

## Généralités sur les virus

( ) non  
- virus en latin  
c poison

### I. Définition

Les virus sont des entités biologiques de très petite taille, 20 à 300 nanomètres, 100 fois plus petits qu'une bactérie, ils ne sont pas visibles en microscopie optique. Ils nécessitent une cellule hôte, (dont ils utilisent les constituants pour se multiplier). Les virus sont des agents infectieux microscopiques possédant un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN), ne pouvant se reproduire qu'à l'intérieur d'une cellule, et parasitant aussi bien les êtres vivants pluricellulaires (animaux et végétaux) que les unicellulaires (bactéries et protistes).

Les virus ne peuvent se développer qu'en parasitant les cellules vivantes (on dit qu'ils sont des parasites intracellulaires obligatoires).

Une particule virale complète, appelé virion, est composée d'un filament d'acide nucléique, généralement stabilisé par des nucléoprotéines basiques, enfermé dans une coque protéique protectrice appelée capsid et, dans certains cas, d'une enveloppe. La forme de la capsid est à la base des différentes morphologies des virus.

### X • Quelques caractéristiques des virus

<u>Virus</u>	<u>cellules pro ou eucaryotes</u>
ne possède qu'un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN) = génome viral	s'oppose les virus aux autres formes vivantes. L'AN porte l'intégralité de l'info génétique .
se reproduit à partir de ce seul acide nucléique par réplication	Ni scissiparité comme chez les bactéries, ni mitose comme chez eucaryotes
il présente un parasitisme intracellulaire absolu.	Ne possède aucun système enzymatique ou énergétique lui permettant d'assurer sa propre auto réplication. Il détourne donc à son profit les structures et l'équipement enzymatique de la cellule hôte pour sa multiplication
il présente une structure particulière	Opposition aux structures cellulaires pro ou eucaryote

## II. Organisation et structure des virus (figure 02)

Toute particule virale est constituée d'au moins **deux éléments constants et obligatoires** :

- **le génome** : de nature nucléotidique et composé d'acide nucléique (ADN ou ARN)
- **la capside** : est une coque de nature protéique qui entoure le génome et est capable d'assurer sa protection et sa survie dans le milieu extérieur.

L'ensemble acide nucléique + capside = Nucléocapside

La nucléocapside peut avoir une symétrie hélicoïdale, icosaédrique ou complexe

- **Un élément inconstant** : **Enveloppe** entourant la capside.

### 1. Génome viral

- Il est de type ADN ou ARN.
- C'est le support de l'information génétique du virus.
- Sa taille est limitée : de 5 à 280 Kbases.
- Le génome viral code ainsi pour 3 à plus de 100 protéines différentes (structurales et non structurales) selon les virus.
- L'ADN viral est en général bicaténaire, linéaire.
- L'ARN viral est en général monocaténaire, linéaire ou segmenté.

### 2. Capside virale (terme venant de capsa = mot grec signifiant boîte)

C'est une structure compacte de nature protéique, qui entoure le génome viral.

Elle a 2 rôles :

- C'est l'élément de protection du génome viral dans le milieu extracellulaire. En effet, la capside est une structure relativement résistante et très stable.
- Elle intervient directement, pour les virus nus, dans la fixation du virus à la surface de la cellule hôte.

D'autre part, du fait des capacités de codage réduites des génomes viraux, les capsides sont formées de l'assemblage d'une seule ou d'un petit nombre de sous-unités protéiques. Selon le type d'assemblage, on distingue 3 principales catégories de capside :

### a. Capside icosaédrique à Symétrie cubique (figure 3.a)

La capsid e a la forme d'un icosaèdre. Celui-ci est constitué de triangles équilatéraux comportant 20 faces, 30 arêtes et 12 sommets. Les sous-unités protéiques de la capsid e s'assemblent en capsomères formés :

- soit de 5 sous-unités ou pentons localisés au niveau des sommets de l'icosaèdre
- soit de 6 unités ou hexons formant les faces et les arêtes.

*ex : l'herpès et la fièvre jaune*

### b. Capsid e à symétrie hélicoïdale (figure 3.b)

Les sous-unités protéiques s'assemblent pour former une hélice qui constitue un tube rigide dans lequel est enchâssé l'acide nucléique viral.

*ex : la grippe et la rage*

### c. Capsid e à symétrie complexe (figure 3.c)

Pour un nombre limité de virus, la symétrie de la capsid e ne peut être déterminée et on parle alors de symétrie complexe. Ce cas se pose pour les virus ayant un nombre de gènes très important.

Un certain nombre de virus élaborent leur capsid e d'une manière qui ne correspond pas aux standards hélicoïdaux ou icosaédriques. Par exemple, les bactériophages montrent une structure de nature binaire, impliquant à la fois des éléments de nature hélicoïdale et icosaédrique

## 3. Enveloppe virale ou peplos

(peplos = mot grec signifiant manteau)

C'est une structure glucido-lipido-protéique qui entoure la capsid e virale, pour les virus enveloppés. Elle est constituée de :

- Double couche lipidique provenant du bourgeonnement du virus à travers l'une des membranes de la cellule infectée (membrane nucléaire, m.cytoplasmique, RE et ADG).
- Glycoprotéines d'origine virale ancrées à la face externe de la couche lipidique et formant des spicules à la surface de la particule virale. Ces spicules jouent un rôle très



important pour les virus enveloppés : ils servent à la fixation du virus à la surface de la cellule hôte et sont très antigéniques.

- Pour certains virus, la face interne de l'enveloppe est tapissée d'une couche protéique virale supplémentaire appelée matrice.

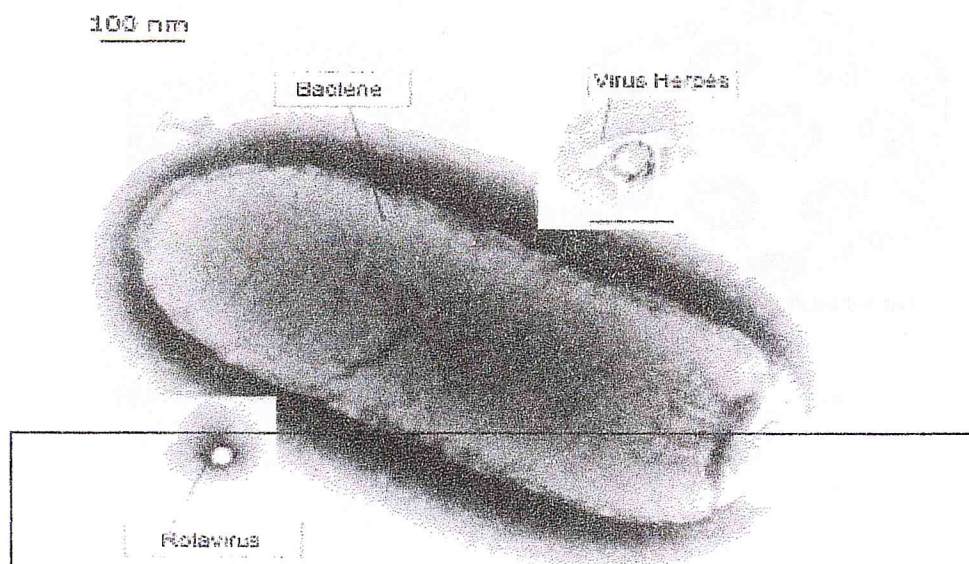
### III. Classification des virus

La classification des virus a été établie depuis 1962 par Lwoff, Horne et Tournier et tient compte des caractéristiques des virus. <sup>3</sup>Quatre critères sont retenus pour cette classification :

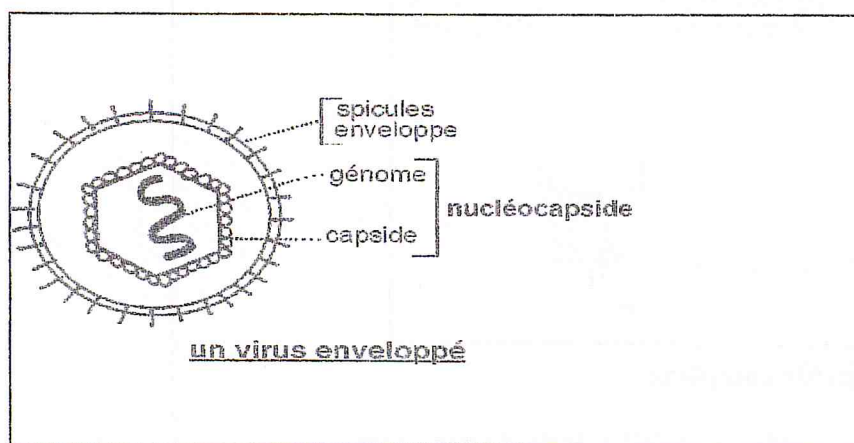
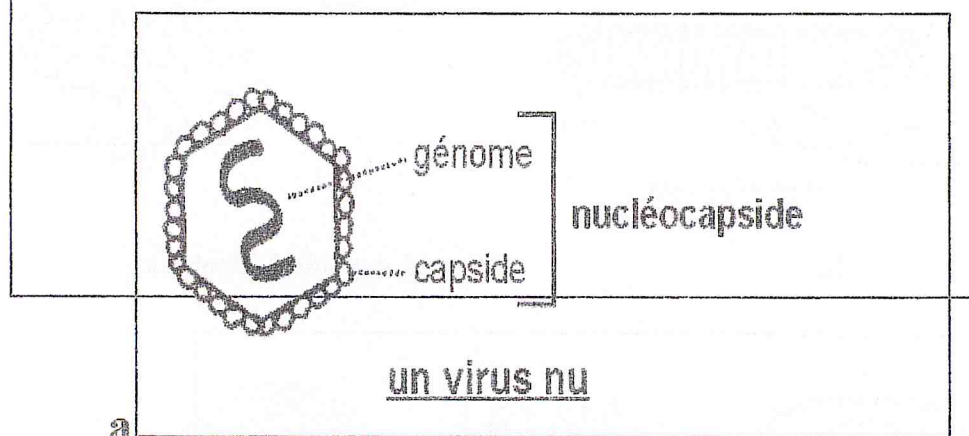
1. Nature de l'acide nucléique viral : ADN ou ARN
2. Symétrie de la capsid : cubique ou hélicoïdale
3. Présence ou non d'enveloppe ce qui permet de distinguer les virus nus et ceux enveloppés.
- X (4. Nombre de capsomères pour les virus à symétrie icosaédrique et diamètre de la nucléocapside pour les virus à symétrie hélicoïdale.)

1 - LE GENOME	2 - L'ENVELOPPE	3 - LA SYMETRIE DE LA CAPSIDE
<u>1° - la nature du matériel génétique</u>		
- ADN	- virus nus (N)	- symétrie hélicoïdale (H)
- ARN		
<u>2° - la structure de l'acide nucléique</u>		
- monocaténaire		- symétrie icosaédrale (I)
- bicaténaire		
<u>3° - la forme de l'acide nucléique</u>		
- linéaire	- virus enveloppés (E)	- symétrie inconnue (?)
- circulaire		(Complexe) (C)
- non segmenté		
- segmenté		

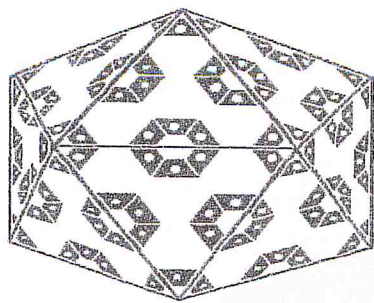
\* L'enveloppe rend le virus plus fragile



**Figure 1.** Photos de virus et d'une bactérie en microscopie électronique avec respect des tailles relatives

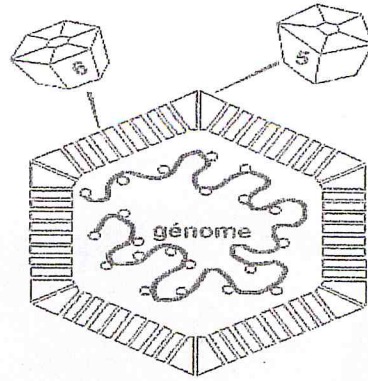


**Figure 2.** Structure des virus

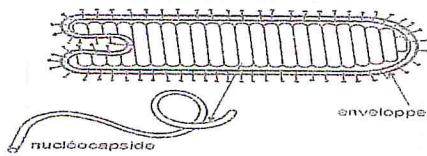
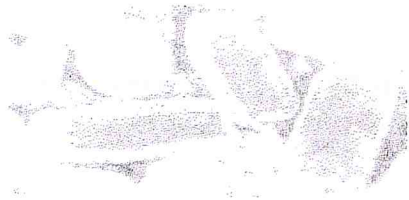


un virus icosaédrique

a.

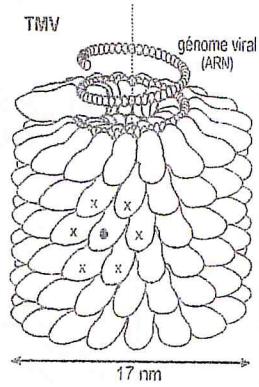


Virus à capside icosaédrique

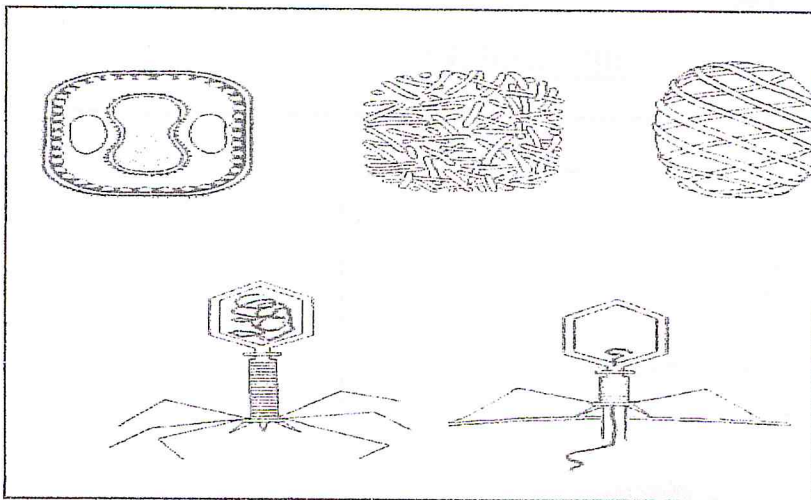


un virus de la rage

b.



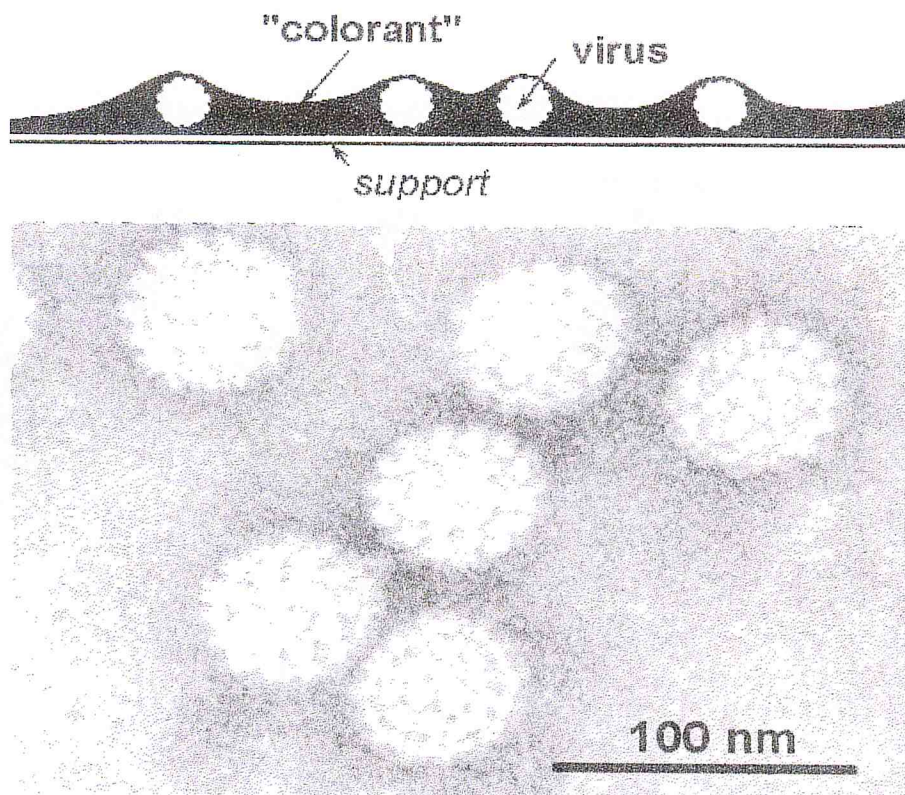
Virus à capside hélicoïdale



c. Virus à capside complexe

Figure 3. Morphologie des virus





**virus des verrues en coloration négative**

**Figure 4. Techniques d'observation des virus**

On utilise le microscope électronique. Mais comme les virus se laissent facilement traverser par les électrons, on doit pour créer des contrastes utiliser une méthode de coloration :

- **Soit l'ombrage métallique :**  
Vaporisation sous vide de particules métalliques (d'or ou de tungstène) sous un angle connu sur la préparation : donne un aspect des virions en 3D.
- **Soit la coloration négative :**  
On dépose une goutte de solution d'un sel de métal lourd (uranium ou tungstène) qui remplit les cavités de la surface les virions et qu'on évapore. La couche du métal déposée révèle les cavités de la surface et les contours des virions

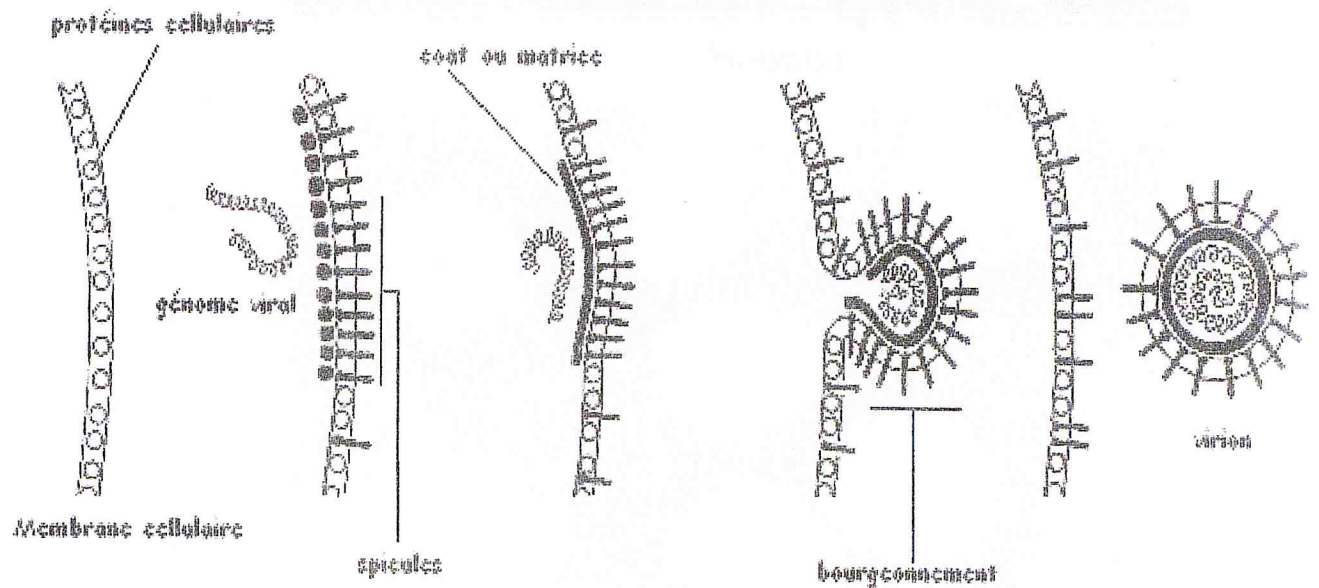


Figure 5. Bourgeonnement de la membrane cytoplasmique : (exemple de la rougeole).

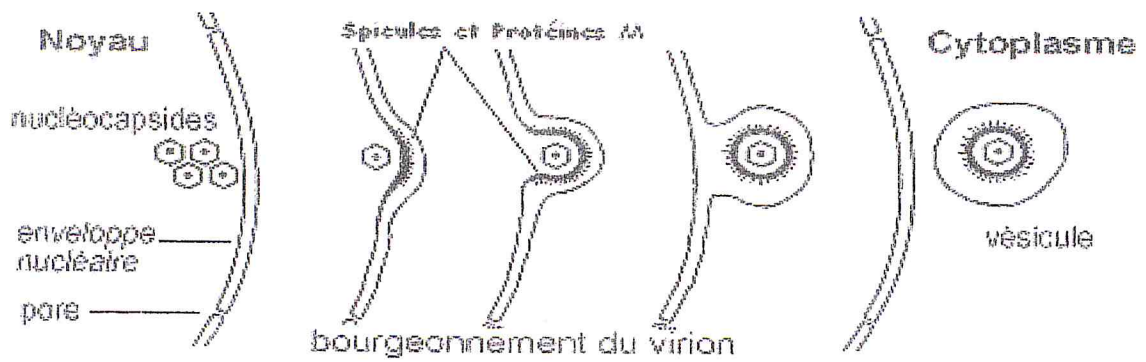
L'enveloppe virale entoure la nucléocapside des virus enveloppés. Elle est la résultante d'un bourgeonnement de la nucléocapside à travers l'une des membranes de la cellule hôte.

De nature lipoprotéique, elle a 3 origines lipidiques possibles :

- nucléaire.
- des organelles (RE ou ADG).
- cytoplasmique.

Les protéines de l'enveloppe sont d'origines virales (les protéines cellulaires des membranes sont en général exclues par l'insertion des spicules). Des protéines virales vont se déposer sur la face interne de la membrane cellulaire, future enveloppe virale. Les spicules (glycoprotéines) traversent la membrane tandis que les protéines coat (protéines M) forment une couche intermédiaire, la matrice, qui sera reconnue par le génome virale.





*Figure 6. Bourgeoisement de la membrane nucléaire : (exemple des virus de l'herpès)*

Les nucléocapsides assemblées dans le noyau bourgeoisent à travers la face interne de l'enveloppe nucléaire. Les spicules ne traversent pas entièrement la membrane nucléaire mais sont intermembranaires. La formation de la matrice permet la reconnaissance des nucléocapsides. Le bourgeoisement résulte en une vésicule.