

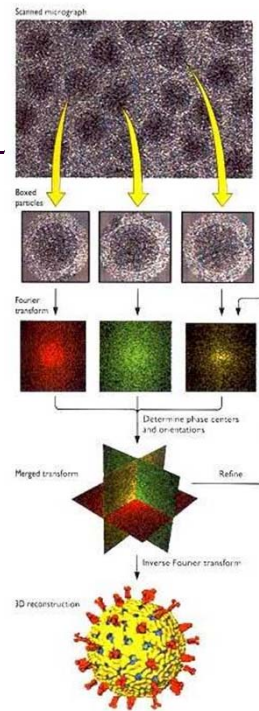
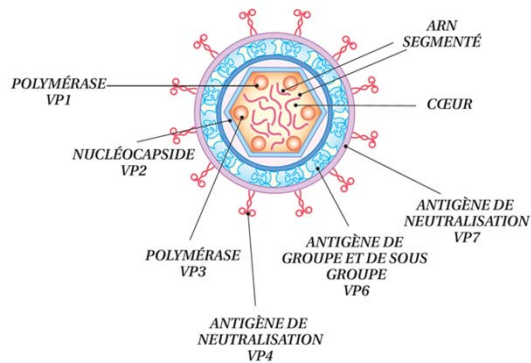
Virologie vétérinaire

Chapitre 2 Virologie structurale Composition et structure des virus

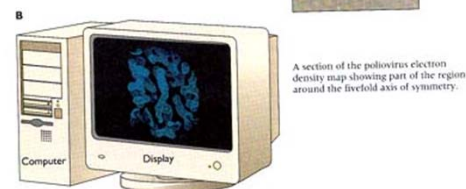
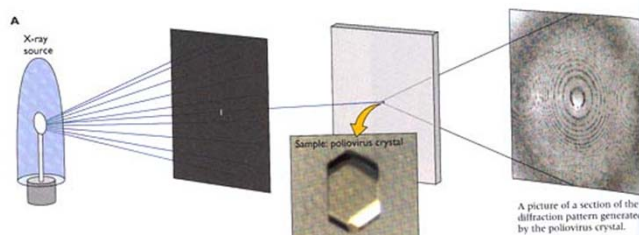
Méthodes d'étude

- Microscopie électronique
 - coloration négative
- Cristallographie par rayons X

Cryo-microscopie électronique et reconstruction d'image (rotavirus)

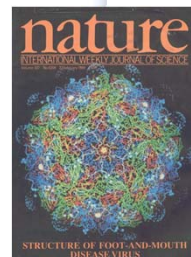


Cristallographie par diffraction de rayons X poliovirus



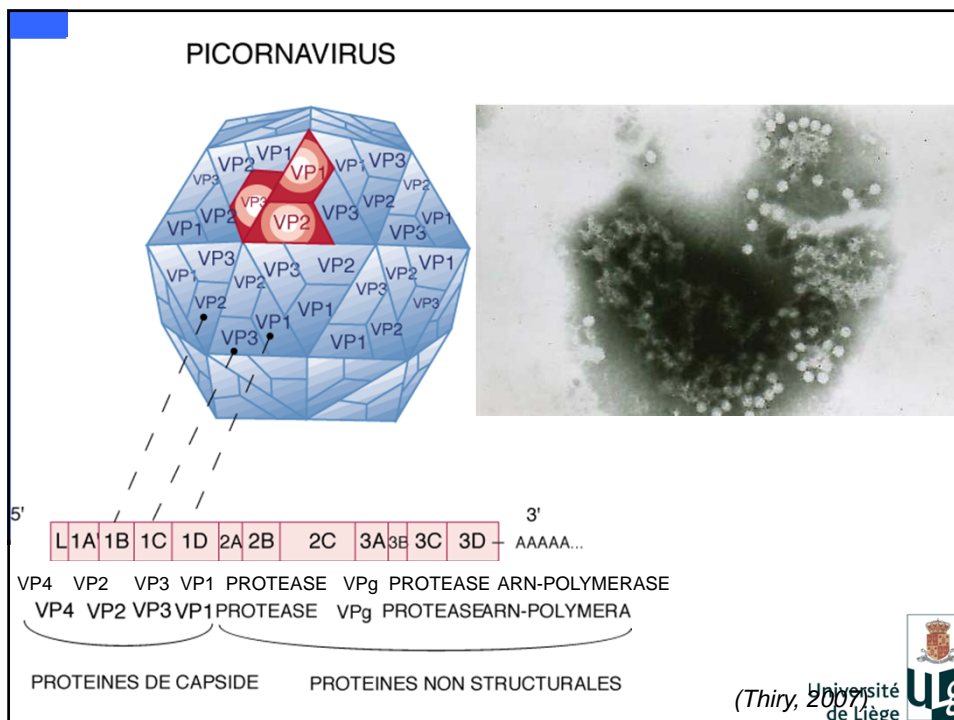
A picture of a section of the diffraction pattern generated by the poliovirus crystal.

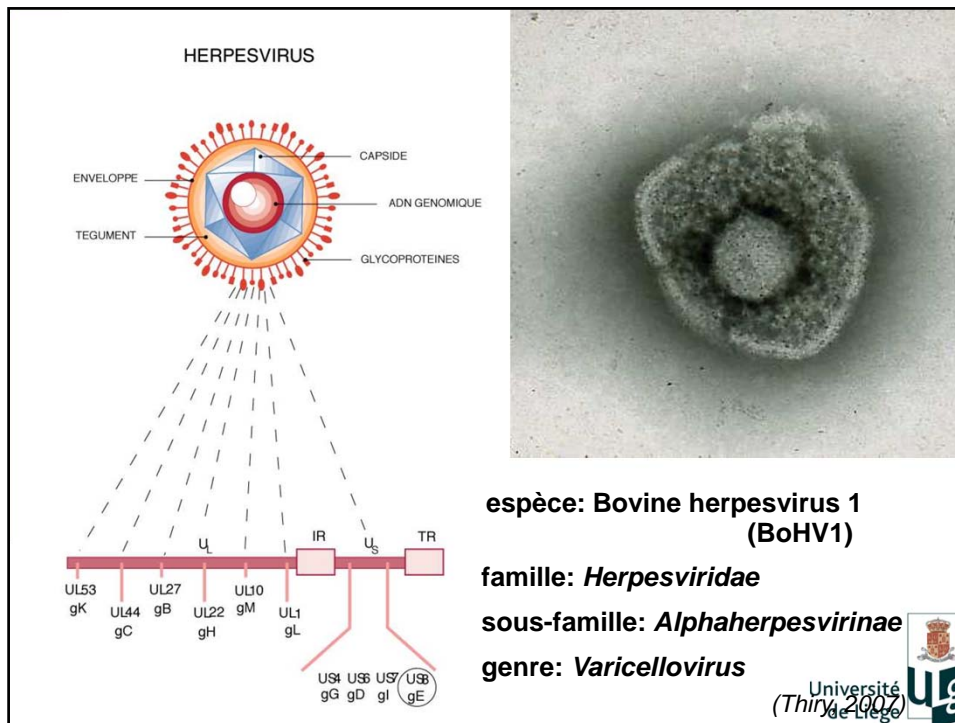
A section of the poliovirus electron density map showing part of the region around the fivefold axis of symmetry.



Eléments de la structure virale

- **Virion** : particule virale infectieuse
- **Acide nucléique** : DNA ou RNA
- **Capside** : ensemble protéique entourant l'acide nucléique
- **Nucléocapside (core, cœur)** : assemblage de protéines et de l'acide nucléique viral
- **Matrice ou tégument** : ensemble de protéines faisant l'interface entre l'enveloppe et la capside virale
- **Enveloppe** : bicouche lipidique d'origine cellulaire portant les⁵ glycoprotéines

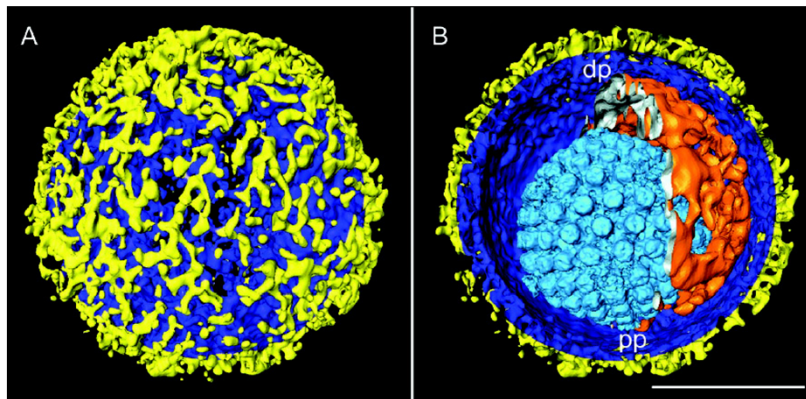




Éléments de la capside virale

- **Sous-unité (protéique) :**
 - chaîne polypeptidique simple, repliée
- **Unité structurale :**
 - unité asymétrique, une ou plusieurs sous-unités ; éléments de composition de la capside
- **Unité morphologique**
 - Capsomère; structure de surface observée au microscope électronique

Herpèsvirus : reconstruction informatique exemple de virus enveloppé

Université
de Liège

L'acide nucléique viral

- DNA
 - monocaténaire
 - bicaténaire
- RNA
 - mono- ou bicaténaire
 - segmenté
 - diploïde

Université
de Liège

Le DNA viral

- DNA
 - bicaténaire : la règle
 - monocaténaire : parvovirus et circovirus
- Linéaire (circulaire)
- Taille
 - circovirus : 1,7 kb
 - poxvirus : 200 kpb

Le RNA viral

- Segmenté ou non
- Bicaténaire
- Monocaténaire
 - polarité positive : comme le RNAm
 - polarité négative : séquence complémentaire du RNAm
 - RNA polymérase-RNA dépendante
 - ambisense
- Taille : 1,7 à 33 kb

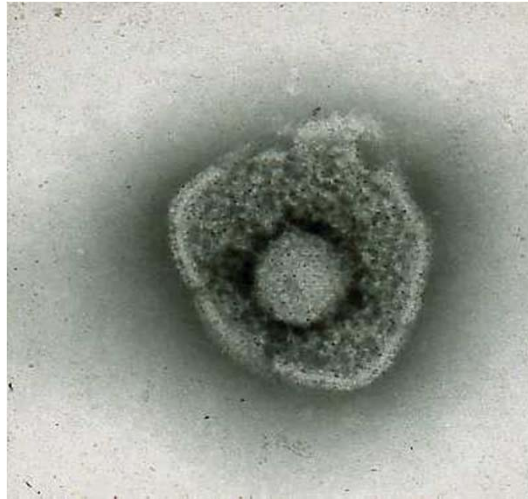
Les protéines virales

- Protéines structurales
 - Protéines de capside
 - Glycoprotéines d'enveloppe (surtout)
 - Protéines myristilées (acide myristique C14)
 - Protéines de matrice ou de tégument
- Protéines non structurales
 - Dans la cellule infectée (enzyme, régulation)
 - Parfois dans le virion (RNA polymérases RNA dépendantes)
 - Phosphoprotéines

L'enveloppe virale

- Bicouche lipidique
- Acquisition à partir d'une membrane cellulaire
- Présente les glycoprotéines
- Est supportée par la matrice ou le tégument sur sa face interne (sauf chez les *Togaviridae*)

Herpèsvirus : la réalité en microscopie électronique

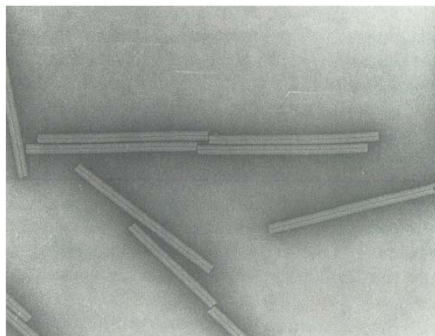


Symétrie virale

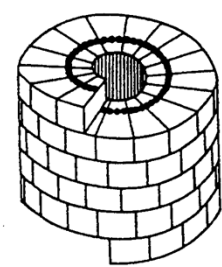
- Symétrie hélicoïdale
- Symétrie icosaédrique
- Symétrie complexe : poxvirus

Symétrie hélicoïdale

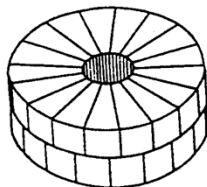
- Virus de la mosaïque du tabac
- Symétrie de rotation



Université de Liège

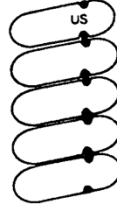


hélice

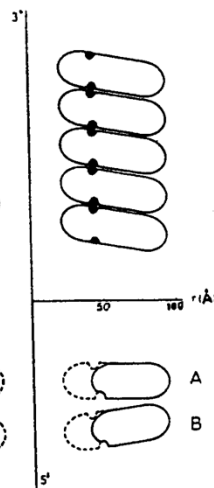
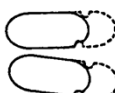


disques empilés

VIRUS



DISQUE



b

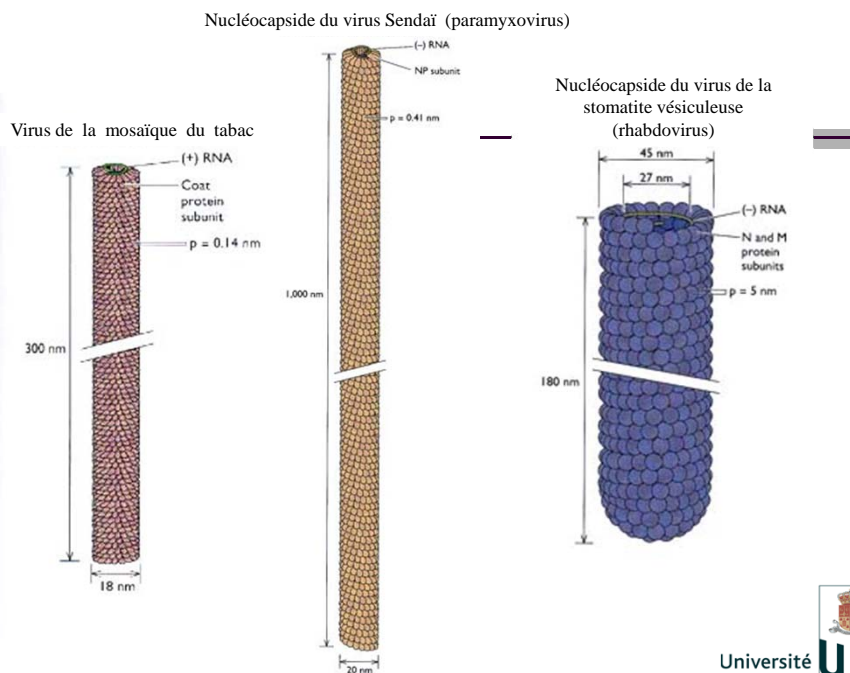
Université de Liège



Symétrie hélicoïdale

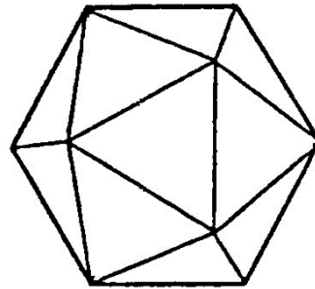
- Forme de bâtonnet
- Virus animaux à symétrie hélicoïdale
 - tous enveloppés
 - exemples :
 - *Orthomyxoviridae* (virus de la grippe)
 - *Paramyxoviridae* (virus de la maladie de Carré)
 - *Rhabdoviridae* (virus de la rage)

19

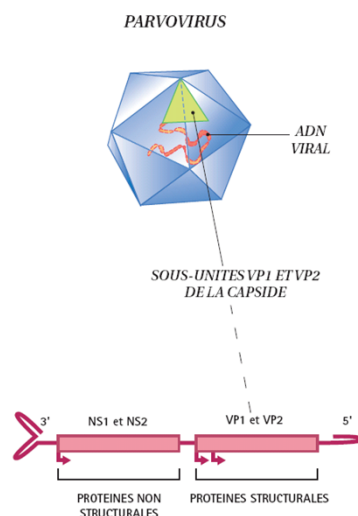
Université
de LiègeUniversité
de Liège

Symétrie icosaédrique

- Icosaèdre : polyèdre à 20 faces triangulaires
- Symétrie de l'icosaèdre
 - 10 axes de symétrie d'ordre 3 ;
 - 6 axes de symétrie d'ordre 5 ;
 - 15 axes de symétrie d'ordre 2 ;
- Quasi-équivalence
 - si plus de 60 sous-unités protéiques
 - nombre de triangulation T
 - $T = H^2 + HK + K^2$



Parvovirus canin : exemple rare d'un virus qui est un vrai icosaèdre (T=1)



60 sous-unités protéiques VP2 forment la capside

La quasi-équivalence



Buckminster Fuller entouré de structures géodésiques

Contraintes liées à la taille de l'acide nucléique viral

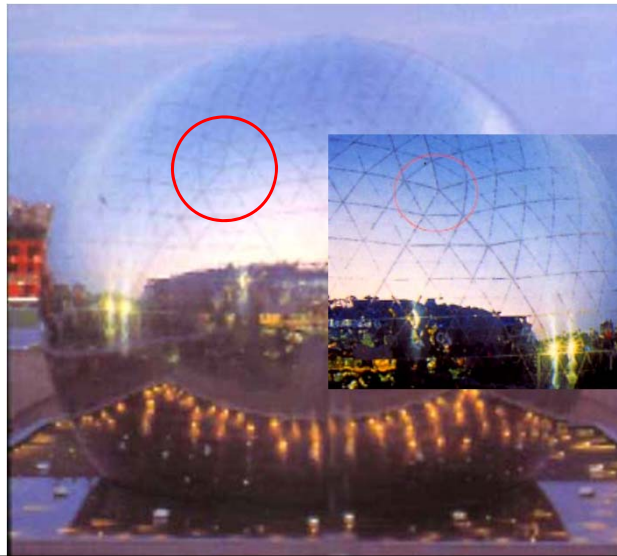
Principe d'équivalence

Dans la structure icosaédrique parfaite, chaque face de l'icosaèdre est composée de trois unités identiques qui sont en relation dans un environnement structural identique

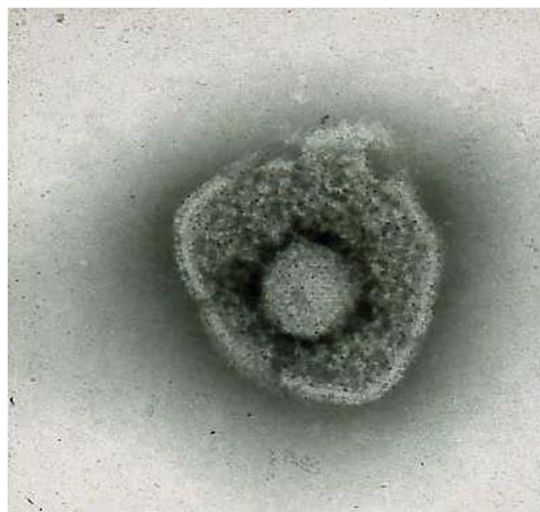
Principe de quasi-équivalence

Cependant, l'encapsulation d'acides nucléiques de plus grande taille nécessite pour le virus la construction d'une capsidie comprenant un nombre bien plus élevé des différentes unités constitutives.

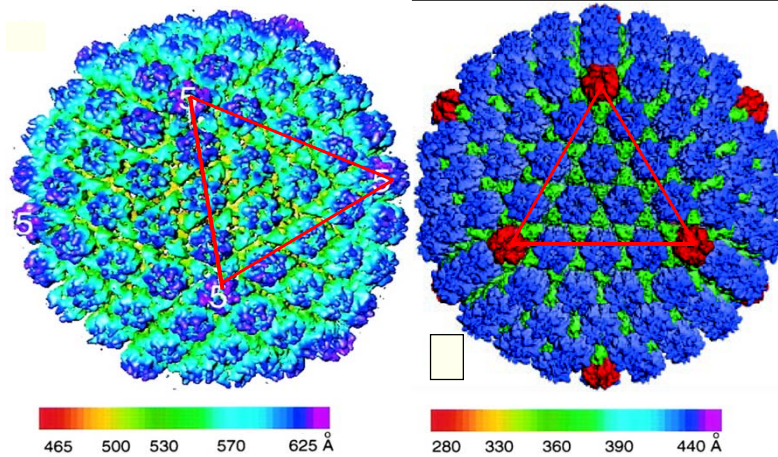
Un virus icosaédrique peut être comparé à une structure géodésique à réseau hexagonal



Herpèsvirus en microscopie électronique (coloration négative)

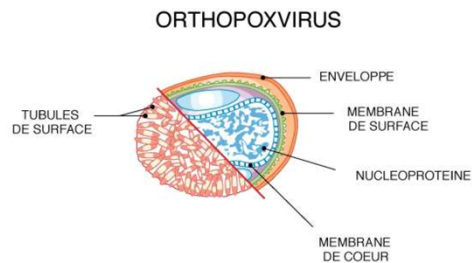
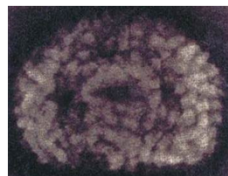


Herpèsvirus : symétrie isosaédrique; illustration de la quasi-équivalence



Symétrie complexe

- Les *Poxviridae*
- Pas de symétrie hélicoïdale ou icosaoédrique
- Un certain ordre



En résumé

- La diversité du monde viral s'observe au niveau
 - de l'acide nucléique viral
 - de la morphologie virale
- Méthodes spéciales d'observation du virion
- Morphologie du virion : nucléocapside avec ou non une enveloppe
- Organisation précise de la capsid virale
 - Types de symétrie