

Structure et classification virale

Généralités

On désigne par virus, des agents infectieux :

- **De petite taille** : invisibles au microscope optique, observables uniquement en microscopie électronique.
- **Ultra filtrables** : capacité à traverser des filtres imperméables aux bactéries , ou non retenus par les filtres bactériens .

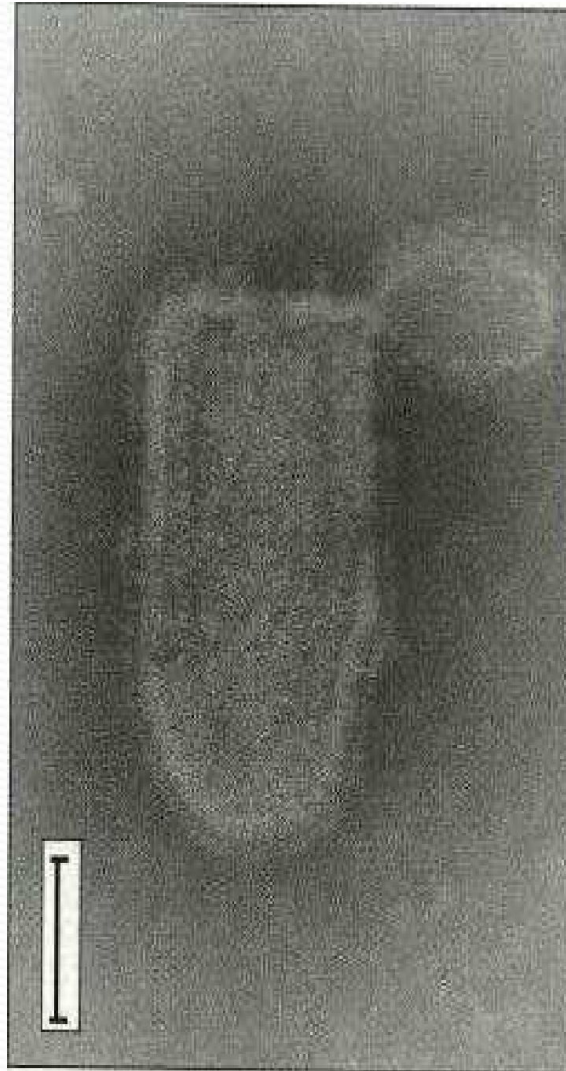


figure1: Filtre bactérien

Poxvirus



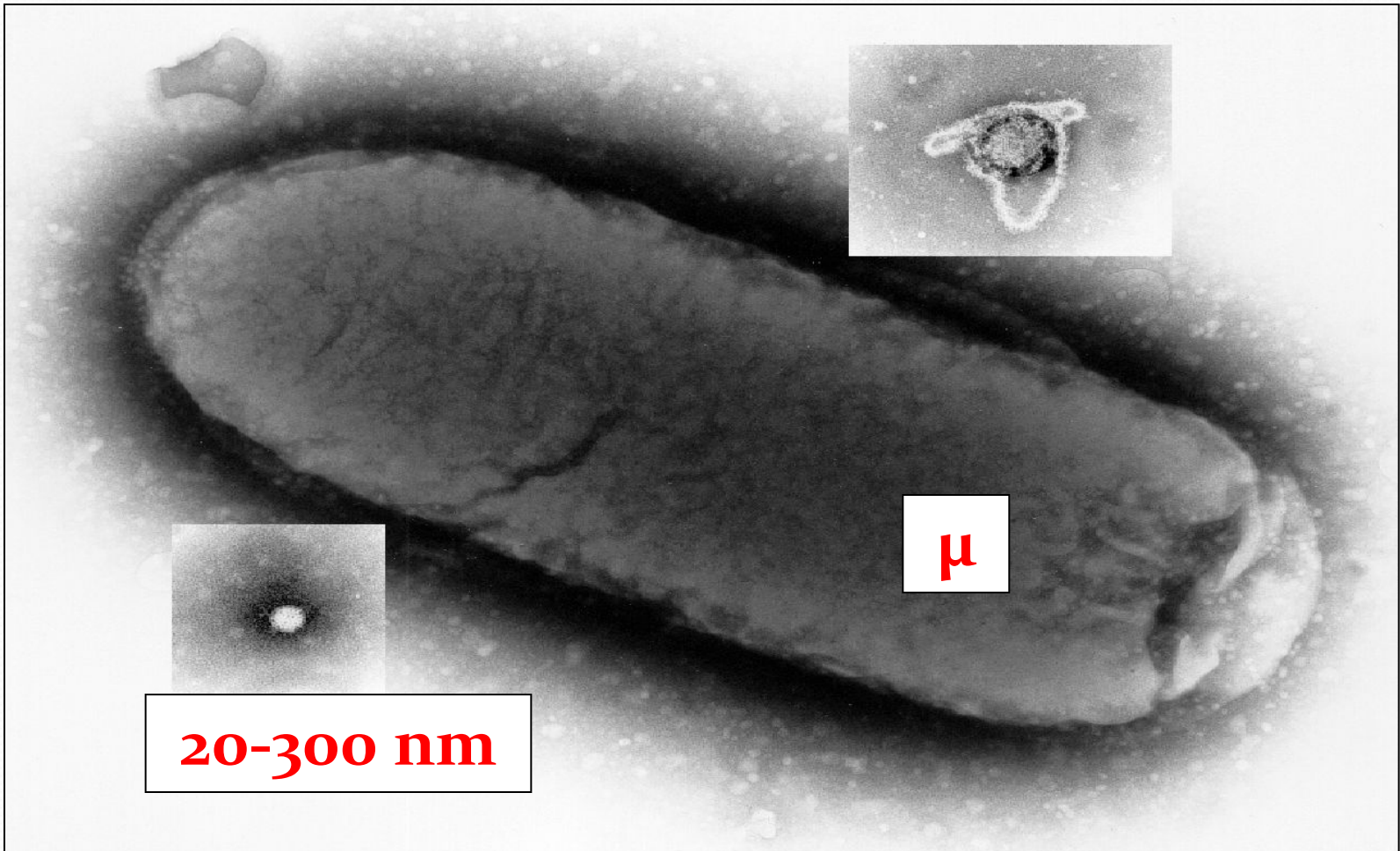
Virus de la Rage



*Image d'un Herpesviridae en
microscopie électronique.*



Différence entre les dimensions des bactéries et des virus



Définition

Le virus :

- Possède **un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN)** qui constitue le génome viral.
- Se reproduit uniquement à partir de **son matériel génétique par réplication** de son génome.
- Est doué d'un **parasitisme intracellulaire obligatoire**: ne peut se multiplier en dehors de la cellule qu'il infecte.
- Est caractérisé par une **spécificité d'hôte**.

Structure virale :

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

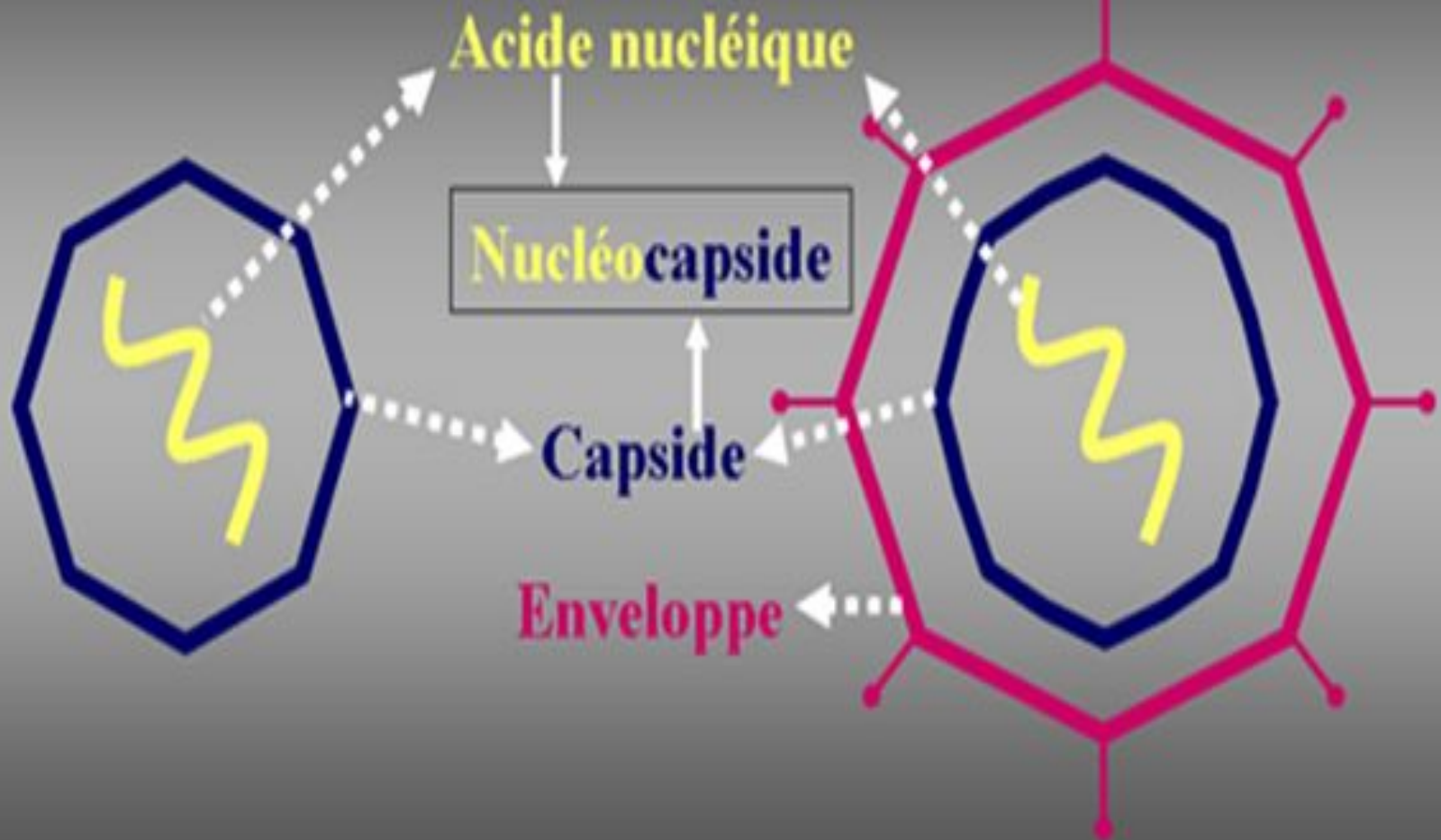
- **Le génome**: nature nucléotidique , composé d'acide nucléique (ADN ou ARN), contenant l'ensemble des informations génétiques nécessaires à la réplication virale.
- **La capside**: coque de nature protéique , entourant le génome , assurant sa protection et sa survie dans le milieu extérieur.

L'ensemble génome +capside = Nucléocapside.

- Certains virus sont entourés **d'une enveloppe**, d'origine cellulaire : Virus enveloppés , par opposition aux virus nus.

Virus nu

Virus enveloppé



Pourquoi on doit connaitre la structure virale?

1. Développer des outils diagnostiques .

2. Utiliser les détergents adaptés :

Les virus **enveloppés** ont la fragilité des membranes cellulaires. Ils sont donc sensibles aux bêta- propionolactones , à l'eau de javel...

3.Mettre en place des outils de prévention :

Les virus **nus** sont des virus résistants dans l'environnement, ils seront donc **facilement transmissibles par l'alimentation.**

C'est le cas des virus des gastro-entérites qui sont toujours des virus nus.

Structure Virale

1) L'acide nucléique: Le Génome:

- Sa nature ADN ou ARN constitue le premier critère de classification actuelle des virus.
- Taille : 20 à 300 nm.
- Le génome est soit **monocaténaire** soit **bicaténaire**.
- Sa structure peut être: **linéaire** (Rotavirus), **circulaire** (HBV) ou **segmenté** (virus grippal) .
- Les génomes viraux contiennent l'ensemble des informations génétiques nécessaires à la réplication virale :
 - Des gènes codant les protéines structurales.
 - Des gènes codant des facteurs de réplication.
 - Des régions non codantes.

Structure Virale

- ✓ Le nombre de gènes est restreint , ce qui empêche les virus de coder la synthèse des différents enzymes de leur métabolisme,
- ✓ Ils n'ont pas de système énergétique.

Ainsi ils trouvent dans la cellule hôte qu'ils parasitent les éléments indispensables à leur biosynthèse (ribosomes , enzymes.....)

Génomes à ADN :

-**Leur taille diffère grandement** : de 3,2 kpb pour le virus HBV à 375kpb pour le Poxvirus.

-Les virus à ADN sont généralement *bicaténaires* ,
rarement monocaténaires (Parvoviridae)

Exp 1 : *Poxviridae* (virus de la variole) .

Génome très stable = > pas de génotypes viraux et peu de résistances aux antiviraux.

Exp2: *Herpesviridae* : gros virus à ADN double brin.

Génomes à ARN :

- **De plus petite taille que les virus à ADN** : variant de 7kb (*Picornaviridae*) à 30 kb (*Coronaviridae*)
 - Les ARN viraux sont généralement ***monocaténaires***, exceptionnellement double brin .
 - Virus à génome **linéaire** (*Picornaviridae*) et
 - Rarement Virus à génome **segmenté** (*Orthomyxoviridae*)
 - Génome : **très variable** , due à l'infidélité des ARN polymérases ; absence d'activité « correctrice d'erreurs ».
- A chaque cycle de réplication, des mutations sont introduites dans le génome viral.
- Exp :** Le virus de l'hépatite C , VIH.

1- Le génome viral :

A l'opposé du génome cellulaire, l'information est fortement comprimée avec souvent chevauchement des gènes par chevauchement des trois cadres de lecture.

- + **ARN monocaténaire** : Majorité des virus à ARN
peut être à polarité positive (+) (même polarité que l'ARNm)
ou à polarité négative (-)
Taille de 2 à 30 Kb (fragiles)
- + **ARN bicaténaire** : Exceptionnel ; Réovirus - Rotavirus
- + **ARN segmenté** : Virus de la grippe
- + **ADN bicaténaire** : Majorité des virus à ADN (Taille de 6 à 250 Kb)
- + **ADN monoaténaire** : Exceptionnel ; Parvovirus

Structure Virale :

2) La Capside virale:

- Structure protéique rigide d'origine virale composée de sous-unités protéiques appelées **capsomères** entourant le génome viral.
- ✓ Leur conformation peut être **géométrique** avec 2 types de **symétrie** : **hélicoïdale** ou **cubique** .
- ✓ Ou **non géométrique** et la capside est dite **complexe**.
- Pour les virus nus : **la capside porte les déterminants antigéniques** qui sont reconnus par le système immunitaire et **permet l'attachement du virus à la cellule hôte**.
- La nature de la capside est un critère de classification des virus

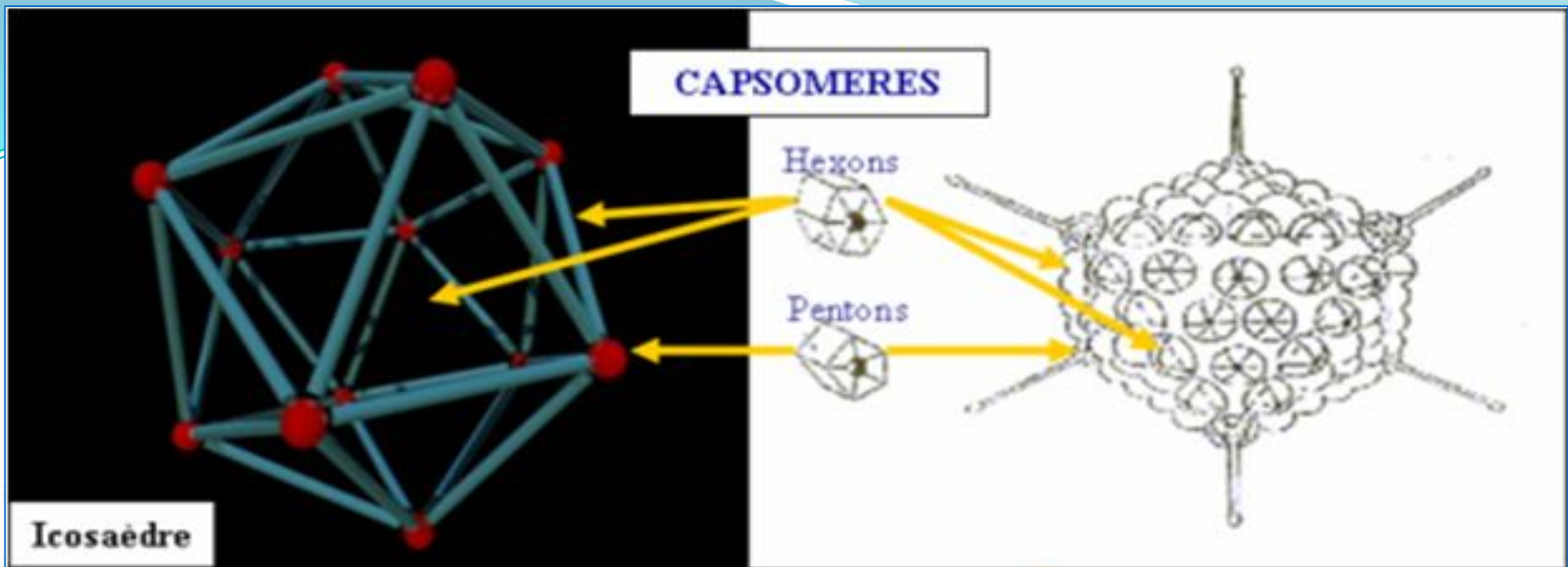


Figure 3 : Capside icosaédrique 🔍

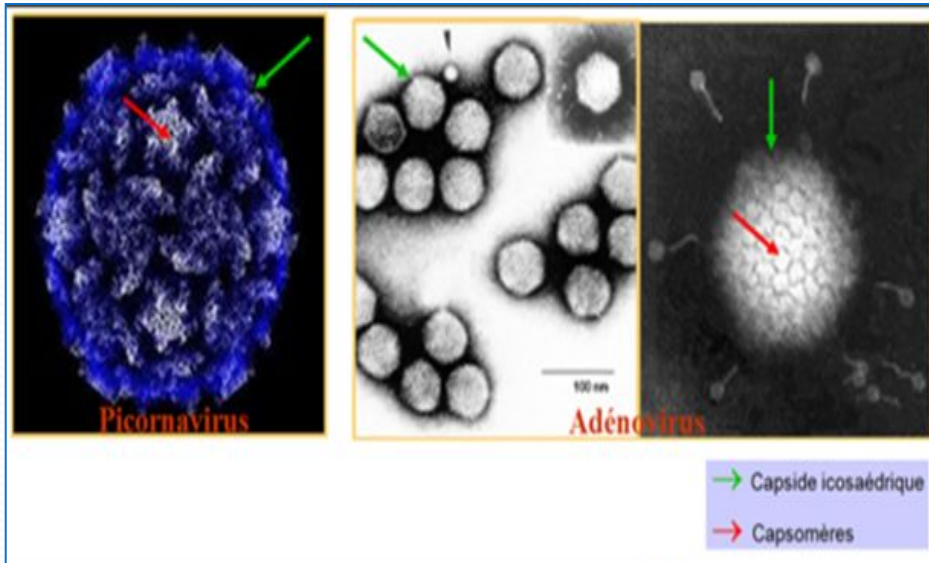


Figure 4 : Virus à capside icosaédrique 🔍

Capside icosaédrique à Symétrie cubique

La capside 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 capside s'assemblent en capsomères formés :

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

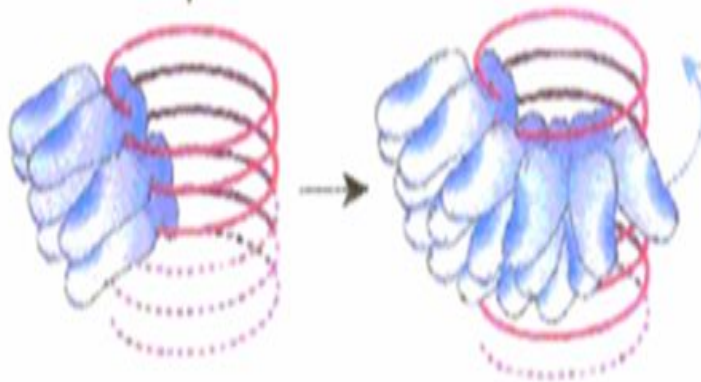


Virus de la mosaïque du tabac

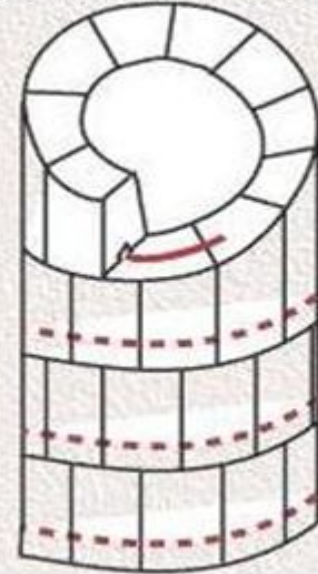
Acide nucléique



Unités de structure

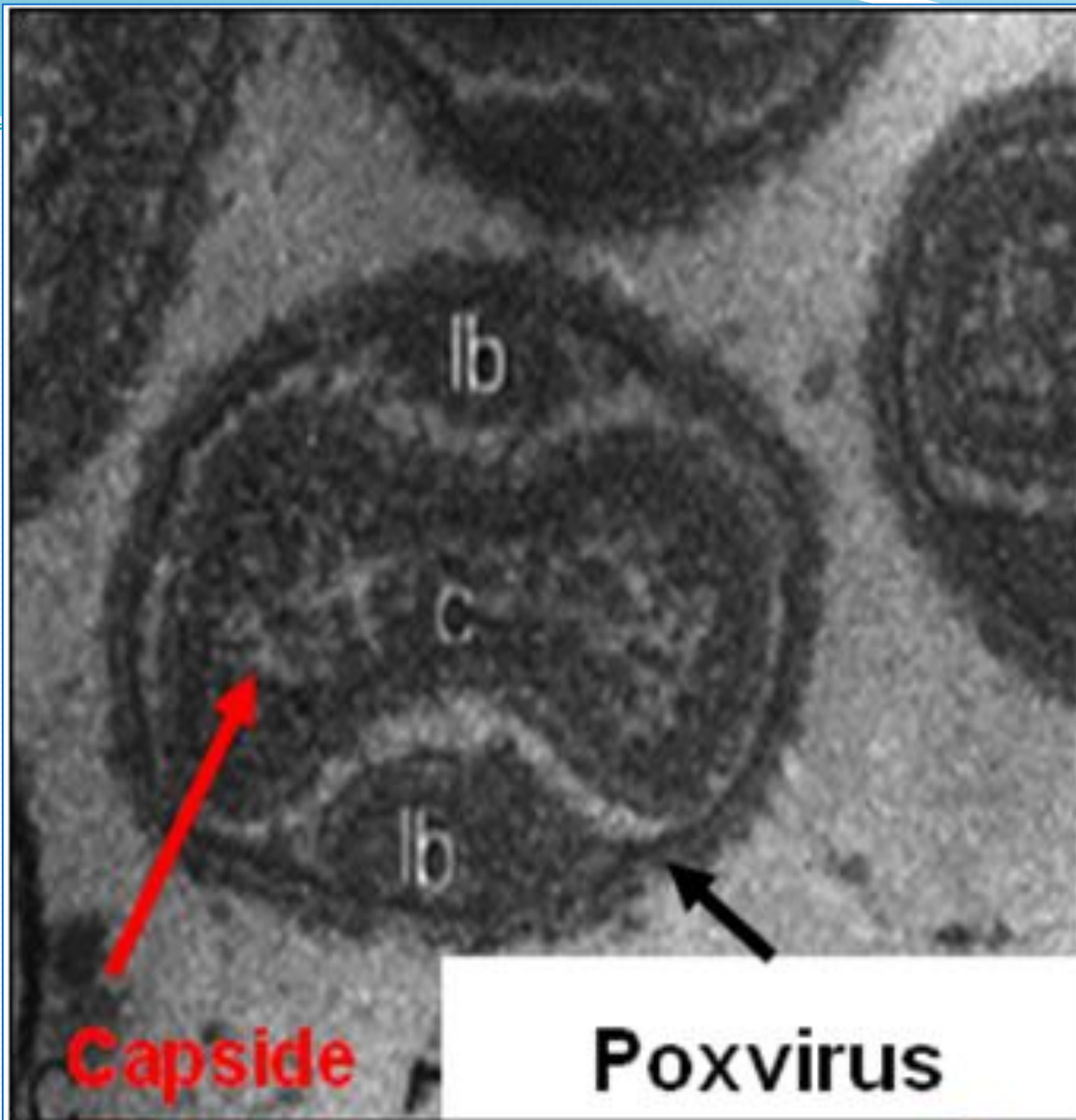


Capside tubulaire hélicoïdale



Capside à symétrie hélicoïdale

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



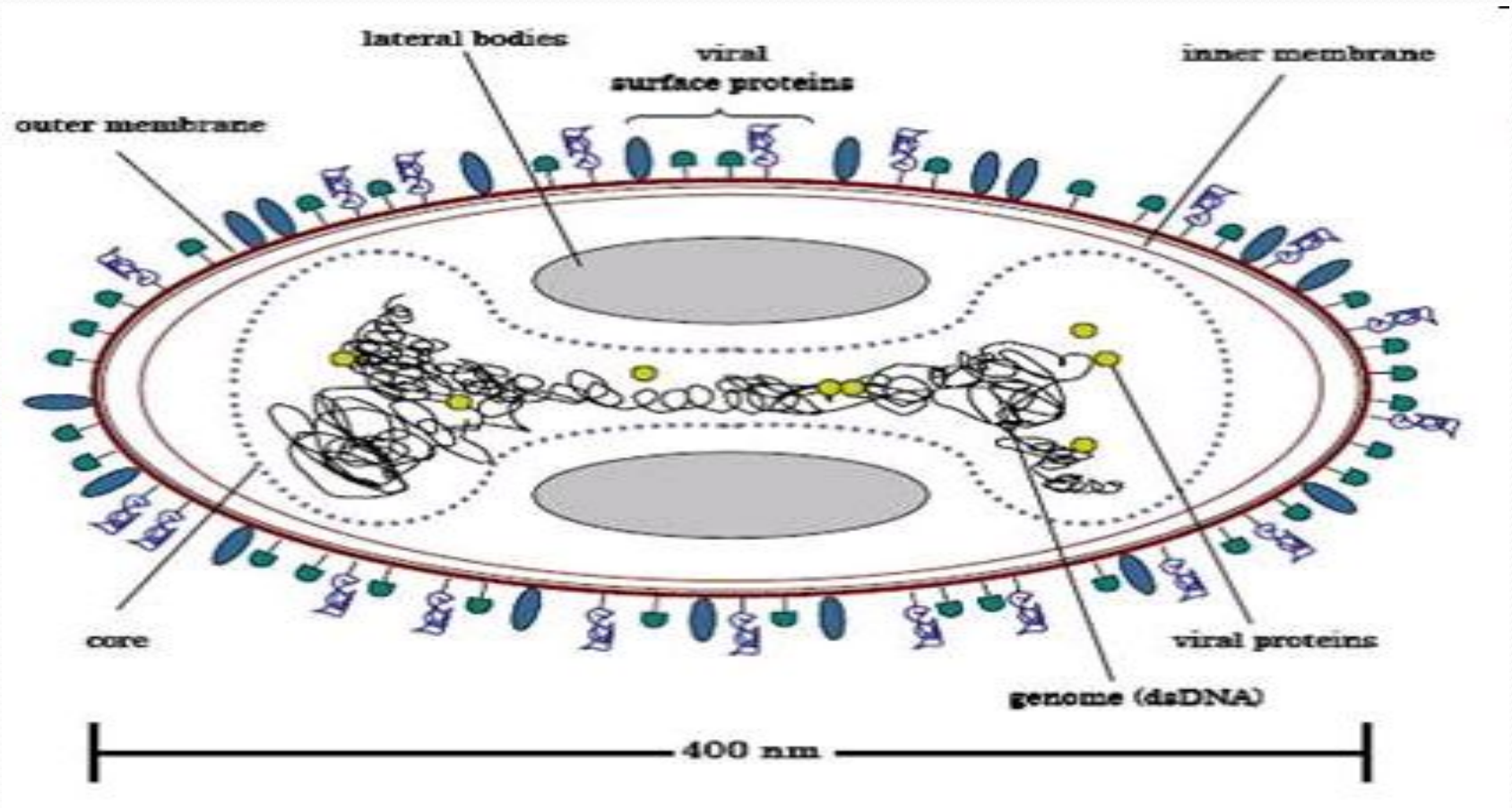
Capside à symétrie complexe :

Pour un nombre limité de virus, la symétrie de la capside 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

Figure 6 : Capside à symétrie complexe 🔍

POXVIRUS



Structure virale

3) L'Enveloppe (Peplos) :

- Structure lipido –glucido –protéique.
- Double origine virale et bactérienne :
- ✓ L'acquisition de l'enveloppe se fait à la dernière phase de réplication virale **en général par bourgeonnement** de la nucléocapside à travers soit :
 - La membranes cytoplasmique, exp: grippe, VIH et la rage
 - La membranes nucléaire, exp: Herpes virus.
- ✓ Sont fixées sur ces membranes cellulaires les glycoprotéines virales.
 - Les protéines de l'enveloppe ont plusieurs fonctions: **morphologique, antigénique, enzymatique ou site d'attachement au récepteur cellulaire**
 - **L'enveloppe rend les virus très sensibles aux actions physico-chimiques, à l'action des solvants des lipides et en particulier à l'éther, aux détergents, aux sels biliaires, aux variations de pH.**

	Virus enveloppé	Virus nu
Stabilité dans l'environnement	non	oui
Élimination dans les selles	non	oui
Transmission interhumaine directe	oui	oui
Transmission interhumaine indirecte	non	oui

Caractéristiques des virus enveloppés par rapport aux virus nus

Virus de la rage

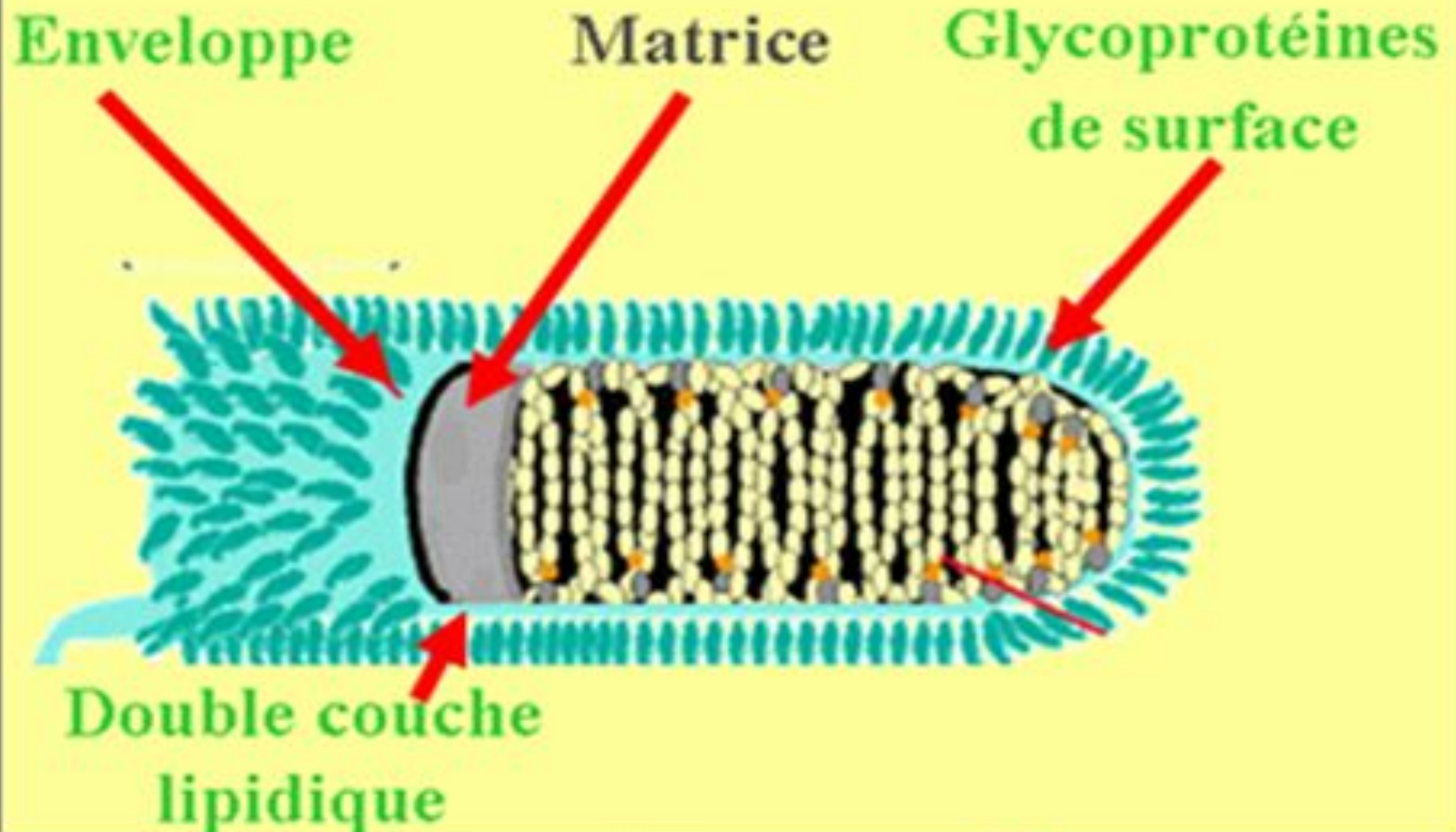


Figure 7 : Enveloppe virale 🔍

CLASSIFICATION

- Classification De Lwoff, Horne et Tournier ou système L.H.T (1962) basée sur:
 - Nature de l'A. nucléique (ADN/ARN)
 - Symétrie de la nucléocapside: hélicoïdale, cubique ou complexe.
 - Présence ou non d'enveloppe.
 - Nbre de capsomères (V. cubiques)
 - Diamètre de la nucléocapside (V. hélicoïdale)

Classification criteria

Nucleic acid

RNA

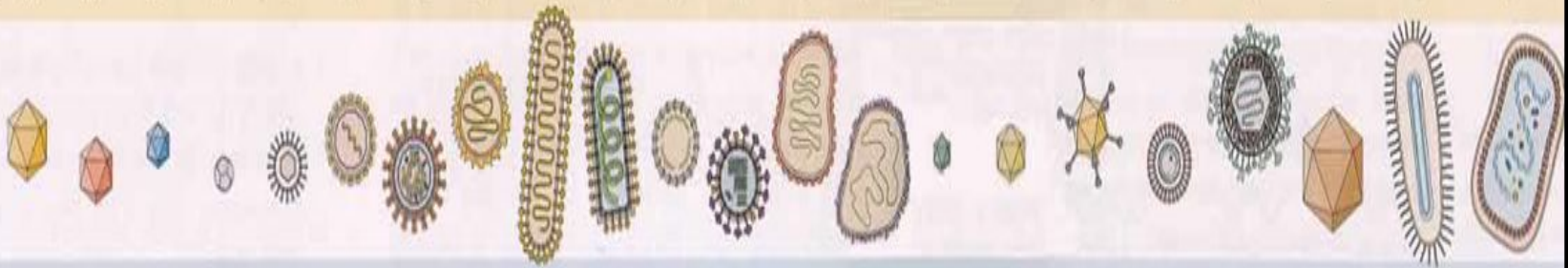
DNA

Symmetry of capsid

Naked or enveloped

Genome architecture

Baltimore class



Properties

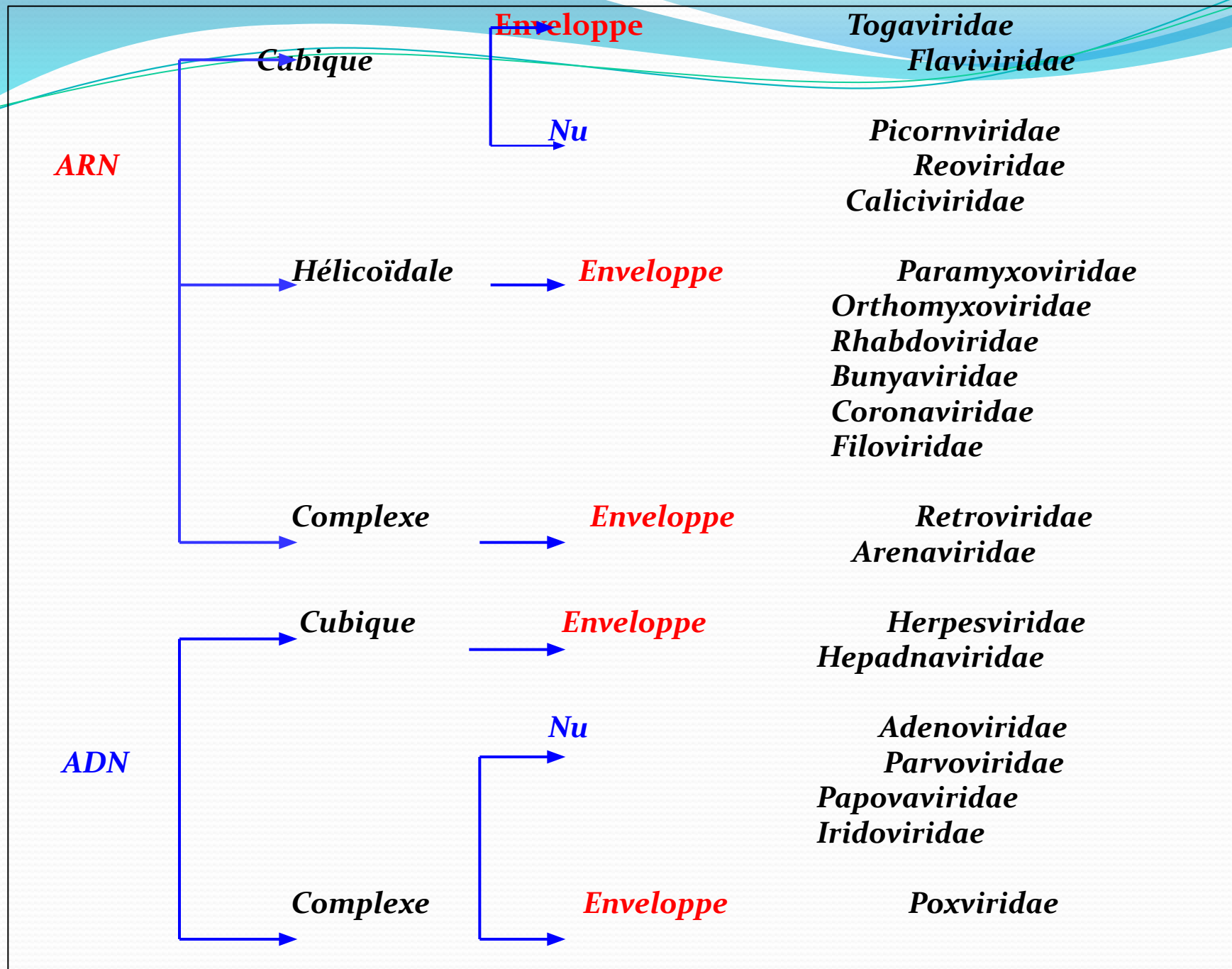
Family name

Virion polymerase

Virion diameter (nm)

Genome size (total in kb)

Reo	Birna	Calici	Picorna	Flavi	Toga	Retro	Corona	Filo	Rhabdo	Bunya	Orthomyxo	Paramyxo	Arena	Parvo	Papova	Adeno	Hepadna	Herpes	Irido	Baculo	Pox
(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)
60-80	60	35-40	28-30	40-50	60-70	80-130	80-160	80 x 790-14,000	70-85 x 130-380	90-120	90-120	150-300	50-300	18-26	45-55	70-90	42	150-200	125-300	60 x 300	170-200 x 300-450
22-27	7	8	7.2-8.4	10	12	3.5-9	16-21	12.7	13-16	13.5-21	13.6	16-20	10-14	5	5-8	36-38	3.2	120-200	150-350	100	130-280



CLASSIFICATION

Génome	Bicaténaire		Bicaténaire partiellement monocaténaire	Bicaténaire
Enveloppe	Présente		Présente	Absente
Capside	Icosaédrique		Icosaédrique	Icosaédrique
Famille	<i>Herpesviridae</i>		<i>Hepadnaviridae</i>	<i>Papillomaviridae</i>
Sous-Famille	<i>Alpha-herpesvirinae</i>	<i>Beta-herpesvirinae</i>		
Genre	Herpes Simplex 1 ou 2	Cytomégalo virus	Virus de l'Hépatite B	Papillomavirus

Virus à ADN

CLASSIFICATION

Génome	Monocaténnaire	Monocaténnaire	Monocaténnaire	Monocaténnaire avec TI	Monocaténnaire	Bicaténnaire
Enveloppe	Absente	Présente	Présente	Présente	Présente	Absente
Capside	Icosaédrique	Icosaédrique	Hélicoïdale	Complexe	Icosaédrique	Hélicoïdale
Famille	<i>Picornaviridae</i>	<i>Flaviviridae</i>	<i>Orthomyxoviridae</i>	<i>Retroviridae</i>	<i>Togaviridae</i>	<i>Reoviridae</i>
Sous-Famille				Lentivirus	Rubivirus	
Genre	Virus de l'hépatite A VHA	V. de l'hépatite C VHC	V. de la grippe A - B	V. de l'immunodéficience Humaine VIH-1 VIH-2	V. de la rubéole	Rotavirus

Virus à ARN

CLASSIFICATION

- Classification Du Comité International De Taxonomie Des Virus (1975)

- Les virus sont classés en:

- Ordre (...virales)
- Famille (...viridae)
- Sous-famille (...virinae)
- Genre (...virus)
- Espèce.

niveau taxonomique	suffixes (courants)	exemples
ordre	virales (groupe de familles apparentées)	Mononegavirales
famille	viridae	Paramyxoviridae
sous-famille	virinae	Paramyxovirinae
genre	virus	Morbillivirus
espèce	(virus individuel)	virus de la rougeole

Autres notions de classification

- Les virus peuvent être groupés selon **des critères épidémiologiques** en :
 - **Virus entériques:** infection par ingestion: *Rotavirus*, *Réovirus*, *Picornavirus*.
 - **Virus respiratoires:** transmis par inhalation ou aérosols (*Paramyxovirus*)
 - **Virus oncogènes :** *Papillomavirus*
 - **Arbovirus:** transmis par **piqûre d'insectes** (*Flavivirus*) .

Tropisme des virus

Neurotropes : poliovirus

Mucotropes : tractus respiratoire;

Rhinovirus adaptés aux faibles T° et PH,
fortes tensions d'oxygène (rougeole, grippe)

Enterotropes : Intestin, (résistent aux enzymes
digestives, bile et l'acide)

Hépatotropes : (A, B, C, D, E)

Adénotropes : VEB (mononucléose infectieuse)
tumeurs (carcinome du nasopharynx,
lymphome B).

Epidermotropes : Herpès : cellules épithéliales,
HPV : cellules de la paroi utérine.