

Université Mohammed V
Agdal

Faculté des Sciences
Rabat

Éléments de virologie

Préparé par

Pr El Bekkay BERRAHO

Laboratoire de Microbiologie et Biologie Moléculaire, B.P. 1014, Rabat – Maroc.

Tél. (212) 37 77 54 61, e-mail: berrahobek@hotmail.com

① Caractères généraux des virus

Qu'est-ce qu'un virus ?

En 1953 André Lwoff a énoncé les 4 caractères fondamentaux faisant des virus des entités originales:

- ☛ Un virus ne contient qu'un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN) qui constitue le génome viral.
- ☛ Un virus se reproduit toujours à partir de son matériel génétique et par réplication.
- ☛ Un virus est doué de parasitisme intracellulaire absolu.
- ☛ Un virus a une structure particulière.

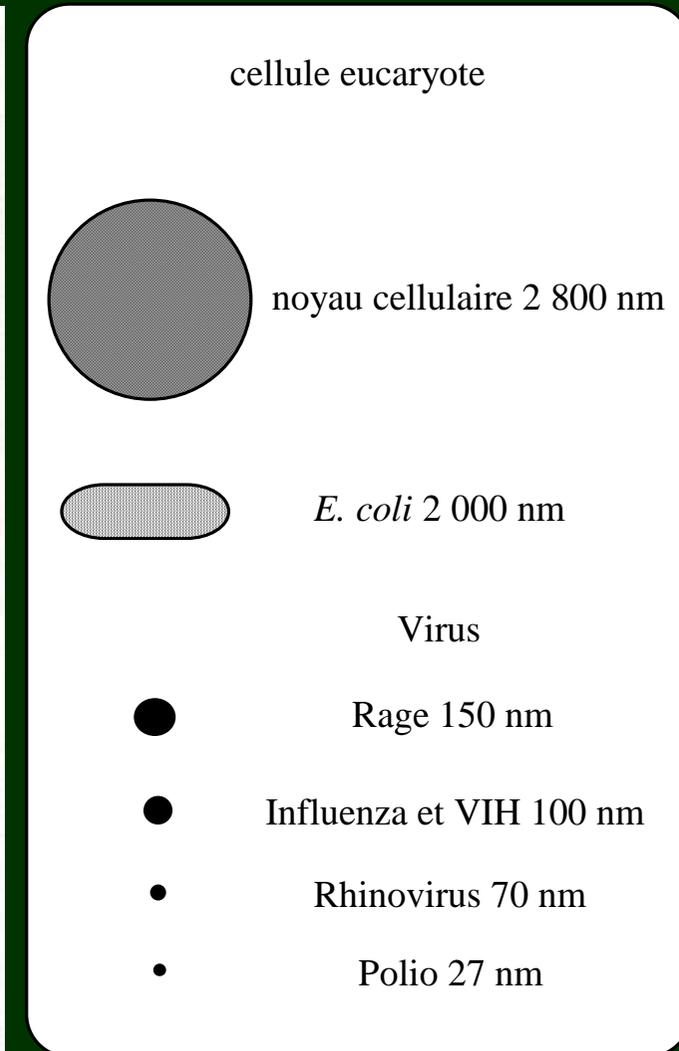
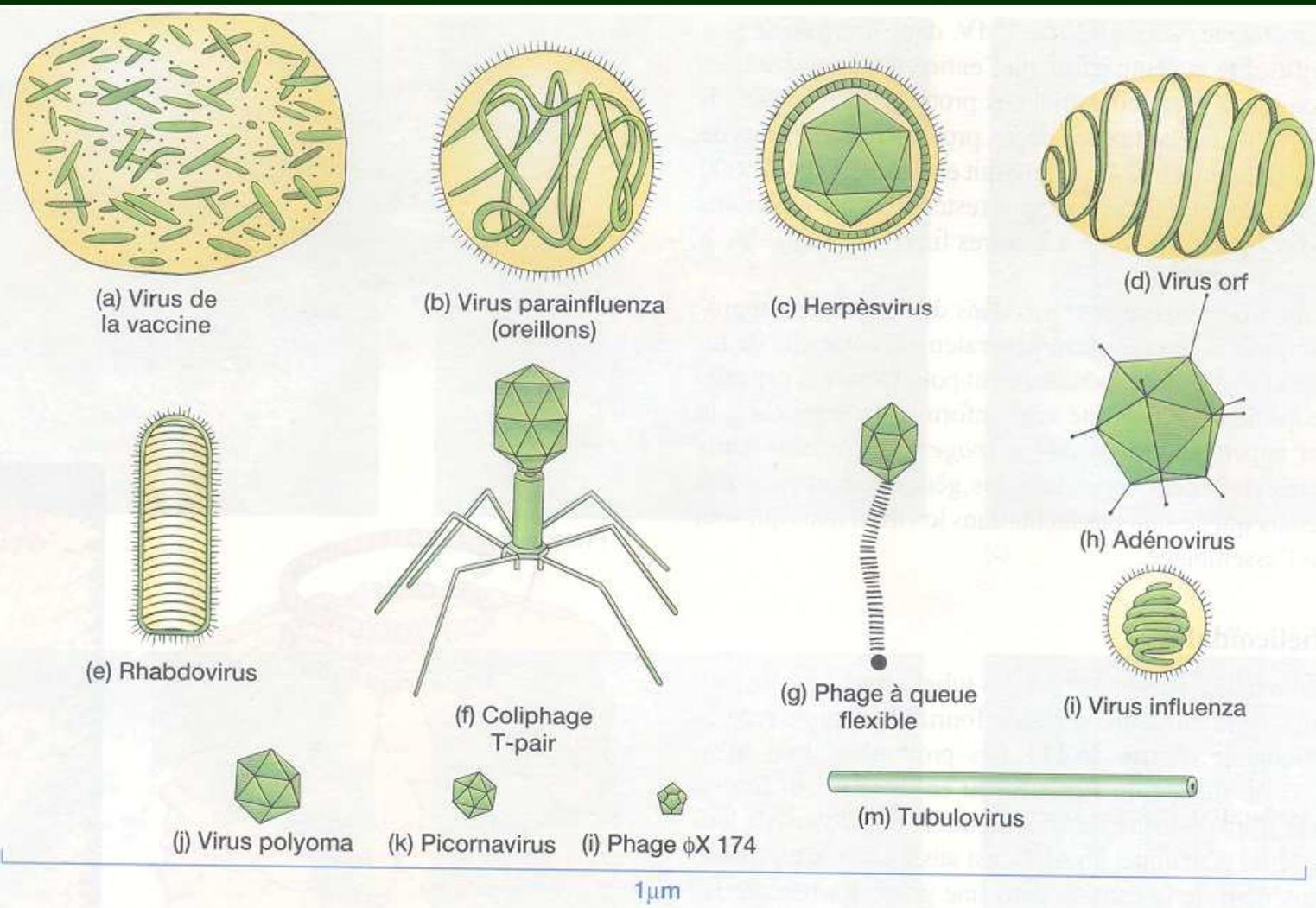
Malgré leurs aspects et structures très rudimentaires, les virus constituent une forme très élaborée de parasitisme.

En effet, ne possédant aucun système d'énergie et à l'aide de quelques gènes, ils peuvent altérer, modifier et orienter les programmes de fonctions intracellulaires à leur profit pour se répliquer et assurer leur pérennité.

② Taille et structure des virus

2.1. Taille

La taille d'un petit virus comme le poliovirus est d'environ 20 nm (\approx taille d'un ribosome). Le plus gros virus comme celui de la vaccine est long de 400 nm et large de 200nm (\approx taille d'une rickettsie : petite bactérie parasite intracellulaire).



Dimension et morphologie des principaux virus.

Les virus sont dessinés à l'échelle
(voir la ligne représentant 1 μm au bas de la figure)

Taille relative des virus et des bactéries

2. 2. Structure virale

Toute particule virale est composée de 2 éléments obligatoires:

↳ Le Génome }
↳ la Capside } = Unité fonctionnelle: la nucléocapside

Pour certains virus, la nucléocapside est elle aussi entourée d'une structure externe :

↳ Enveloppe ou Pelyos

2. 2. 1. Le génome viral

La nature du matériel génétique (ADN ou ARN) est exceptionnellement varié chez les virus,

Ces particules virales utilisent les 4 types possibles d'acide nucléique:

- ✓ ADN simple brin (monocaténaire)
- ✓ ADN double brin (bicaténaire)
- ✓ ARN simple brin (monocaténaire)
- ✓ ARN double brin (bicaténaire)

Les 4 types de molécules sont rencontrés chez les virus d'animaux;

Les virus des végétaux possèdent le plus souvent des génomes en ARN simple brin;

Les bactériophages contiennent généralement de l'ADN double brin bien qu'ils peuvent contenir de l'ADN ou de l'ARN simple brin

De manière générale:

	Virus à ADN	Virus à ARN
Le plus souvent	ADN bicaténaire ✓ soit linéaire ✓ soit circulaire	ARN monocaténaire ✓ soit linéaire ✓ soit segmenté
Rarement	✓ ADN partiellement bicaténaire et circulaire ✓ ADN monocaténaire	ARN bicaténaire segmenté

Le matériel génétique viral varie aussi fortement par sa taille:

- ↳ Les génomes les plus petits (phages MS2 et Q β) ont une taille d'environ 10^6 daltons, juste pour coder 3 ou 4 protéines (3 ou 4 gènes)
- ↳ Les génomes les plus géants (phages T-pairs, herpèsvirus et virus de la vaccine) ont une taille de 1 à $1,6 \cdot 10^8$ daltons, largement pour coder un peu plus de 100 protéines (+ de 100 gènes)

2. 2. 2. La capside

De nature protéique protégeant le génome viral

Résulte de la polymérisation de sous-unités protéiques identiques codées par le génome, protomères,

L'assemblage de ces unités donne des Capsomères

L'organisation des capsomères selon une symétrie, constitue la capside

Rôles:

- ↳ Protection du génome viral dans le milieu extracellulaire
- ↳ Porte des déterminants viraux qui se lient spécifiquement aux récepteurs cellulaires quand le virus est nu

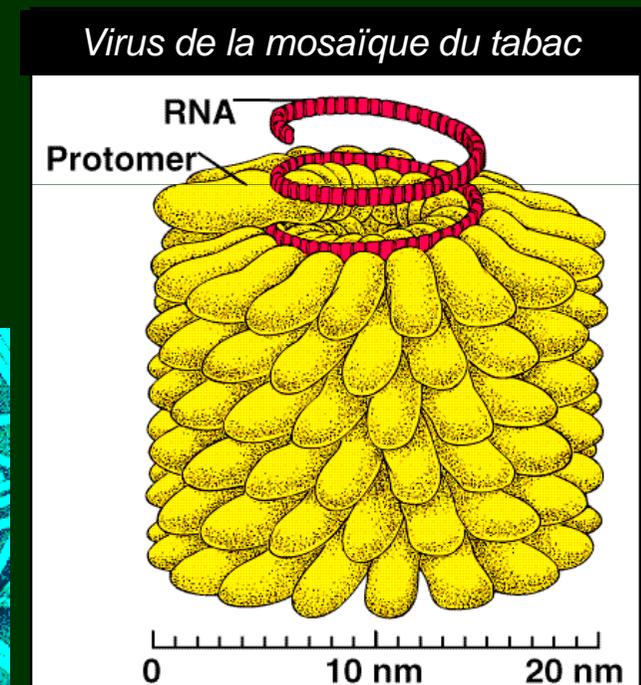
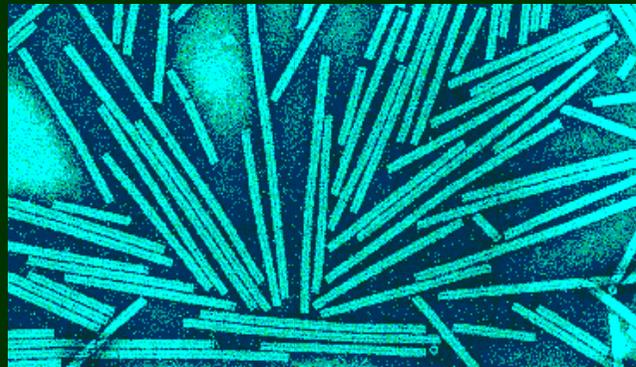
la capside s'organise selon 3 types de symétrie:

a. Capside à symétrie hélicoïdale

D'aspect tubulaire, les sous-unités s'assemblent en un ruban autour de l'acide nucléique, et le ruban enroulé autour d'un axe central constitue un tube plus ou moins rigide.

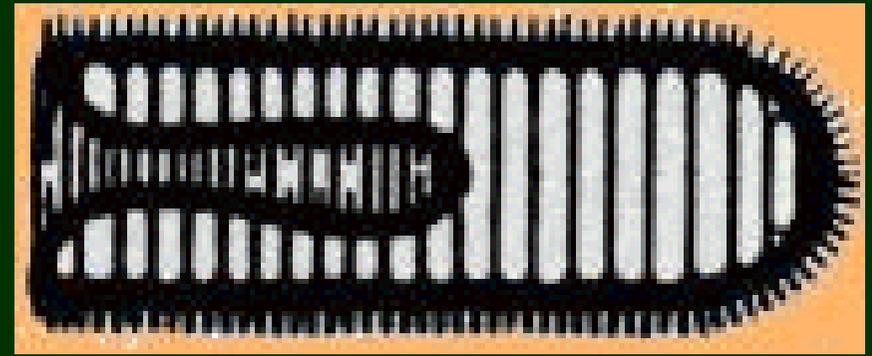
Virus végétaux : VMT

Nucléocapside rigide. Disposition en hélice des sous-unités autour du génome.



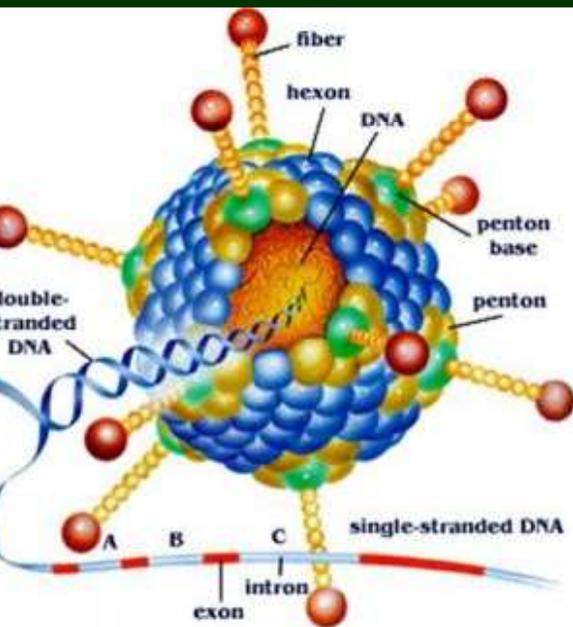
Virus animaux *Virus de la rage*

Nucléocapside plus ou moins flexible, enroulée sur elle-même et toujours incluse dans une enveloppe.



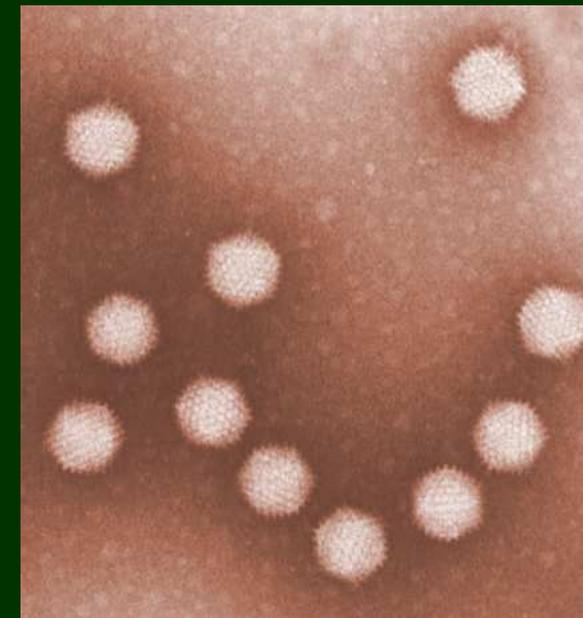
b. Capsides à symétrie icosaédrique

Il s'agit d'un polyèdre comprenant 12 sommets et 20 faces égales qui sont des triangles équilatéraux entourant une sphère. Un icosaèdre possède 3 axes de symétrie.



La capside est formée par l'assemblage d'unités morphologiques: Capsomères

- ✓ 252 capsomères pour un Adénovirus
- ✓ 70 capsomères pour un Poliovirus



Adénovirus

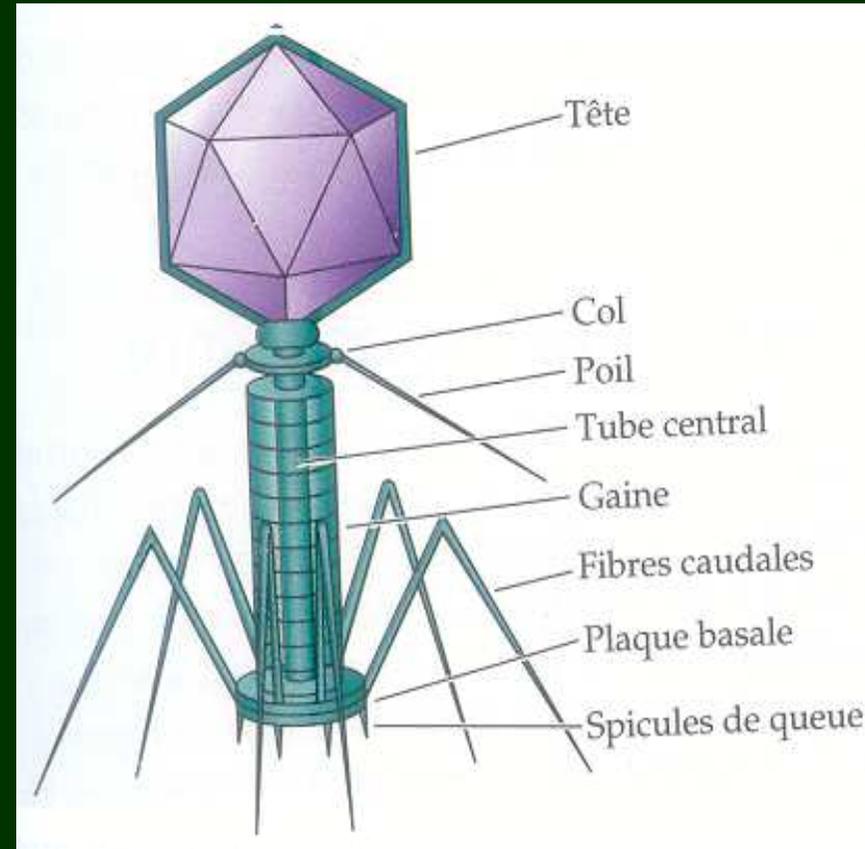
c. Capsides à symétrie complexe

La capside des virus à symétrie complexe est composée de 2 parties:

- une tête à symétrie polyédrique formée de 152 capsomères contenant un ADN
- une queue à symétrie hélicoïdale reliée à la tête par un collier

Queue

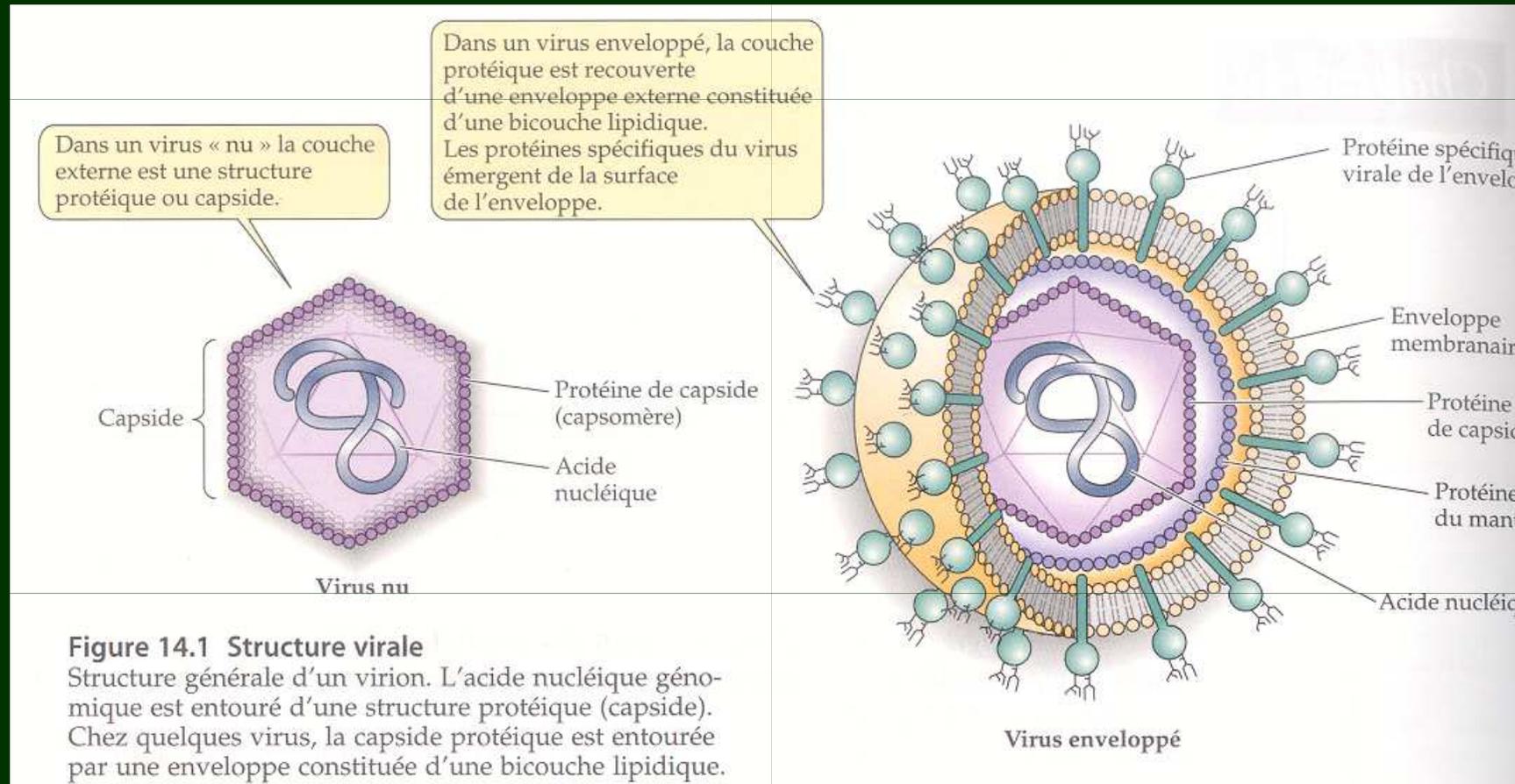
- Constituée d'une gaine contractile délimitant un canal creux central
- Terminée par une plaque basale porteuse de spicules et de fibres caudales



Bactériophages T 4

2. 2. 3. L'enveloppe ou Peplos

- ✓ Membrane qui entoure certains virus (virus enveloppés)
- ✓ L'enveloppe est constituée d'une bicouche de phospholipides et des glycoprotéines spécifiques qui apparaissent sous forme de spicules



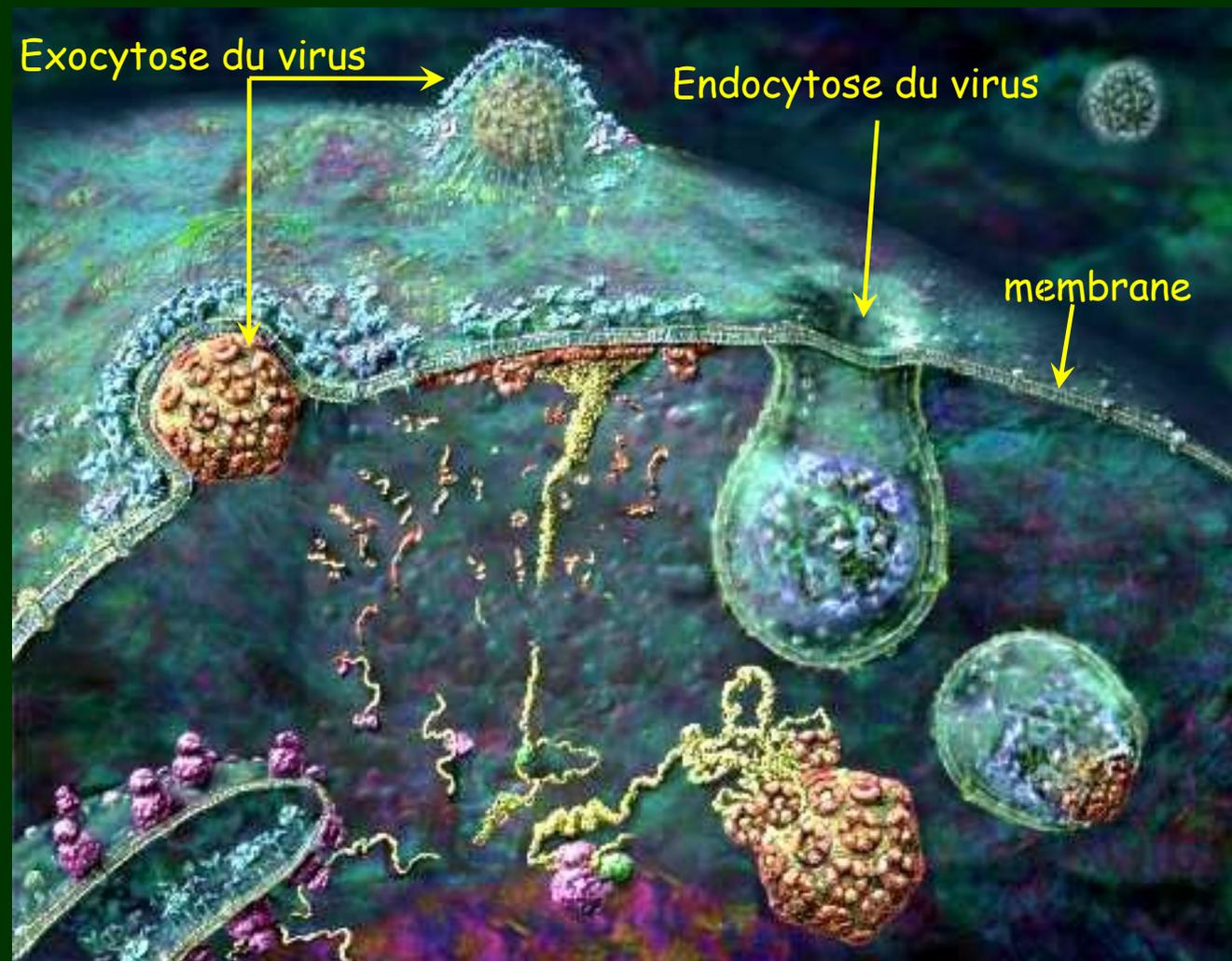
Fonctions:

- ❖ Site d'attachement à des récepteurs cellulaires
- ❖ Reconnaissance de récepteurs
- ❖ Antigénique, hémagglutinante, enzymatique

L'enveloppe virale est acquise par bourgeonnement du virion à travers une des membranes cellulaires de la cellule hôte pendant la réplication du virus

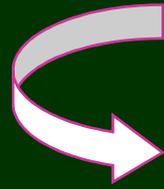
Trois origines possibles

- ✓ **Membrane nucléaire** (herpès)
- ✓ **Membrane cytoplasmique** (grippe)
- ✓ **Membrane intra cytoplasmique:**
 - *Appareil de Golgi*
 - *Réticulum endoplasmique*
(rubéole : *Togavirus*)



Formation de l'enveloppe du virus par bourgeonnement de la membrane de la cellule hôte

L'enveloppe est très sensible aux actions physico-chimiques. Elle ne constitue pas un élément de protection de la particule virale.



C'est un élément de fragilité dû à son caractère lipidique

Virus nus

- Survivent dans le milieu hydrique (les entérovirus survivent à 4°: 10 à 15 jours, à 20 °: 296 jours)
- Résistent aux solvants des lipides y compris le savon
- Seuls les antiseptiques halogénés (l' eau de javel) sont actifs
(Hépatite A résiste)
- Sensibles aux ultraviolets qui provoquent l'altération des acides nucléiques

Virus enveloppés

- ➡ Ne persistent pas dans le milieu extérieur,
- ➡ Ne se retrouvent pas dans les selles: élimination par les sels biliaires,
- ➡ Sensibles aux solvants organiques (alcool, acétone,...)
- ➡ Inactivés par les antiseptiques et les désinfectants,
- ➡ Eau de Javel est le meilleur virulicide,
- ➡ Sensibles aux ultraviolets qui provoquent l'altération des acides nucléiques,
- ➡ Leur transmission se fait par contact direct, immédiat et rapproché entre les individus,
- ➡ Transport rapide et dans un milieu de survie du produit pathologique au laboratoire pour le diagnostic

Conclusion

La perte de l'enveloppe inactive le virus puisqu' il a perdu en même temps les déterminants qui lui permettent de se fixer aux cellules sensibles.

Les virus nus sont assez résistants

- Virus poliomyélitiques (isoler de l'eau des égouts)
- Virus responsables d'infection intestinales (transmission oro-fécale)

Les virus enveloppés sont très fragiles

- Virus de l'herpès ou du sida
- Transmission sexuelle ou sanguine

Exceptions : les Poxvirus (varirole) et les Hepadnavirus (hépatite B)

Virus enveloppés mais résistants

③ Éléments de classification des virus

4 critères (Lwoff Horne et Tournier)

- A. Nature de l'acide nucléique: ADN, ARN, simple ou double brin, un ou plusieurs segments, taille,
- B. Capside avec (virus enveloppé) ou sans (virus nu) enveloppe
- C. Symétrie de la capside: hélicoïdale, icosaédrique ou complexe (hexagonale)
- D. Taille et forme du virus
 - Le nombre de capsomères et le diamètre de la particule virale pour les virus à symétrie cubique.
 - La longueur et l'épaisseur des nucléocapsides pour les virus à symétrie hélicoïdale.

④ cycle de multiplication des virus

Comment se multiplie un virus ?

- ☞ C'est un parasite intracellulaire strict
- ☞ Le caractère original de cette multiplication c'est que le virus détourne à son profit, les voies métaboliques de la cellule hôte; à savoir *les systèmes producteurs d'énergie, les ARN de transfert et les ribosomes de la cellule.*

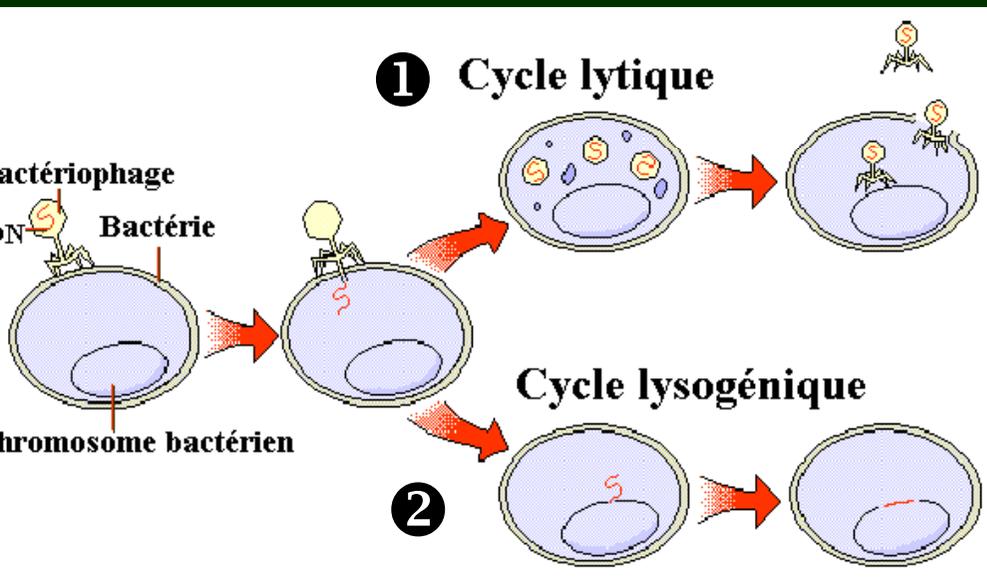
Pourquoi ? Car, il ne possède aucun de ces éléments

Conséquences: inhibition des synthèses cellulaires

Mais, le génome viral commande la synthèse des enzymes inconnues pour la cellule mais nécessaires pour sa réplication

Cas du cycle de multiplication des bactériophages

Deux types d'infection (ou deux types de cycle de multiplication):



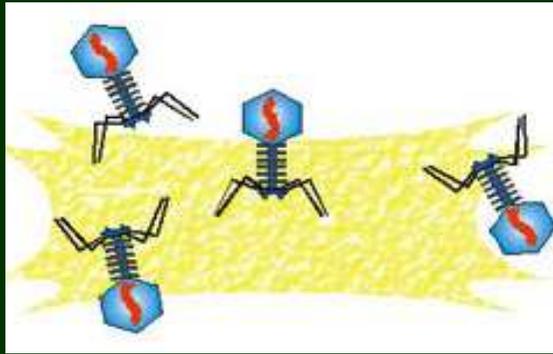
⇒ Dans le cas du cycle lytique, les phages sont qualifiés de virulents ex. phage T4

⇒ Dans le cas du cycle lysogénique, les phages sont qualifiés de phages tempérés ex. phage λ

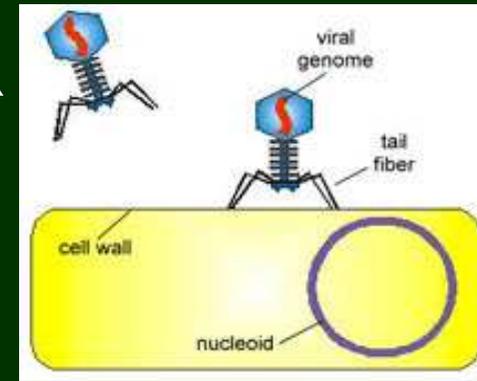
cycle lytique:

- le génome viral est répliqué de façon intensive et la cellule synthétise (sous l'ordre de l'ADN viral) en grande quantité les protéines constituant l'enveloppe du phage.
- Pendant une durée d'environ 45 minutes, une centaine de nouveaux virus sont ainsi fabriqués à l'intérieur de la cellule.
- Au bout de cette période, la cellule meurt et sa membrane se perce pour libérer les nouveaux virus qui vont ainsi chercher à infecter de nouveaux hôtes.

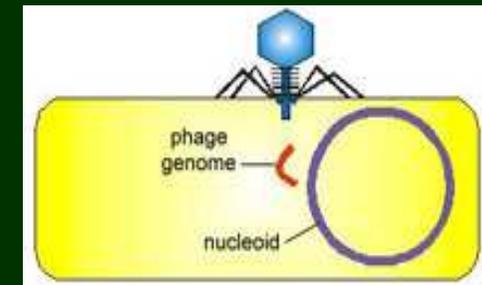
Les nouveaux virions libérés vont infecter de nouvelles bactéries



Libération des nouveaux virions

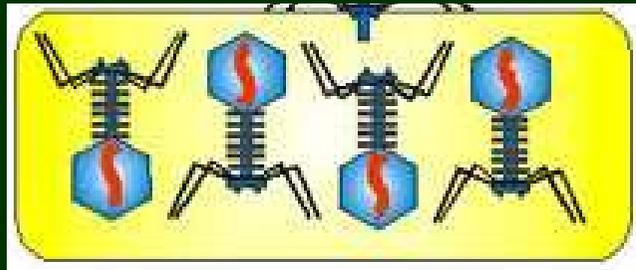


Fixation du virus à des récepteurs membranaires spécifiques

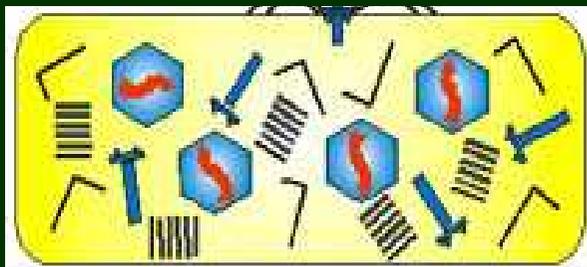


Injection de l'acide nucléique dans la bactérie

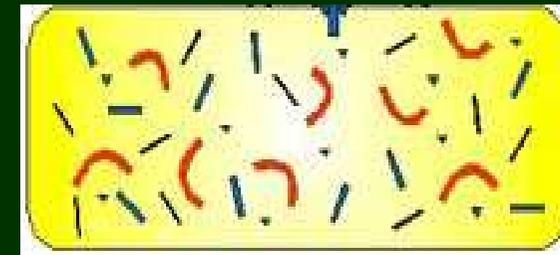
Cycle lytique du phage T4



Maturation des nouveaux virions



Synthèse et assemblage des capsomères en capside et insertion de l'acide nucléique dans la capside



Phase d'éclipse : prise en charge du métabolisme cellulaire par le génome viral ce qui entraîne la réplication de celui-ci

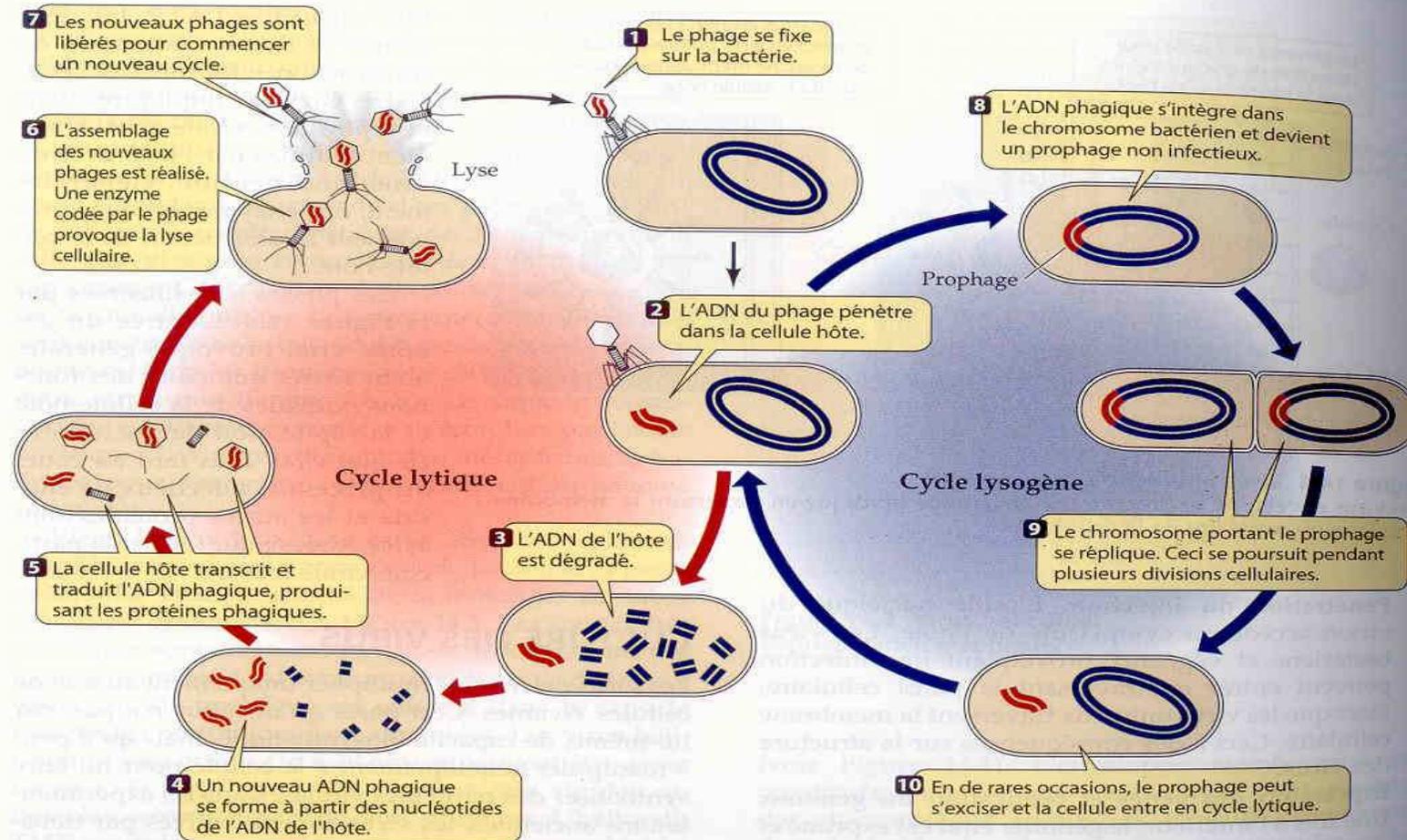
cycle lysogène:

- Les phages tempérés peuvent se reproduire sans détruire la cellule hôte. En fait, ils ont 2 modes de vie: un cycle lytique ou un cycle lysogénique.
- Durant la lysogénie, l'ADN phagique s'intègre au chromosome bactérien (il est dit prophage la bactérie hôte est dite lysogénique); L'ADN viral est alors répliqué avec le génome bactérien.
- Lorsque la bactérie rencontre certaines conditions stressantes de la croissance (ex: radiations UV), le virus décide de rompre la lysogénie et d'induire un cycle lytique.

Cycle lysogénique du phage λ

*Etapes 1, 2, 8, 9 et 10 :
cycle lysogène*

*Etapes de 1 à 7:
cycle lytique*



**Merci
de
votre attention**

bonne chance