

BIOLOGIE

Chapitre 11: LES CHLOROPLASTES

Les chloroplastes font partie de la famille des Plastides caractéristiques du monde végétal.

Il existe deux grandes familles de plastides :

- Les *leucoplastes* (incolores) qui sont des lieux d'accumulation de substances chimiques chez les végétaux (amyloplastides où s'accumule l'amidon, oléoplastides pour les lipides) Ceux-ci n'ont pas de rapport avec la fabrication d'énergie.

- Les *chromoplastes* (présentant des pigments colorés): comme les chloroplastes dans le cas où la chlorophylle serait le pigment majoritaire.

A. MORPHOLOGIE

Les chloroplastes ont une forme *lenticulaire*. Ils sont répartis de manière aléatoire entre 30 et 40 dans le cytoplasme d'une cellule supérieure.

C'est un organite délimité par deux membranes (interne et externe=60Å) avec un espace intermembranaire.

La membrane interne a une surface plus grande que la membrane externe car elle présente des replis: les *thylakoïdes*.

Ils peuvent être de deux types :

- Dans le prolongement de la membrane interne sous forme de longue lamelle

- Petits thylakoïdes empilés les uns sur les autres entre 2 grands thylakoïdes: on appelle cet empilement *granome*.

Les chloroplastes des cellules végétales supérieures sont des chloroplastes granaires alors que ceux des végétaux inférieurs sont des chloroplastes agranaires.

Chez les cellules supérieures, c'est au niveau des chloroplastes granaires que l'on trouve les pigments.

L'intérieur du chloroplaste est appelé *stroma*. On y trouve des ribosomes différents de ceux des mitochondries et des ribosomes cytosoliques. On les appelle des *plastoribosomes*.

Ils sont constitués de lipides, de grains d'amidon, et de molécules d'ADN circulaires (plusieurs dizaines de la même espèce et plus grande que dans les mitochondries).

Sur la membrane interne des chloroplastes, du côté du stroma, on peut observer des ATPosomes comme chez les mitochondries.

B- BIOCHIMIE

La membrane externe est très perméable: elle possède de nombreuses porines.

Au contraire, la membrane interne est peu perméable et les flux transmembranaires ne se font qu'à l'aide de transporteurs.

La molécule d'ADN fait entre 120000 et 160000 paires de bases.

L'ARN que l'on trouve dans les plastoribosomes est de type 16S, 23S, 5S, 4.5S.

On trouve également des ARN_t et ARN_m.

La transcription et la duplication de l'ADN est possible. Dans ces organites peuvent être synthétisées une trentaine de protéines.

La membrane des petits thylakoïdes chez les cellules végétales supérieures est constituée de 50% de protéines, 40% de lipides et 10-12% de pigments.

On trouve deux types de pigments:

- Chlorophylle A et B, de couleur verte
- Caroténoïde (Carotène - rouge, Xanthophylle - jaune) de couleur jaune orangé.

Les protéines de la membrane interne des chloroplastes sont principalement des transporteurs d'électrons et de protons permettant indirectement de fabriquer de l'ATP. Ce sont les éléments de la chaîne photosynthétique, dite *photophosphorylation*. Dans ce fonctionnement la lumière est indispensable à cette synthèse.

C- PHYSIOLOGIE

1- Phase claire, phase obscure

Chez les végétaux supérieurs, il existe deux types de chlorophylle: A et B.

Il peut donc se réaliser deux types de photosynthèse (1 et 2) qui diffèrent par leur molécule piège (la chlorophylle) qui possède un spectre d'absorption qui leur est propre.

2- Transfert d'électrons

Dans la chaîne photosynthétique, il existe deux photosystèmes.

On peut segmenter, séparer cette chaîne de transporteurs d'électrons en 3 segments par rapport aux deux photosystèmes I et II.

- Le Photosystème II se trouve en tête de la chaîne, il est caractérisé par la présence de Chlorophylle A (absorbant au maximum à 680nm)

- Le Photosystème I, en deuxième position, caractérisé par la chlorophylle B dont l'absorption optimale se fait à 700.

* Le Segment I:

C'est la partie de la chaîne de transport des électrons en amont du photosystème II. Il est constitué d'un donneur primaire d'électrons grâce à la chlorophylle A.

* Le Segment II:

Il se compose de:

- Plastoquinone oxydée sous sa forme PQ qui peut s'oxyder en PQH₂,
- Cytochromes (différents de ceux de la mitochondrie): B₆ et F avec du Fer sous forme ferreux ou ferrique.
- Plastocyanine (transporteur d'électrons avec des ions Cuivre)

* Le Segment III:

- Molécule de Ferrédoxine
- NADP réductase qui réduit le NADP⁺ en NADPH, H⁺.

Dans la membrane des thylakoïdes se trouvent également des ATPosomes.

Le trajet des électrons commence par l'absorption d'énergie lumineuse (2 photons) par le Photosystème 680 qui perd alors 2 électrons. Pour les retrouver, il se produit une photolyse de l'eau de sorte que le P_{680} retourne dans son état stable.

Il y a présence d'un générateur d' O_2 qui réalise la photolyse de l'eau. Pour accomplir cette opération, la présence d'ions Manganèse est également nécessaire. Ils sont associés à au moins 3 peptides différents.

Les électrons sont ensuite transférés à la plastoquinone, accepteur électronique du photosystème II. Il est simultanément traversé par au moins 2 protons pris dans le stroma et envoyés dans l'espace interlamellaire.

Les deux électrons sont ensuite transférés à la plastocyanine pour aller dans le photosystème I. Celui-ci est alors dans un état excité après avoir cédé 2 autres électrons à la protéine FeS suivante dans la chaîne. Puis les électrons passent à la Ferredoxine, puis dans le groupement FAD. Une fois réduite elle permet le fonctionnement de l'enzyme, la réduction du $NADP^+$, finalité du parcours des électrons du côté du stroma.

La génèse des électrons ainsi que leur transfert a provoqué un déséquilibre protonique. Cet état retourne à la stabilité grâce au canal protonique de l'ATPosome. Au passage dans le segment catalytique F_1 , la synthèse d'une molécule d'ATP peut se réaliser.

Le rendement est un peu différent de celui des mitochondries: il faut au moins le flux de 3 protons pour fabriquer une molécule d'ATP. C'est donc un processus moins efficace.