

Introduction

La croissance et le développement d'une plante représentent les transformations quantitatives et qualitatives qui accompagnent le parcours des différentes étapes de sa vie, ce qui constitue le cycle de développement ;

- Germination et émergence des plantules
- Période de croissance végétative
- Phase de transition florale
- Période de croissance reproductive
- Sénescence progressive des organes et maturité du produit récoltable

L'ensemble de ces étapes de croissance et de développement représente le cycle biologique naturel de la plante, dans le cas d'une plante annuelle, le cycle biologique dure une année maximum et se termine par la mort de tous les organes, lorsque la plante est pluriannuelle, on observe une succession d'états végétatif et reproducteur qui alternent. Cette alternance assure la pérennité de la plante.

La dissémination des plantes se fait par graines, par propagation végétative ou par les deux voies à la fois.

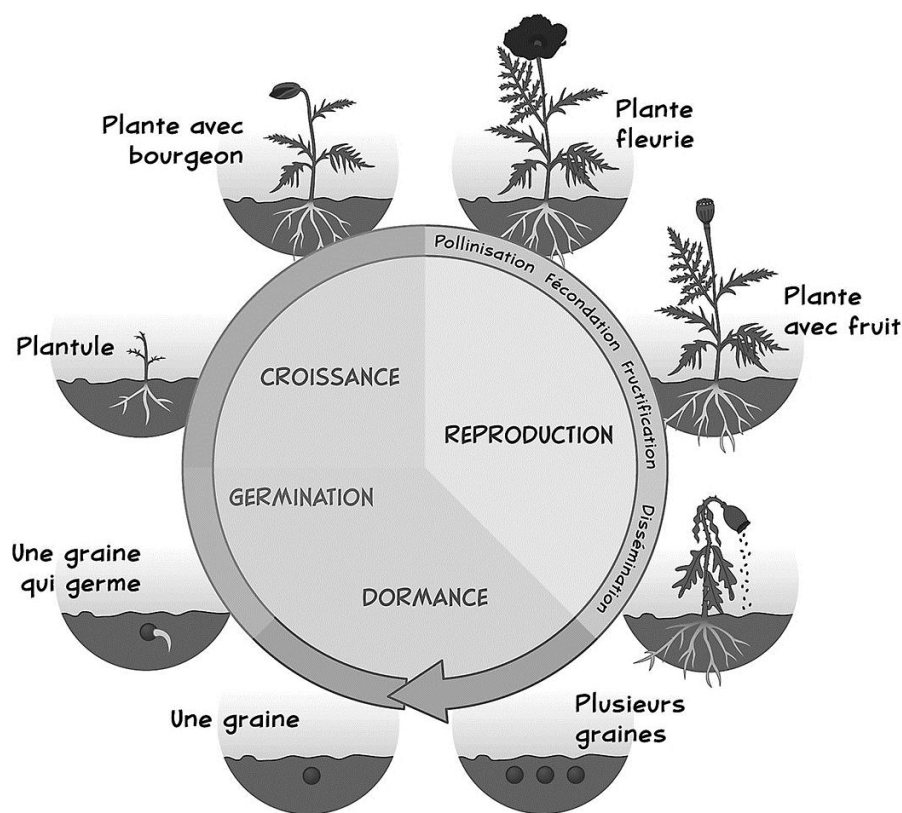


Figure 17 : Le cycle de vie des plantes

PARTIE A : La croissance et le développement

I. La croissance

La croissance végétale d'une plante est l'ensemble des changements quantitatifs irréversibles qui se produisent au cours de son cycle de vie.

La croissance est l'augmentation continue de toutes les dimensions de la plante : longueur, largeur, diamètre, surface, volume et masse.

1. La croissance cellulaire

1.1. La mérése

C'est une prolifération cellulaire qui consiste en une succession de divisions cellulaires ou mitoses, qui s'opèrent dans des régions localisées : les méristèmes

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 en longueur indéfinie de la plante.

Les méristèmes primaires apparaissent en premier au cours de l'embryogénèse, et donnent les tissus primaires.

Les cellules des méristèmes primaires se localisent sur l'extrémité des tiges (méristème caulinaire histogène et organogène) et sur l'extrémité des racines (méristème racinaire, histogène)

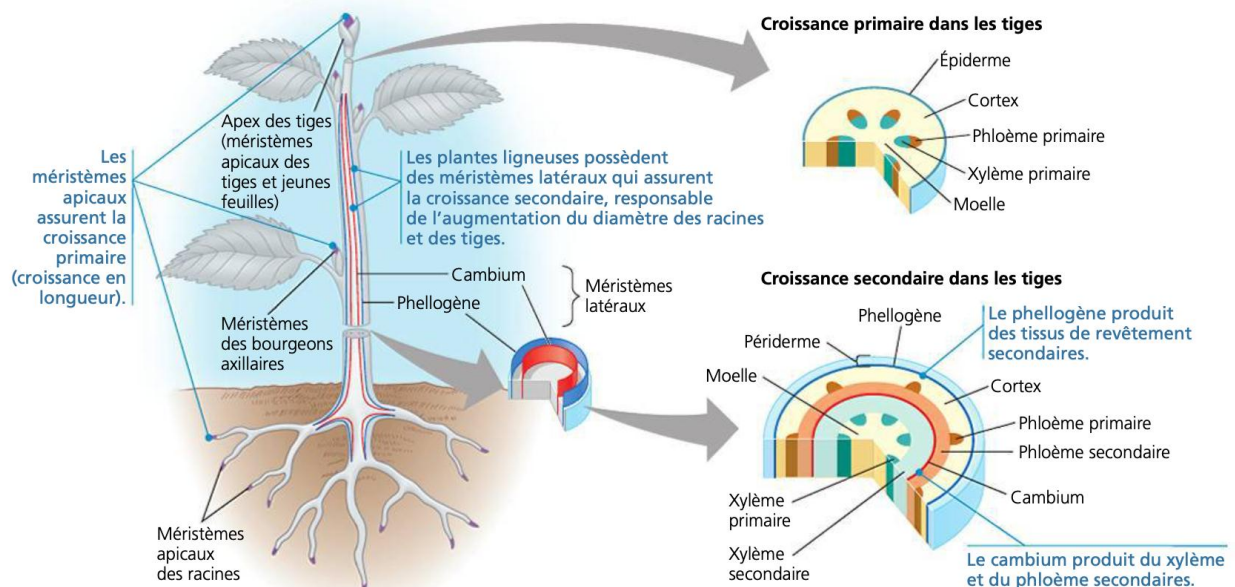


Figure 18 : La croissance primaire et secondaire

2. Les méristèmes secondaires

Les méristèmes secondaires sont à l'origine des tissus secondaires, apparaissant plus tard à maturité.

Les méristèmes secondaires permettent une croissance en épaisseur autour de la tige et des racines des Angiospermes Dicotylédones, les Monocotylédones n'en possèdent pas.

- **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 ; du xylème secondaire (le bois) vers l'intérieur et du phloème secondaire (le liber) vers l'extérieur
- **La zone génératrice subéro-phellodermique, 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.

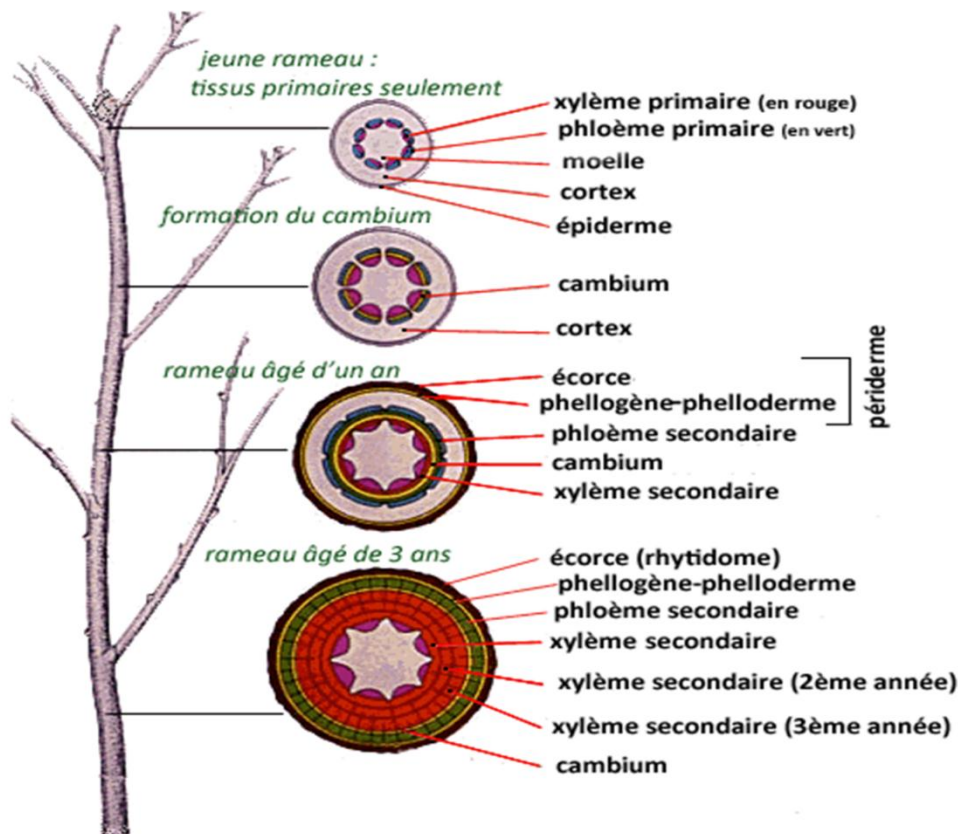


Figure 19 : La croissance secondaire dans une tige

1.2. L'auxèse

C'est une augmentation des dimensions des cellules,. Elle peut être

- Isodiamétrique : précise une croissance à diamètres égaux quelque soit la forme (circulaire, carrée ou rectangulaire), exemple du parenchyme de la feuille, de l'écorce ou des organes de réserve.
- Longitudinale (élongation) : cas le plus général.
- Radiale : croissance en épaisseur.

1.3. La différenciation cellulaire

Ce terme désigne l'ensemble des évènements qui transforment une cellule méristématique en cellule mature, de ce fait, elle acquiert la structure et la fonction qui seront les siennes, à l'état mature.

C'est le processus qui permet aux cellules d'acquérir des fonctions physiologiques particulières, différentes selon le tissu dans lequel elles se trouvent.

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

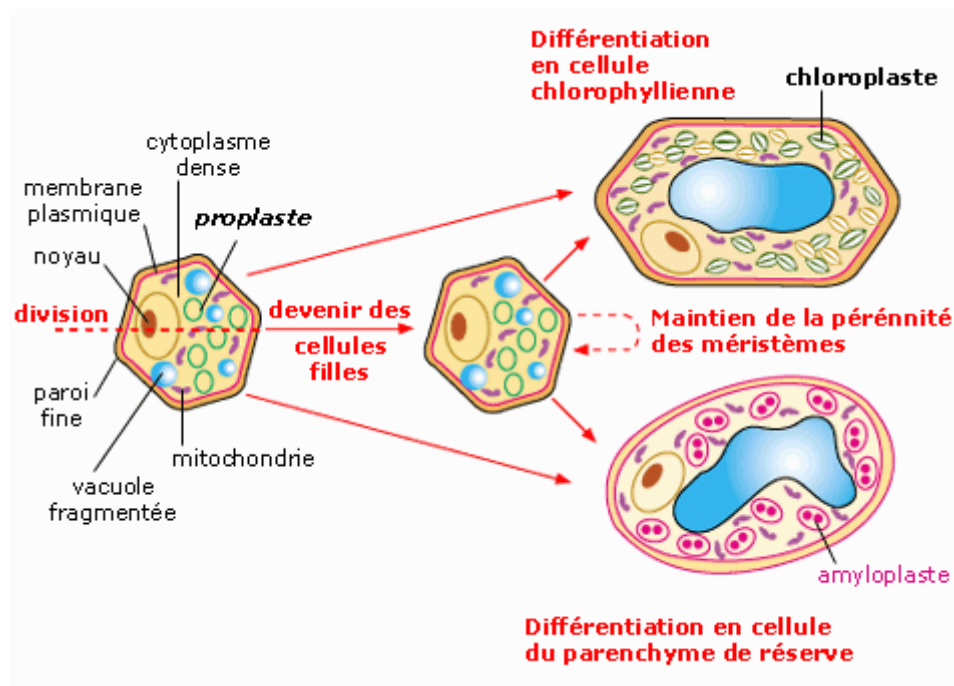


Figure 20 : La différenciation cellulaire

II. Le développement

C'est l'ensemble des changements qualitatifs dans la formation d'une plante. Il consiste en la mise en place des différents organes du végétal, appelée organogenèse, qui comprend la **Rhizogenèse** (Racines) et la **Caulogénèse** (Tiges).

On distingue la phase de développement végétatif et la phase de développement reproducteur. Durant la première phase et après la germination, la plante passe de l'état juvénile à un état où elle se ramifie et multiplie ses organes végétatifs (feuilles, tiges, racines). La phase de développement reproducteur est marquée par la fabrication d'organes reproducteurs des fleurs.

1. Caulogénèse

Pendant la formation de la graine, l'embryon porte une petite tige (tigelle) pourvue d'une ébauche de bourgeon terminal (gemmule), ainsi qu'une radicule, responsable de l'apparition de la partie racinaire.

1.1. La tige

La tige est constituée d'un empilement d'unité appelé phytomère, ces unités sont formées d'entre-nœuds et de nœuds (départ des feuilles). On retrouve un bourgeon axillaire à la base de chaque feuille.

L'organisation des parties aériennes dépend du fonctionnement des bourgeons, en effet, chez les plantes pérennes, l'activité des bourgeons se fait tout au long de la vie de la plante. En ce qui concerne le bourgeon apical, il éclot chaque printemps assurant la croissance et la ramification de la tige.

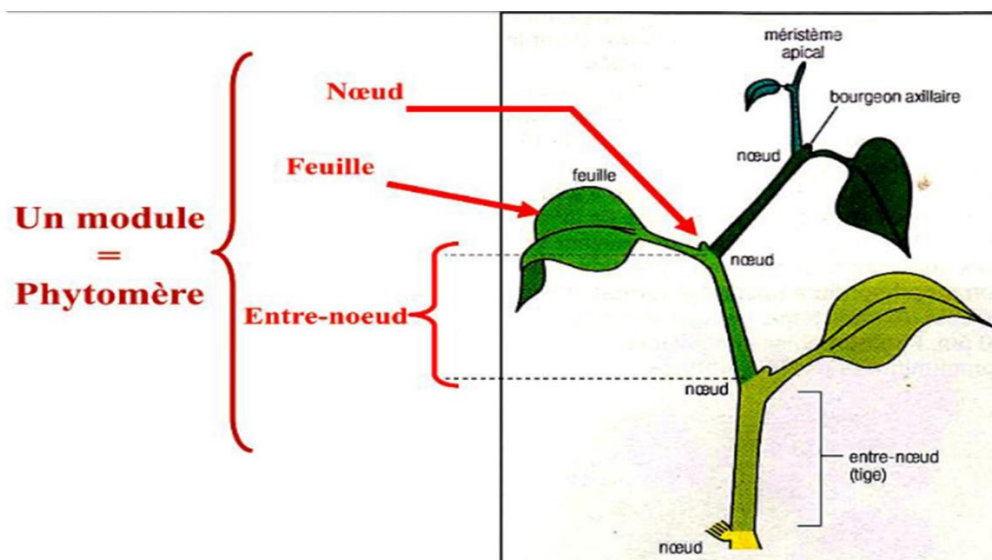


Figure 21 : L'édification de la partie aérienne

1.2. La feuille

Les feuilles sont insérées au niveau des nœuds qui comportent un bourgeon axillaire. C'est à partir de celui-ci que se développent les ramifications latérales.

L'édification des feuilles et des segments foliaires correspondants revient essentiellement à la zone périphérique (ZP) du bourgeon. Elle implique des changements dans la fréquence et la polarité des divisions cellulaires.

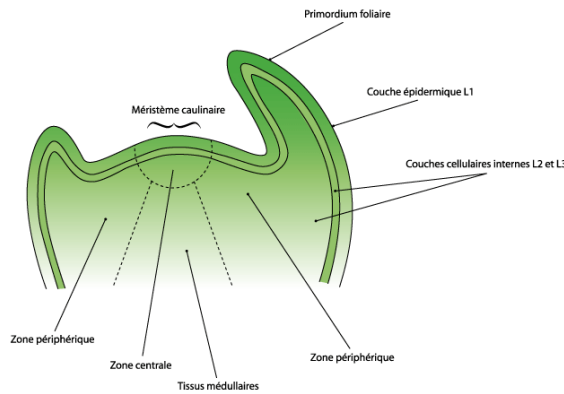


Figure 22 : la zone périphérique du méristème caulinaire

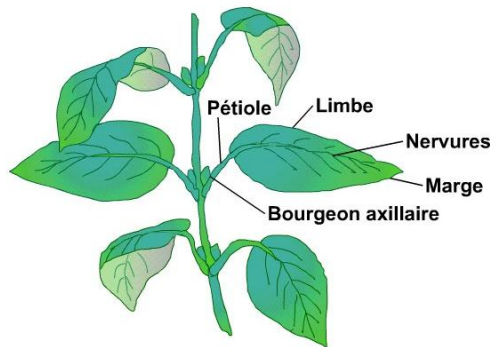


Figure 23 : La formation des feuilles

• **Phyllotaxie**

La phyllotaxie est l'ordre dans lequel sont implantés les feuilles ou les rameaux sur la tige d'une plante.

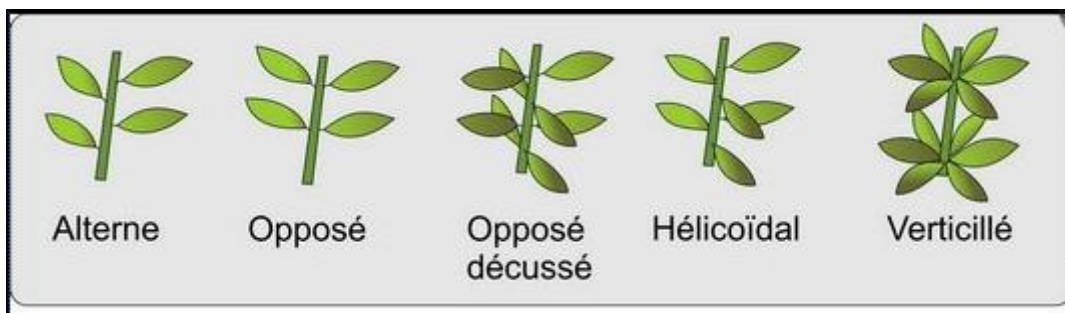


Figure 24 : Les différentes dispositions des feuilles

1.3. La rhizogénèse

La croissance en longueur de la racine repose sur une intense activité mitotique dans le méristème racinaire situé près de l'apex ainsi que sur l'élongation des cellules nouvellement produites dans la région séparant l'apex de la zone pilifère.

La formation des racines est conditionnée par plusieurs facteurs limitants: disponibilité en sels minéraux, en sucres, température, hormones (synergiques : auxines ; antagonistes : gibbérellines, cytokinines), lumière et développement foliaire.

Le renouvellement des racines est similaire à la chute périodique des feuilles, la mortalité et le renouvellement cyclique des racines fines est un processus naturel qui intervient constamment au cours du développement de l'arbre. Les racines fines ont une longévité le plus souvent inférieure à un an.

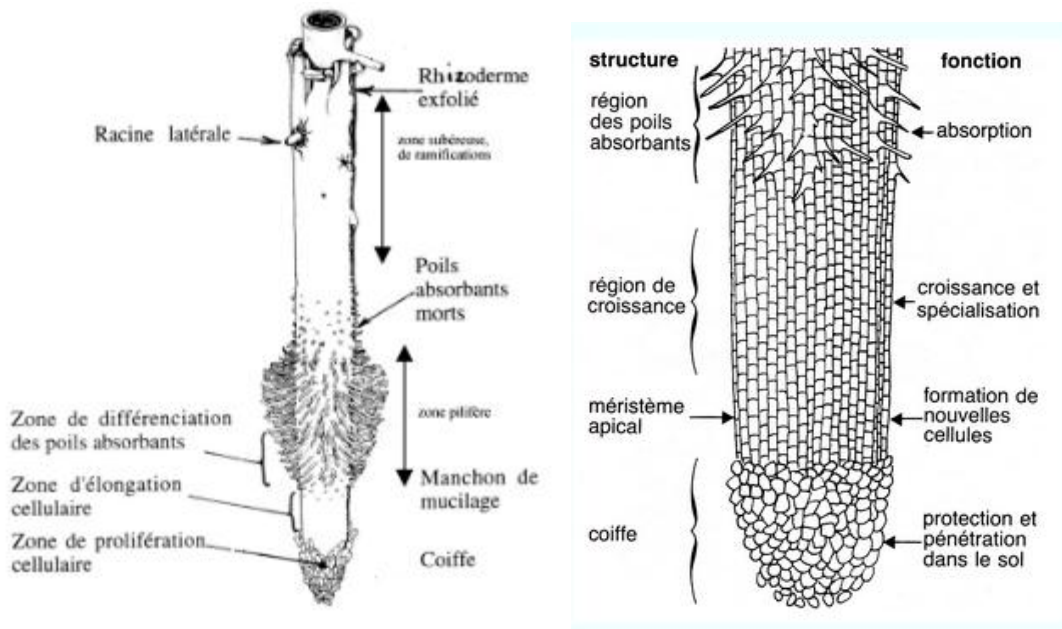


Figure 25 : Les différentes parties de la racine

III. La dominance apicale

1. Définition

Par dominance apicale, on entend l'action inhibitrice qu'exerce la région apicale d'une plante en pleine croissance sur l'initiation ou le développement d'axes latéraux (axillaires ou adventifs). Cette inhibition peut être totale ou partielle.

2. Facteurs influençant la dominance apicale

La présence de l'apex ne s'exerce pas toujours avec la même intensité. Elle varie avec:

L'espèce : chez le pois, les bourgeons axillaires sont totalement inhibés. Chez le millepertuis (*Hypericum perforatum*), ils évoluent en rameaux courts uniformément répartis sur toute la hauteur de la tige.

Chez certaines variétés de tomate et chez le galinsoga à petites fleurs (*Galinsoga parviflora*), des rameaux longs, peu différents de l'axe principal sont produits.

L'éloignement de l'apex : plus un axillaire est distant du bourgeon terminal, moins il est dominé.

L'âge de la plante : le degré de dominance faiblit lorsque la plante est plus âgée.

La mise à fleurs du méristème terminal : au moment de la transition florale, les bourgeons axillaires sont généralement libérés de la dominance apicale.

Les conditions d'environnement : sur un sol pauvre et sec ou sous une faible luminosité, la ramification est moins intense – donc le degré de dominance apicale plus fort – que sur un sol riche et bien irrigué ou sous une forte intensité lumineuse.

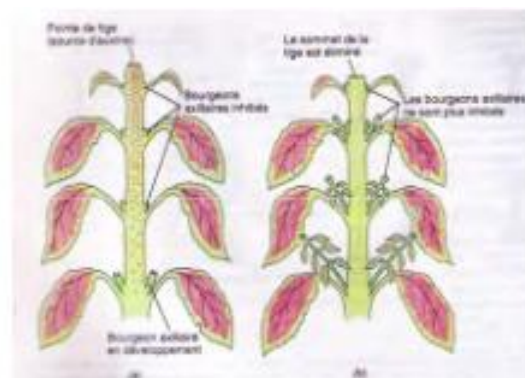


Figure 26 : La dominance apicale

3. Le siège de la dominance apicale

De nombreuses expériences ont démontré que le siège de la dominance apicale se situe dans le bourgeon terminal. En effet, lorsque celui-ci est excisé, une croissance importante des bourgeons axillaires, devenus distaux sur les pousses décapitées, est observée.

N.B. : *La production par la plante de bourgeons axillaires qui ne se développent pas joue un rôle important dans la survie de la plante. En effet, lorsque le bourgeon terminal est endommagé ou éliminé suite à une agression biotique ou abiotique, un bourgeon axillaire commence à se développer et reprend une position terminale, assurant la poursuite du développement de la plante.*

IV. La senescence

C'est le phénomène par lequel les feuilles perdent progressivement leur chlorophylle, chutent et meurent. La senescence a généralement lieu durant toute la vie de la plante bien que le processus soit plus accentué en phase reproductrice.

Avec l'avancement du développement reproducteur, la senescence s'accélère, la chute des feuilles augmente et au stade ultime, pour une culture comme le blé, il ne reste que la dernière feuille pour assurer la fourniture des assimilats nécessaires au remplissage des grains, avant qu'ils n'atteignent la maturité.

Après cette phase, tous les organes d'une culture annuelle meurent alors que les plantes pérennes reprennent leur développement végétatif si les conditions du milieu sont favorables.

PARTIE B : Régulation hormonale de la croissance et du développement**Introduction**

Les phénomènes de croissance et de développement dépendent de l'équilibre hormonal de la plante. Cet équilibre est régi par des rapports de concentrations ainsi que des gradients de concentrations.

La régulation hormonale de la croissance et du développement s'exerce aux niveaux suivants :

- division cellulaire, expansion des cellules et leur différenciation,
- germination et dormance des graines et des bourgeons,
- initiation des feuilles, tiges, racines,
- production de grains, fruits et leur maturation,
- senescence et mortalité des organes.

I. Les hormones végétales

Ce sont des composés organiques qui, synthétisés dans une partie de la plante, sont transloqués dans une autre partie, causent une réponse physiologique, à de très faibles concentrations.

Les hormones sont des protéines transcrites à partir de gènes souvent responsables de la régulation du métabolisme et des fonctions physiologiques dont fait partie la croissance

II. Les types d'hormone

Aux hormones de croissance (IAA GA CK) dont les effets, a concentration normale dans la plante, entraînent la promotion de la croissance, on oppose les hormones de stress (ABA, ethylene) dont les effets, a concentration élevée, entraînent l'inhibition de la croissance.

Avec une même concentration dans la plante, les hormones peuvent avoir des effets très contrastes sur les différents organes, en particulier sur la partie aérienne et racinaire.

Il existe cinq groupes d'hormones naturelles : – Les auxines, – Les gibbérellines, – Les cytokinines, – L'acide abscissique, – L'éthylène.

• Les auxines

L'auxine est synthétisée principalement dans les jeunes feuilles et est activement transportée vers les autres tissus de la plante pour en coordonner la croissance et faciliter les réponses aux variations de l'environnement.

– activent l'élongation des coléoptiles et des tiges, favorisent le phototropisme et le géotropisme,

– jouent un rôle important dans l'initiation et la formation de la racine principale, des racines latérales et des racines adventives ,

La production des auxines est inhibée par la déficience en zinc et en phosphore

• Les cytokinines

Les cytokinines sont produites préférentiellement dans la racine d'où elles migrent vers les différents organes. Récemment, des synthèses et des effets locaux ont été mis en évidence dans les zones en croissance, sous l'influence de l'auxine. Les cytokinines favorisent la division et la croissance cellulaires.

– jouent un rôle important dans la germination, favorisent la division, activent l'initiation des feuilles, des tiges,

– favorisent l'extension des feuilles et des cotylédons ainsi que le transport des nutriments.

– inhibent la sénescence des feuilles et permettent la levée de la dormance des graines.

le stress hydrique, les hautes températures et les conditions d'hydromorphie inhibent la production des cytokinines dans les racines et leur transport vers les parties aériennes.

• Les gibbérellines

– activent la germination des semences, l'élongation des tiges, l'expansion des feuilles, la floraison des plantes de jours longs et la croissance des fruits, lèvent la dormance des semences et la dominance apicale.

– inhibent la sénescence des feuilles et la maturation des fruits l'excès d'eau et par l'effet des jours courts inhibent la production des gibbérellines

La synthèse se déroule au niveau des méristèmes, des jeunes feuilles et de l'embryon

Les Hormones de stress

• L'éthylène

- Favorise la maturation des fruits, la sénescence des feuilles et la chute des organes
- inhibe la division cellulaire ainsi que le géotropisme des tiges et des racines.

La production de l'éthylène est stimulée par la maturation des fruits, la sénescence des feuilles et des fleurs, le stress hydrique. Elle est inhibée par la lumière et par des conditions d'anaérobiose.

• L'acide abscissique

- favorise la fermeture des stomates, la sénescence des feuilles, la dormance des bourgeons, et la formation des tubercules et des racines adventives,
- inhibe la germination des semences, la croissance des bourgeons axillaires, l'élongation des tiges et des racines, et l'initiation florale.

Le stress hydrique, l'excès d'eau, la déficience en éléments minéraux et la salinité augmentent la production de l'acide abscissique.

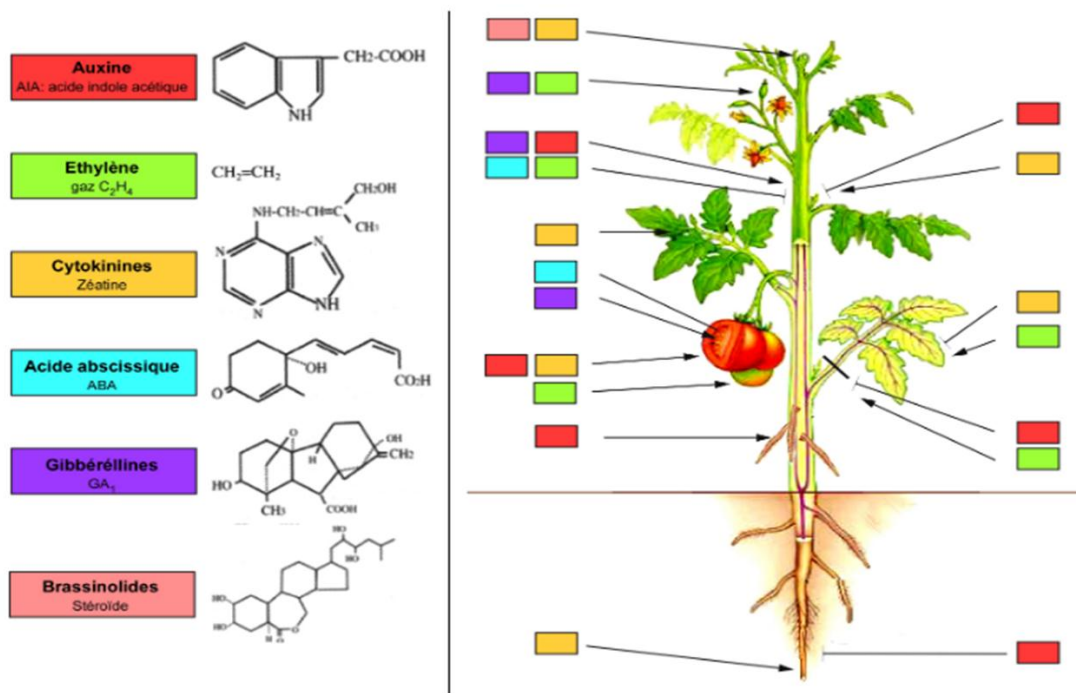


Figure 27 : Action des phytohormones sur la croissance

III. Influence des facteurs de l'environnement

Les plantes sont dotées d'une très grande plasticité phénotypique et sont capables de s'acclimater à leur environnement et à ses variations au cours de leur croissance. Un tel mécanisme nécessite que la plante puisse percevoir un signal environnemental qui modifie la croissance normale de la plante, ce qui correspond aux tropismes

Un tropisme est une courbure due à un stimulus. Ce stimulus n'est pas homogène et va engendrer un mouvement orienté. La courbure de l'organe est due à une différence de croissance des cellules. L'auxine a un rôle important dans les réponses aux tropismes

1. Le phototropisme

Les plantes vont pousser vers la lumière. Il va donc y avoir une réorientation pour optimiser la lumière qu'elles reçoivent. Il y a donc un phototropisme positif pour les parties aériennes et négatif pour les racines.

2. Le thigmotropisme :

La modification de la croissance à la suite d'un stimulus mécanique de contact comme le vent ou contact d'un objet étranger, (les plantes volubiles s'enroulant autour d'un tuteur)

3. Le gravitropisme

La gravité est certainement le facteur de l'environnement qui influence le plus la morphogenèse de toutes les plantes. La tige va avoir une réponse gravitropique négative (redressement vers le haut) contrairement à la racine qui va avoir une réponse gravitropique positive (redressement vers le bas). La tige va chercher à s'élever pour capter la lumière et la racine est optimisée pour s'ancrer dans le sol pour ancrer la plante et amener des nutriments

L'examen de l'extrémité de la racine montre que les cellules de la coiffe sont riches en amyloplast. Ces organites, contenant de l'amidon, sont les plus denses de la cellule et se répartissent dans celle-ci en fonction de la gravité.

Les amyloplast sont les seuls organites à être affectés physiquement par la gravité. Elles jouent un rôle essentiel dans la perception de la gravité. Ce sont les statolithes et les cellules de la coiffe qui les contiennent sont les statocystes.

La croissance de la racine est stimulée par des doses très faibles d'auxine. Les doses qui stimulent la croissance des tiges sont inhibitrices pour les racines.