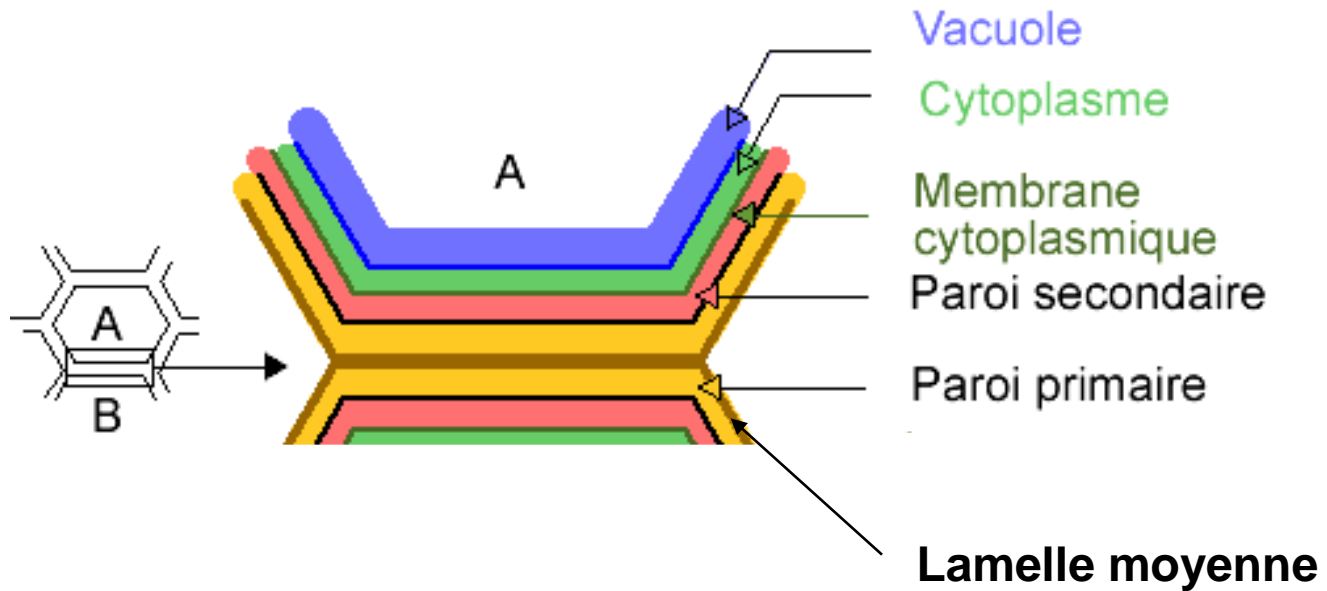
2.1.2.3. Extension de la paroi squelettique

Dynamique de construction de la paroi squelettique



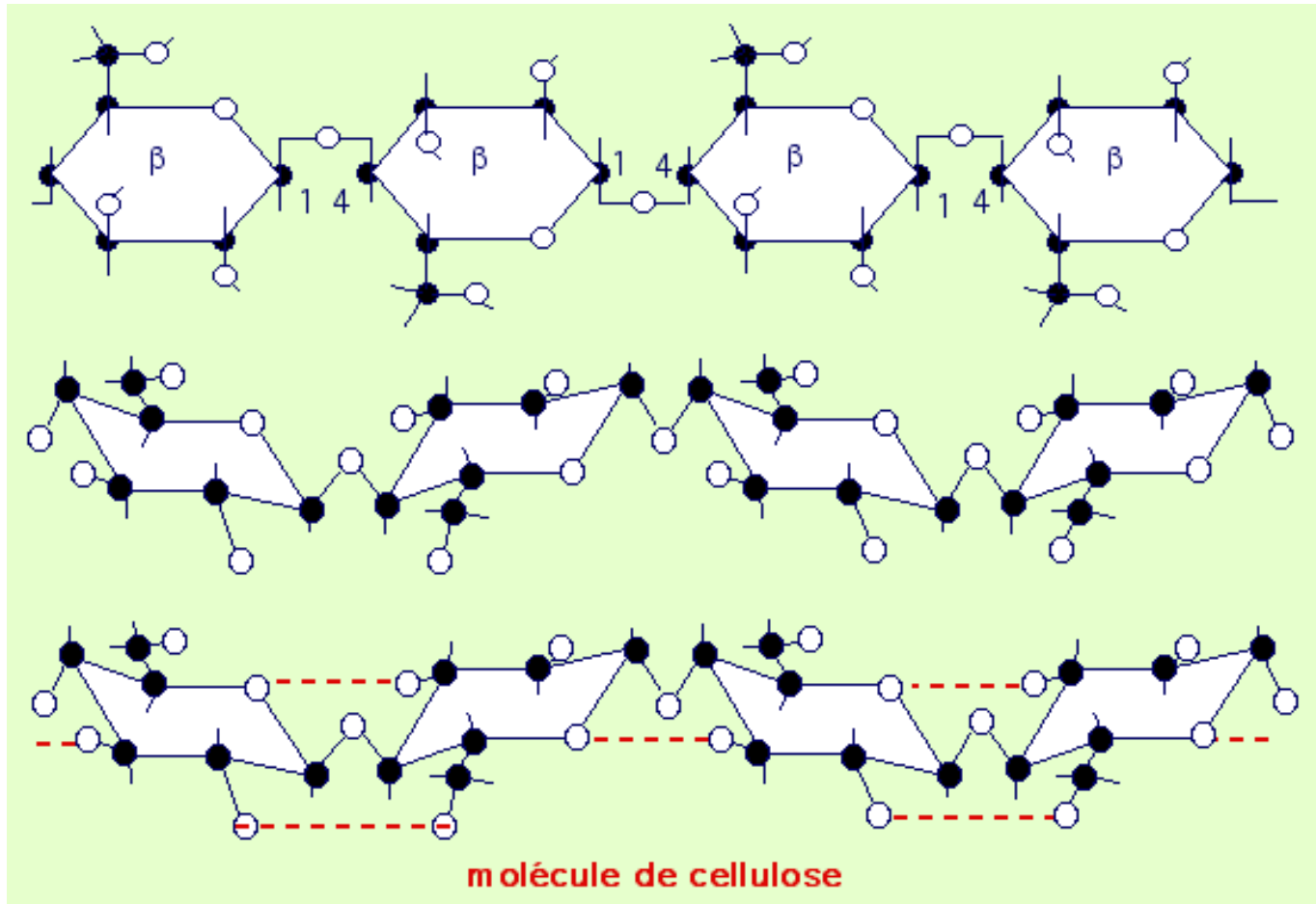
Structure de la paroi squelettique

d'après <http://jmpodvin2000.free.fr>



La cellulose

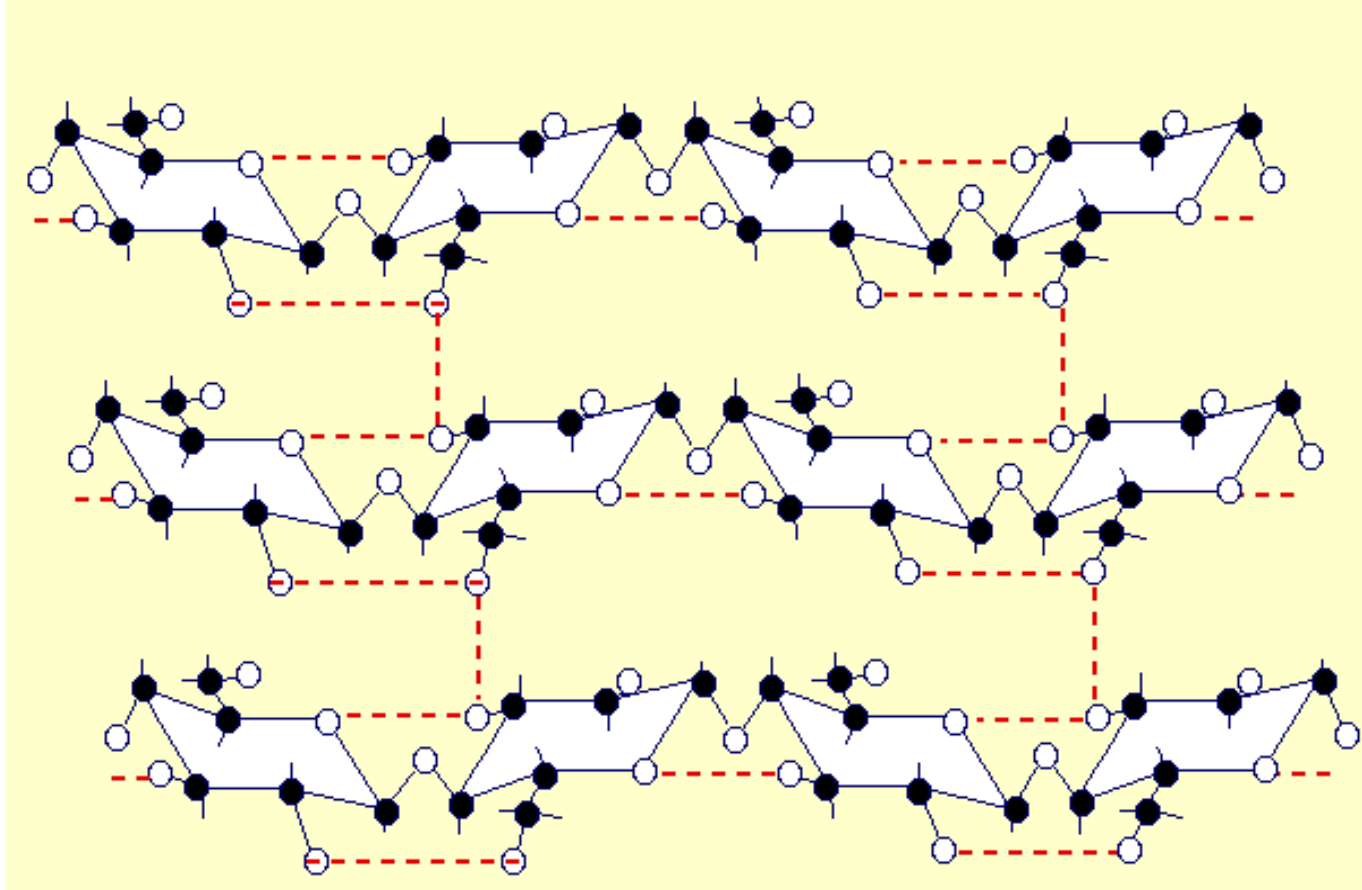
d'après Prat, Mosiniak et Roland (2002) Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



La molécule de cellulose est un polymère monotone constitué uniquement de cellobiose (= 2 glucoses liés en bêta 1-4).

La cellulose

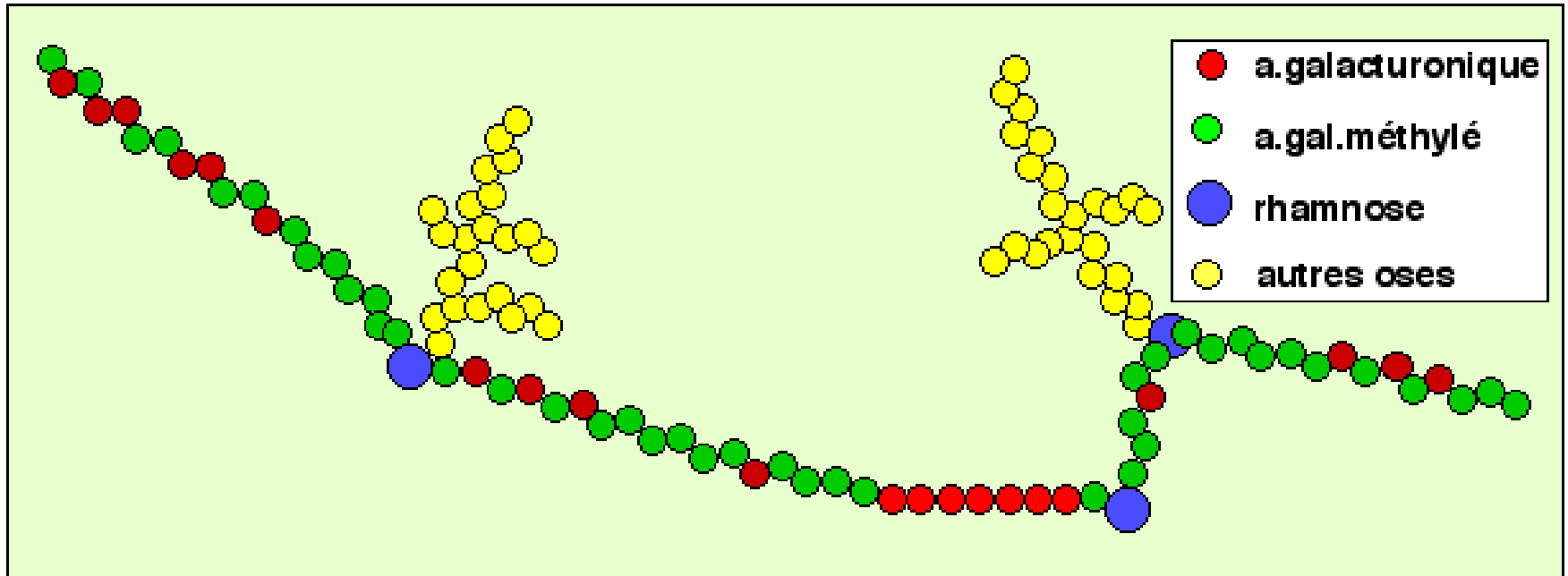
d'après Prat, Mosiniak et Roland (2002) Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



Des liaisons H inter-caténaires relient plusieurs molécules de cellulose et permettent la formation de feuillets rigides. L'association de nombreuses molécules de cellulose permet ainsi la formation d'une micro-fibrille aux propriétés de résistance remarquables.

Les pectines

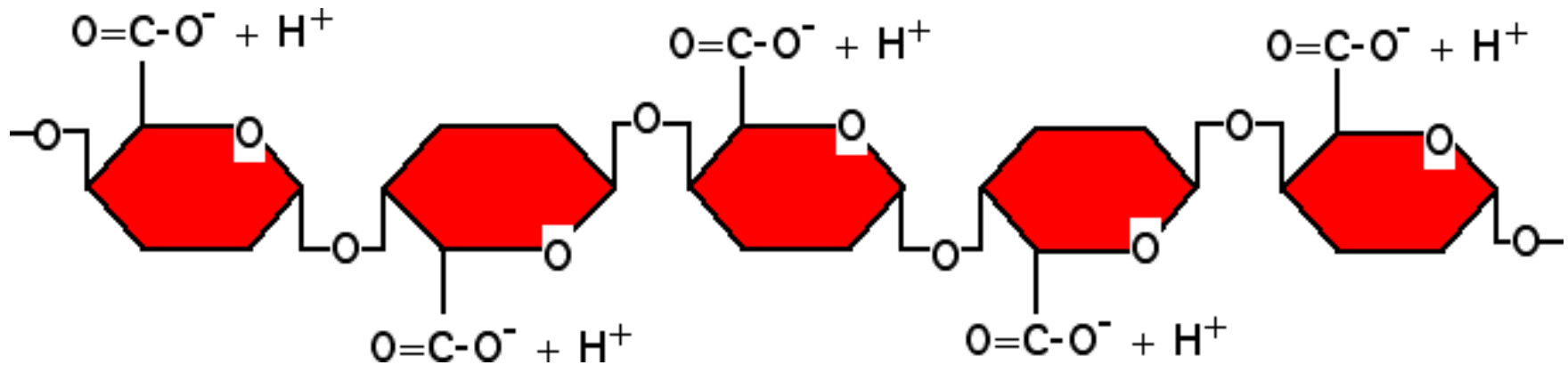
d'après Prat, Mosiniak et Roland (2002) Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



La chaîne principale est formée d'acide galacturonique, d'acide galacturonique méthylé et de rhamnose. Des chaînes latérales constituent des branchements (arabinose et galactose).

Les pectines

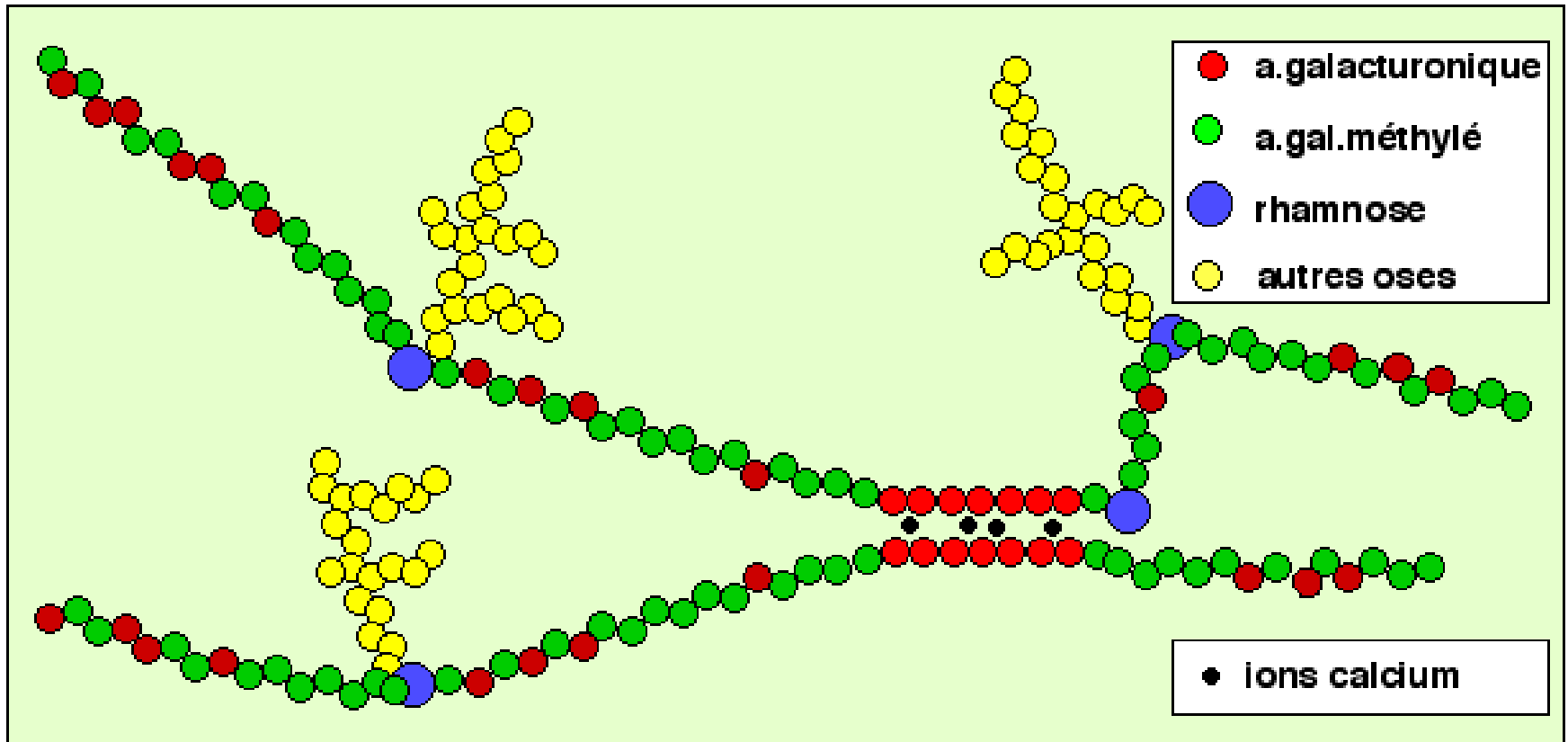
d'après Prat, Mosiniak et Roland (2002) Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



Acide polygalacturonique

Les pectines

d'après Prat, Mosiniak et Roland (2002) Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



Liaison de 2 chaînes de pectines

Les hémicelluloses

d'après Prat, Mosiniak et Roland (2002) Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie

Xyloglucanes

Galactose



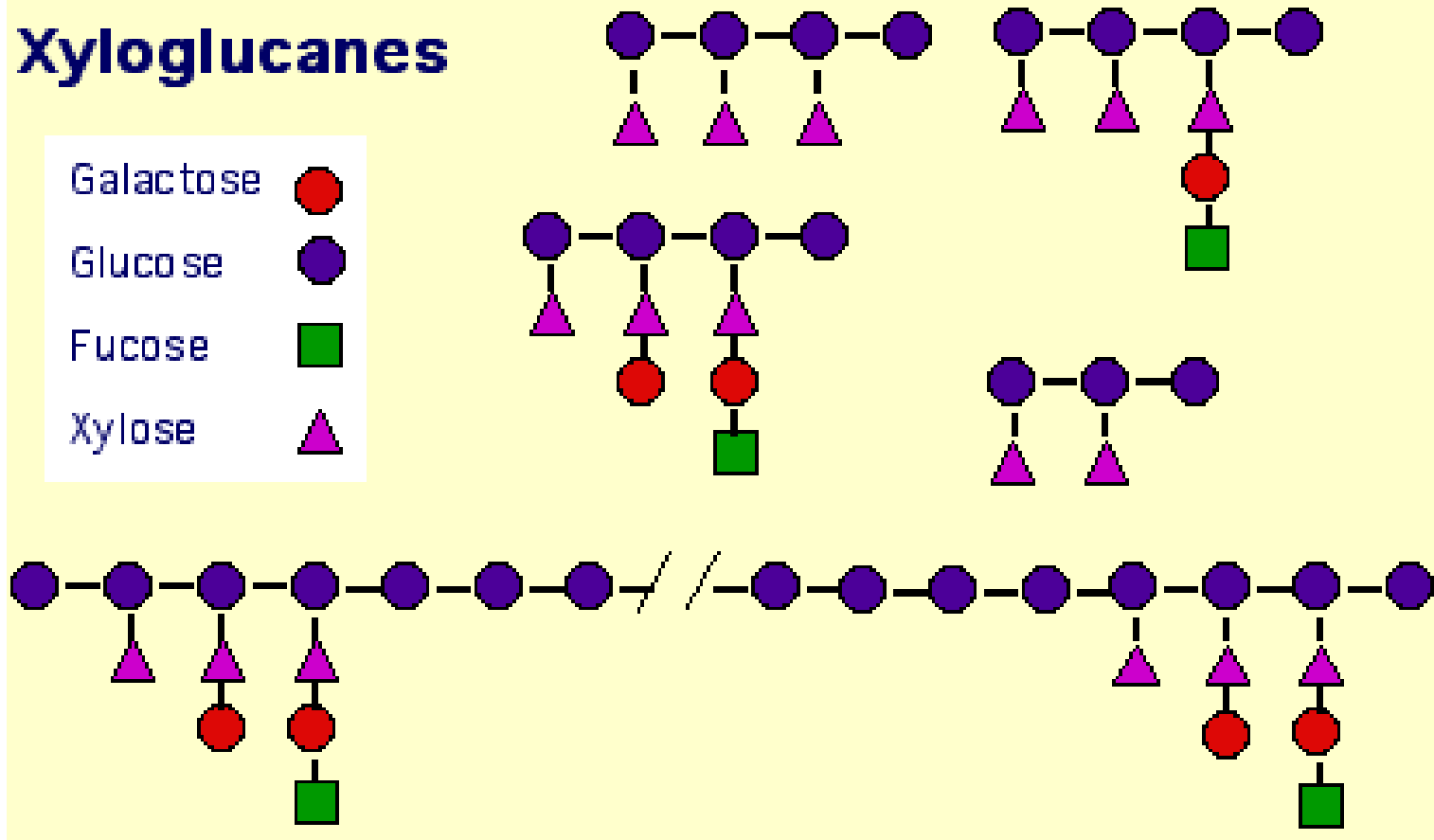
Glucose



Fucose



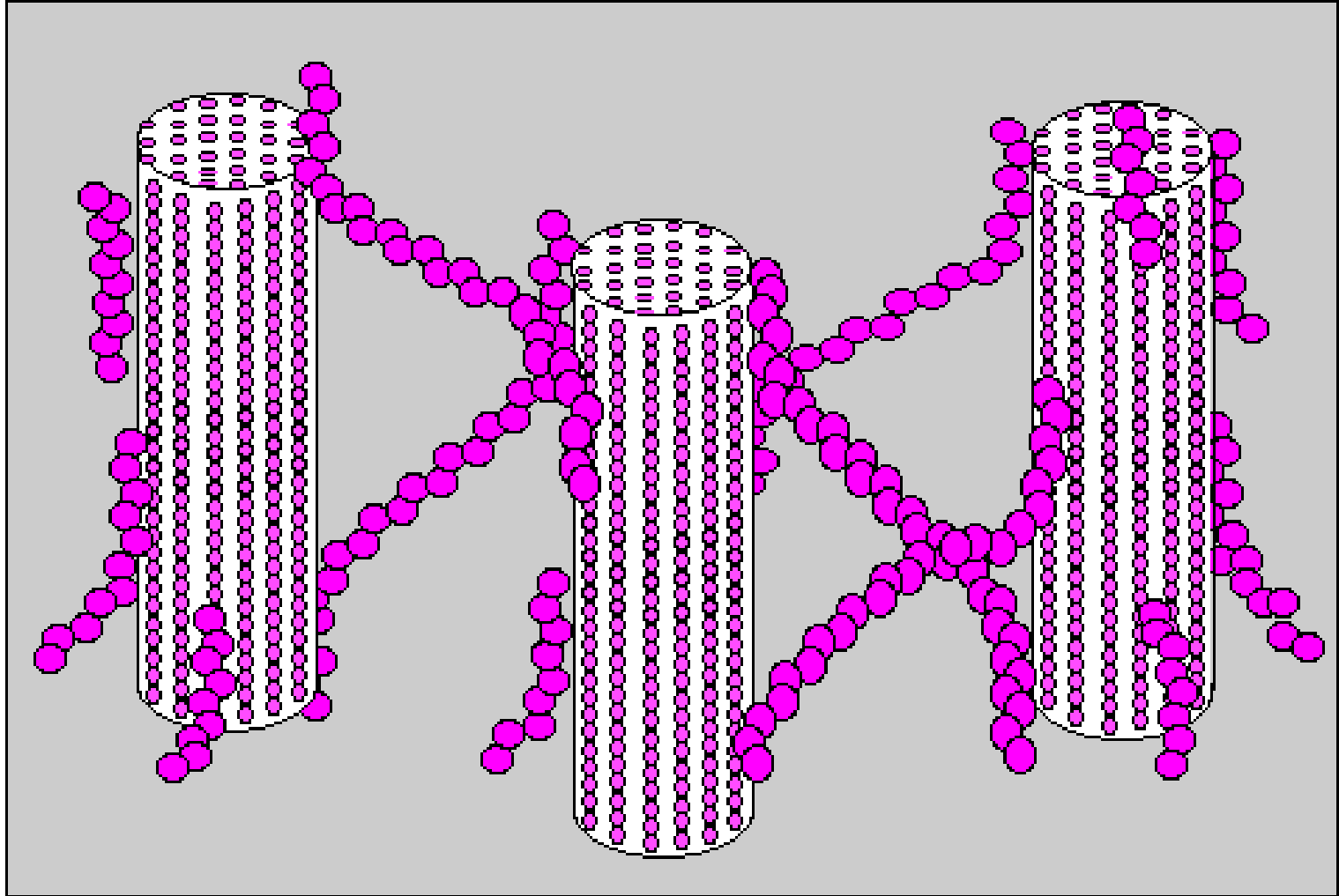
Xylose



L'hydrolyse et l'analyse des différents fragments obtenus ont permis de connaître la structure de la chaîne de xyloglucanes.

Les hémicelluloses

d'après Prat, Mosiniak et Roland (2002) Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



Liaisons des xyloglucanes et des fibrilles de cellulose

L'extensine

constituée essentiellement d'**hydroxyproline**

- glycosylée par de courtes chaînes d'arabinose (3 ou 4 monomères)
- interrompue par de la sérine glycosylée par des galactoses appartenant aux chaînes pectiques

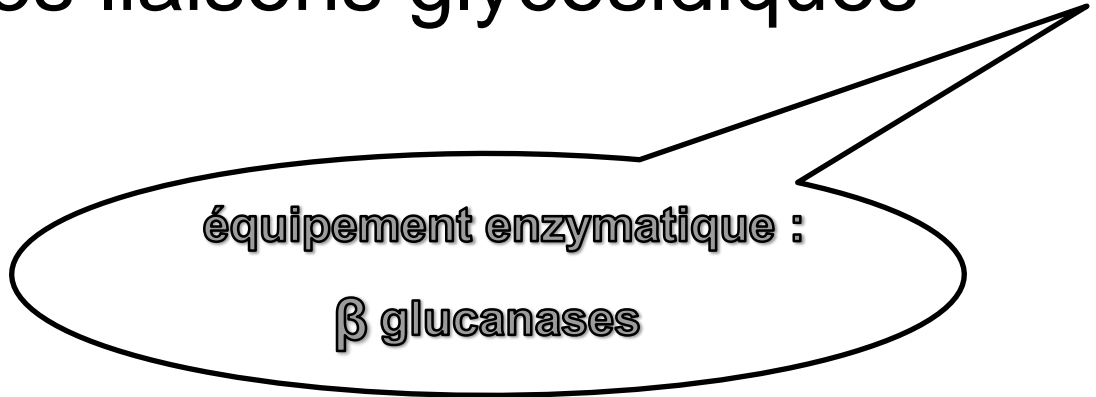
La croissance de la paroi primaire nécessite :

- La rupture des ponts calcium
- La rupture des liaisons H



Liaisons
faibles
acidolabiles

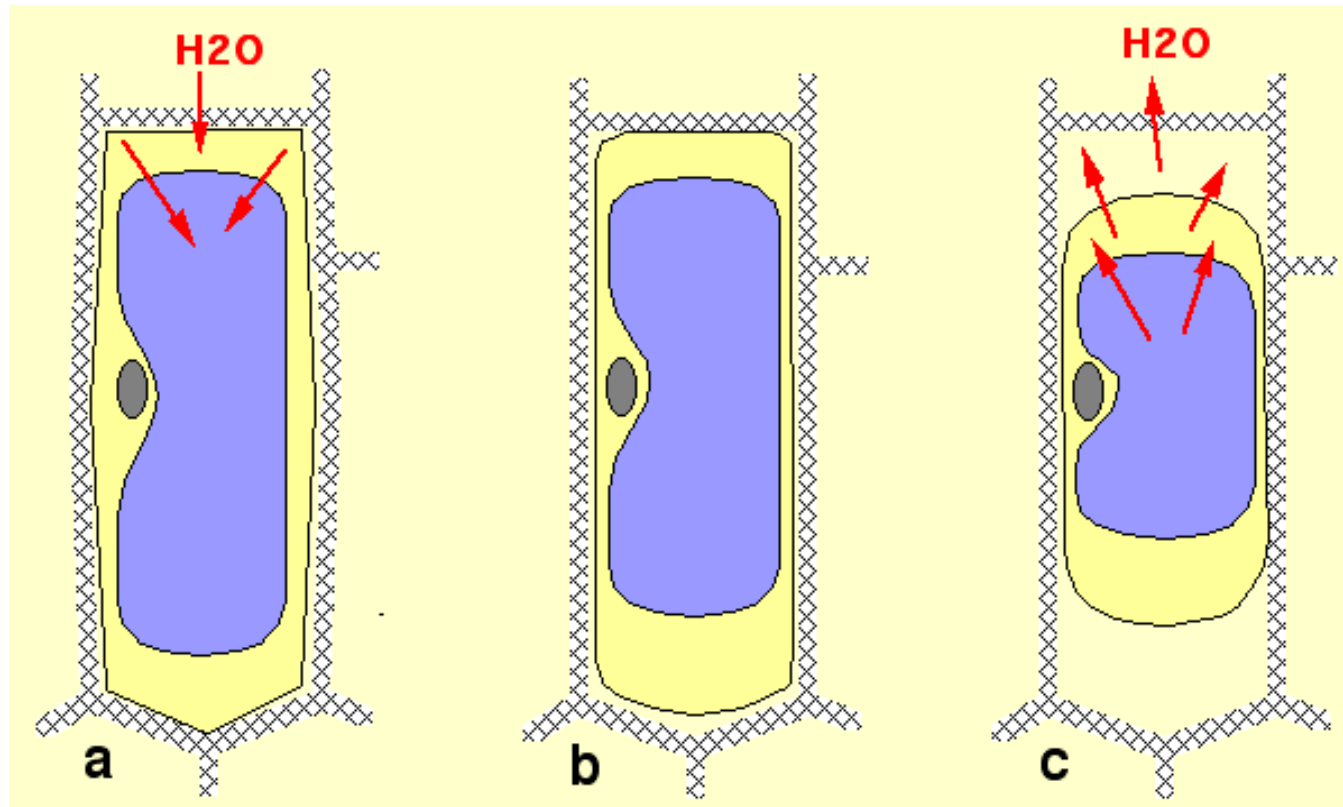
- La rupture des liaisons glycosidiques



équipement enzymatique :
 β glucanases

Les 3 états de la cellule en fonction de la pression osmotique externe

d'après Prat (2004) Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



a : Le milieu est moins concentré que le contenu vacuolaire de la cellule. L'eau a tendance à entrer dans la cellule. La cellule gonfle et exerce une pression sur la paroi squelettique (pression de turgescence). Si la paroi n'est pas déformable (cellule âgée), l'entrée d'eau s'arrête lorsque la contre pression exercée par la paroi squelettique (pression de membrane) est égale à la pression de turgescence. Si la cellule est jeune, la paroi se déforme sous l'effet de la pression de turgescence et la cellule grandit.

b : Le milieu a la même concentration que le contenu vacuolaire. Il n'y a aucun échange d'eau. La cellule n'exerce aucune pression sur la paroi squelettique. La pression de turgescence est nulle. La croissance n'est pas possible.

c : Le milieu est plus concentré que le contenu vacuolaire. L'eau a tendance à sortir de la cellule. C'est la plasmolyse. La croissance n'est pas possible.

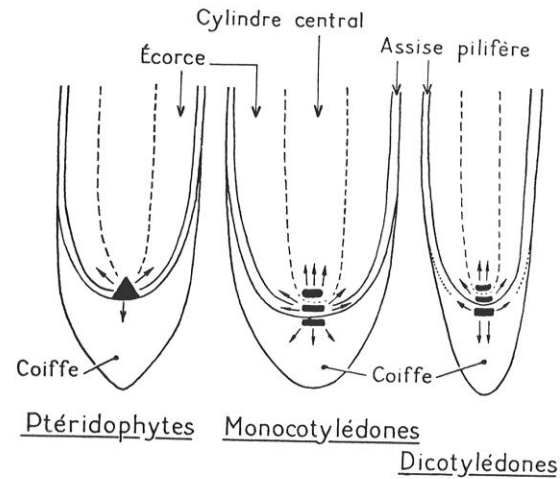
2.2. Croissance au niveau histologique

2.2.1. La croissance primaire

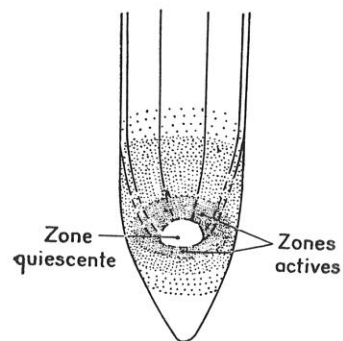
2.2.2. La croissance secondaire

2.2.3. L'embryogénie indéfinie

Fonctionnement du méristème apical des racines

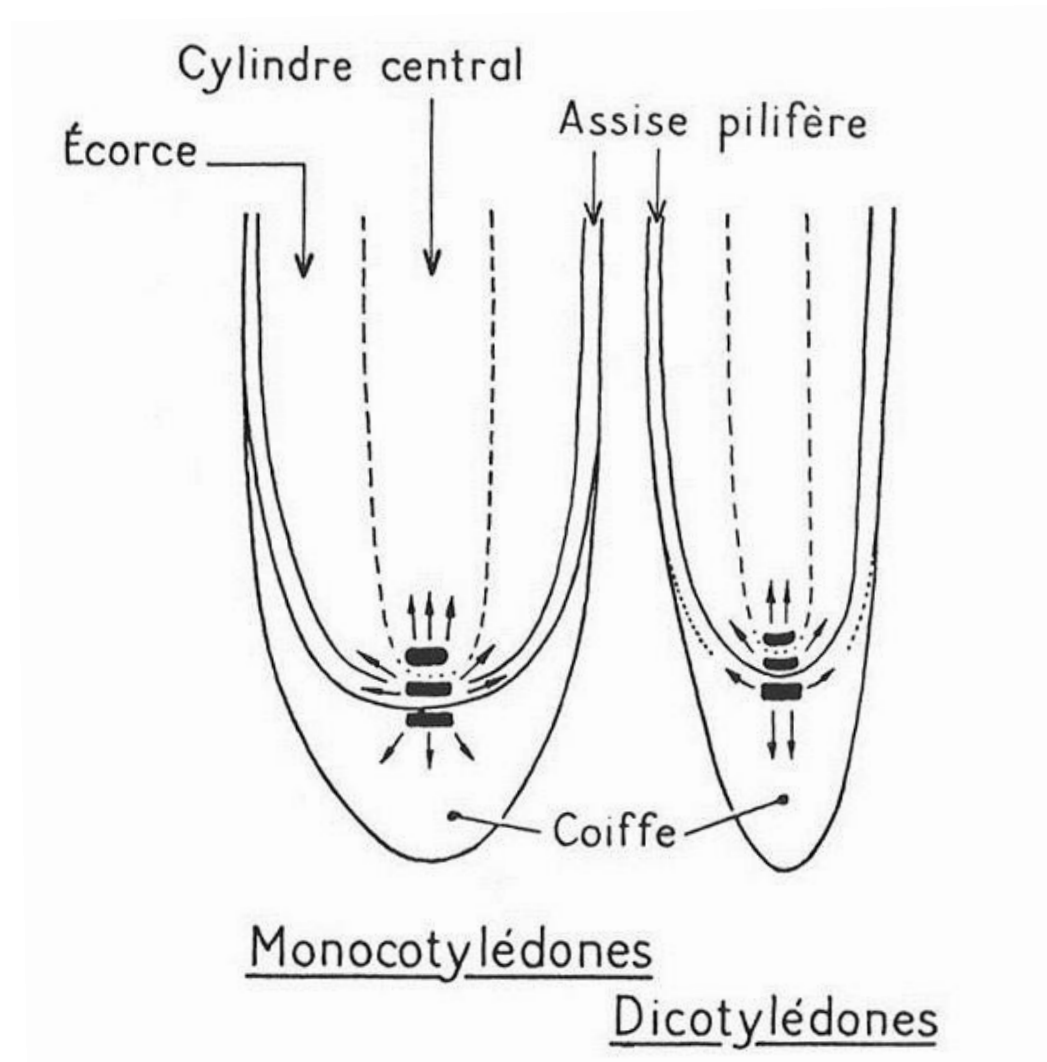


Schémas traduisant l'activité de cellules initiales dans le méristème apical des racines.



Zones actives et zone quiescente dans un méristème apical de racine.

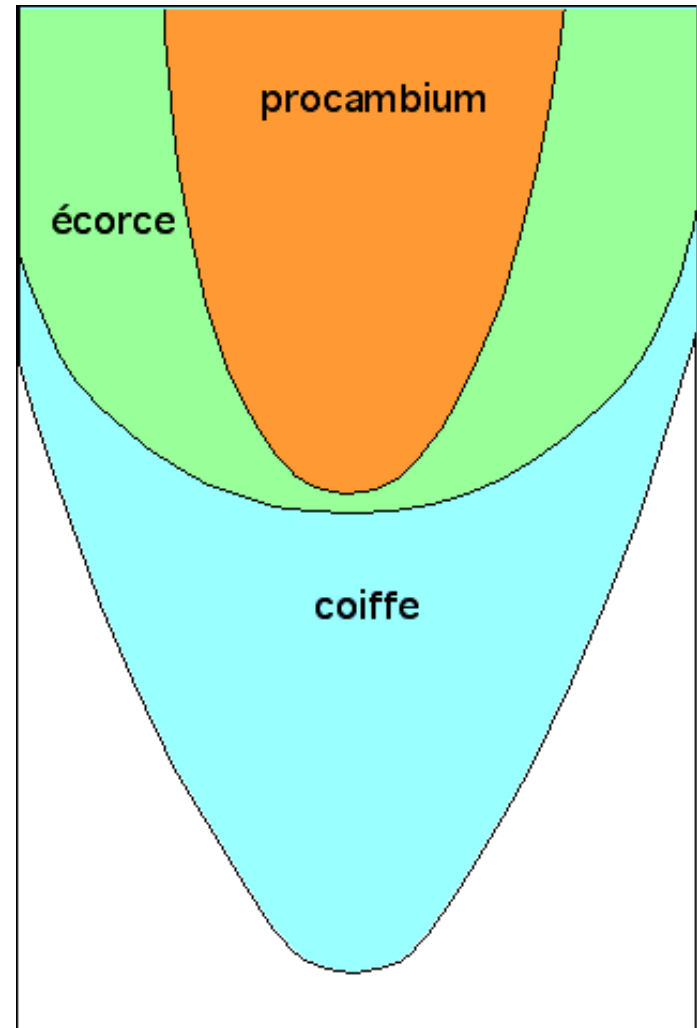
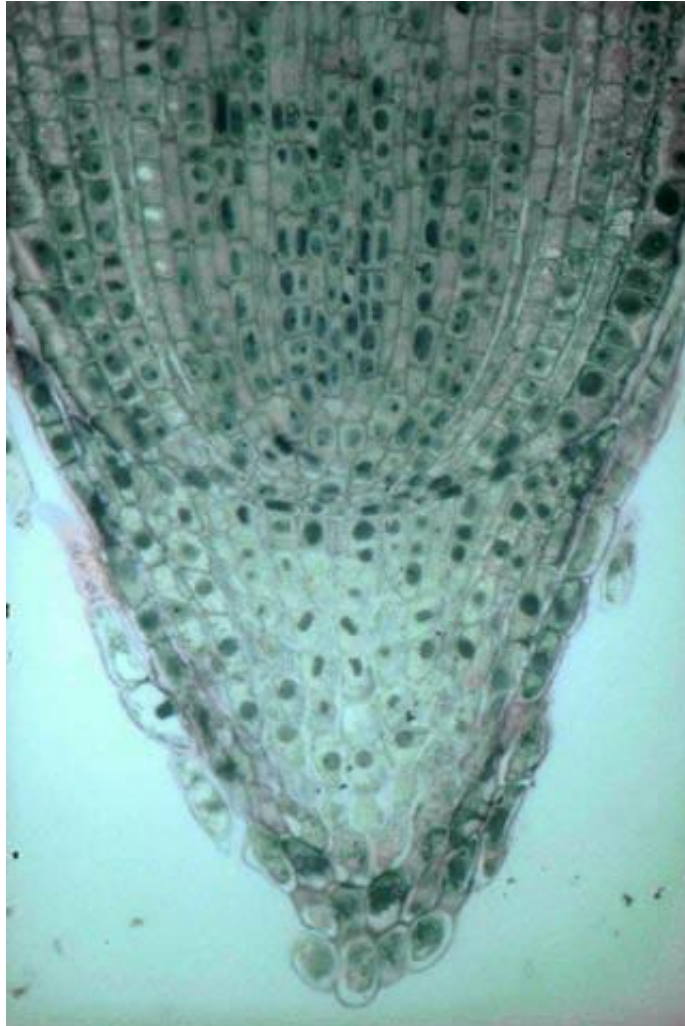
Remarquer que la zone quiescente correspond aux cellules «initiales» de la conception classique.

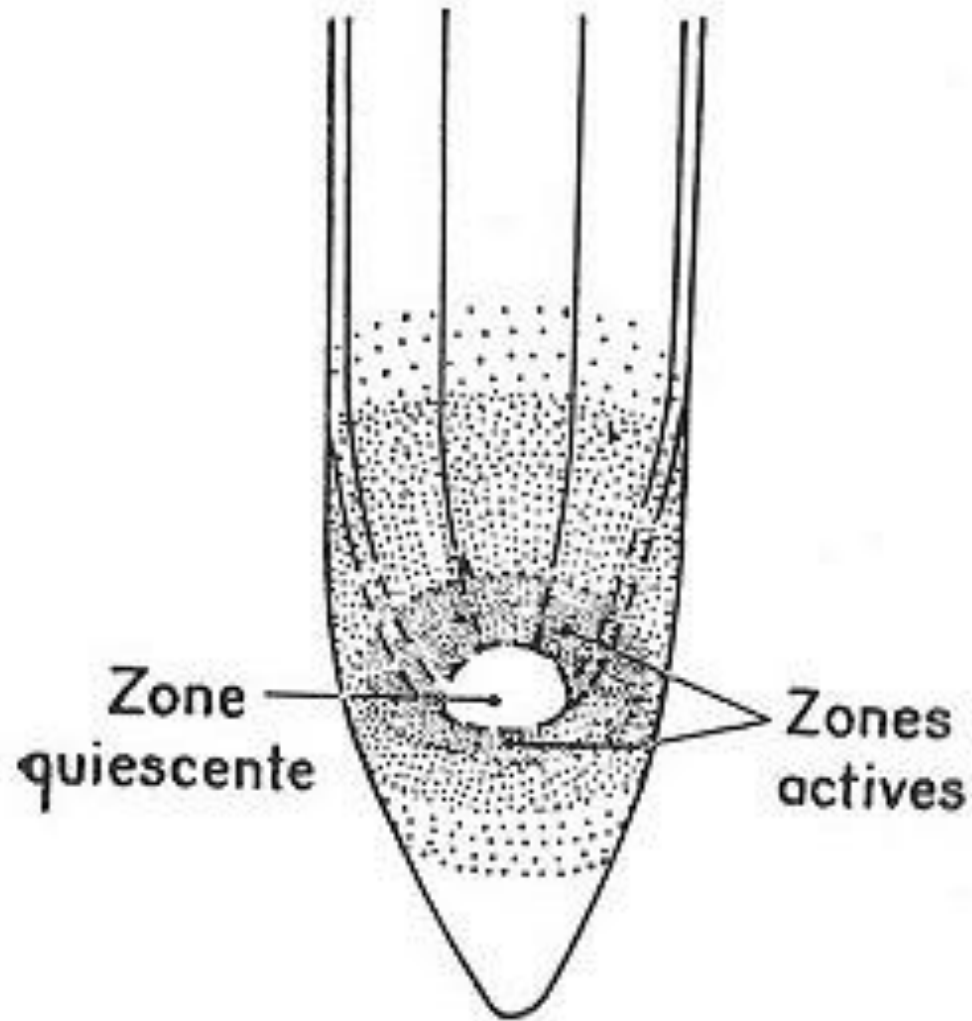


**Schéma traduisant l'activité des cellules initiales
dans un méristème apical de racine**

d'après HELLER

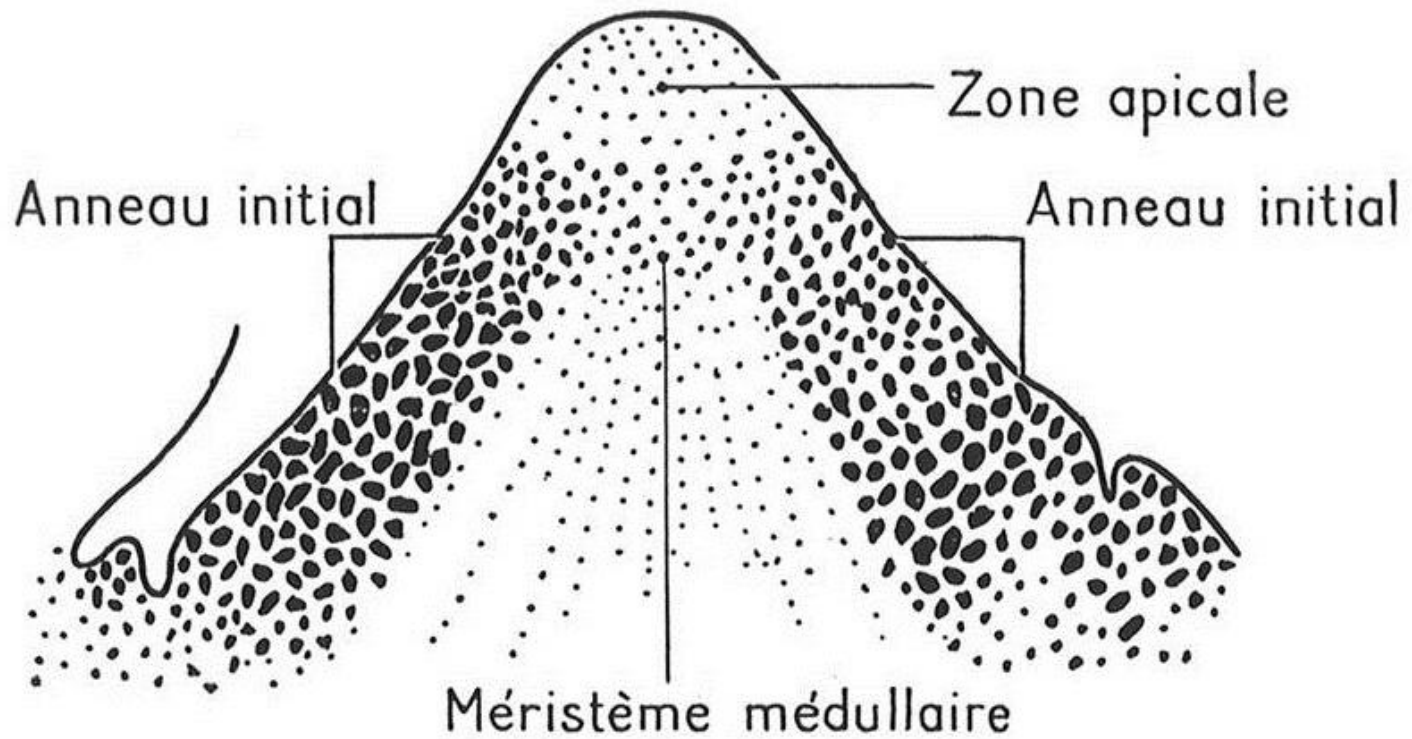
Coupe longitudinale d'un méristème apical racinaire





Zones actives et zone de quiescence dans un méristème apical de racine

d'après HELLER



L'anneau initial dans un point végétatif d'Epicéa.
La densité et l'épaisseur du pointillé sont en rapport avec l'activité méristématique des cellules.

d'après HELLER

2.2. Croissance au niveau histologique

2.2.1. La croissance primaire

2.2.2. La croissance secondaire

2.2.3. L'embryogénie indéfinie

2.2. Croissance au niveau histologique

2.2.1. La croissance primaire

2.2.2. La croissance secondaire

2.2.3. L'embryogénie indéfinie

2.3. Croissance au niveau des organes

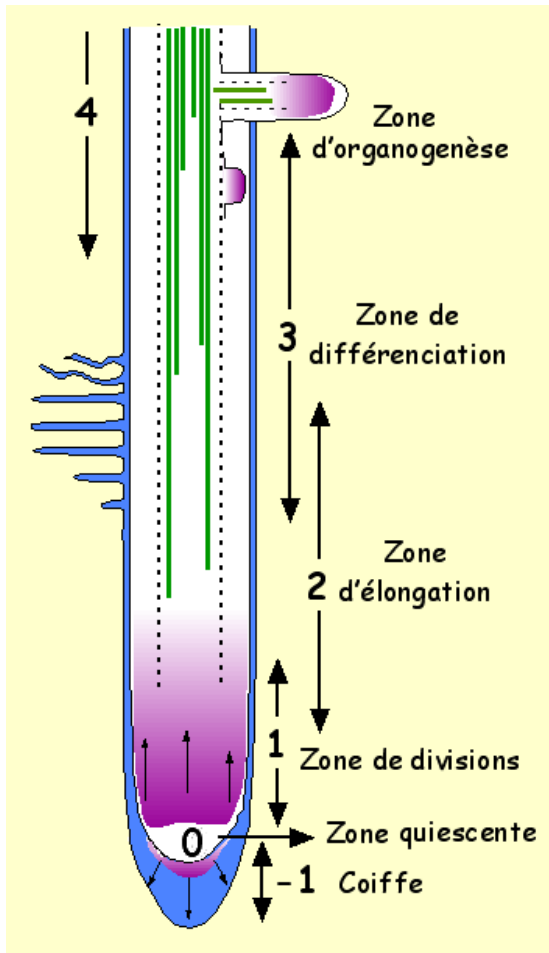
2.3.1. Croissance racinaire

2.3.2. Croissance caulinare

2.3.3. Croissance foliaire

Croissance de la racine

d'après Prat et Rubinstein (2005)
Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



- 1 - La coiffe
- 1 - Le méristème apical
- 1 - La zone de divisions cellulaires
- 2 - La zone d'élongation cellulaire
- 3 - La zone de différenciation cellulaire
- 4 - La zone d'organogenèse

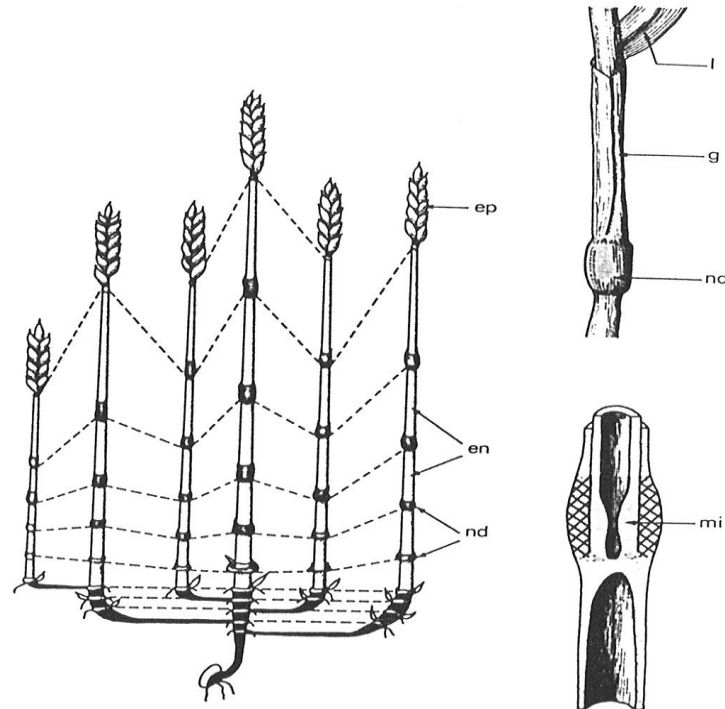
2.3. Croissance au niveau des organes

2.3.1. Croissance racinaire

2.3.2. Croissance caulinare

2.3.3. Croissance foliaire

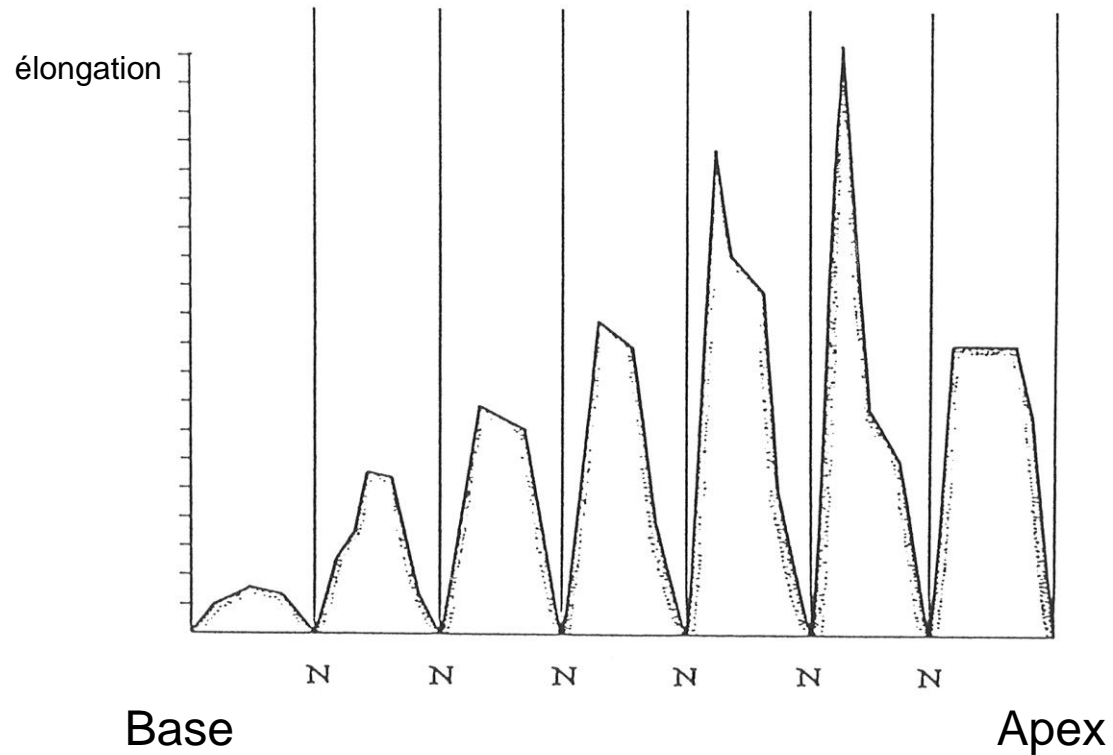
Elongation d'une tige de Graminée



- a) Schéma d'ensemble d'un pied de seigle
- b) Morphologie externe d'un nœud
- c) Coupe longitudinale d'un noeud

Croissance intercalaire de la tige de *Polygonum saccharinense*

(d'après Van Burkhom)



2.3. Croissance au niveau des organes

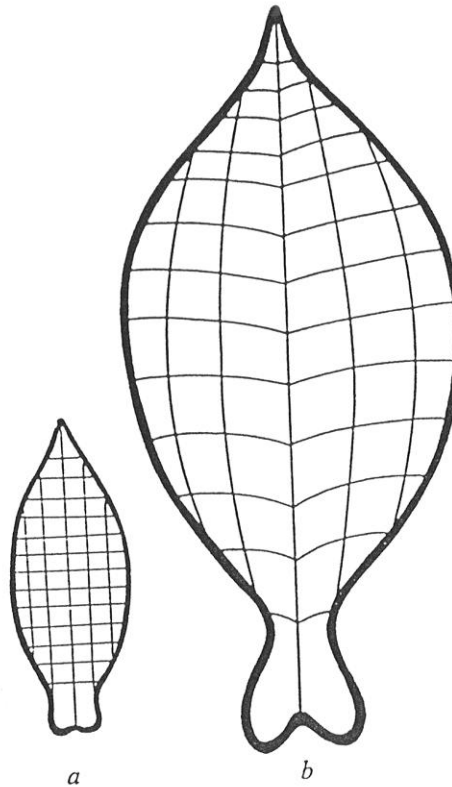
2.3.1. Croissance racinaire

2.3.2. Croissance caulinaires

2.3.3. Croissance foliaire

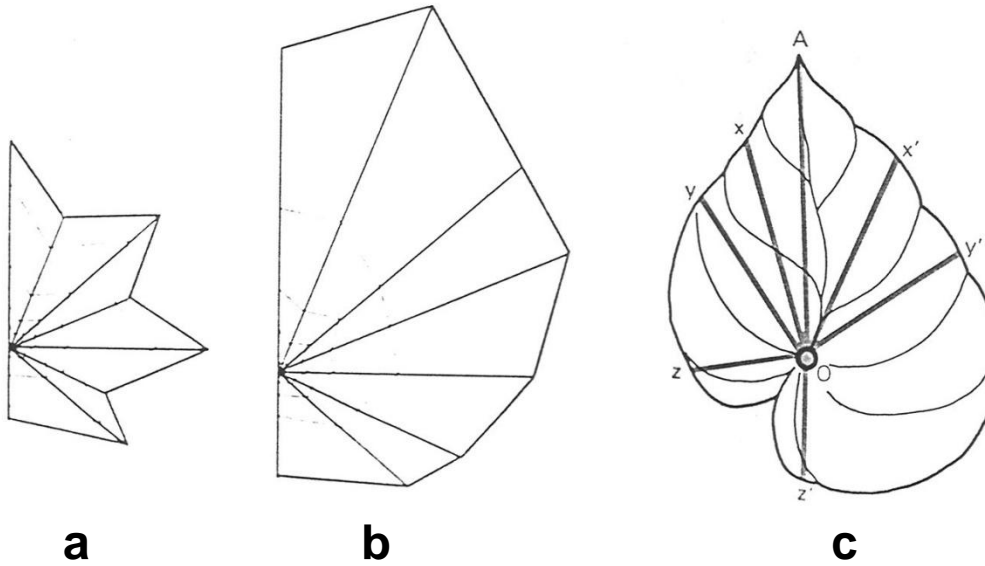
Croissance d'une feuille

(d'après Avery)



**Le quadrillage imprimé initialement (a) subsiste ;
les mailles sont seulement distendues (b).**

Croissance différentielle des feuilles



- a) Capucine *Tropeolum peltiform* : forme dentée et croissance isotrope (Whaley, 1942)
- b) Capucine *Tropeolum majus* : forme dentée et croissance anisotrope (Whaley, 1942)
- c) Bégonia *Begonia deladea* (d'Arcy Thompson, 1963)

3. LES ASPECTS QUANTITATIFS DE LA CROISSANCE

3.1. Les méthodes de mesure

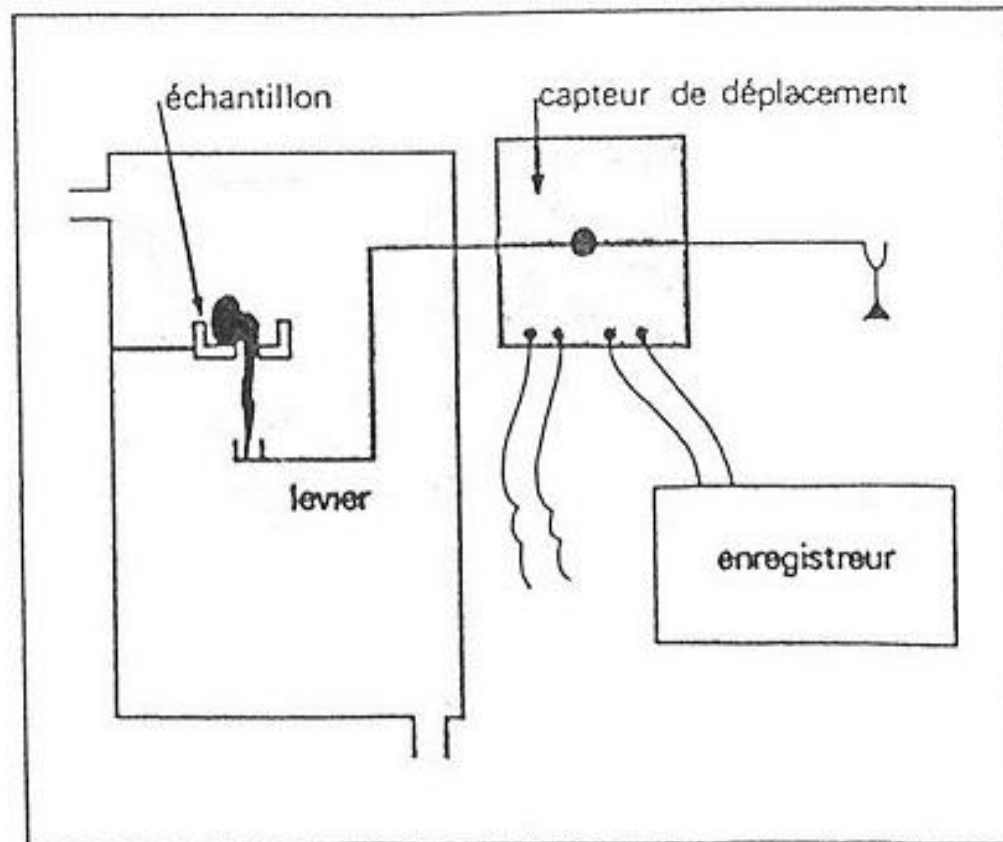
3.2. La cinétique de croissance

3.2.1. Courbe de croissance

3.2.2. Modèles théoriques

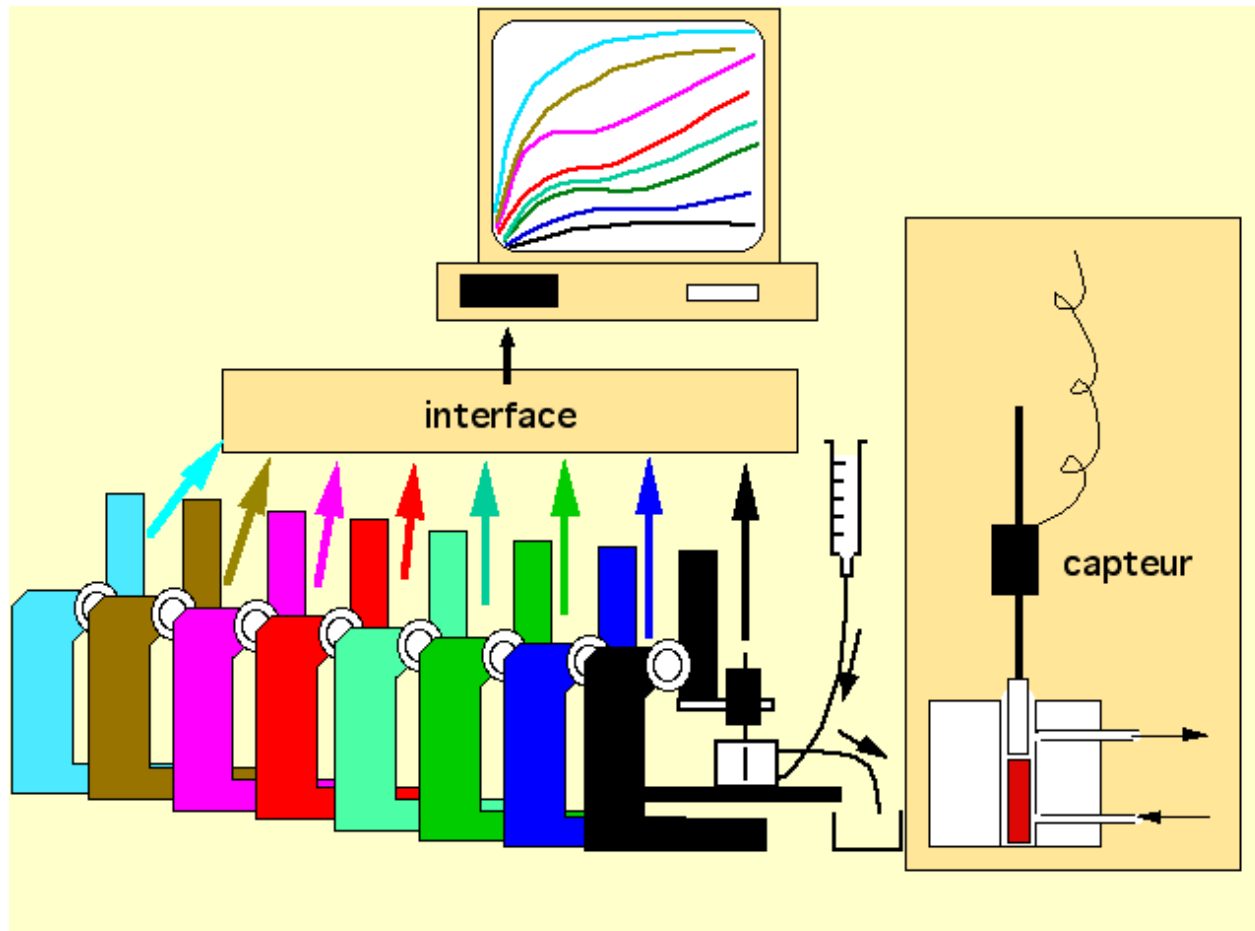
3.3. Les rythmes de croissance

PRINCIPE DE L'AUXANOMETRE A CAPTEUR DE DEPLACEMENTS LINEAIRES



Auxanomètre à capteur inductif de déplacement

d'après Prat et Rubinstein (2005)
Bio et Multimédia – Université Pierre et Marie Curie – UFR de Biologie



à droite: une cuve à incubation dans laquelle l'échantillon est baigné par un milieu circulant connu et modifiable. La tige du capteur de déplacement est posée sur l'échantillon. Les modifications de taille de l'échantillon provoquent un déplacement de la tige du capteur qui sera transformée en un signal électrique interprété par un ordinateur ou un enregistreur.

à gauche: une série de 8 auxanomètres. Les cuves et les capteurs sont montés sur des statifs de microscope qui permettent un réglage micrométrique des distances.

3. LES ASPECTS QUANTITATIFS DE LA CROISSANCE

3.1. Les méthodes de mesure

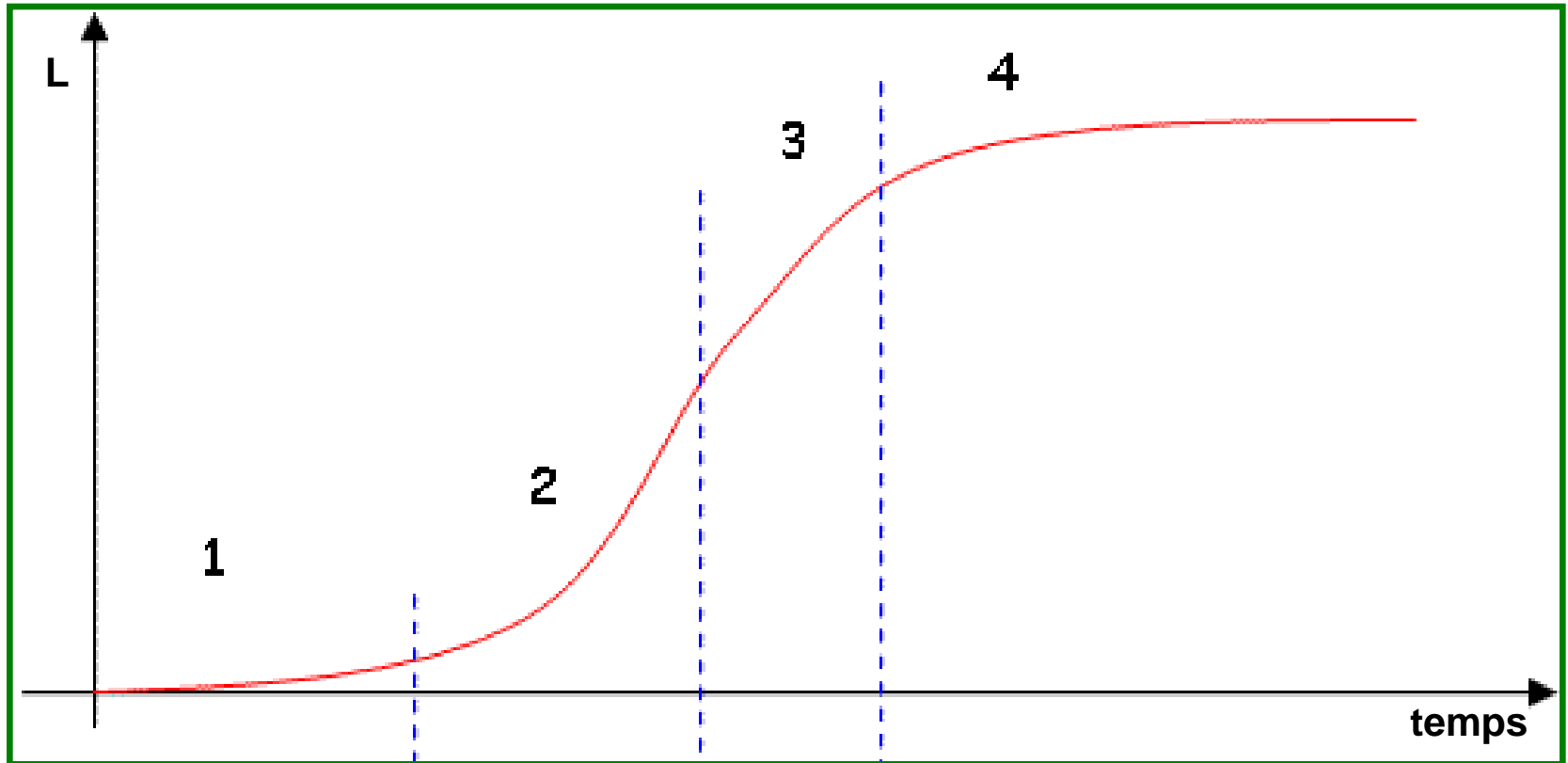
3.2. La cinétique de croissance

3.2.1. Courbe de croissance

3.2.2. Modèles théoriques

3.3. Les rythmes de croissance

Cinétique de la croissance végétale

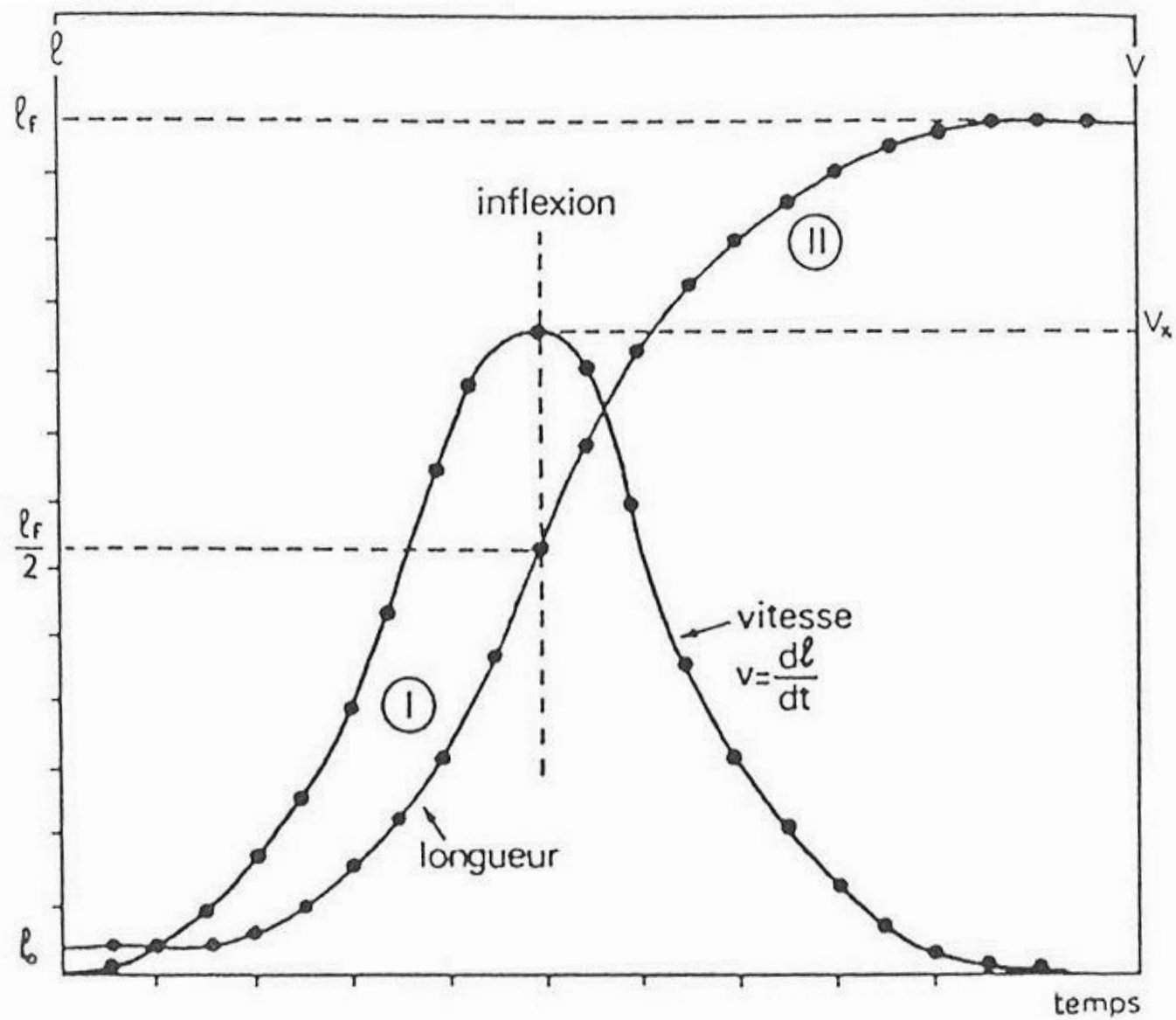


1 = phase de latence

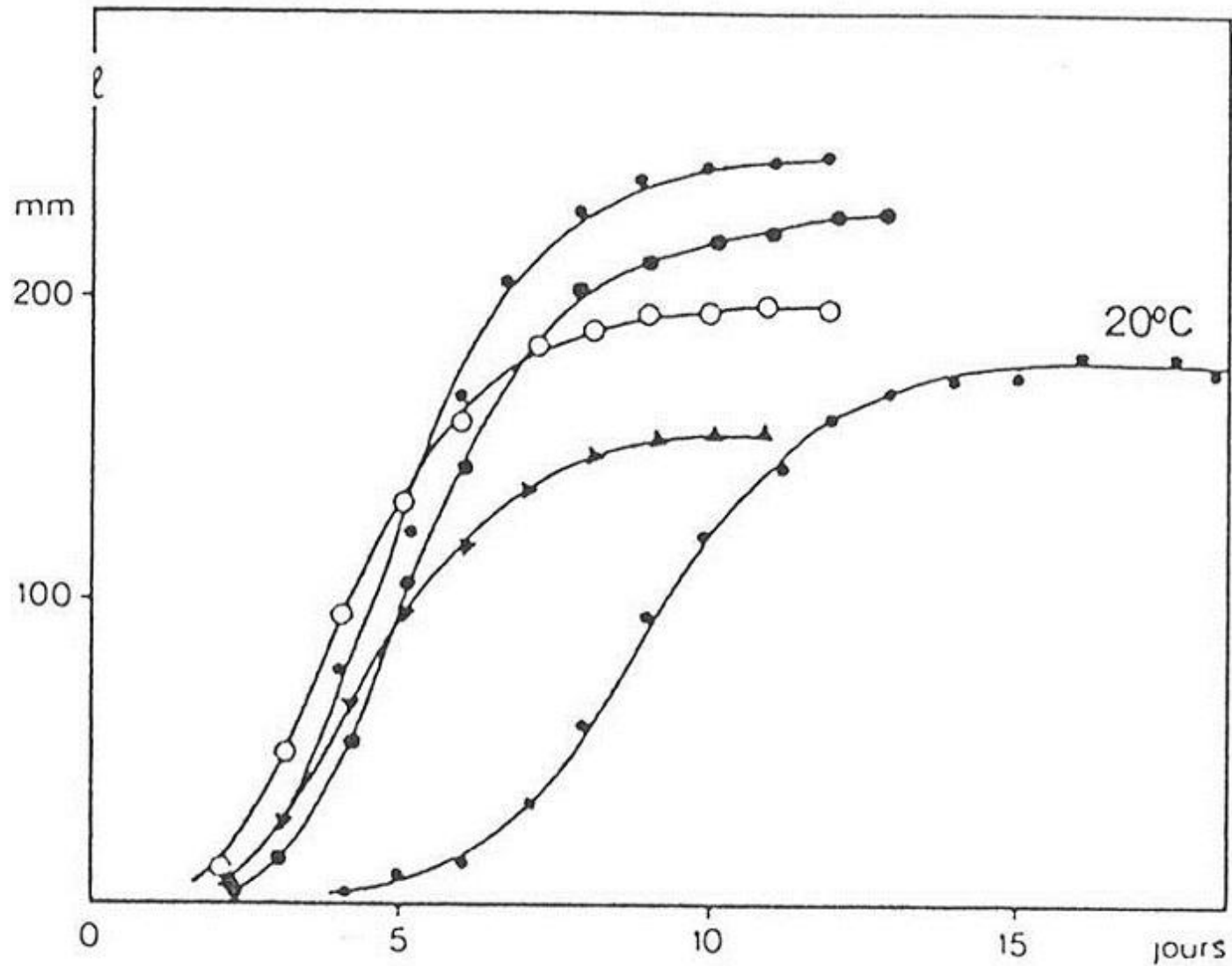
2 = phase exponentielle ou phase accélérée (V est proportionnelle à L ; $R = \text{constante}$)

3 = phase linéaire ($V = \text{constante}$)

4 = phase de sénescence ou phase de ralentissement ($V=0$)



Courbes d'élongation de l'hypocotyle de melon pour différentes températures



3. LES ASPECTS QUANTITATIFS DE LA CROISSANCE

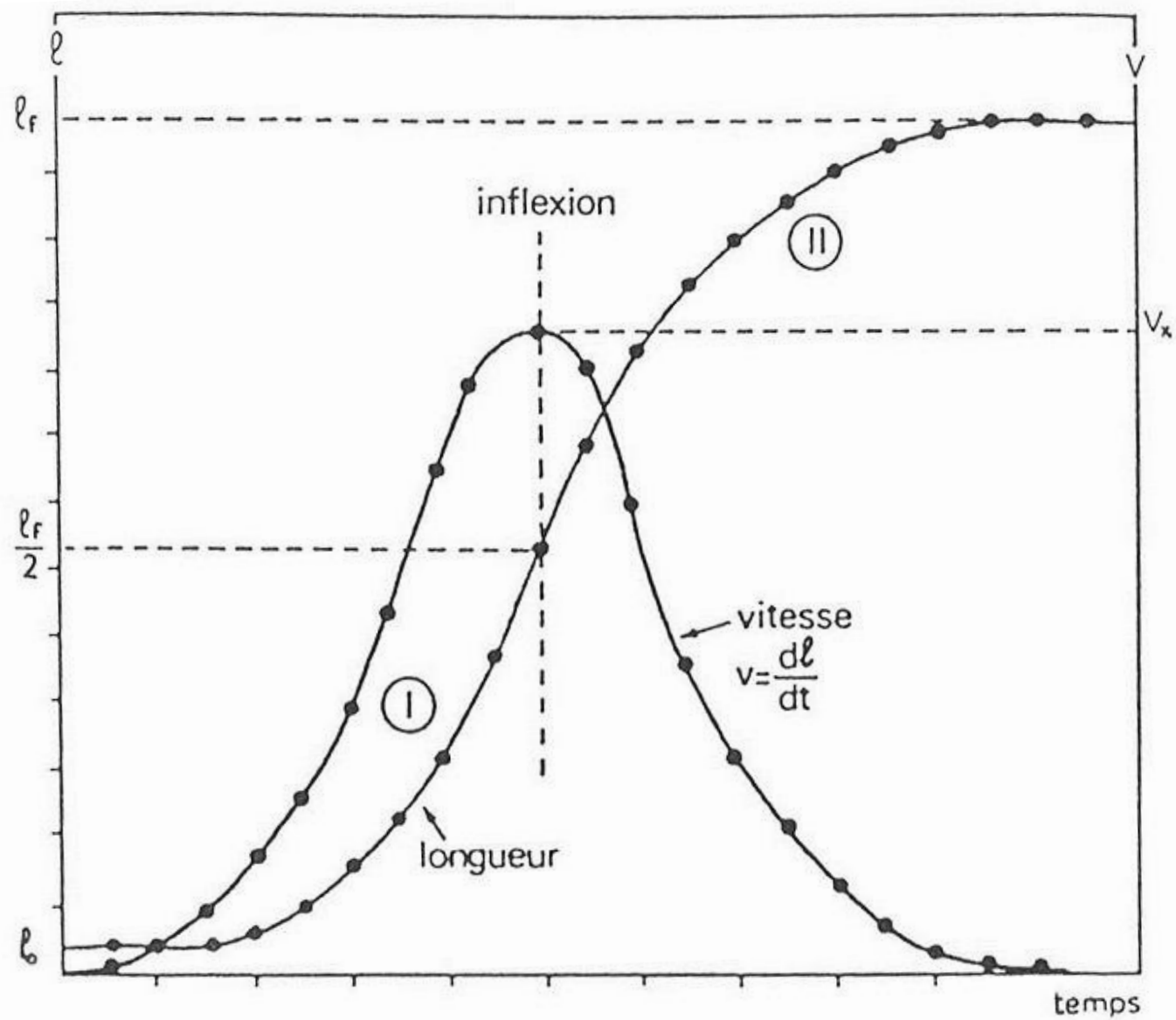
3.1. Les méthodes de mesure

3.2. La cinétique de croissance

3.2.1. Courbe de croissance

3.2.2. Modèles théoriques

3.3. Les rythmes de croissance



3. LES ASPECTS QUANTITATIFS DE LA CROISSANCE

3.1. Les méthodes de mesure

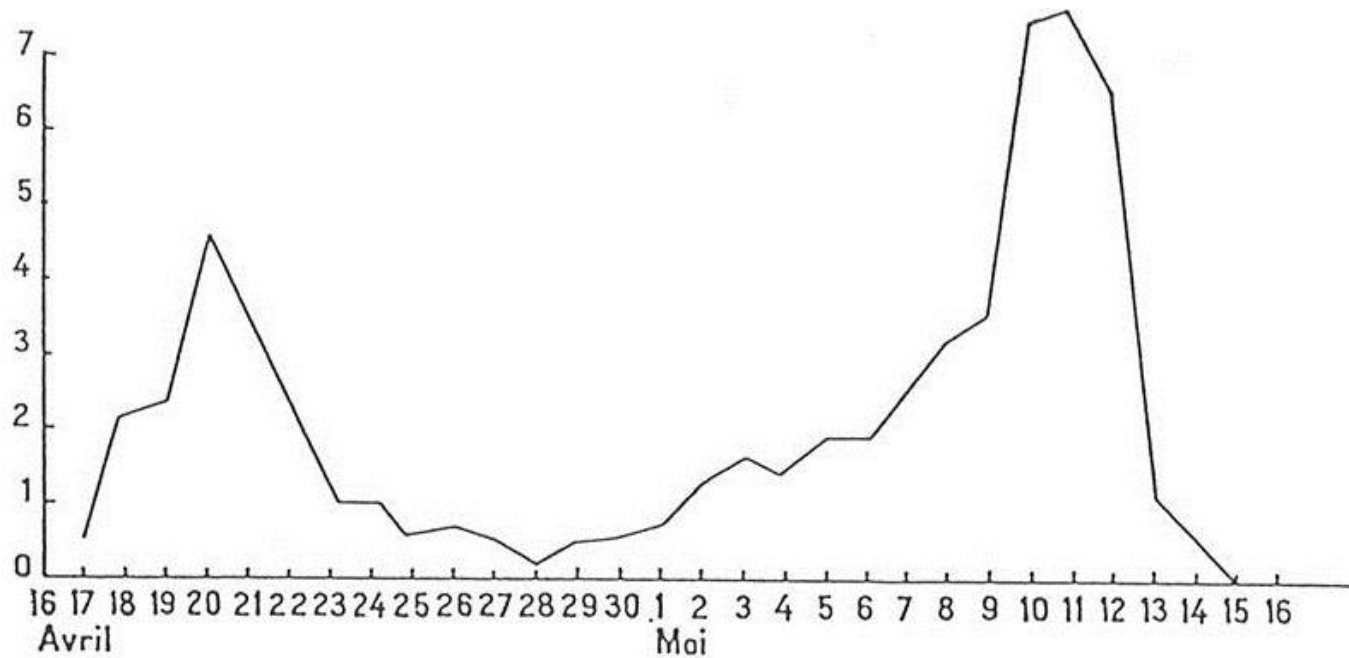
3.2. La cinétique de croissance

3.2.1. Courbe de croissance

3.2.2. Modèles théoriques

3.3. Les rythmes de croissance

Courbe de croissance à deux maximums



Cas d'un pédoncule floral de Pissenlit

Floraison le 20 avril
Début de formation du fruit le 8 mai

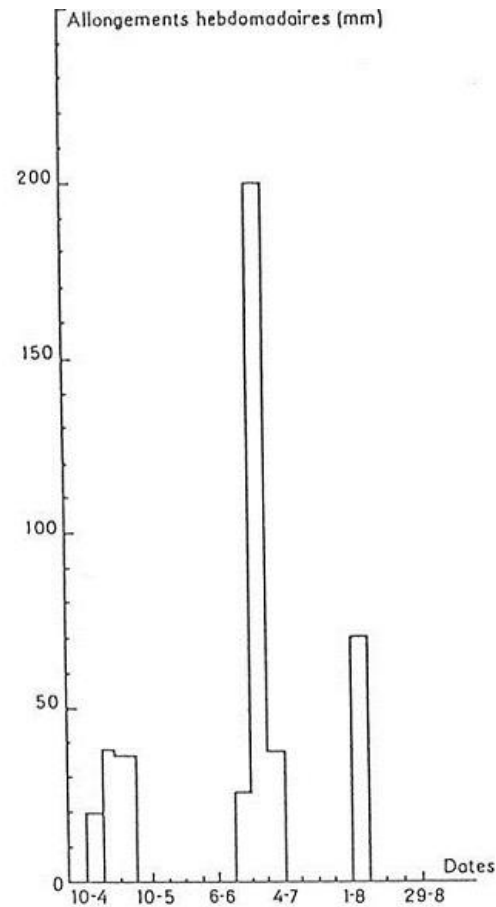
(d'après Mijake)

Courbes de croissance complexe

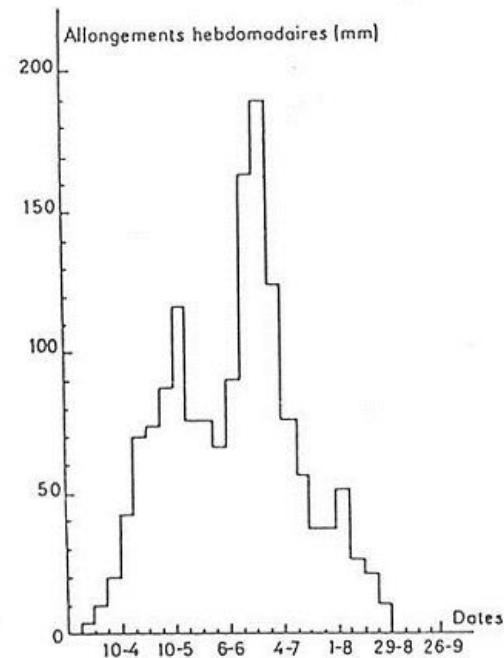
A) d'un rameau herbacé de chêne

B) d'une pousse herbacée vigoureuse d'aubépine

(d'après Lavarenne)



A



B