

# CHAPITRE 2 :

## LA COMPLEXIFICATION DES GÉNOMES

### Introduction:

La reproduction sexuée (méiose et fécondation) chez les individus d'une même espèce permet à la fois de créer de la diversité génétique au sein de l'espèce et de maintenir son génome et son organisation chromosomique (caryotype) stables au fil des générations (transfert vertical de gènes).

Cependant, l'évolution des espèces implique des changements génétiques plus importants, menant parfois à la formation de nouvelles espèces. Ces changements peuvent survenir par des transferts horizontaux de gènes (entre espèces différentes, souvent avec l'implication de micro-organismes) ou par des phénomènes d'endosymbiose, où les génomes deviennent encore plus étroitement liés.

**Problématique:** Comment les génomes se complexifient-ils au cours de l'évolution et entraînent-ils l'apparition de nouvelles espèces ?

## I. Les transferts horizontaux de gènes.

### A. Découverte des transferts de gènes chez les bactéries :

Griffith et McLeod ont observé au début du XXe siècle la transformation de pneumocoques non pathogènes (R) en pathogènes (S) en présence de bactéries S tuées par la chaleur.

Au milieu du XXe siècle (1944), McLeod et Avery ont démontré que l'ADN était responsable de cette acquisition de virulence.

La **conjugaison bactérienne** a été identifiée comme un mécanisme d'échange d'ADN entre bactéries via un pont cytoplasmique (pilus), permettant le transfert de gènes de virulence.

## B. Différents processus de transferts de gènes (transfert horizontal) :

Le transfert horizontal de gènes se produit entre des espèces différentes.

L'ADN étant **universel**, l'ADN acquis peut conférer de nouveaux caractères avantageux, favorisant la sélection de l'individu modifié.

Ces transferts sont fréquents au cours de l'évolution ; on estime que **5 à 8%** du génome humain est d'origine virale.

### **Exemples de transferts horizontaux :**

- Conjugaison entre bactéries.
- Transfert de bactéries vers les plantes (ex: *Agrobacterium* pour les OGM).
- Transfert d'ADN de virus (bactériophages) vers les bactéries.
- Intégration du matériel génétique de rétrovirus (ex: VIH) dans le génome de l'hôte (ex: gène de syncytine 1 d'origine virale MPMV).

## C. Reconstitution des transferts de gènes au cours de l'évolution :

Le **séquençage de génomes** et la **PCR** permettent d'identifier des gènes transférés.

Une forte ressemblance génétique entre espèces éloignées (ex: gène de syncytine 1 humain et viral) suggère un transfert horizontal récent à l'échelle de l'évolution.

La comparaison de séquences (ADN ou protéines) permet de construire des arbres phylogénétiques.

Ces arbres aident à :

- Situer l'événement de transfert de gène en fonction de la présence/absence du gène chez différentes espèces.
- Retracer les modifications du gène transféré au cours de l'évolution.

**Exemples :** gène de syncytine chez les Primates et le Mabaia, synthèse des caroténoïdes chez les pucerons (transfert de gènes d'une plante).

## D. Les transferts de gènes et la santé humaine :

Les transferts de gènes jouent un rôle en médecine, notamment dans l'acquisition de gènes "avantageux" pour la survie.

Chez les bactéries, cela concerne la résistance aux antibiotiques, entraînant l'apparition de bactéries multi-résistantes (ex: *E. coli* BLSE).

En laboratoire, les transferts de gènes sont utilisés pour :

- Comprendre le vivant (protéines fusion avec GFP).
- Produire des molécules d'intérêt pharmacologique (ex: insuline, hormone de croissance)

## II. Les endosymbioses

### A. origine bactérienne des chloroplastes et mitochondries

Taille des organites similaire à celle des bactéries (1 à 5  $\mu\text{m}$ ).

Présence de deux membranes : **interne fine** (type procaryote) et **externe plus épaisse** (type eucaryote).

Présence de **lipides spécifiques** dans la membrane interne, typiques des bactéries.

Mode de division par **scissiparité** (étranglement), comme chez les procaryotes.

Présence d'ADN spécifique aux chloroplastes et mitochondries, permettant leur transcription et traduction (organites semi-autonomes).

Ces observations suggèrent l'intégration de cyanobactéries (chloroplastes) et de Protéobactéries alpha (mitochondries) par endosymbiose, avec bénéfices mutuels (énergie pour la cellule, protection pour l'organe).

### B. Phylogénie et endosymbioses :

L'analyse génétique montre une forte parenté entre les gènes des chloroplastes/mitochondries et ceux des Procaryotes.

L'ADN mitochondrial du Maïs est proche de celui d'*Agrobacterium*.

L'ADN chloroplastique est proche de celui de cyanobactéries comme *Synechococcus* ou *Anacystis*.

### C. Endosymbioses et transfert des gènes vers le noyau :

Le génome des cellules eucaryotes contient de nombreux gènes similaires à ceux des procaryotes ayant donné naissance aux organites.

Les gènes des **symbiontes** ont été transférés vers le noyau (plus de 1400 gènes chloroplastiques dans l'ADN nucléaire contre seulement 87 dans l'ADN chloroplastique).

Les organites semi-autonomes sont devenus dépendants de la cellule hôte.

L'ADN des organites est transmis indépendamment de celui du noyau (hérédité cytoplasmique).