

Problème : Comment peut-on retrouver l'origine des mitochondries et chloroplastes ?

### III. L'origine des chloroplastes et des mitochondries :

TP n°10 bis : Une origine bactérienne des chloroplastes et des mitochondries ?

A partir de la fin du XIXème siècle, des botanistes ont suggéré l'idée que les chloroplastes et les mitochondries des cellules eucaryotes provenaient de l'endosymbiose de bactéries. Largement ignorée jusqu'aux années 1960, cette idée a été reprise et défendue sous le nom de « théorie endosymbiotique » par Lynn Margulis.

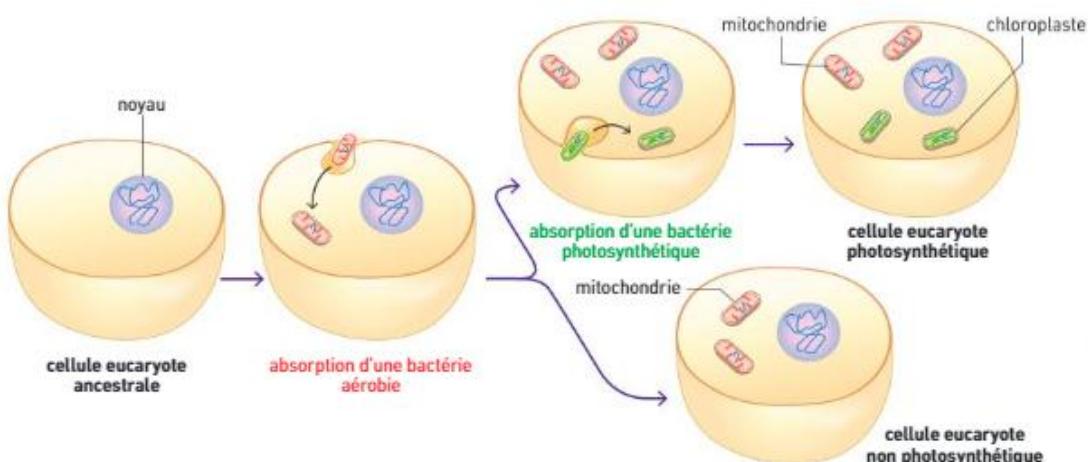
Cette hypothèse a d'abord été étayée par de nombreuses ressemblances entre les organites et les bactéries :

- la taille des mitochondries et des chloroplastes est comparable à celle des bactéries ( $\mu\text{m}$ ).
- ces deux organites sont dotés d'une double membrane : une membrane externe analogue à la membrane plasmique (résultat de l'endocytose) et une membrane interne présentant des analogies avec la membrane bactérienne.
- mitochondries et chloroplastes renferment de petites molécules d'ADN nu, comme chez les bactéries. Cet ADN se réplique indépendamment de l'ADN nucléaire. La synthèse des protéines à l'intérieur de ces organites se réalisent grâce à des ribosomes de type bactérien.
- chloroplastes et mitochondries se divisent par étranglement après avoir dupliqué leur ADN, comme le font les bactéries.

La comparaison des génomes a confirmé l'hypothèse de l'origine endosymbiotique des organites : l'ADN mitochondrial et chloroplastique est en effet plus étroitement apparenté à celui des bactéries et des cyanobactéries qu'à celui de l'ADN nucléaire des eucaryotes.

Ce phénomène d'endosymbiose s'est produit il y a 1.5 à 2 milliards d'années. Des cellules eucaryotes primitives ont donc absorbé par endocytose des bactéries aérobies pratiquant la respiration et qui sont devenues des mitochondries. Ce phénomène s'est également produit à plusieurs reprises avec l'absorption de cyanobactéries, à l'origine des chloroplastes.

Capables de divisions autonomes, les mitochondries et chloroplastes, dotés de leur propre information génétique, sont transmises aux cellules filles : on parle d'hérédité cytoplasmique.



Des transferts de gènes peuvent s'effectuer entre deux eucaryotes qui vivent en étroite relation (un des partenaires vit à l'intérieur des cellules ou des tissus de l'autre (zooxanthelles dans les tissus des polypes constructeurs de coraux, bactéries Buchnera chez les pucerons du pois) : il s'agit également d'une endosymbiose.

Au sein des cellules de l'hôte, l'endosymbiose est internalisé dans une vésicule cytoplasmique et subit souvent une régression de certains de ses caractères (perte de paroi, de flagelles).

Dans la plupart des cas, l'endosymbiose apporte à son hôte des avantages d'ordre nutritionnel (molécules organiques issues de la photosynthèse, vitamines, acides aminés essentiels...). Réciproquement, l'organisme hôte procure à l'endosymbiose un milieu stable protégé et parfois certains nutriments. Il y a ainsi, pour les deux organismes, acquisition de nouvelles potentialités permettant une meilleure adaptation aux ressources et contraintes du milieu.

L'association impose cependant des contraintes aux deux partenaires, nécessaires pour conserver leurs propriétés spécifiques. Par exemple, la récupération de l'énergie lumineuse par l'algue constraint le polype à vivre dans des eaux claires à faible profondeur et à produire des molécules antioxydantes du dioxygène en excès par la photosynthèse.

L'endosymbiose associe les génomes des deux partenaires au sein d'une même cellule. Souvent, celui de l'endosymbiose régresse, cette régression s'accompagnant d'un transfert de gènes vers le noyau de la cellule hôte, facilité par l'extrême proximité des deux partenaires.

Ce transfert contribue à la complexification du génome de la cellule hôte.

<http://acces.ens-lyon.fr/evolution/evolution/accompagnement-pedagogique/accompagnement-au-lycee/terminale-2012/diversification-genetique-des-etes-vivants/symbiose-et-transfert-horizontal-des-genes/documents>

**Bilan :** Au cours de l'histoire de la vie, des cellules ont été incorporées à d'autres, se simplifiant jusqu'à devenir des composants de leur cytoplasme. C'est par exemple, l'origine des mitochondries et des chloroplastes. Au fur et à mesure du temps, une grande partie du génome des cellules intégrées a régressé, et certains gènes ont été transférés dans le noyau de la cellule hôte.

Les organites issus d'endosymbioses sont transmis de génération en génération : on parle d'hérédité cytoplasmique.

**Complexification du génome** : ensemble des mécanismes qui contribuent à enrichir le génome.

**Endosymbiose** : association à bénéfice réciproques de deux organismes dont l'un (endosymbiose) est situé à l'intérieur des cellules de l'autre (hôte).

**Hérédité cytoplasmique** : transmission entre générations de caractères héréditaires déterminés par le génome des organites (mitochondries et chloroplastes).