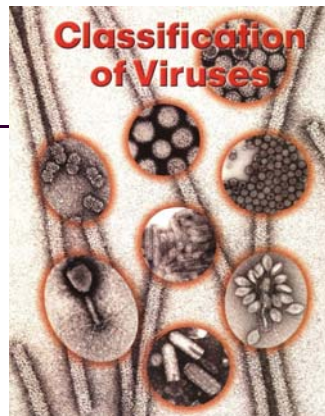


CLASSIFICATION VIRALE

Cours optionnel
Formation doctorale en
Sciences vétérinaires



Université
de Liège



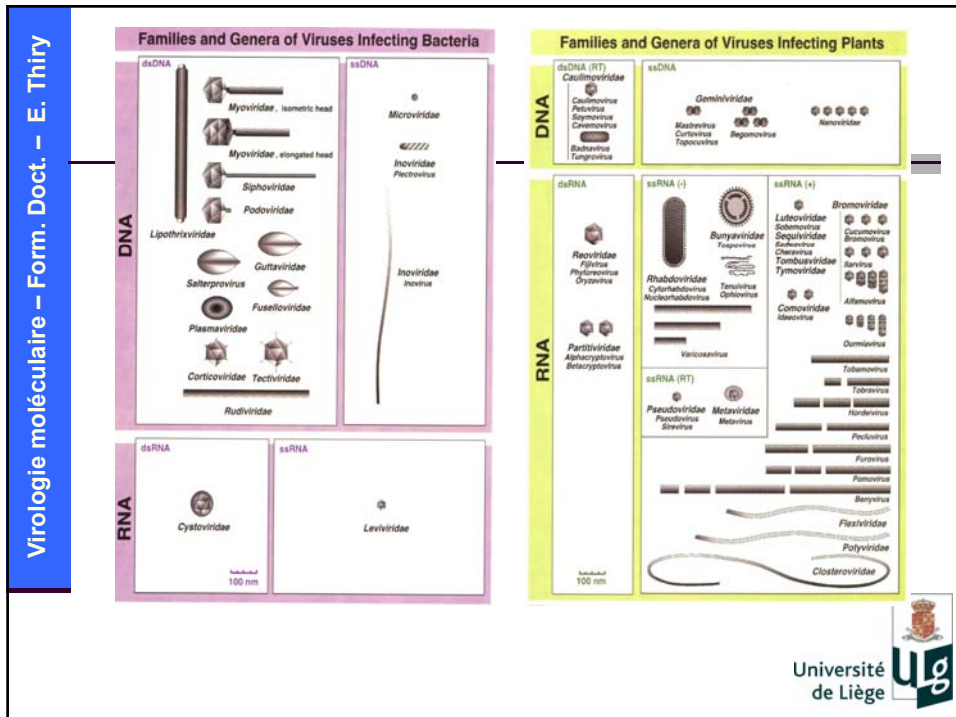
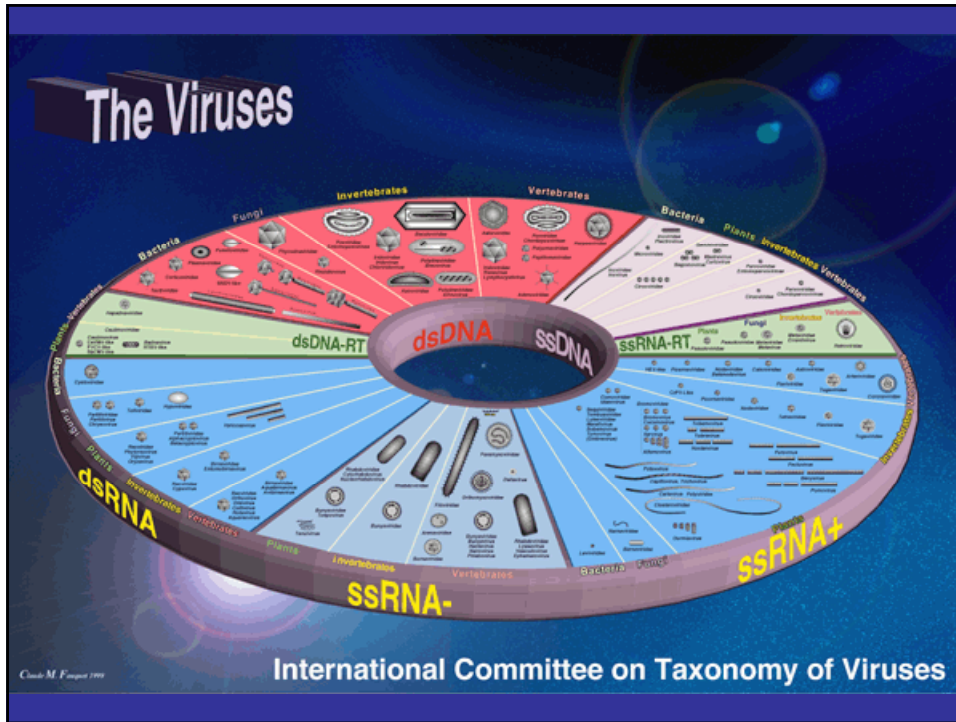
Thiry E. et al. Spécificité et diversité virales:
implications en médecine vétérinaire. *Bulletin GTV*,
2008, hors-série, 11-19.

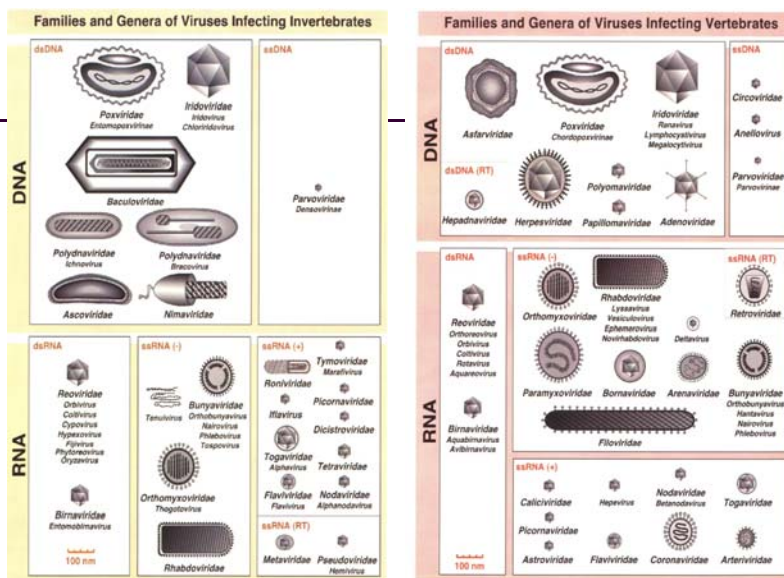
ICTV viral taxonomy 2008

<http://www.ictvonline.org/virusTaxonomy.asp?version=2008&bhcp=1>

Université
de Liège







Règles de taxonomie

- *International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV)*
- Règles :
 - acide nucléique :
 - type ;
 - nombre de chaînes ;
 - caractéristiques génomiques :
 - segmentation ;
 - polarité du RNA ;
 - stratégies de réplication et de transcription.

L'analyse phylogénétique est un argument principal de la classification virale

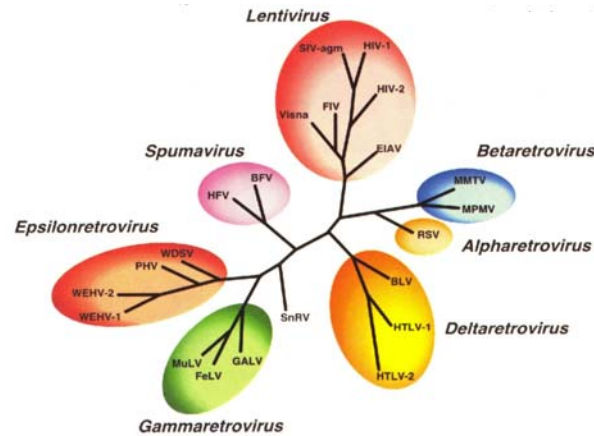


Figure 4: Phylogenetic analysis of conserved regions of the polymerase genes of retroviruses (Courtesy of Quackenbush, S and Casey, J.), based on an alignment of the aa residues contained within domains 1 through 4 and part of domain 5 (Xiong, Y. and Eickbush, T.H. (1990). *EMBO J.*, 9, 3353-3362) of reverse transcriptase genes of several retroviruses.



Règles de taxonomie (2)

- Taxon : suffixe :
 - **Ordre** : **-virales**
 - **Famille** : **-viridae**
 - **sous-famille** : **-virinae**
 - **genre** : **-virus**
 - **espèce**
- exemple chez les virus animaux
 - acide nucléique : RNA monocaténaire négatif
 - ordre : **Mononegavirales**
 - famille : **Paramyxoviridae**
 - sous-famille : **Paramyxovirinae**
 - genre : *morbillivirus*
 - espèce : virus de la rougeole



Présentation des familles de virus

Famille	Virion		Nucléocapside		Génome	
	Diamètre (nm)	Enveloppe	Symétrie	Capsomères	Nature	Taille (kb, kbp)
<i>Poxviridae</i>	250 x 200 x 200	+/-	Complexe	NA	Ds DNA, linéaire	170 - 250
<i>Asfarviridae</i>	175 - 215	+	Icosaédrique	≥ 1892	Ds DNA, linéaire	170 - 190
<i>Iridoviridae</i>	130 - 300	+	Icosaédrique	1892	Ds DNA, linéaire	150 - 350
<i>Herpesviridae</i>	150	+	Icosaédrique	162	Ds DNA, linéaire	125 - 235

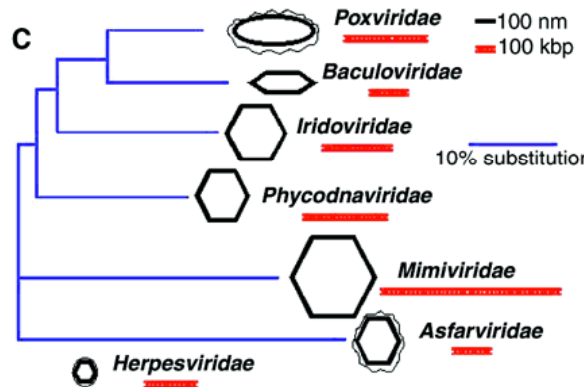
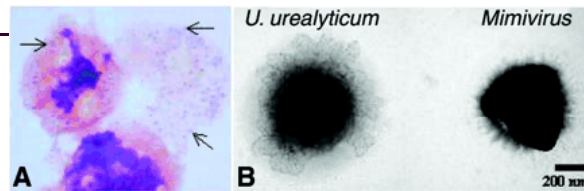


Famille	Virion		Nucléocapside		Génome	
	Diamètre (nm)	Enveloppe	Symétrie	Capsomères	Nature	Taille (kb, kbp)
<i>Poxviridae</i>	250 x 200 x 200	+/-	Complexe	NA	Ds DNA, linéaire	130 - 375
<i>Asfarviridae</i>	175 - 215	+	Icosaédrique	1892-2172	Ds DNA, linéaire	170 - 190
<i>Iridoviridae</i>	120 - 350	+	Icosaédrique	>1562	Ds DNA, linéaire	140 - 303
<i>Herpesviridae</i>	150	+	Icosaédrique	162	Ds DNA, linéaire	125 - 240
<i>Adenoviridae</i>	70 - 90	-	Icosaédrique	252	Ds DNA, linéaire	26 - 45
<i>Polyomaviridae</i>	40	-	Icosaédrique	72	Ds DNA, circulaire	5
<i>Papillomaviridae</i>	55	-	Icosaédrique	72	Ds DNA, circulaire	6,8 - 8,4
<i>Circoviridae</i>	12 - 26,5	-	Icosaédrique	32	Ss DNA, (+), circulaire	1,7 - 2,3
<i>Parvoviridae</i>	18 - 26	-	Icosaédrique	60	Ss DNA, (-), linéaire	4 - 6

Famille	Virion		Nucléocapside		Génome	
	Diamètre (nm)	Enveloppe	Symétrie	Capsomères	Nature	Taille (kb, kbp)
<i>Hepadnaviridae</i>	40 - 48	-	Icosaédrique	?	Ds DNA, circulaire	3 - 3,3
<i>Retroviridae</i>	80 - 100	+	Icosaédrique	?	Ss RNA, (+), linéaire	7 - 12
<i>Reoviridae</i>	60 - 80	-	Icosaédrique	92	Ds RNA, linéaire, 10, 11 ou 12 segments	19 - 32
<i>Birnaviridae</i>	60	-	Icosaédrique	260	Ds RNA, linéaire, 2	6
<i>Bornaviridae</i>	80 - 100	+	Icosaédrique	?	Ss RNA, (-), linéaire	6
<i>Filoviridae</i>	790-970 x 80	+	Hélicoïdale	NA	Ss RNA, (-), linéaire	19
<i>Paramyxoviridae</i>	150 - 300	+	Hélicoïdale	NA	Ss RNA, (-), linéaire	15
<i>Rhabdoviridae</i>	100 - 430 x 45 - 100	+	Hélicoïdale	NA	Ss RNA, (-), linéaire	11 - 15
<i>Orthomyxoviridae</i>	80 - 120	+	Hélicoïdale	NA	Ss RNA, (-), linéaire, 6, 7 ou 8 segments	10 - 15
<i>Bunyviridae</i>	80 - 120	+	Hélicoïdale	NA	Ss RNA, (-), linéaire, 3 segments	11 - 19
<i>Arenaviridae</i>	50 - 300	+	Hélicoïdale	NA	Ss RNA, (-), linéaire, 2 segments	11

Famille	Virion		Nucléocapside		Génome	
	Diamètre (nm)	Enveloppe	Symétrie	Capsomères	Nature	Taille (kb, kbp)
<i>Picornaviridae</i>	30	-	Icosaédrique	60	Ss RNA, (+), linéaire	7 - 8
<i>Caliciviridae</i>	27 - 40	-	Icosaédrique	90	Ss RNA, (+), linéaire	7 - 8
<i>Astroviridae</i>	28 - 30	-	Icosaédrique	32	Ss RNA, (+), linéaire	7 - 8
<i>Nodaviridae</i>	29 - 32	-	Icosaédrique	180	Ss RNA, (+), linéaire, 2 segments	4 - 5
<i>Coronaviridae</i>	120 - 160	+	Hélicoïdale	NA	Ss RNA, (+), linéaire	27 - 31
<i>Arteriviridae</i>	45 - 60	+	Icosaédrique	?	Ss RNA, (+), linéaire	13 - 16
<i>Flaviviridae</i>	40 - 60	+	Icosaédrique	?	Ss RNA, (+), linéaire	10 - 12
<i>Togaviridae</i>	70	+	Icosaédrique	80	Ss RNA, (+), linéaire	10 - 12
<i>Deltavirus</i>	36 - 43	+	?	70	Ss RNA, (-), circulaire	2
Prions (agents des encéphalopathies spongiformes)	Protéine (PrP ^{Sc})	NA	NA	NA	NA	MM 33 – 35 kDa

Le mimivirus (microbe mimicking virus)



Génome :
DNA bicaténaire
800 kbp

13

Université de Liège



La classification virale : une œuvre inachevée

- Plus de 5000 virus
 - 30000 souches et sous-types
- 5 ordres
- 84 familles
- 12 sous-familles
- 324 genres
- Plus de 2000 espèces

Université de Liège



Définition de l'espèce virale : une classe polythétique

L'espèce virale a une définition assez complexe, car elle tient compte de la grande variabilité virale. Une espèce virale est définie par l'ICTV comme une classe polythétique de virus qui constituent une lignée répliquative et occupent une niche écologique particulière. Le concept de « classe polythétique » nécessite une explication spéciale, car se reflète dans cette définition la variabilité intrinsèque des populations virales : les membres d'une classe polythétique sont définis par plus d'une propriété. Aucune caractéristique, prise individuellement, n'est donc ni essentielle, ni nécessaire pour attribuer un virus à une espèce déterminée. Assigner un virus isolé à une espèce virale ne dépend donc pas d'une seule caractéristique



Genre, espèce et variations « infraspécifiques »

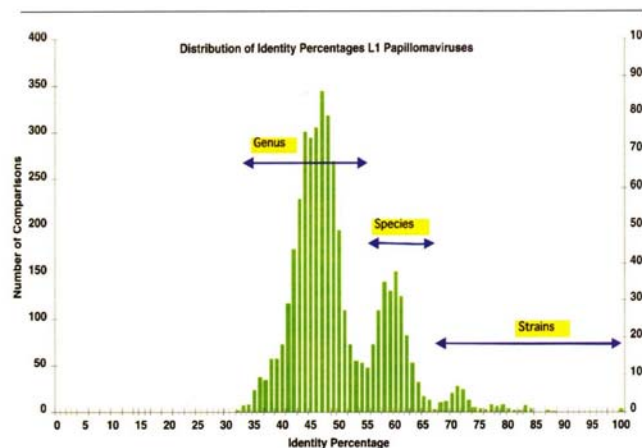
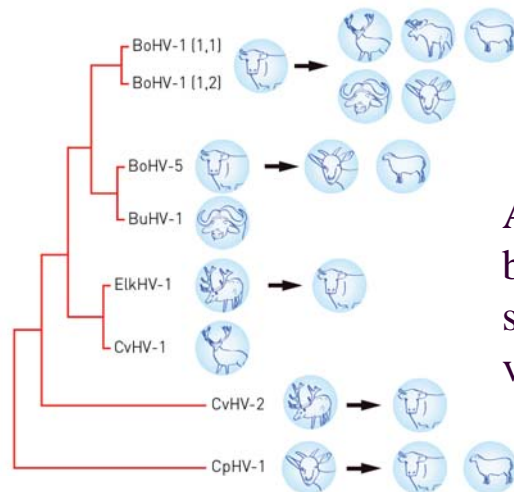


Figure 1: Distribution of pairwise identity percentages calculated for the sequences of the L1 gene of members of the family *Papillomaviridae* (Courtesy of C.M. Fauquet). Comparison of virus sequences to define species demarcation criteria.



Catégories infraspécifiques

- Isolât
- Souche virale
- Génotype, nucléotype, génogroupe
- Sérotype
- Biotype
- Pathotype
- Electrophérotpe
- Topotype



Alphaherpèsvirus
bovins : espèce et
sous-type (souche
virale)

Figure 1.
Ce dendrogramme montre les relations génétiques entre les alphaherpèsvirus de ruminants apparentés au virus de la rhinotrachéite infectieuse bovine (BoHV-1). Les flèches indiquent les espèces animales réceptives à ces alphaherpèsvirus.
BoHV-5 : herpèsvirus bovin 5 ; BuHV-1 : herpèsvirus du buffle ; CpHV-1 : herpèsvirus caprin ; CvHV-1 : herpèsvirus du cerf ; CvHV-2 : herpèsvirus du renne ; ElkHV-1 : herpèsvirus du wapiti.



Norovirus: génogroupes et génotypes

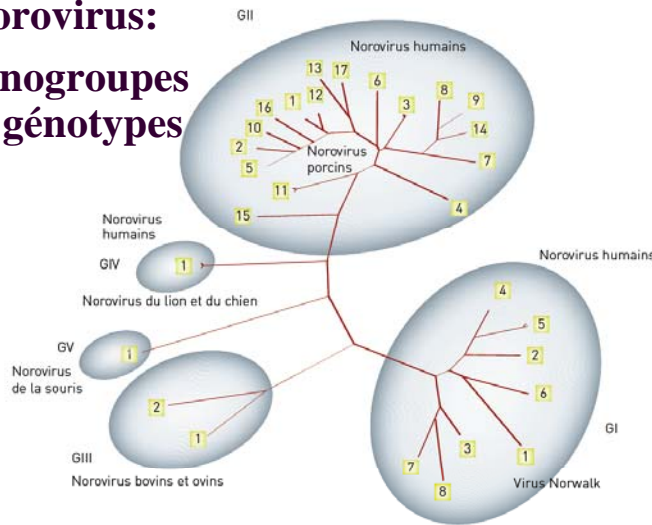
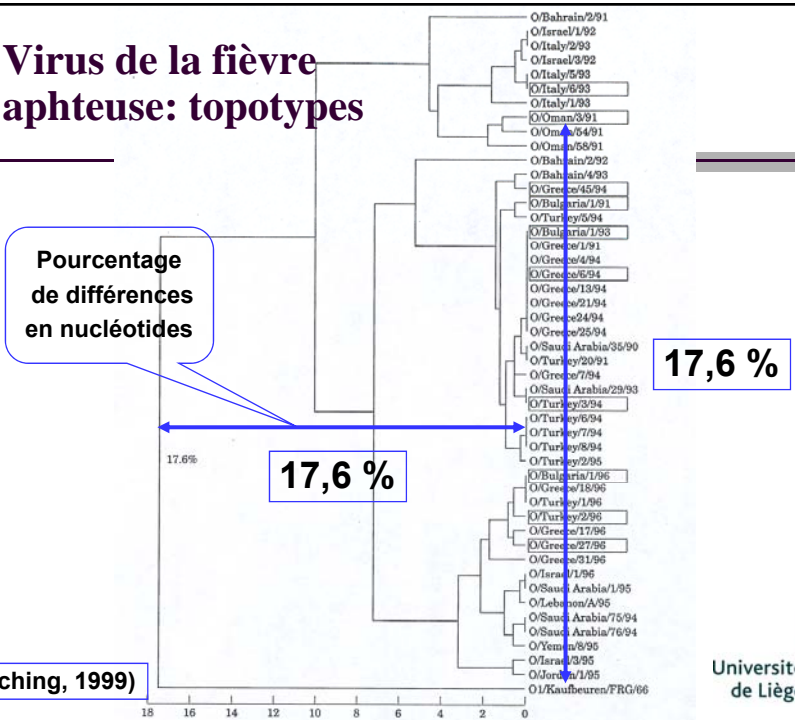


Figure 3. La variation chez les norovirus est représentée par un arbre phylogénétique décrivant les relations génétiques entre les isolats de norovirus, construites à partir de la comparaison des séquences de la protéine de capsid de 141 virus différents. La figure reprend la classification des norovirus : les 5 génogroupes (GI à GV) sont représentés par les ovales et, à l'intérieur de ceux-ci, les génotypes par un chiffre entouré d'un carré.

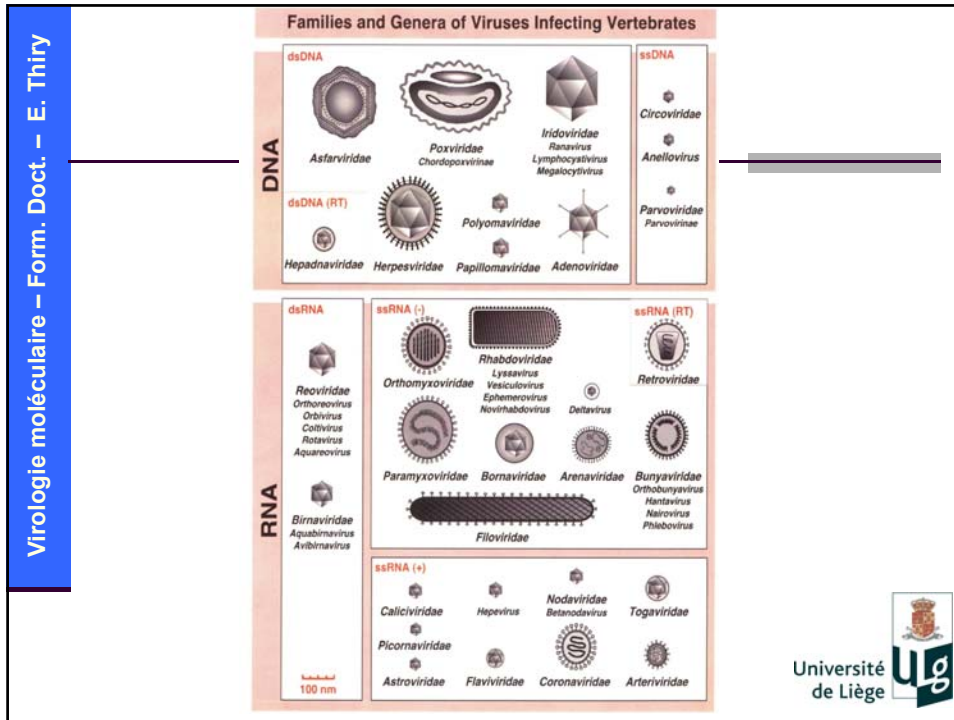


Virus de la fièvre aphteuse: topotypes

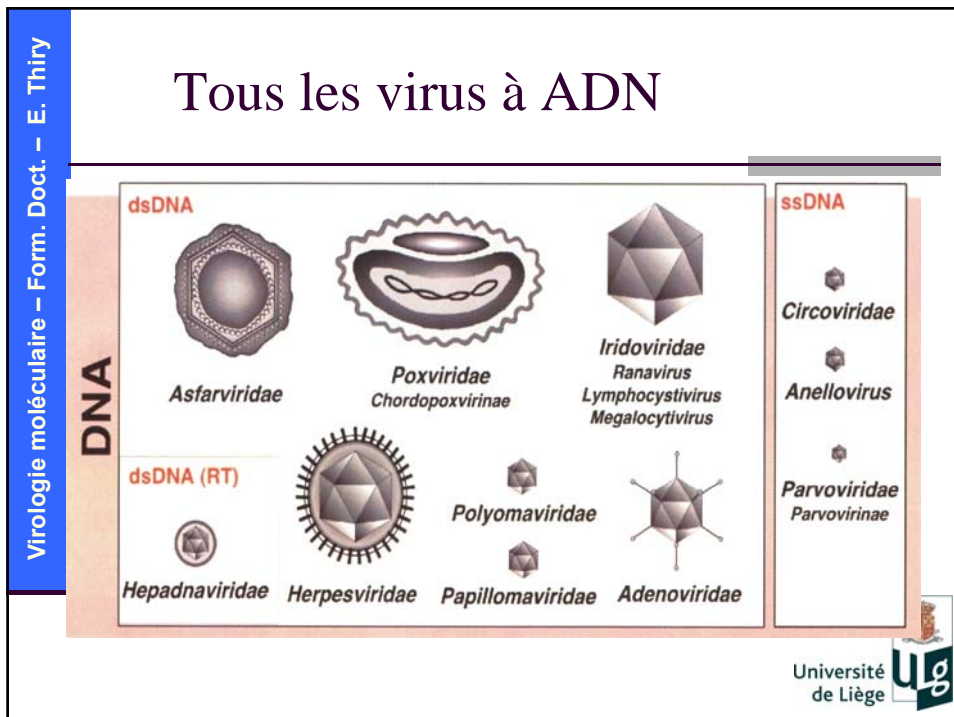


(Kitching, 1999)






Tous les virus à ADN



Virus à ADN monocaténaire

ssDNA



Circoviridae

Anellovirus

Parvoviridae
Parvovirinae

Maladie de l'amaigrissement du porcelet

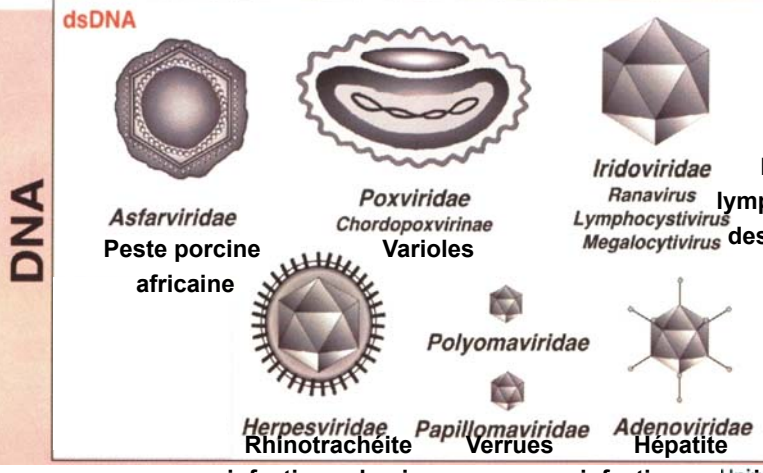
Parvovirose canine, typhus du chat



Virus à DNA bicaténaire

DNA

dsDNA



Asfarviridae
Peste porcine africaine

Poxviridae
Chordopoxvirinae
Varioles

Iridoviridae
Ranavirus
Lymphocystivirus
Megalocytivirus

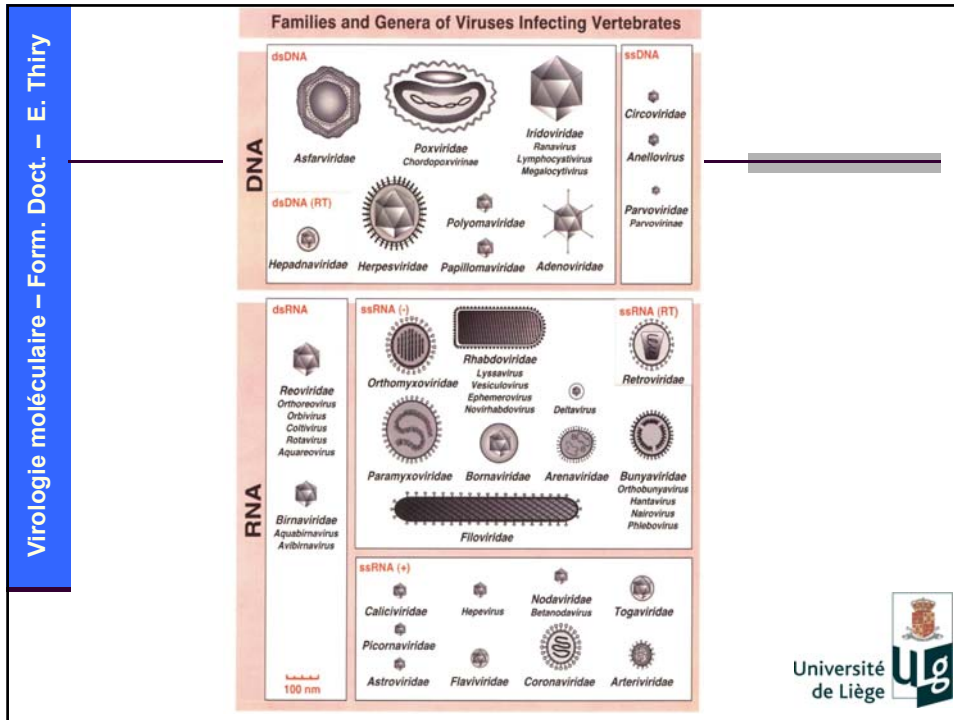
Herpesviridae
Rhinotrachéite infectieuse bovine

Papillomaviridae
Verrues

Adenoviridae
Hépatite infectieuse canine

Maladie lymphokystique des poissons





Virus à transcriptase inverse

ssRNA (RT)



Retroviridae

**Leucose féline
Immunodéficience féline**

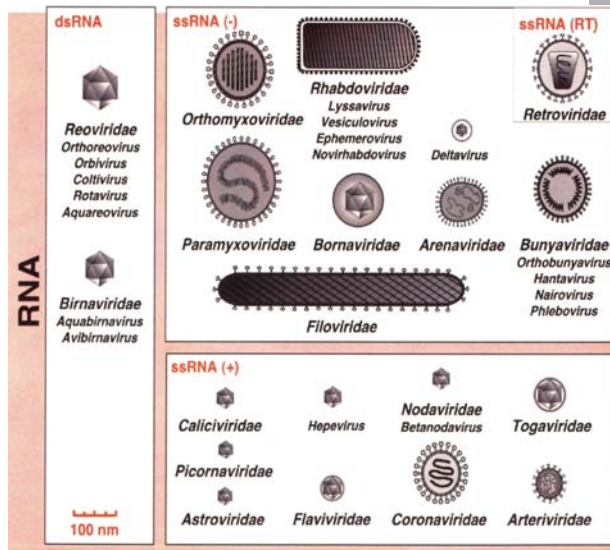
dsDNA (RT)



Hepadnaviridae

**Hépatite B
Hépadnavirus du canard**

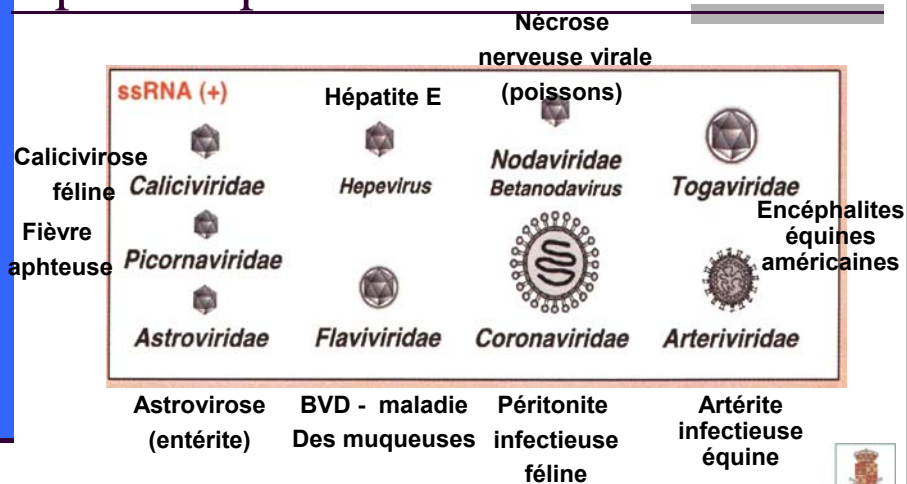
Tous les virus à ARN



Université de Liège



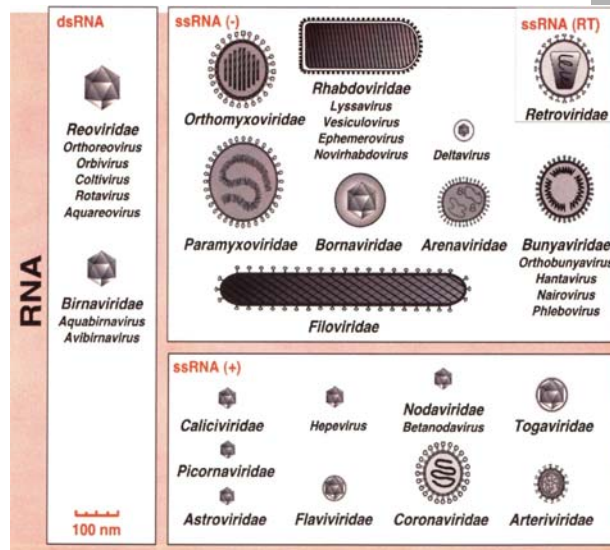
Virus à ARN monocaténaire de polarité positive



Université de Liège



Tous les virus à ARN



Université de Liège



Virus à ARN bicaténaire



Birnaviridae
Aquabirnavirus
Avibirnavirus

Maladie
de Gumboro

dsRNA



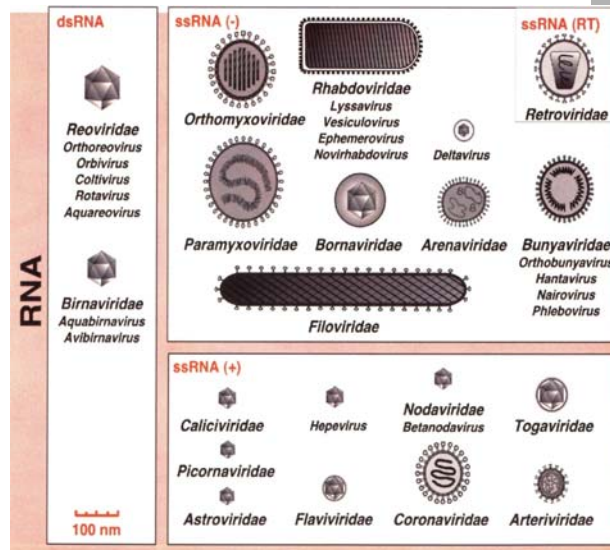
Reoviridae
Orthoreovirus
Orbivirus
Coltivirus
Rotavirus
Aquareovirus

Fièvre catarrhale ovine

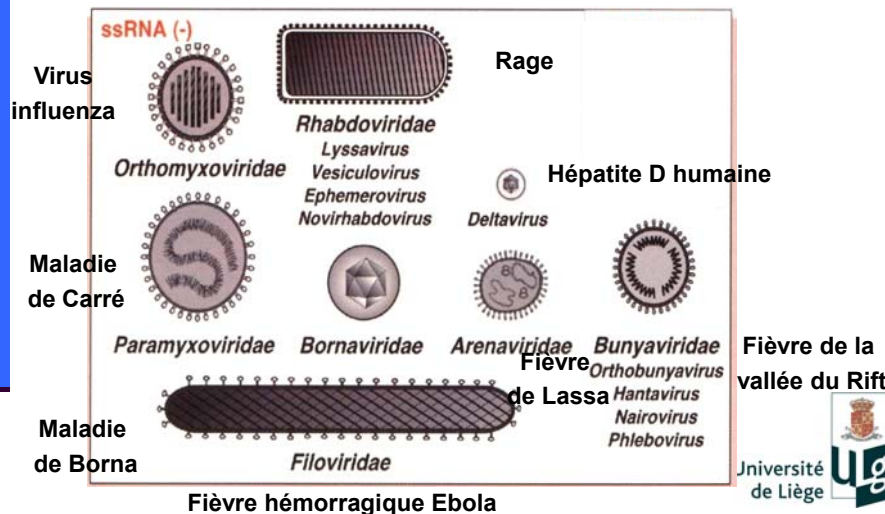
Université de Liège



Tous les virus à ARN



Virus à ARN de polarité négative



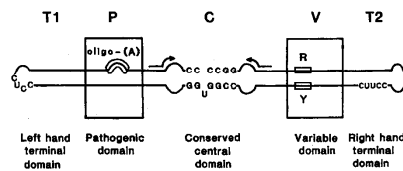
Agents sous-viraux

- Viroïdes
- Virus satellites
- Prions (agents transmissibles non conventionnels)

33



VIROÏDES (Phytopathogènes)



Représentation schématique du potato spindle tuber viroid.

VIRUS SATELLITE: DELTAVIRUS

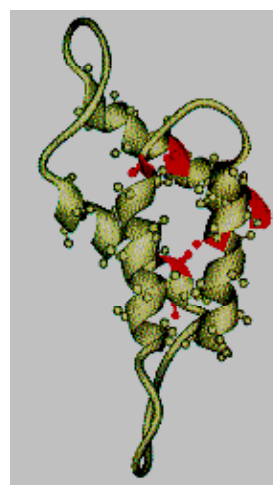
- Exemple :
 - Virus de l'hépatite delta
- Propriétés :
 - virus défectif
 - requiert les fonctions helpers du virus de l'hépatite B ou de l'hépatite du canard
 - virus à RNA monocaténaire circulaire
 - partie de génome ressemblant à un viroïde

35

Université
de Liège

AGENTS TRANSMISSIBLES NON CONVENTIONNELS

- Exemple :
 - Encéphalopathie spongiforme bovine (ESB, BSE)
 - Tremblante du mouton (scrapie)
 - Creutzfeldt-Jakob chez l'homme
- Propriétés :
 - PrP infectieuse
 - Deux formes : PrP^c et PrP^{sc}
 - Forme infectieuse résistante à la protéinase K et contenu élevé en feuillets bêta



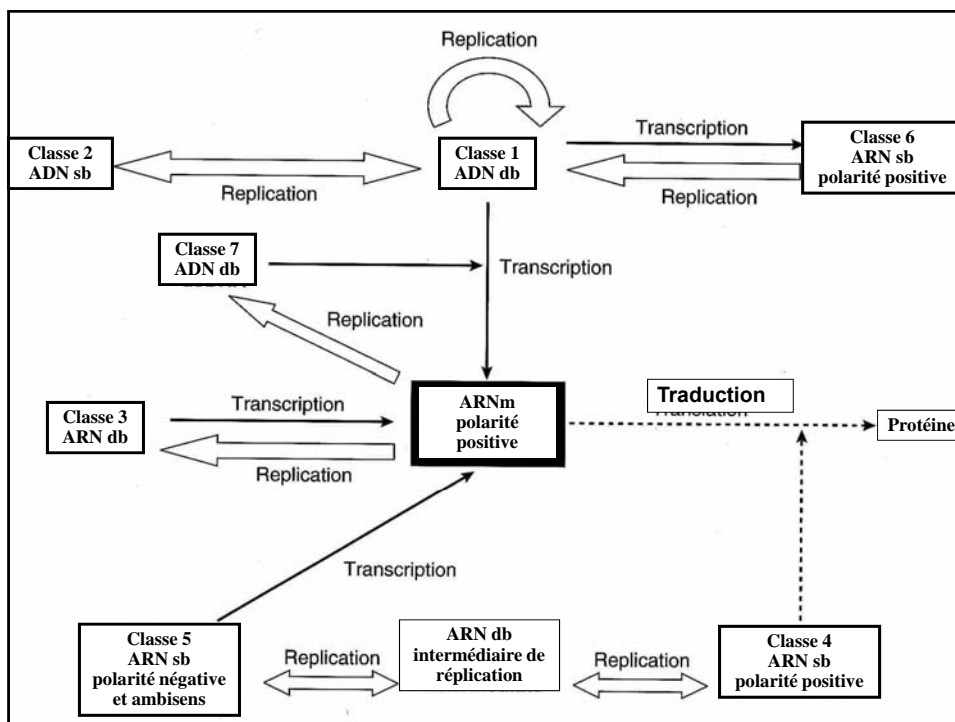
36

Université
de Liège

Présentation des virus animaux dans la classification virale

37

Université de Liège



VIRUS À ADN MONOCATÉNAIRE

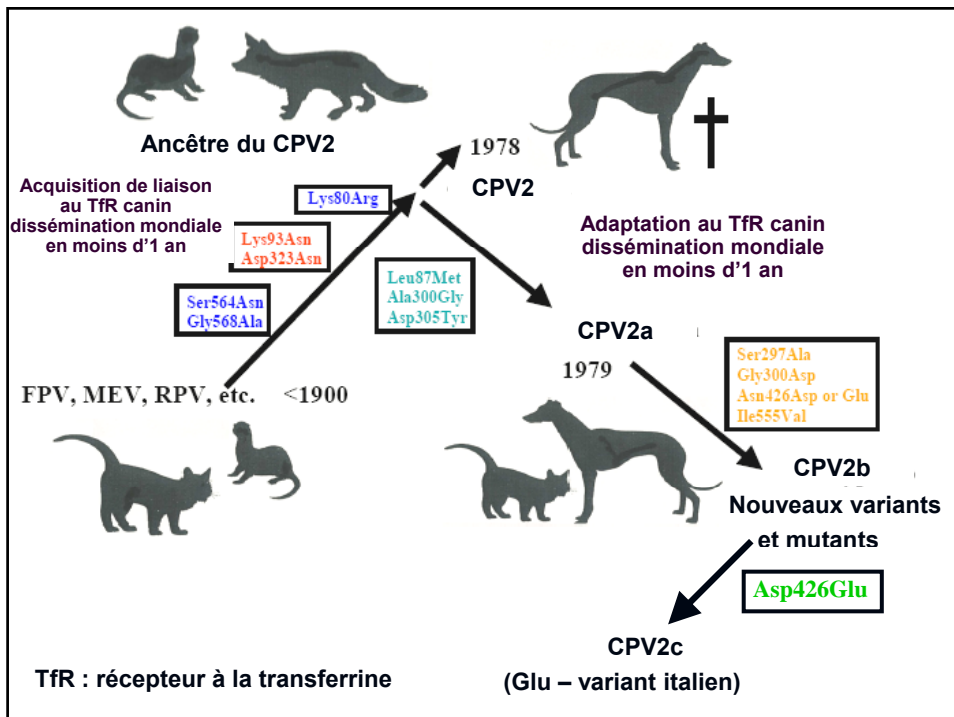
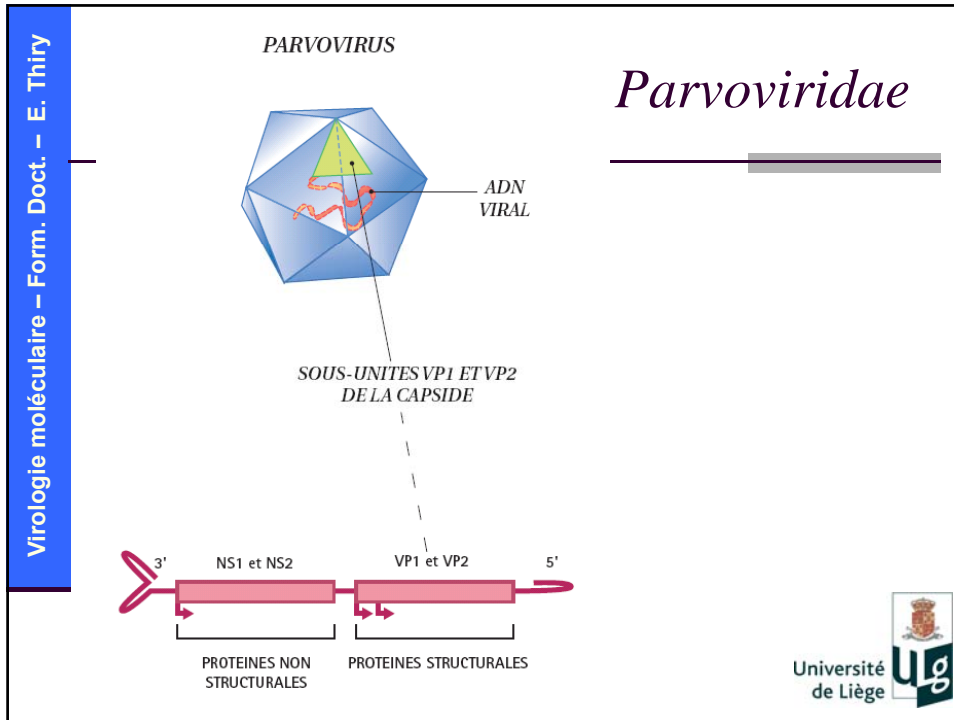
□39

Université
de Liège

Parvoviridae

- *Densovirinae*
 - Virus d'insectes
- *Parvovirinae*
 - *Bocavirus*
 - Parvovirus bovin
 - Parvovirus canin 1
 - *Dependovirus*
 - Virus adéno-associés (adeno-associated viruses)
 - *Erythrovirus*
 - Parvovirus humain B19
 - *Parvovirus*
 - Virus de la panleucopénie féline, parvovirus canin 2, virus de l'entérite du vison, parvovirus du raton laveur
 - Parvovirus porcine

Université
de Liège



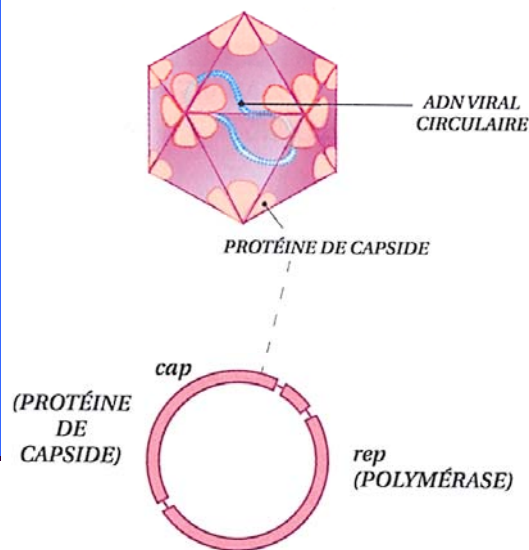
Circoviridae

- **Circoviridae**
 - **Circovirus**
 - Circovirus porcin 1
 - Circovirus porcin 2 (MAP)
 - Circovirus du pigeon
 - Virus de la maladie du bec et des plumes (beak and feather disease virus)
 - **Gyrovirus**
 - Virus de l'anémie du poulet



CIRCOVIRUS

Circoviridae



VIRUS À ADN BICATÉNAIRE

□45

Université
de Liège

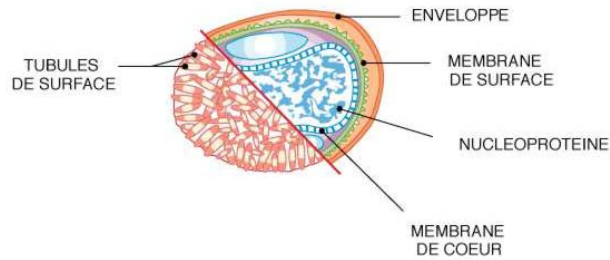
Poxviridae

- *Entomopoxvirinae*
- *Chordopoxvirinae*
 - *Avipoxvirus* : canarypox virus, fowlpox virus
 - *Capripoxvirus* : virus de la clavelée, virus de la dermatose nodulaire
 - *Leporipoxvirus*: virus de la myxomatose
 - *Molluscipoxvirus*: virus du molluscum contagiosum
 - *Orthopoxvirus* : virus de la variole, de la vaccine, de la variole bovine (cowpox virus)
 - *Parapoxvirus* : virus de la stomatite papuleuse bovine, virus de l'ecthyma contagieux (orf)
 - *Suipoxvirus* : virus de la variole porcine

Université
de Liège

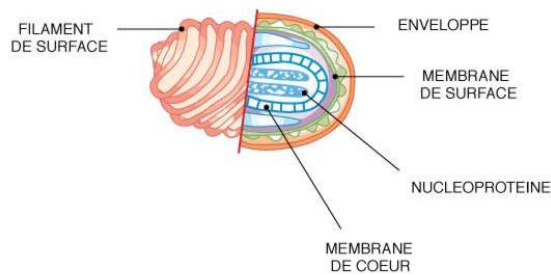
Morphologie des *orthopoxvirus*

ORTHOPOXVIRUS



Morphologie des *parapoxvirus*

PARAPOXVIRUS



Herpesvirales

- *Malacoherpesviridae* : herpèsvirus de l'huître
- *Alloherpesviridae* : herpèsvirus de poissons
- *Herpesviridae*
 - *Alphaherpesvirinae*
 - *Iltovirus* : virus de la laryngotrachéite infectieuse aviaire
 - *Mardivirus* : virus de la maladie de Marek
 - *Simplexvirus* : herpèsvirus humain 1
 - *Varicellovirus* : herpèsvirus bovin 1
 - *Betaherpesvirinae* : cytomegalovirus
 - *Gammaherpesvirinae* : virus du coryza gangreneux

Herpesvirales (suite)

- *Betaherpesvirinae*
 - *Cytomegalovirus* : herpèsvirus humain 5
 - *Muromegalovirus* : murid herpesvirus 1
 - *Proboscivirus* : elephantid herpesvirus 1
 - *Roseolovirus* : herpèsvirus humain 6
- *Gammaherpesvirinae*
 - *Lymphocryptovirus* : herpèsvirus humain 4
 - *Macavirus* : alcelaphine herpesvirus 1
 - *Percavirus* : equid herpesviruses 2 and 5
 - *Rhadinovirus* : bovine herpesvirus 4, murid herpesvirus 4

HERPESVIRUS

espèce: Bovine herpesvirus 1 (BoHV-1)

famille: *Herpesviridae*

sous-famille: *Alphaherpesvirinae*

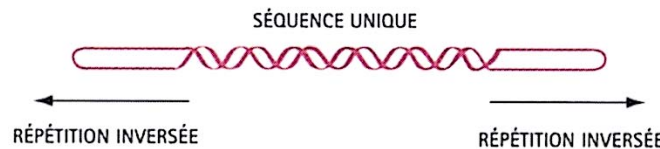
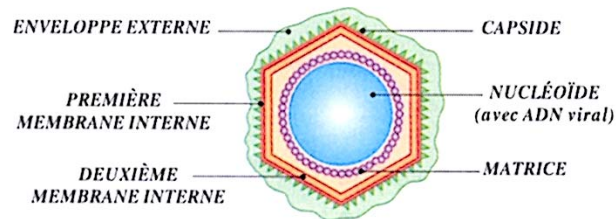
genre: *Varicellovirus*

Virologie moléculaire – Form. Doct. – E. Thiry

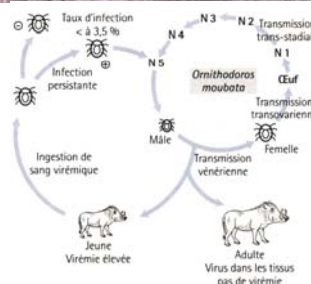
Latence, réactivation et réexcrétion

Asfarviridae (asfivirus, virus de la peste porcine africaine (African swine fever))

ASFARVIRUS

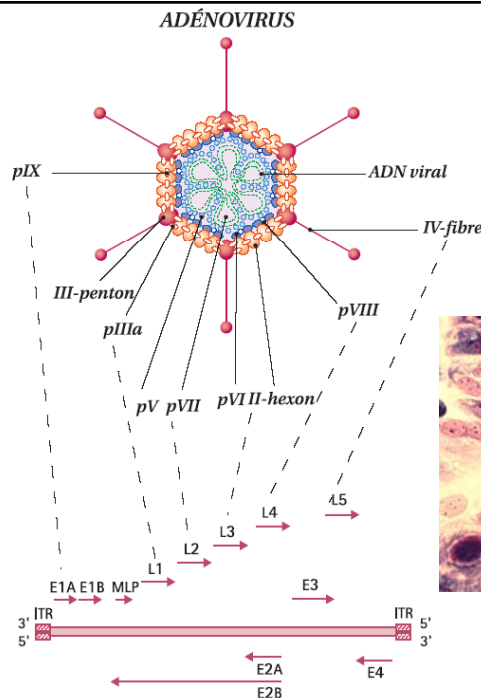


Peste porcine africaine: maladie généralisée hémorragique

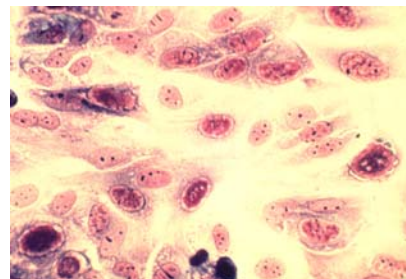


Adenoviridae

- **Atadenovirus**
 - Adénovirus bovin D, adénovirus ovin D
- **Aviadenovirus**
 - Adénovirus aviaires
- **Mastadenovirus**
 - Adénovirus bovins A, B et C, adénovirus canins 1 et 2
- **Siadenovirus**
 - Adénovirus de la grenouille
 - Adénovirus du dindon



Site de multiplication intranucléaire, avec inclusions nucléaires



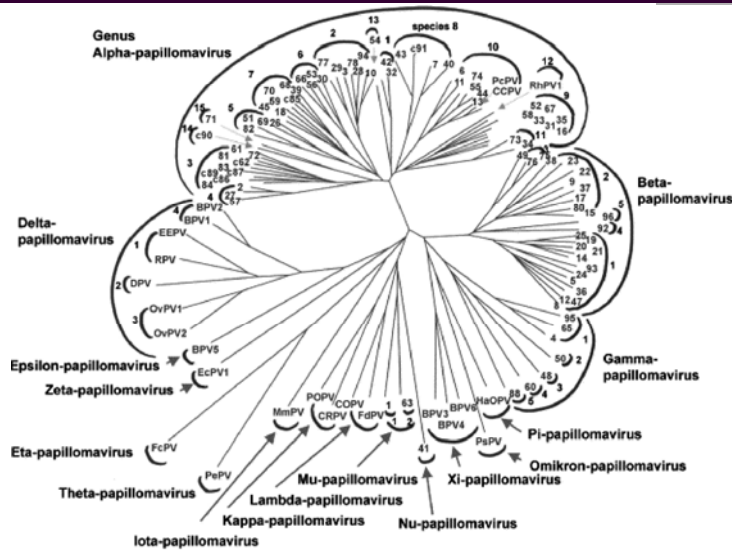
Papillomaviridae

- *Alphapapillomavirus* : humains
- *Betapapillomavirus* : humains
- *Deltapapillomavirus* : bovin, cerf, ovin
- *Epsilonpapillomavirus* : bovin 3
- *Lambdapapillomavirus* : canin et félin
- *Zetapapillomavirus* : équin 1

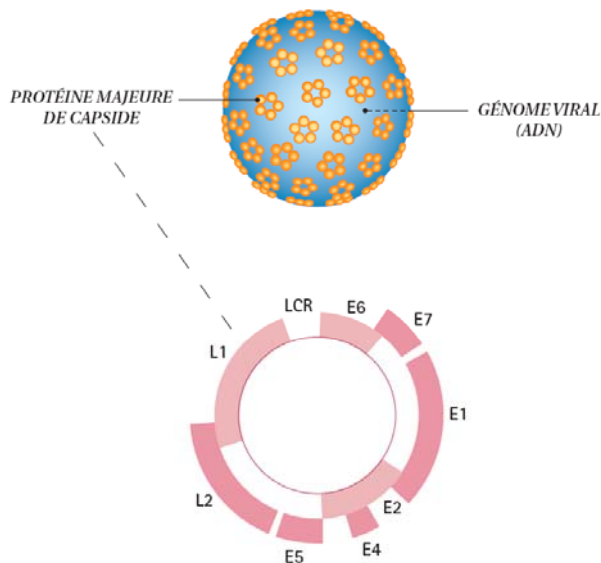
Papillomatose bovine : les « verrues »



Diversité génétique chez les papillomavirus



PAPILLOMAVIRUS



Polyomaviridae



□ Néphrite hémorragique entérite de l'oison (NHEO)

VIRUS À ADN ET ARN POSSÉDANT UNE TRANSCRIPTASE INVERSE

Virus possédant une transcriptase inverse

- *Hepadnaviridae* (virus à ADN bicaténaire)
 - *Avihepadnavirus* :
 - Virus de l'hépatite du canard (et du héron)
 - *Orthohepadnavirus* :
 - Virus de l'hépatite B
- *Retroviridae* (virus à ARN monocaténaire positif)
 - *Spumaretrovirinae*
 - Spumavirus (virus non pathogènes)
 - *Orthoretrovirinae*

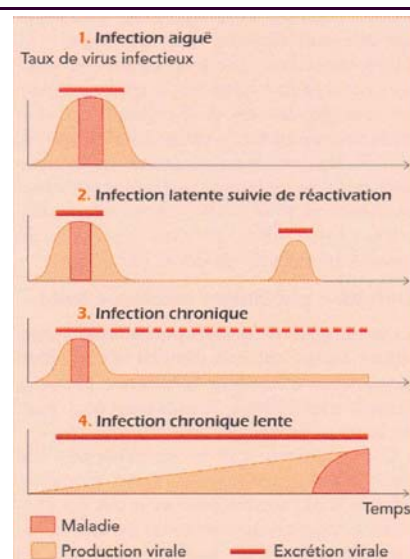
Virus possédant une transcriptase inverse

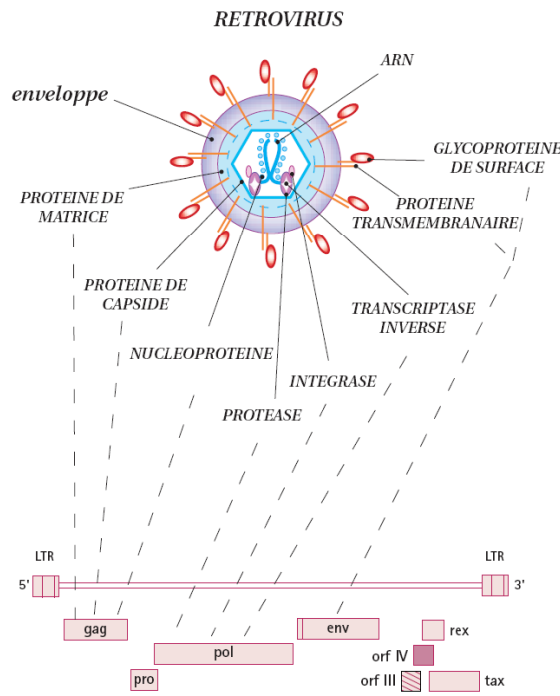
- *Retroviridae*
 - *Spumaretrovirinae* : Spumavirus (virus non pathogènes)
 - *Orthoretrovirinae*
 - *Alpharetrovirus* : virus de la leucose aviaire
 - *Betaretrovirus* : virus de l'adénomatose pulmonaire du mouton
 - *Deltaretrovirus* : virus de la leucose bovine
 - *Epsilonretrovirus*
 - *Gammaretrovirus* : virus de la leucose féline
 - *Lentivirus* : virus de Visna-Maedi, virus de l'immunodéficience féline, virus de l'anémie infectieuse des équidés

Les rétrovirus animaux

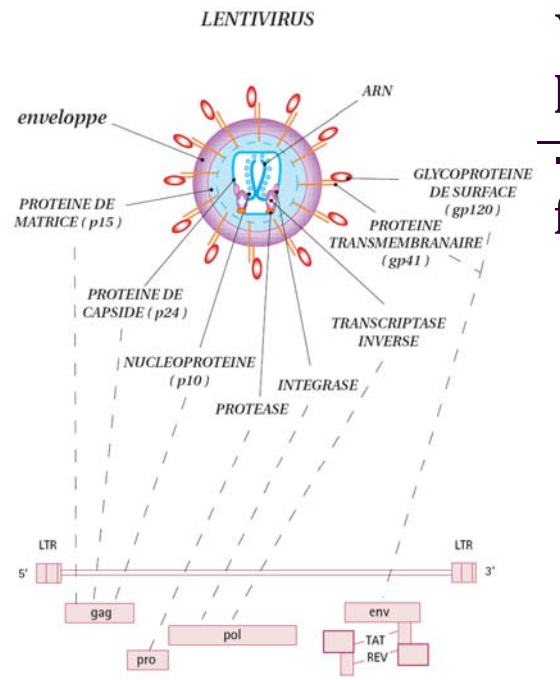
- Virus de la leucose féline :
 - FeLV (feline leukemia virus)
 - gammaretrovirus
- Virus de la l'immunodéficience féline :
 - FIV (feline immunodeficiency virus)
 - lentivirus
- Infections persistantes (lentes)
 - Infection latente du FeLV (avec intégration du génome viral)
 - Infection persistante toute la durée de la vie

Infection chronique lente (retrovirus)





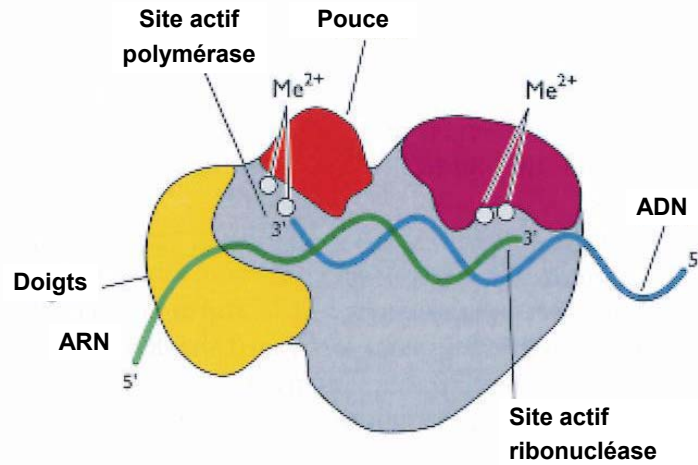
Virus de la leucose féline



Virus de l'immunodéficience féline

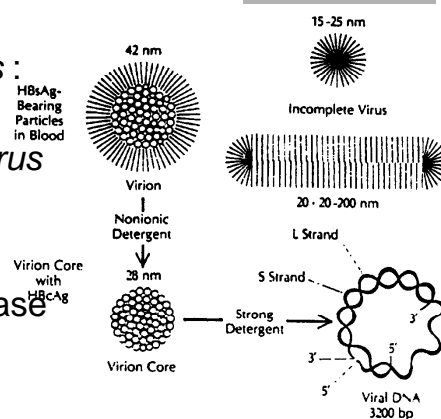


Structure tridimensionnelle de la transcriptase inverse



HEPADNAVIRIDAE

- Exemples :
 - genre *Avihepadnavirus* : hépatite du canard
 - genre *Orthohepadnavirus* : hépatite B humaine
- Propriétés :
 - présence de transcriptase inverse
 - intégration possible de séquences virales dans le DNA cellulaire (carcinomes hépatocellulaires)



VIRUS À ARN MONOCATÉNAIRE DE POLARITÉ POSITIVE

□71

Université
de Liège

Virus à ARN monocaténaire positif

- *Picornavirales* (ordre)
 - *Picornaviridae*
 - *Aphthovirus* : virus de la fièvre aphteuse
 - *Cardiovirus* : virus de l'encéphalomyocardite
 - *Enterovirus* : entérovirus (nombreuses espèces)
 - *Erbovirus* : virus de la rhinite équine
 - *Hepatovirus* : virus de l'hépatite A
 - *Kobuvirus* : virus Aichi
 - *Parechovirus* : parechovirus humain
 - *Teschovirus* : virus de la polioencéphalomyélite porcine (maladie de Teschen)

Université
de Liège

Virus à ARN monocaténaire positif

- *Astroviridae* (virus entériques)
 - *Avastrovirus*
 - *Mamastrovirus*
- *Caliciviridae*
 - *Lagovirus* : virus de la maladie hémorragique du lapin
 - *Norovirus* : norovirus humain, porcine, bovine
 - *Sapovirus* : sapovirus porcine, humaine
 - *Vesivirus* : calicivirus félin
- *Coronaviridae* : virus de la péritonite infectieuse féline
- *Arteriviridae* : virus de l'artérite virale équine

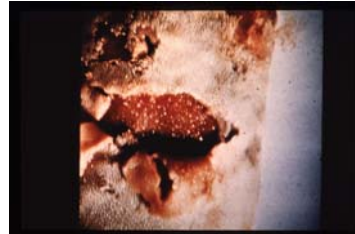


Virus à ARN monocaténaire positif

- *Flaviviridae*
 - *Flavivirus* : virus de la fièvre du Nil occidental
 - *Pestivirus* : virus de la diarrhée virale bovine (BVD)
- *Togaviridae*
 - *Alphavirus* : virus d'encéphalites virales américaines
 - *Rubivirus* : virus de la rubéole
- Xxx (pas de famille assignée)
 - *Hepevirus* : virus de l'hépatite E



Fièvre aphteuse



Distribution géographique des sérotypes

Continent	Type	Situation
Amérique du Nord et centrale		Indemne de l'infection
Amérique du Sud	O, A, C	Vaccination pratiquée Présence endémique ou sporadique dans plusieurs pays, mais la situation s'améliore.
Europe	O, A, C, Asia 1 (Grèce, 2000)	Arrêt de la vaccination en Union européenne en 1991. Indemne, mais plusieurs épidémies depuis, dont en Grande-Bretagne (2001, 2007).
Afrique	O, A, C, SAT1, SAT2, SAT3 (Afrique du Sud)	Présence endémique dans de nombreux pays africains
Asie	O, A, C, Asia 1, SAT2 (Moyen-Orient)	Présence endémique au Moyen-Orient, en Extrême-Orient et en Asie centrale; programme de vaccination dans quelques pays.
Océanie		La Nouvelle-Zélande et l'Australie sont indemnes

ASTROVIRIDAE

- Exemples
 - astrovirus bovins
 - astrovirus humains
 - astrovirus chez le porc, le mouton et le canard
- Propriétés :
 - petit virus à RNA monocaténaire positif
 - virus entérique

□77

Université
de Liège

Caliciviridae

- *Lagovirus* : virus de la maladie hémorragique du lapin
- *Norovirus* : norovirus humain, porcin, bovin
- *Sapovirus* : sapovirus porcin, humain
- *Vesivirus* : calicivirus félin

Université
de Liège

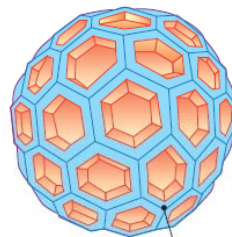
Caliciviridae

- *Vesivirus* : calicivirus félin
 - Ulcères buccaux
 - Agent du coryza du chat

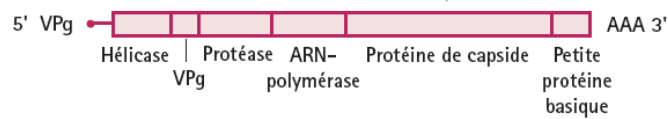


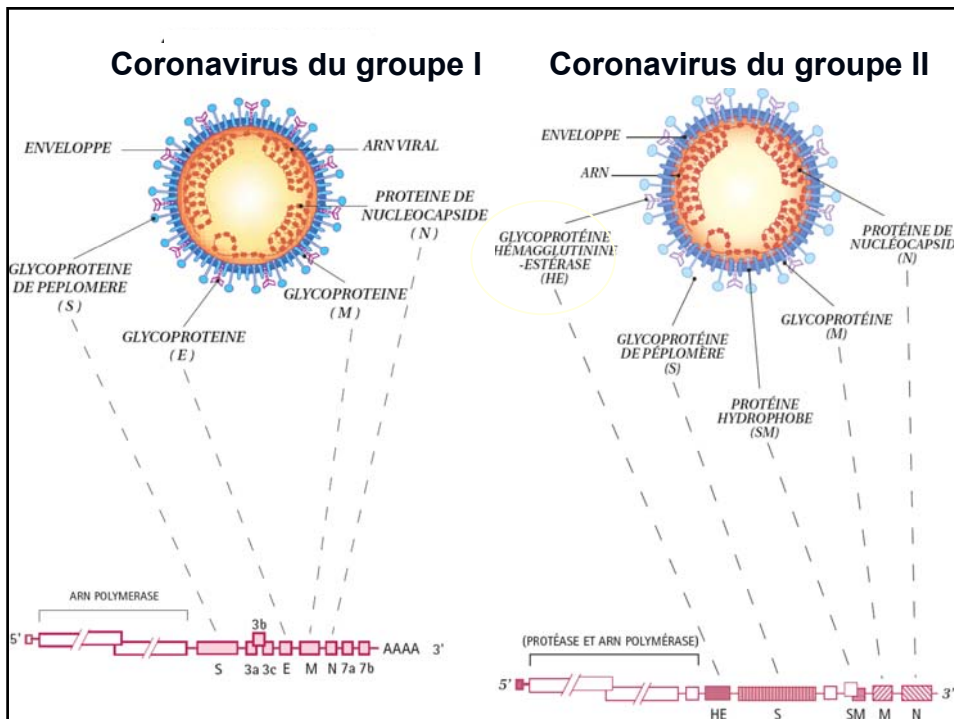
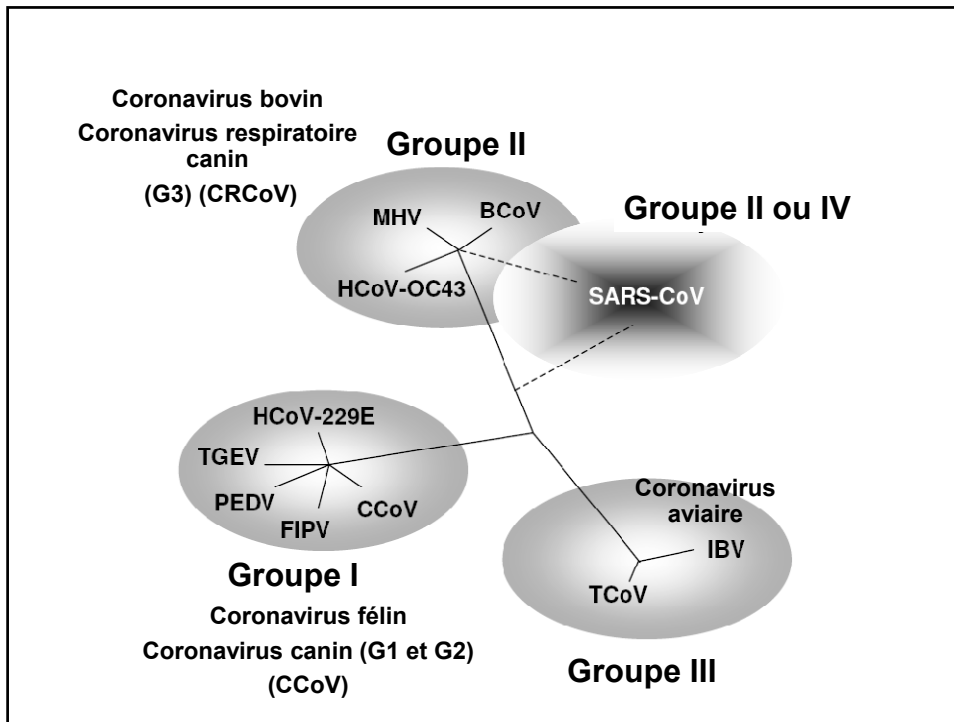
CALICIVIRUS

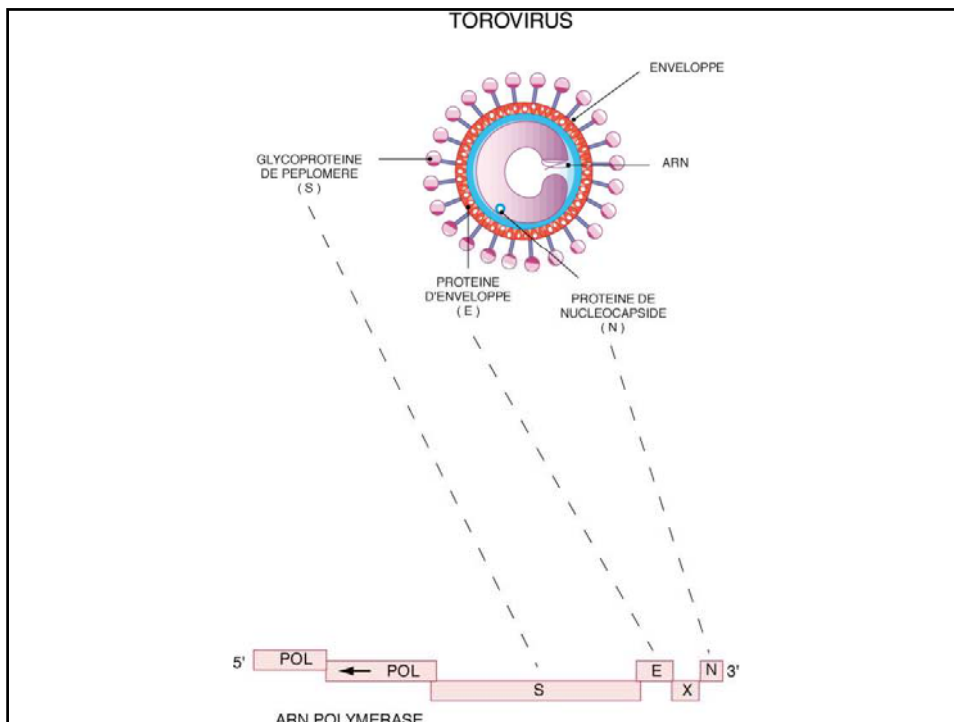
Calicivirus félin,
agent du coryza félin



VP1

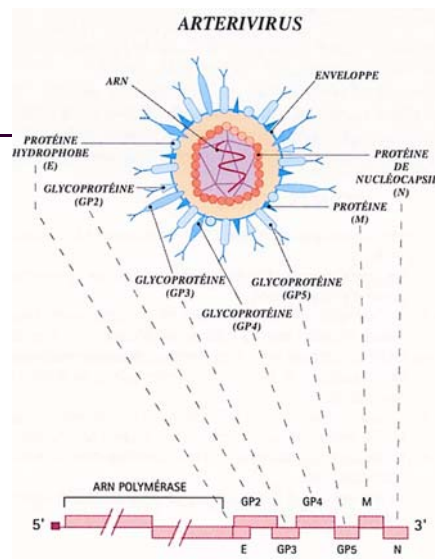






ARTERIVIRIDAE

- Exemples :
 - artérite virale équine
 - syndrome dysgénésique et respiratoire porcin
 - Virus élévateur de la lactate-déshydrogénase
- Propriétés :
 - émergence récente du SDRP
 - portage chronique du virus de l'artérite équine
 - tropisme : macrophages

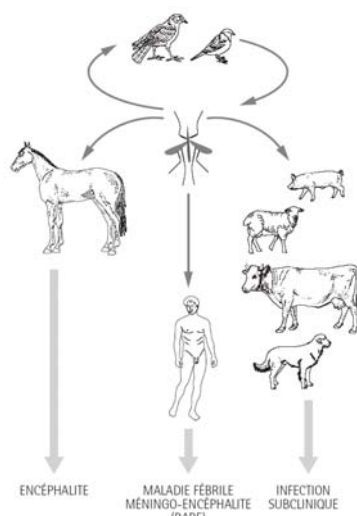


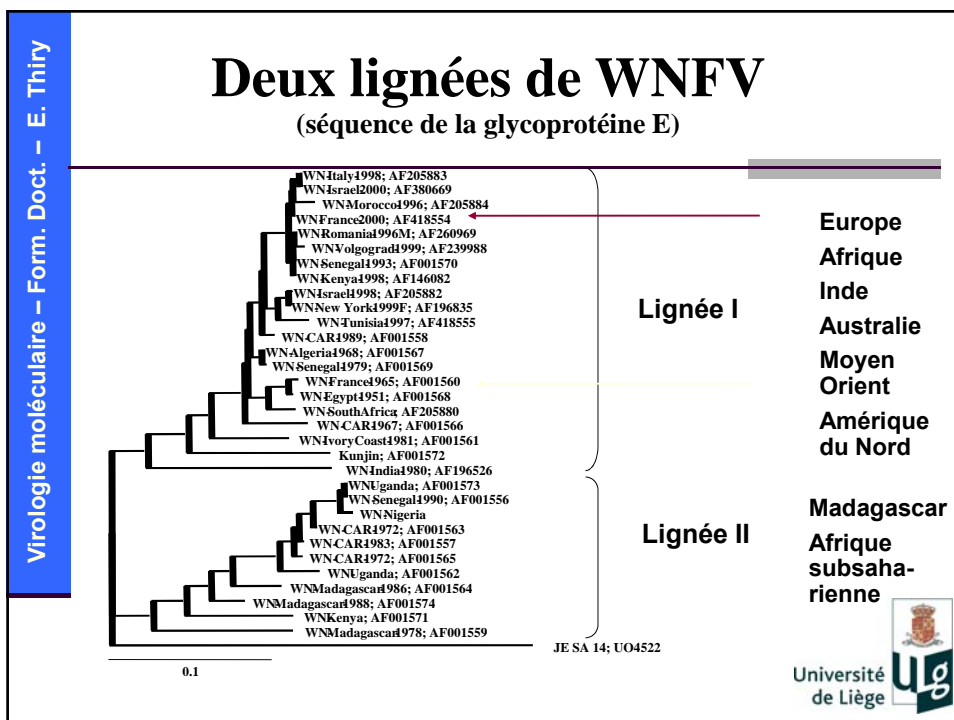
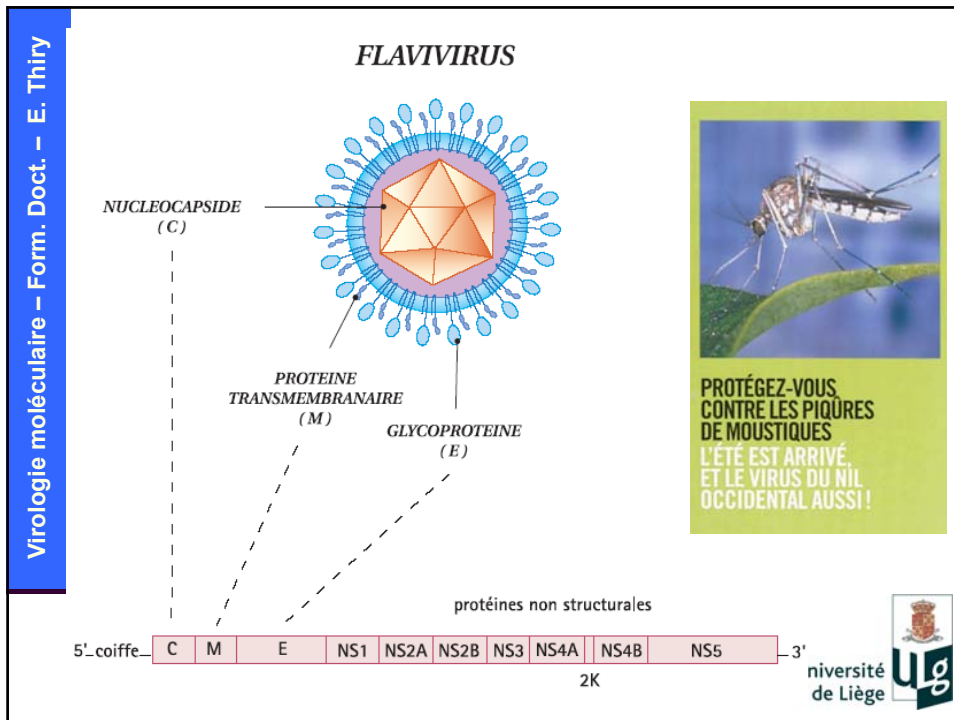
Flaviviridae

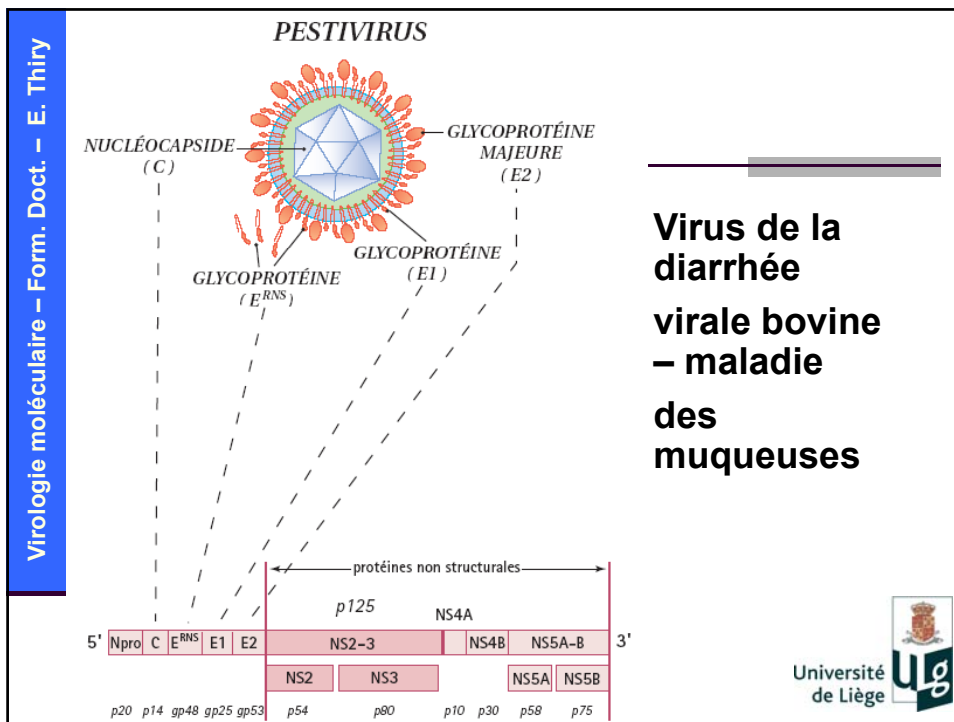
- *Flavivirus*
 - Fièvre du Nil occidental (West Nile fever), louping ill, encéphalite japonaise, fièvre jaune
- *Hepacivirus*
 - Hépatite C
- *Pestivirus*
 - BVD, maladie des frontières, peste porcine classique



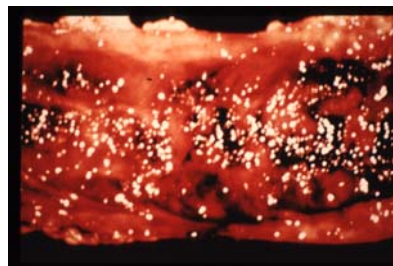
Fièvre du Nil occidental



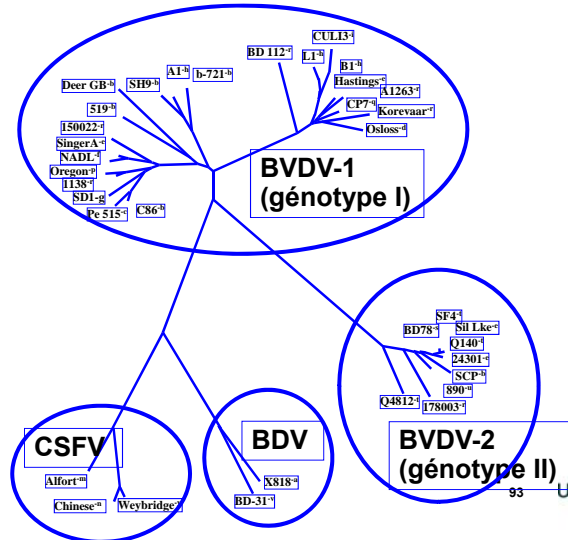




BVD : maladie des muqueuses

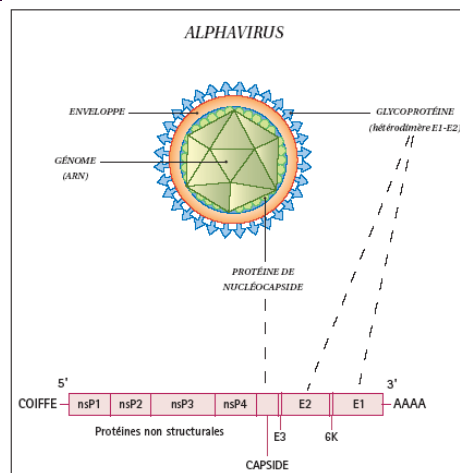


Diversité génétique des pestivirus (séquence partielle de E2)



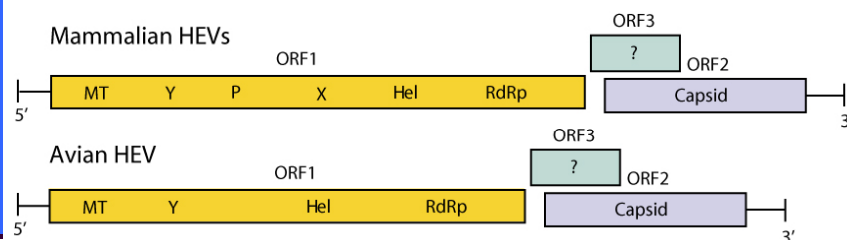
TOGAVIRIDAE

- Exemples :
 - genre *Alphavirus* : encéphalites équine
 - genre *Rubivirus* : rubéole
- Propriétés :
 - encéphalites transmises par les moustiques
 - virémie primaire puis secondaire



Virus de l'hépatite E

- *Hepevirus*
- Pas de famille assignée
- ressemble à un calicivirus



95

Université de Liège



VIRUS À ARN BICATÉNAIRE

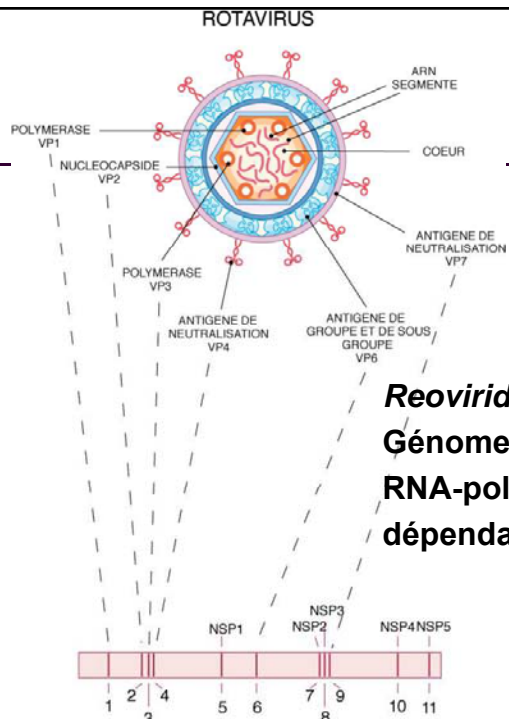
96

Université de Liège



Virus à ARN bicaténaire

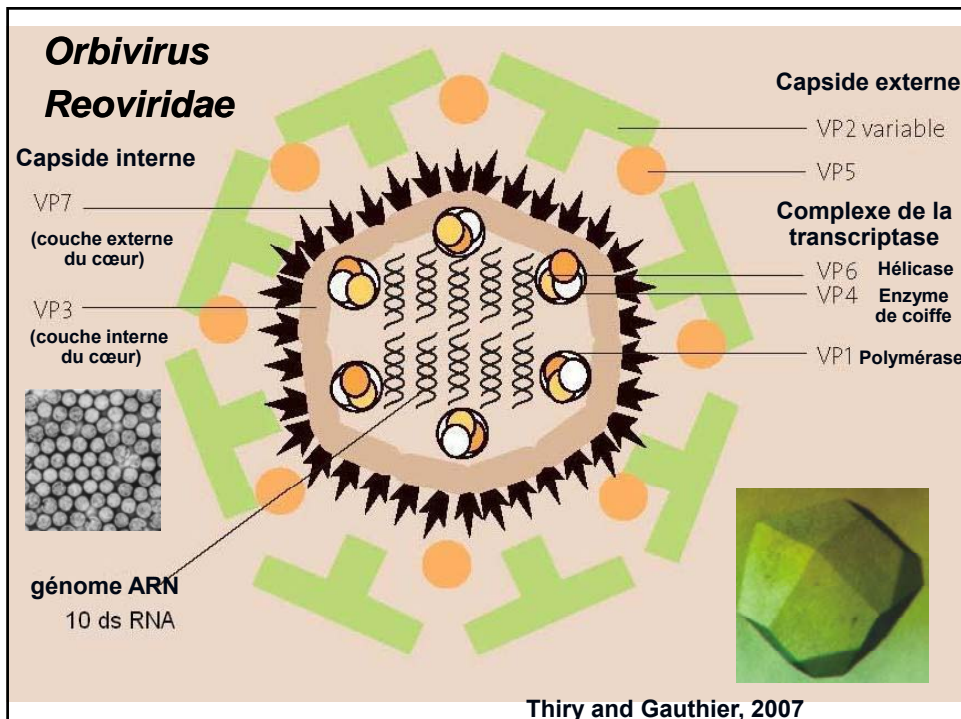
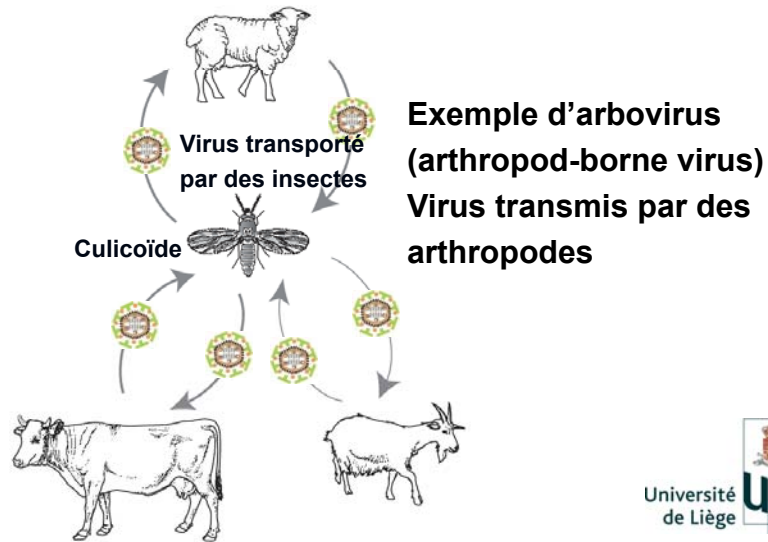
- *Birnaviridae*
 - *Aquabirnaviridae* (Nécrose pancréatique infectieuse, poissons)
 - *Avibirnaviridae* (maladie de Gumboro)
- *Reoviridae*
 - *Reovirus* (peu virulents)
 - *Rotavirus* (gastro-entérite néonatale)
 - *Orbivirus* (fièvre catarrhale ovine)



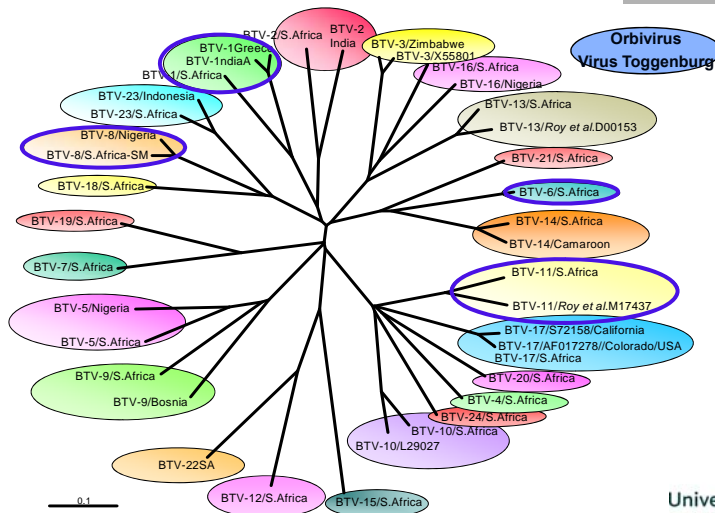
Reoviridae :
Génome segmenté
RNA-polymérase RNA
dépendante dans le virion



Orbivirus: virus de la fièvre catarrhale ovine



24 (+ 1) sérotypes du virus de la fièvre catarrhale ovine

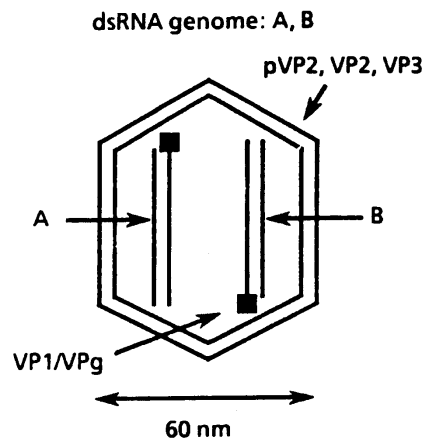


Birnaviridae

Maladie de Gumboro Chez la volaille



Structure du birnavirus



VIRUS À ARN MONOCATÉNAIRE NÉGATIF

Caractéristiques des virus à ARN monocaténaire de polarité négative

- Enzyme ARN-polymérase ARN dépendante virale présente dans le virion
- Étape obligée : transcription à partir du génome viral avec cette enzyme
- Réplication de l'ARN viral :
 - Intermédiaire de réplication : ARN bicaténaire
- Multiplication
 - Intracytoplasmique : la règle
 - Intranucléaire : orthomyxovirus et bornavirus



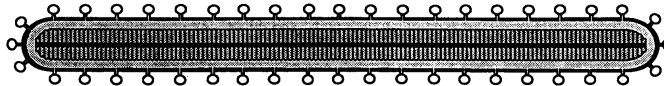
Virus à ARN monocaténaire négatif

- Ordre des *Mononegavirales*
 - Familles :
 - *Filoviridae*
 - *Bornaviridae*
 - *Rhabdoviridae*
 - *Paramyxoviridae*
- Famille des *Bunyaviridae*
- Famille des *Arenaviridae*
- Famille des *Orthomyxoviridae*



Filoviridae

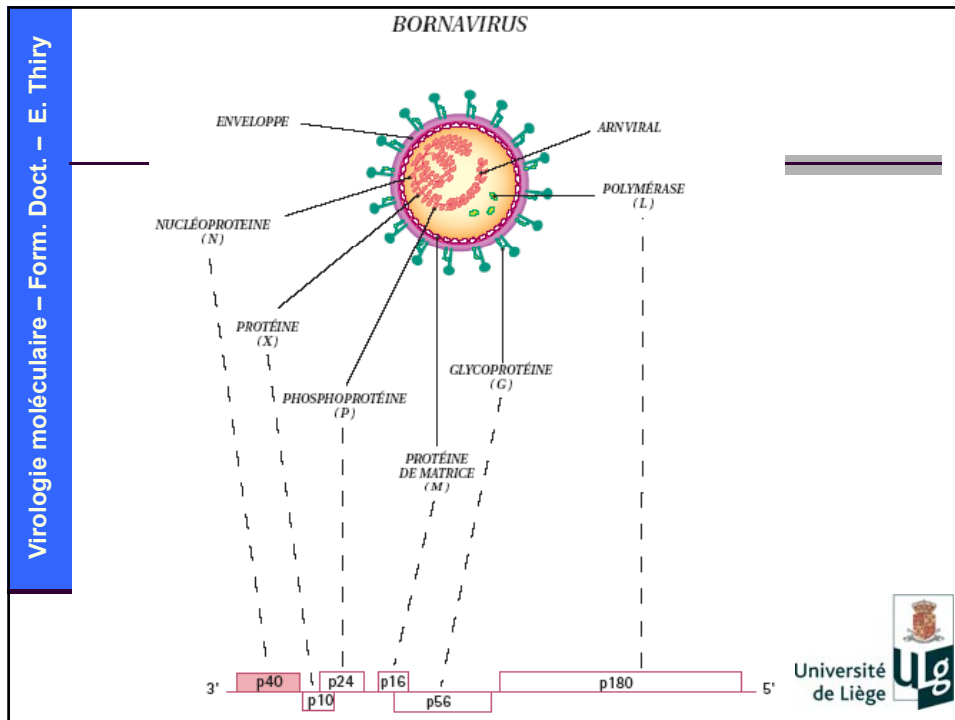
- *Ebolavirus*
 - Virus de Reston,
 - Zaïre
- *Marburgvirus*



Bornaviridae

- *Bornavirus*
 - Un virus de la maladie de Borna
- Maladie de Borna
 - Encéphalite
 - Mouton et cheval, mais autres espèces aussi
 - Hôte réservoir : musaraigne, notamment

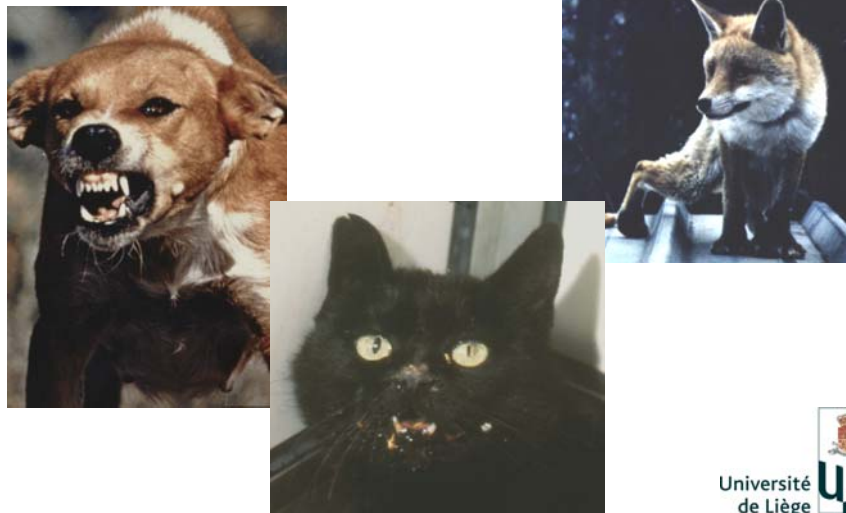




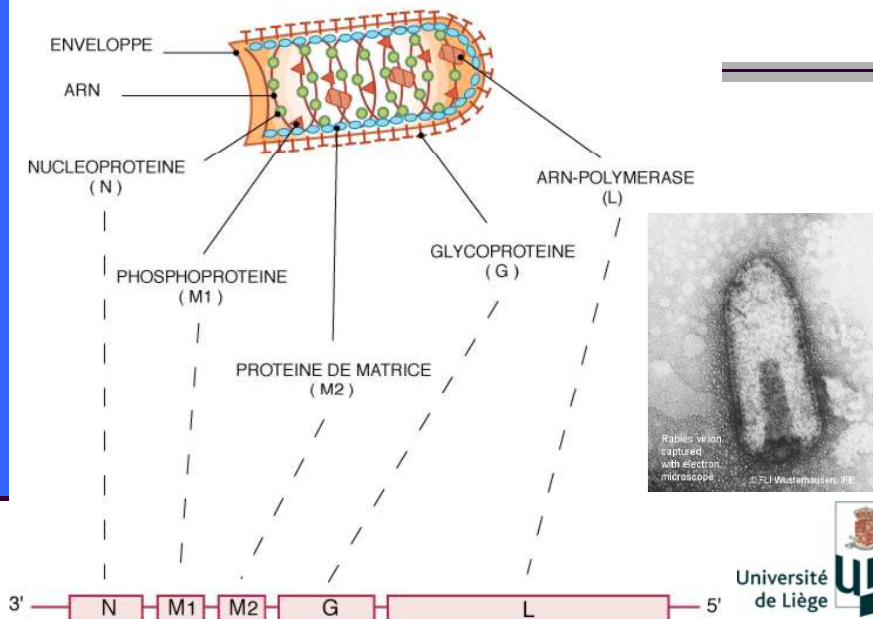
Rhabdoviridae

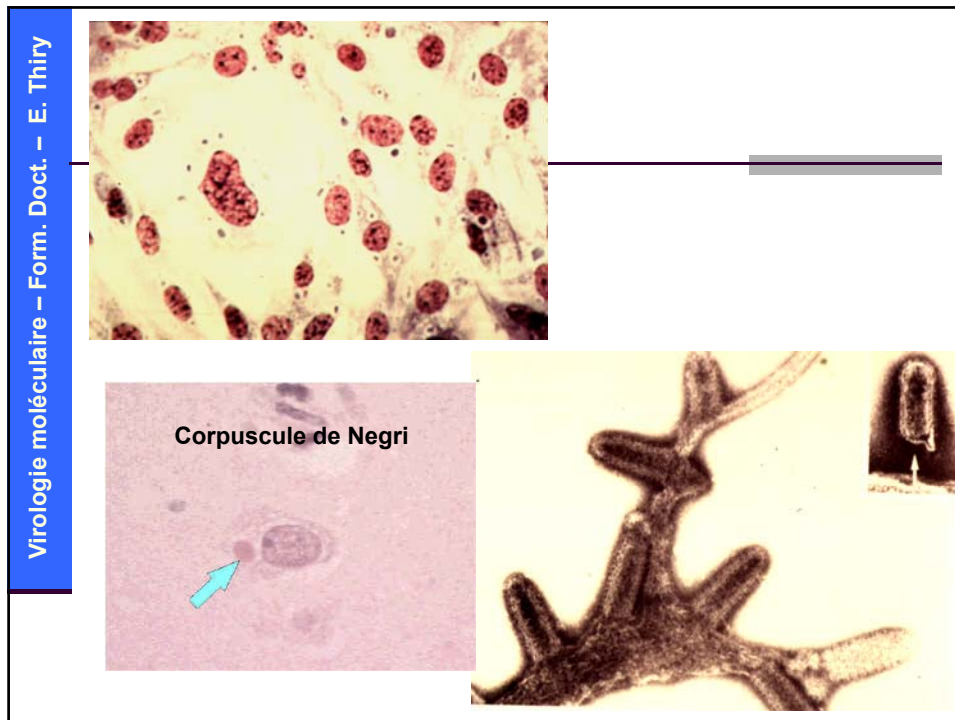
- *Ephemerovirus*
 - Virus de la fièvre éphémère bovine
- *Lyssavirus*
 - Virus de la rage proprement dit
- *Novirhabdovirus*
 - Virus de poissons (septicémie hémorragique virale)
- *Vesiculovirus*
 - Virus de la stomatite vésiculeuse (Indiana et New Jersey)

La rage : encéphalite virale




RHABDOVIRUS





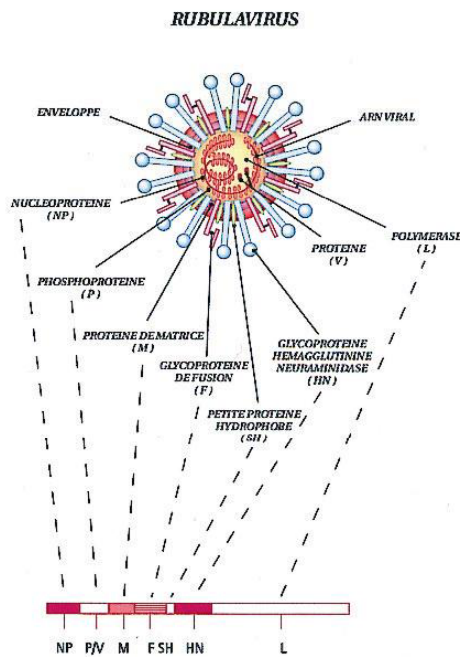
Virologie moléculaire – Form. Doct. – E. Thiry

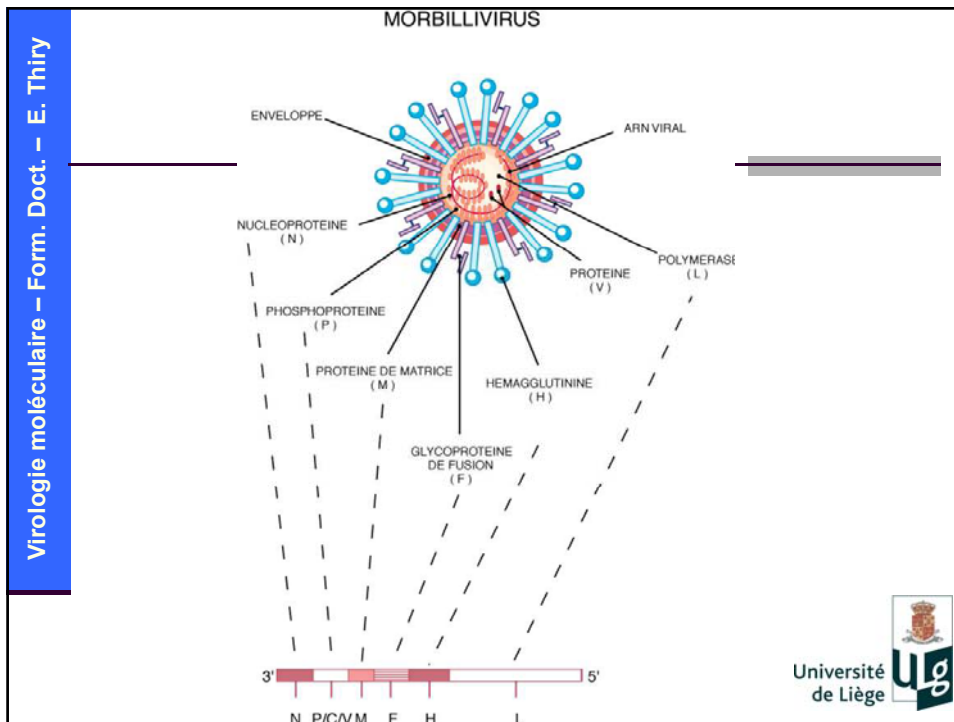
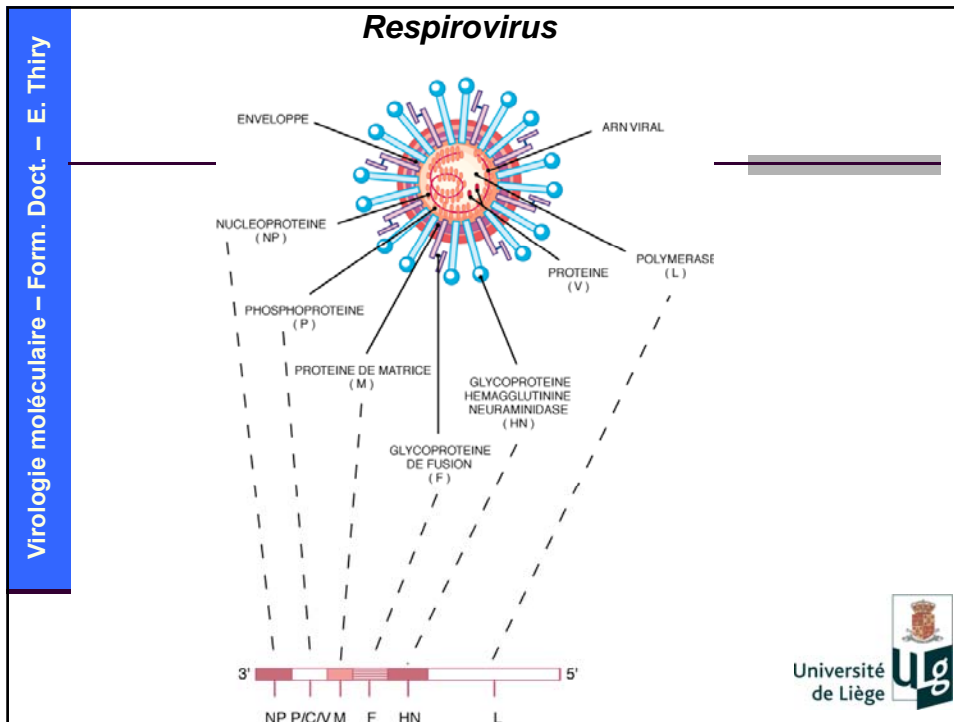
Génotype	Sérotype	Nom du virus	Espèce réservoir	Répartition géographique
1	1	Virus de la rage classique	Chien, renard, raton-laveur, mouffette, chauves-souris vampires	Mondiale, sauf là où la rage terrestre est éradiquée
2	2	Lagos bat virus	Chauves-souris frugivores	Afrique
3	3	Virus Mokola	Réservoir inconnu, isolé de musaraignes	Afrique
4	4	Virus Duvenhage	Chauves-souris insectivores	Afrique
5	5	European bat lyssavirus 1 (EBL1)	Chauves-souris insectivores (sérotine, <i>Eptesicus sp.</i>)	Europe
6	6	European bat lyssavirus 2 (EBL2)	Chauves-souris insectivores (vespertilion, <i>Myotis sp.</i>)	Europe
7	1	Australian bat lyssavirus (ABL)	Chauves-souris frugivores (roussette, <i>Pteropus sp.</i>)	Australie



Famille des *Paramyxoviridae*

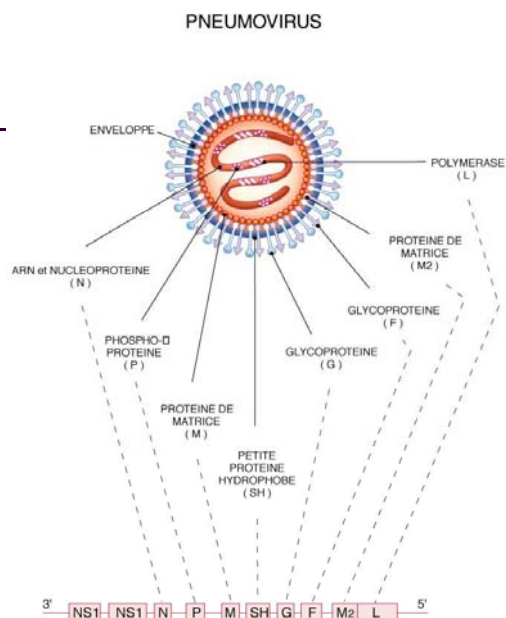
- Sous-famille des *Paramyxovirinae*
 - *Avulavirus*
 - Virus de la maladie de Newcastle (pseudo-peste aviaire)
 - *Henipavirus*
 - Virus de la maladie de Nipah (porc) et Hendra (cheval)
 - *Morbillivirus*
 - Virus de la rougeole, de la maladie de Carré (chien), de la peste bovine
 - *Respirovirus*
 - Virus parainfluenza 3 bovin
 - *Rubulavirus*
 - Virus des oreillons ; virus simien SV5





Famille des *Paramyxoviridae*

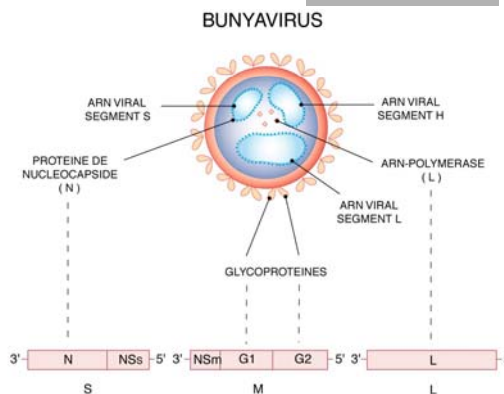
- Sous-famille des *Pneumovirinae*
 - *Metapneumovirus*
 - Metapneumovirus aviaire (et humain)
 - *Pneumovirus*
 - virus respiratoire syncytial bovin (et humain)



Mononegavirales
Paramyxoviridae
Pneumovirinae
Pneumovirus

BUNYAVIRIDAE

- Exemples :
 - *Bunyavirus*
 - *Hantavirus* : zoonose
 - *Nairovirus* : maladie de Nairobi chez le mouton
 - *Phlebovirus* : fièvre de la vallée du Rift
- Propriétés :
 - arbovirus
 - double cycle ; persistance dans l'arthropode



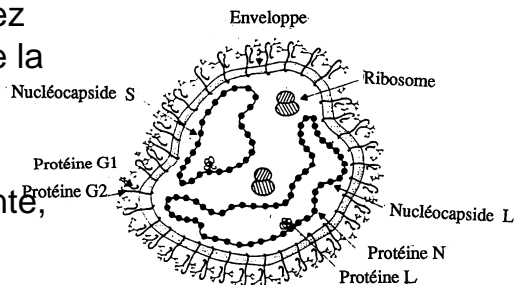
121

Université de Liège



ARENAVIRIDAE

- Exemples :
 - *Arenavirus* : virus de la chorioméningite lymphocytaire chez la souris ; virus de la fièvre de Lassa
- Propriétés :
 - infection persistante, asymptomatique
 - virémie chronique
 - fièvre hémorragique chez l'homme



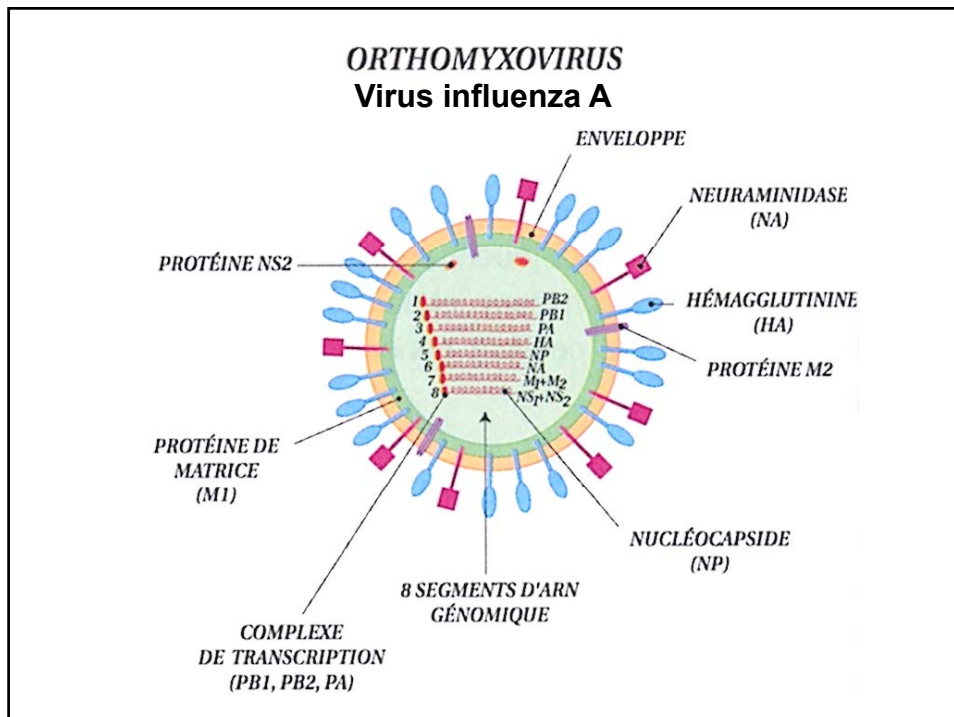
122

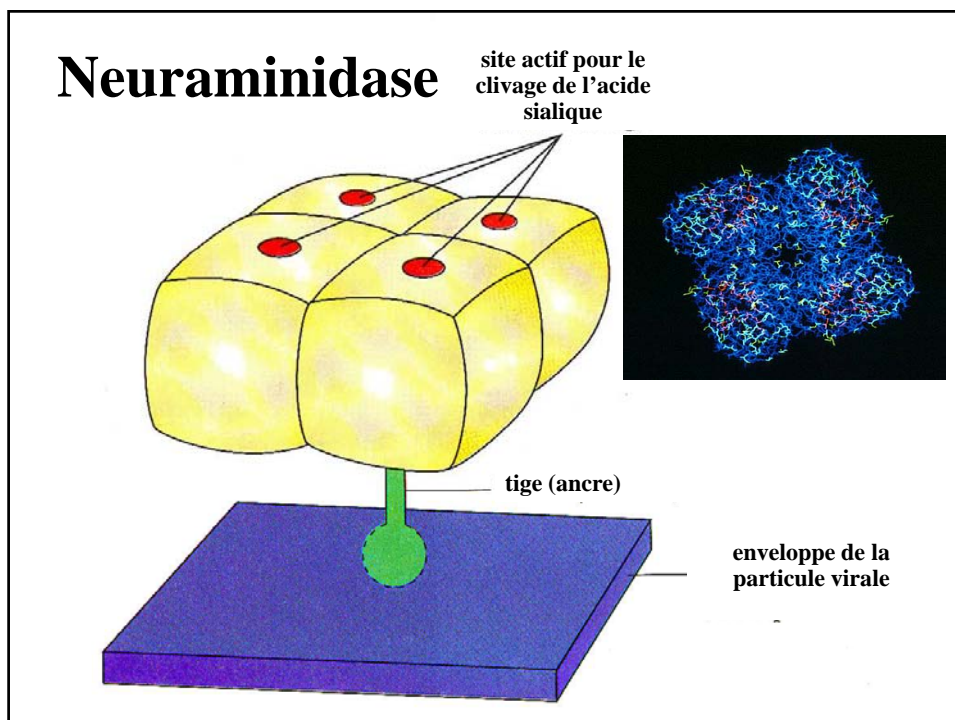
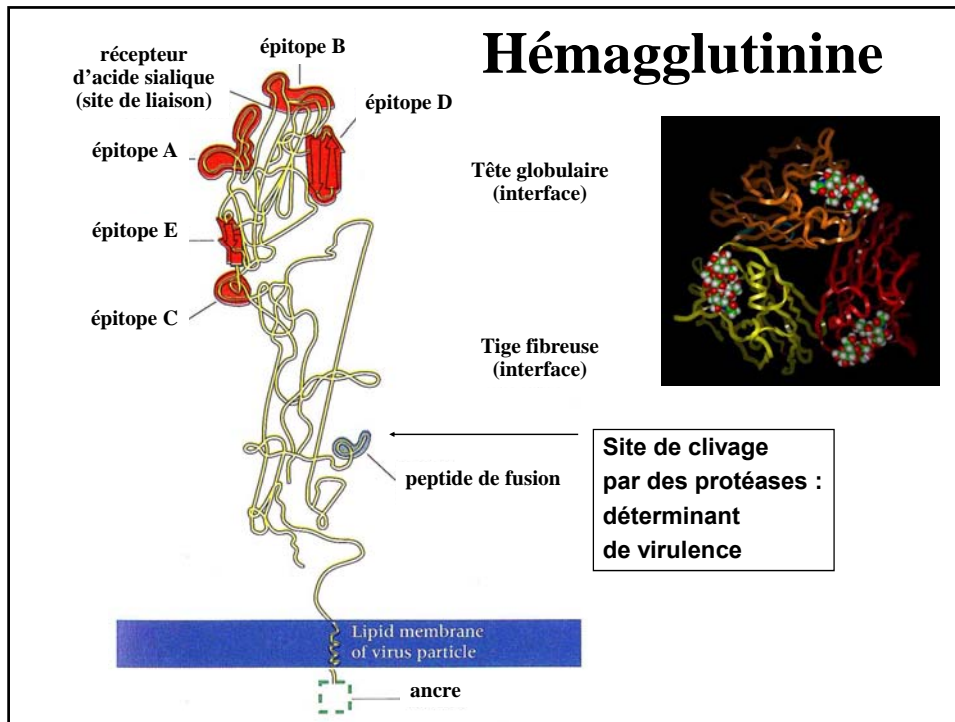
Université de Liège



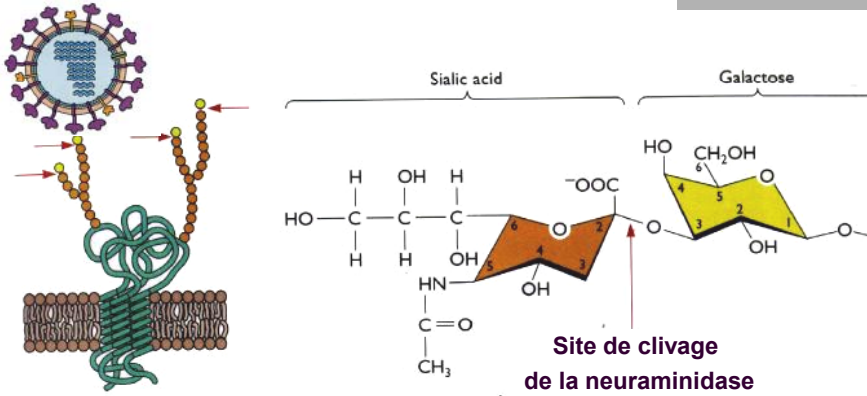
Orthomyxoviridae

- *Influenzavirus A*
 - Virus influenza A (homme et animaux)
- *Influenzavirus B*
 - Virus influenza B (homme)
- *Influenzavirus C*
 - Virus influenza C (homme)
- *Isavirus*
 - Virus de l'anémie infectieuse du saumon
- *Thogotovirus*
 - Virus thogoto (transmis par les tiques, 6 segments)





Récepteur cellulaire de l'hémagglutinine : des glycoprotéines ou glycolipides possédant un acide sialique



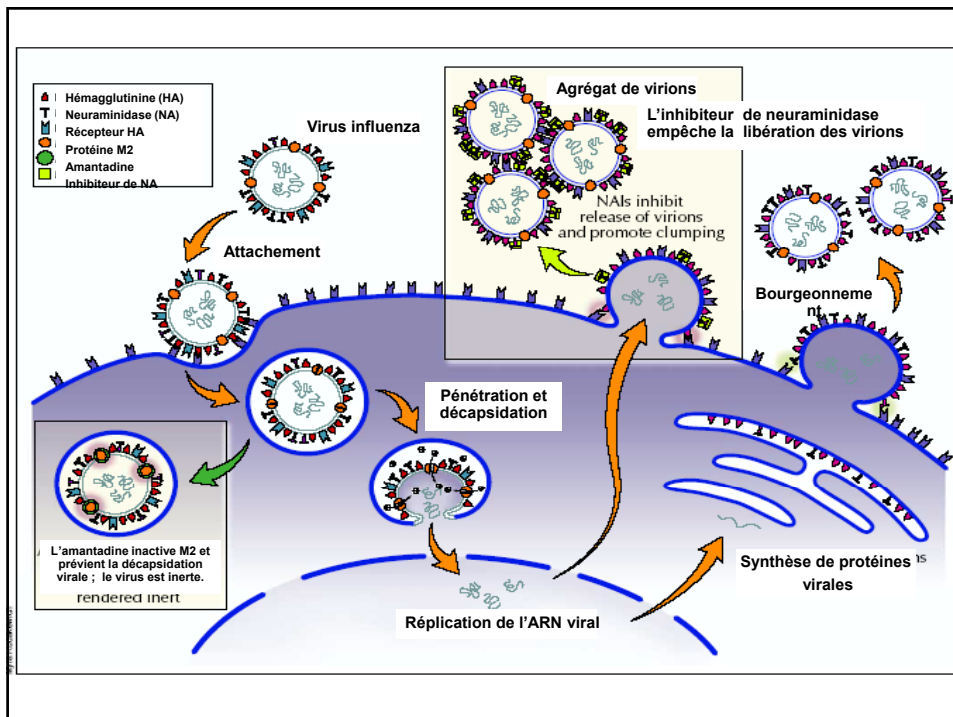
Uniquement pour les virus aviaires :

Liaison de l'acide sialique au galactose :

α 2,3 : surtout aviaire

α 2,6 : surtout homme

Mais pas exclusif

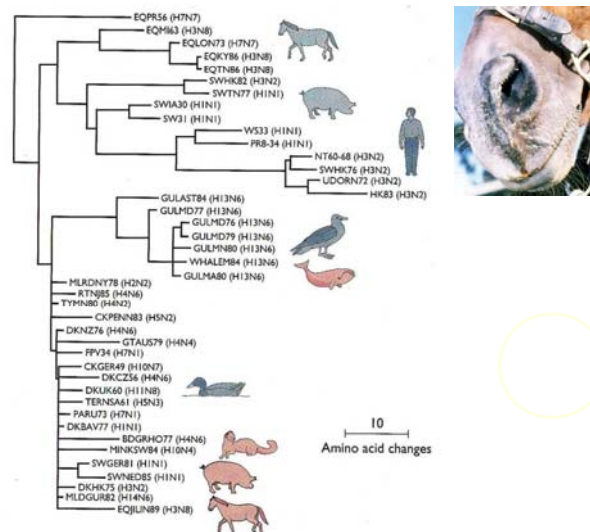


Diversité des virus influenza

- Types A, B, C
 - selon l'antigénicité de la nucléoprotéine
- Sous-types (de A) : HnNm
 - selon l'antigénicité de HA et NA
 - HA : 16 sous-types (aviaires)
 - NA : 9 sous-types (aviaires)
- Virus influenza A
 - Aviaires
 - Porcins
 - Humains
 - (équins)
 - (mammifères marins)



Diversité génétique des virus influenza A



Evolution des virus influenza A

- Dérive antigénique
 - Accumulation de mutations ponctuelles dans l'hémagglutinine
 - Épidémies « limitées » de grippe saisonnière (influenza A humain)



La grippe aviaire est un problème de santé animale (H5N1)

- Elle est produite par un virus influenza A aviaire hautement pathogène (HPAI)
- Le virus H5N1 est très virulent chez la volaille (poule et dinde), mais aussi chez le canard et d'autres espèces
- Il provoque la peste aviaire



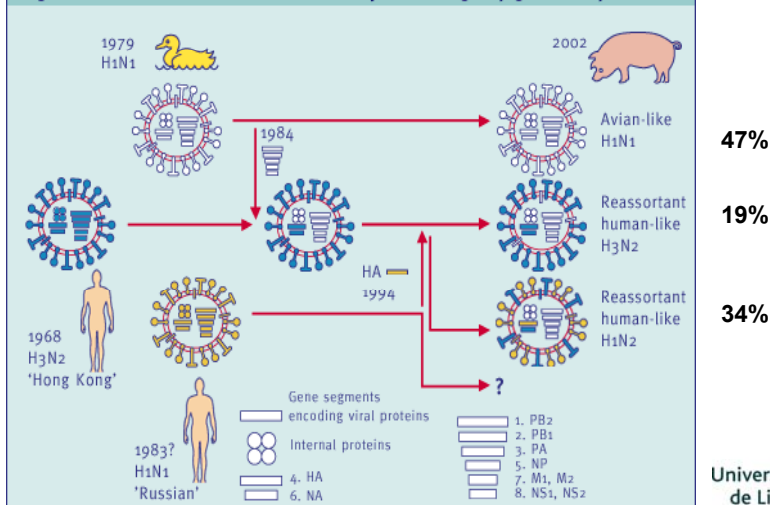
Le virus influenza A H1N1

- H1N1 historique
 - à partir de 1918 chez l'homme
- H1N1 porcin
 - Amérique du Nord
 - Virus évoluant à partir du H1N1 humain
- H1N1 porcin
 - Eurasie
 - Virus aviaire qui s'est adapté au porc
 - Circulant avec H3N2 et H1N2



Les virus influenza A porcins en Europe

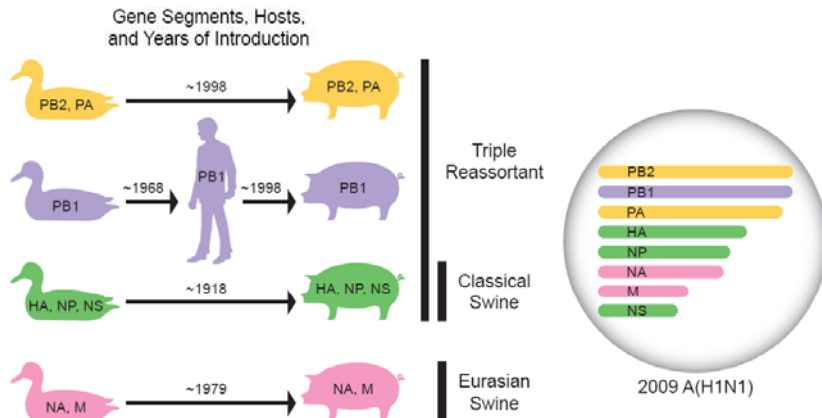
Origin of swine influenza A viruses currently circulating in pigs in Europe



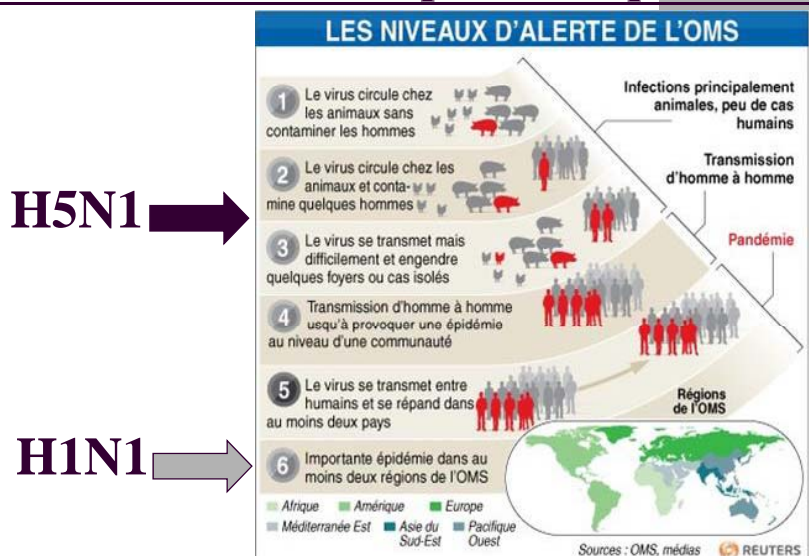
(source %: ESNIP network, K. Van Reeth, Belgium, France, UK, Italy, Spain); Heinen, Vet Sci Tomorrow, 2003



Origine du virus influenza A H1N1 actuel : résultat de 4 réassortiments génétiques



Le virus influenza A H1N1 est un virus pandémique



Agents sous-viraux

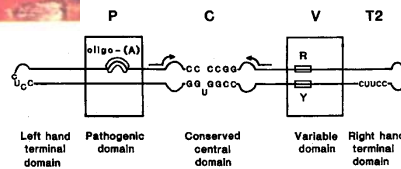
- Viroïdes
- Virus satellites
- Prions (agents transmissibles non conventionnels)

0137

Université de Liège



Viroïde



Représentation schématique du potato spindle tuber viroid.



DELTA VIRUS

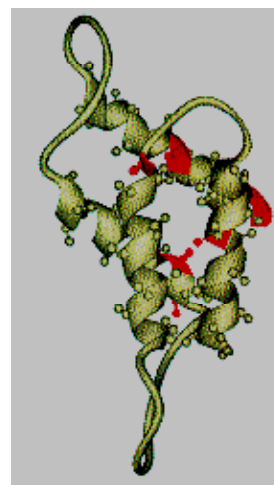
- Exemple :
 - Virus de l'hépatite delta
- Propriétés :
 - virus défectif
 - requiert les fonctions helpers du virus de l'hépatite B ou de l'hépatite du canard
 - virus à RNA monocaténaire circulaire
 - partie de génome ressemblant à un viroïde

□139

Université
de Liège

AGENTS TRANSMISSIBLES NON CONVENTIONNELS

- Exemple :
 - Encéphalopathie spongiforme bovine (ESB, BSE)
 - Tremblante du mouton (scrapie)
 - Creutzfeldt-Jakob chez l'homme
- Propriétés :
 - PrP infectieuse
 - Deux formes : PrP^c et PrP^{sc}
 - Forme infectieuse résistante à la protéinase K et contenu élevé en feuillets bêta



□140

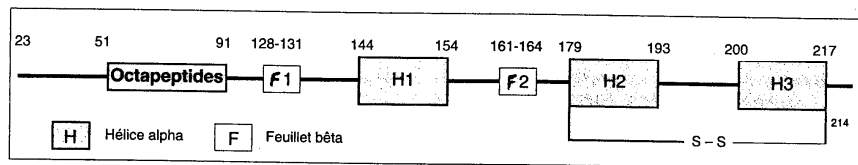
Université
de Liège

Définition du prion

- PrP: prion protein
- Prion : proteinaceous and infectious
- PrP^c et PrP^{sc}
- Résistance exceptionnelle aux agents physiques et chimiques

141

Université de Liège



Représentation schématique des structures en hélice alpha et en feuillet bêta de la PrP^c murine

