

Le transfert des gènes

Chez les bactéries et leurs virus

I- Introduction :

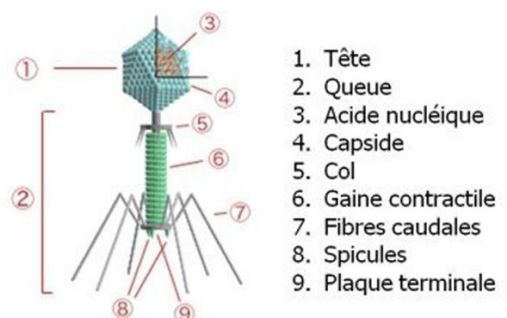
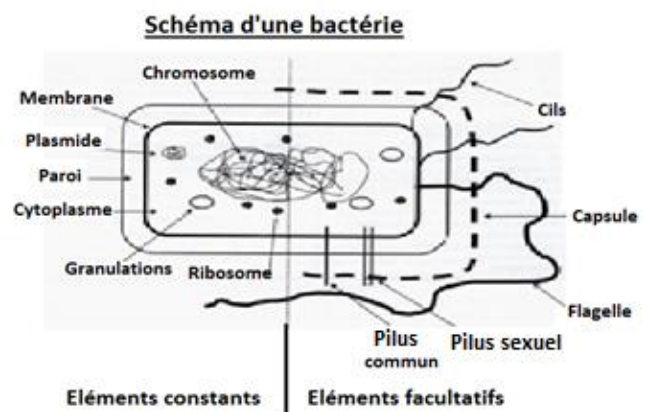
Les procaryotes comprennent les **algues bleues** que l'on appelle désormais les **cyanobactéries** et les **bactéries**. Les virus qui parasitent les bactéries sont appelés **bactériophages** ou phages. Les virus ne peuvent ni croître ni se multiplier par eux-mêmes, pour se reproduire ils doivent parasiter des cellules vivantes (cellules hôtes) et utiliser la machinerie métabolique de celles-ci.

II- La morphologie bactérienne et virale :

-Les bactéries sont le plus souvent unicellulaires, elles sont parfois pluricellulaires, présentent de nombreuses formes : sphériques **coques**, allongées ou en bâtonnets **bacilles**. (Voir le schéma pour les constituants).

-Les bactéries de type **sauvage=prototrophes** peuvent pousser sur **milieu minimum**. Les bactéries **auxotrophes** ne poussent que dans un milieu qui **contient un ou plusieurs nutriments spécifiques**.

-Les virus qui parasitent les bactéries sont appelés **bactériophages** ou **phages** (Voir le schéma pour les constituants).



Bactériophage

III- Les milieux de culture :

Les bactéries peuvent croître en milieu liquide (tube) ou sur une surface solide telle qu'un gel d'agar déposé sur une boîte de pétri, ce milieu est appelé milieu de culture (milieu synthétique). Chaque cellule qui se reproduit donne des cellules filles qui restent regroupées sous forme d'une masse qui devient visible à l'œil nu sous forme d'une colonie.

Les différents milieux de culture :

- **Le milieu minimum** : l'eau + sels inorganiques + une source de carbone pour l'énergie.
- **Milieu complet** : milieu minimum + facteurs de croissance.
- **Milieu sélectif** : milieu qui permet la croissance et multiplication d'une souche bactérienne et pas d'une autre.
- **Milieu commun** : milieu qui permet la croissance et la multiplication de plusieurs souches bactériennes en même temps (deux en général).

En fonction des milieux de culture on distingue :

- **Les bactéries prototrophes** : peuvent croître et se multiplier dans un milieu minimum, car elles sont capables de synthétiser les acides aminés et les vitamines dont elles ont besoin.
- **Les bactéries auxotrophes** : elles ne poussent que dans un milieu enrichi d'un ou plusieurs nutriments spécifiques, elles ne sont pas capables de synthétiser tous les facteurs de croissance dont elles ont besoin.

IV- Le transfert des gènes chez les bactéries ou les recombinaisons génétiques chez les bactéries :

Comme les procaryotes sont monoploïdes (haploïde), ces chromosomes ne subissent pas de méiose, mais ils passent par des stades qui rappellent ceux de la méiose, dans ce cas le transfert de gènes entre les bactéries ou la recombinaison génétique **se fait par plusieurs mécanismes** :

1- La transformation : découverte grâce à **l'expérience de Griffith en 1928** : sur la bactérie *streptococcus pneumoniae* qui infecte la souris, il existe 2 types de souches de la bactérie :

- **La souche S** : entourée d'une **enveloppe polysaccharidique lisse** est **virulente**.
- **La souche R** : n'est pas entourée d'une enveloppe, **rugueuse non virulente**.

Les débris des **cellules S chauffées** avaient converti les cellules **R vivantes** en cellules **S**, c'est le phénomène de **transformation** ou le principe **transformant**

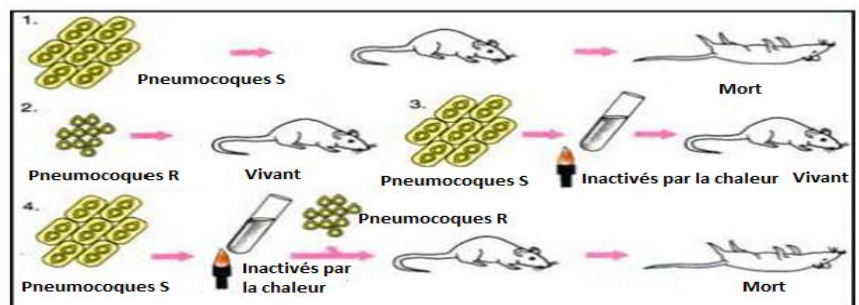


Figure 1: Expérience de Griffith

L'ADN de la cellule **S** est capté par la cellule **R** et incorporé dans son ADN par **cassure et insertion**. La conversion d'un génotype en un autre par l'introduction d'ADN exogène est appelée **transformation**.

La transformation inclut deux événements successifs :

a- la pénétration de l'ADN nu (**exogénote**) provenant généralement d'une souche bactérienne lysée de la même espèce, dans la bactérie réceptrice (**endogénote**) compétente (les bactéries réceptrices « harponner » des fragments d'ADN de leur milieu).

b- La recombinaison génétique entre l'exogénote et l'endogénote partiellement homologue. Ce qui va donner à la bactérie réceptrice dite **compétente**, de nouvelles caractéristiques qu'elle va transmettre à sa descendance.

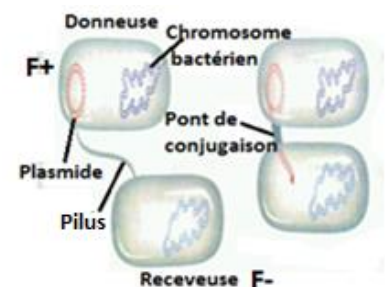
2- La conjugaison : le mécanisme de transfert nécessite :

- **Le contact physique entre bactéries :** le transfert génétique se fait dans un sens déterminé, ce type de transfert est **unidirectionnel** à travers le **pont de conjugaison (pilus)**.
- **Le facteur sexuel (F) = plasmide F :** Le transfert du **plasmide F** chez E. coli n'est pas réciproque, une cellule joue le rôle de **donneur « mâle »** et l'autre de **receveur « femelle »**.

- Souches porteuses de plasmide F dans leur cytoplasme = donneur = F^+

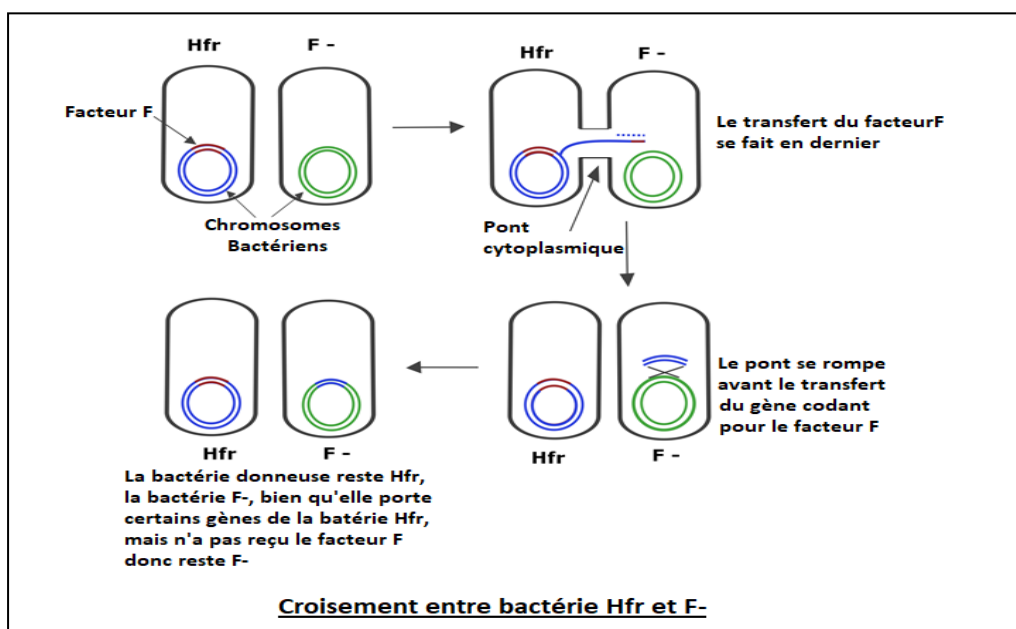
- Souches dépourvues de plasmide F = receveuses = F^- , lors d'un croisement entre souche F^+ et F^- , la souche F^- devient F^+ .

Le plasmide F commande la synthèse des pili (au singulier : pilus) permettant à l'ADN du plasmide F de passer au travers d'un pore dans la cellule receveuse.



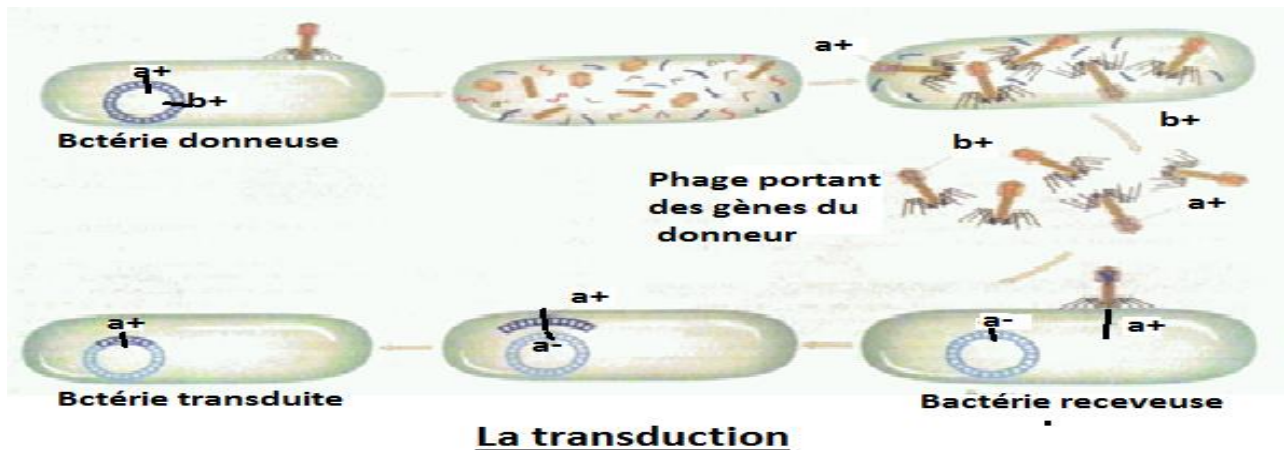
Croisement entre F^+ et F^-

- Les souches **Hfr** ou souche à haute fréquence de recombinaison (produisent 1000 fois plus de recombinants) **résultent de l'intégration du facteur F (plasmide F) dans le chromosome bactérien**, lors d'un croisement entre souche **Hfr** et F^- , la souche F^- reste F^- .



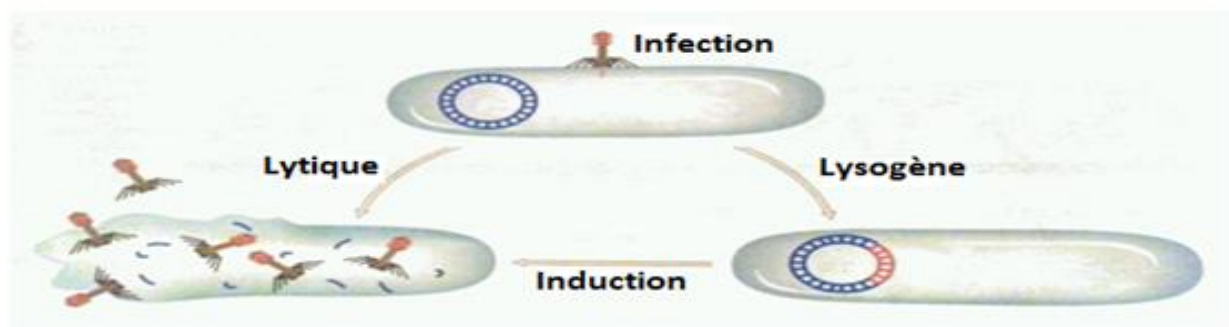
3- La transduction :

Les phages peuvent transporter des gènes d'une bactérie à une autre. Lors d'une infection virale le chromosome de la bactérie donneuse est dégradé en petits fragments, certaines particules virales en formation incorporent un fragment d'ADN bactérien dans la tête phagique à la place de l'ADN phagique (**phage transducteur**).



L'infection des bactéries par des bactériophages (virus) peut se comporter comme suit:

- Soit il est **virulent** : il se reproduit et la bactérie est lysée, c'est le **cycle lytique**.
- Soit il est **tempéré** : son ADN s'intègre au chromosome bactérien. La bactérie continue son cycle et se réplique normalement tout en répliquant l'ADN viral et le transmettant aux cellules filles. C'est le **cycle lysogène**. Dans de nombreux cas le prophage s'intègre dans le chromosome de l'hôte et est répliqué avec lui, spontanément ou à la suite d'un stimulus approprié, le prophage peut sortir de sa latence et lyser la bactérie hôte.



Les cycles alternatifs d'un phage tempéré et de son hôte

Bibliographie :

- 1-** Griffiths, Anthony.J.F.Miller, Jefferey. H. SUZUKI, DAVIDT. 3éd.Introduction à l'analyse génétiqu. Paris: de boeck; 2002,
- 2-** Kenzaka T, Tani K, Nasu M. High-frequency phage-mediated gene transfer in freshwater environments determined at single-cell level. ISME J. 2010;4(5):648-659.
doi:10.1038/ismej.2009.145
- 3-** Taniyama Y, Azuma J, Rakugi H, Morishita R. Plasmid DNA-based gene transfer with ultrasound and microbubbles. Curr Gene Ther. 2011;11(6):485-490. doi:10.2174/156652311798192851
- 4-** Zacharoulis D, Rountas C, Katsimpoulas M, Morianos J, Chatziandreou I, Vassilopoulos G. Efficient liver gene transfer with foamy virus vectors. Med Sci Monit Basic Res. 2013;19:214-220.
doi:10.12659/MSMBR.883996