

■ Espace Etudiant  
**Cours de virologie générale**

## **STRUCTURE ET DEFINITION DES VIRUS**

La notion de maladie virale remonte à la fin du XIX ème siècle, avec la mise en évidence d'affections transmissibles par des agents ultra-filtrables et invisibles en microscopie électronique. Les virus, initialement définis par leur taille, sont retrouvés chez toutes les espèces animales, chez les végétaux (y compris les algues et les champignons), chez les bactéries (bactériophages).

Deux cents espèces sont pathogènes chez l'homme. La majorité des maladies virales sont bénignes (ex : rhinites). D'autres présentent une gravité certaine (ex : encéphalites, SIDA, hépatites, fièvres hémorragiques). Enfin certains virus jouent un rôle dans le développement de tumeurs malignes et de cancers.

### **1. QU'EST-CE QU'UN VIRUS ?**

C'est en 1953 que André Lwoff a énoncé les trois caractères fondamentaux faisant des virus des entités originales :

- 1/ les virus ne contiennent qu'un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN) qui constitue le génome viral.
- 2/ les virus se reproduisent à partir de leur matériel génétique et par réplication.
- 3/ les virus sont doués de parasitisme intracellulaire absolu.

Sous des aspects d'unités très rudimentaires, les virus constituent une forme très élaborée de parasitisme. Ils ne peuvent se reproduire qu'au sein de cellules vivantes ; ne possédant aucun système d'énergie, ils détournent la machinerie cellulaire à leur profit pour se répliquer et assurer leur pérennité. Ils constituent en quelque sorte des structures extrêmement simples dont l'ensemble des éléments protège quelques petits bouts de code génétique ayant pour objectifs de s'infiltrer dans une cellule pour la parasiter, puis la détruire.

Le terme de virus donné aux virus informatiques évoque bien la malignité et la perversité des virus qui, chez l'homme, peuvent être responsables de désordres complexes pouvant détruire les cellules, puis altérer les tissus, puis induire des relations complexes avec le système immunitaire pouvant aller jusqu'à le détraquer littéralement et par exemple conduire au sida et à la mort du sujet infecté.

En définitive, à l'aide de quelques gènes, les virus peuvent altérer et modifier les programmes de fonctions intracellulaires à leur profit, avec pour objectif final de transformer l'organisme infecté en agent contaminant, capable de propager l'infection et d'assurer la survie du virus.

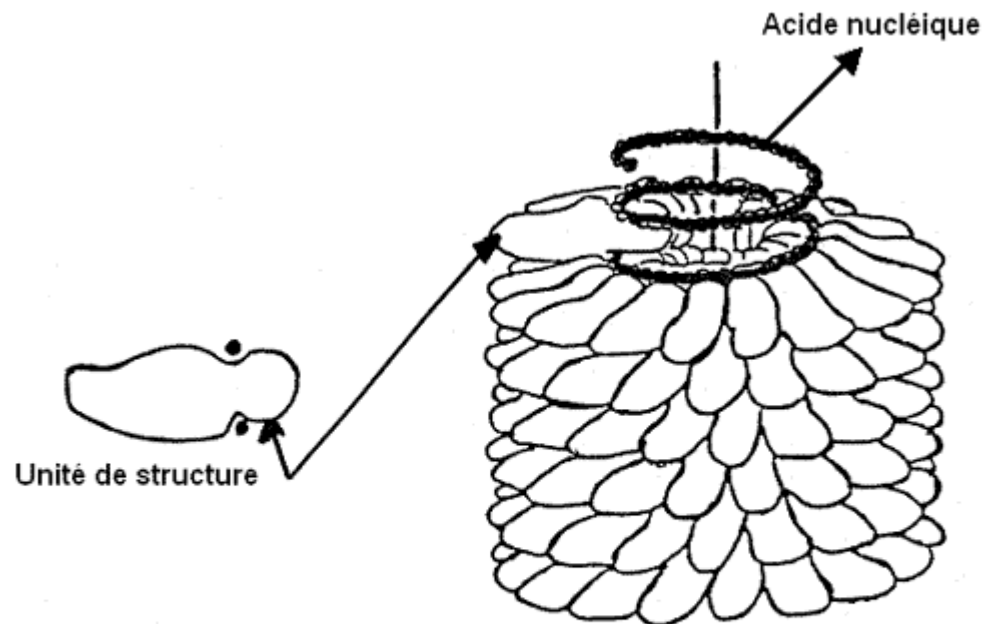
## 1-1. Le génome

Un virus comporte toujours un génome qui est du DNA ou du RNA, de sorte que dans la classification des virus on distingue en premier lieu **virus à DNA** et **virus à RNA**. Ce génome peut-être monocaténaire (simple brin) ou bicaténaire (double brin).

## 1-2. La capside

Le génome est emballé dans une structure protéique appelée **capside**, d'un mot grec, capsia, signifiant boîte. La capside **protège** le génome. Elle a une conformation géométrique qui, selon les virus est, soit tubulaire, soit polyédrique. On appelle **nucléocapside** la structure compacte formée par l'assemblage de la capside autour du génome.

- **nucléocapside tubulaire ou hélicoïdale.** C'est un tube enroulé en peloton (pour ce qui concerne les virus humains ou animaux, ce peloton est lui-même enveloppé dans un 3ème élément appelé péplos).

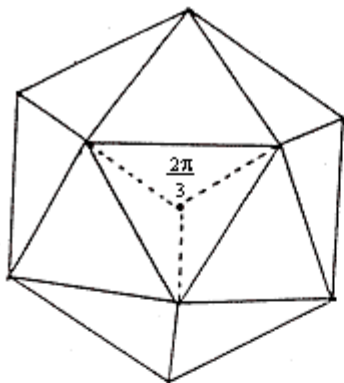
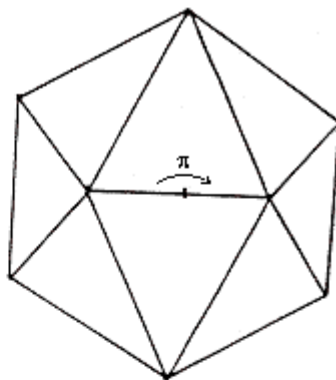
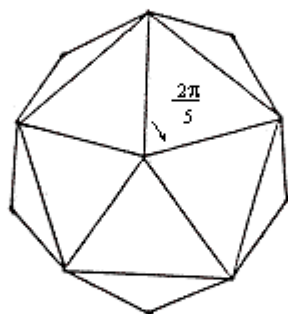
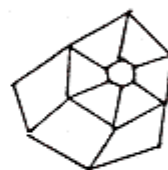


### Symétrie hélicoïdale :

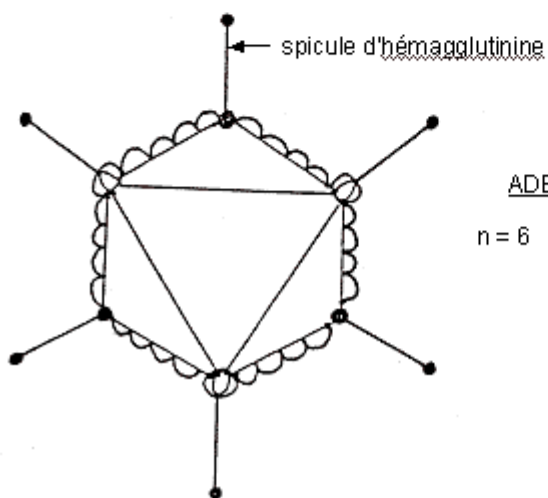
- Répétition de sous-unités protéiques constituant un "manchon"
- Le manchon est rigide → forme tubulaire du virus
- Le manchon est flexible → structure enroulée sur elle-même → forme sphérique

- **nucléocapside polyédrique.** Ce n'est pas n'importe quel polyèdre mais un **icosaèdre** : polyèdre à 20 faces qui sont des triangles équilatéraux, et 12 sommets. Vu sous un

certain angle, l'icosaèdre présente un contour hexagonal.

ICOSAEDRE : POLYEDRE REGULIER :10 axes de symétrie 315 axes de symétrie 2Penton  
(aux sommets)6 axes de symétrie 5HEXON (Faces et arêtes)

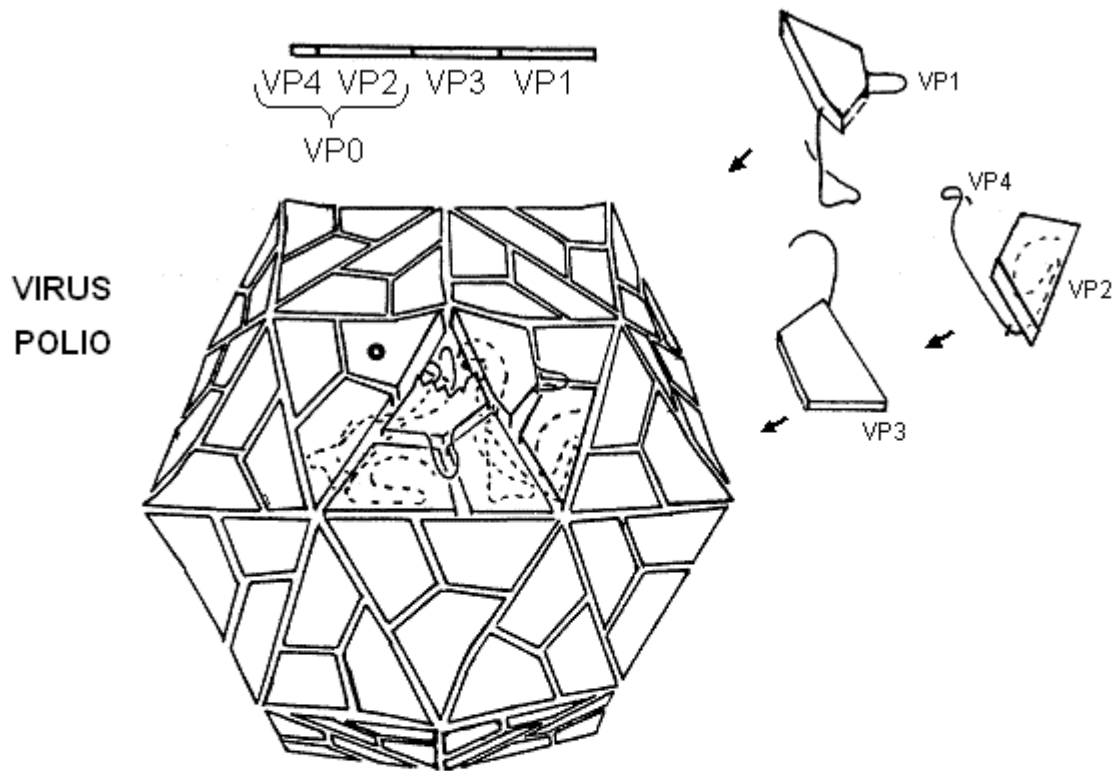
- |              |
|--------------|
| - 12 SOMMETS |
| - 20 FACES   |
| - 30 ARETES  |

ADENOVIRUS

n = 6      N = 252

Il faut retenir que les capsides tubulaires comme les capsides polyédriques, sont faites de protéines virales polymérisées et que ces structures ont été sélectionnées dans la nature en raison de leur **grande stabilité** (Ex : ballon de football à 12 pièces noires et 20 pièces blanches a pour structure de base un icosaèdre).

Exemple de virus icosaédrique très simple : **les poliovirus**.



Overview of the packing of subunits in picornaviruses. The proteins are cleaved from a precursor, as shown. VP1-3 are represented by wedge-shaped blocks (the RVC domains) with N- and C-terminal extensions. The N-terminal extensions interdigitate to form an internal framework. VP4 is, in effect, part of the N-terminal extension of VP0. In polio and rhinovirus, the prominent GH of VP1 loop lies across VP2 and VP3 as shown. In FMDV, it forms an even larger, disordered projection. An "exploded" view of one protomer is shown at the *right*.

Les protéines de capsid forment des oligomères appelées capsomères, disposés sur les faces et le sommet de l'icosaèdre. Il en résulte que la capsid, résistante, a un rôle protecteur vis-à-vis du génome qui s'y trouve empaqueté.

### 1-3. L'enveloppe ou péplos

D'un mot grec signifiant manteau, c'est l'élément le plus externe de **certains virus**. La présence ou l'absence d'enveloppe règle en grande partie le mode de transmission des maladies. Tous les virus humains et animaux à capsid tubulaire ont un péplos mais seuls certains virus à capsid icosaédrique en sont pourvus (*Herpesviridae*, *Togaviridae*, *Flaviviridae*).

**Qu'est-ce que le péplos ou enveloppe ?** Ce terme évoque une structure souple et, de fait, le péplos est une membrane, dérivée des membranes cellulaires, cytoplasmique ou nucléaire, selon les virus. En effet, les virus à péplos terminent leur multiplication dans la cellule par **bourgeonnement**. Des glycoprotéines d'origine virales s'insèrent dans cette couche bilipidique.

Ainsi, la capsid et le génome d'un virus enveloppé comme le virus de la grippe s'assemblent en une nucléocapsid sous la membrane cytoplasmique. Le virus va sortir de la cellule, non pas en faisant éclater cette cellule mais en formant un bourgeon au détriment de la membrane cytoplasmique. Ce bourgeon va s'isoler pour former un virus entier, libre, capable d'infecter une nouvelle cellule ou un nouveau sujet. L'enveloppe de ce virus de la grippe est la membrane cytoplasmique de la cellule infectée, mais modifiée par l'adjonction de **glycoprotéines virales**. Les lipides de l'enveloppe sont, eux, d'origine cellulaire.

C'est en revanche dans le noyau que s'assemblent la capsid et le génome des virus de la famille des *Herpesviridae*. Le virus va sortir de la cellule par bourgeonnement de la membrane nucléaire, plus précisément par bourgeonnement de la lamelle interne de cette membrane. Le péplos des virus du groupe Herpès est fait de la membrane nucléaire modifiée par l'adjonction de glycoprotéines virales.

**Les virus nus**. Certains virus n'ont pas de péplos. Les poliovirus par exemple en sont dépourvus. Ce sont des virus "nus".

**Que cela change t-il d'avoir ou de ne pas avoir de péplos ?**

VIRUS à ADN		VIRUS à ARN	
NUS	ENVELOPPES	NUS	ENVELOPPES
Adéno ○●✱ Papilloma ✱✱ V. JC et BK ✱ Parvo B19 ●	<b>Herpesviridae :</b> - Herpes simplex △ ✱■✱ - Varicelle-Zona ●✱ - CMV ✱△■□✱ - EBV ✱△■□✱ - HHV-6 à 8 ✱	Entérovirus ○ HAV ○ Rhino ● Rota ○ Astro ○ Calici ○ Norwalk ○	<b>Myxo Influenza :</b> - Grippe ● <b>Paramyxoviridae :</b> - Para Infl. ● - Oreillons ● - Rougeole ●✱ - RS ●
Virus complexes : HBV ✱△✱			

Pox	<p><b>Coronavirus ●○</b></p> <p><b>Rubéole ●</b></p> <p><b>Flaviviridae :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fièvre jaune</li> <li>- HCV ■□✱</li> </ul> <p><b>Rage ■</b></p> <p><b>Lassa, Hanta ●</b></p> <p><b>Ebola, Marbourg ●</b></p> <p><b>Retro :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HIV-1 et 2 †△■□✱</li> <li>- HTLV-1 et 2 †△■□✱</li> </ul>
-----	---

### Transmission des virus

- Voie digestive
- Voie respiratoire
- △ Soins de maternage
- † Voie sexuelle
- Transfusion sanguine
- Greffe
- ✱ Infection virale persistante

A part, les prions ou ATNC (protéine autorépliquable ?) ■ et sans doute ○ pour l'ESB

**Le fait d'avoir un péplos rend le virus très fragile.** Le péplos a, en effet, la fragilité des membranes cellulaires dont il dérive. C'est une membrane aussi fragile que n'importe quelle membrane biologique. Un virus, quel qu'il soit, pour être infectant doit être entier. Or, il y a deux sites où les virus à enveloppe vont dégrader rapidement leur enveloppe et du même coup perdre leur pouvoir infectieux : le milieu extérieur et le tube digestif. Dans ces mêmes endroits les **virus nus, sans péplos** qui ont simplement un génome et une capsid (capsid icosaédrique), **vont résister beaucoup plus longtemps.**

Cela explique l'épidémiologie virale, qui a trait à la transmission des infections virales d'un individu à un autre. Le virus de la fièvre aphteuse est évidemment un virus nu.

Dans le milieu extérieur, les virus à péplos ne vont pas survivre longtemps car ils vont être inactivés par deux facteurs : la température, même la température ordinaire, et la dessiccation. Cela n'a rien de surprenant : les membranes cellulaires sont détruites dans le milieu extérieur



et si les cellules bactériennes survivent très bien, c'est parce qu'elles protègent leur membrane cytoplasmique par une paroi. Si une cellule bactérienne se trouve sans paroi, la bactérie fragilisée meurt. Les virus à péplos sont aussi fragiles que des bactéries dont on aurait supprimé la paroi !

Dans le tube digestif le péplos est rapidement digéré par les enzymes digestives. Donc, les virus à péplos, les virus de la grippe, les virus de la famille des *Herpesviridae* ne résistent pas dans les selles. A l'inverse les poliovirus sont trouvés dans les selles qui sont le moyen essentiel de dissémination de la maladie.

2 exemples :

De tout ce qui précède, il résulte qu'on peut opposer presque point par point la transmission de la grippe et la transmission de la poliomyélite.

- **la transmission de la grippe** se fait **directement** par contact **rapproché** de deux sujets et par voie aérienne uniquement. On respire les microgouttelettes infectantes projetées par la toux du sujet grippé. Les virus de la grippe ne résistent pas longtemps à l'air. On ne les retrouve pas dans la poussière. Ils ne sont pas excrétés dans les selles ; on ne les retrouve pas dans les eaux usées. On ne s'infecte pas par ingestion mais par **inhalation, en face** du sujet grippé.

D'autre part, la brève survie des virus de la grippe dans l'air, autour des sujets infectés, sera favorisée si **l'air est humide et froid** puisque le péplos craint la chaleur et la dessiccation. Rien d'étonnant à ce que, dans les hémisphères Nord et Sud, la grippe sévisse **l'hiver** et non l'été.

- **la transmission de la poliomyélite.** On a affaire à des virus relativement résistants qui peuvent persister plusieurs jours dans le milieu extérieur, surtout si c'est dans l'eau. Ils sont excrétés non seulement dans les microgouttelettes respiratoires mais bien plus encore dans les selles et cela pendant des semaines. On va donc les retrouver dans les eaux usées. Ainsi, la transmission des poliovirus pourra se faire de 2 façons :

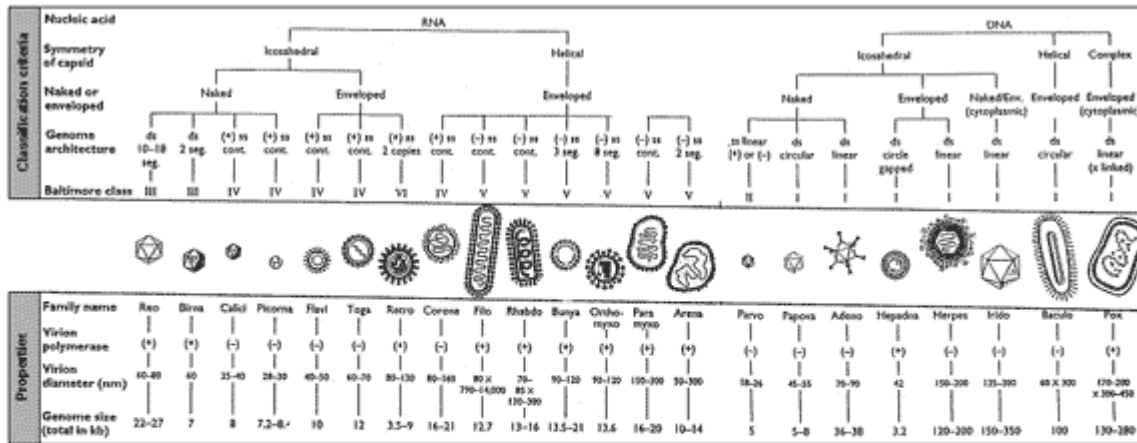
1/ comme pour la grippe, par contact direct rapproché, respiratoire, en face d'un sujet infecté ;

2/ mais **surtout par contamination indirecte** faisant intervenir les **selles**, par contamination **fécale-orale**, c'est-à-dire, ingestion du virus avec des aliments contaminés, consommation d'eau contaminée, bains de rivière. La transmission des infections à poliovirus est évidemment favorisée par les **mauvaises conditions d'hygiène**. Les épidémies de poliomyélite survenaient surtout **l'été** où l'on se baigne, où l'on consomme des végétaux crus, où les orages perturbent la circulation des eaux usées (normalement les eaux de W.C. passent par des circuits séparés mais en cas d'orage brutal les vannes qui les contiennent sont débordées). Ces épidémies de poliomyélite persistent dans tous les pays du Tiers Monde où la vaccination fait défaut.

En somme, le virus de la poliomyélite, qui est un entérovirus, a à tous égards un mode de propagation superposable à celui des entérobactéries. Chaque fois qu'on étudiera un virus il

faudra savoir s'il possède ou non un péplos. La nature du génome, DNA ou RNA intervient, elle, pour comprendre la chimiothérapie. Quant à la conformation de la capsid, tubulaire ou icosaédrique, elle a en elle-même peu de conséquence pour ce qui intéresse la virologie médicale mais il se trouve que tous les virus humains à capsid tubulaire ont un péplos d'où une transmission par contacts rapprochés.

#### 1-4. La classification des virus



**LEGEND :** Classification schemes for animal viruses. Summary of the major characteristics of 21 representative families of viruses that infect vertebrates and 1 that infects insects. Not all virus families are shown in the figure ; the one insect virus family (*Baculoviridae*) is included because it has become an important tool in biotechnology. Adapted from G. P. Martelli et al. (ed.), *Virus Taxonomy Classification and Nomenclature of Viruses. Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses* (Springer-Verlag, Vienna, Austria, 1995).

Elle repose désormais sur la structure des virus et non plus sur leur pouvoir pathogène ou leur taille. Les trois premiers critères de la classification sont, dans l'ordre, la nature de l'acide nucléique du génome, DNA ou RNA, la conformation de la capsid, tubulaire ou icosaédrique, et enfin la présence ou l'absence de péplos.



[Haut](#)

[Accueil](#) | [Contact](#) | [Accès Azay](#)