

LA CROISSANCE

LA Croissance : C'est l'augmentation de taille qui résulte de l'élongation cellulaire et de l'augmentation du nombre de cellules par division cellulaire ⇒ changement quantitatif

- **La Différenciation / Morphogenèse** : acquisition de nouvelles propriétés et donc obtention de nouveaux caractères morphologiques et fonctionnels ⇒ changement qualitatif

- **Le Méristème** : petit massif de cellules indifférenciées capables de s'auto-entretenir à l'état indifférencié et de donner des précurseurs pouvant entrer en différenciation. C'est le lieu de division des cellules. Les méristèmes sont actifs pendant la vie de la plante et sont à l'origine de tous ses tissus et organes.

Méristèmes

- Méristèmes primaires = MAC (méristème apical caulinaire) et MAR

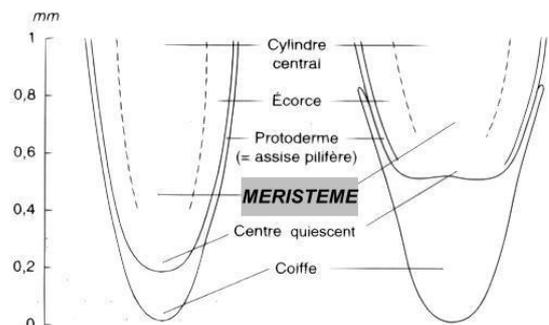
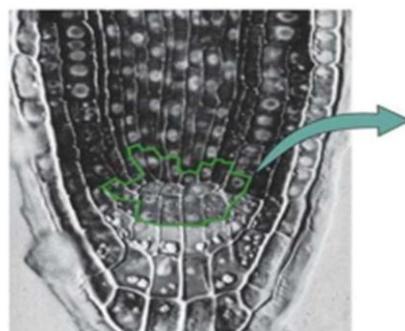
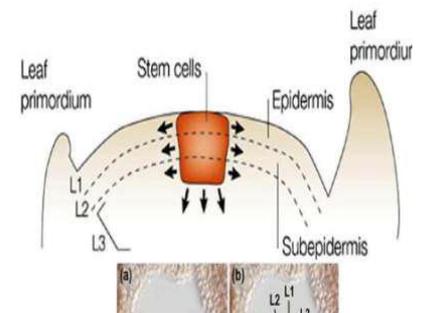
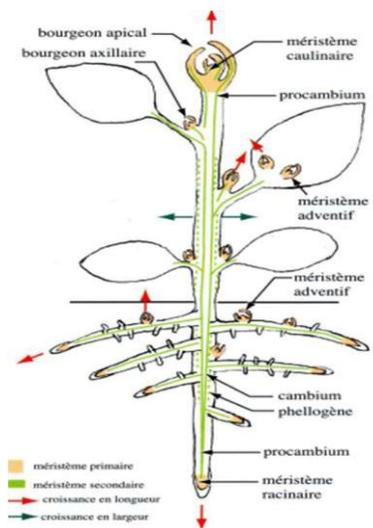
(méristème apical racinaire), responsables de la croissance dans la longueur. Ils sont constitués de cellules de petite taille, RNP élevé, organites peu structurés, parois minces, vacuoles restreintes, forte densité en ribosomes, nucléoles de grande taille. Ils induisent la croissance en longueur, par augmentation du nombre de cellules par divisions successives : c'est la mérése.

Zone centrale (CZ), Cellules indifférenciées,

Zone périphérique (PZ) formation des organes latéraux (plastrochronique),

Zone support (RZ), formation de la tige Assise 1 (L1) Génère l'épiderme, Assise 2 (L2), Assise 3 (L3) Génère les tissus internes L1 + L2: divisions anticlines L3 divisions orientées aléatoirement

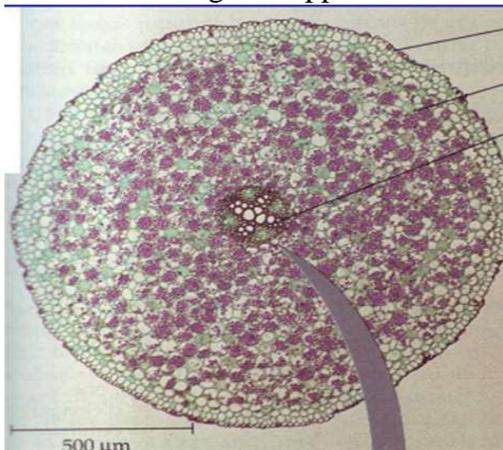
Histologie du MAR: mise en place de la structure primaire de la racine



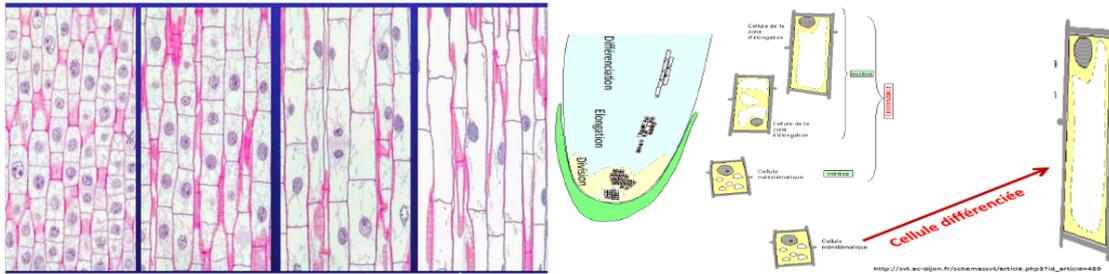
méristème apical : la taille d'une tige de monocotylédone est liée à la taille du méristème apical ;

Lamelle pectique	Structure jouant le rôle de ciment entre cellules
Parois cellulaires	Constituées principalement de cellulose, lignine, elles jouent un rôle essentiel dans la croissance cellulaire
Protoplaste	
Cytoplasme	
* Membrane cytoplasmique	Perméabilité différentielle au mouvement de l'eau et des solutés
* Organelles du cytoplasme	Des fonctions multiples
• Plastides	
– Amyloplast	Synthèse et stockage d'amidon
– Chloroplast	Siège de la photosynthèse
– Chromoplast	Synthèse et stockage des caroténoïdes
– Leucoplast	Stockage d'amidon
• Réticulum endoplasmique	Connection noyau/membrane
• Ribosomes	Synthèse des protéines
• Peroxisomes	Photorespiration
• Mitochondries	Localisation des enzymes, respiration
• Sphérosomes	Stockage et transport des lipides
• Vacuoles	90 % du volume d'une cellule mature
• Appareil de Golgi	Excrétion cellulaire
Noyau : Contrôle des activités cellulaires	
* Membrane nucléaire	
* Nucléole	
* Chromatine	

Méristèmes secondaires = cambiums ou zones génératrices → responsables de la croissance dans la largeur. Apparaissent et forment le cambium : tissu végétal

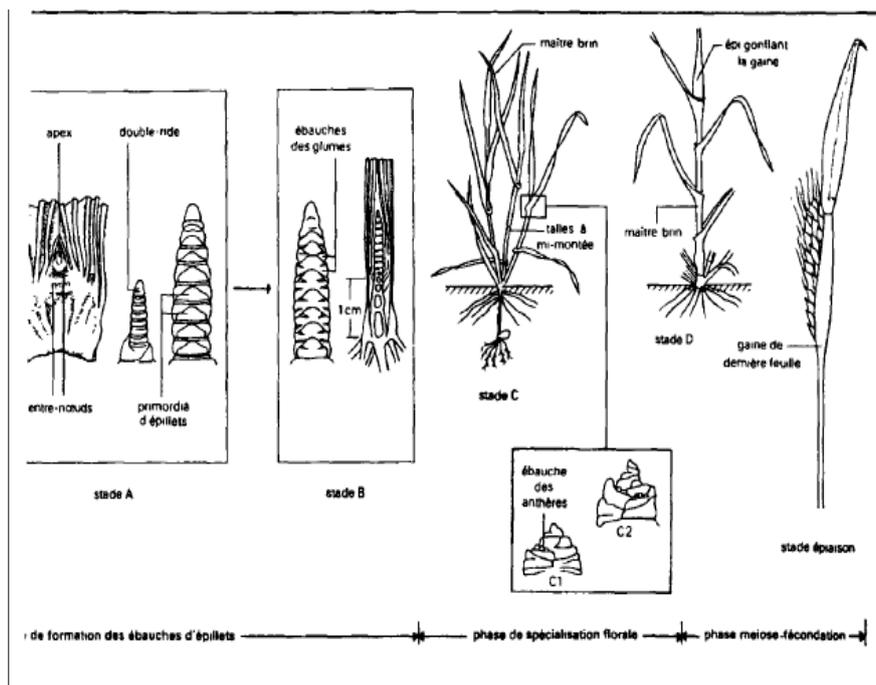


En parallèle à la mérése, il y a l'auxèse qui correspond à l'augmentation de la taille des cellules. La croissance cellulaire implique la modification de la structure de la paroi sous l'action de l'auxine et sa déformation sous l'action mécanique de la pression de turgescence exercée par l'eau contenue dans la vacuole.



La croissance est l'augmentation continue de toutes les dimensions de la plante : longueur, largeur, diamètre, surface, volume et masse. Cette augmentation est mesurable dans le temps. La croissance d'une plante entière (ou d'un couvert végétal) fait intervenir en fait deux phénomènes concomitants :

- la croissance en dimension de chacun des organes après leur initiation : c'est la croissance au sens strict ;
- la multiplication du nombre de ces organes : c'est la liaison avec le développement



Croissance cellulaire et différenciation des tissus

La croissance résulte de la division cellulaire, ou mitose, et de l'élongation des cellules. L'élongation est l'augmentation *irréversible* en volume selon une direction particulière.

La croissance d'un organe est le résultat de l'augmentation du nombre de cellules qui le constituent et de la taille des cellules individuelles. La multiplication cellulaire présente généralement une allure exponentielle

Les étapes de l'élongation cellulaire comprennent :

- l'augmentation de la flexibilité des parois cellulaires composées de cellulose (25 %) et d'hémicellulose (50 %), due à une action hormonale (voir plus loin) ;
- l'absorption de l'eau par **osmose** : l'eau remplit la vacuole ce qui augmente le volume cellulaire à cause de la pression de turgescence qui s'y exerce (voir chapitre 10) ;
- la synthèse de nouvelles parois cellulaires ou constituants pariétaux (cellulose, hémicellulose, lignine).

La différenciation correspond au changement qualitatif progressif des cellules dans le sens d'une *spécialisation* pour former les organes et produits cellulaires.

L'activité méristématique joue un rôle important dans la différenciation des tissus et la formation des futurs organes de la plante. On distingue plusieurs types de méristèmes (du grec : *meristos* - divisible) :

- cambium chez les dicotylédones: racines, branches ;
- bourgeons axillaires : nouvelles tiges, fleurs, branches ;
- **méristèmes intercalaires** (chez les monocotylédones) :- noeud ; fabrication des cellules des entre-noeuds.

La régénération des méristèmes implique le renouvellement continu de l'activité méristématique. Chez les graminées, par exemple, le remplacement des méristèmes se fait au niveau des racines, de l'apex des tiges, des bourgeons axillaires, des rhizomes et stolons, et au niveau des talles.

Croissance d'un organe et d'une plante entière

La courbe de croissance typique d'un organe ou d'une plante entière suit une allure sigmoïde, qui présente généralement trois phases distinctes :

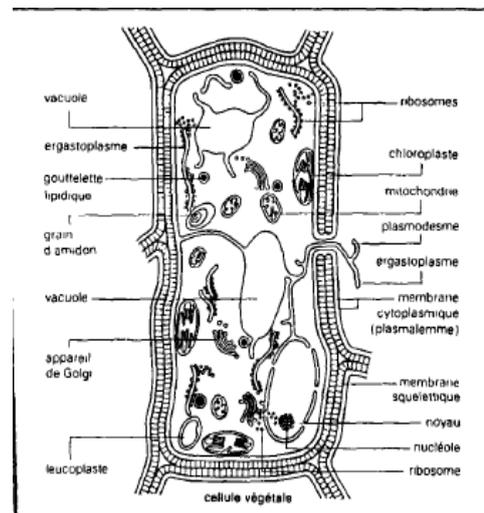
- une phase initiale de nature exponentielle ;
- une phase linéaire de croissance active ;
- _ une phase plateau caractérisée par la cessation de croissance.

On observe le même phénomène dans le cas de la croissance d'un peuplement végétal.

Valeurs de la croissance :

Critères utilisés :

Dimensions géométriques : c'est le premier critère auquel on peut penser en fonction des



points suivants : longueurs, diamètre, surface et plus rarement le volume. De telles mesures s'effectuent par des procédés mécaniques, optiques ou photographiques.

Augmentation de masse :

On peut considérer ce point-ci que la croissance comporte nécessairement ; il est marqué par :

- la masse de matière fraîche
- la masse de sèche

Toute fois la croissance est un phénomène biologique qui implique au niveau cellulaire la synthèse de nouvelles molécules et leur organisation et au niveau de l'organisme, des différenciations qui permettent l'histogenèse et l'organogenèse.

On ne doit donc pas confondre les variations de taille purement mécaniques telles que le gonflement d'une cellule par entrée d'eau (Turgescence). De telles variations sont réversibles en général, contrairement à la croissance biologique.

Valeurs usuelles :

L'intensité de la croissance peut être mesurée par :

- l'amplitude totale
- la vitesse de croissance : cm ou mm / h ou j
- l'intensité de la prolifération cellulaire : par dénombrement des cellules en division
- Taux de croissance : est la vitesse de croissance relative et taux d'assimilation nette de la feuille (masse de matière fraîche/unité de surface foliaire) : $Tr/Ta = \text{Rendement foliaire}$,

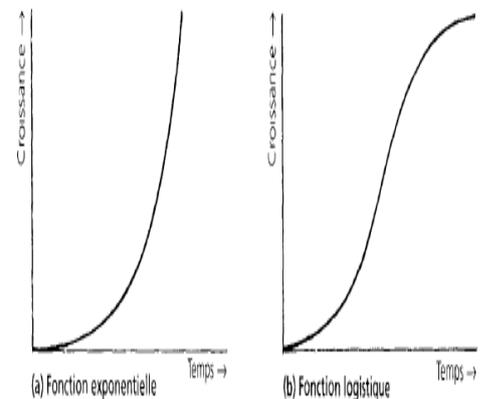
Sites et formes de croissance:

Au niveau de la plante et des organes.

Grâce aux méristèmes, la croissance d'une plante est en générale indéfinie (notion de taille adulte pour des organes). Une plante est soumise à deux types de croissance :

La croissance primaire : c'est l'élongation. Elle a lieu au niveau des méristèmes apicaux (organogènes). Ce type de développement est remarquable chez tous les végétaux : c'est le port herbacé des plantes.

La croissance secondaire : c'est l'augmentation en épaisseur. Elle a lieu au niveau des cambiums ou de zones génératrices (histogènes). Ce développement n'a lieu que chez les plantes ligneuses.



La racine : l'élongation est réalisée par les méristèmes primaires (zone de croissance) qui permettent l'avancée dans le sol. Cette croissance (primaire) est localisée et polarisée.

L'élargissement (croissance secondaire) se produit très en arrière de la coiffe.

La tige : on ne trouve pas d'axe continu, mais des unités successives (les primarium + les ébauches foliaires). Ces unités permettent l'élongation simultanée sur plusieurs entrenœuds successifs. Au niveau de la tige, on a un étagement du gradient de croissance qui est due à la persistance de cellules méristématiques résiduelles, juste au-dessus de chaque entre-nœuds.

Les feuilles : l'augmentation est bidirectionnelle. L'accroissement en épaisseur est très réduit par rapport à la surface foliaire.

Les fruits : c'est le résultat d'une hypertrophie due, dans le cas de la pomme de terre, à la croissance primaire, ou, à la croissance secondaire dans le cas du radis.

Au niveau cellulaire.

L'extension symplastique est effectuée avec interposition constante de cellules isodiamétriques (isotropes) et cylindriques (anisotropes).

L'extension apicale est intrusive ou extrusive.

L'extension symplastique est constante : les cellules augmentent comme un ensemble solidaire, en maintenant leurs liaisons et leurs communications.

Extension extrusive : les cellules épidermiques (ou du rhizoderme) vont donner des poils (ex : les fibres du coton).

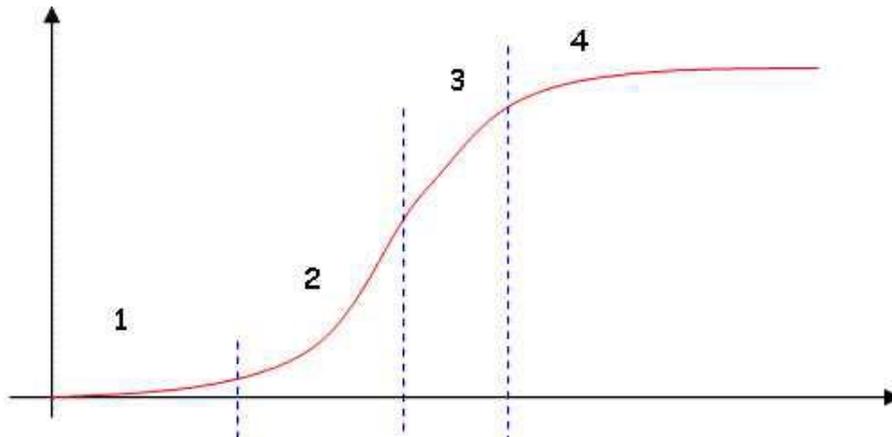
Extension intrusive : elle se déroule vers l'intérieur des organes, au niveau de la lamelle moyenne (ex : les fibres de lin). L'augmentation du nombre d'individus (cellules) entraîne une augmentation des dimensions (surface, masse, ...) d'un composé particulier. Pour la majorité des végétaux, on observe une augmentation de quelques centimètres par jour,

La vitesse de croissance est donnée par la formule : $v=(dl/dT)$ (l est un paramètre choisi).

Le taux de croissance est donné par la formule : $R=V/L_0$ (L_0 représente les dimensions initiales).

La courbe de croissance : son allure est sigmoïde. Cette courbe traduit une évolution de la plante. On peut observer quatre phases distinctes

1. La phase de latence.
2. La phase accélérée (ou phase exponentielle) : $L=L_0.e^{(RT)}$. V est proportionnelle à L, R=constante.
3. La phase linéaire : V est constante. Cette phase est parfois virtuelle, importante, ponctuelle.
4. La phase de ralentissement : c'est une phase de sénescence.



Facteurs contrôlant la croissance :

Facteurs externes

Température :

La vie active des végétaux se situe généralement entre -5°C ou -10°C et $+45^{\circ}\text{C}$.

-Les basses températures : néfastes (gel : cristaux qui déchirent les organes ; graines, vie ralentie : peu d'eau => tolérance)

-Les températures élevées : de 5 à 35°C environ, l'augmentation de la température accélère les réactions chimiques (loi de Vant'Hoff), donc la croissance. Au-delà, les enzymes sont inactivées par coagulation irréversible : la croissance diminue, devient nulle vers 45°C .

-Optimum thermique : par exemple, pour la tomate, la croissance est maximale avec 8 heures d'éclaircissement à 26°C et 16 h d'obscurité à $17-18^{\circ}\text{C}$: à 26°C , les enzymes ont une activité maximale, les réactions sont très efficaces, certains mécanismes sont finalement engorgés ; à l'obscurité, avec une température moindre, ce qui a été produit va être écoulé.

Eclaircissement et Etiolement :

les végétaux qui poussent en plein soleil sont dites plantes de soleil ex : tomate, épinard, tournesol

les plantes qui ne tolèrent pas le plein soleil sont dites plantes d'ombre ex : sceau de Salomon, hortensias.

L'étiollement définit l'ensemble des symptômes qui affectent le végétal privé de lumière ; il se caractérise par plusieurs symptômes outre l'absence de la photosynthèse, et diminution de poids, -Allongement spectaculaire des entre-noeuds

L'étiollement définit l'ensemble des symptômes qui affectent le végétal privé de lumière ; il se caractérise par plusieurs symptômes outre l'absence de la photosynthèse, et diminution de poids, -Allongement spectaculaire des entre-noeuds

-Inhibition de la croissance des limbes de feuilles de Dicotylédones contrairement à celles des monocotylédones qui s'allongent

-Disparition de la chlorophylle (chlorose)

-Réduction de la rhizogénèse

-Les fleurs ne s'épanouissent plus.

Facteurs internes :

Définition orientation d'un organe, déclenchée par un facteur du milieu, ce facteur étant inégalement représenté dans le milieu. La réaction de l'organe est souvent une courbure.

1. Phototropisme

La tige n'est pas sensible au sens des rayons lumineux, mais à la différence d'éclairement.

Radiations les + efficaces : bleu aux UV intensité : 20 à 100 lux

facteur interne : auxine (test : extrémité de coléoptile sur gélose, une plaque de mica sépare la partie éclairée de la partie moins éclairée, on mesure la qté d'auxine sur les 2 parties de la gélose : au début, 50 / 50 %, ensuite + / - . :

Les tiges ont un phototropisme positif, les racines un phototropisme négatif. Le phototropisme résulte d'une inégale répartition de l'auxine : la lumière détruisant l'auxine, il y a donc plus d'auxine du côté moins éclairé = croissance plus importante des tiges, croissance moins importante des racines.

Géotropisme

stimulus = pesanteur

tiges : géotropisme négatif

racines : géotropisme positif

Thigmotropisme

stimulus : contact avec un support (thigmo = toucher)

Corrélation morphogénétique:

Dans une plante, le développement d'un organe ne dépend pas seulement des conditions ambiantes et de ses potentialités propres, mais largement du fonctionnement des autres organes. Cette dépendance entre deux organes différents est une corrélation .

l'appareil racinaire influe sur l'appareil aérien en lui fournissant l'eau et les sels minéraux, mais aussi en synthétisant une substance, la cytokinine qui diffuse vers le lieu d'action ; tout ça en plus de son rôle d'organe de réserve (le seul et l'unique).

– Réciproquement, l'appareil aérien influence le développement du système racinaire qui reçoit non seulement les produits de la photosynthèse, mais aussi des substances oligodynamiques nécessaires à son métabolisme telles que les vitamines.

– Il y a corrélation entre bourgeons sous forme de compétition trophique, mais il existe une corrélation plus marquée traduite par la dominance apicale par laquelle le bourgeon situé à l'apex d'un rameau inhibe le développement des bourgeons axillaires sous jacents.

– Les organes végétatifs et les organes reproducteurs sont en corrélation ; il faut un développement suffisant des premiers pour qu'il y ait mise à fleur. Mais au-delà d'un certain seuil, il y a un certain antagonisme entre les développements végétatif et floral (d'où nécessité des tailles).

Ces exemples nous montrent qu'il existe deux types de corrélation qui peuvent être positives ou négatives