

STRUCTURE ET CLASSIFICATION DES VIRUS

➤ **Introduction :**

L'histoire des maladies virales est ancienne. La description de poliomyélite figure dans un bas-relief égyptien, les condylomes acuminés vénériens ont donné lieu à des plaisanteries à l'époque romaine ; par contre, l'approche scientifique des virus est beaucoup plus récente. Depuis les années 50, l'étude des virus a été rendue possible grâce aux développements technologiques et à la possibilité d'obtenir aisément des particules virales in vitro en culture cellulaire.

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).

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.

➤ **Définition des virus :**

Les virus sont des agents infectieux de **petite taille (20-300 nm)**, visible en microscopie électronique.

A la définition d'un virus est préférée la description de leurs principaux caractères tels qu'ils ont été établis par Lwoff :

❖ *Structure spécifique*

- Un virus est constitué obligatoirement de 2 éléments de structure:

- **Génome:** porteur de l'information génétique
- **Capside:** structure externe.

- **Certains** virus possèdent une **enveloppe**

❖ *Un seul type d'acide nucléique:* **ARN** ou **ADN** constituant le génome viral

❖ *La réplication:* le virus se multiplie à partir de son seul acide nucléique par réplication, il ne se divise pas (comme pour les bactéries)

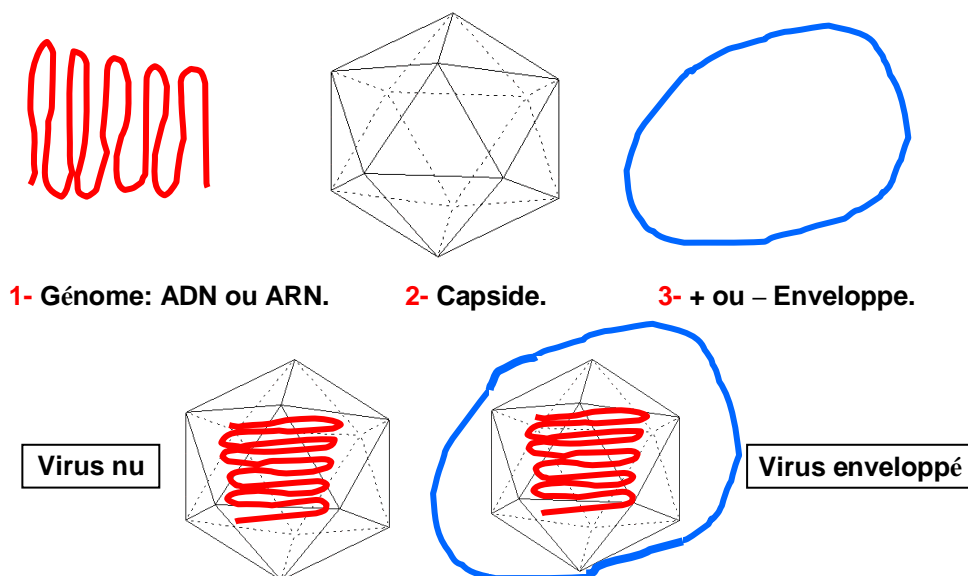
❖ **Le parasitisme intra-cellulaire**: le virus est un **parasite** cellulaire **obligatoire**.

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.

❖ **Spécificité d'hôte**: le virus possède une spécificité d'hôte, contrôlée par un récepteur à la surface de la cellule, auquel correspond des structures de surface du virus. C'est grâce à ce récepteur, que le virus pénètre et infecte la cellule hôte pour provoquer la maladie

➤ Structure des virus ;

- ✓ **Un génome (acide nucléique)** : soit **ARN** ou **ADN** jamais les deux à la fois.
- ✓ **Une capsid** : C'est une coque protéique qui entoure le génome.
Génome + Capsid = **Nucléocapsid**.
- ✓ **Une enveloppe** : présente chez certains virus seulement, elle entoure la nucléocapsid.



✱ **ACIDE NUCLEIQUE** : (premier élément de la classification des virus)

- Constitue le génome viral
- Il s'agit d'un ADN ou ARN

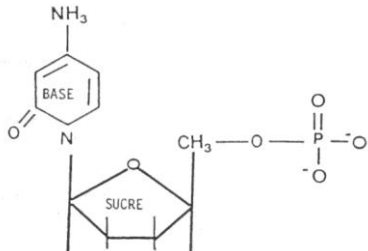
Rappel sur les acides nucléiques :

- Les acides nucléiques sont l'ADN: acide désoxyribonucléique et l'ARN: acide ribonucléique.
- Les molécules qui les constituent tous deux ont beaucoup de traits communs, mais présentent quelques différences essentielles.

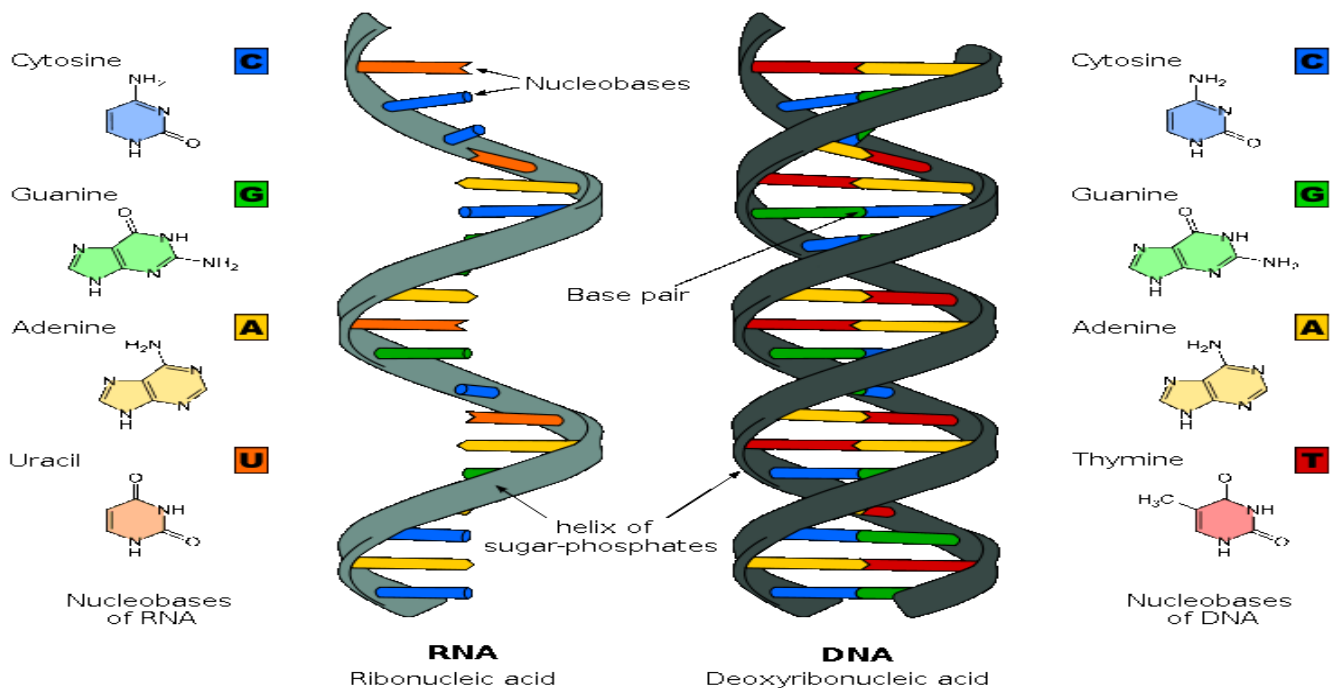
- Les acides nucléiques sont des polymères, c'est-à-dire un assemblage d'éléments de même type ajoutés les uns aux autres comme les maillons d'une chaîne. Tant dans l'ADN que dans l'ARN, ces maillons sont des nucléotides.
- Ces nucléotides sont constitués d'une molécule de la catégorie chimique des sucres à laquelle sont attachés un groupement phosphate et une base.

NUCLEOTIDE = Base + sucre + groupement phosphate

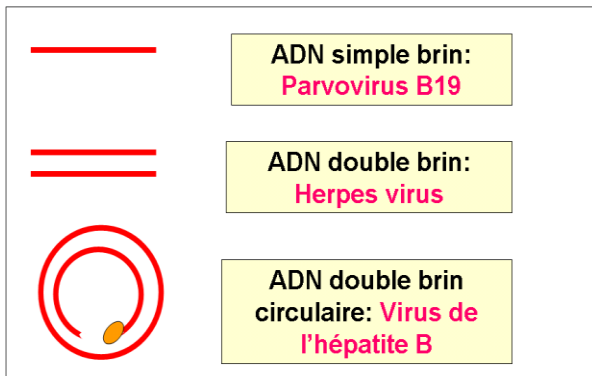
NUCLEOTIDE = Base + sucre + groupement phosphate



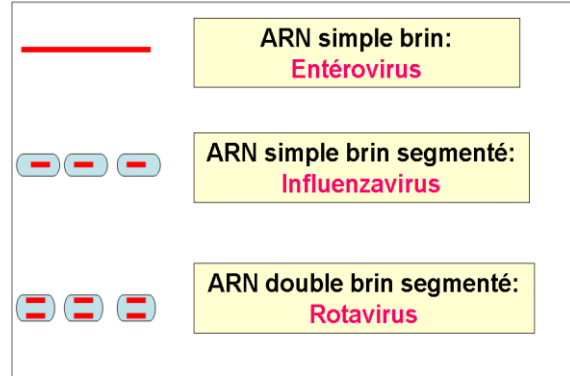
- Le sucre des nucléotides qui composent l'ADN est un désoxyribose. Les bases des nucléotides de l'ADN sont l'adénine (A), la guanine (G), bases dites puriques; la cytosine (C) et la thymine (T), bases dites pyrimidiques.
- Le sucre des nucléotides qui composent l'ARN est un ribose. Les bases des nucléotides de l'ARN sont, comme dans l'ADN, l'adénine, la guanine, la cytosine, mais la thymine est remplacée par une autre base pyrimidique, l'uracile".



Génomes des virus à ADN



Génomes des virus à ARN



La longueur et le poids moléculaire : Variable selon la nature de l'acide nucléique.

————> **Génome à ADN : 3.2 – 375 kpb** (kilo paire de base : unité de mesure de la taille des acides nucléiques)

Les ADN viraux sont généralement bicaténaires, parfois monocaténaires.

————> **Génome à ARN : 7-30 kpb**

Les ARN viraux sont généralement monocaténaires, parfois bicaténaires.

Contrairement au génome cellulaire, l'**information génétique** portée par les virus est **pauvre** et condensée, elle va de:

- Quelques gènes pour les **petits virus**.
- Une centaine pour **les gros virus**.

✳ **LA CAPSIDE** : (Deuxième critère de classification).

- ✓ Structure polymérisée composée de sous-unités protéiques appelées : capsomères entourant le génome viral.
- ✓ La capside est relativement résistante et très stable ayant principalement comme rôles :

- **protection** du génome dans le milieu extérieur.

- porte les structures **antigéniques** et le site d'**attachement** au récepteur cellulaire (pour les virus nus)

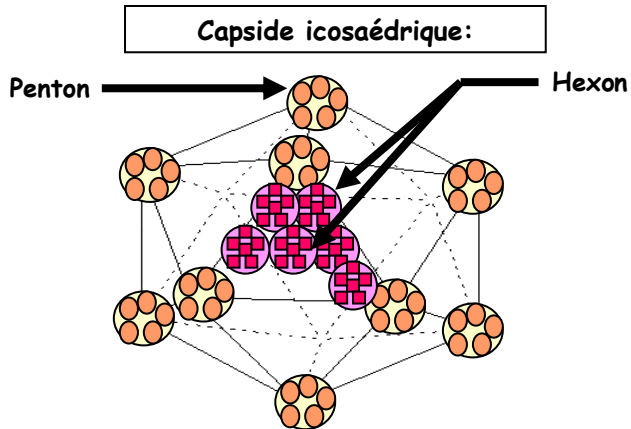
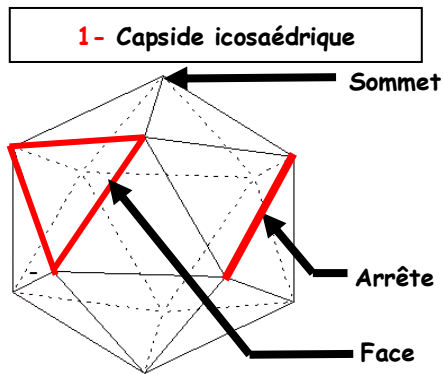
Au microscope électronique on a distingué 2 types de capsides virales :

1/- **Capside à symétrie cubique « capsid e icosaédrique » :**

C'est un **polyèdre** régulier constitué de **20 faces triangulaires**, **12 sommets** et **30 arrêtes**.

La plupart des virus icosaédriques ont :

- Capsomères à 5 unités de structure ou « **pentons** » sur chacun des 12 sommets.
- Capsomères à 6 unités de structure ou « **hexons** » sur les faces et les arrêtes.



Tous les virus de symétrie icosaédrique possèdent **12 pentons** et un nombre **d'hexons variable**.

Exemple : les Adenovirus sont parmi les plus gros virus nus icosaédriques, avec 252 capsomères dont 240 hexons et 12 pentons

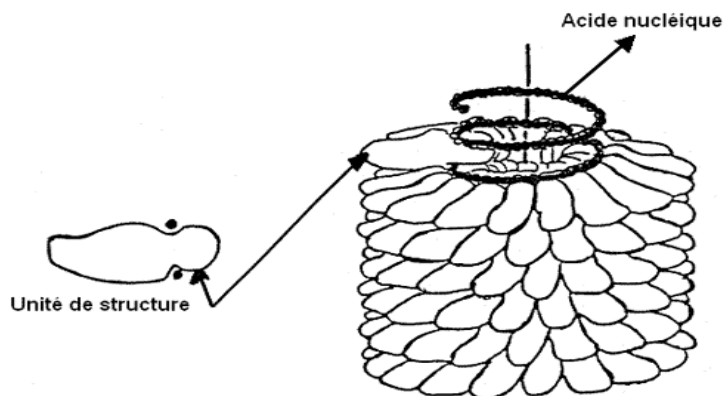
2/- Capside à symétrie hélicoïdale :

Les unités de structure sont disposées en hélice autour du génome qui est enroulé en spirale.

Exp : Orthomyxoviridae, Paramyxoviridae.

C'est une capside flexible, souple qui s'enroule sur elle-même.

Les virus à capside hélicoïdale sont plus complexes et toujours enveloppés,

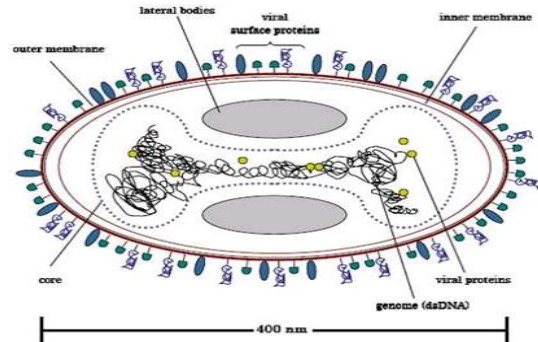
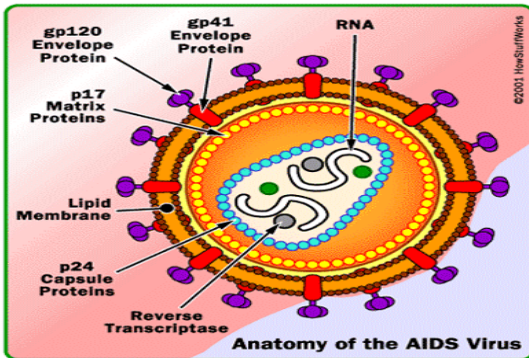


Symétrie hélicoïdale :

- 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

3/- Capside complexe :

Pour un nombre limité de virus, la symétrie de la capside est complexe. **Exemple : VIH, Virus de la variole**



✿ L'ENVELOPPE VIRALE : (Troisième critère de classification).

Il s'agit d'un élément propre à certains virus seulement

- ✓ De composition **lipido-glucido-protéique**.
- ✓ L'enveloppe a une double origine virale et cellulaire :

Son acquisition par le virus se fait dans la **dernière phase** du cycle de réplication virale, le **plus souvent par bourgeonnement** de la nucléocapside à travers **l'une des membranes** cellulaires (cytoplasmique, nucléaire, golgienne, réticulum endoplasmique)

Fonctions des protéines de l'enveloppe :

- Morphologie.
- Antigénique.
- Hémagglutinante.
- Enzymatique.
- Site d'attachement aux récepteurs cellulaires.

L'enveloppe ne constitue pas un élément de protection virale, au contraire c'est un **élément de fragilité** : par son contenu lipidique elle est sensible à l'éther et aux solvants organiques. Donc les virus enveloppes sont plus fragiles que les virus nus.

La présence ou l'absence d'enveloppe règle en grande partie le mode de transmission des maladies. EXP:

- **Le poliovirus** (virus nu) se transmet le plus souvent par **contamination indirecte** faisant intervenir les selles (contamination fécale-orale) → Virus résistant.
- **Le virus de la grippe** (virus enveloppé) se transmet **directement** par contact rapproché de deux sujets → Virus fragile.

N.B : Pour certains virus la face interne de l'enveloppe est tapissée d'une couche protéique virale (protéine M) appelée: **matrice**, séparant celle-ci de la nucléocapside et lui confère une certaine rigidité. **Exp: VIH.**

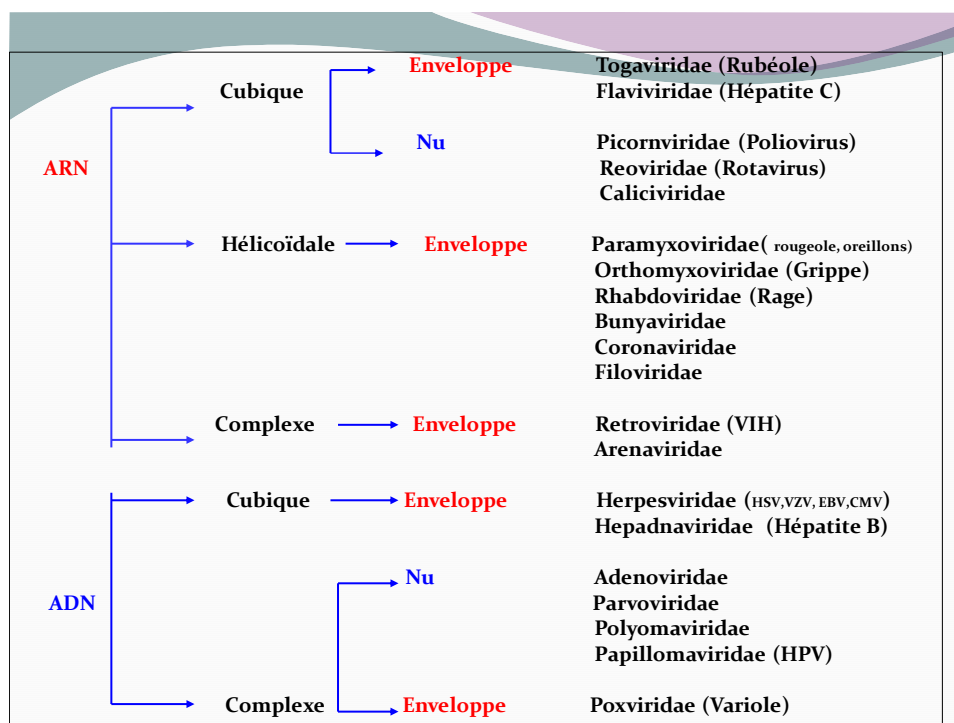
➤ Classification des virus

1)-CLASSIFICATION EPIDEMIOLOGIQUE : Selon le mode de transmission.

- **Virus entériques** : Infectent par ingestion **Exp : picornavirus (poliomyélite), Rotavirus**
- **Virus respiratoires** : Transmis par inhalation ou par aérosol. **Exp : Orthomyxovirus (Grippe), Paramyxoviridae (Virus ourlien)**
- **Virus oncogènes** : exp : Hépatite B, EBV, HTLV1
- **Virus transmis par un vecteur** : **Arbovirus : transmis par des arthropodes (tiques, moustiques..)** exp : virus de la fièvre jaune, la rage.

2)-CLASSIFICATION DE LWOFF, HORNE ET TOURNIER (1960) : se base sur

- La nature de l'acide nucléique ADN ou ARN.
- La symétrie de la nucleocapside: hélicoïdale, cubique ou complexe.
- La présence ou l'absence d'enveloppe.



3)-CLASSIFICATION DU COMITE INTERNATIONAL DE TAXONOMIE DES VIRUS

(1975) la plus récente + + +. 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 | Paramyxoviridae |
| genre | Virus | Morbillivirus |
| espèce | (virus individuel) | virus de la rougeole |