

L'information génétique dans la cellule végétale

Dans la cellule végétale, l'information génétique est localisée dans trois organites

1/ Noyau

2/ Chloroplaste

3/ Mitochondrie

La cellule végétale

L'intérieur d'une cellule végétale cad la totalité de la cellule sauf la paroi, est appelé **protoplaste**.

Le **protoplaste** comprend le noyau et le cytoplasme, qui correspond à l'ensemble des structures présentes à l'intérieur (du grec *cyto* cavité et *plasma*, formation). On pourrait comparer l'intérieur d'une cellule à une usine miniature, avec le noyau comme superviseur dirigeant le travail qui se fait dans le cytoplasme.

La membrane plasmique est la limite externe du cytoplasme, en contact avec la paroi cellulaire. Chez les plantes, le **cytosol** ou matrice cytoplasmique (Le cytosol ou hyaloplasme, est la phase liquide, translucide du cytoplasme, où baignent les organites), est souvent en mouvement: c'est le courant cytoplasmique.

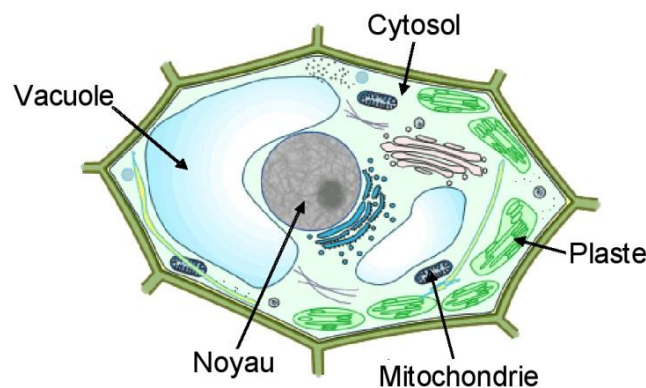


Figure 1. Organisation de la cellule végétale montrant les trois organites principaux: noyau, mitochondrie et plaste

I. Le noyau

Dans une cellule végétale, comme dans toute cellule eucaryote, l'ADN nucléaire est organisé en structures filamenteuses complexes appelées **chromosomes** (du grec *chroma* couleur et *soma* corps) car ces derniers peuvent être facilement colorés pour une observation photonique.

Chaque chromosome contient de nombreux gènes.

Le noyau est entouré de deux membranes qui forment l'enveloppe nucléaire. Des pores, présents dans l'enveloppe nucléaire, contrôlent le mouvement des substances qui entrent et sortent du noyau (**Figure 2**).

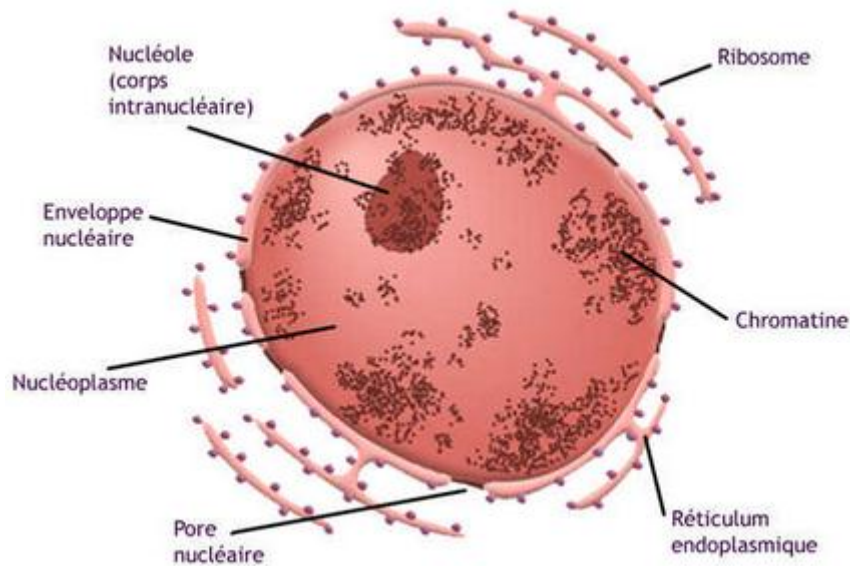


Figure 2. Organisation d'un noyau d'une cellule eucaryote

Le noyau est souvent la structure la plus apparente dans le protoplasme des cellules eucaryotes. Il assure deux fonctions importantes:

- * le contrôle des activités ultérieures de la cellule, en déterminant la nature des protéines produites et le moment de leur synthèse.
- * le stockage de l'information génétique (ADN) et sa transmission aux cellules filles au cours de la division cellulaire.

L'ensemble de l'information génétique stockée dans le noyau est le **génomme nucléaire**. Il existe aussi une information génétique dans l'ADN des plastes (génomme chloroplastique) et dans celui des mitochondries (génomme mitochondrial) des cellules végétales.

Quand la cellule est soumise à des techniques de coloration appropriées, on peut distinguer des minces filaments et granules de **chromatine** dans le **nucléoplasme**, ou matrice nucléaire. La chromatine est constituée d'ADN, qui porte **l'information génétique de la cellule, combiné à des protéines les histones**. Au cours de la division nucléaire la chromatine se condense progressivement et devient visible au microscope sous la forme de **chromosomes** individuels (**chromosomes = ADN + histones**).

II. Les plastes

Le **plaste**, appelé aussi **plastide**, est un organe présent dans les cellules des eucaryotes chlorophylliens (algues et plantes). Suivant la cellule, les plastes peuvent se spécialiser pour accomplir certaines fonctions, ainsi les chloroplastes sont le siège de la photosynthèse, les amyloplastes sont spécialisés dans le stockage d'amidon, ou encore les chromoplastes qui donnent la couleur aux fruits.

Le **plastidome** désigne l'ensemble des plastes de cellules.

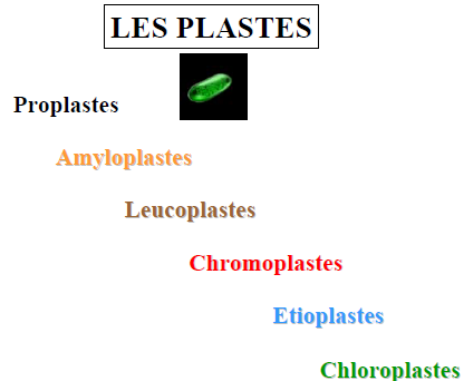


Figure 3. Différenciation des plastes

II.1. Les différents types de plastes

Il y a **trois** types principaux de **plastes**: **chloroplastes**, **chromoplastes** et **leucoplastes**

- les **chloroplastes** (dont les pigments essentiels sont les chlorophylles),
- les **chromoplastes** (où dominent les pigments caroténoïdes, souvent au point de ne plus renfermer de chlorophylles) et
- les **leucoplastes** (dépourvus de pigments).

Avec les vacuoles, les parois cellulaires, les **plastes** sont des composants caractéristiques des cellules végétales ; ils interviennent dans des processus tels que la photosynthèse et le stockage des réserves.

Tous les types de plastes peuvent dériver des **proplastes**.

Les proplastes sont les précurseurs des autres plastes

Les **proplastes** sont de petits plastes **indifférenciés**, incolores ou vert pâle, présents dans les cellules méristématiques (en division) des racines et des tiges. Ce sont les précurseurs des autres plastes plus différenciés, comme les chloroplastes, chromoplastes ou leucoplastes.

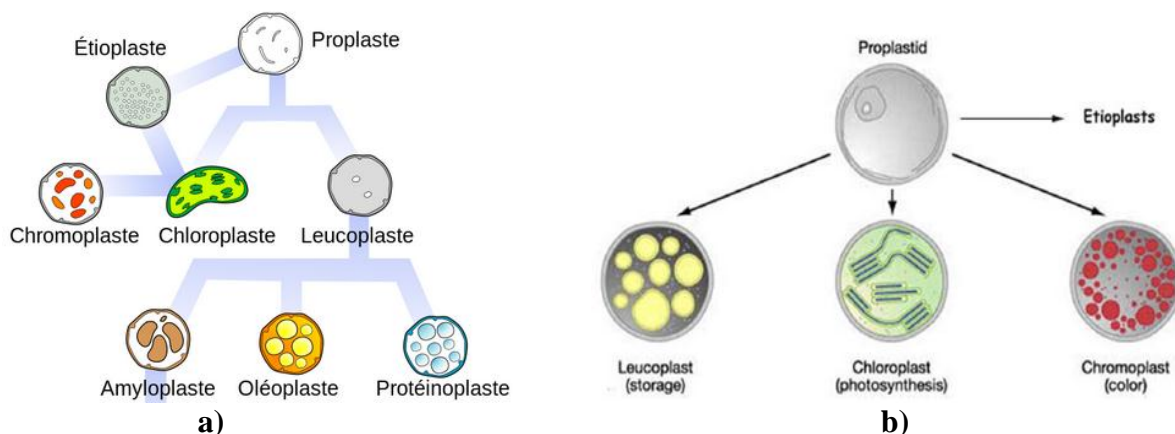


Figure 4. Les différents types de plastes

Tous les types de plastes peuvent dériver des proplastes (mais aussi par division d'un plaste déjà existant ou sa différenciation).

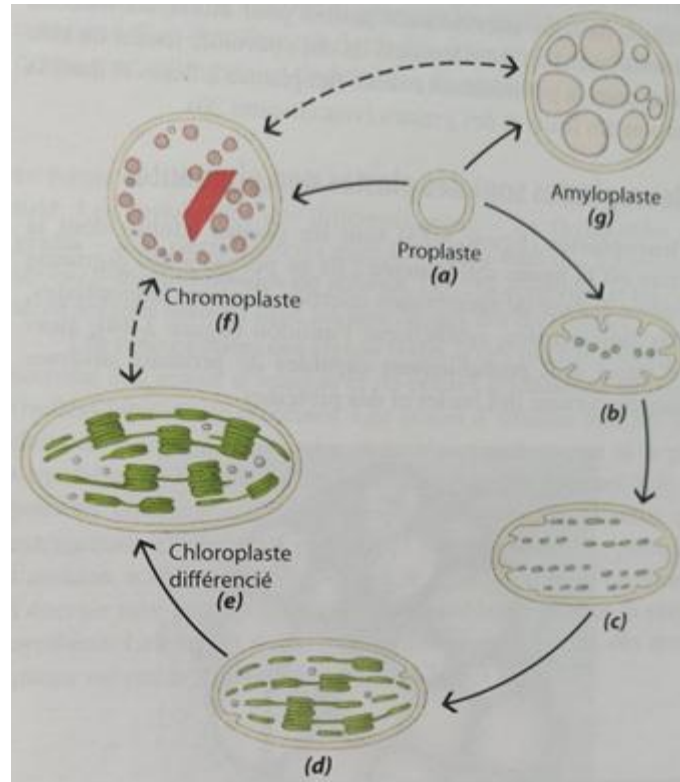
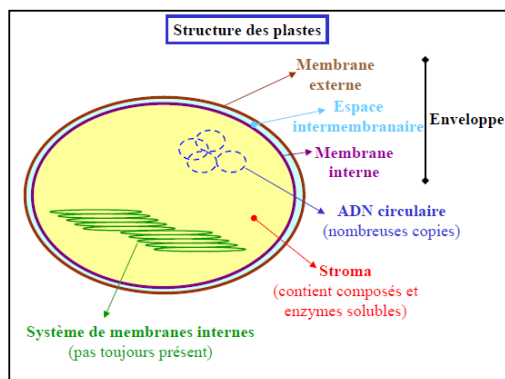
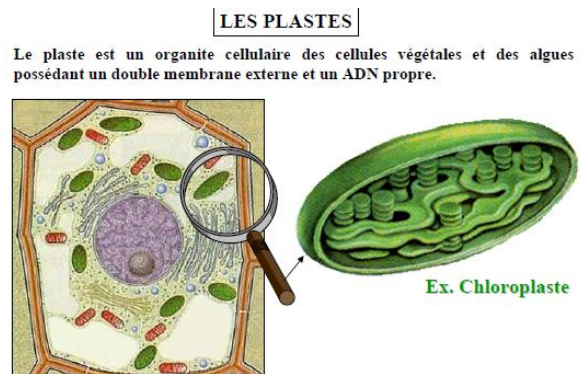


Figure 5. Le cycle de développement des plastides

Chaque plaste est délimité par une enveloppe formée de deux membranes. À l'intérieur, le plaste est différencié en un système de membranes formé de sacs aplatis, les **thylakoïdes** et d'une matrice plus ou moins homogène, le **stroma**. Le nombre de thylakoïdes varie suivant les types de plastides.



a)



b)

Figure 6. Structure des plastides

On classe les plastides différenciés **en fonction des pigments** qu'ils contiennent.

- les proplastides, ou plastides non différenciés.
- les chloroplastes, où a lieu la photosynthèse ; ils contiennent de la chlorophylle.
- les chromoplastes : ils contiennent des pigments autres que la chlorophylle : les caroténoïdes (dont les xanthophylles ou le lycopène).
- les leucoplastes, sans pigment. Ils synthétisent des essences et des résines.

- les amyloplastes servent au stockage des grains d'amidon.
- les étioplastes, dans les tissus peu exposés à la lumière.

Il existe aussi les [oléoplastes](#), les [protéoplastes](#),...

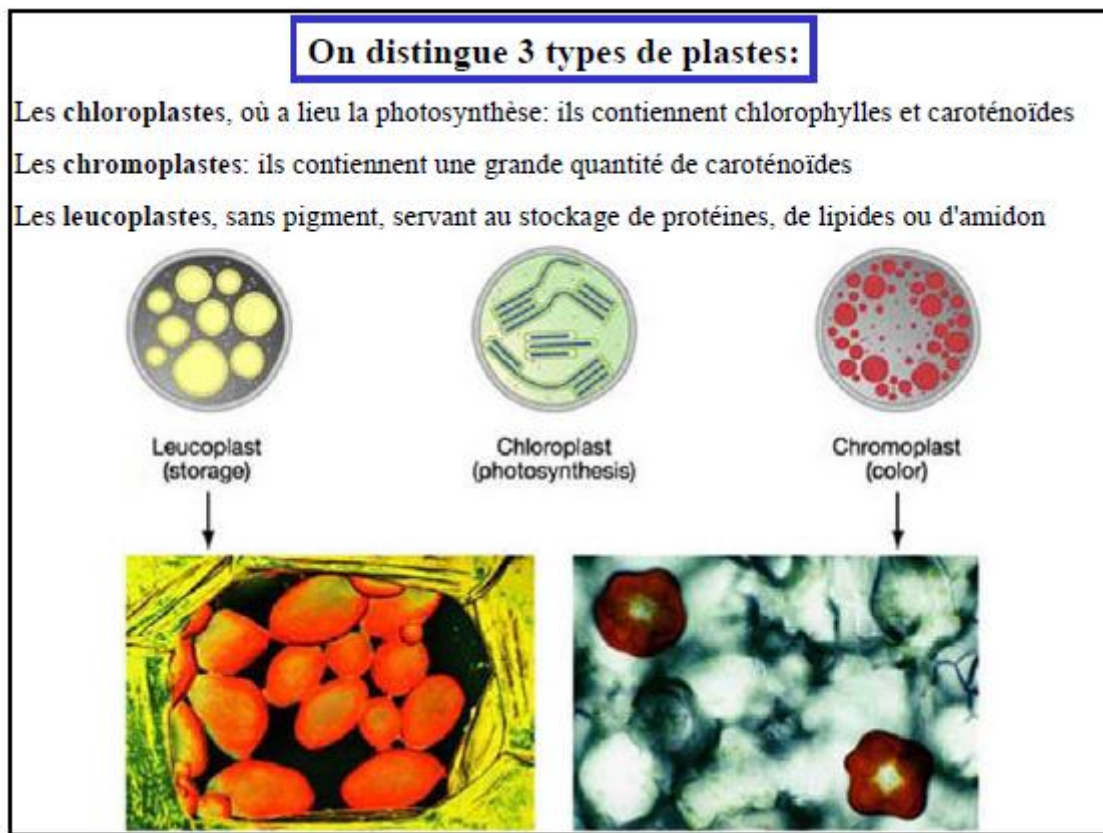


Figure 7. Les 3 types de plastes

II.1.1. Chloroplastes

Les chloroplastes sont situés dans les cellules des parties vertes des végétaux, comme les jeunes tiges et surtout les feuilles. Les chloroplastes mesurent environ 5 micromètres de diamètre. Ils peuvent être sphériques ou légèrement ovoïdes. Certaines cellules chlorophylliennes ne possèdent qu'un seul chloroplaste alors que d'autres en ont des dizaines.

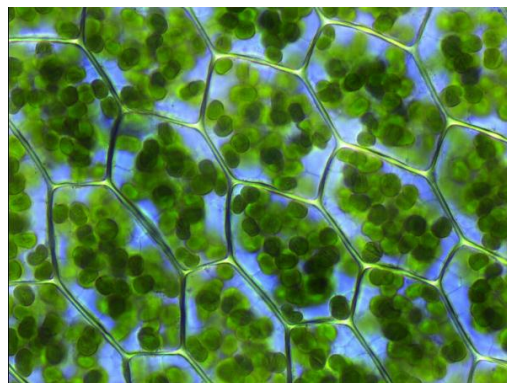


Figure 8. Cellules végétales de la mousse *Plagiomnium affine* avec les chloroplastes visibles

Les chloroplastes possèdent une série de sacs limités par une membrane, appelés **grana**.

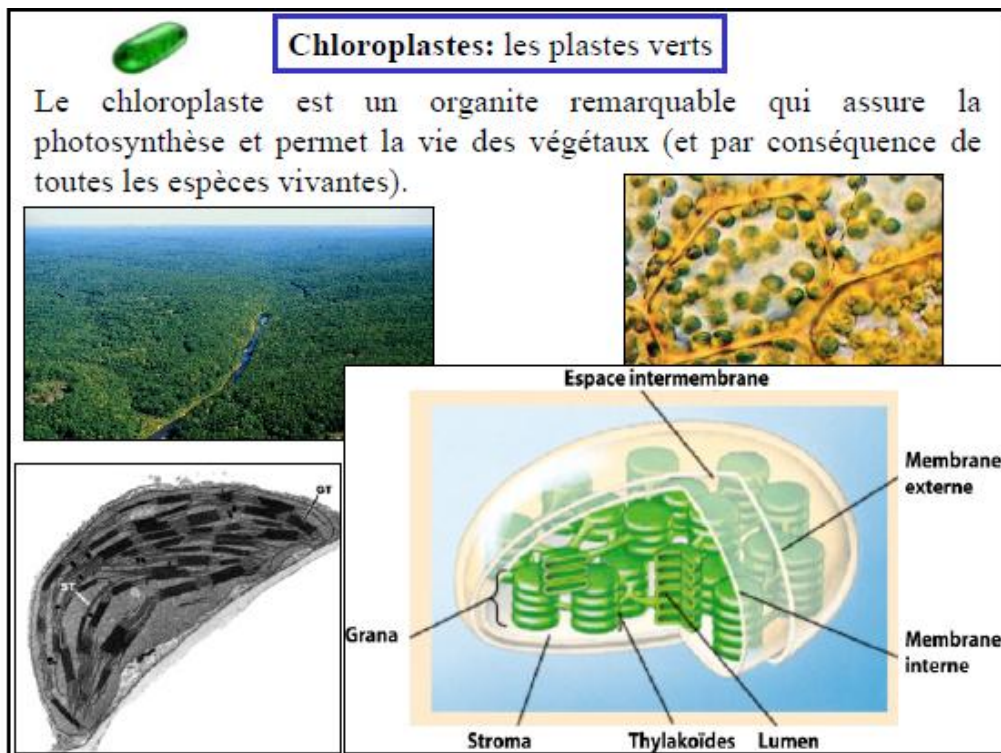


Figure 9. Organisation et structure des chloroplastes

Les chloroplastes, sites de la photosynthèse, contiennent des chlorophylles et des pigments caroténoïdes. Les chlorophylles sont responsables de la couleur verte de ces plastes. Les caroténoïdes sont des pigments jaunes et orange masqués dans les feuilles vertes par les chlorophylles plus abondantes. On trouve des chloroplastes dans les plantes et dans les algues vertes. Dans les plantes, ils sont généralement discoïdes et mesurent de 4 à 6 micromètres de diamètre. Une seule cellule de mésophile (milieu de la feuille) peut contenir entre 40 et 50 chloroplastes. Un millimètre carré de feuille en contient quelque 500 000. Les chloroplastes sont d'habitude disposés avec leur plus grande surface parallèle à la paroi cellulaire. Ils sont capables de se réorienter dans la cellule sous l'influence de la lumière.

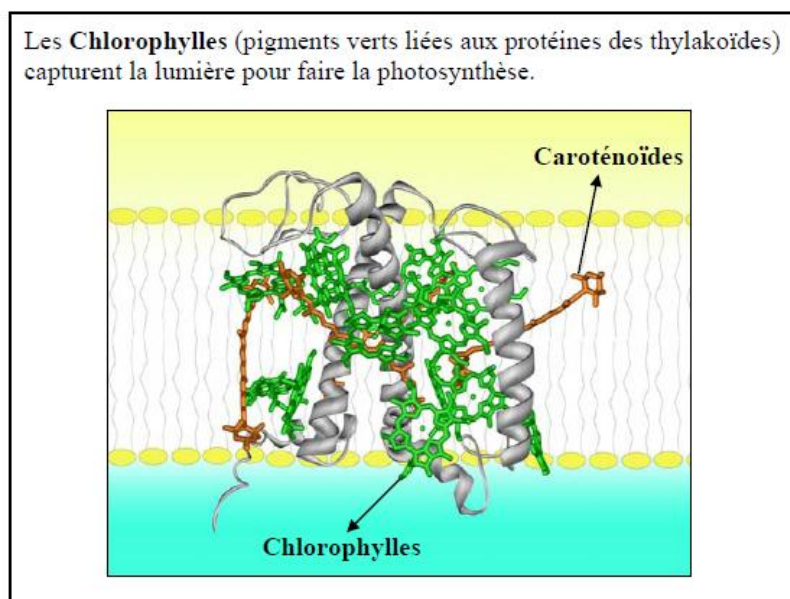


Figure 10. Les pigments photosynthétiques

La structure interne du chloroplaste est complexe. Le stroma est traversé par un système élaboré de thylakoïdes. Les thylakoïdes sont considérées comme un système interconnecté unique. Les chloroplastes sont généralement caractérisés par la présence de **grana** (granum au singulier) – empilements de thylakoïdes en forme de disques qui ressemblent à une pile de pièces de monnaie. Les chlorophylles et les caroténoïdes sont enrobés dans les membranes des thylakoïdes.

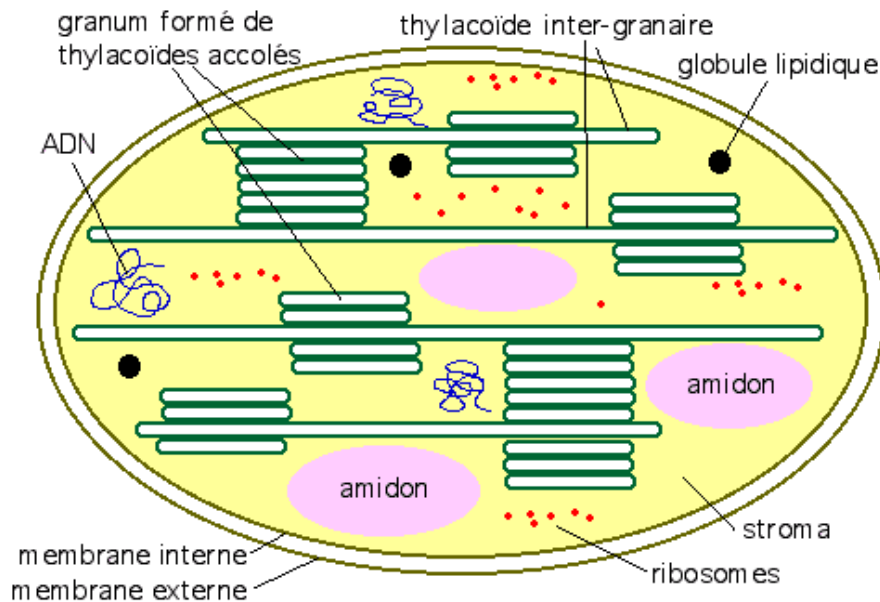


Figure 11. Schéma d'une coupe de chloroplaste observée au microscope électronique

Les chloroplastes sont des organites semi-autonomes. Ils possèdent ce qui est nécessaire à la synthèse d'une partie de leurs propres polypeptides, mais pas de tous.

L'ADN chloroplastique se trouve dans des **nucléotides** (régions claires, dépourvues de grana, contenant l'ADN). Les chloroplastes contiennent plusieurs exemplaires d'ADN (molécules d'ADN).

L'ADN cp n'est pas associé à des histones.

Les ADN du noyau et du plaste contribuent tous les deux à la formation des chloroplastes et des pigments associés.

Il est clair que le contrôle général réside dans le noyau. Certaines protéines du chloroplaste sont codées (déterminées) par l'ADN du plaste et sont synthétisées à l'intérieur du chloroplaste lui-même. Cependant, la plupart des protéines du chloroplaste sont codées par l'ADN nucléaire, synthétisées dans le cytosol, puis importées dans le chloroplaste.

II.1.2. Les chromoplastes

Les chromoplastes (du grec « *chroma* » couleur) contiennent des pigments autres que la chlorophylle. Ce sont des plastes pigmentés. Leur forme est variable. Ils sont dépourvus de chlorophylle. Ils synthétisent et conservent des caroténoïdes (pigments souvent responsables des couleurs jaune, orange et rouge de nombreuses fleurs, des feuilles d'automne et de certaines racines comme les carottes).

Les chromoplastes sont caractérisés par leur richesse en pigments caroténoïdes (carotènes, xanthophylles...) qui peuvent subsister seuls ou masquer les chlorophylles. On les trouve surtout dans les pièces florales colorées en rouge clair ou en jaune, dans les fruits de ces mêmes couleurs, mais aussi dans certaines tiges, feuilles et même racines (carotte).

Les chromoplastes peuvent provenir de chloroplastes verts préexistants qui se transforment après la disparition de la chlorophylle et de la structure membranaire interne, et par accumulation massive de caroténoïdes : cela se produit au cours de la maturation de nombreux fruits (par exemple la tomate).

Les chromoplastes peuvent provenir de proplastides, de chloroplastes ou de leucoplastes.

Les chromoplastes sont délimités par deux membranes, l'interne formant de rares crêtes, dans le stroma.

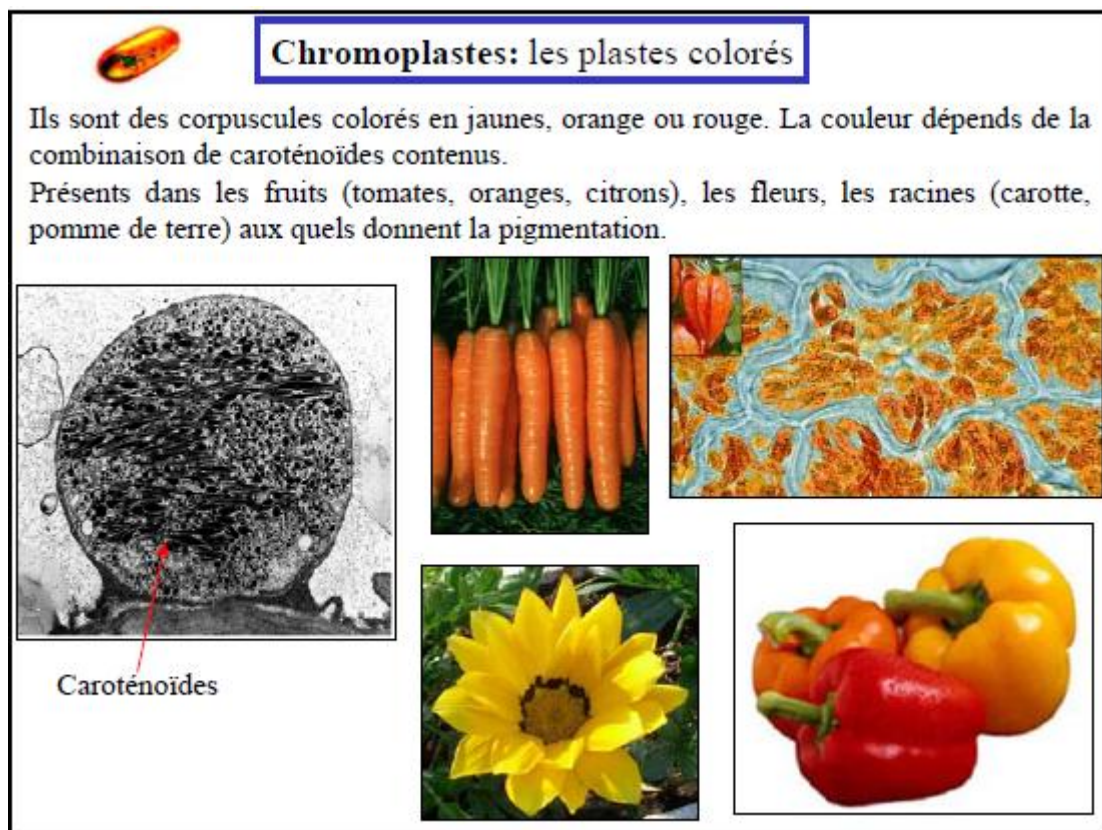


Figure 12. Les chromoplastes : les plastides colorés

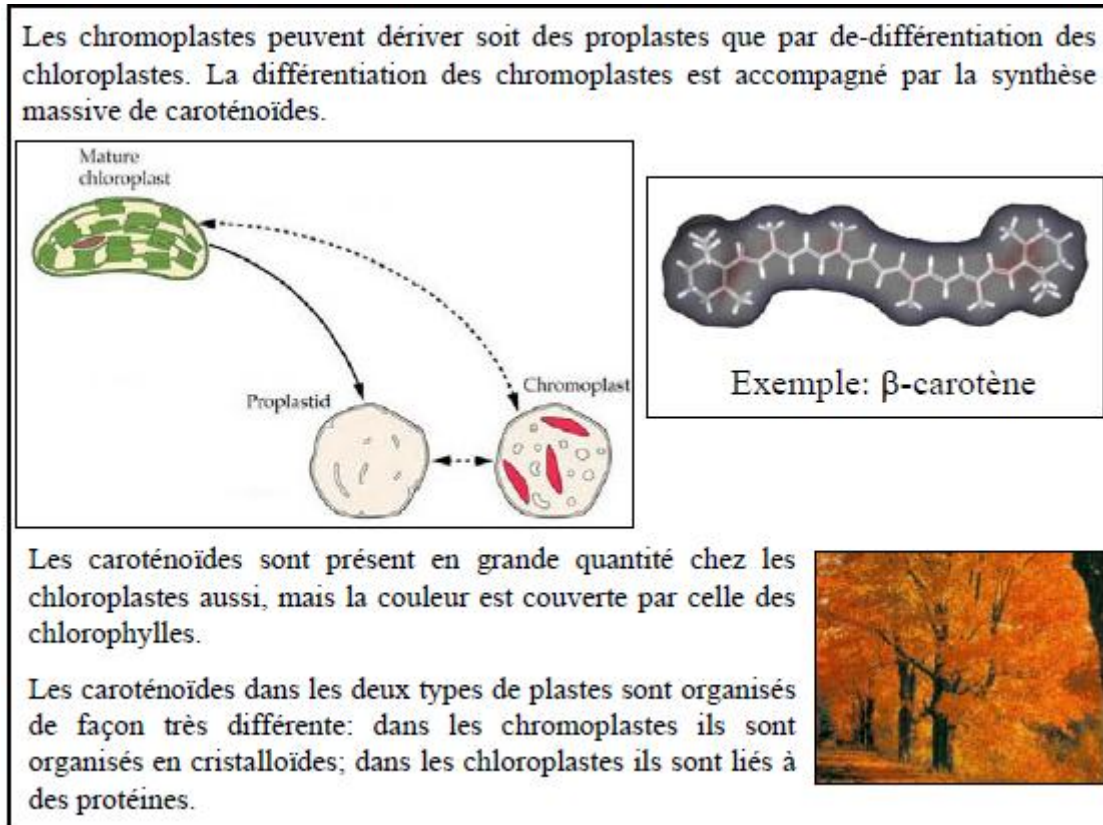


Figure 13. Origine et formation des chromoplastes

II.1.3. Les leucoplastes

Les leucoplastes (du grec *leukos*, blanc) sont des plastes non pigmentés. Les leucoplastes sont les plastes adultes dont la structure est la moins différenciée. Ils ne possèdent ni pigments ni système élaboré de membranes internes. Certains leucoplastes, appelés amyloplast, synthétisent de l'amidon, alors que d'autres sont probablement capables de produire diverses substances, comme des huiles et des protéines. Les leucoplastes se trouvent principalement dans les tissus des végétaux chlorophylliens qui ne sont pas atteints par la lumière. Toutefois, de nombreux épidermes ne renferment que des leucoplastes. Ce sont des organites cytoplasmiques sans pigments, légèrement plus réfringents que le cytoplasme dont ils suivent les mouvements en se déformant constamment.

A l'aide de la microscopie électronique, on les voit limités par deux membranes, comme les chloroplastes. La membrane interne émet dans le stroma des crêtes analogues à celles des mitochondries. Le stroma renferme généralement des globules lipidiques. Dans la plupart des espèces et des tissus, les leucoplastes accumulent des grains d'amidon disposés dans des enclaves du stroma comme chez les chloroplastes.

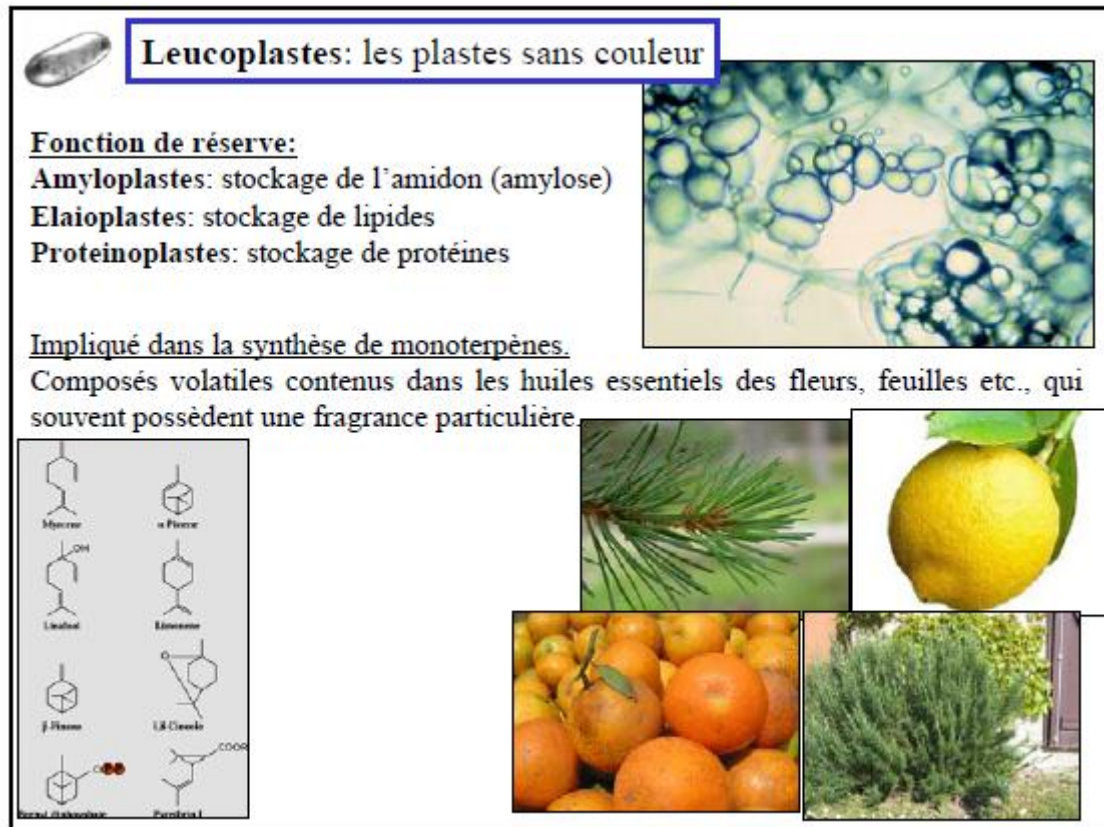


Figure 14. Les leucoplastes : les plastes non pigmentés

En fonction de l'exposition à la lumière et des besoins de la plante, chaque type de plastes peut se transformer en un autre type.

Exemple des leucoplastes: les amyloplast

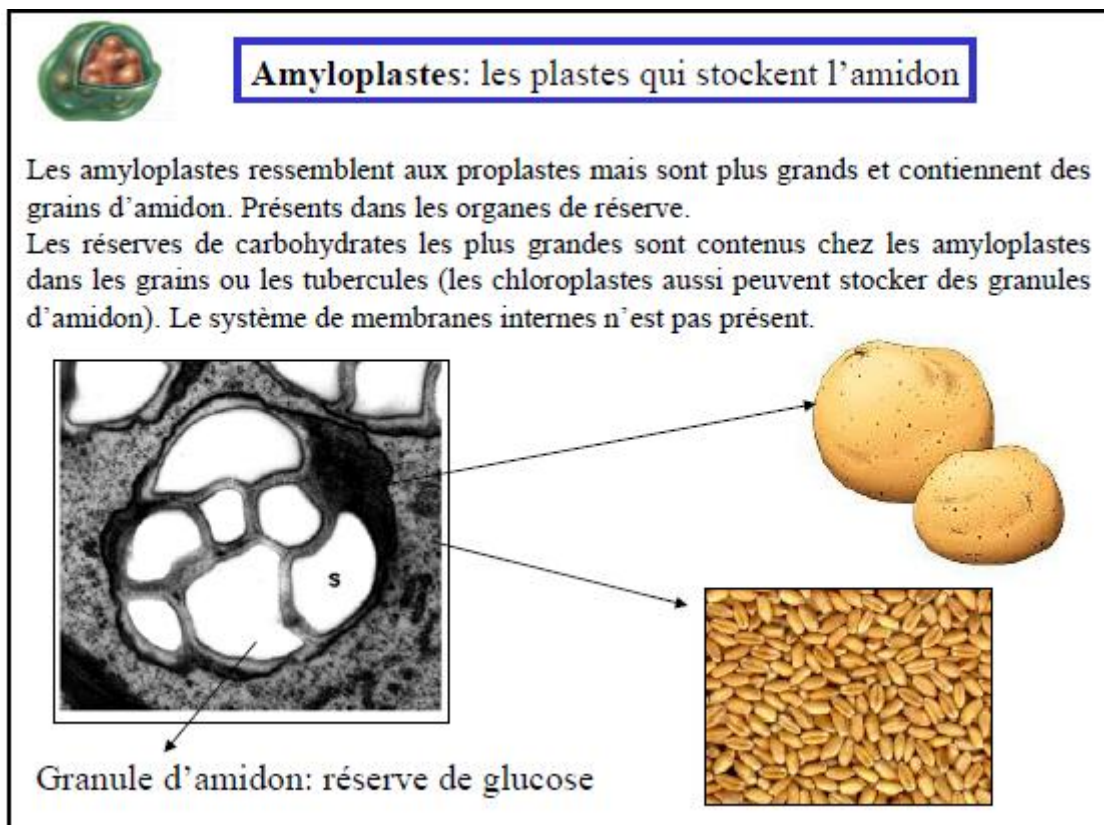


Figure 15. Les amyloplast, un exemple des leucoplastes

Résumé :

Il y a trois types principaux de plastes : chloroplastes, chromoplastes et leucoplastes.

Les plastes sont des composants caractéristiques des cellules végétales. Un plaste est entouré par une enveloppe formée d'une double membrane. On classe les plastes adultes d'après le type de pigment qu'ils contiennent : les pigments contenus dans les chloroplastes sont les chlorophylles et les caroténoïdes; les chromoplastes contiennent des caroténoïdes ; les leucoplastes ne sont pas pigmentés.

Les proplastes sont les précurseurs des plastes.

Les différentes sortes de plastes peuvent se transformer les unes dans les autres.

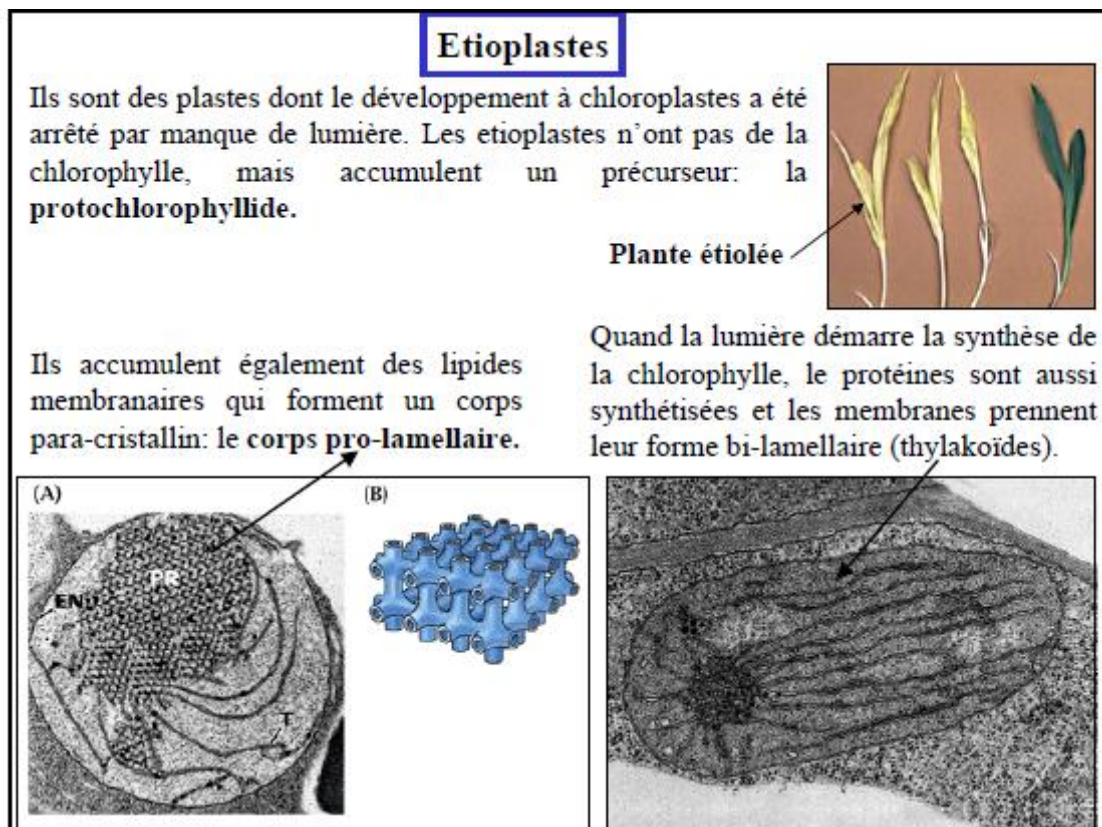
N.B :

Figure 16. Les étioplastes

II.2. Interconversions plastidiales

On distingue de nombreux types de plastes, dont 6 sont inter convertibles entre eux :

Un plaste peut changer de type, c'est le processus d'inter conversion plastidiale. Par exemple, un leucoplaste de pommes de terre peut se transformer en chloroplaste à la lumière ; un chloroplaste de citron devient chromoplaste au cours de la maturation du fruit.

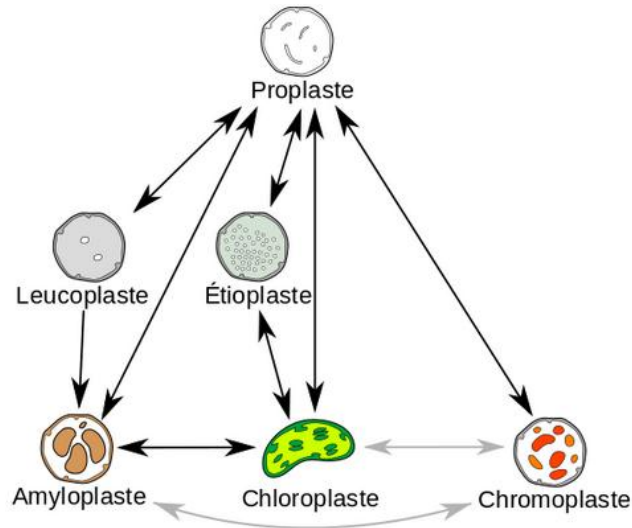


Figure 17. Schéma montrant les interconversions possibles des plastides

III. Les mitochondries

Après que les chloroplastes ont converti l'énergie solaire en énergie chimique, la plante a besoin de convertir cette énergie stockée en combustible pour assurer ses propres activités. Ceci est le rôle de la centrale énergétique de l'usine cellulaire, **les mitochondries**.

Une cellule végétale peut posséder une ou plusieurs centaines de mitochondries (elle en possède généralement une centaine). Les mitochondries hydrolysent les glucides stockés afin d'entreposer de l'énergie chimique sous forme d'ATP.

Une mitochondrie est plus petite qu'un chloroplaste.

Comme les plastides, les **mitochondries** sont délimitées par deux membranes. La membrane interne possède de nombreuses invaginations appelées **crêtes** (Figure 18). Les crêtes prennent la forme de replis ou de tubules, elles augmentent considérablement la surface disponible pour les protéines et les réactions qui leur sont associées. Les mitochondries sont généralement plus petites que les plastides et mesurent environ de 0,5 à 1 micromètre de diamètre ; leur longueur et leur forme sont très variables.

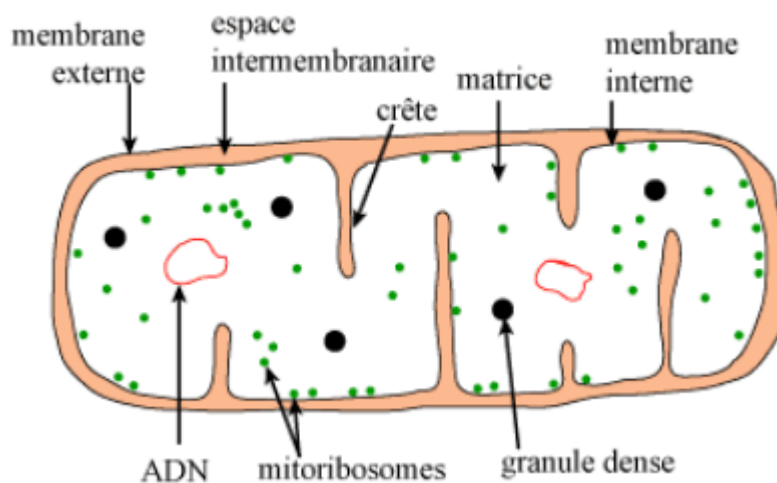


Figure 18. Structure et organisation d'une mitochondrie

Les mitochondries sont le siège de la respiration, mécanisme impliquant la libération d'énergie à partir de molécules organiques et son transfert aux molécules d'ATP (adénosine triphosphate), principale source directe d'énergie chimique pour toutes les cellules eucaryotes. La plupart des cellules végétales renferment des centaines ou des milliers de mitochondries, leur nombre étant en relation avec la demande d'ATP dans la cellule.

En plus de la respiration, les mitochondries participent à beaucoup d'autres processus métaboliques, comme la biosynthèse des acides aminés, des cofacteurs de vitamines et des acides gras.

Les mitochondries sont constamment en mouvement, elles tournent, se tordent et se déplacent d'un endroit à l'autre de la cellule ; elles fusionnent également et se divisent. Les mitochondries ont tendance à se rassembler là où il existe une demande d'énergie.

Comme les plastes, les mitochondries sont des organites semi-autonomes. La membrane interne de la mitochondrie renferme une **matrice** qui contient des protéines, de l'ARN, de l'ADN, des petits ribosomes et divers solutés (substances dissoutes). L'ADN de la mitochondrie, comme celui du plaste est représenté par des molécules circulaires.

Questions de réflexions

- 1/ Les plastes et les mitochondries sont des organites semi-autonomes. Expliquez.
- 2/ Expliquez le phénomène de la coloration automnale.