

# Génétique Bactérienne et Virale

## 1- Phénomène parasexuées (Transferts génétiques)

Chez les cellules eucaryotes, les transferts génétiques sont des événements communs au cours de la reproduction sexuée. A partir de deux cellules haploïdes (gamètes), on obtient par fusion une cellule diploïde appelée zygote, chez les bactéries, qui se multiplient par division binaire, ces phénomènes beaucoup plus rares, peuvent s'observer dans des circonstances différentes. Au cours de ce processus une partie ou la totalité d'un réplicon d'une bactérie A est transmise à une bactérie B. Le génome de la bactérie B réceptrice est appelé endogénote, tandis que celui, généralement partiel de la bactérie donneuse reçoit le nom d'exogénote. La nature et la taille de l'exogène, diffèrent selon les cas et le mode d'introduction:

- 1- Dans la transformation, un fragment de matériel chromosomique (simple chaîne) extrait d'une bactérie donneuse est introduit dans une bactérie réceptrice, puis intégré à son propre chromosome.
- 2- Dans la transduction, le fragment chromosomique (double chaîne) de la bactérie donneuse est transféré dans la bactérie réceptrice par l'intermédiaire d'un bactériophage (Virus).
- 3- Dans la conjugaison, l'exogénote du donneur, qui peut être plasmidique ou chromosomique, est transféré à la cellule réceptrice à la suite d'un contact direct entre les deux cellules.

Quelques soit les modalités du processus de transfert, dans tous les cas, il aboutit à la pénétration de l'exogénote dans la cellule réceptrice.

### I-1- Transformation:

Le phénomène de transformation a été mis en évidence pour la première fois en 1928 par GRIFFITH chez les pneumocoques il n a été compris qu'en 1944 à la suite des expériences d'AVERY, MacLeod et MacCartney.

Un lysat bactérien est capable de transmettre des informations génétiques à des cellules vivantes. Dans le cas du pneumocoque, le pouvoir pathogène provenant de l'aptitude à la synthèse de la capsule peut être facilement transmis par transformation. Le principe transformant est de l'ADN qui pénètre dans la cellule, puis est recombiné avec l'ADN endogénote. Le caractère introduit ne s'ajoute pas aux caractères présent mais prend la place de l'un d'entre eux, il devient héréditaire. L'intégration se fait par recombinaison. Pour que la transformation ait lieu, il faut que les cellules soient "compétentes".

### La compétence:

Est un caractère induit est du à une modification de surface contrôlée par un facteur protéique: il dépend de l'état physiologique et des conditions de l'environnement.

- Le mécanisme de transformation présente de légères différences entre espèce bactériennes et en particulier entre Gram<sup>+</sup> et gram<sup>-</sup>.
- Chez streptococcus pneumoniae, et les streptococcus du groupe H en général, le processus de transformation naturelle fait intervenir les étapes suivantes

1- l'ADN à l'état bicaténaire, se fixe au niveau d'un site récepteur (30 à 80 sites par cellule): il semblerait que cette étape l'ADN adsorbé puisse porter des coupures simple brin.

2.3 - La pénétration dans la cellule fait intervenir une endonucléase membranaire qui sert d'ADN translocase en dégradant l'un des brins et en favorisant la pénétration de l'autre.

4, 5, 6 – l'intégration se fait par recombinaison avec déplacement de la chaîne homologue du receveur pour former un segment hétéroduplex. La taille moyenne des fragments intégrés est de 10 à 20 KB "Kilo base" et plusieurs insertions sont possibles par chromosome.

Le processus de transformation est induit par l'action d'une protéine activatrice qui démasque les sites de liaisons en se fixant sur un récepteur membranaire.

Les transformations semblent être un mode assez courant de modification génétiques chez les bactéries dans la nature

## 2- Transfection

La transfection est un phénomène voisin de la transformation qui implique de l'ADN phagique et qui existe chez les nombreuses espèces bactérienne : Bacillus, staphylococcus, E. coli, Dans un grand nombre ceci aboutit à la production des virus par la cellule pour ces souches l'efficacité de la transfection est liée à la concentration en calcium du milieu.

## 3- Transduction

La transduction est un transfert génétique d'un fragment d'ADN d'une bactérie à une autre par l'intermédiaire d'un bactériophage portant en plus de son propre ADN, des gènes bactériens. Ce phage est nommé transducteur. Les bactériophages sont des virus des bactéries qui réalisent soit une infection lytique (phages virulents) soit une infection lysogénique (phages tempérés). Les phages s'intégrant au chromosome bactérien à des sites spécifiques sont nommés prophages.

Il existe deux formes de transduction, généralisée ou spécialisée (Figure ).

- 1- Dans une transduction généralisée, Le phage peut transporter n'importe quelle région d'un génome bactérien dans une autre bactérie. Au cours d'une lyse cellulaire, un fragment de chromosome bactérien dépolymérise peut être incorporé dans la capsid avec le matériel viral.
- 2- Dans la transduction spécialisée, Le phage transfère une région spécifique d'un génome bactérien à une autre bactérie. Ce phage est un transducteur spécialisé car il ne s'insère qu'à un site spécifique du génome et donc ne transduit que des gènes précis de l'hôte.

## 4- La conjugaison

La conjugaison décrit l'union de 2 cellules bactériennes au cours de laquelle il y a transfert du matériel génétique à partir d'une cellule donneuse vers une cellule réceptrice.

On sait maintenant que chez *E.coli* il existe 3 types de souches désignées  $F^+$ , Hfr (High frequency recombination)  $F^-$ . Les deux premières sont constituées par des individus "males" ou donneurs et l'autre par des individus "femelles" ou receveurs. Les individus des souches males possèdent un facteur de fertilité ou facteur F qui est indépendant du chromosome (a) c-a-d libre dans le cytoplasme chez les individus  $F^+$ , et intégré dans le chromosome (b) chez les individus de souche Hfr. Le facteur F n'existe pas chez les individus de souche femelle ou  $F^-$  (c).

Lorsque les individus de souches males et de souches femelles sont présence, il peut y avoir formation de couple. Les individus d'un couple sont alors réunis par un tube ou pont de conjugaison qui sert au transfert du matériel de l'individu male à l'individu femelle.

- Lorsque le couple est  $F^+ \times F^-$  le plus souvent seul le facteur F passe et l'individu  $F^-$  qui le reçoit devient  $F^+$ .
- Lorsque le couple est  $HFr \times F^-$ , le chromosome de l'individu HFr passe en partie ou en entier dans le receveur dans ce dernier cas seulement, le facteur f passe, aussi puisqu'il est fixé à postérieur du chromosome de l'individu HFr.
- La fréquence de la recombinaison est donc nulle ou presque dans les croisement  $F^+ \times F^-$ , mais d'environ 1/1000 ou plus dans les croisements  $HFr \times F^-$  ce sont dans ces dernier croisement qui sont utilisés pour analyser le chromosome bactérien par conjugaison.

## Génétique virale

**I- Définition du virus:** Le virus est un élément biologique à caractère parasitaire, il peut exister en état alternatif intra ou extra cellulaire.

Virus 1- extra cellulaire: état infectieux " le virus peut provoquer l'infection"  
2- intra cellulaire : état parasitaire.

En 1953, Lwoff donna une définition de la particule virale ou Virion et qui est maintenant universellement adoptée.

- 1- Le virus ne possède qu'un seul type d'acide nucléique: soit du ARN ou du ADN.
- 2- Le virion se produit à partir de son seul acide nucléique alors que les autres être se reproduit à partir de la somme de leurs constituants.
- 3- Le virion est incapable de croître et subir des divisions binaires.
- 4- Le virion n'a aucune information génétique concernant les enzymes du métabolisme intermédiaire (Susceptible de produire de l'énergie).
- 5- La multiplication des virions implique l'utilisation les structures de la cellule hôte et spécialement de ces ribosomes.
- 6- Le virion est le produit du phage ultime du développement viral, il est constitué par un ARN ou ADN protégé ou entouré par une coque protéique.
- 7- Cette coque est la capsid, elle est construite à partir de sous unités qui peuvent être chimiquement différentes appelées capsomères.
- 8- On donne le nom de nucléocapside à l'ensemble formé de la capsid et de l'acide nucléique viral:
  - Si la nucléocapside constitue à elle seule le virion on dira qu'elle est nue.
  - Si la nucléocapside est protégée par une enveloppe Lipoprotéique on dira qu'elle est enveloppée (peplos est facilement dégradable par les détergents et les solvants).

En résumé, le virion est une nucléocapside, nue ou enveloppée. Dans son ensemble, il constitue une unité infectieuse.

## II - cycle de multiplication:

C'est l'adsorption de virus, la formation de plusieurs virions qui sont identiques au 1<sup>er</sup> virus et enfin la libération des virus le cycle viral est divisé en deux phases:

### 1- Phase d'éclipse:

Sitôt après l'infection que l'infectivité du virus parental diminue considérablement, elle réapparaît par la suite, pour atteindre sa valeur de départ au bout d'un temps qui définit la durée

la durée de la phase d'éclipse. Cette éclipse de l'infectivité traduit la décapsidation des virions et la libération de leur acide nucléique au sein des cellules infectées (figure )

L'infectivité de ces acides nucléiques est nulle ou négligeable, et seuls les virions donnent naissance à des phages.

La durée de la phase d'éclipse varie considérablement d'un virus à l'autre d'environ 10 à 15 minutes avec les phages T, et de 4 à 6 heures avec le virus vaccinal, elle atteint une douzaine d'heures pour le virus herpétique et une vingtaine avec le EV 450 ou virus polyome.

## **2- Phase de latence:**

Après la phase d'éclipse, le titre du virus total augmente continuellement et les premiers virions extracellulaires apparaissent. Ce temps au bout duquel l'infectivité des virions extracellulaire retrouve son titre initial définit la durée de la phase de latence (figure).

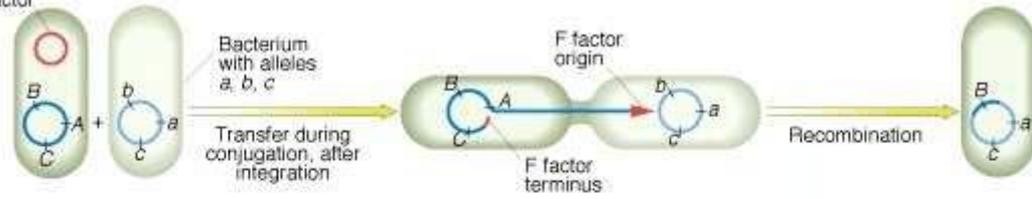
La durée de la phase de latence varie énormément d'un virus à l'autre elle dépend en effet de mécanisme de libération des virus. Lorsque les virions sont libérés par lyse de la cellule comme c'est le cas chez le bactériophage, la phase de latence est courte (20 min). Avec les virus des animaux (poxvirus) le relargage du virus se fait lentement et partiellement,

## **Changement provoqué par le virus (lésion et mort de la cellule)**

Les lésions provoquées par la multiplication des virus des animaux sont de différents types selon le système Virus-Cellule considérée.

- 1- Certains virus sont caractérisés par leurs effets lytopathogènes ce qui va conduire à une lésion cellulaire par éclatement de la cellule.
- 2- Certains virus provoquent une transformation de la cellule en devenant une cellule tumorale et cela par intégration de son génome au génome cellulaire tels que les rétrovirus.

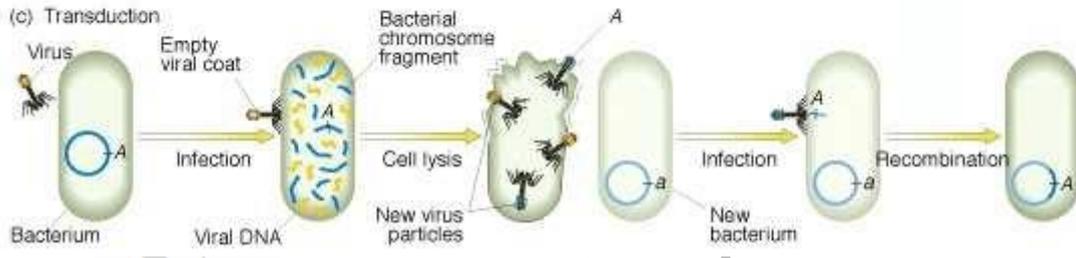
(a) Conjugation  
F factor



(b) Transformation



(c) Transduction



Guettouchi