

## Chapitre 2 : La complexification des génomes : transferts horizontaux et endosymbioses

*Problématique : Comment s'enrichissent les génomes en dehors de la reproduction sexuée ?*

### I. Les transferts horizontaux de gènes et l'enrichissement des génomes

#### *Bilan TD transferts horizontaux*

La reproduction sexuée assure le transfert vertical de gènes, c'est-à-dire entre générations. Il existe cependant des transferts de gènes qualifiés d'horizontaux car ils se réalisent entre individus non apparentés, pouvant même appartenir à des espèces différentes. Le caractère universel de l'ADN permet ces échanges et rend possibles des modifications du phénotype chez les individus receveurs de gènes étrangers.

Ces transferts de gènes ont été mis en évidence entre des populations différentes de bactéries (**TD : expériences d'Avery, MacLeod et McCarty**: des souches de pneumocoques *R* vivantes sont non létales et les *S* vivantes sont létales. Lorsque *R* sont mises en contact avec *S* mortes dans un organisme, cela provoque sa mort. Mise en évidence d'un transfert du facteur léthal de la bactérie *S* dans la bactérie *R*, transfert d'ADN libre et donc transformation de la bactérie *R* en bactérie *S*).

Les transferts horizontaux peuvent se réaliser selon des modalités de transferts variées : transferts d'ADN libre (**transformation bactérienne**), transferts de **plasmide** bactérien (*petite molécule d'ADN circulaire indépendante du chromosome bactérien*) par « ponts cytoplasmiques » : (**conjugaison bactérienne**) ou transferts d'ADN par l'intermédiaire d'un virus (**transfert viral**). *Annexe schéma*

Ces transferts de gènes contribuent à l'évolution des êtres vivants. En effet, on estime qu'entre 8 et 10 % du génome humain (soit environ 300 millions de nucléotides) est d'origine virale (cf article « *les humains sont apparentés aux virus* »).

On a ainsi identifié que la syncytine, protéine impliquée dans la mise en place du placenta chez de nombreux vertébrés mais aussi un lézard, était codée par un gène d'origine virale. On a aussi montré que des transferts de gènes récents avaient permis l'acquisition de nouvelles propriétés à des pucerons (couleur rose acquise par transfert horizontal de gène de caroténoïdes depuis des champignons)

Ces transferts de gènes peuvent concerner également la santé humaine :

– ils sont en effet impliqués dans le développement de la résistance bactérienne aux antibiotiques en raison de la fréquence des échanges de gènes entre populations bactériennes ;

– par ailleurs, l'Homme a su exploiter ces transferts de gènes à travers la transgénèse qui permet aujourd'hui de produire différentes molécules thérapeutiques, comme l'insuline ou des vaccins.

### II. Les endosymbioses et leurs conséquences évolutives.

#### *Bilan TD endosymbioses et TP16 Elysia*

Le génome d'une cellule et donc d'un organisme peut évoluer à la suite d'un phénomène appelé **endosymbiose**. Il s'agit d'un cas particulier de symbiose – définie comme une relation durable, entre deux partenaires qui profitent tous les deux de cette association pour leur protection, leur nutrition .... Dans le cas d'une endosymbiose (« *symbiose à l'intérieur* »), l'un des partenaires vit dans un organe ou une cellule du second partenaire.

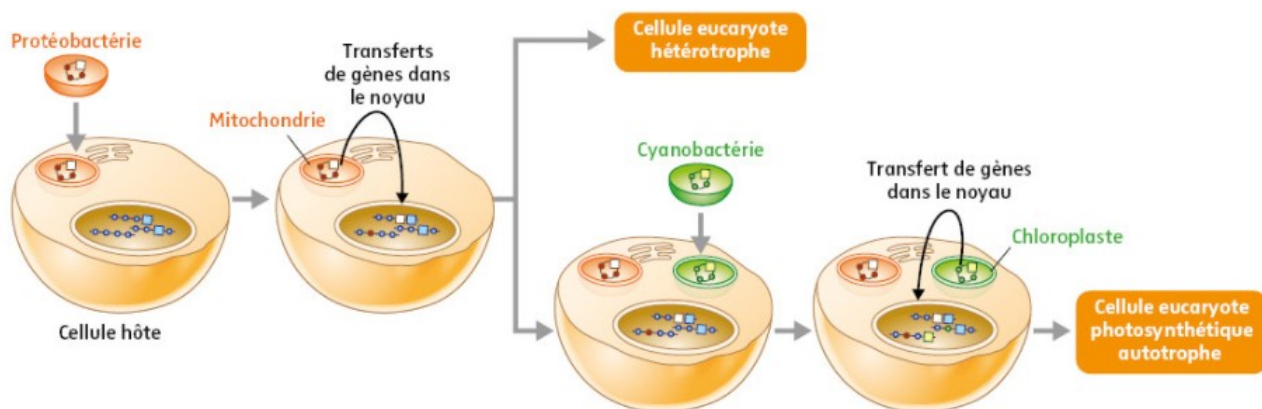
#### *Annexe schéma*

**Les endosymbioses sont des relations qui se maintiennent au cours des générations et qui s'accompagnent d'une évolution du génome des deux partenaires.** En effet, des études génétiques montrent que de génération en génération, la **cellule intégrée** (bactérie, cellule eucaryote) **perd une fraction de son information génétique qui s'intègre en partie à celle de l'hôte.**

Il s'agit donc d'un cas particulier de **transfert horizontal de gènes** car il est associé à une relation **symbiotique**. Ces phénomènes sont fréquents et observables actuellement (*TD : bactéries symbiotiques des pucerons ; Cas particulier de la symbiose Elysia-chloroplastes – voir article « une limace de mer fabrique de la chlorophylle »*).

Les mitochondries et des chloroplastes sont deux organites énergétiques des cellules eucaryotes. L'étude de certaines de leurs caractéristiques (dimensions, enveloppe et surtout génome) a montré que ces organites étaient très proches de certaines bactéries (l'ADN des mitochondries et des chloroplastes est en effet plus apparenté à celui des bactéries qu'à celui de l'ADN nucléaire des eucaryotes).

Ces constats ont abouti à la **théorie endosymbiotique** selon laquelle les chloroplastes et les mitochondries auraient pour origine des bactéries symbiotiques qui auraient intégré des cellules au cours de l'évolution. **Les cellules nouvellement équipées seraient devenues les cellules eucaryotes.** Ainsi, ce mécanisme a eu un impact évolutif majeur.



### Le modèle endosymbiotique à l'origine des mitochondries et des chloroplastes.

Par ailleurs, la présence de gènes dans les chloroplastes et les mitochondries permet la transmission d'information génétique indépendamment du noyau. On parle alors **d'hérédité cytoplasmique**.

L'importance de ces transferts horizontaux est révélée par les **arbres phylogénétiques** (qui indiquent les relations de parenté entre espèces). En effet, ces arbres sont aujourd'hui établis essentiellement à partir de la comparaison des séquences d'ADN et de protéines des espèces.