

Bactériophages

1. Caractères généraux des virus

Un virus peut se définir par les propriétés suivantes:

- Un virus est une entité non cellulaire (particule)
- Il ne contient qu'un seul type d'acide nucléique : ADN ou ARN
- Il ne peut se répliquer QUE à l'intérieur d'une cellule vivante ; utilise la machinerie de la cellule hôte (ribosomes, enzymes...) pour se répliquer et former des unités infectieuses nommées virions.
- C'est donc un parasite intracellulaire absolu.

Un virus est à la frontière du vivant (discussions ouvertes pour affirmer qu'un virus est vivant ou non...)

Le virion

Le virion est la particule virale infectieuse complète.

Il est constitué au minimum d'un acide nucléique, associé à des enzymes virales et entouré d'une coque protéique nommée capsid.

Il existe des virus

- des animaux : la cellule hôte est une cellule animale
- des végétaux : la cellule hôte est une cellule végétale
- des bactéries : la cellule hôte est une bactérie. Sont nommés bactériophages (ou phages).

2. Structure des bactériophages de type T

Les phages les plus connus sont les urophages (phages à queue), et parmi eux les phages de la série T.

Les phages T sont spécifiques des entérobactéries.

Les phages T pairs (T2, T4, T6) sont spécifiques d'E. Coli.

Structure du phage T2

(doc 1 : schéma de la structure d'un phage T2)

La tête du phage, apparemment sphérique, est constituée de protéines de structure assemblée géométriquement sous la forme d'un polyèdre (symétrie dite cubique). Elle contient l'acide nucléique.

La queue du phage est constituée de protéines contractiles assemblées en hélice (symétrie dite hélicoïdale). Ce manchon protéique est creux et se termine par une plaque basale hexagonale portant des structures d'ancrage:

- des fibres articulées, (fibres caudales) à l'origine de l'adsorption spécifique sur la bactérie
- des spicules (crochets), plus courtes que les fibres.

L'acide nucléique est modifié: les cytosines C sont remplacées par de l'hydroxyméthylcytosine glycosylée (HMCG).

Concl : virus à symétrie mixte

3. Multiplication des bactériophages : le cycle lytique du phage T2 (doc 2 et 3)

On ne verra que le cycle dit lytique: cycle de reproduction des phages induisant la lyse de la bactérie avec libération d'un grand nombre de particules virales.

C'est le cas des phages T2 : phages virulents présentant un cycle lytique. Durée environ 25 minutes.

1. Phase d'adsorption

C'est la fixation du phage sur des récepteurs spécifiques de la bactérie sensible. Ici, LPS de la membrane externe.

- Étape passive (pas d'énergie)
- La fixation est stabilisée par les fibres et les spicules.

Remarque : d'autres phages utilisent d'autres structures : acides techoïques, pilis sexuels, flagelles, porine de la membrane externe.

2. Phase de pénétration

Seul l'acide nucléique pénètre dans la bactérie.

Il est injecté par contraction des protéines du manchon (queue), ces protéines ont une activité ATPasique.

La paroi bactérienne (peptidoglycane) est localement hydrolysée par les enzymes de type endoglycosidases des fibres.

Étape influencée par la température, et nécessitant de l'énergie.

Remarque : une bactérie possède un système de défense vis-à-vis de l'ADN étranger et donc vis-à-vis des virus : c'est le système de restriction.

En effet, les enzymes de restriction d'une bactérie hydrolysant l'ADN au niveau de sites spécifiques = sites de restriction. Le propre ADN de la bactérie est protégé par des modifications au niveau des séquences de restriction (méthylations, glycosylations....).

Un phage ne subsiste dans une bactérie sensible QUE si l'ADN du phage est lui-même modifié par les enzymes de l'hôte (il doit « ressembler » à l'ADN bactérien) : c'est la modification.

L'ADN phagique est glycosylé ce qui le protège du système de restriction de l'hôte.

3. Phase d'éclipse ou de synthèse des constituants du virion.

Ainsi nommée car « rien ne se passe » en dehors de la cellule infectée.

Phase « précoce » : pendant les premières minutes qui suivent la pénétration de l'ADN viral. Phase qui précède la réplication de génome phagique et où sont produites des enzymes virales nécessaires à la replication.

- Rapidement, arrêt du métabolisme bactérien détourné au profit du virus. L'ARN polymérase de la bactérie transcrit certains gènes viraux (gènes précoces) qui seront traduits en protéines. Une de ces protéines virale précoce est une nucléase, à l'origine de l'hydrolyse de l'ADN bactérien.

Pourquoi l'ADN phagique n'est pas aussi détruit ?

L'ADN du phage T2 est différent de celui de la bactérie (HMC glycosylé). La présence d'HMC protège l'ADN phagique de l'action de la nucléase virale. D'autres enzymes virales précoces permettront la réplication de l'ADN phagique et la production d'un grand nombre de copies (6 minutes).

Phase « tardive » (9 min) correspond à la production des protéines de structure (protéines de tête ou de queue, fibres) ou d'assemblage des virions.

4. Phase d'assemblage des virions

Ou phase de maturation.

Encapsidation de l'ADN dans les têtes, morphogénèse des virions.

5. Phase de libération (25 min)

Par éclatement de la bactérie sous l'effet de l'accumulation d'enzymes virales (endolysines).

Une bactérie libère 100 à 200 virions : chacun peut réinfecter une bactérie --> amplification rapide.