

CHAPITRE II : La Différenciation et la Dédifférenciation cellulaire

1- Définition

La différenciation cellulaire est le processus qui conduit à la spécialisation des cellules qui acquièrent de nouvelles structures et des fonctions spécialisées.

Chez les végétaux, ce processus s'exprime dans les cellules des zones de croissance, cellules nommées **cellules méristématiques**.

2- Caractéristiques des cellules méristématiques

Une cellule méristématique peut être caractérisée par :

- **Son état indifférencié** : Généralement toutes les cellules sont très semblables :

- * de taille réduite, isodiamétrique,
- * elles ne sont pas encore ou peu vacuolisées.
- * Leur paroi, est pecto-cellulosique, peu épaisse.
- * Le cytoplasme y est relativement dense, le noyau volumineux. Les organites qui s'y accumulent n'ont eux-même pas commencé - ou peu - leur différenciation.

- **Son pouvoir mitotique** : Les cellules méristématiques sont capables de se diviser indéfiniment permettant au végétal une croissance infinie.

- **Sa totipotence** : Chez les végétaux contrairement aux animaux, les cellules méristématiques sont totipotentes, elles sont capables de se différencier en tous les types cellulaires.

3- Caractéristiques de la différenciation

* Le processus de différenciation est présent essentiellement chez les embryons et zones de croissance

* Il reste très actif durant toute la vie de l'organisme végétal (alors que chez les animaux, la différenciation cellulaire est majoritairement cantonnée au début de la vie)

* Il est nettement réversible : Une cellule végétale mature et parfaitement différenciée en un type cellulaire donnée peut se **dédifférencier** après avoir déjà vécu un certain temps dans cet état de différenciation,.

4- Facteurs à l'origine de la différenciation

Le moteur de processus de différenciation dépend :

- * des facteurs génétiques qui découlent de l'activité organisée des gènes.
- * des facteurs épigénétiques résultant de l'interaction des cellules les unes avec les autres (contact membranaire, actions hormonales, etc.).
- * des facteurs environnementaux qui tiennent une place importante au cours de la différenciation chez les cellules végétales.

5- Critères de différenciation

La différenciation cellulaire peut être abordée à plusieurs niveaux d'organisations (tissus, cellule, organites, niveau moléculaire)

Plus étendue chez les végétaux que chez les animaux, elle fait intervenir principalement les organites spécifiques au règne végétal.

a- les vacuoles : La vacuolisation est un phénomène morphologique et fonctionnel caractéristique du début du processus de différenciation.

Difficilement observable à l'état méristématique, la vacuolisation semble débiter avec :

- * la formation d'un réseau de microtubules, donnant naissance à des vésicules se dispersant dans tout le cytoplasme.
- * Croissance et fusion de ces vésicules pour occuper une grande partie du volume intracellulaire
- * Apparition de leur paroi simple : le tonoplaste
- * Augmentation du volume vacuolaire et acquisition de son double rôle d'épuration et de stockage

b- les plastes : La différenciation est également concrétisée par la transformation des plastes qui révèlent l'importance particulière de l'environnement dans l'expression de la différenciation végétale

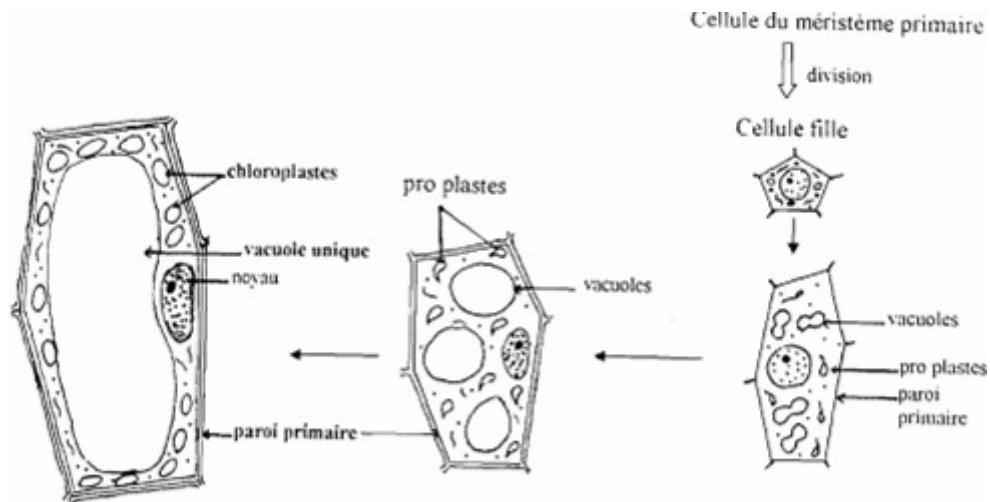
Dans les points végétatifs éclairés, les proplastides se transforment en chloroplastes dès la sortie de l'état méristématique. Cette transformation se manifeste par :

- * L'augmentation de la taille des proplastides
- * L'élaboration des thylakoïdes:
- * synthèse massive d'enzymes intervenant dans la photosynthèse et la fixation du gaz carbonique (ribulose diphosphate carboxylase)

c- la paroi cellulaire : les parois (fibres de soutien, assises protectrices —épidermes, liège — éléments conducteurs vaisseaux, trachéïdes);

La paroi cellulaire joue aussi un rôle fondamental dans la différenciation structurale et fonctionnelle des cellules végétales : Chez les jeunes cellules, la paroi cellulaire ou paroi primaire est plastique ce qui permet la régulation de la croissance cellulaire. En fin de croissance, cette paroi se modifie et 2 cas peuvent se présenter :

- * Dans certains cas, elle se consolide et perd simplement ses propriétés de plasticité en gardant une composition pectocellulosique proche de celle de la paroi primaire
- * Dans d'autres cas, elle se modifie par addition de substances variées



Differentiation d'une cellule jeune en cellule chlorophyllienne

6- Intensité de différenciation

Le processus de différenciation passe par une modification d'intensité variable des caractères initiaux des cellules embryonnaires et méristématiques

- Dans les cas les plus discrets, cette différenciation ne s'exprime que par le démarrage de voies biochimiques aboutissant à la présence de composés "les métabolites secondaires", qui n'étaient pas présents à l'état initial.

- Dans les cas où l'intensité du phénomène est plus importante, on observe une multiplicité des transformations :

- * création de nouveaux éléments cellulaires (armature des trachéides,)
- * destruction de domaines cytoplasmiques (dégénérescence du noyau lors de la formation des cellules criblées)
- * résorption totale du contenu cellulaire (formation des cellules des vaisseaux, ne devenant opérationnelles qu'après leur mort).

Exemple de transformation intense chez une cellule de xylème

a) Différenciation du cytoplasme :

- La cellule commence par se différencier en cellule parenchymateuse typique.

- * Sa taille s'accroît,
- * les organites constituant son cytoplasme achèvent leur différenciation : augmentation du nombre des mitochondries, des dictyosomes, des systèmes membranaires du reticulum endoplasmique, des chloroplastes éventuels.
- * la volumineuse vacuole unique de la cellule végétale typique se constitue.
- * La cellule s'est fortement allongée dans le sens d'étirement de l'organe où elle se trouve

- Dans un deuxième temps, la cellule va entrer dans une phase de dégénérescence :

- * Le cytoplasme est profondément remanié.
- * La membrane vacuolaire est rompue et le contenu de la vacuole dissout plus ou moins le hyaloplasme.
- * Mitochondries, plastides, golgi voient leur nombre diminuer et leur structure fortement altérée par des hydrolyses importantes, ils finissent par disparaître totalement.
- * Le reticulum endoplasmique est lui-même hydrolysé et éliminé.
- * A terme, c'est la totalité du cytoplasme qui est détruite : la cellule est réduite à sa paroi pecto-cellulosique. C'est une cellule morte qui va constituer le matériel de circulation des sèves brutes.

b) Différenciation de la paroi pecto-cellulosique :

Fortement étirée, la cellule présente désormais les caractéristiques suivantes :

- * Cellule prenant la forme d'un cylindre
- * Les parois latérales vont alors se rigidifier et s'imperméabiliser par incrustation de lignine (ornementations des paroi). Plusieurs types d'ornementations ont été décrites :

a) Ornementation annelée

La paroi reste largement pecto-cellulosique. Les incrustations de lignine se localisent par endroits où ils forment des anneaux rigides, chargés essentiellement de permettre à la cellule de garder son diamètre

b) Ornementation spiralée

Les incrustations, dans ce type de lignification, sont plus importantes qu'en a). C'est une spirale de lignine plus ou moins dense qui se dépose sur les parois pecto-cellulosique

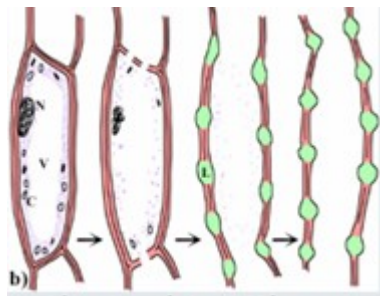


Schéma des événements se déroulant à la différenciation d'une cellule de xylème

7- Les étapes de différenciation

Le processus de différenciation cellulaire admet deux étapes essentielles : la **détermination** et la **spécialisation**.

7.1- La détermination ou sortie de l'état méristématique

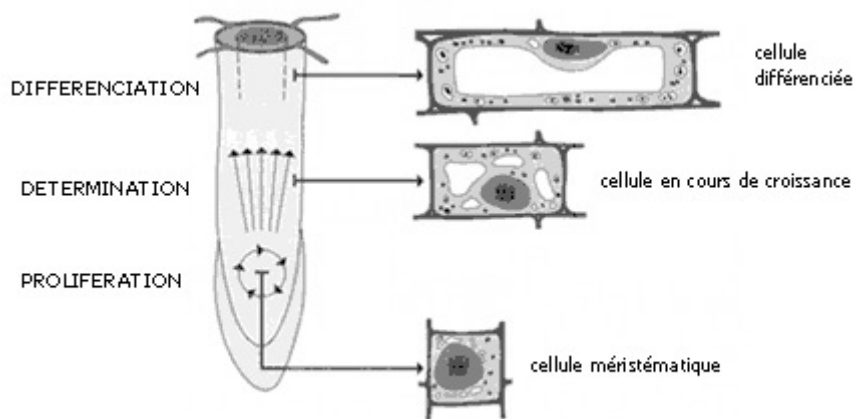
C'est le processus représentant le début de la différenciation. Les cellules orientées dans une séquence d'événements vont connaître, en premier lieu, des événements nouveaux pour sortir

de leur état indifférencié, elles commencent à croître et à se réorganiser sans qu'une voie de différenciation précise ne soit encore observable

7.2. Spécialisation cellulaire

À la fin de la période d'accroissement, la cellule acquiert les caractéristiques suivantes :

- * vacuole volumineuse
- * plastes structurés.
- * cytoplasme riche en ribosomes et polysomes libres ou associés à de grandes nappes de réticulum endoplasmique.
- * noyau présentant de volumineux nucléoles.
- * Souvent à ce stade, les dictyosomes sont nombreux et bourgeonnent quantité de vésicules de sécrétion (phase golgienne).



Plusieurs types de cellules peuvent se présenter :

a- Certaines cellules ne dépassent pas ce stade de structuration. Ce sont les cellules parenchymateuses qui occupent la masse principale des organes herbacés. Leur spécialisation se situe au niveau des vacuoles ou au niveau des plastes : chloroplastes dans les organes aériens éclairés ; amyloplastes dans les organes souterrains; chromoplastes dans les fleurs et les fruits.

b- D'autres cellules poursuivent davantage leurs modifications, deux possibilités peuvent exister :

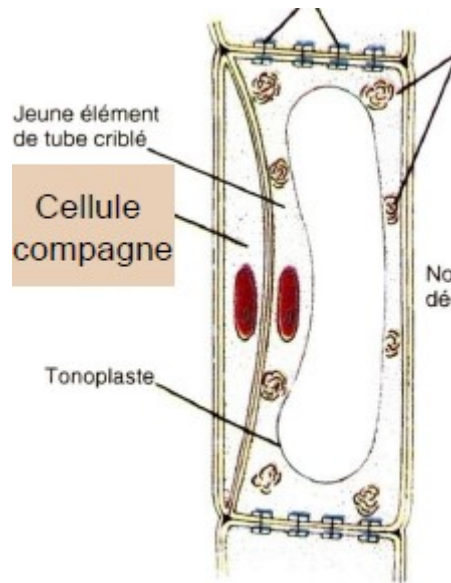
* Dans le cas le plus simple, toutes les cellules évoluent de façon identique. Il en résulte un tissu homogène constitué par un seul type cellulaire à parois pectocellulosiques épaisses

Ex : Le collenchyme

* Dans le second cas, les cellules associées se différencient de façon divergente conduisant à un tissu hétérogène contenant des types de cellules aux caractères contrastés

Ex 1 : les épidermes renferment des cellules de revêtement, des cellules stomatiques, des cellules tectrices, d'autres sécrétrices.

Ex 2 : Le phloème contient des cellules criblées conductrices, des cellules compagnes, des cellules parenchymateuses auxquelles s'ajoutent souvent des fibres de soutien



Cellule du phloème

II - La dédifférenciation

1- Définition de la dédifférenciation cellulaire

La dédifférenciation est un rajeunissement cellulaire se traduisant par la perte de sa spécialisation antérieure. Elle se manifeste globalement par un retour plus ou moins profond de la cellule à l'état méristématique originel

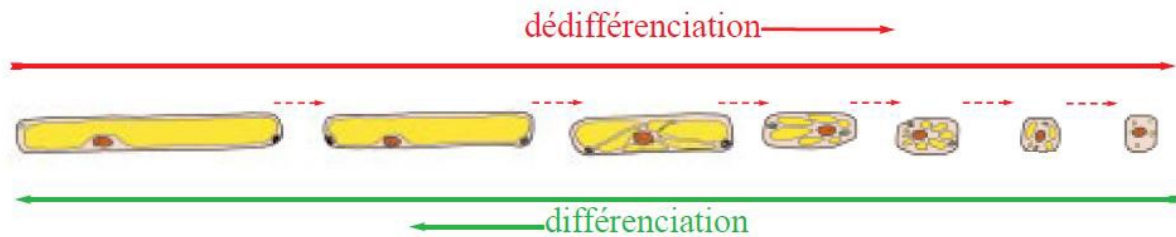
2- Processus de dédifférenciation

En cas de blessure du végétal, d'une attaque fongique, de modification importante de facteurs environnementaux, etc., une cellule végétale parfaitement différenciée, peut se dédifférencier après avoir déjà vécu un certain temps dans cet état de différenciation,.

Les processus intracellulaires mis en jeu lors de la dédifférenciation apparaissent comme une différenciation à rebours :

* Dans un premier temps, leur protoplasme perd les caractéristiques de leur différenciation initiale. Les réserves sont résorbées et les plastes régressent à l'état de plastes indifférenciés.

* Au cours des divisions successives, les vacuoles se fragmentent et progressivement les cellules formées retrouvent des caractères de cellules embryonnaires.



3- Reprogrammation cellulaire et totipotence

Les cellules végétales devenues différenciées restent presque toutes **totipotentes** : en cas de stimulation environnementale, les cellules spécialisées peuvent se dédifférencier, puis **s'agencer en zones génératrices histogènes ou s'organiser en méristèmes primaires néoformés**, ensuite se reprogrammer pour devenir, grâce à leur totipotence une cellule d'un autre type ou un nouvel organe différencié.

C'est grâce à cette réversibilité entre état différencié et état indifférencié que la multiplication végétative, naturelle ou provoqué, se produit chez les végétaux. Elle permet de multiplier des individus sans passer par la reproduction sexuée.