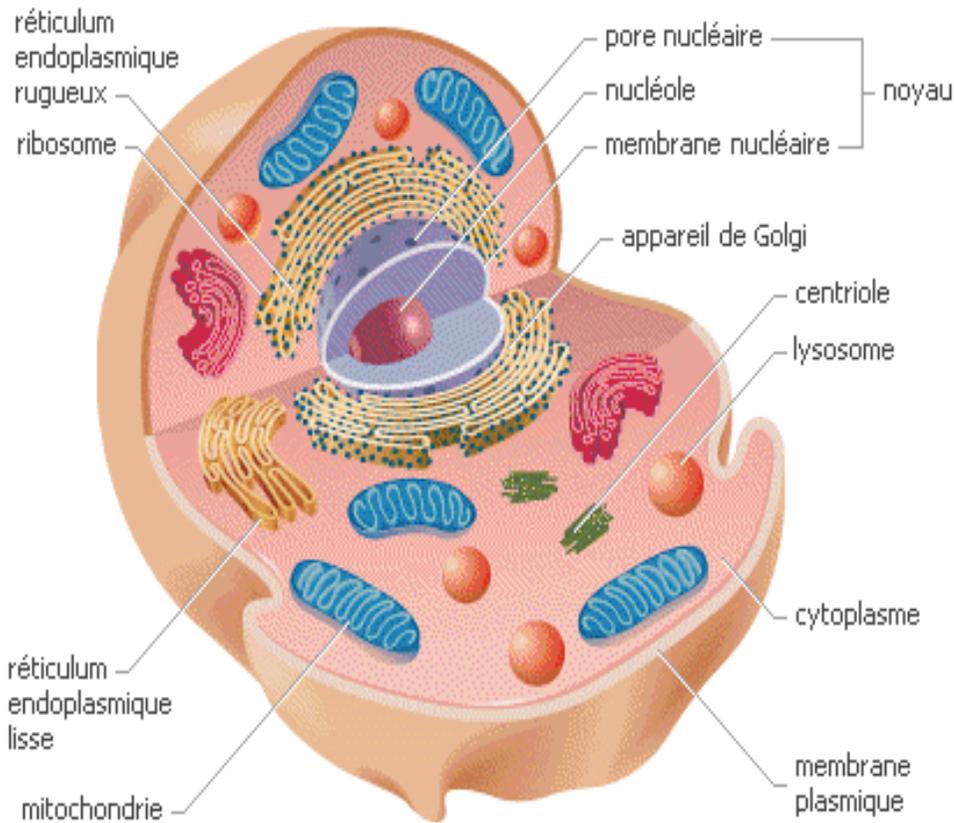
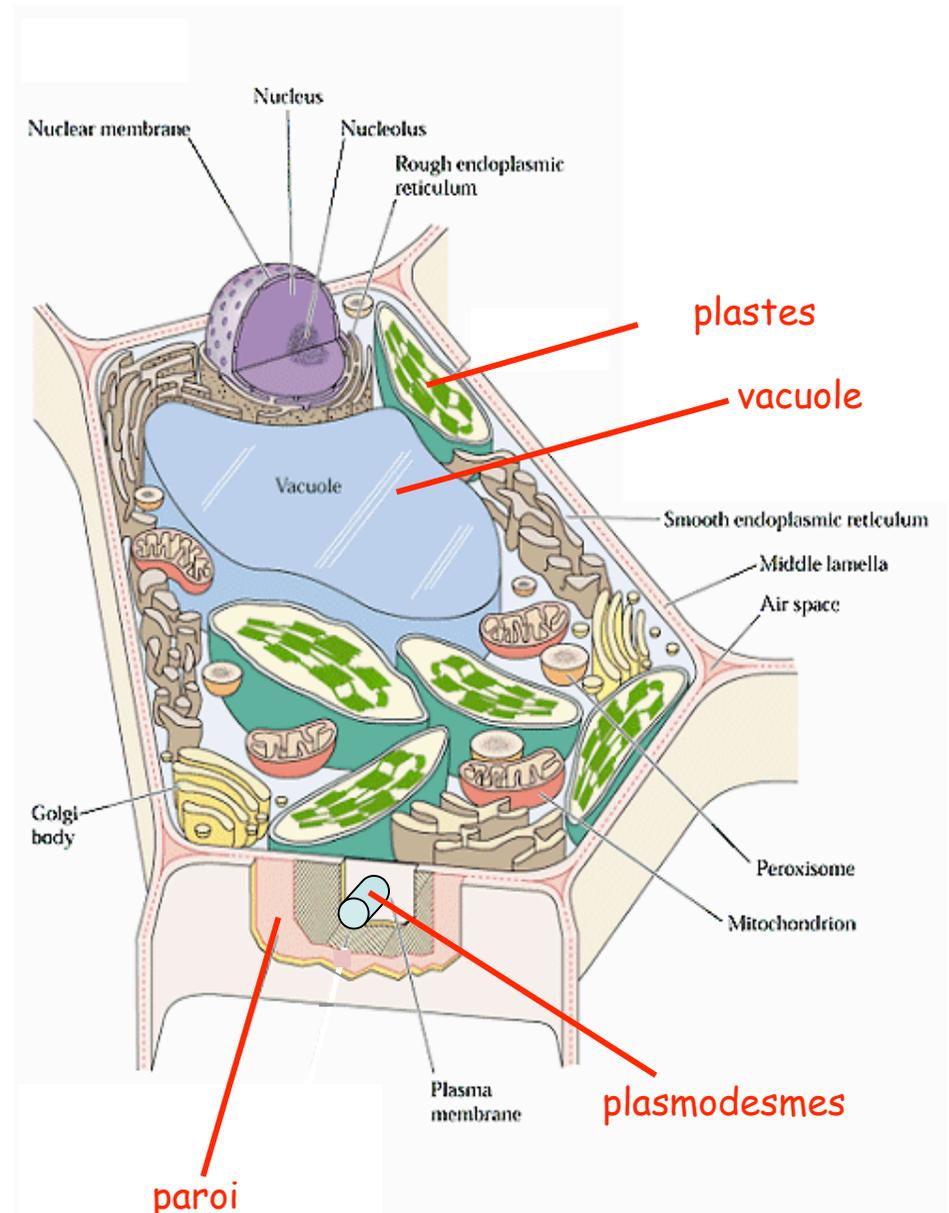


BIOLOGIE CELLULAIRE

les cellules végétales



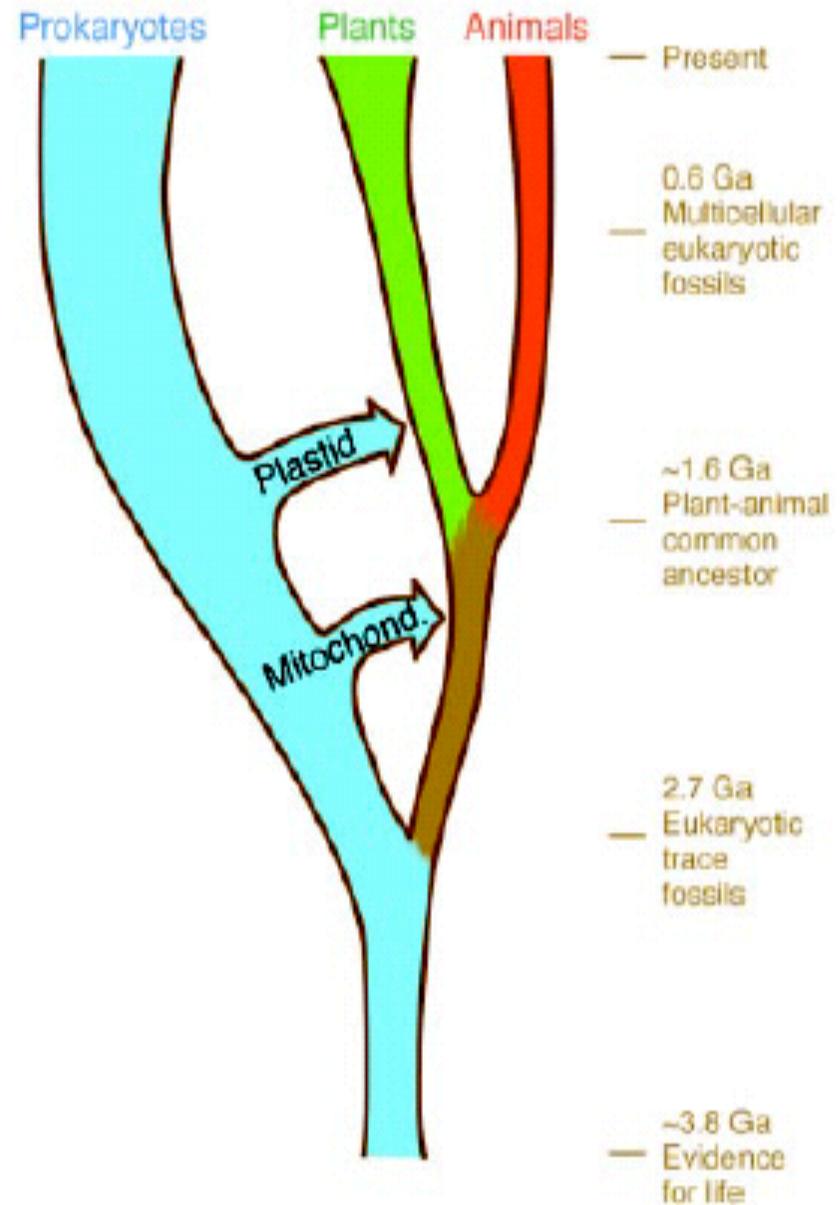
Cellule animale



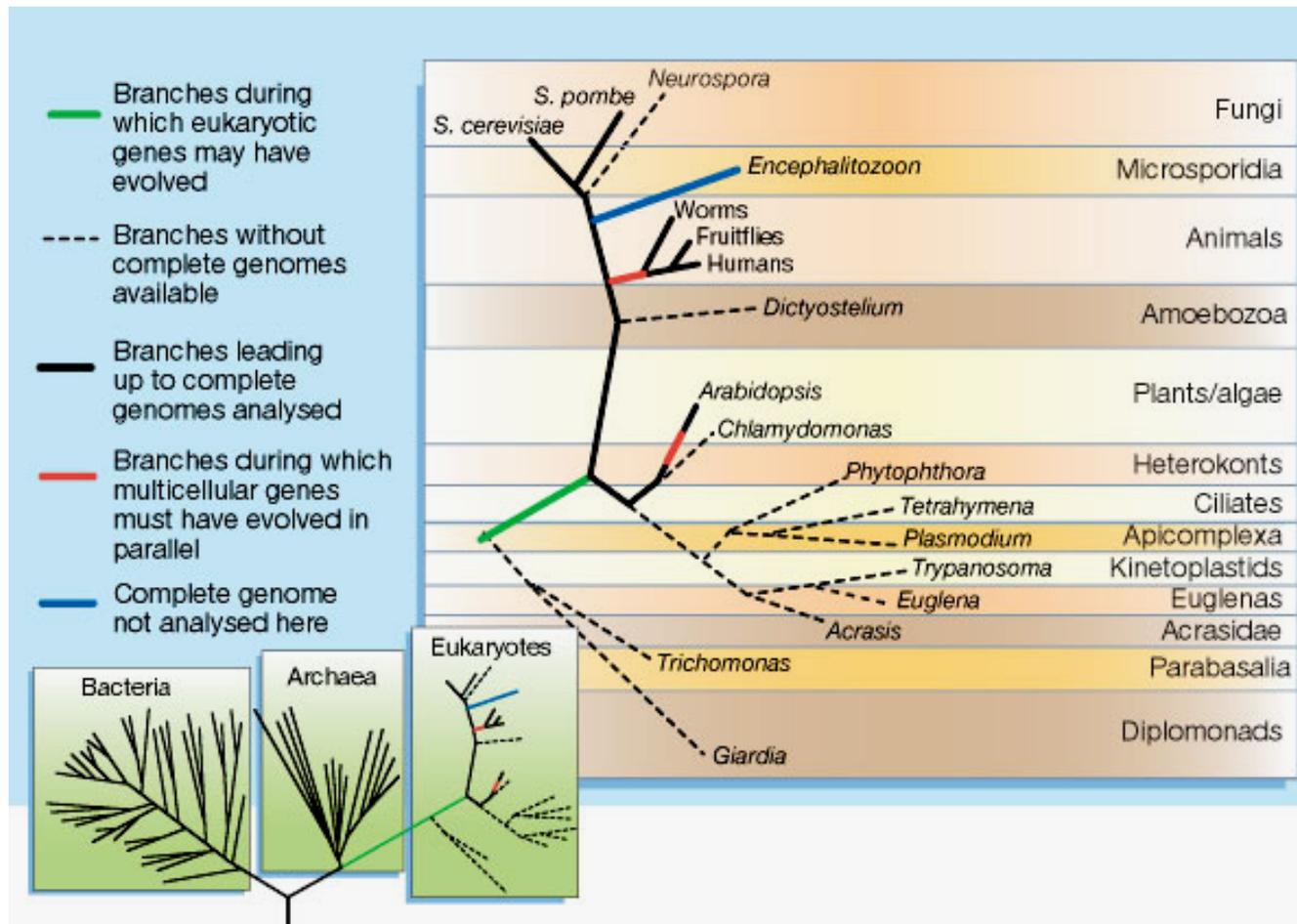
Cellule végétale

Développement des plantes supérieures

Diagramme simplifié de l'évolution des plantes et des animaux, montrant les deux événements symbiotiques donnant les plastides et les mitochondries



Les végétaux (métaphytes) et les animaux (métazoaires) sont deux groupes chez lequel la multicellularité est apparue indépendamment



LES PLASTES



Proplastes

Amyloplastes

Leucoplastes

Chromoplastes

Etioplastes

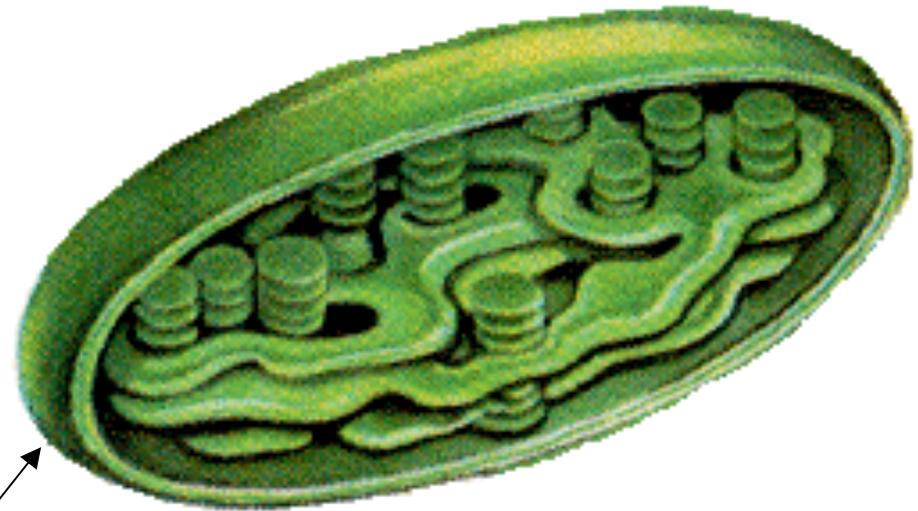
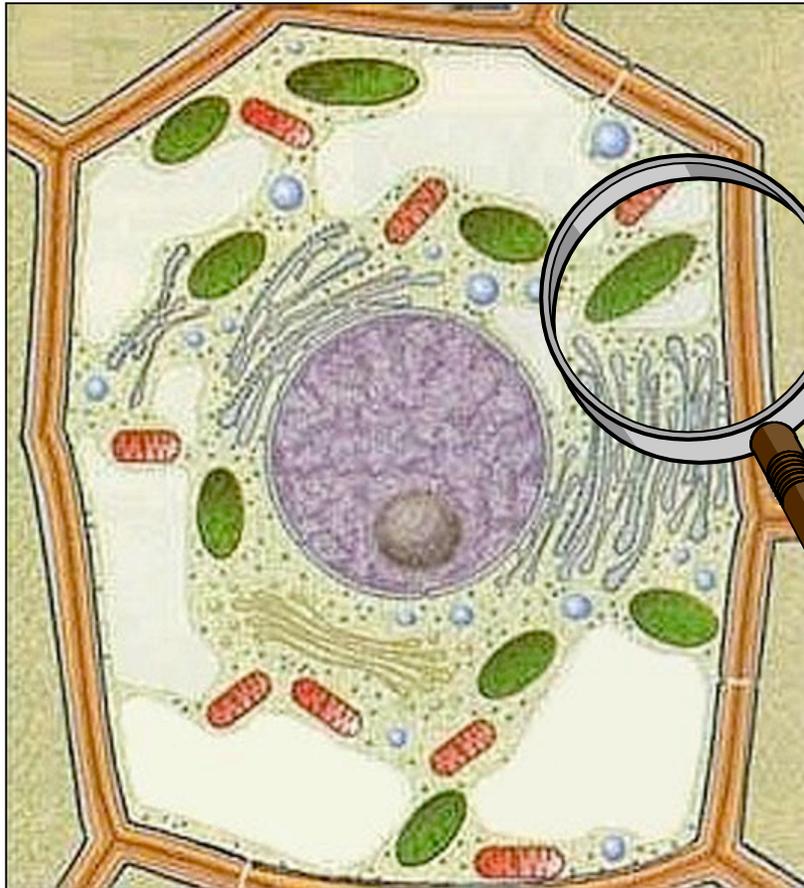
Chloroplastes

Caffarri Stefano

<http://tagc.univ-mrs.fr/BioInteractif/view-data.php>

LES PLASTES

Le plaste est un organe cellulaire des cellules végétales et des algues possédant un double membrane externe et un ADN propre.

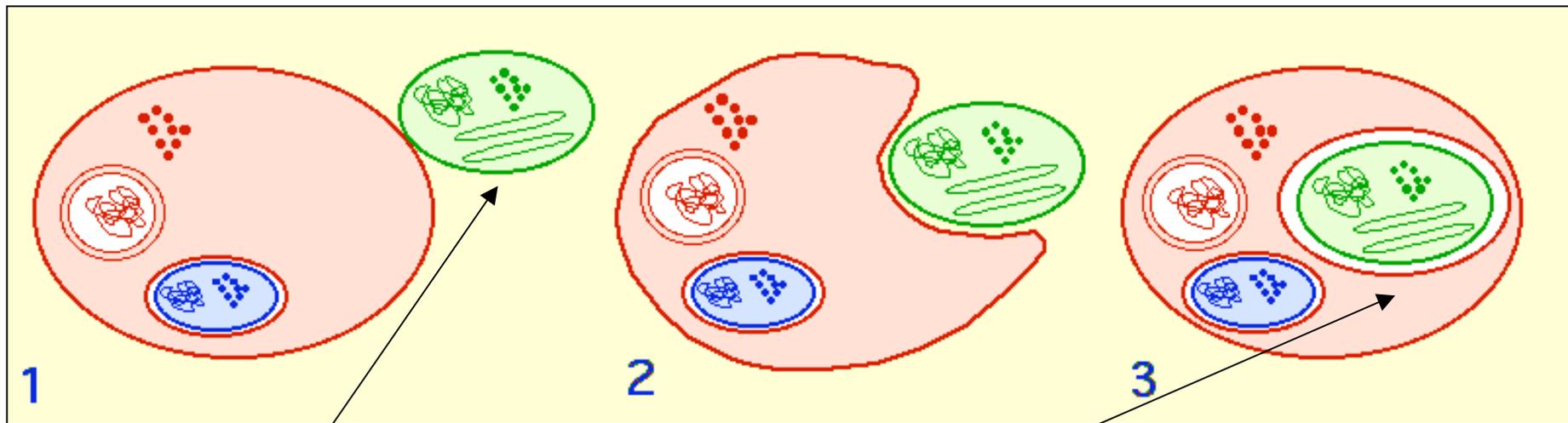


Ex. Chloroplaste

Il est presque certainement le fruit de l'évolution d'une symbiose entre une cellule eucaryote et une bactérie photosynthétique.

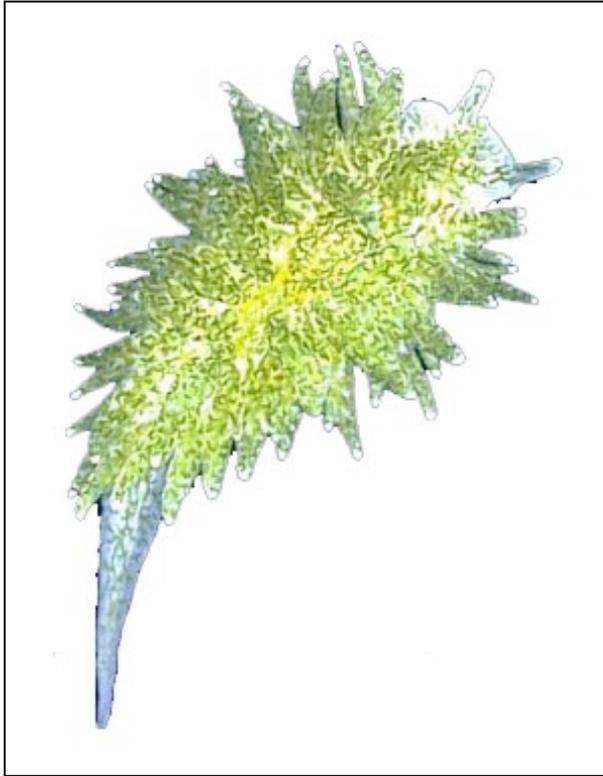
La théorie endosymbiotique

Réalisation d'une cellule eucaryote autotrophe par absorption d'une bactérie photosynthétique par une cellule eucaryote hétérotrophe.



Cette bactérie devient un **chloroplaste** (un plaste particulier), ses membranes internes ont une origine bactérienne. La membrane externe de l'enveloppe a pour origine la membrane plasmique de la cellule elle-même.

Autres endosymbioses « étranges »



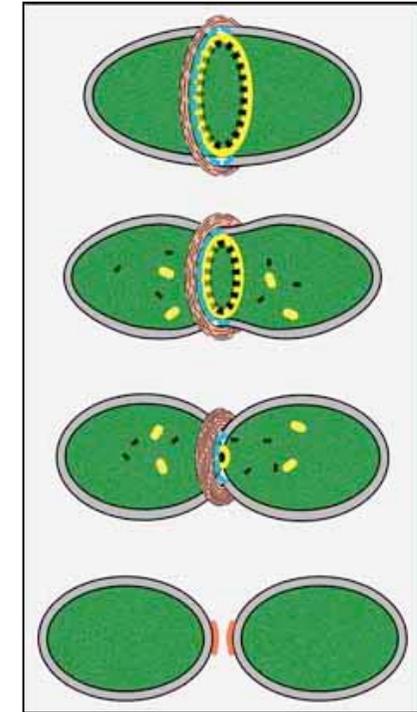
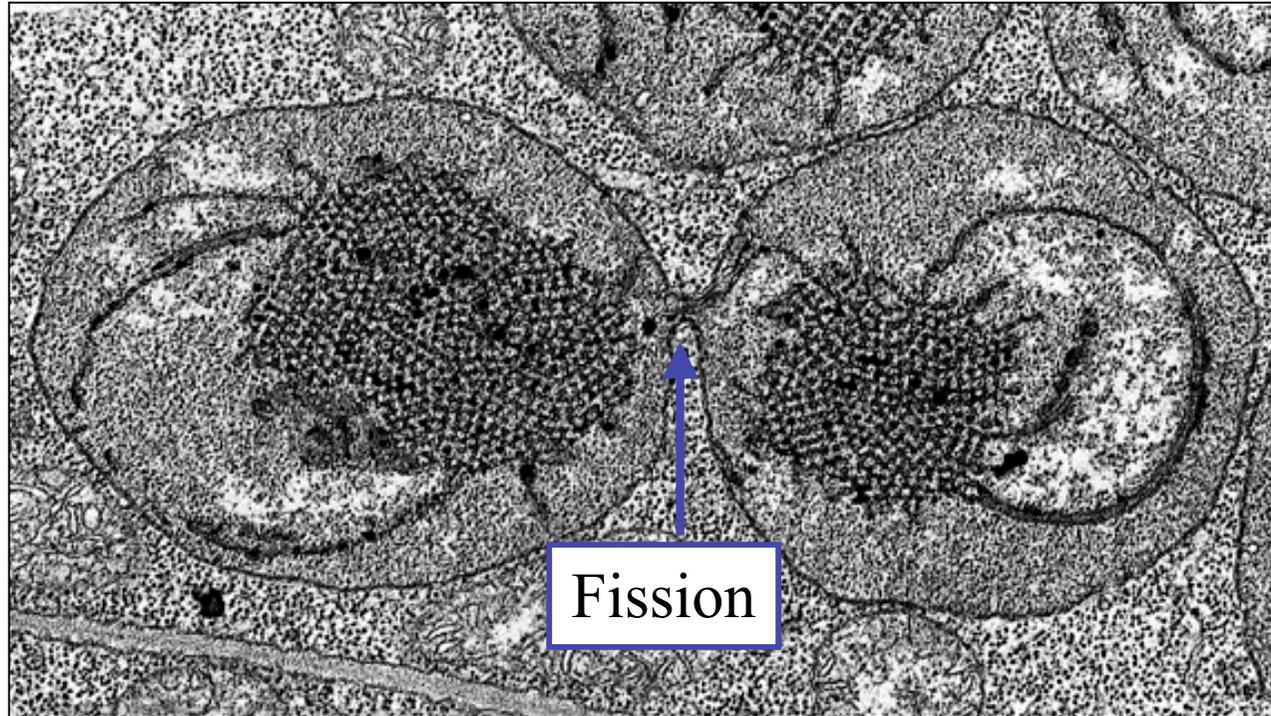
Certains mollusques, après avoir mangé des algues, sont capable de garder leurs chloroplastes de façon endosymbiotique et les utiliser pour faire de la photosynthèse pendant des mois!

La ressemblance entre un chloroplaste de cellule eucaryote actuelle et d'une bactérie photosynthétique (Cyanobactérie) est confortée par plusieurs caractères:

Les chloroplastes sont similaires à des bactéries photosynthétiques

- l'ADN du chloroplaste est circulaire comme chez les bactéries, et non associé à des histones comme chez les eucaryotes
- cet ADN code pour une partie des protéines chloroplastiques (organites semi autonomes),
- une partie de la synthèse de protéines chloroplastiques s'effectue dans le chloroplaste, grâce à la présence de ribosomes qui présentent des analogies avec les ribosomes bactériens,
- tout plaste provient d'un plaste préexistant. Lorsque des cellules ne possèdent pas de plaste, les cellules filles ne possèdent pas de plaste,
- chez les plantes supérieures, les deux membranes de l'enveloppe du chloroplaste sont différentes : la membrane interne présente des analogies (composition lipidique) avec les membranes bactériennes,
- la division des chloroplastes suit un rythme indépendant de la division du noyau.

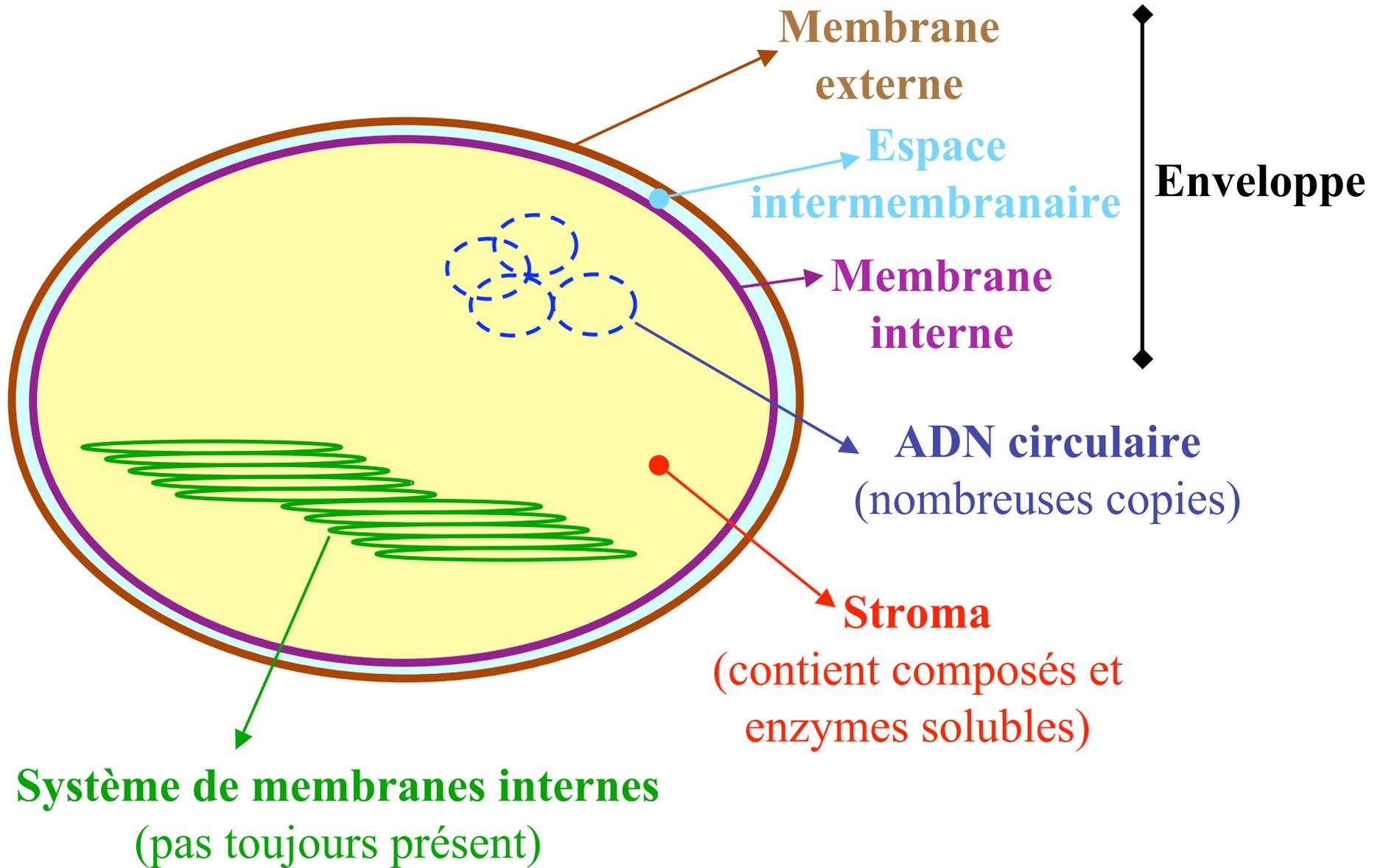
Division des plastes



La division se passe par « fission » d'un plaste déjà existant (il n'est pas possible de former un plaste *de novo*).

Les plastes peuvent être présents en nombre variable, de un jusqu'à une centaine.

Structure des plastes

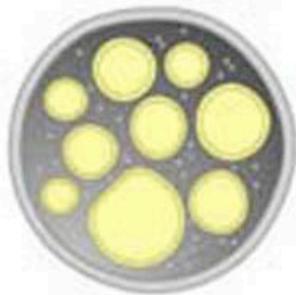


On distingue 3 types de plastes:

Les **chloroplastes**, où a lieu la photosynthèse: ils contiennent chlorophylles et caroténoïdes

Les **chromoplastes**: ils contiennent une grande quantité de caroténoïdes

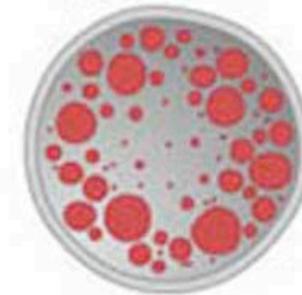
Les **leucoplastes**, sans pigment, servant au stockage de protéines, de lipides ou d'amidon



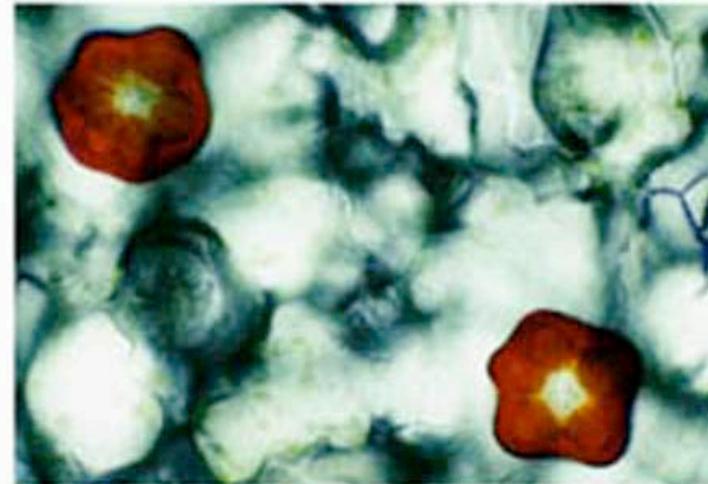
Leucoplast
(storage)



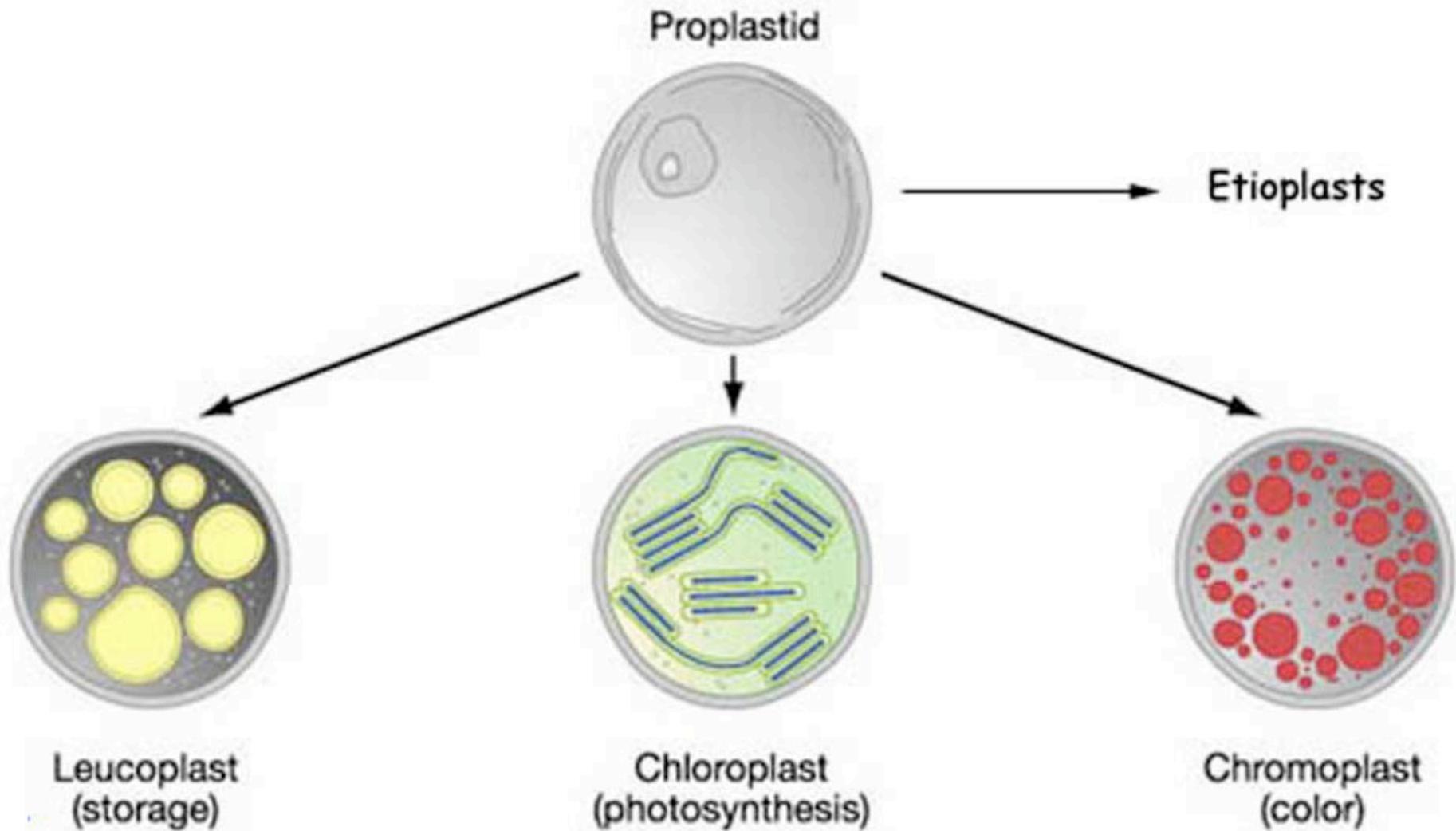
Chloroplast
(photosynthesis)



Chromoplast
(color)



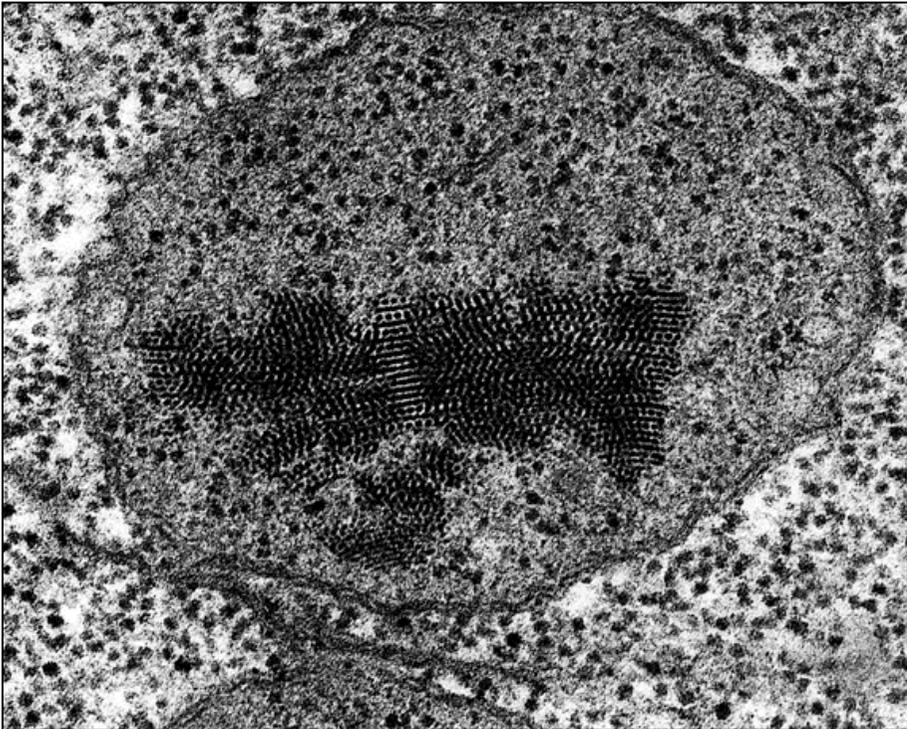
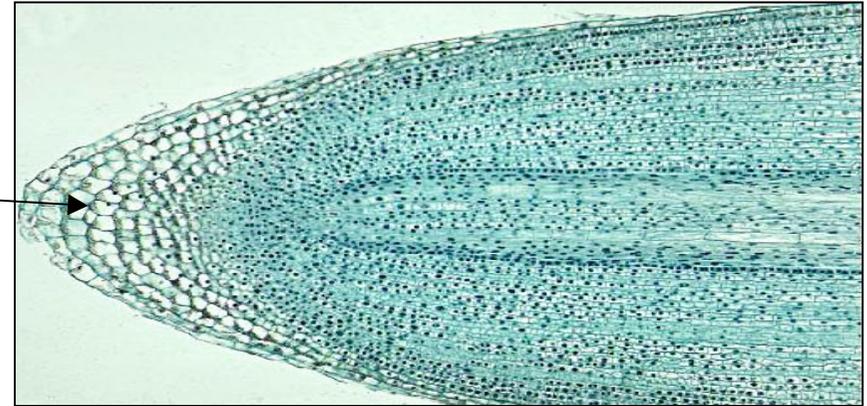
Tous les types de plastes peuvent dériver des proplastides
(mais aussi par division d'un plaste déjà existant ou sa différenciation)



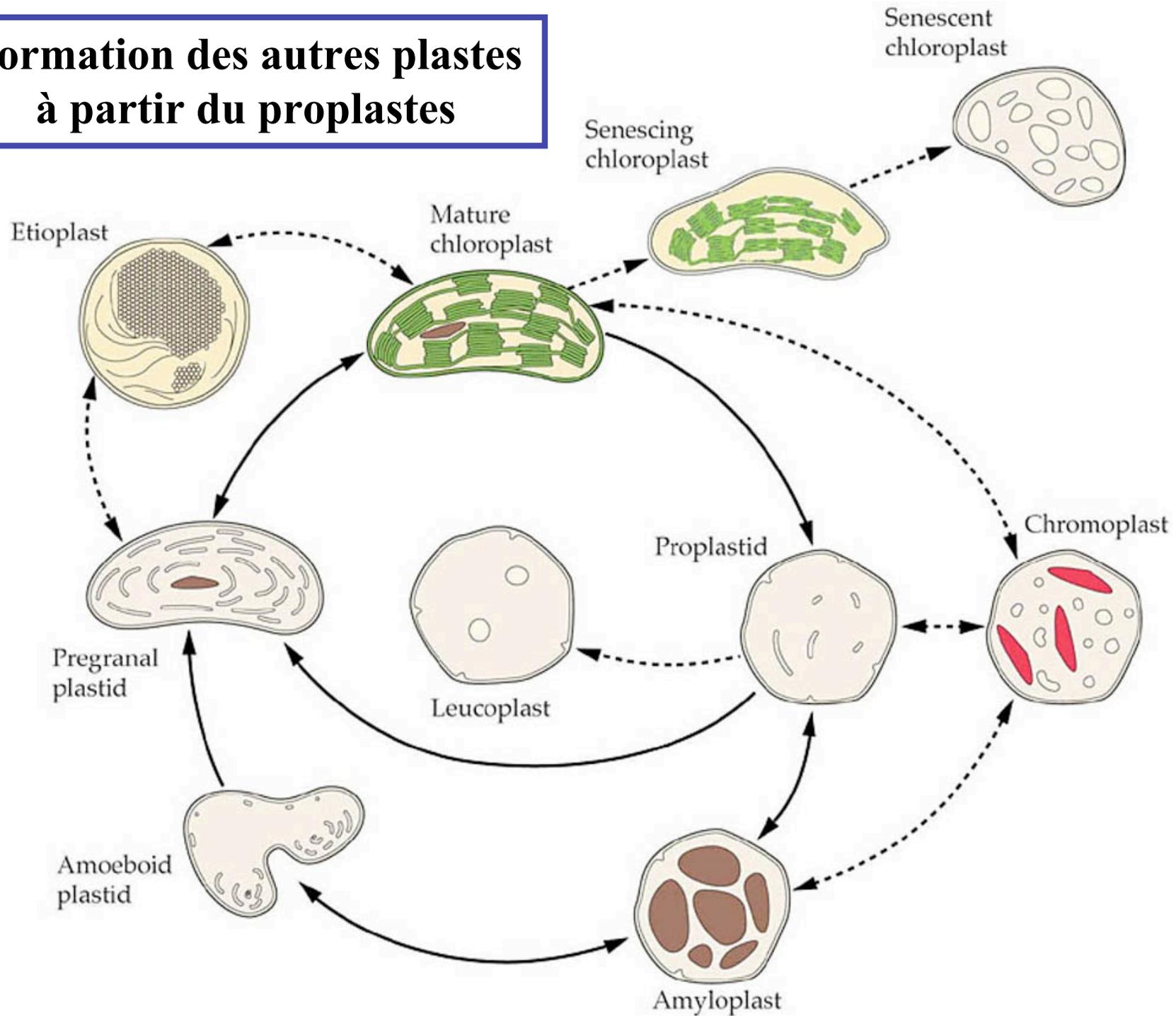
Proplastes: les plastes précurseurs

Précurseurs des autres plastes présents dans les régions de croissance de plantes (méristèmes).

Le stroma est dense et granuleux, peu de ribosomes et le système de membrane interne est peu développé.



Formation des autres plastes à partir du proplastid





Leucoplastes: les plastes sans couleur

Fonction de réserve:

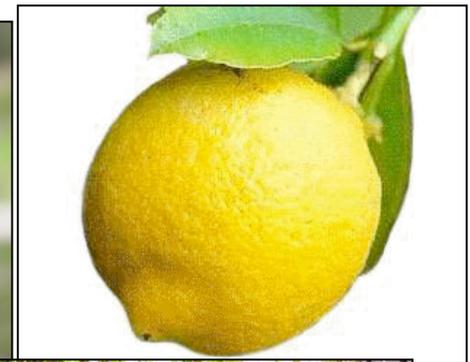
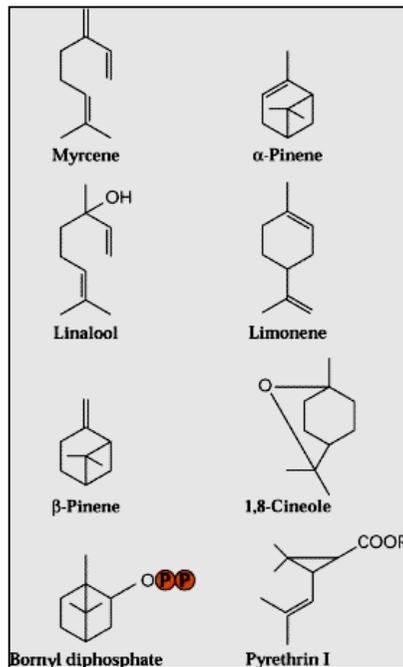
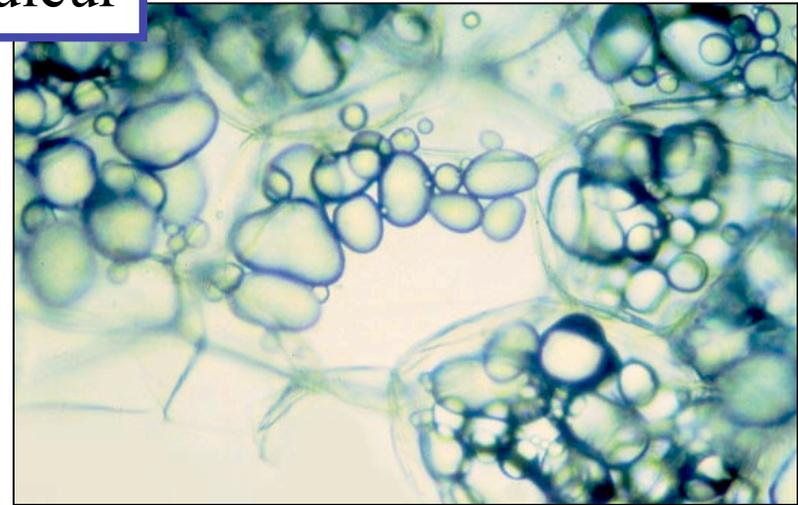
Amyloplastes: stockage de l'amidon (amylose)

Elaioplastes: stockage de lipides

Proteinoplastes: stockage de protéines

Impliqué dans la synthèse de monoterpènes.

Composés volatiles contenus dans les huiles essentiels des fleurs, feuilles etc., qui souvent possèdent une fragrance particulière.

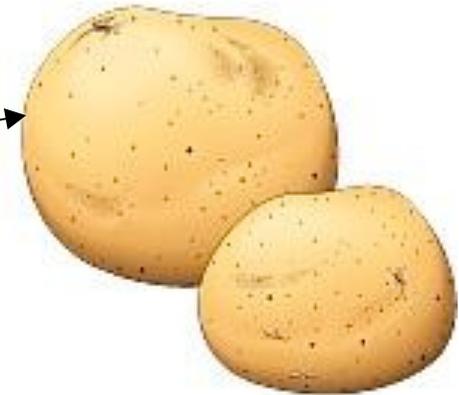
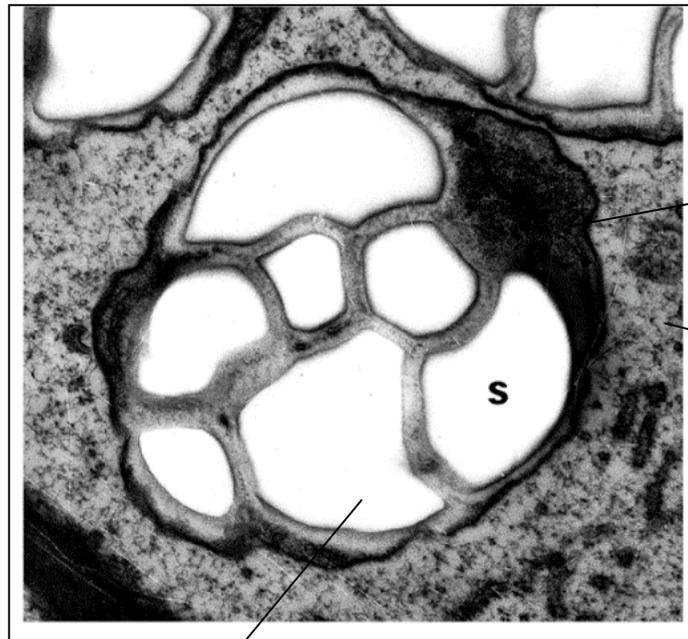




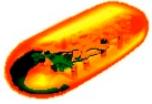
Amyloplastes: les plastes qui stockent l'amidon

Les amyloplastes ressemblent aux proplastes mais sont plus grands et contiennent des grains d'amidon. Présents dans les organes de réserve.

Les réserves de carbohydrates les plus grandes sont contenues chez les amyloplastes dans les grains ou les tubercules (les chloroplastes aussi peuvent stocker des granules d'amidon). Le système de membranes internes n'est pas présent.



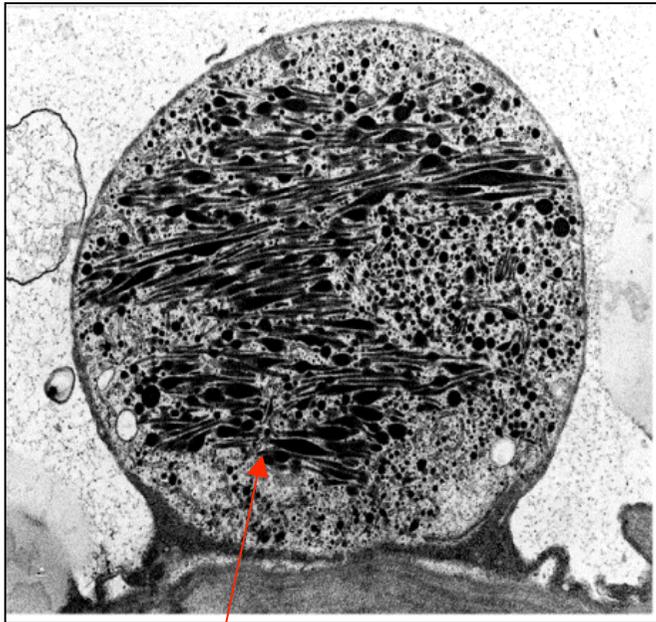
Granule d'amidon: réserve de glucose



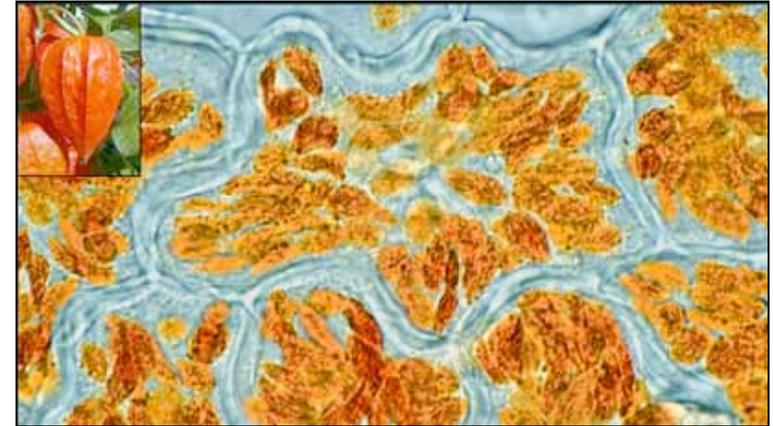
Chromoplastes: les plastes colorés

Ils sont des corpuscules colorés en jaunes, orange ou rouge. La couleur dépend de la combinaison de caroténoïdes contenus.

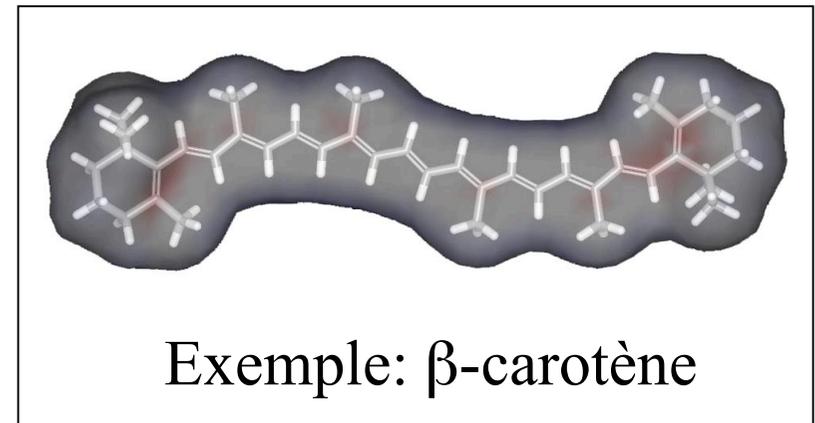
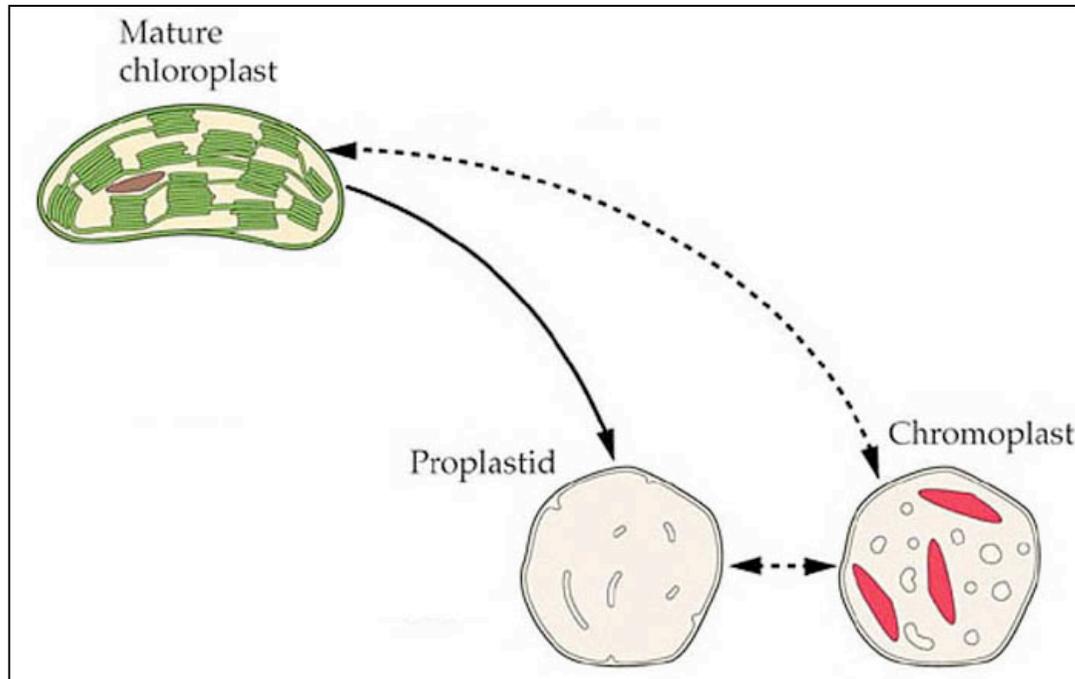
Présents dans les fruits (tomates, oranges, citrons), les fleurs, les racines (carotte, pomme de terre) aux quels donnent la pigmentation.



Caroténoïdes



Les chromoplastes peuvent dériver soit des proplastides que par de-différentiation des chloroplastes. La différenciation des chromoplastes est accompagné par la synthèse massive de caroténoïdes.



Les caroténoïdes sont présent en grande quantité chez les chloroplastes aussi, mais la couleur est couverte par celle des chlorophylles.

Les caroténoïdes dans les deux types de plastes sont organisés de façon très différente: dans les chromoplastes ils sont organisés en cristalloïdes; dans les chloroplastes ils sont liés à des protéines.



Etioplastes

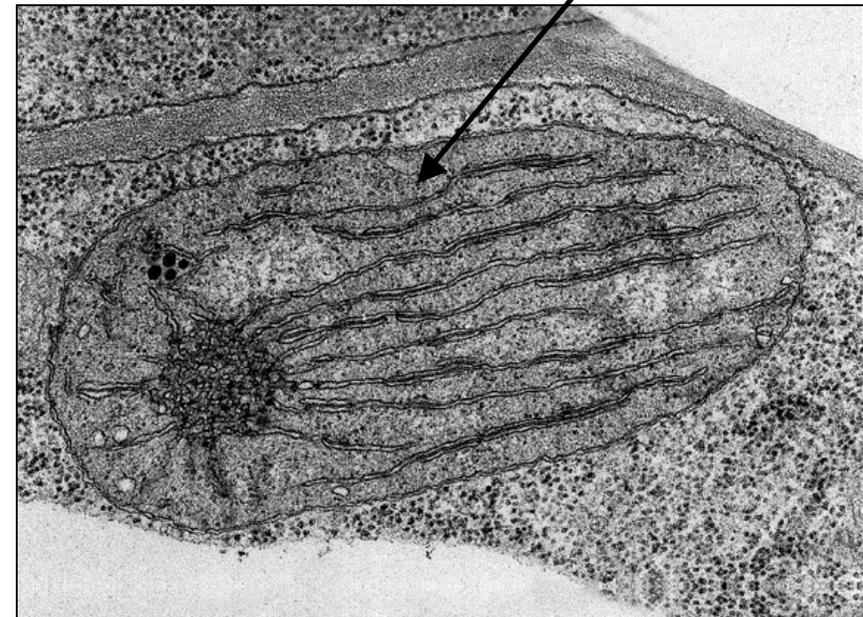
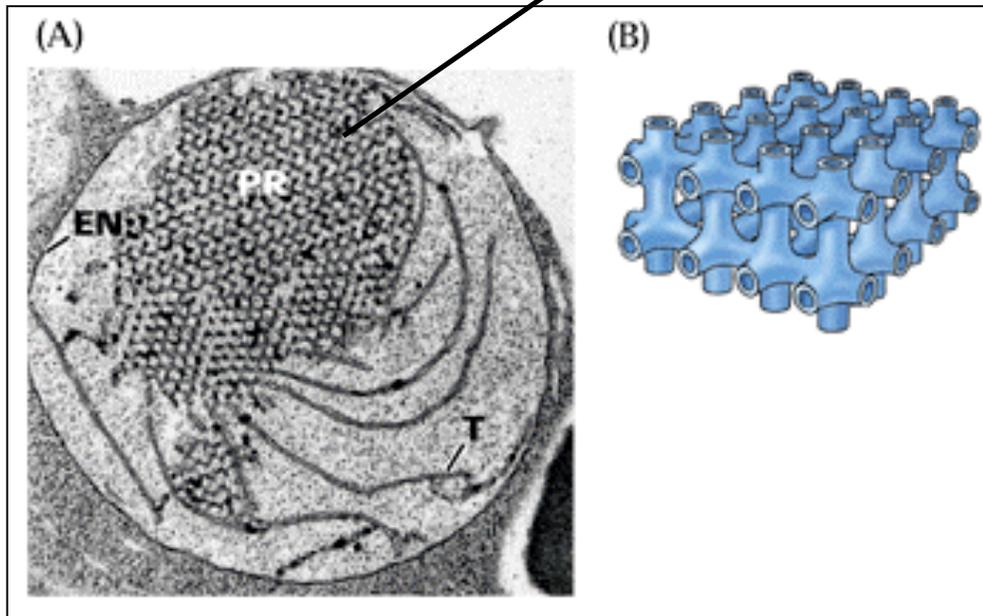
Ils sont des plastes dont le développement en chloroplastes a été arrêté par manque de lumière. Les etioplastes n'ont pas de chlorophylle, mais accumulent un précurseur: la **protochlorophyllide**.

Ils accumulent également des lipides membranaires qui forment un corps para-cristallin: le **corps pro-lamellaire**.

Plante étiolée



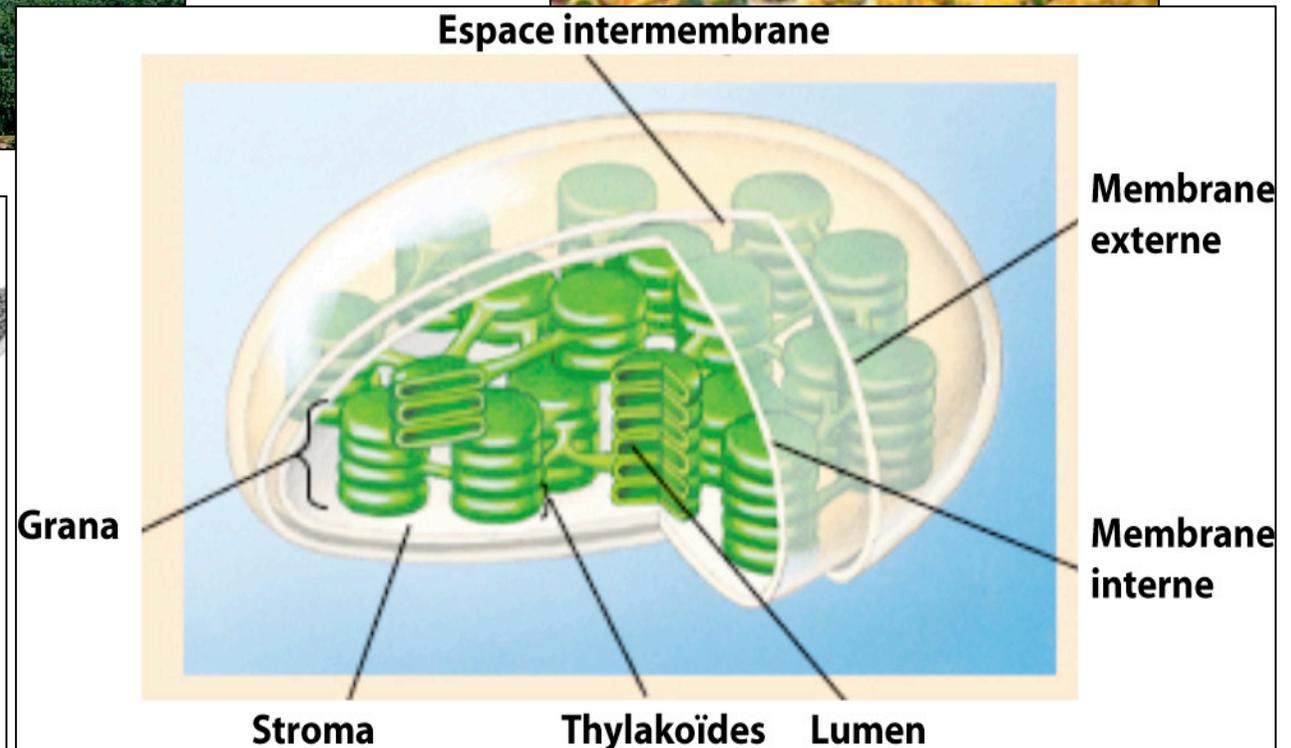
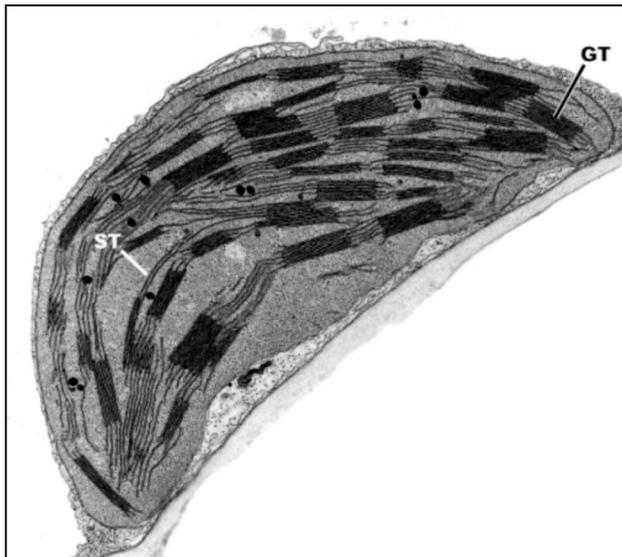
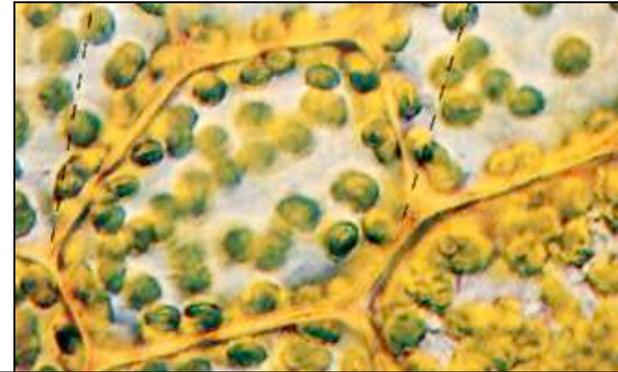
Quand la lumière démarre la synthèse de la chlorophylle, les protéines sont aussi synthétisées et les membranes prennent leur forme bi-lamellaire (thylakoïdes).

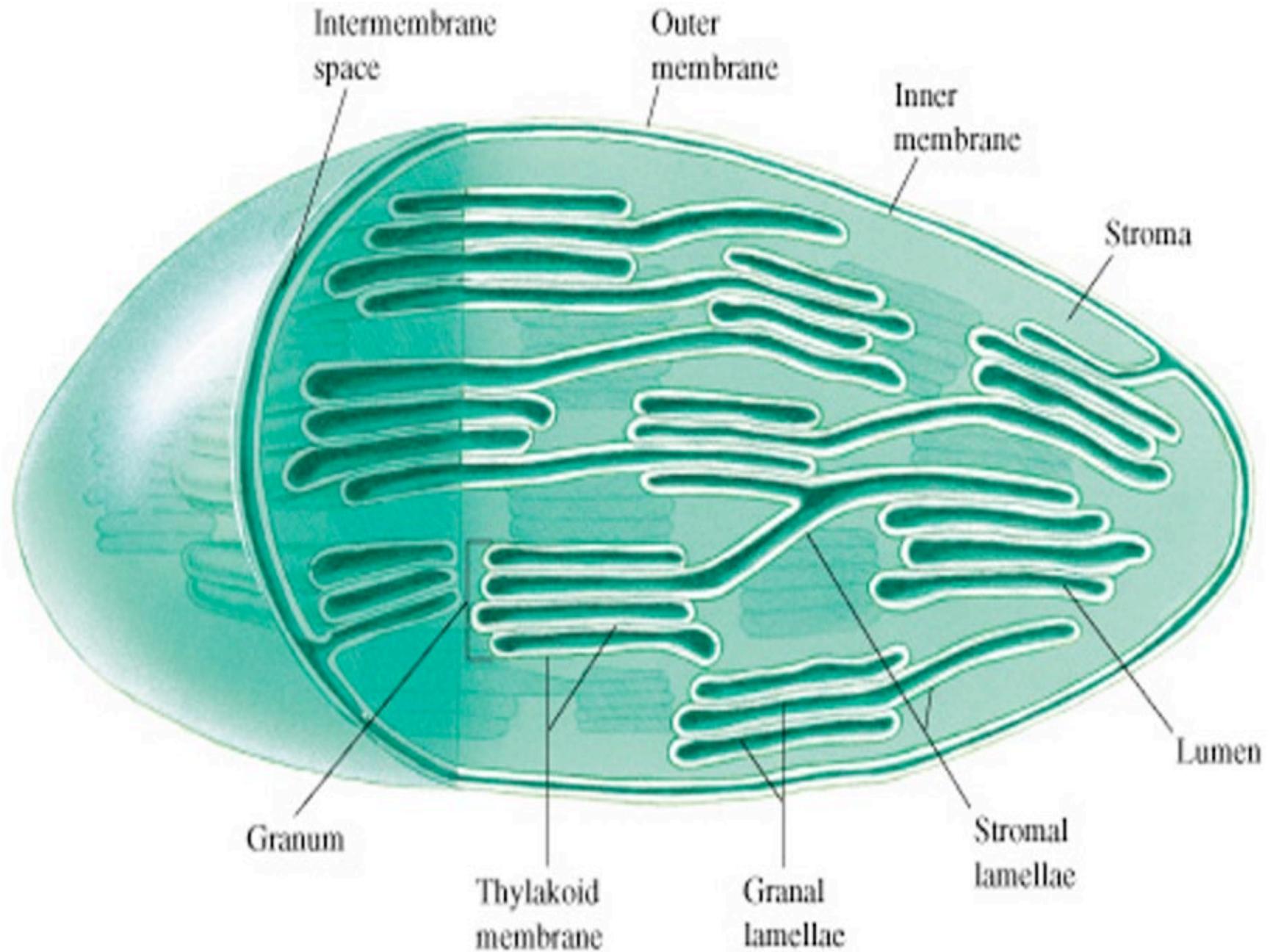




Chloroplastes: les plastes verts

Le chloroplaste est un organite remarquable qui assure la photosynthèse et permet la vie des végétaux (et par conséquent de toutes les espèces vivantes).

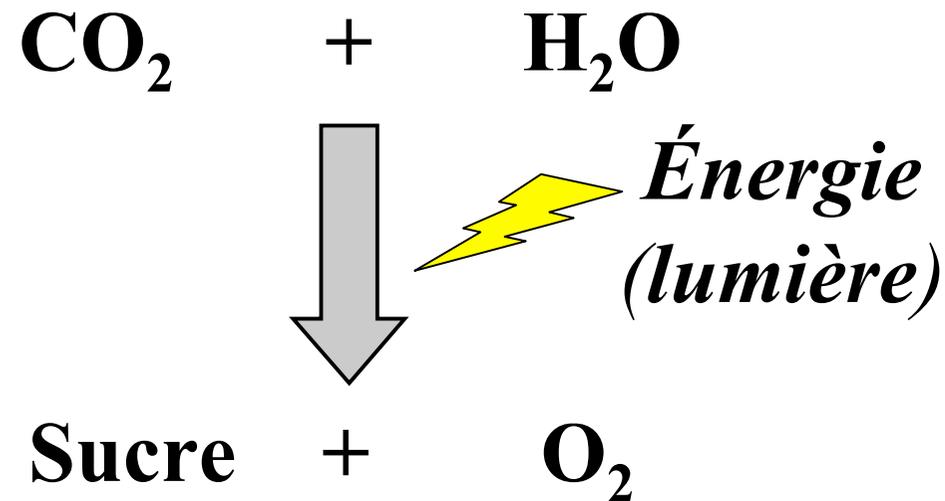
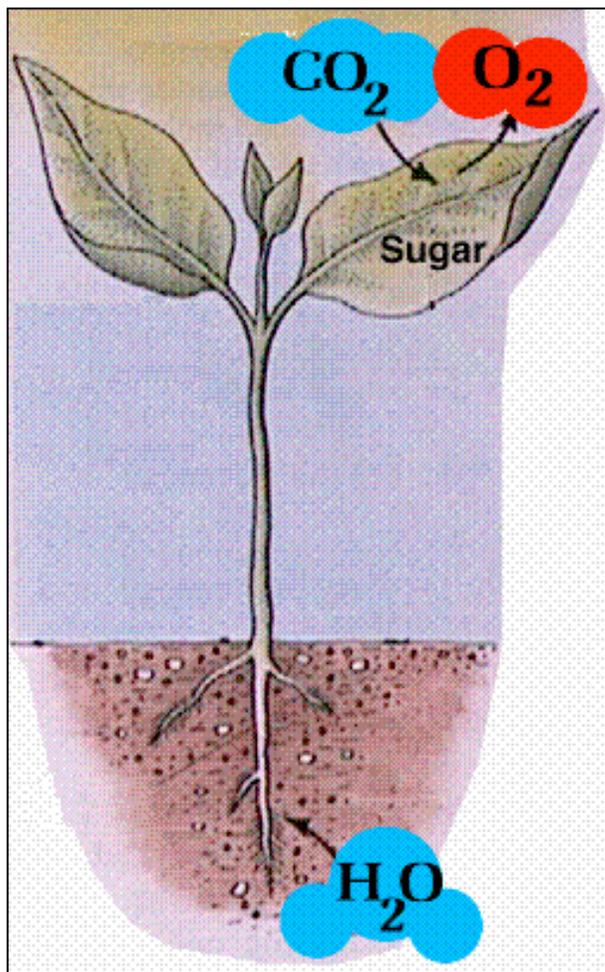




La capture de la lumière se passe sur les membranes internes (thylakoïdes)

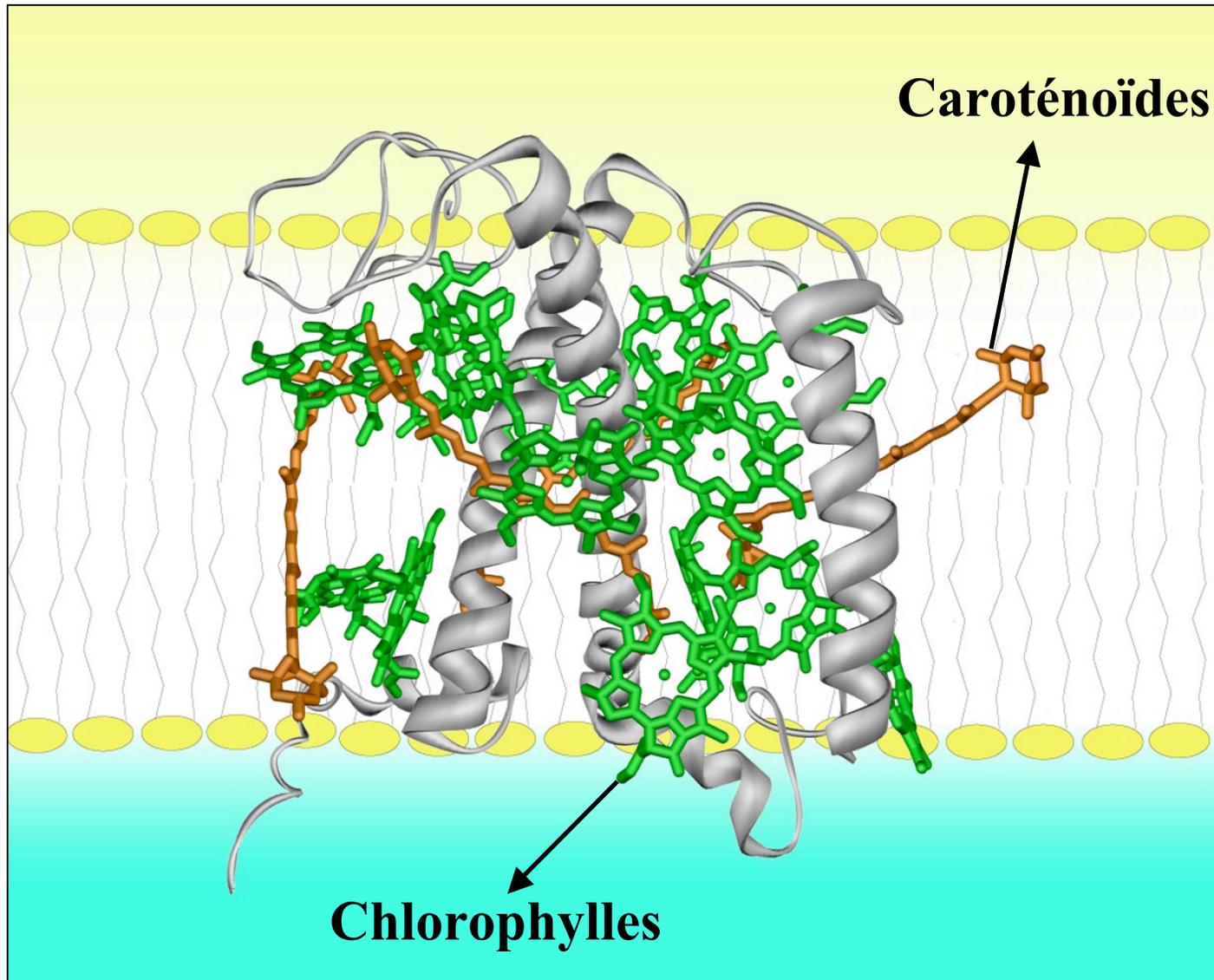
La photosynthèse oxygénique

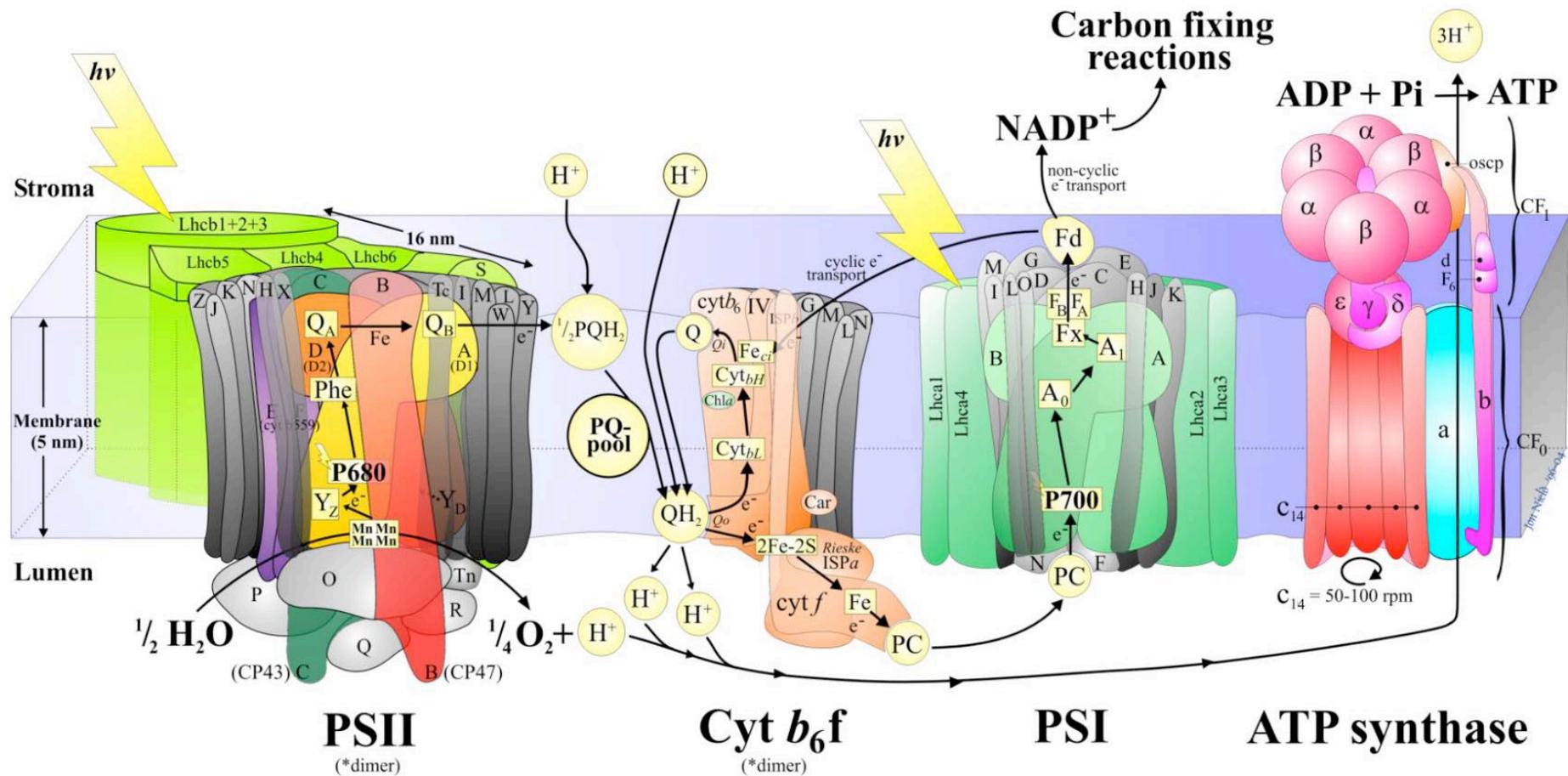
La photosynthèse est un mécanisme qui permet de « capturer » l'énergie lumineuse et de la « stabiliser » en forme utilisable par les mécanismes cellulaires (énergie chimique sous forme de sucres).



L'énergie est stockée sous forme chimique et utilisée pour le métabolisme cellulaire

Les **Chlorophylles** (pigments verts liés aux protéines des thylakoïdes) capturent la lumière pour faire la photosynthèse.

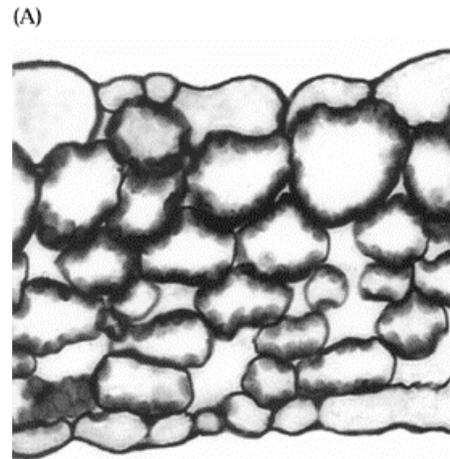




Les complexes de la phase lumineuse de la photosynthèse sont constitués par nombreuses sous-unités, la plupart constituée par de protéines intégrales de membrane (plus des protéines périphériques de membrane).

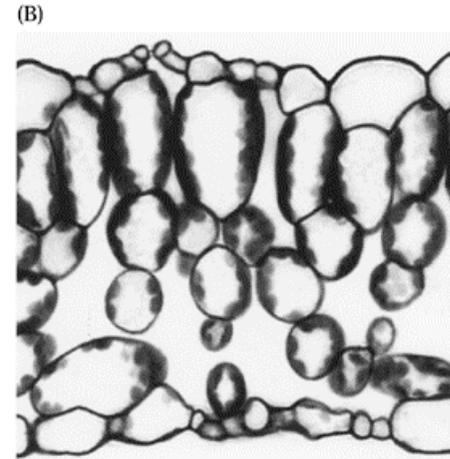
Mouvements chloroplastiques: adaptation a l'intensité de la lumière

Faible lumière



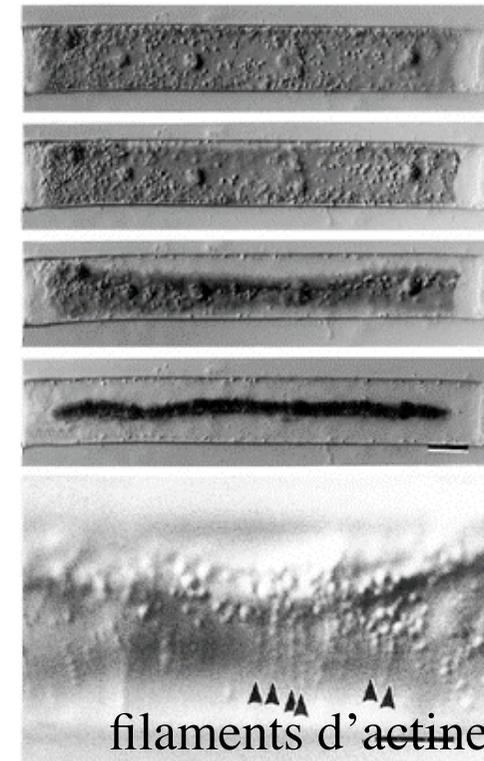
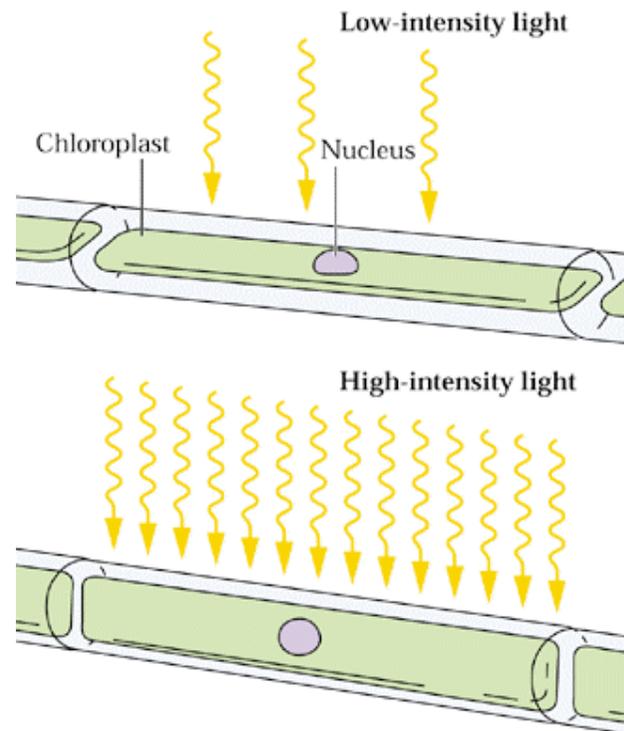
(A)

Forte lumière



(B)

cellule de l'algue
Mougeotia
un seul chloroplaste

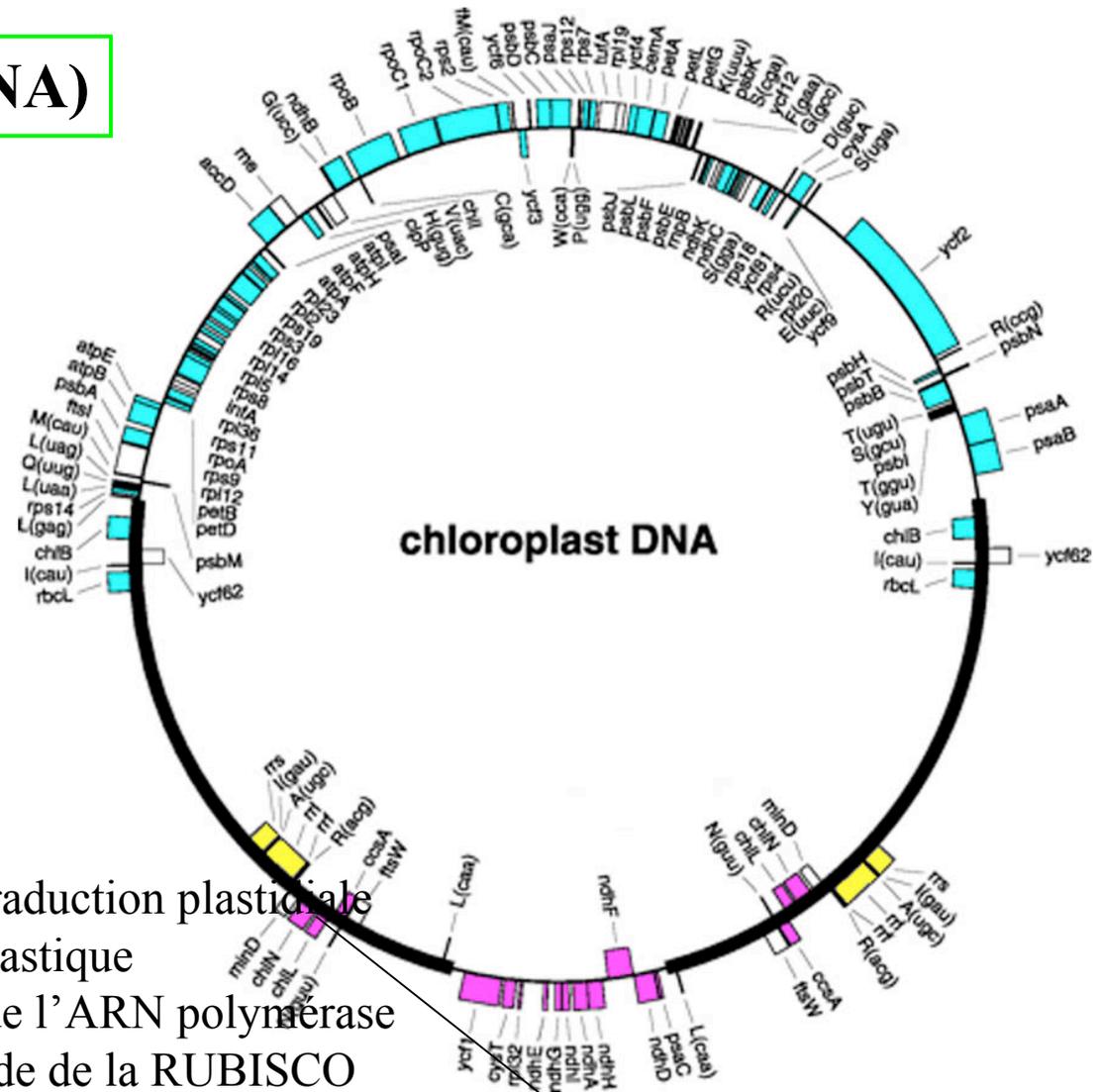


ADN du chloroplaste (cpDNA)

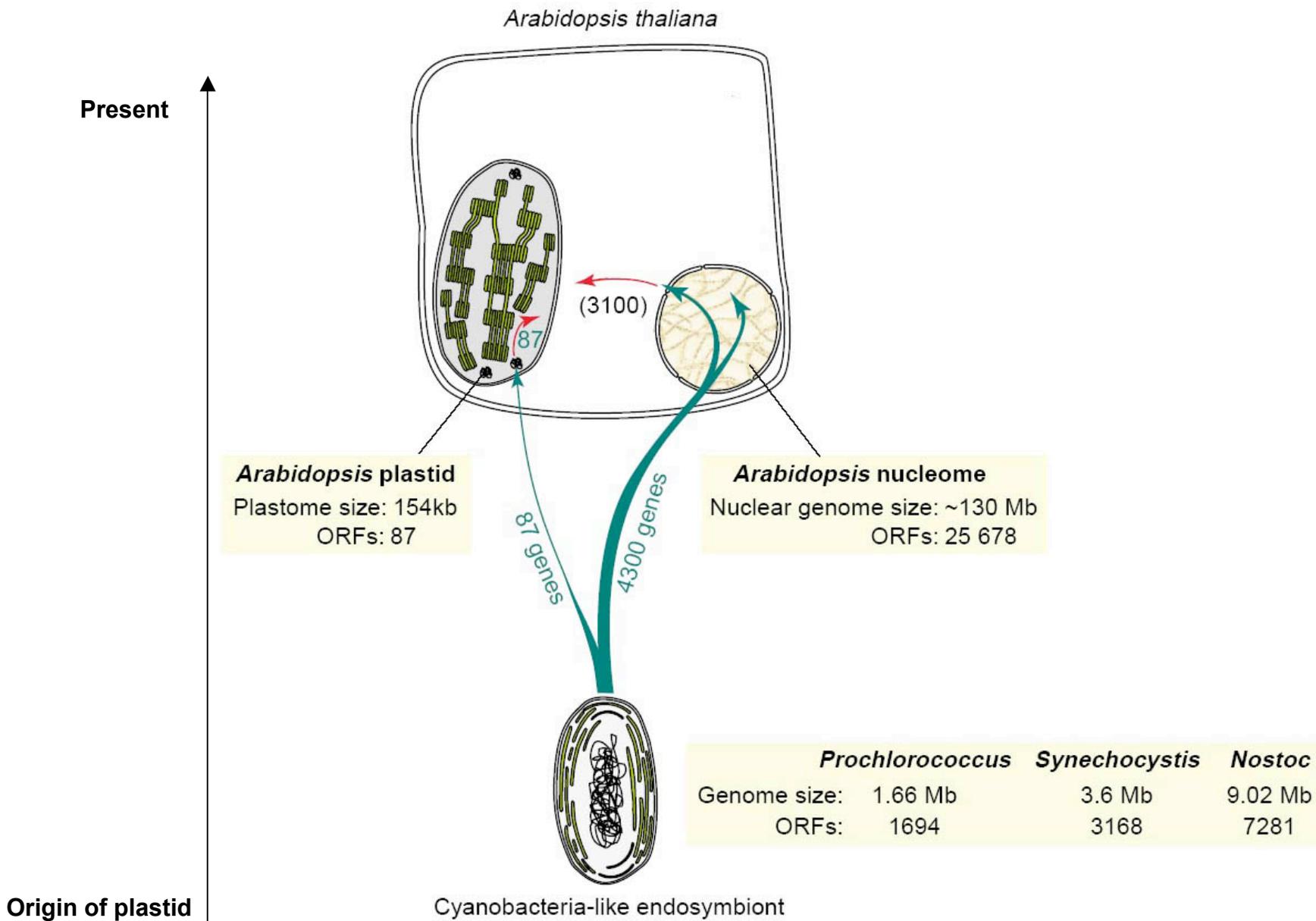
- Petit (~150 kbp) et circulaire
- Nombreuses copies (50-100)

-Peu de gènes (~120):

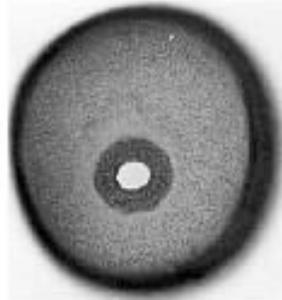
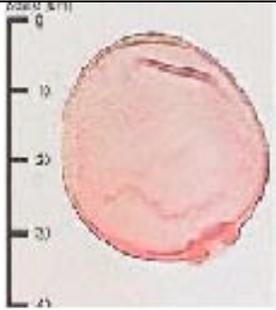
- ARN ribosomal (rRNA)
- ARN transfert (tRNA) pour la traduction plastidiale
- gènes pour le ribosome chloroplastique
- 4 gènes codant des sous unités de l'ARN polymérase
- Un gène pour la sous unité grande de la RUBISCO
- 9 gènes pour les photosystèmes I et II
- 6 gènes pour l'ATP synthase



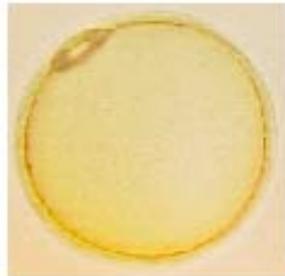
Pendant des centaines de millions d'années, beaucoup de gènes ont été perdus ou transférés du chloroplaste dans le noyau



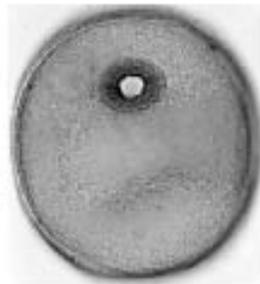
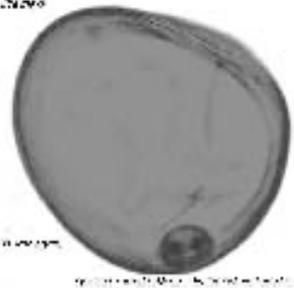
La transformation du chloroplaste



Poa caespitosa *Triticum aestivum*



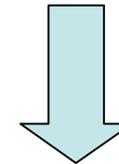
Lolium perenne *Secale cereale*



Zea mays *Deschampsia caespitosa*

Les **chloroplastes** sont présents dans le tissu vert, mais ils **sont absents dans les pollens**. Les chloroplastes en fait sont hérités par voie maternelle.

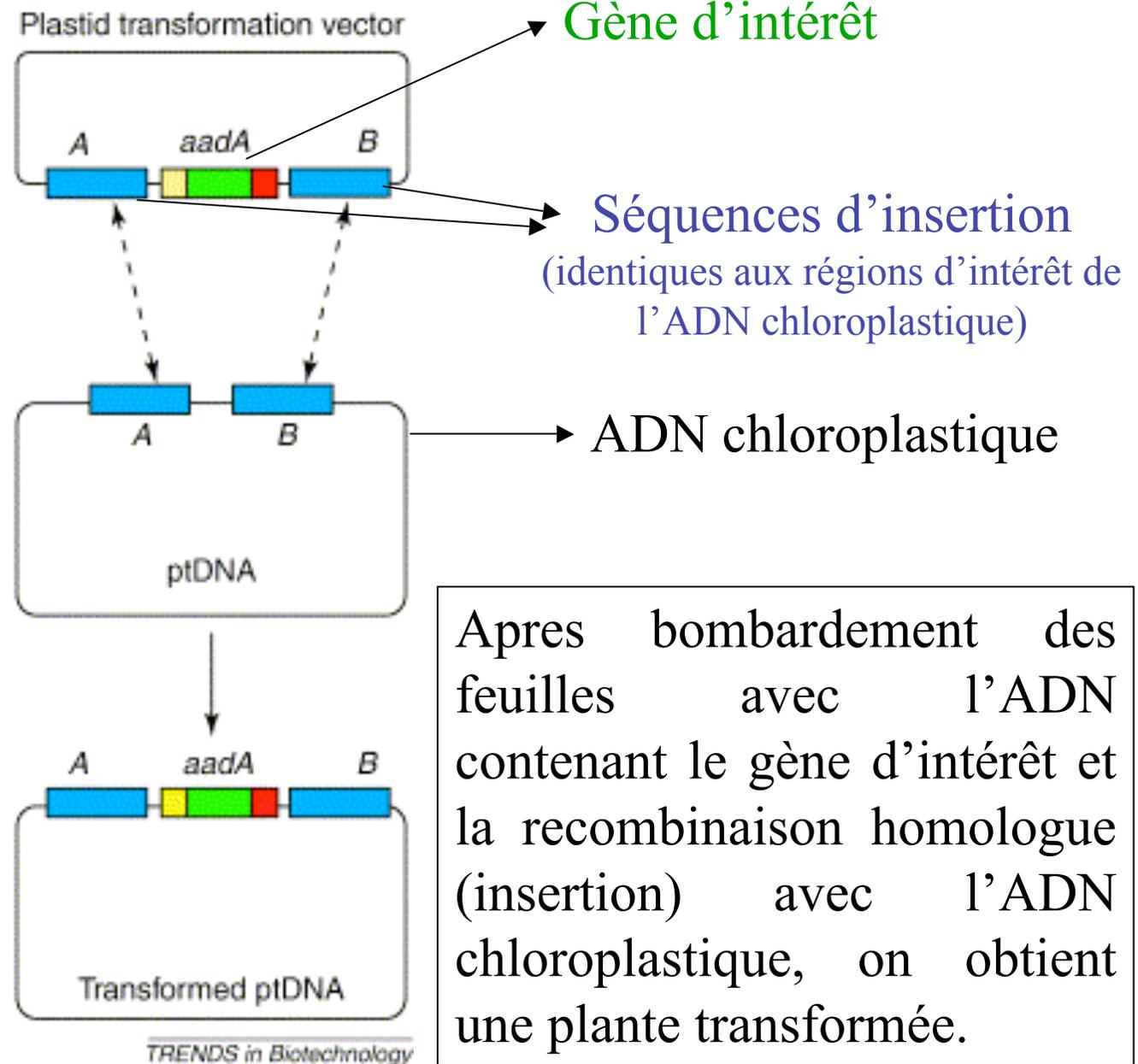
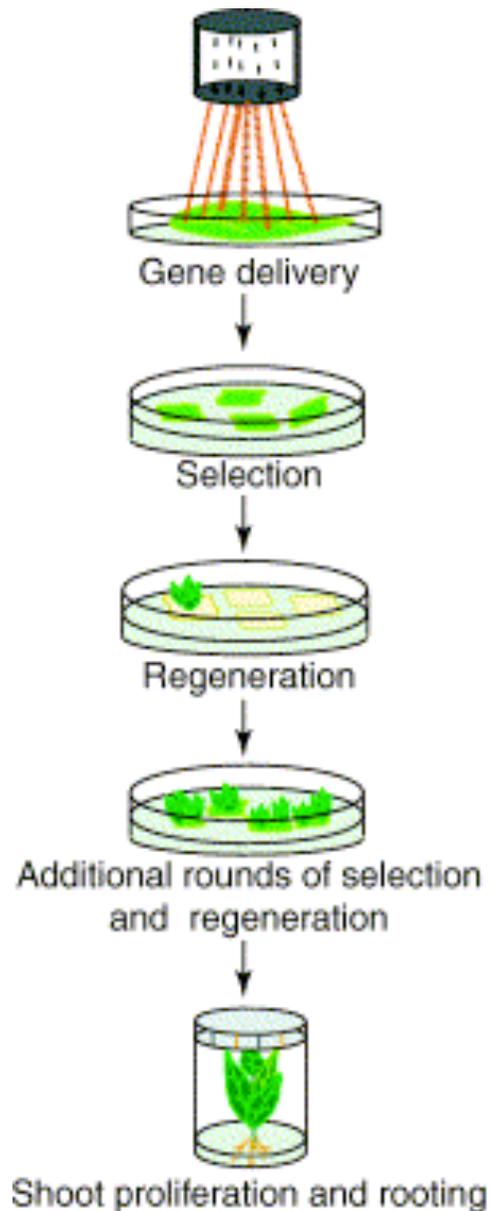
Cette caractéristique a suggéré la possibilité de créer de plantes transgéniques en insérant le gène d'intérêt dans le génome du plaste



Pas de transfert du gène par le pollen (comme il se passe avec les gènes du noyau)

En plus, il y a centaines de copie du même gène. En fait, jusqu'à 100 copies de l'ADN par chloroplaste et 100 chloroplastes par cellule permettent d'avoir jusqu'à 10000 copies d'un gène (seulement 2 pour un gène nucléaire)

Technique de transformation du chloroplaste



Après bombardement des feuilles avec l'ADN contenant le gène d'intérêt et la recombinaison homologue (insertion) avec l'ADN chloroplastique, on obtient une plante transformée.

Quelques applications de la transformation du chloroplaste

La résistance au glyphosate

Le Glyphosate est un puissant herbicide avec un bas impact environnemental, utile pour éliminer les plantes infestant une culture résistante.

Daniell et al. (1998) a transformé avec succès des plantes de tabac avec un gène de résistance au glyphosate inséré dans le génome du chloroplaste. Les plantes sont résistantes et le gène ne peut pas être transféré par le pollen à des autre plantes.



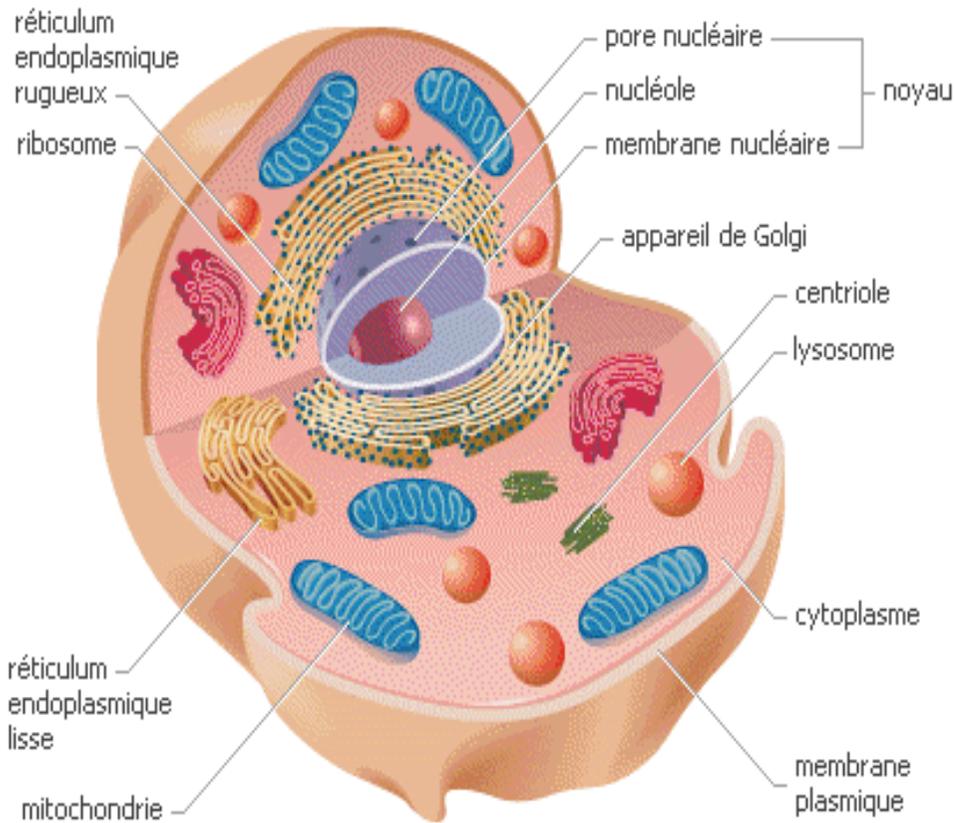
Résistance aux insectes grâce à la toxine Bt

Les toxines du *Bacillus thuringiensis* (Bt) sont toxiques pour les insectes après ingestion (mais elles ne sont pas toxiques pour les animaux). Kota et al. (1999) ont vu que l'expression de la toxine Bt dans les chloroplastes de plante porte à une mortalité élevée des insectes en protégeant les plantes des attaques. En plus l'expression de la toxine est localisée dans les feuilles et absente dans le tissu (fruits, grains) qui sont mangés par les animaux.

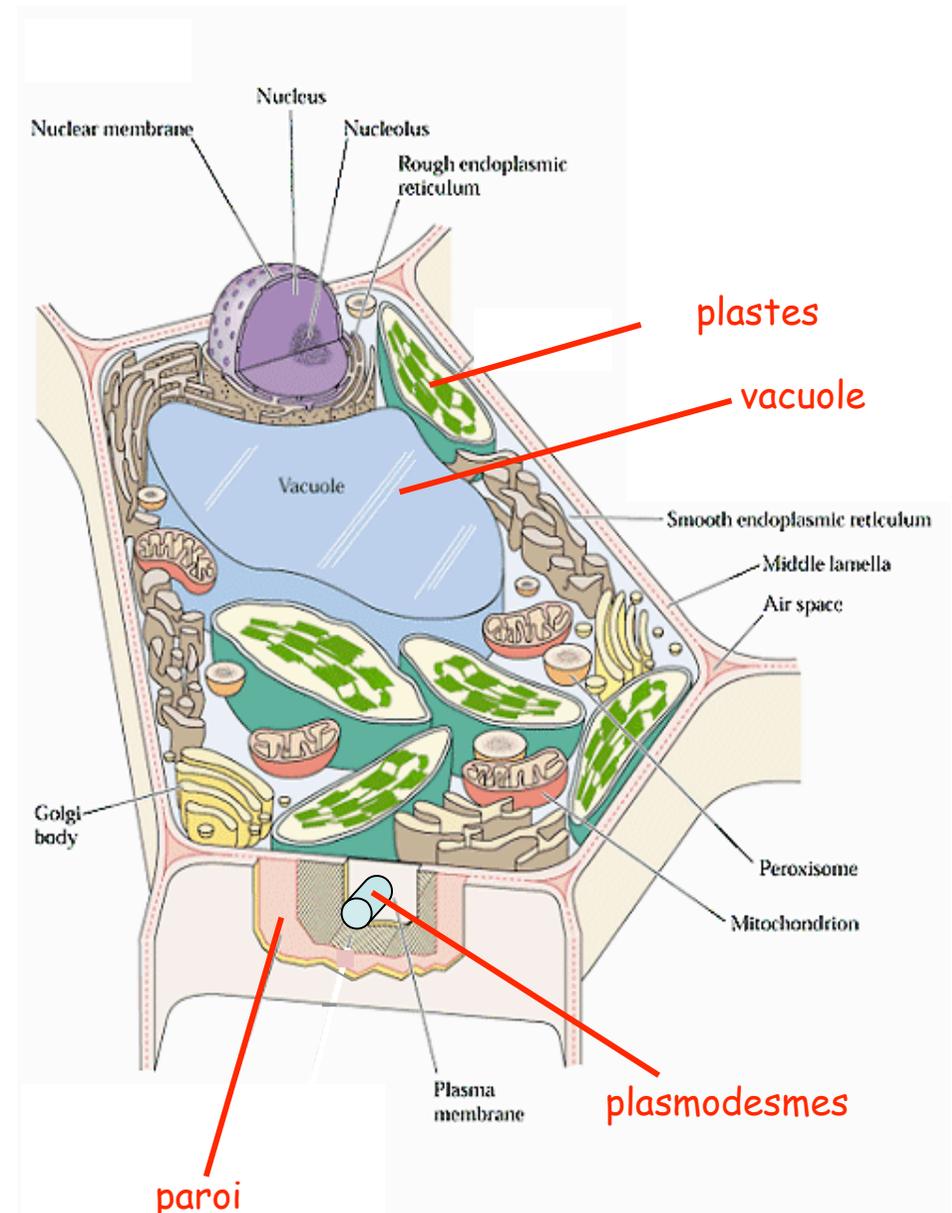


BIOLOGIE CELLULAIRE

les cellules végétales



Cellule animale



Cellule végétale