

## C-Les virus

### I-Définition :

Le mot virus est issu du latin virus, qui signifie « poison ». **Le virus** (microorganisme acaryote) est une entité biologique 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 cellulaire obligatoire**.

◆ Microorganisme constitué essentiellement d'un **acide nucléique** (patrimoine génétique) entouré d'une **coque protéique**.

◆ Leur importance tient du fait qu'ils sont responsables de maladies diverses (de la grippe à la poliomyélite et au SIDA).

La **virologie** est le domaine de la microbiologie qui étudie les virus qui existe sous deux formes :

✦ **Intra cellulaire** (à l'intérieur de la cellule hôte procaryote ou eucaryote) : le matériel génétique viral se réplique et commande la synthèse de protéines spécifiquement virales.

✦ **Ou Extra cellulaire** : isolé ne manifestant aucune activité vitale ou **virion**.

**Le Virion**: est la particule virale libre dans le milieu extérieur infectieuse, qui ne possède ni métabolisme propre, ni capacité de réplication, ni activité autonome.

### II- Structure (Les composants du virus) :

Un virus est le plus souvent de petite taille entre **10 et 400nm** et il est composé de :

◆ Un **acide nucléique** (ADN ou ARN, simple ou double brin) sous forme de filament stabilisé par des nucléoprotéines basiques (siège de l'information génétique).

◆ une coque protectrice protéique compacte pour protéger l'acide nucléique, appelée: **Capside**.

◆ parfois entouré d'une **enveloppe**.

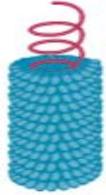
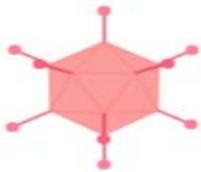
1) **Acide nucléique** : Le filament d'acide nucléique peut être de l'ADN ou l'ARN .Il représente le génome viral (composé de quelques gènes à 1200gènes). Circulaire ou linéaire. Monocaténaire (simple brin) ou bi caténaire (double brin).

2) **La capsid** (capsa: boîte): C'est une coque qui entoure et protège l'acide nucléique viral des diverses agressions du milieu extérieur ou du milieu cytoplasmique de la cellule hôte. Elle représente l'essentiel de la masse du virus et son apparence cristalline au microscope électronique. Elle est et composée par un assemblage de structures protéiques.

L'ensemble capsid et acide nucléique est appelé **nucléocapsid**. La structure de la capsid donne la forme au virus, ce qui permet de distinguer deux groupes principaux de virus :

a) **Les virus à symétrie cubique**: Ce sont des icosaèdres, polyèdres réguliers constitués par 12 sommets et 20 faces triangulaires équilatérales.

b) **Les virus à symétrie hélicoïdale** : Ce sont de longs cylindres creux (200 à 300nm), faits de l'assemblage de 200 protéines identiques. Le matériel génétique est logé à l'intérieur du tube. Ex : virus de la mosaïque du tabac.

Tobacco Mosaic Virus (TMV)	Adenovirus	SARS-CoV-2	Bacteriophage
			
Helical	Polyhedral	Spherical	Complex
Single-Stranded RNA	Double-Stranded DNA	Single-Stranded RNA	Various Genetic Material
Non-Enveloped	Non-Enveloped	Enveloped	Non-Enveloped

### 3) Enveloppe (ou peplos) :

De nombreux virus sont entourés par une **enveloppe issue de la** membrane composée de phospholipides et de protéines de la cellule parasitée. Elle porte les déterminants viraux (glycoprotéines) qui se lient aux récepteurs cellulaires de manière spécifique permettant l'introduction de la nucléocapside dans la cellule hôte. On distingue :

- Les virus nus, ne possédant pas d'enveloppe. Ex : le virus de la poliomyélite (picovirus).
- Les virus à enveloppe. Ex : le virus de la grippe (orthomyxoviridae) et le virus du SIDA (retroviridae). La membrane cellulaire qui recouvre ces virus enveloppés les rend plus fragile.

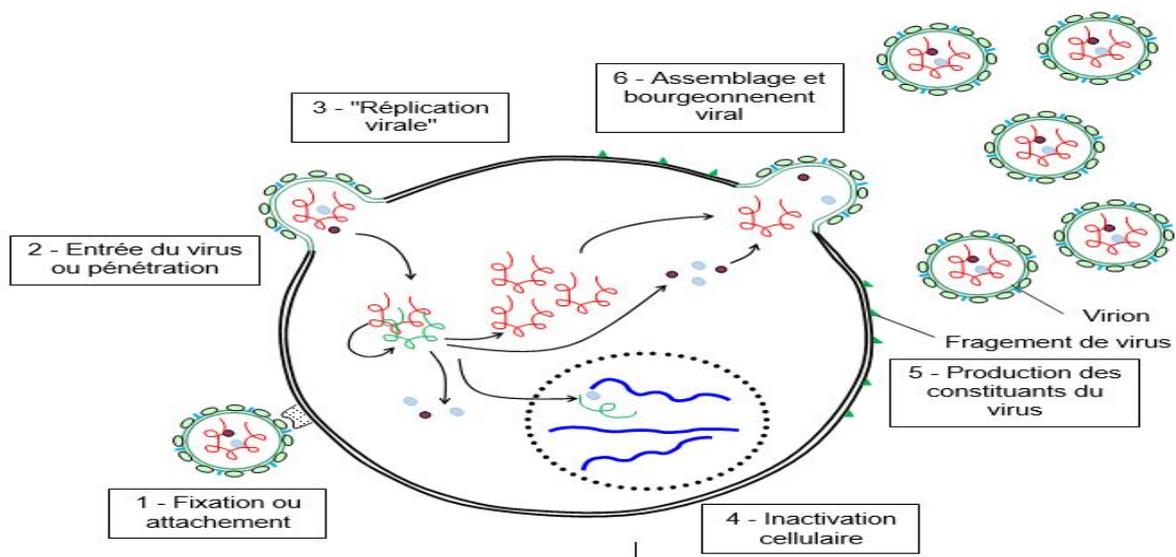
## III. Exemples de quelques maladies virales :

### 1. Le virus de la mosaïque du Tabac :

Un virus à ARN monocaténaire enroulé en hélice à l'intérieur de la capsid qui infecte les plantes, en particulier le tabac. Ce virus est visible au microscope électronique et a une structure sous forme de tuyaux creux. Le virus de la mosaïque du tabac est une particule cylindrique en forme de bâtonnet. La capsid est formée de capsomères.

### 2. Le virus de l'influenza :

L'enveloppe porte deux types différents de glycoprotéines : l'hémagglutinines (H), et la neuraminidase (N). Les virus de la grippe sont des virus à ARN.



Le Cycle de Réplication ou multiplication du virus de l'influenza (la Grippe saisonnière)

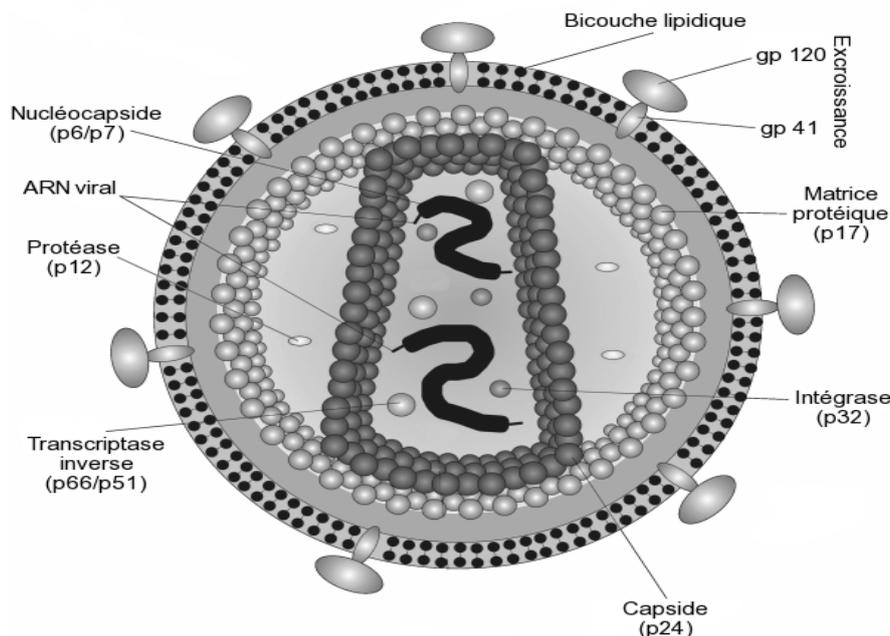
### 3. Le virus du VIH :

Un rétrovirus sphérique d'un diamètre moyen de 145 nm qui dispose d'une enveloppe composée d'un fragment de la membrane de la cellule infectée. Le génome du VIH, contenu dans la capsid, est un simple brin d'ARN en double exemplaire, accompagné d'enzyme (la transcriptase inverse, l'intégrase, la protéase). L'enveloppe porte des glycoprotéines de membrane gp120 et gp41.

### 4. Virus spécifiques des procaryotes ou bactériophages :

Ce sont les virus qui infectent les bactéries. Leur structure est faite de :

- Une tête possédant l'ADN viral.
- Un col.
- Une queue.
- Une base inférieure : comporte une plaque caudale où s'insèrent des fibres qui reconnaissent les sites spécifiques de la paroi bactérienne, et des épines qui comportent des enzymes qui digèrent la paroi bactérienne.



## III Classification des virus : la classification de Lwoff Horne et Tournier, selon trois critères essentiels :

### 1. la nature du matériel génétique : on distingue :

- ◆ les virus spécifiques des eucaryotes à ARN ou à ADN (monocaténaire ou bicaténaire).
- ◆ les virus spécifiques des procaryotes appelés bactériophages.

### 2. le type de symétrie de la capsid hélicoïdale ou cubique.

### 3. le caractère nu ou enveloppé de la capsid.

#### A –Virus à ARN : monocaténaire ou bicaténaire classés en quatre grands groupes :

- ✦ Les virus à ARN bi caténaire.
- ✦ Les virus à ARN monocaténaire brin - : ce sont des virus à symétrie hélicoïdale l'ARN est traduit indirectement en protéines .Ex : paramyxovirus (oreillons, rougeole).
- ✦ Les virus à ARN monocaténaire brin+ : de forme icosaédrique nus, l'ARN est directement traduit en protéines, sans transcription préalable. Ex: picovirus (poliomyélite, fièvre aphteuse).
- ✦ Les rétrovirus : l'ARN monocaténaire est transcrit en ADN par une enzyme, la **transcriptase inverse**. Ex : VIH.

## B –Virus à ADN : monocaténaire ou bicaténaire.

Nature de l'acide nucléique	Symétrie de la Capside	Présence ou Absence d'enveloppe	Exemple
ARN	hélicoïdale	Enveloppé	Grippe
		Nu	mosaïque du Tabac
	cubique	Enveloppé	HIV
		Nu	Hépatite A
ADN	hélicoïdale	Enveloppé	Vaccine (variole)
		Nu	Polyome
	cubique	Enveloppé	Hérpes
		Nu	Hépatite B

### IV. Modalités de multiplication des virus :

Les virus ne peuvent se multiplier qu'au sein des cellules vivantes, par réplication de leur acide nucléique suite à l'interaction du génome viral et de la cellule hôte pour produire de nouveau virus.

L'infection d'une cellule par un virus, puis la multiplication virale se résume en six étapes :

1) Attachement ou adsorption : Surface virale sur la surface cellulaire grâce à des protéines de la capsidie pour les virus nus, et par des glycoprotéines des virus enveloppés sur des récepteurs spécifiques de la membrane cytoplasmique de la cellule hôte.

2) Pénétration : par pinocytose (virus nus), par fusion (de l'enveloppe virale et de la membrane plasmique cellulaire) soit par endocytose (accumulation de particules virales dans des vésicules cytoplasmiques) pour les virus enveloppés.

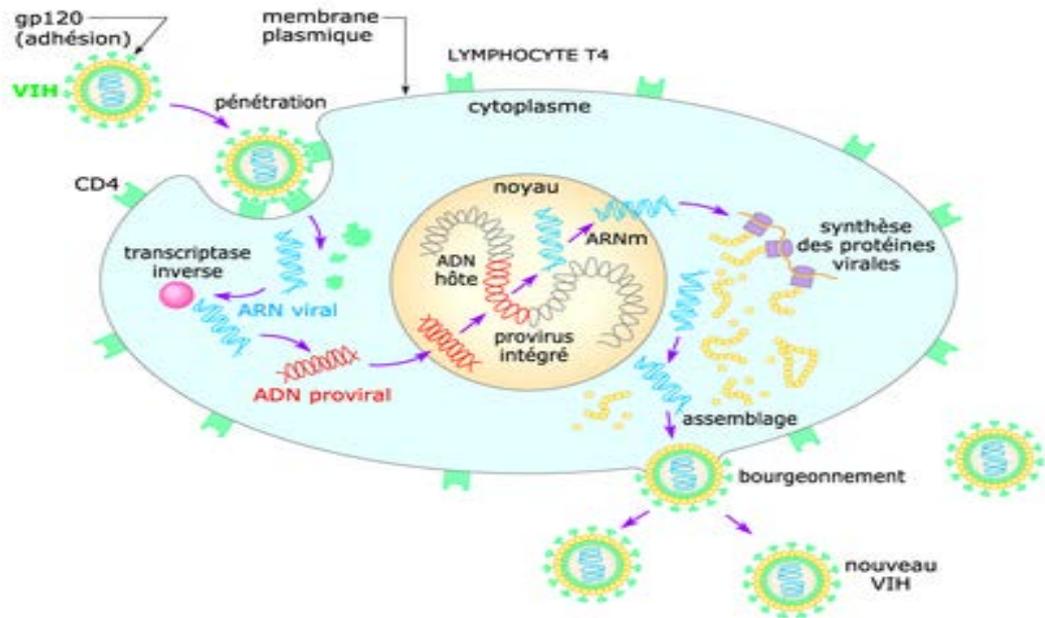
3) Décapsidation : après pénétration ou en même temps, toutes les structures virales sont dégradées à l'exception du génome se trouve libéré.

4) Réplication ou multiplication virale : le génome libéré dirige les synthèses de la cellule. La cellule dirigée par le génome viral va produire des virus, qui sont des copies du génome viral (protéines de la capsidie et ou des glycoprotéines de l'enveloppe) par les ARN messagers viraux que les génomes viraux transmettent leur information à la machinerie cellulaire : transcription et synthèse de protéines.

Les rétrovirus ont une réplication plus complexe car ils possèdent une enzyme spécifique, la transcriptase Inverse qui transcrit de l'ADN à partir de l'ARN. Cet ADN est intégré à celui de la cellule hôte.

5) Assemblage (phase de maturation) : il y a assemblage et maturation des virus dans les cellules infectées. Il y a encapsidation du génome.

6) Libération : ces nouveaux virus sortent de la cellule par éclatement .Une cellule produit environ de 100 à 1000 virus.

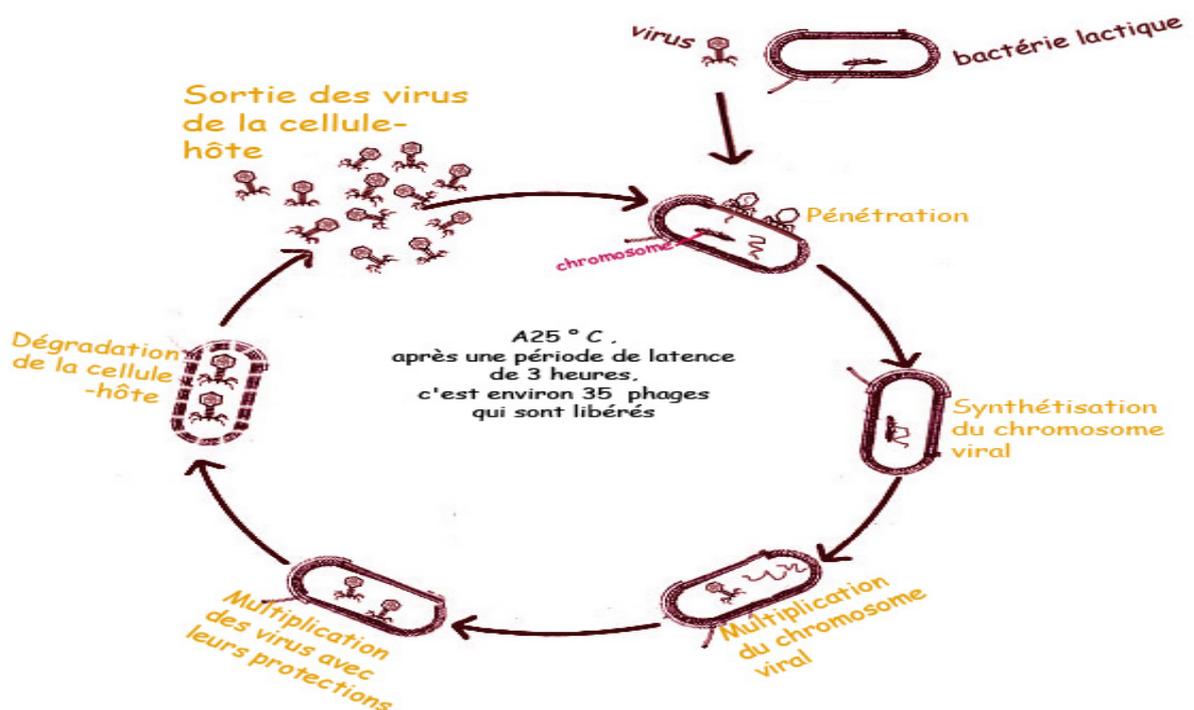


### Le Cycle de Réplication ou multiplication du virus du Sida (VIH)

✦ Multiplication du bactériophage : la multiplication du bactériophage comporte plusieurs étapes :

- 1) Dislocation de la paroi bactérienne par les enzymes de la queue du bactériophage,
- 2) Contraction de la queue permettant à l'axe tubulaire de traverser la paroi et la membrane plasmique de la bactérie.
- 3) L'ADN linéaire de la tête du bactériophage est injecté dans la bactérie à travers la queue.
- 4) A l'intérieur de la bactérie, l'ADN viral bloque la biosynthèse des protéines bactériennes et seuls les ARNm viraux sont traduits.

### Cycle d'infection et de croissance bactériophage



### Le Cycle de Réplication ou multiplication du bactériophage

## **V. Mode d'infection des cellules hôtes :**

### **1. Les infections virales aiguës :**

La majorité des infections virales sont aiguës telles que celles de la grippe et de la gastro-entérite qui aboutissent après plusieurs jours à de manifestations cliniques (liées à la réplication virale et à la réponse immunitaire). L'évolution des maladies virales aiguës dépend de la virulence du virus et de la cellule hôte. Certaines infections sont asymptomatiques.

### **2. Les infections latentes :**

Elles sont observées pour les virus capables d'intégrer leur génome viral dans le génome de la cellule (ex : virus du groupe Herpès). Plusieurs mécanismes de réactivation des génomes viraux induisent une nouvelle réplication virale dans l'organisme à l'origine d'infections récurrentes.

### **3. Les infections chroniques ou persistantes :**

Le virus persiste et la réplication virale continue malgré la réponse immunitaire qui est insuffisante (ex : hépatite B chronique).



La première représentation 3D de ce coronavirus,

Le SRAS-CoV-2 au microscope électronique. Un rond grisâtre couronné de minuscules « particules ultra structurales », caractéristiques des virus. Son diamètre oscille entre 60 et 140 nm

## **Références bibliographiques :**

1. Biologie Cellulaire. Abrégés. Marc Maillet. 10ème édition, Masson 2006.
2. Biologie cellulaire. Des molécules aux organismes, 2ème édition. J c Callen. DUNOD. 2005.
3. Cytologie & Physiologie cellulaire. M. Abdelali, H. Benzine-Challam, A. Madoui-Dekar. Office des Publications Universitaires 2008.
4. Biologie et Physiologie Cellulaire II. Berkaloff A, Bourguet J, Favard P. Hermann Collection Méthodes Paris. 1978.
5. Cours de Biologie Cellulaire : Pierre Cau, Raymond Seite. Edition ellipses. 1999.
6. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Virus>.