

Faculté de Médecine
Département de Pharmacie

Cours de biologie

**Éléments de systématique :
les acaryotes**

Dr HALOUI. M

Les virus

Objectifs du cours

- Découverte des virus
- Définition du virus, virions
- Connaitre la structure générale de quelques virus: mosaïque du tabac, influenza, VIH, bactériophage
- Classification des virus
- connaitre l'origine des enveloppes pour les virus enveloppés
- Modes de transmission
- Cycle viral

I – Introduction

Un peu d'histoire...

19^{ème} siècle : Définition de certains caractères différents des bactéries

- Invisibles au microscope
- Non cultivable
- non arrêté par les filtres pour bactéries

1881 : Louis Pasteur conclut que l'agent de la rage peut être mis en culture dans le cerveau de lapin et découvre le vaccin contre la rage.

- Pas d'identification de l'agent infectieux.

➤ **Dmitri Ivanovski** est un biologiste et botaniste russe.
il est en quelque sorte le premier à découvrir les virus (**1892**).

1898 : Découverte du Virus de la mosaïque du tabac

hollandais **Martinus Beijerinck** est un botaniste et un microbiologiste . Il nomme alors ce pathogène virus.

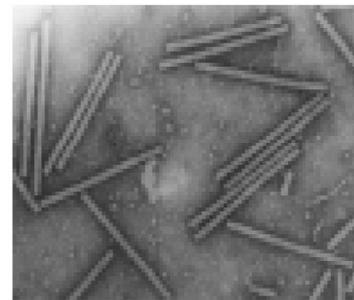


1901 : Découverte de la fièvre jaune et de la fièvre aphteuse

Un peu d'histoire...

1917 : Premières découvertes de virus dits bactériophages (infectant des bactéries)

1930 : microscopie électronique (bâtonnet)



1950 : cultures cellulaires

- Cultures de virus
- Premiers vaccins
- formes de capsides en microscopie électronique



Le virus



Signifie « poison » en latin

Petite entité génétique au sein d'une couche de protéines

Le virus n'est pas considéré comme une unité vivante

Les virus constituent une forme très élaborée de parasitisme

- Ne peuvent se reproduire qu'au sein de cellules vivantes
- Ne possèdent aucun système d'énergie
- Ils détournent la machinerie cellulaire à leur profit



Virus

Organisation simple
acellulaire

Composé d'ADN ou d'ARN

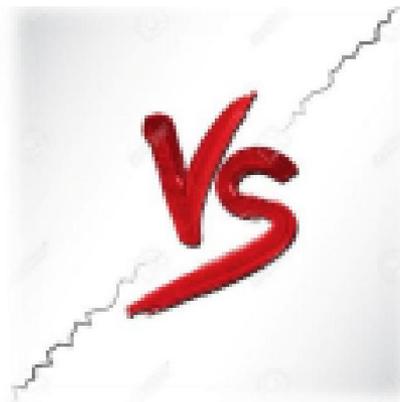
Besoin de cellules vivantes
pour se multiplier

Taille 0,01 – 0,3 μm

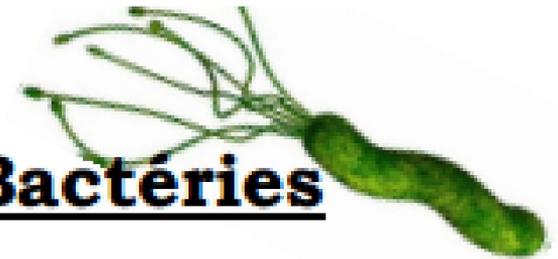
intracellulaire obligatoire

Invisible en culture

Non sensible aux antibiotiques



Bactéries



Organisation complexe

Composé d'ADN et d'ARN

Se multiplie par division
cellulaire

Taille : 2 – 5 μm

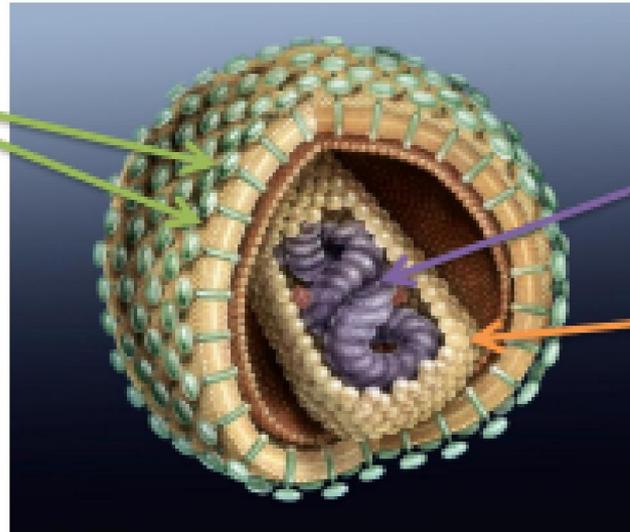
intracellulaire et extracellulaire

visible en culture

sensible aux antibiotiques

II – Structure

Enveloppe lipidique
+ glycoprotéines



Acide nucléique
(ADN ou ARN)

Capside

Les virus sont composés :

- d'un **acide nucléique** (ADN ou ARN) constituant son génome
- D'une **capside** = coque protéique qui entoure le génome
- Certains virus ont une **enveloppe** lipidique (+ glycoprotéines)

Acide nucléique + capsid = **Nucléocapside**



1) Le génome viral

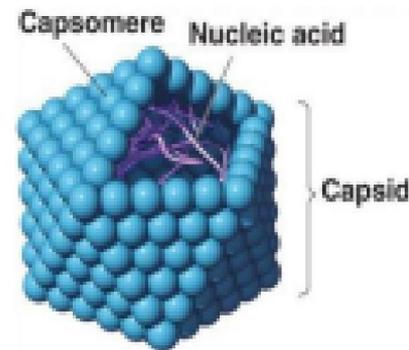
- Virus à ADN: Majorité à double brin
- Virus à ARN: monocaténaire ou bicaténaire majoritairement

2) La capside

La capside présente 2 rôles principaux:

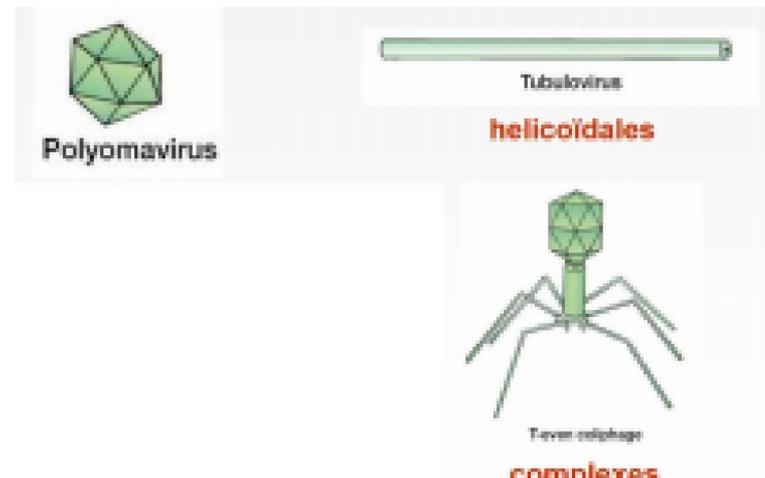
- Renferme et protège le génome
- permet l'attachement des virus nus à la cellule hôte

Unités protéiques = capsomères
Ensemble des capsomères = capside



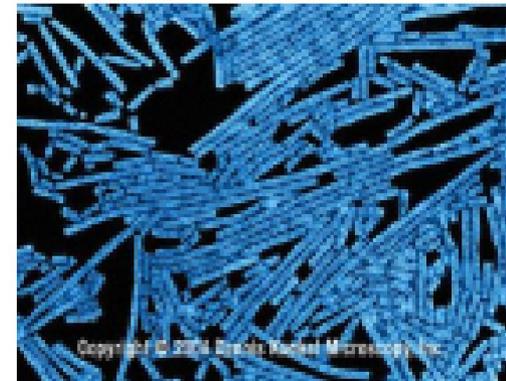
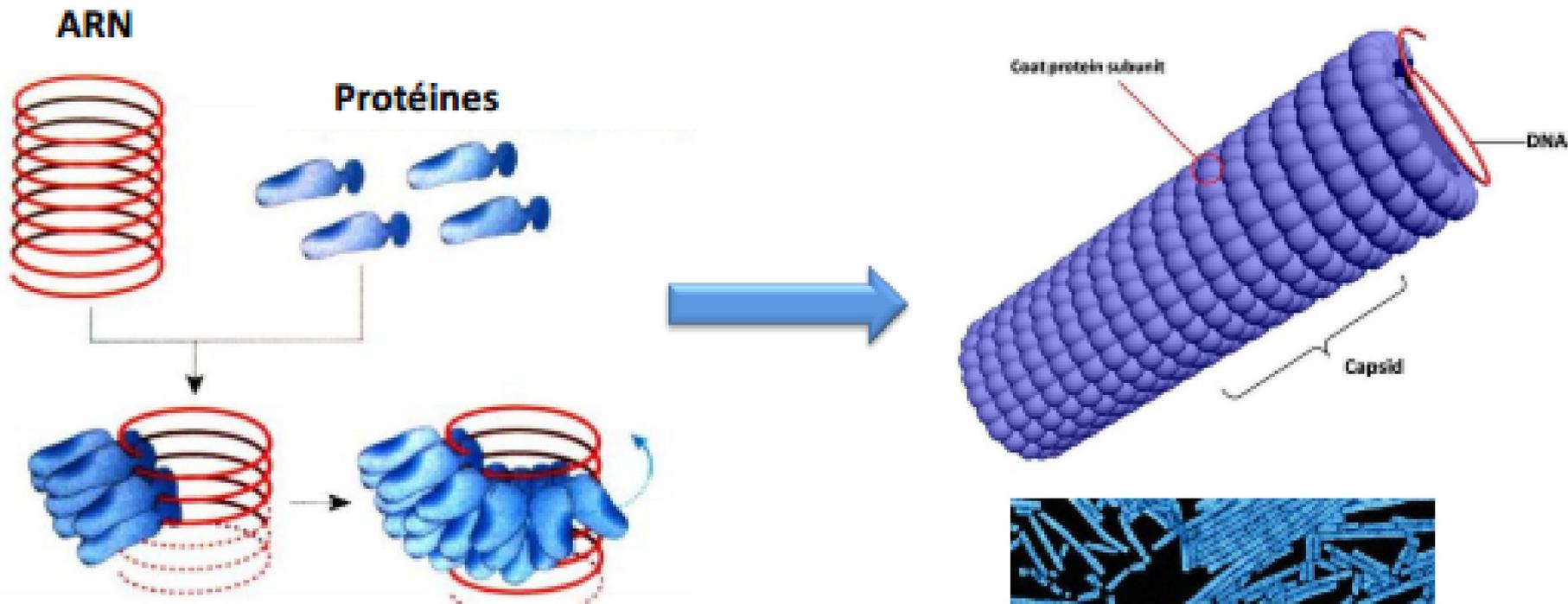
Il y a 3 catégories de capsides:

- Hélicoïdale
- Icosaédrique
- complexe



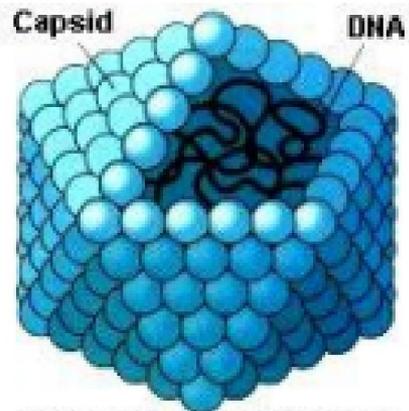
a) Capside hélicoïdale

Exemples : virus de la mosaïque du tabac, influenza virus (grippe), rougeole...
- 5% d'ARN et de 95% protéines

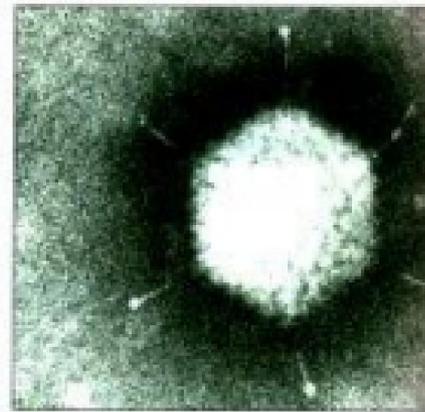


b) Capside icosaédrique

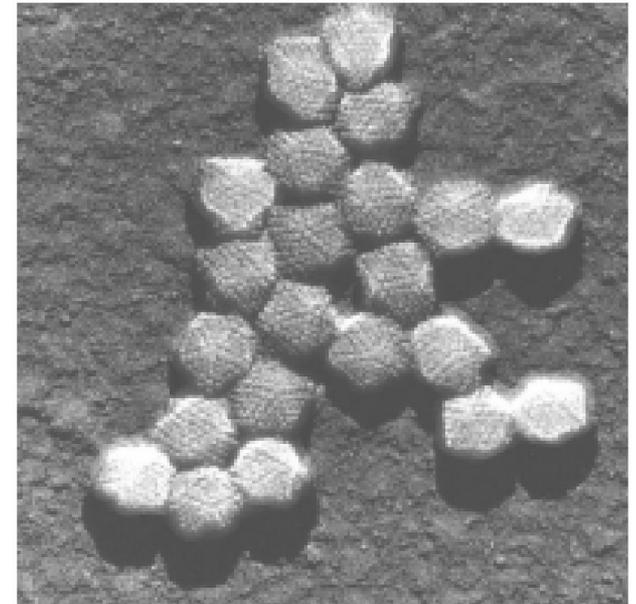
Polyèdre régulier avec 20 faces triangulaires équilatérales et 12 sommets



**Nonenveloped polyhedral
(icosahedral) virus**



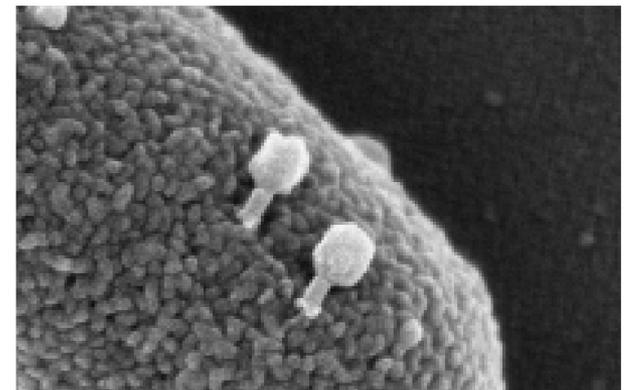
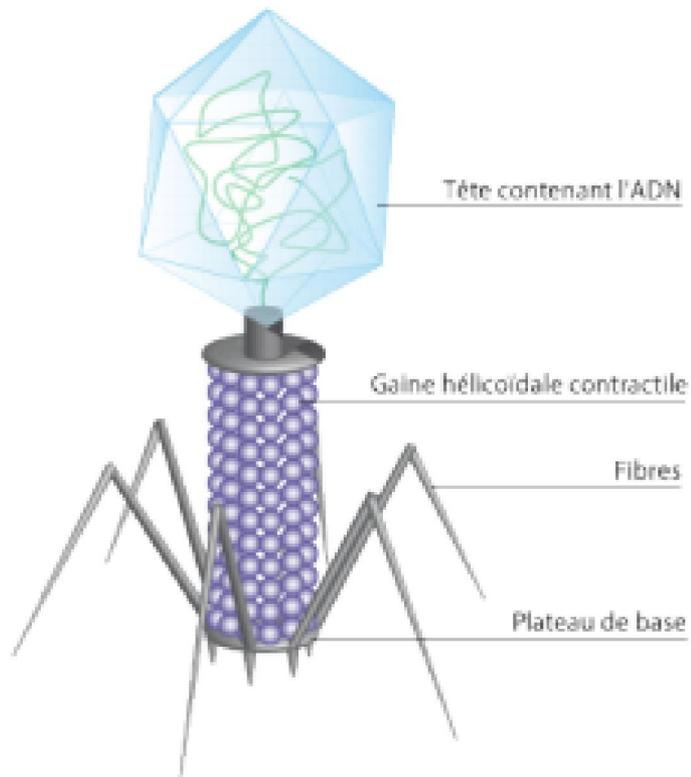
Mastadenovirus



Exemples : virus de l'hépatite B, de l'herpes, polyovirus, enterovirus, virus de la dengue,...

c) Capside complexe

Exemple des Phages qui sont des virus de bactéries (n'infectent pas l'homme)

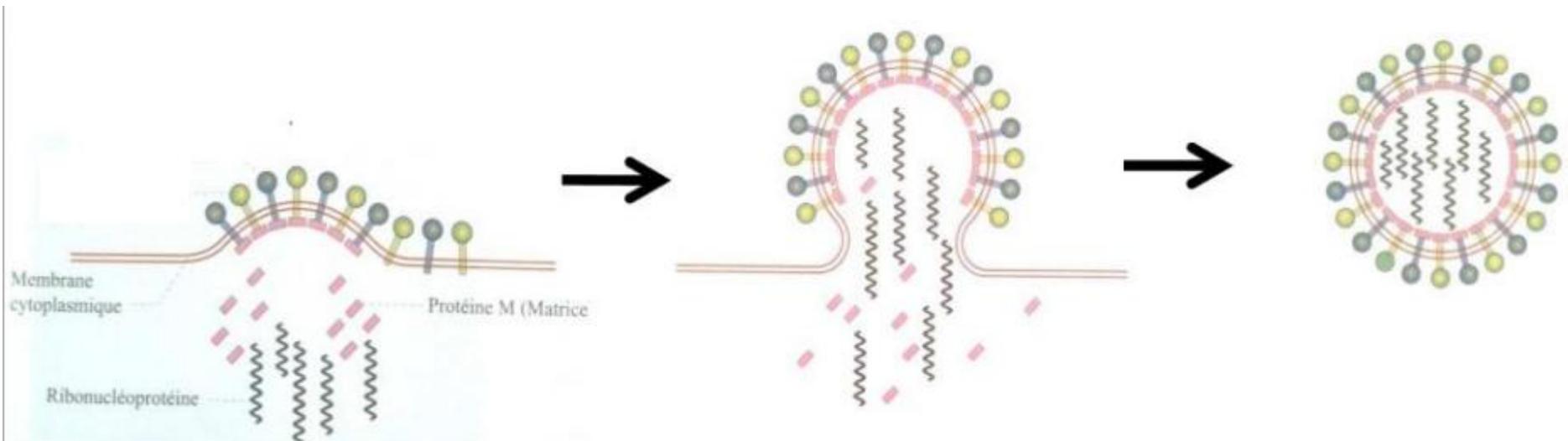


3) L'enveloppe virale

L'enveloppe virale (appelée *peplos*) est constitutive de certains virus
Elle dérive par bourgeonnement à partir de la cellule hôte

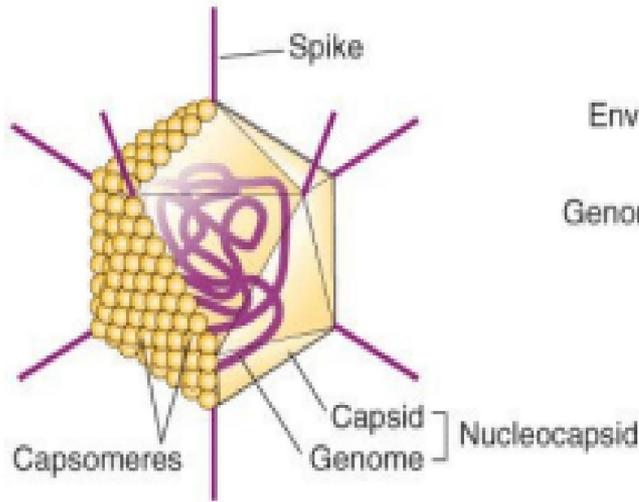
- A partir de la mb cytoplasmique (ex: grippe, VIH)
- A partir de la mb nucléaire (ex: herpes virus)
- A partir du réticulum endoplasmique ou golgi (ex: rubéole)

Bicouche lipidique cellulaire + Glycoprotéines virales (spicules)

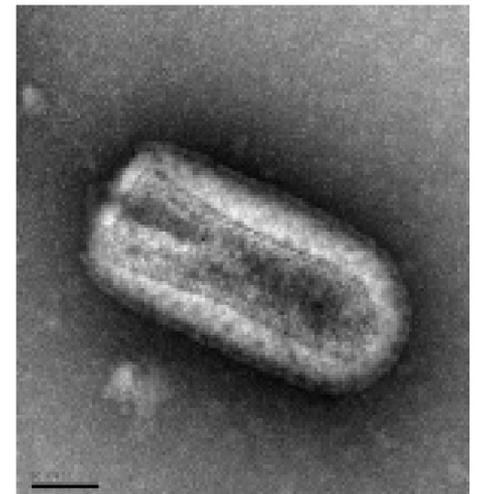
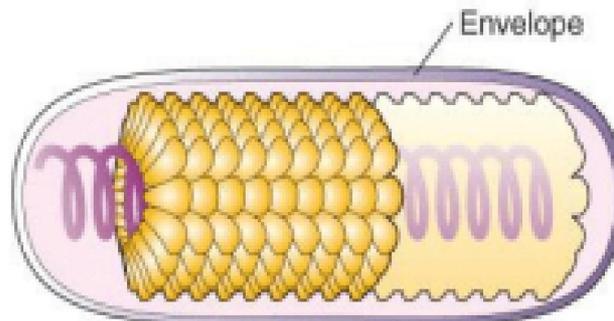
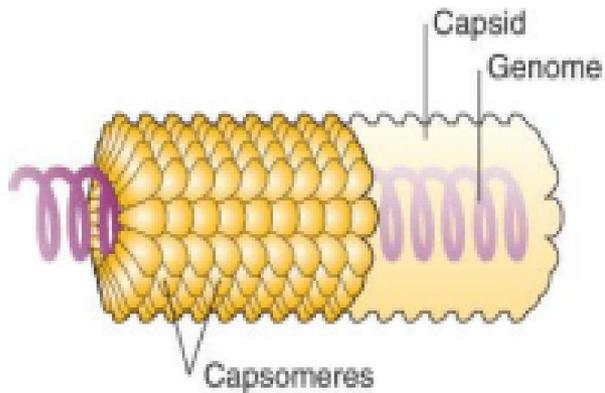
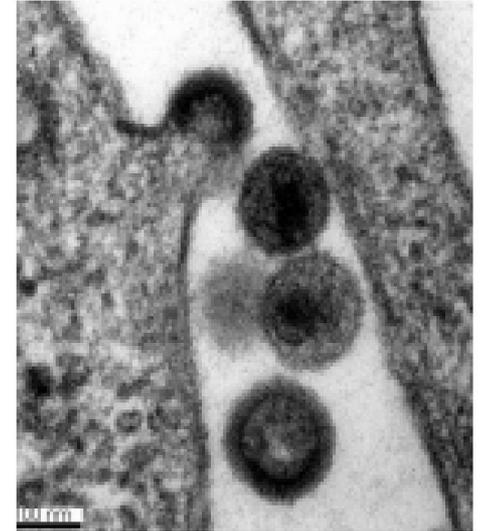
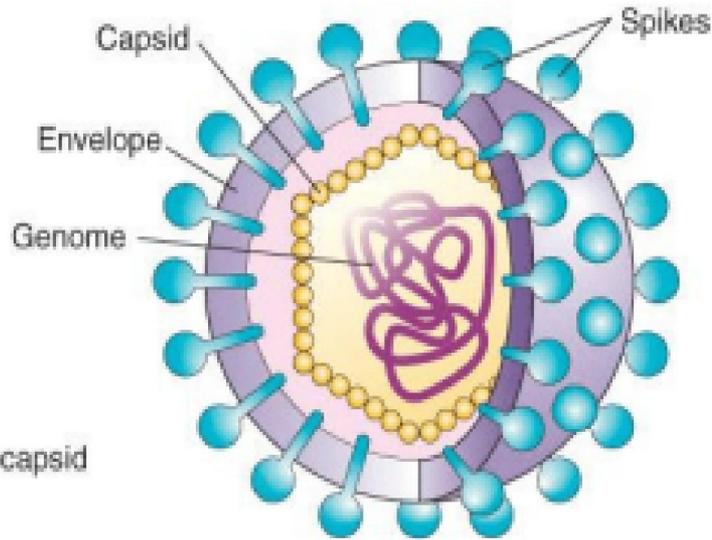


3) L'enveloppe virale

(a) Naked forms



(b) Enveloped forms



3) L'enveloppe virale

Virus enveloppé = virus très fragile !
Virus nu = résistant dans l'environnement

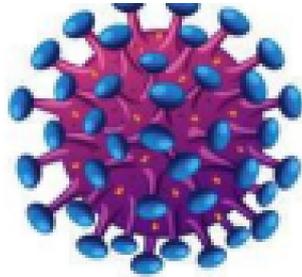
Enveloppe : Fragilité des membranes cellulaires dont elle dérive

- Dégradation dans le milieu extérieur et le tube digestif
- milieu extérieur = inactivation par la dessiccation et la température
 - Tube digestif = digestion par les enzymes digestives

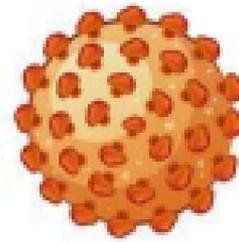
3) L'enveloppe virale

Conséquences de la présence ou absence de l'enveloppe virale

	Enveloppé	Nu
Stabilité dans l'environnement	Non	+
Élimination dans les selles	Non	+
Contamination interhumaine directe	+	+
Contamination indirecte, fécale-orale	Non	+
Transmission surtout en saison froide	+	+/-
Inactivation par des solvants lipidiques	+	-



HIV



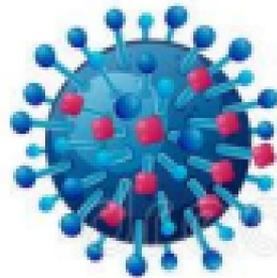
Hepatitis B



Ebola Virus



Adenovirus



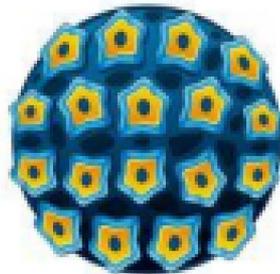
Influenza



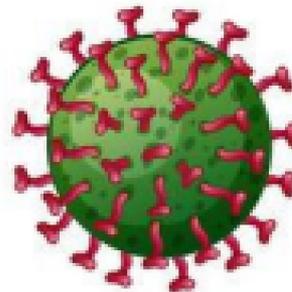
Rabies Virus



Bacteriophage



PaPillomavirus



Rotavirus



Herpes Virus

III – Classification

Les virus sont classés selon 3 critères:

- Type d'acide nucléique
- Symétrie de la capsid
- présence ou absence d'enveloppe

1 Virus à ADN

- Monocaténaire
- Bicaténaire

Virus à ARN

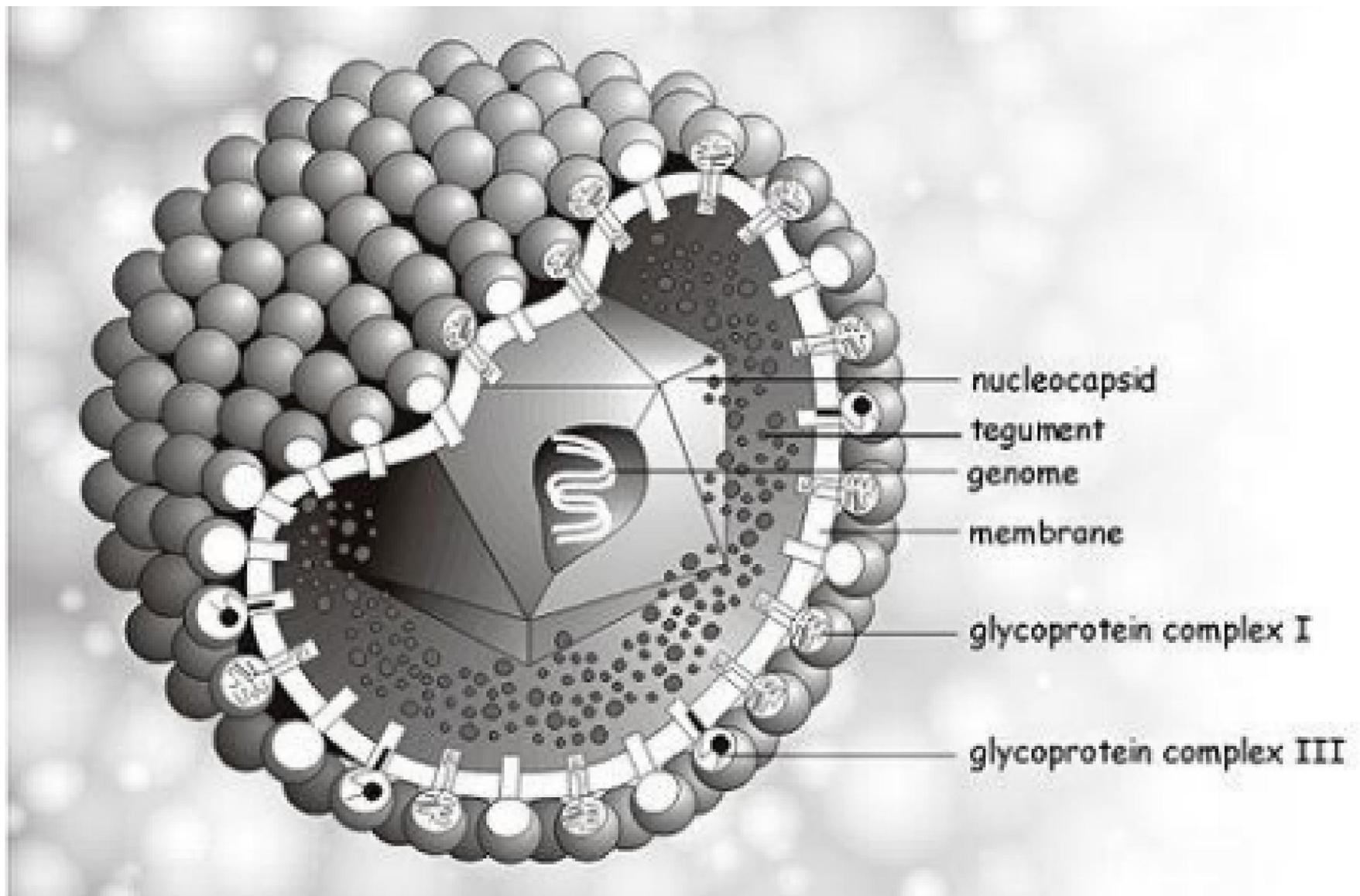
- Monocaténaire
- Monocaténaire segmenté
- Bicaténaire

Capsid

- Hélicoïdale
- Icosaédrique
- Complexe

Enveloppe

- Enveloppé
- Nu

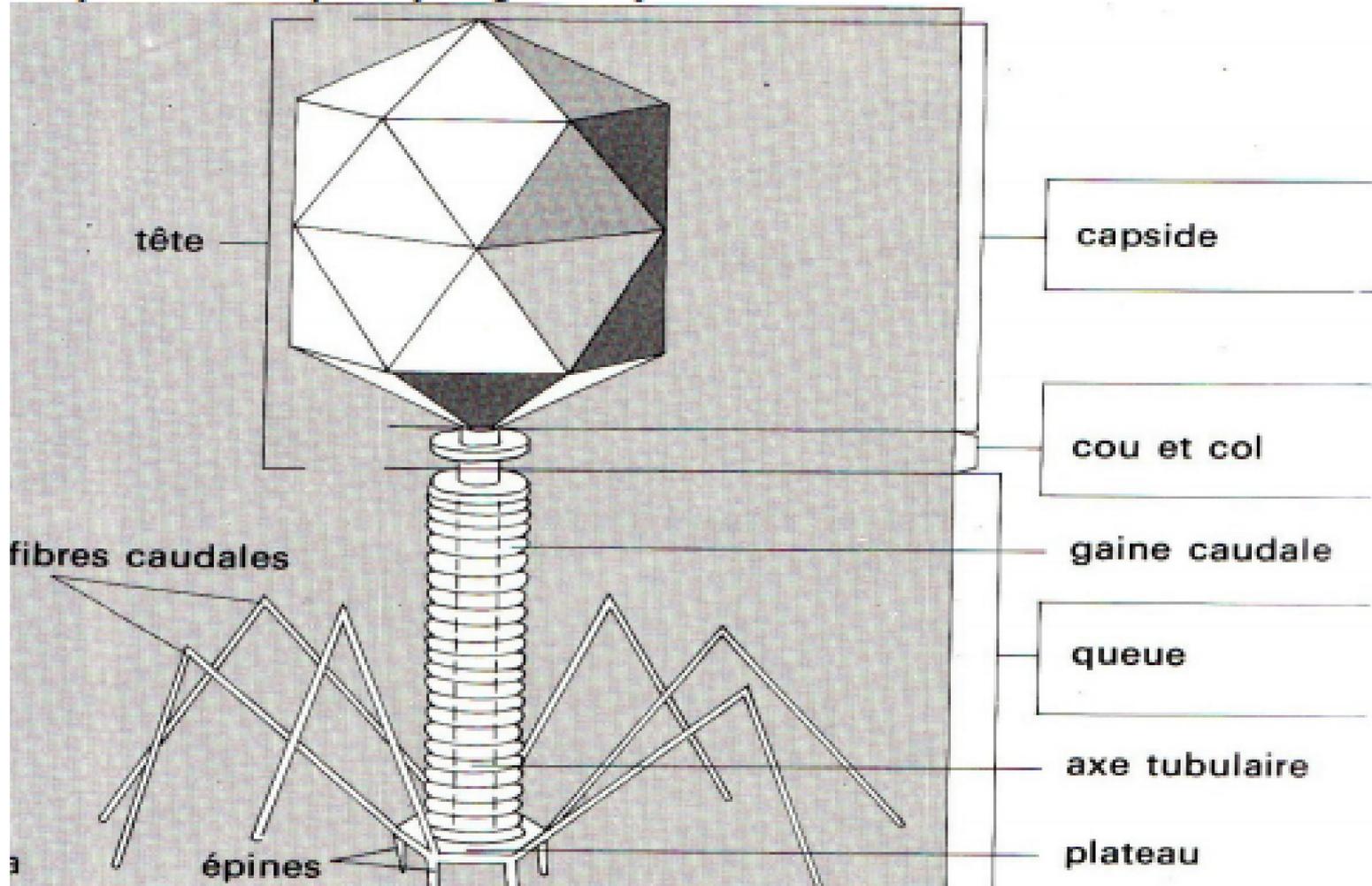


Exemple du virus de l'hépatite B

- Virus à ADN double brin à capsidre icosaédrique, enveloppé

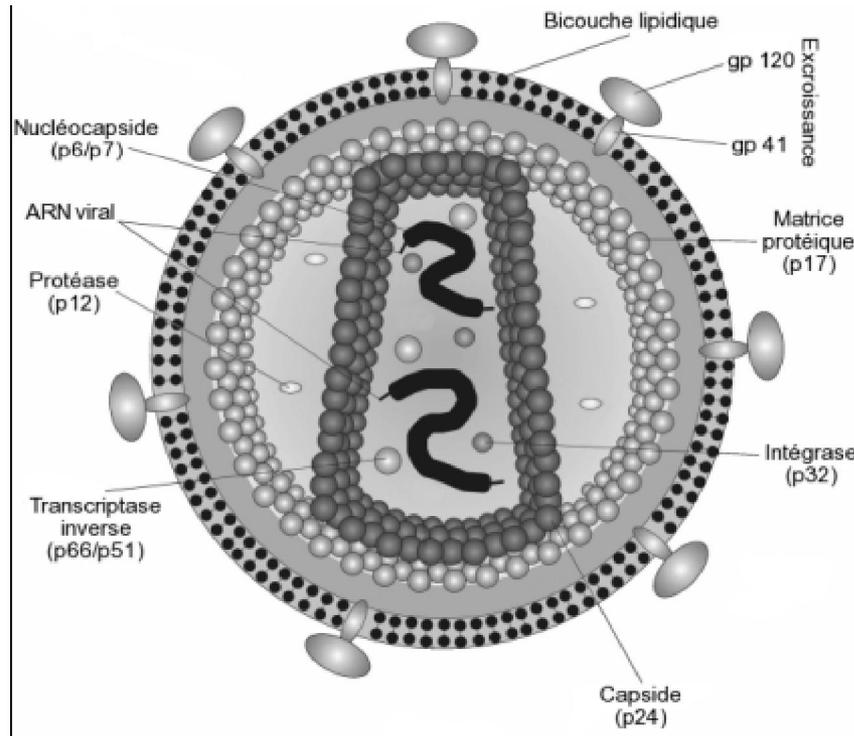
Le virus des bactéries : bactériophage

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



Le virus du VIH : est un rétrovirus:

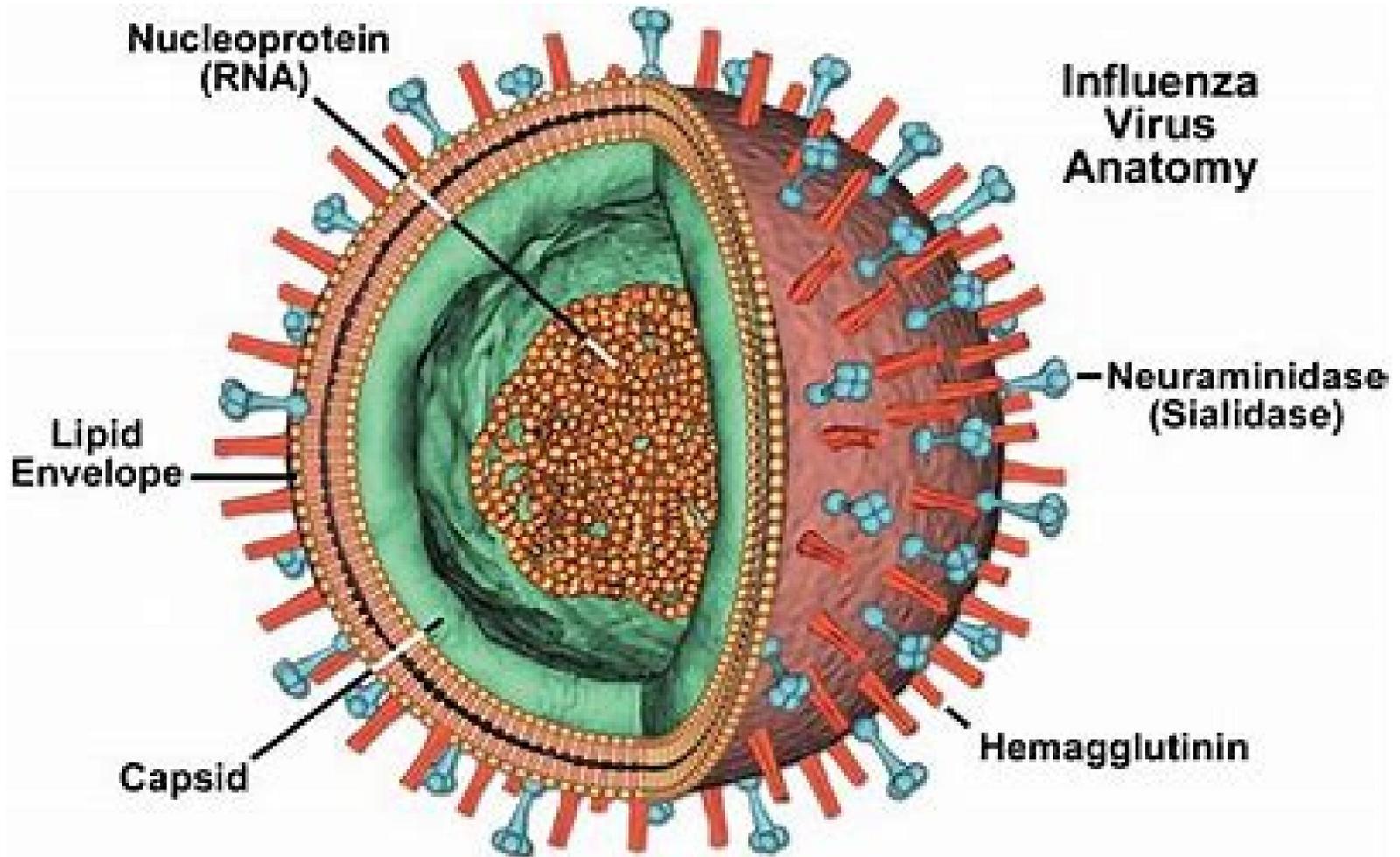
- simple brin d'ARN en double exemplaire, accompagné
- d'enzyme (la transcriptase inverse, l'intégrase, la protéase).
- Sur l'enveloppe sont insérées des glycoprotéines de membrane



Structure du VIH

Le virus de l'influenza :

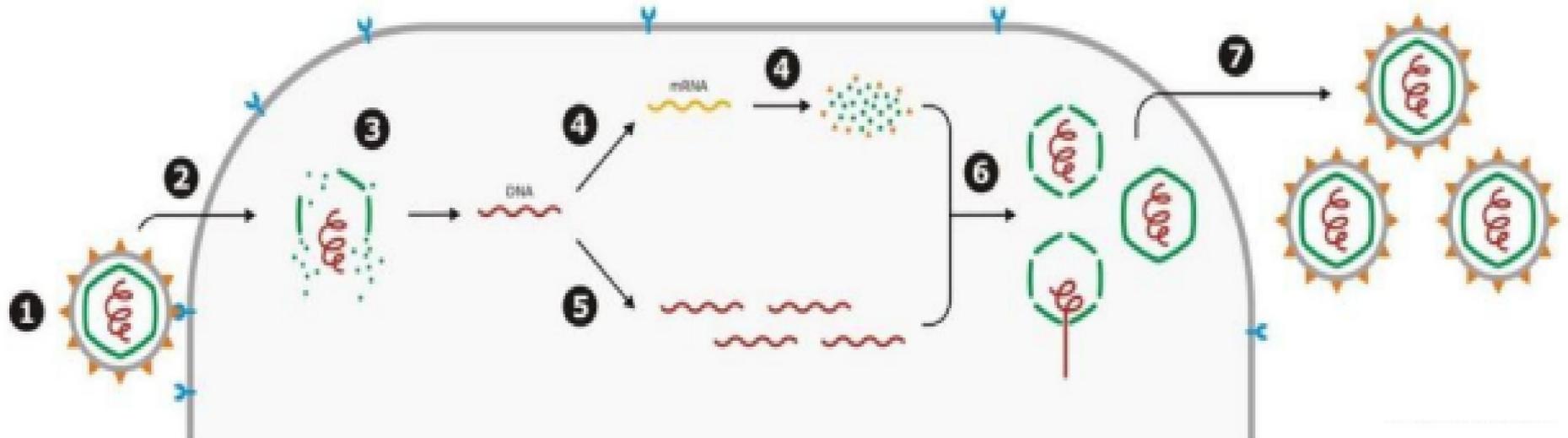
➤ Les virus de la grippe sont des virus à ARN



Nature de l'acide nucléique	Symétrie de la capsid	Présence ou absence de l'enveloppe	Exemples
ARN	Hélicoïdale	Enveloppé	Grippe, Oreillons
		Nu	Mosaïque du tabac
	Cubique (icosaédrique)	Enveloppé	HIV, Fièvre jaune
		Nu	Hépatite A
ADN	Hélicoïdale	Enveloppé	Vaccine
		Nu	Polyome
	Cubique	Enveloppé	Herpès, Rubéole
		enveloppé	Hépatite B, Varicelle

IV – Le cycle viral

Cycle viral : toutes les étapes que doit subir un virus pour aboutir à la production de nouvelles particules virales (= virions)



Le cycle de multiplication d'un virus comporte sept étapes :

1 – Attachement

2 – Pénétration

3 – Décapsidation

4 – Transcription et traduction

5 – Réplication du génome viral

} En parallèle

6 – Assemblage du virion

7 – Libération des particules virales néoformées

1) L'attachement

Les protéines d'attachement du virus sont :

- Les protéines de la capside pour les virus nus
- les protéines d'enveloppe pour les virus enveloppés



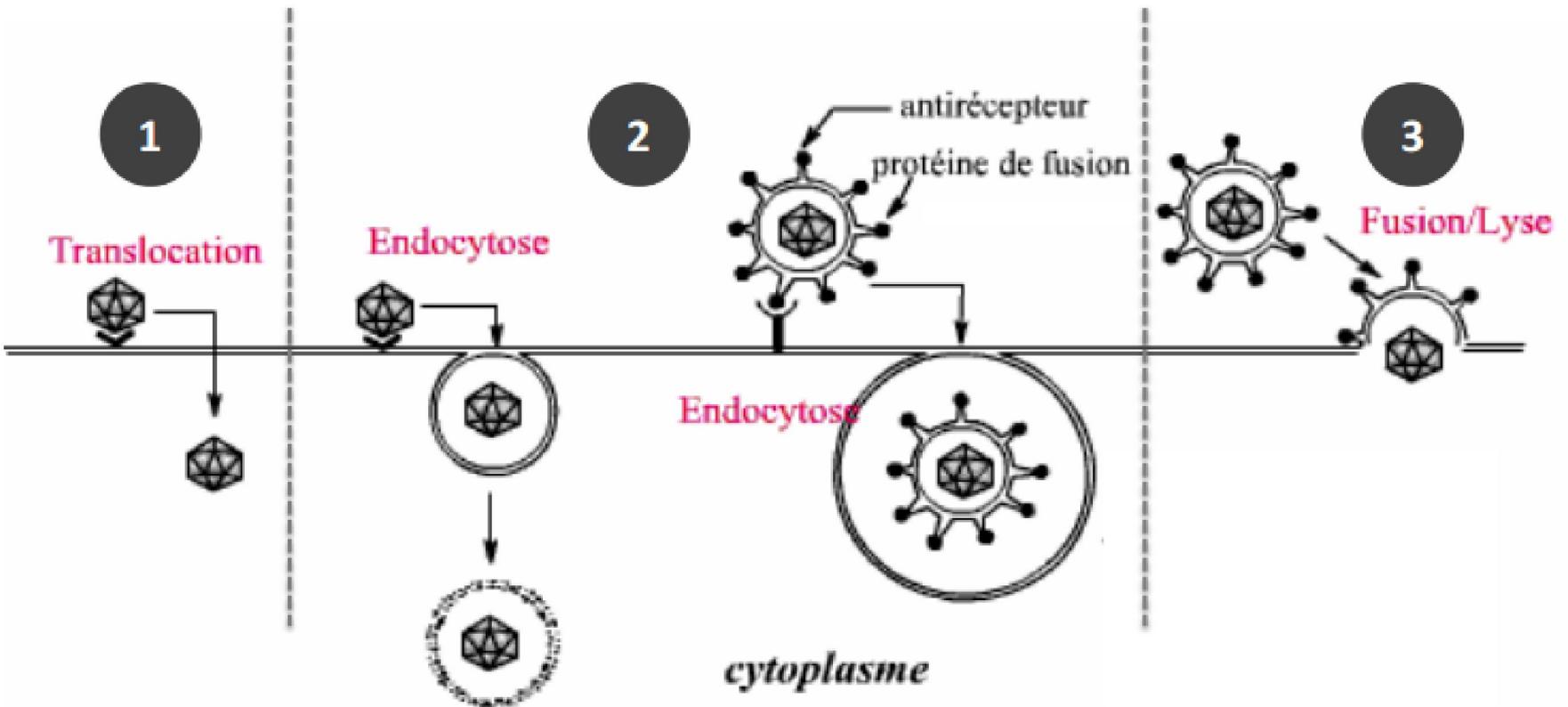
2) La pénétration

Il existe 3 principaux mécanismes d'entrée du virus à l'intérieur de la cellule

1- Translocation directe

2- Endocytose (endosome) médiée par des récepteurs
(Virus nus)

3- Fusion de l'enveloppe virale avec la membrane



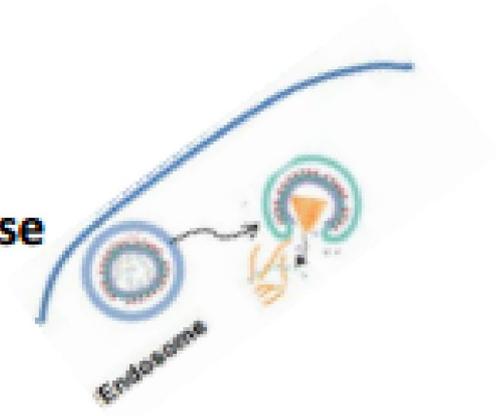
3) La décapsidation

Destruction de la capside pour que le matériel génétique du virus soit libéré pour être en contact de la machinerie cellulaire

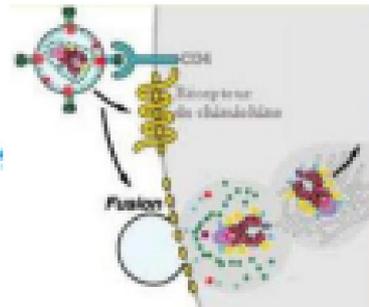
1- Directe après attachement



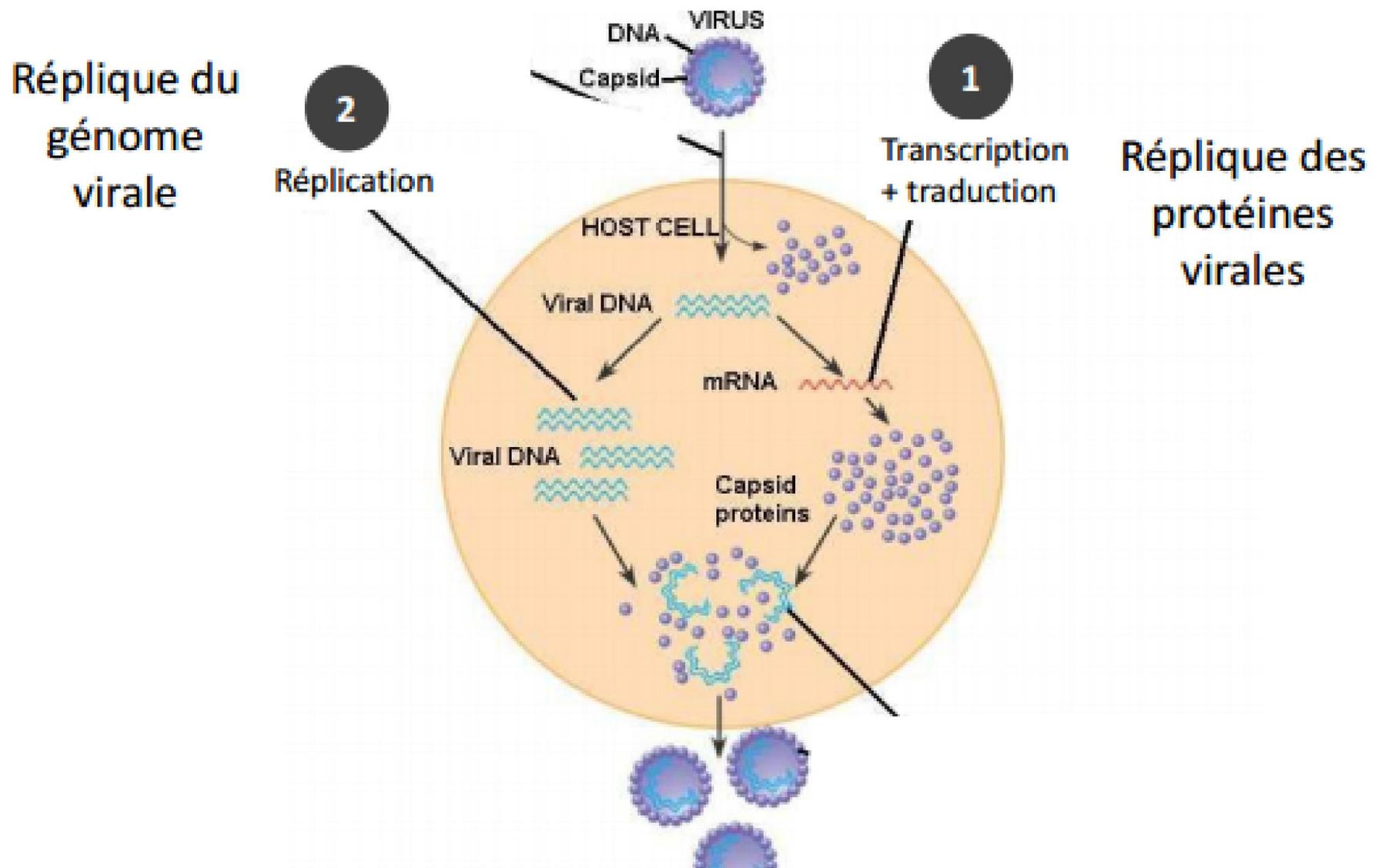
2- Dans l'endosome quand internalisation par endocytose



3- Dans le cytoplasme



4 & 5) Réplication des protéines et du génome viral



4 & 5) Réplication des protéines et du génome viral

Pour donner des virions, protéines et ADN viral doivent être produits

- Le matériel génétique viral se substitue au génome de la cellule
- détournement de la machinerie cellulaire au profit du virus !

La cellule va faire

- des répliques des protéines virales (capside, enveloppe, ...)
- des copies du génome viral

b) Réplication du matériel génétique

Virus à ADN



↓

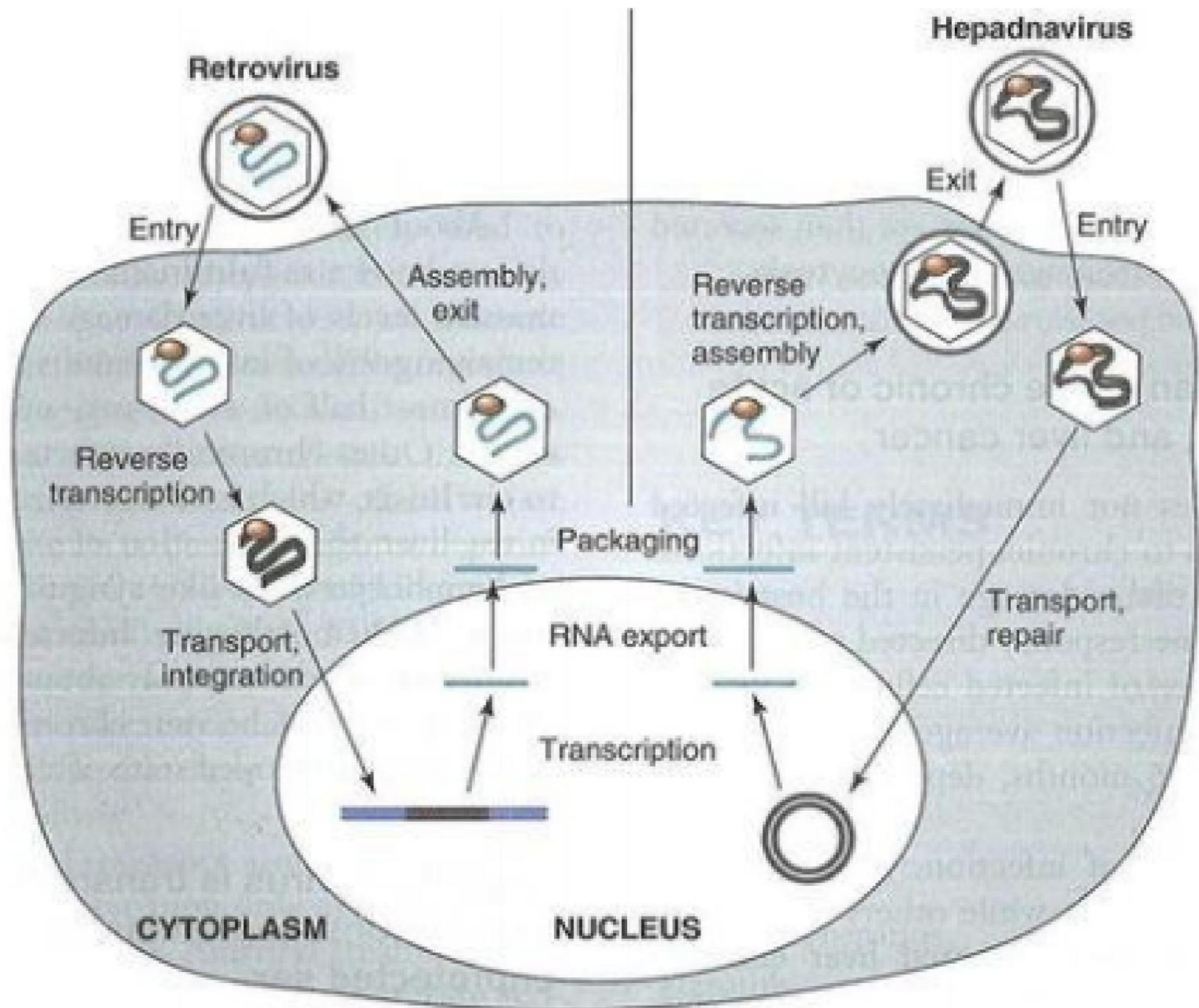
Enzyme présente
dans la cellule hôte

Virus à ARN



↓

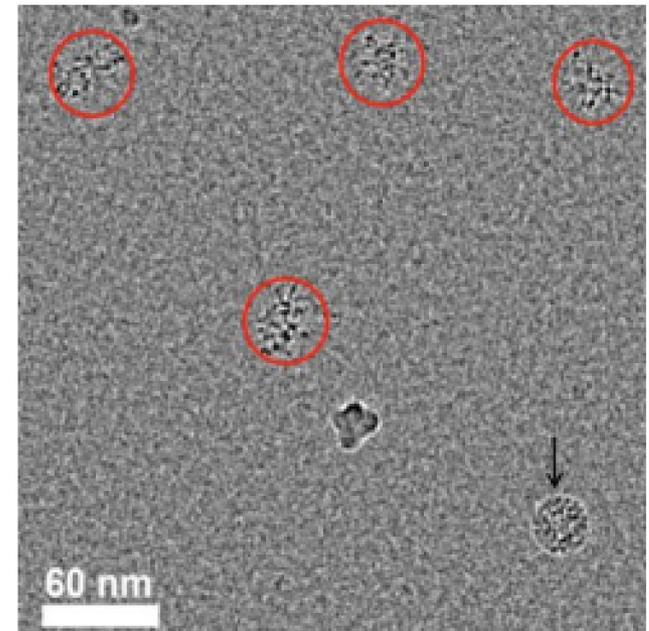
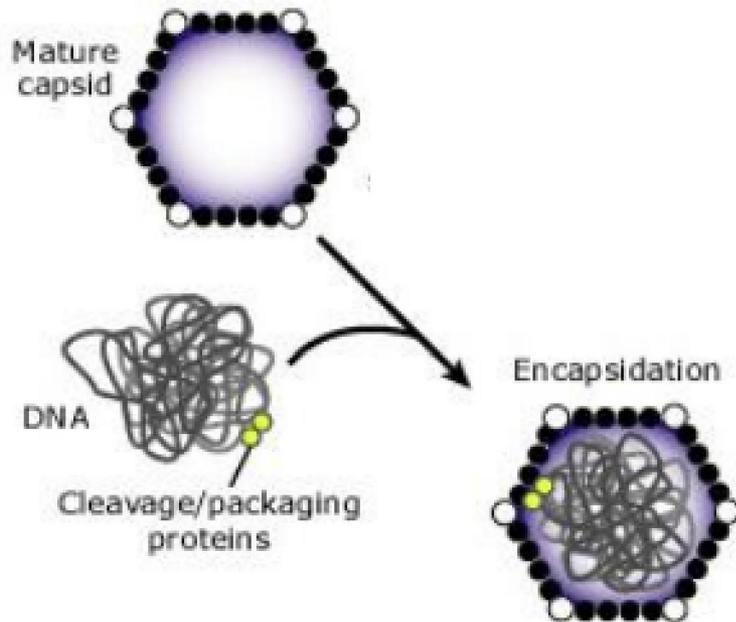
Enzyme n'existe pas dans la
cellule : apportée par le virus
= polymérase virale



6) Assemblage des virions

Encapsidation des génomes

Le nouveau matériel génétique viral fabriqué par la cellule hôte s'entourent de nouvelles protéines virales également fabriquées par la cellule.

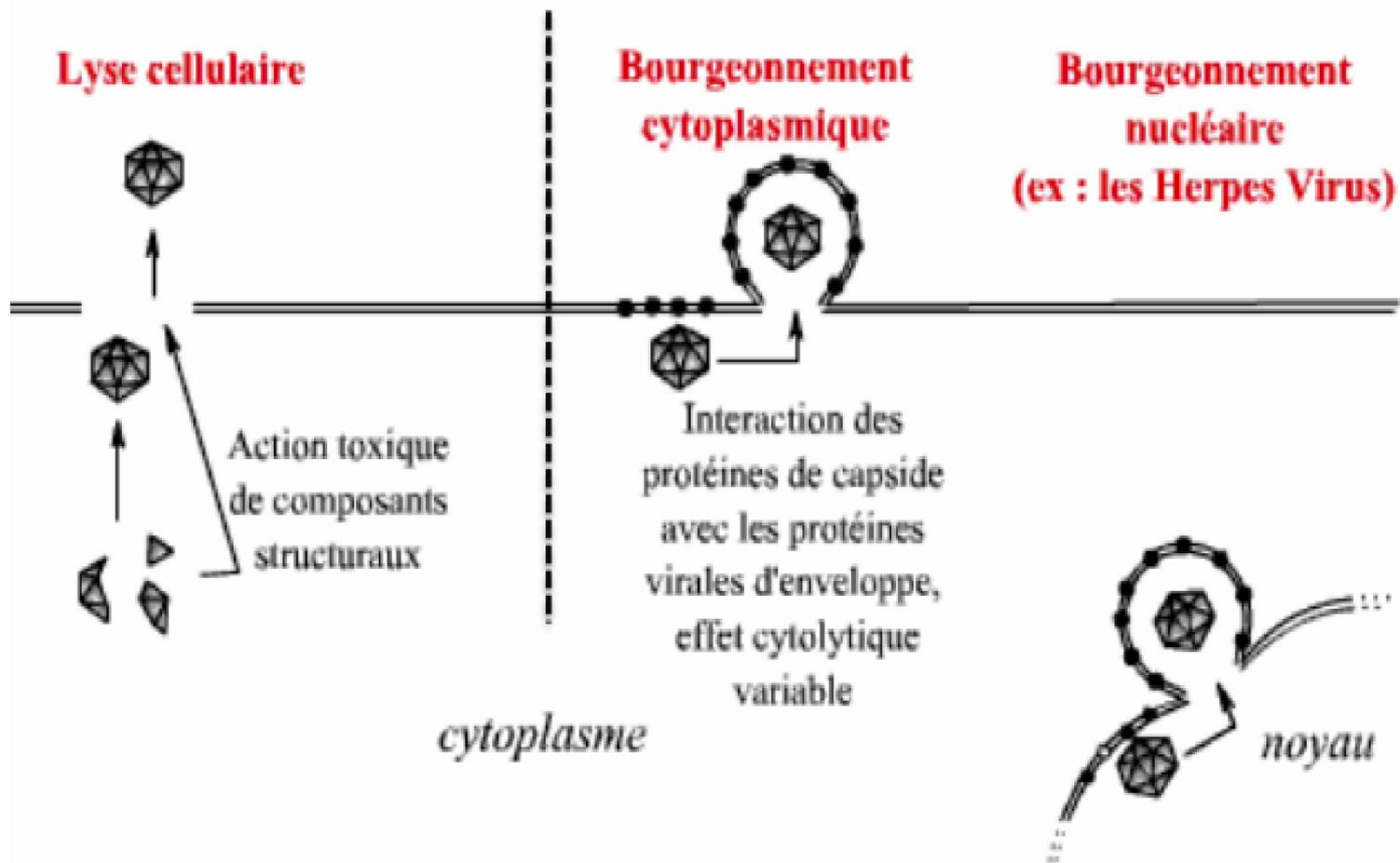


7) Libération des virions

Les nouveaux virus formés sont libérés:

- Par éclatement pour les virus nus (lyse cellulaire)
- Par bourgeonnement pour les virus enveloppés

C'est au moment du bourgeonnement que les virus enveloppés acquièrent leur enveloppe : bicouche lipidique + spicules glycoprotéique



Une seule cellule produit entre 100 et 1000 virions

V – Les différents types de transmission virale:

Trois types majeurs de transmission virale

- Humain à humain ex: Rougeole, hépatite A, ...
- Humain à humain via vecteurs ex: Dengue, fièvre jaune (moustiques +++)
- Animal à humain ex: Rage, grippe aviaire, ...



Virus enveloppés = fragiles
Transmis par contact étroit



Virus nus = résistants
Transmis de manière directe ou indirecte
(eau, aliments, ...)