

La virologie est une science du domaine de la microbiologie qui s'intéresse à l'étude des virus.

Qu'est-ce qu'un virus ?

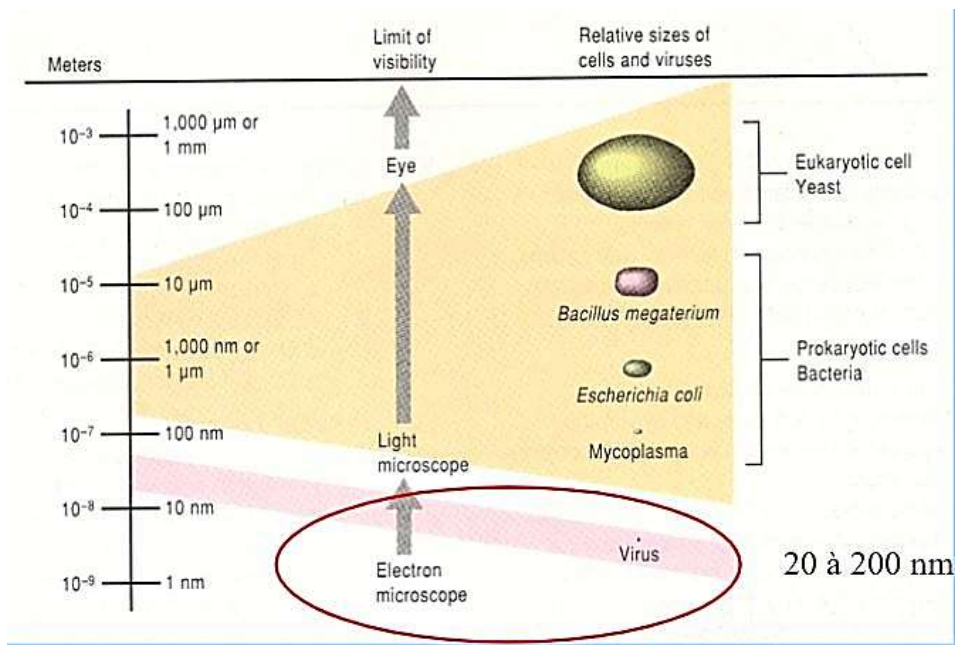
C'est un agent infectieux très simple, avec une structure composée de deux ou trois éléments. Les virus sont donc différents des bactéries ou des parasites, qui sont des cellules procaryotes ou eucaryotes.

Les virus sont infectieux et potentiellement pathogènes. "Les virus sont les virus", comme le disait André Lwoff, un des pères de la virologie moderne.

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

Le mot virus est issu du latin virus, qui signifie « **poison** ».

Le virus (microorganisme acaryote):
entité biologique acellulaire, **incapable de se reproduire** de façon autonome, **nécessitant une cellule hôte**, dont il utilise les constituants pour se multiplier, d'où l'appellation de parasite intracellulaire obligatoire.



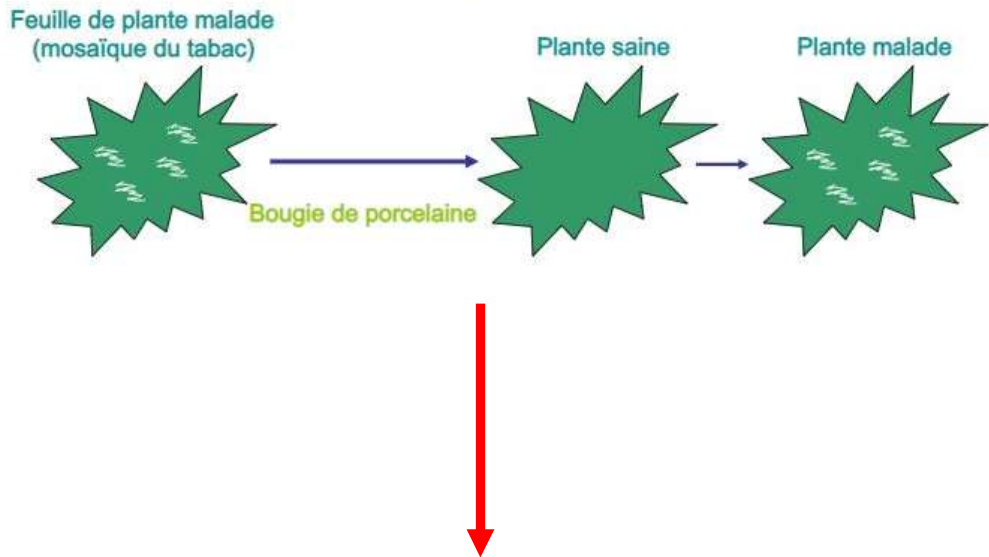
Il n'est pas considéré comme un organisme vivant, entre le non vivant et le vivant.

Principales différences entre bactéries et virus

	Bactéries	Virus
Taille (µm)	0,1 - 10	0,01 - 0,25
Acides nucléiques	ADN et ARN	ARN ou ADN
Métabolisme	+	-
Reproduction	Division cellulaire	réplication
Croissance	présente	absente

Découverte des Virus

Expérience d 'Ivanowski (1890)



Travaux de Beijerinck en 1898

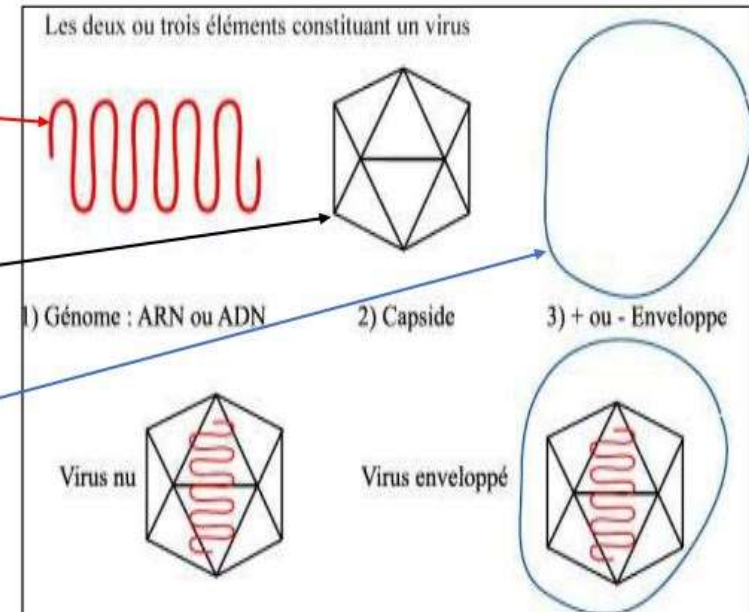


Structure des virus

Les virus sont composés d'un acide nucléique : **ADN ou ARN (jamais les deux à la fois)**, qui constitue leur patrimoine génétique. La plupart du temps, se trouvent des enzymes sur le brin d'ADN ; celles-ci permettent d'accélérer la réplication du génome.

Le patrimoine génétique du virus est renfermé dans une coque de nature protéique nommée : **capside**. L'ADN du virus et la capside sont alors nommés : nucléocapside.

Certains virus ne sont constitués que d'une nucléocapside, ce sont les virus nus. D'autres sont enveloppés par une **enveloppe** membranaire constituée d'une membrane et de protéines.



**Tous les virus doivent avoir un génome et une capside.
L'enveloppe est présente chez certains virus seulement.**

Structure des virus

Le génome

Un virus comporte toujours un génome qui est soit de l'ADN soit de l'ARN jamais les deux à la fois.

Le matériel génétique peut être :

- *monocaténaire (à simple brin) ou bicaténaire (à double brin),
- *circulaire ou linéaire,
- *de polarité positive ou négative

Le génome viral peut être:

ARN monocaténaire linéaire, ARN monocaténaire circulaire, ARN bicaténaire,
ADN monocaténaire linéaire, ADN bicaténaire linéaire ou ADN bicaténaire circulaire.

Les génomes à ARN de polarité positive (direction 5'→3') sont lus directement par les ribosomes.

Les génomes à ARN de polarité négative (direction 3'→5') nécessitent une transcription préalable par une enzyme virale pour la synthèse des protéines.

Les virus spécifiques des animaux et des bactéries sont essentiellement à ADN, alors que les virus parasitant les végétaux sont à ARN.

Structure des virus

La capside

Le génome est empaqueté (entouré) dans une structure protéique très stable, qui le protège, appelée capside. CAPSIDE, d'un mot grec, capsas, signifiant boîte.

La capside est composée de protéines, de grande stabilité, arrangées selon un motif précis et répété (**capsomères**)

En plus du rôle de protection, la capside confère aux virus nus le **pouvoir antigénique** et le **pouvoir d'attachement aux cellules hôtes** (structures antigéniques et sites d'attachement au récepteur cellulaire à la surface de la capside).



Les capsomères sont des sous-unités protéiques. C'est la plus petite unité structurale observable au microscope électronique.

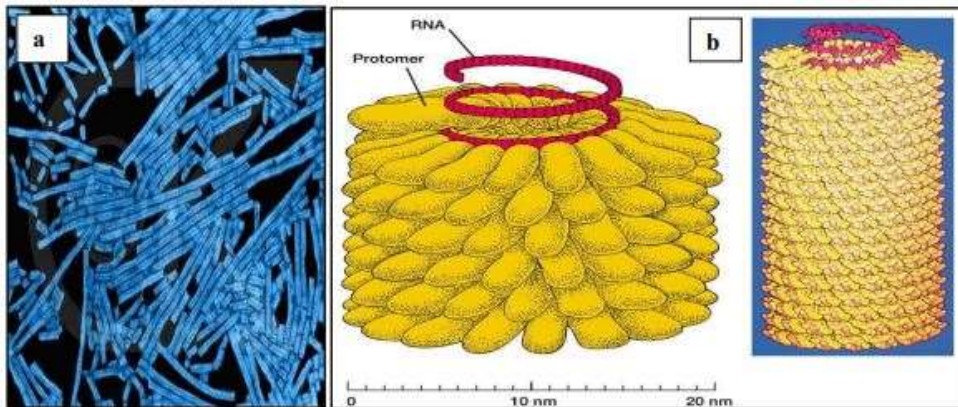
Selon l'assemblage des capsomères on définit les différentes formes de capsides, caractéristiques du type de virus.

Structure des virus

La nucléocapside possède une conformation géométrique qui, selon les virus, peut être hélicoïdale tubulaire (virus du tabac), ou polyédrique (virus de l'herpes).

On distingue 3 catégories de capsides

1. **Capside tubulaire à symétrie hélicoïdale :** (virus de la grippe et de la rougeole). Le modèle est le virus de la mosaïque du tabac (5% acide nucléique, 95% protéines). C'est un virus à ARN qui infecte les plantes, en particulier le tabac.



a/virus de la mosaïque du tabac sous microscope électronique, b/schéma d'un segment de ce virus (capside à symétrie hélicoïdale).

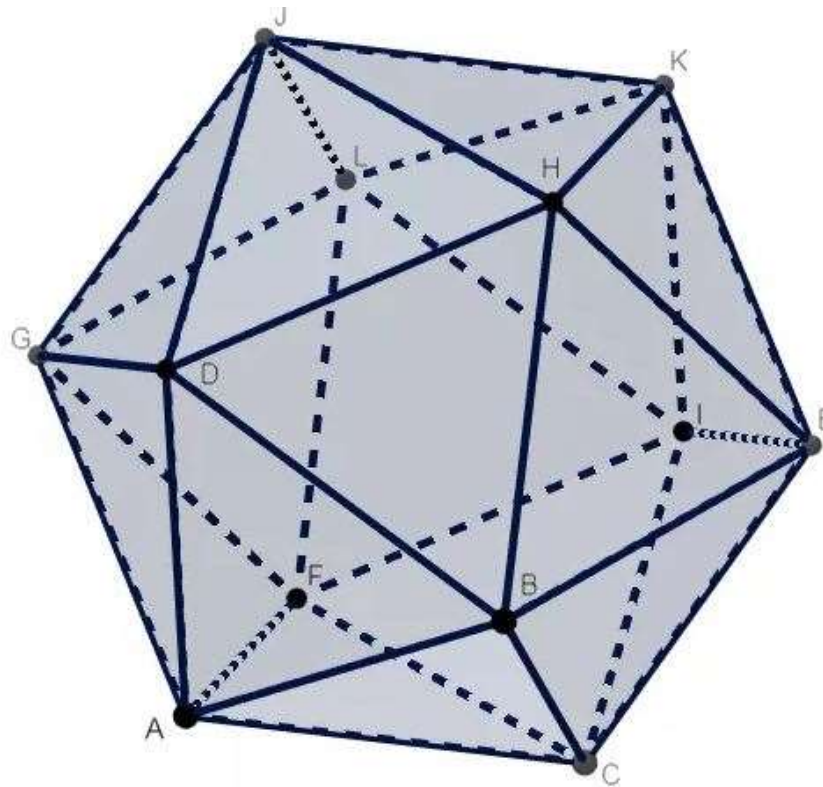
Structure des virus

2. Capside icsaédrique à symétrie cubique : (entérovirus, adénovirus, herpès...). Le préfixe icsa-, d'origine grecque, signifie « vingt ». C'est une capsidc à symétrie icsaédrique, constitué de 20 faces triangulaires (triangles équilatéraux), 12 sommets et 30 arêtes.



Icosaèdre

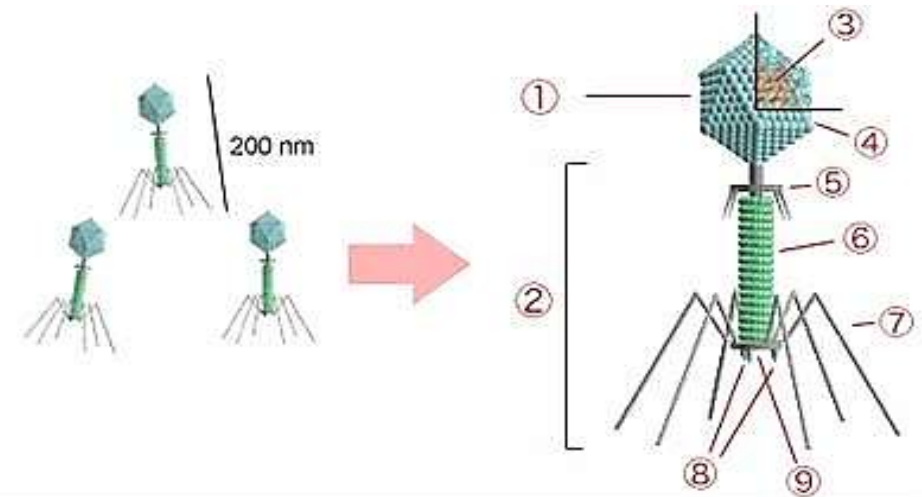
12 sommets (pentons)
20 faces (hexons)
30 arêtes



Structure des virus

3. Capside à symétrie binaire (complexe) : contiennent la symétrie en icosaèdre (la tête) renfermant l'acide nucléique et la symétrie en hélice (la queue)

Cette architecture est retrouvée chez un nombre limité de virus comme le bactériophage T4 d'E.coli. Il possède une tête à **symétrie icosaédrique** renfermant l'acide nucléique et une queue à **symétrie hélicoïdale**.



Structure d'un bactériophage :

- 1. tête ;
- 2. queue ;
- 3. acide nucléique ;
- 4. capsid ;
- 5. col ;
- 6. gaine contractile ;
- 7. fibres caudales ;
- 8. spicules ;
- 9. plaque terminale.

Structure des virus

L'enveloppe

L'enveloppe ou (péplos : du mot grec signifiant tunique ou manteau) est l'élément le plus externe de certains virus qui recouvre la capside. Selon la présence ou non d'une enveloppe, on a des virus enveloppés ou nus.

L'enveloppe virale qui entoure la nucléocapside de certains virus est constituée d'une double couche de lipides, provenant des membranes de l'hôte, où sont ancrées des protéines et des glycoprotéines codées par le génome viral.

La membrane de la cellule hôte peut être une membrane plasmique, une membrane nucléaire, d'appareil de Golgi ou de réticulum endoplasmique.

Exemples de virus enveloppés: SARS- COV, Herpes, VIH

Classification des virus

La classification actuelle (adopté par l'ensemble de la communauté scientifique) prend en compte l'ensemble des **données génomiques, biochimiques et morphologiques** des virus.

Elle est périodiquement remise à jours par le Comité international de taxonomie des virus (ICTV).

Ainsi les virus sont classés en **familles, sous-familles, genres et espèces**.
Pour toutes les catégories, les noms doivent commencer par une **majuscule** et être en **italique**.

La classification **Baltimore** est un système de classification scientifique facile d'utilisation, basé sur :

• CRITÈRES DE CLASSEMENT:

- Nature du génome: ADN ou ARN, nombre de brins
- Symétrie de la capside
- Présence d'une enveloppe
- Stratégie de réplication

• TAXONOMIE et TERMINAISONS:

- **Famille:** -*viridae* **ex:** *Herpesviridae*
- **Sous-famille:** -*virinae* **ex:** *Herpesvirinae*
- **Genre et espèce:** -*virus* **ex:** *Herpesvirus*

Classification des virus

Le lauréat d'un prix Nobel en médecine (1975), David Baltimore. regroupe les virus en 7 classes et s'est basé principalement sur les caractéristiques du génome des virus et sur le procédé utilisé pour synthétiser l'ARNm viral.

Classe	Type de génome
Classe I	Virus à ADN double brin, Ex: Herpesvirus, phage T4, phage Lambda
Classe II	Virus à ADN simple brin à polarité positive
Classe III	Virus à ARN double brin. Ex: Reovirus
Classe IV	Virus à ARN simple brin à polarité positive. Ex: Coronavirus
Classe V	Virus à ARN simple brin à polarité négative. Ex: Ebola, virus de la rougeole, des oreillons, de la grippe
Classe VI	Virus à transcription inverse. Rétrovirus à ARN simple brin polarité (+). Ex: HIV
Classe VII	Virus à transcription inverse. Pararétrovirus à ADN double brin. Ex: Hepadnavirus

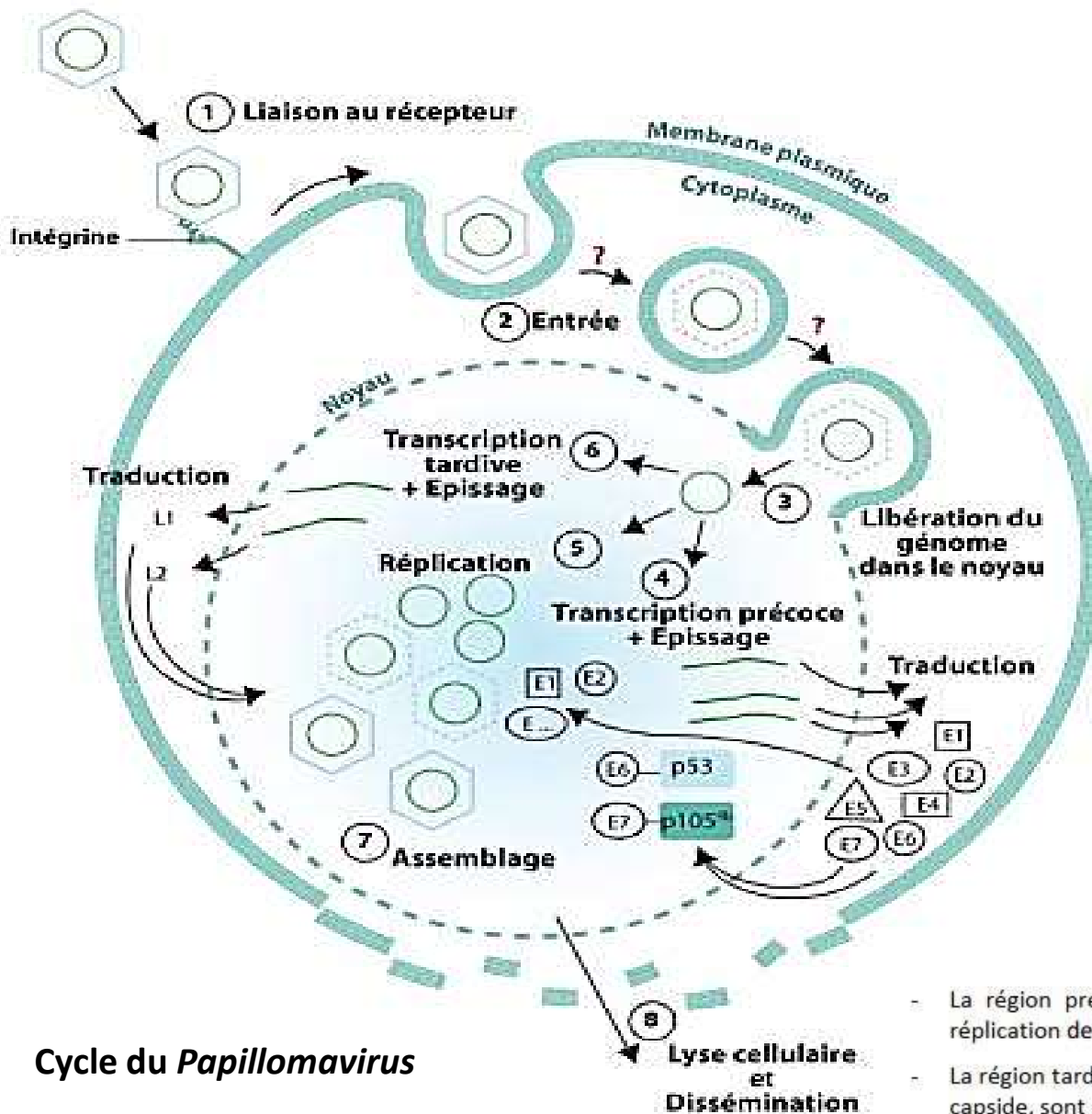
Les génomes à ARN de polarité positive (direction 5'→3') sont lus directement par les ribosomes.

Les génomes à ARN de polarité négative (direction 3'→5') nécessitent une transcription préalable par une enzyme virale pour la synthèse des protéines.

Le cycle viral

Le cycle viral peut être divisé en cinq étapes :

1. Attachement du virus à la cellule hôte via un récepteur.
2. Pénétration puis décapsidation du virus et libération de l'acide nucléique viral dans le cytoplasme de la cellule infectée ou injection direct de l'acide nucléique viral.
3. Synthèse des macromolécules : l'hôte va fabriquer des ARNm, synthétiser des protéines et copier en plusieurs exemplaires le génome viral.
4. Assemblage des éléments de structure viraux.
5. Libération des virions dans le milieu extracellulaire.



Cycle du *Papillomavirus*

- La région précoce : les gènes E1 à E7, indispensables à la transcription et à la réplication de l'ADN viral, sont placés sous le contrôle du promoteur précoce.
- La région tardive : les gènes L1 et L2, indispensables à la synthèse des protéines de la capside, sont placés sous le contrôle du promoteur tardif.