

---

# Généralités sur les virus



Dr Laurence JOSSET

MALADIES INFECTIEUSES – MICROBIOLOGIE

DFGSM3 2024-2025

2/09/2024

## Déclaration de liens d'intérêt – art. L.4113-13 CSP

Pour cet enseignement, je déclare les liens d'intérêt suivants avec des organismes produisant ou exploitant des produits de santé ou avec des organismes de conseil intervenant sur ces produits :

Nom de l'organisme	Nature du lien	Année





Pour cet enseignement, je déclare n'avoir **aucun lien d'intérêt** avec des organismes produisant ou exploitant des produits de santé ou avec des organismes de conseil intervenant sur ces produits.

# OBJECTIFS

---

- Objectif 1 : comprendre les éléments de la **structure** des virus, leur classification, et le cycle de réplication des virus
- Objectif 2 : comprendre les différents **types d'infection virale**
- Objectif 3 : comprendre les mécanismes d'action des **antiviraux**
- Objectif 4 : comprendre les outils du **diagnostic** virologique

# PLAN

1. Structure et morphologie des virus 
  1. Qu'est ce qu'un virus ?
  2. Classification
  3. Réplication des virus
2. Physiopathologie des infections virales 
  1. Réplication des virus dans l'organisme
  2. Place du Virome au sein du microbiome
  3. Virus et Cancer
3. Mécanismes d'action des antiviraux 
  1. Biocides
  2. Antiviraux
4. Méthodes (outils) du diagnostic virologique 
5. Cas cliniques

# CONNAISSANCES ANTERIEURES

---

- Connaissances antérieures de biologie moléculaire:
  - Réplication, retro-transcription, transcription, traduction.
  - PCR
- Connaissance de base d'immunologie : réponse immunitaire post-infectieuse

---

# Structure et morphologie des virus



Qu'est-ce qu'un virus?

# Louis Pasteur et Robert Koch : théorie germinale en 1880

- Pour chaque maladie infectieuse, on peut trouver un micro-organisme spécifique.
- Celui-ci :
  1. est visible au microscope,
  2. peut être cultivé sur un milieu nutritif approprié,
  3. est retenu par le filtre Chamberland



# Première découverte de virus

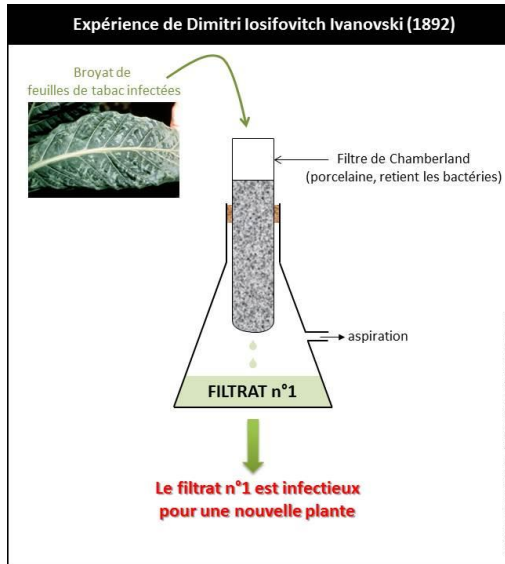
- 1881 : Pasteur -> l'agent infectieux responsable de **la rage** est :
  - invisible au microscope
  - non cultivable
  - peut être inoculé d'un broyat de cerveau de chien enragé à la surface du cerveau d'un lapin trépané.
- 1885 : 1ere **vaccination** antirabique chez **l'homme**



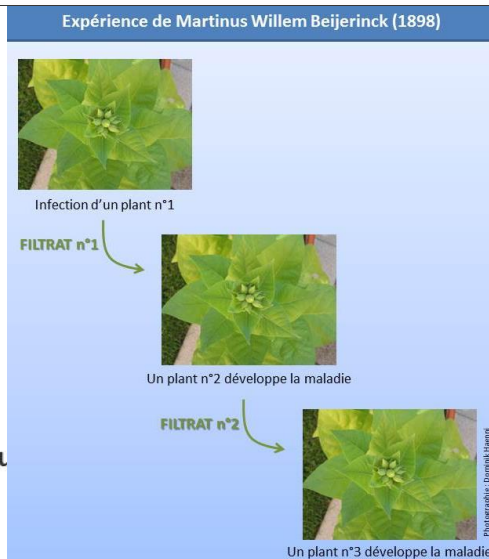
M. Pasteur.  
AN INOCULATION FOR HYDROPHOBIA.—FROM "L'ILLUSTRATION."



# Première découverte de virus : le virus de la mosaïque du tabac

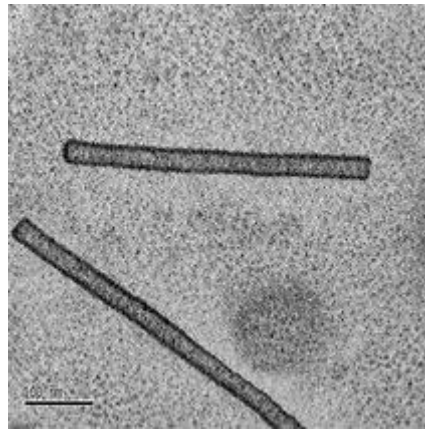


- 1882 : Ivanovski
  - un extrait de feuille malade reste infectieux après filtration à travers un filtre de Chamberland = agent pathogène filtrant.
  - Hypothèse : toxine de bactérie, ou petite bactérie
- 1889 : Beijerinck
  - Transmission après plusieurs passages sur plantes et filtration par filtre de Chamberland
  - = "*contagium vivum fluidum*" (fluide vivant contagieux)
  - 1ere notion de virus (du latin : liquide purulent, nauséabond et infectieux)



# Qu'est ce qu'un virus?

Beijerinck, 1898 : *Contagium vivum fluidum* (fluide vivant contagieux) => **Agent infectieux ultra-filtrable**

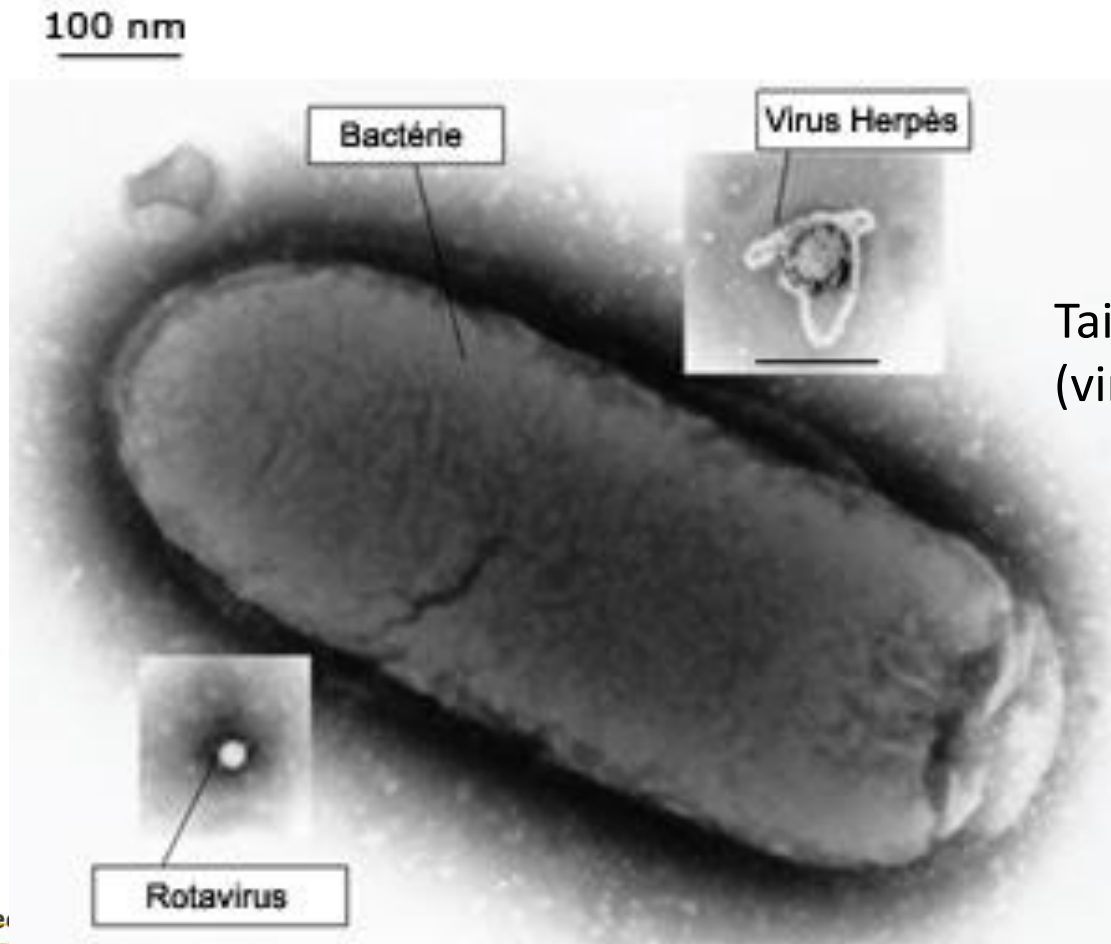


virus de la mosaïque du tabac (TMV)

1<sup>ère</sup> observation en microscopie électronique en **1939**

# Virus = petit agent infectieux

## Quelle taille?



Taille : 20 nm à 1  $\mu\text{m}$   
(virus géants)

# Définition « moderne » des virus (Lwoff, 1957)



Entité nucléoprotéique :

1. possédant **un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN) = génome viral**
2. **parasite intracellulaire obligatoire**  
(incapacité à se multiplier hors de la cellule)
3. multiplication par **réplication de leur seul génome**
4. Pas de division binaire

# Constituants des virus



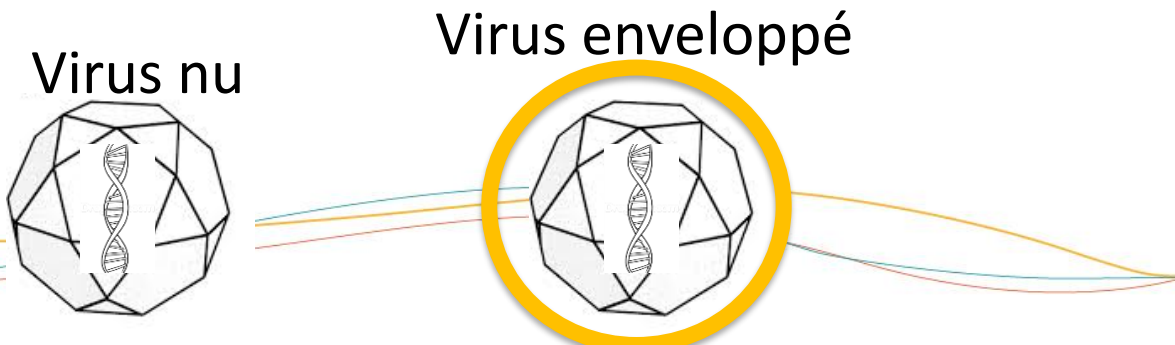
- **Génome viral** : ADN ou ARN, contient l'ensemble des informations génétiques nécessaires à la réplication virale



- **Capside** : Protéines virales entourant le génome.



- **Enveloppe** : Membrane lipidique et protéines virales, facultative, entoure la nucléocapside.

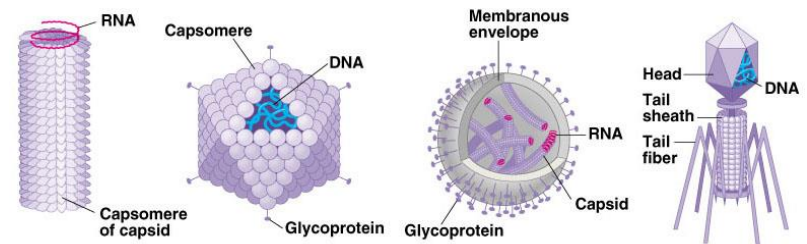


# Diversité très importante de la structure des virus



- Génome :
  - ADN ou ARN
  - Simple brin ou double brin
  - Linéaire ou circulaire
  - Segmenté ou non segmenté
  - De 2 kb (virus défectif) à 2,5 Mb (pandoravirus)

- Capside : hélicoïdale, icosaédrique ou complexe



- Avec ou sans enveloppe

## La structure confère des propriétés :

- **ARN = variabilité**
- **Enveloppe = fragilité => rôle dans la transmission**



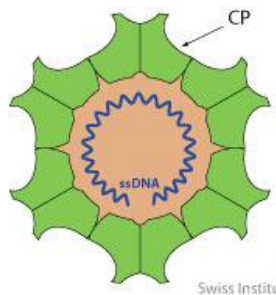
# Classification des virus : selon leur structure



## GENOME

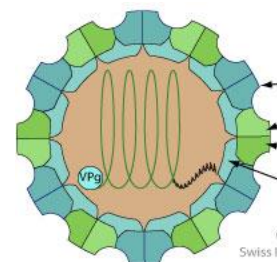
### Virus à ADN

- Adénovirus
- Papillomavirus
- Parvovirus
- ...



### Virus à ARN

- Picornavirus :  
Hépatite A,  
Poliovirus,  
Enterovirus  
Hépatite E  
Rotavirus
- ...

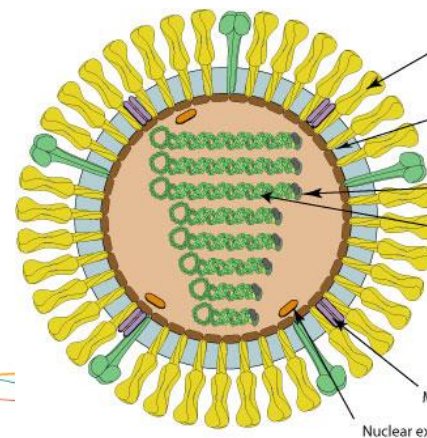
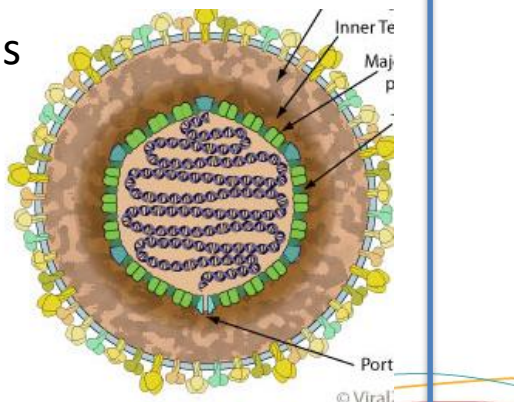


## ENVELOPPE

Virus nus :  
résistants

Virus enveloppés :  
fragiles

- Herpesvirus
- Hépatite B
- Poxvirus
- ...



- VIH
- Hépatite C
- Rougeole
- Grippe
- VRS
- SARS-CoV-2
- ...

# Taxonomie des virus : imparfaite



## Taxonomie théorique :

- Ordre (-viraes)
- • Famille (-viridae)
- Genre (-virus)
- Espèce

## Exemples :

- **Ordre** : ?
- **Famille** : *Picornaviridae*
- **Genre** : *Enterovirus*
- **Espèce** : *Human Enterovirus type A*
- **Sérotype** : EV-71, CV-A16 ....

- **Ordre** : *Mononegavirales*
- **Famille** : *Orthomyxoviridae*
- **Genre** : *Influenzavirus A*
- **Espèce** : *influenza A virus* }
- Sous-type : H1N1

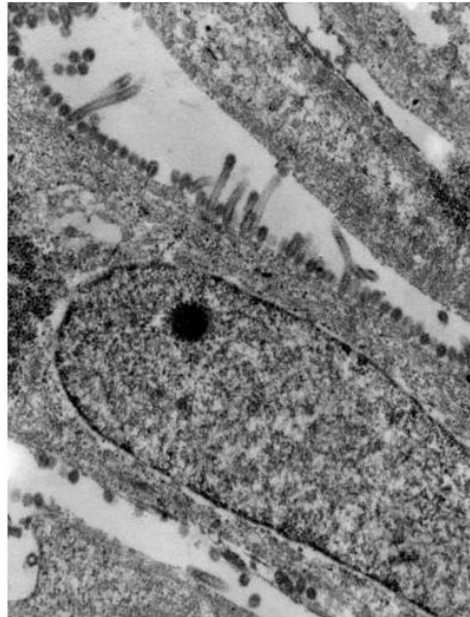
- **Ordre** : *Nidovirales*
- **Famille** : *Coronaviridae*
- **Genre** : *Betacoronavirus*
- **Espèce** : *SARS coronavirus 2, ...*



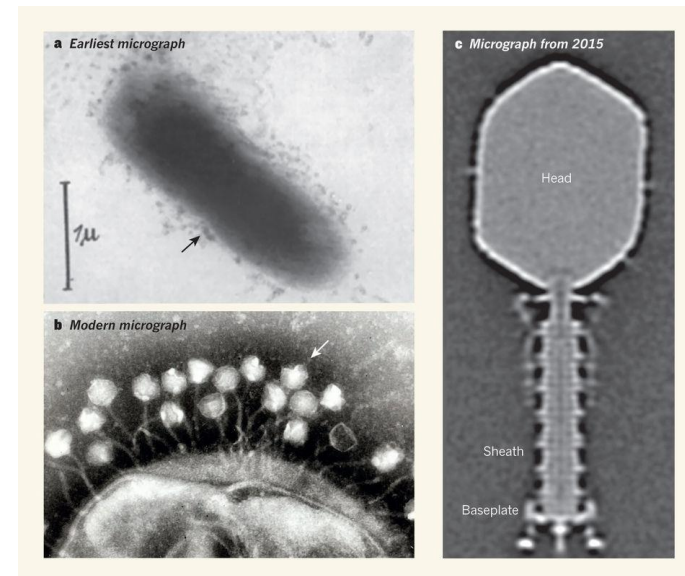
# Classification des virus selon le type de cellules infectées



Virus infectant les cellules eucaryotes



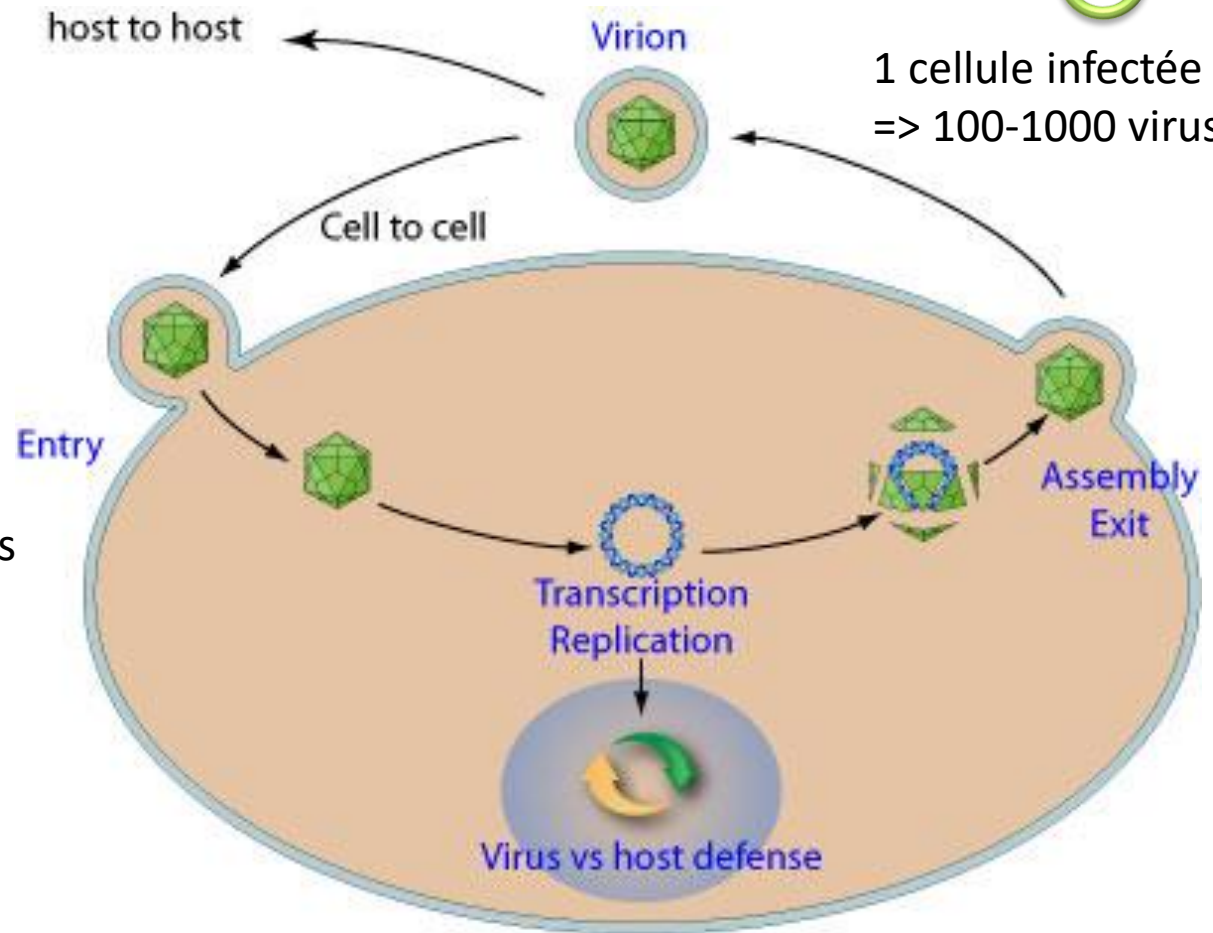
Virus infectant les bactéries :  
bactériophages



# Etapes du cycle productif classique de répllication des virus

A

1. Entrée du virus
  - Attachement
  - Pénétration
  - Décapsidation
2. Transcription et répllication du génome viral
  - Synthèse des ARNm puis des protéines virales
  - Répllication du génome
3. Assemblage et libération des virions



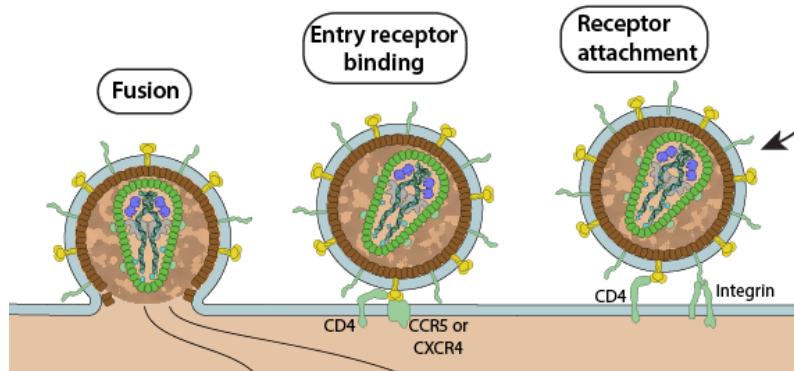
# 1. Entrée du virus



1. **Attachement** = interaction entre des protéines virales et des récepteurs spécifiques de la cellule hôte => **tropisme**

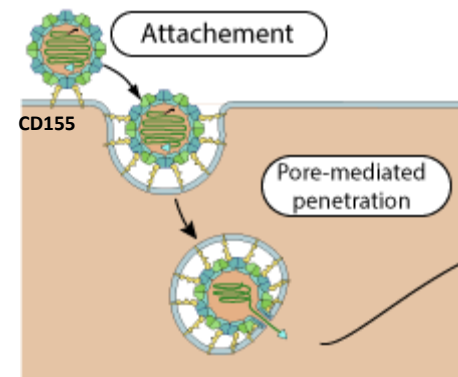
## 2. Pénétration

- **Virus enveloppés** : Fusion de l'enveloppe avec la membrane cellulaire



Ex: HIV

- **Virus nus**: formation de vésicule d'**endocytose** ou de pores membranaires => libération du contenu de la capsid dans le cytoplasme



Ex: Poliovirus

## 3. Décapsidation

# 2. Transcription et réplication du génome viral



## Virus ADN :

- Transcription par des polymérase**s cellulaires** (sauf *poxviridae*)
- Réplication par des polymérase**s cellulaires** (ex : HPV, *Parvoviridae*) OU **virales** (ex : HSV, AdV)
- Dans le noyau de la cellule (sauf *poxviridae*)

## Virus ARN :

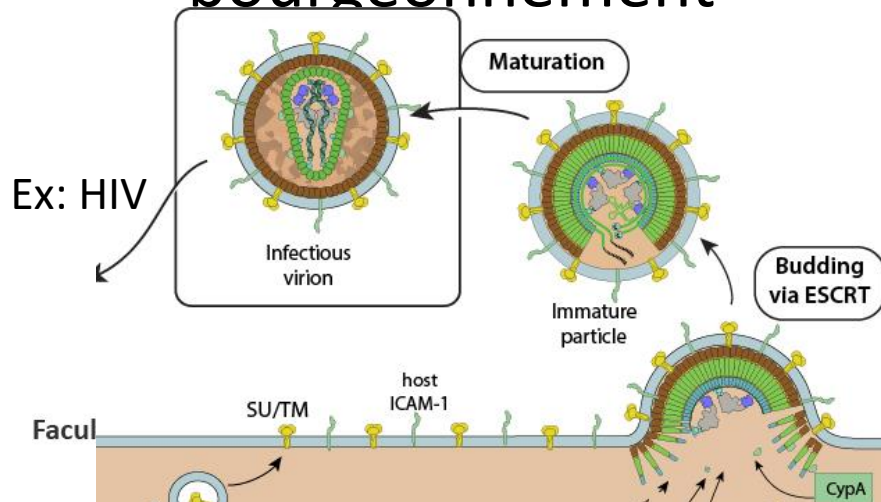
- Transcription :
  - Virus ARN(+) = le génome est un ARNm
  - Virus ARN(-) : par des polymérase**s virales**
- Réplication par des polymérase**s virales**
- Dans le cytoplasme (sauf *orthomyxoviridae*, *retroviridae*)

# 3. Assemblage et libération



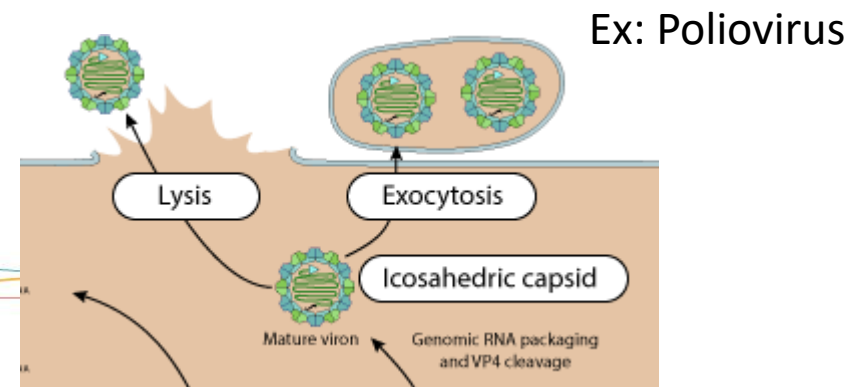
## Virus enveloppés :

- assemblage de la capside puis acquisition de la membrane
- Libération par bourgeonnement



## Virus nus:

- Auto-assemblage de la capside et empaquetage ou injection du génome
- Libération par lyse ou exocytose



# Conséquences cellulaires de la réplication virale

22/72



- **Pour permettre la multiplication virale, la cellule doit être :**
  - **sensible** = avoir les récepteurs
  - **Permissive** = autoriser un cycle viral complet
- **Devenir des cellules infectées :**
  - Lyse de la cellule (ex : *picornaviridae*...)
  - Transformation en cellule cancéreuse (ex : papillomavirus..)
  - Tolérance de l'infection (ex : Herpesvirus...)

---

# Physiopathologie des infections virales



# Spectre d'hôte, réservoir viral



- **Spectre d'hôte** d'un virus défini par :
  - L'espèce animale et
  - Le tissu cellulaire qu'il peut infecter.
  - => spectre très large (ex : influenza A) ou plus étroit (ex : influenza B et C)




- **Réservoir** du virus :
  - Réservoir humain pour la plupart
  - Hôte intermédiaire (arbovirus)
  - Réservoir animal (ex: rage, ébola, virus influenza A)



# Les différents modes de transmission



- Interhumaine
  - Horizontale
    - Aérienne
    - Oro-fécale
    - Sexuelle
    - Parentérale
  - Verticale = de la mère à l'enfant
    - *In utero*
    - *Per partum*
    - Post-natale
- Non interhumaine
  - Zoonotique (animaux) => zoonose 
  - Arthropodes (moustiques, tiques) => arbovirose

# Infection localisée ou généralisée

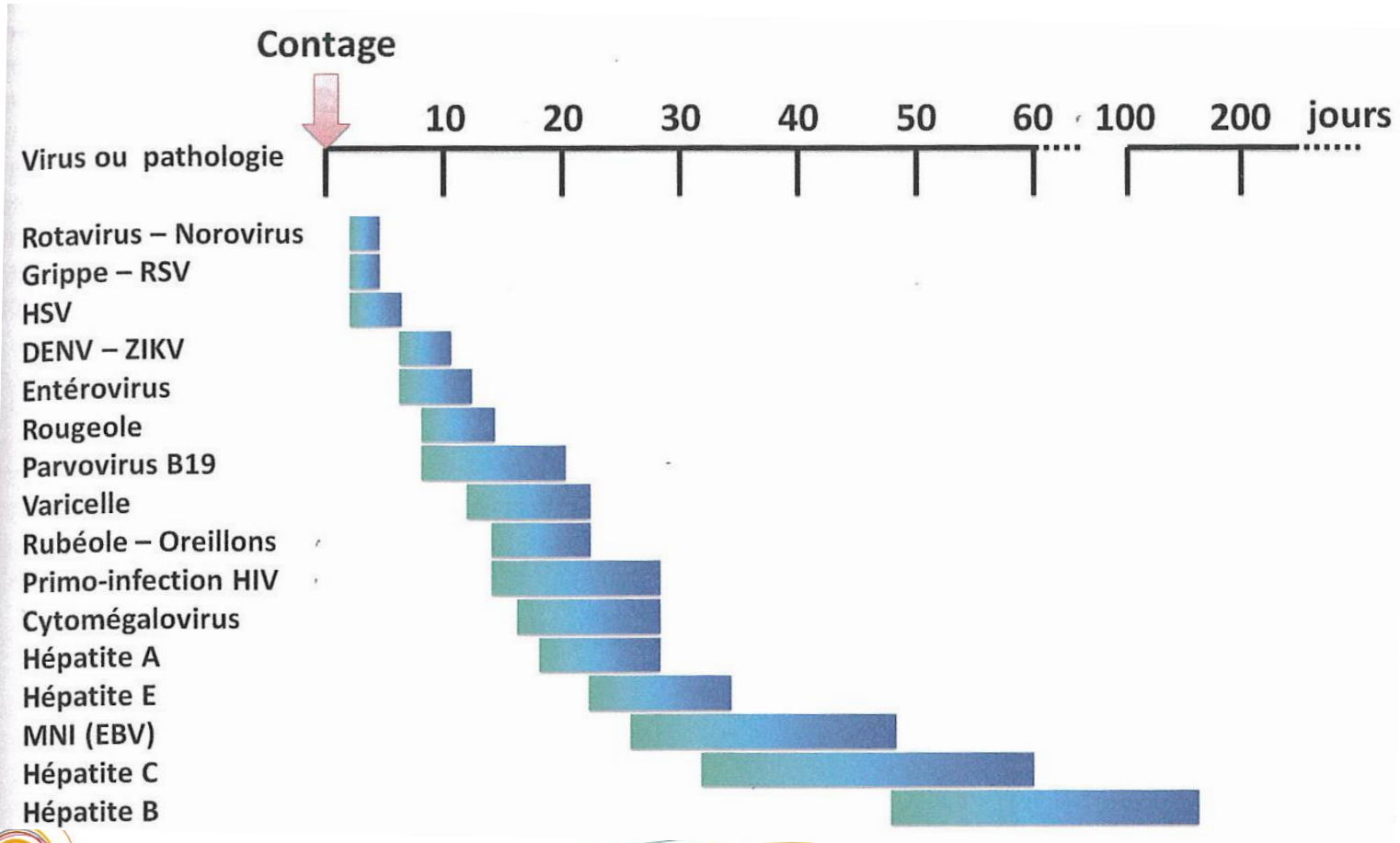


	Infection localisée	Infection généralisée
Porte d'entrée	Respiratoire, Digestive, cutanéomuqueuse	Idem + Sanguine
Multiplication initiale	Porte d'entrée	
Dissémination	Non	Par voie sanguine (virémie), lymphatique, ou neuronale
Multiplication secondaire dans d'autres organes	Non	Organe cible à distance de la porte d'entrée
<b>Durée d'incubation</b>	<b>Quelques jours</b>	<b>&gt; 2 semaines</b>
Exemples	Grippe, Virus des gastroentérites, papillomavirus...	VIH, CMV, EBV, Poliovirus, Virus des hépatites ...

# Durée d'incubation des principales infections virales humaines



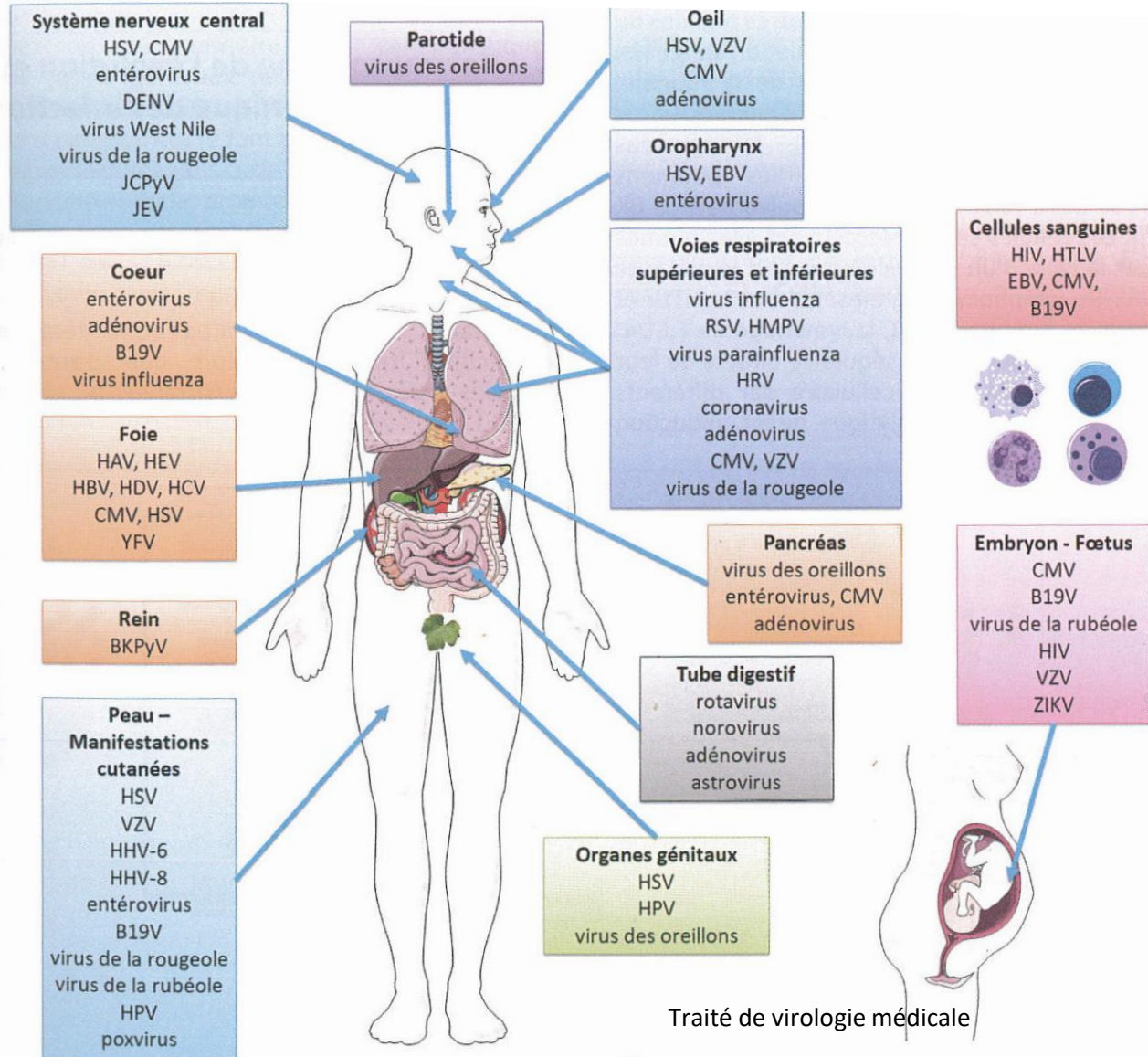
Incubation = période allant du contage à l'apparition des 1<sup>ers</sup> signes cliniques



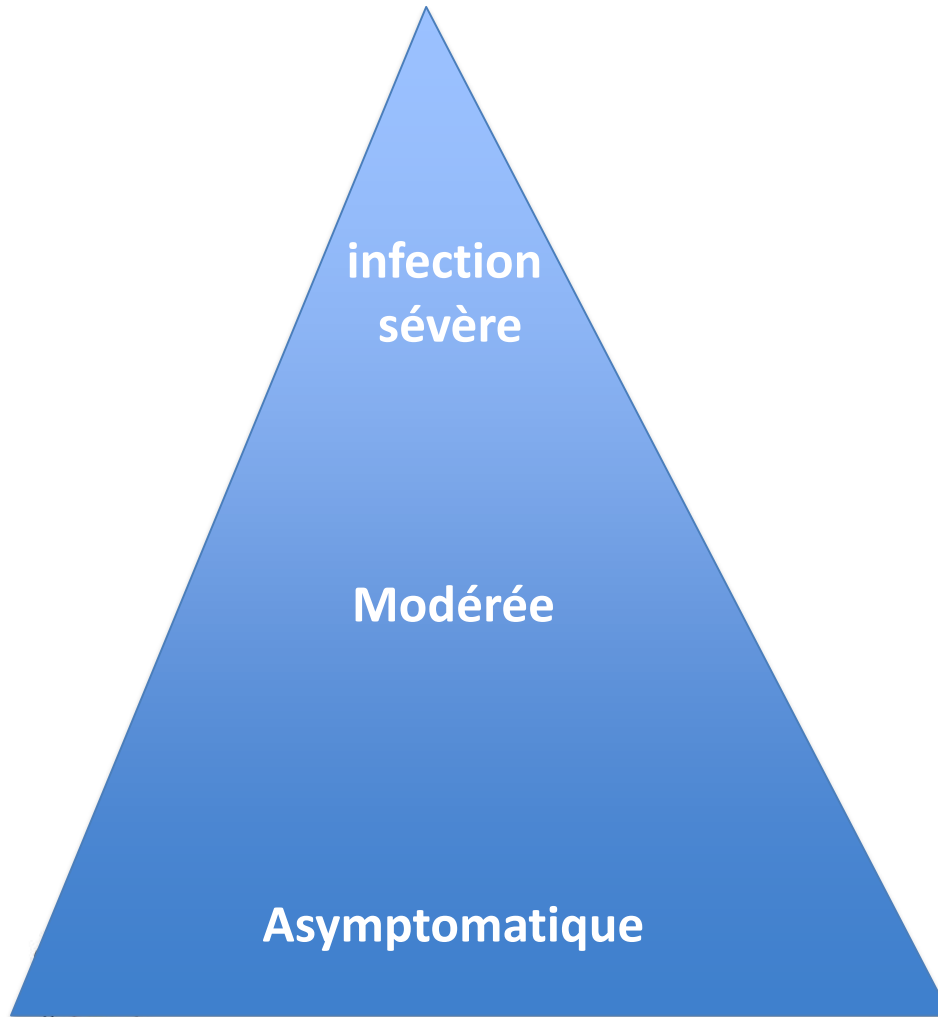
# Organe cible des infections virales

B

Liste non exhaustive



# Conséquences cliniques de l'infection



Importance du **TERRAIN** :

- Age
- Immunodépression
- ...

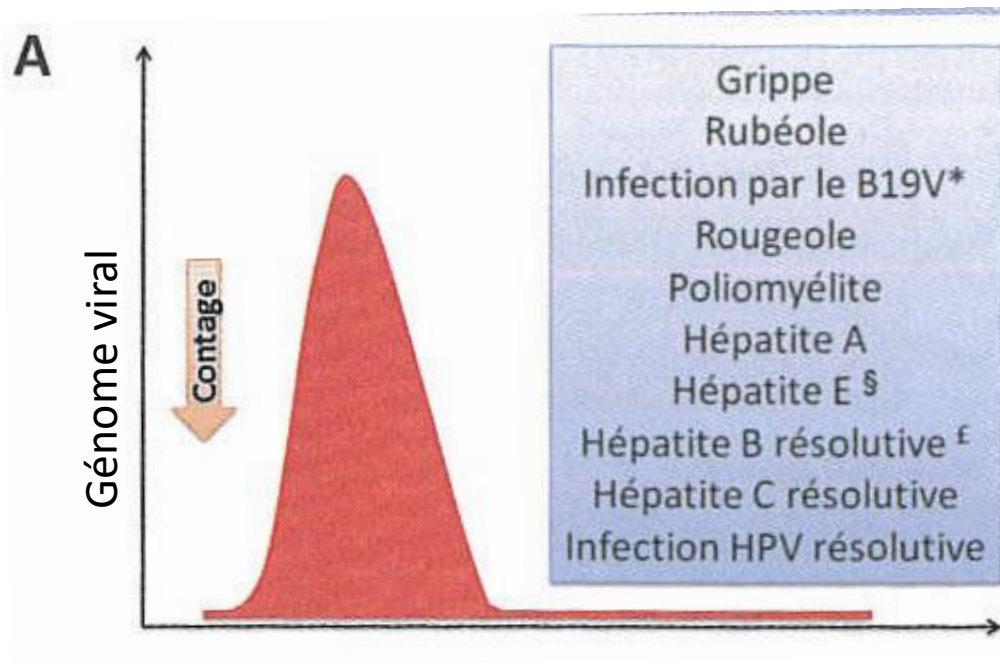


Sauf rougeole et rage

# Types d'infection virales selon leurs évolutions



## 1. Infection **aiguë** avec disparition du virus

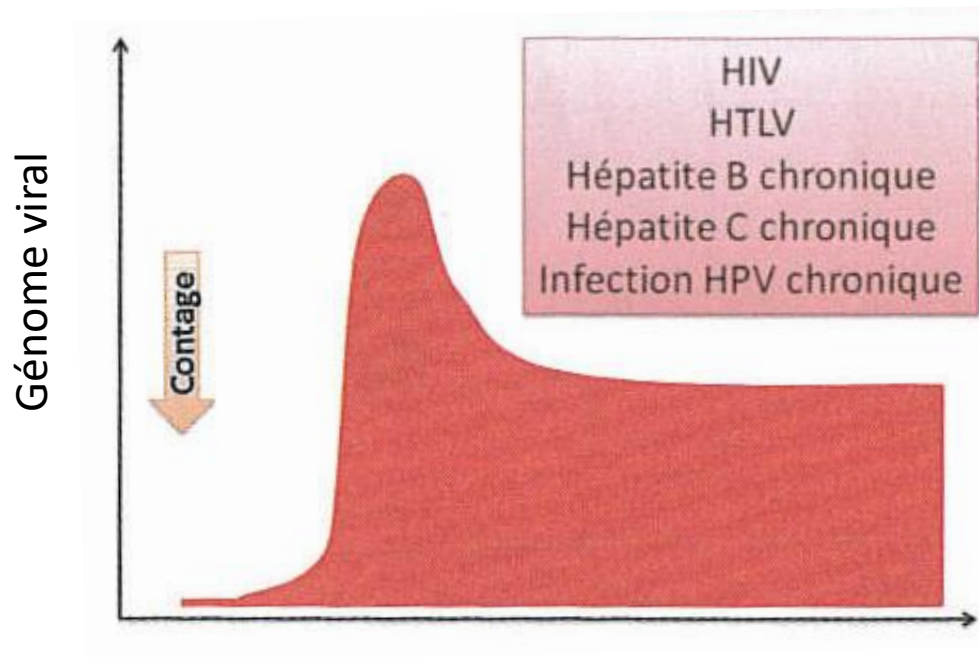


# Types d'infection virales selon leurs évolutions



## 2. Infection aiguë suivie d'une infection **chronique**

infection chronique = persistance du virus sous forme répliquative

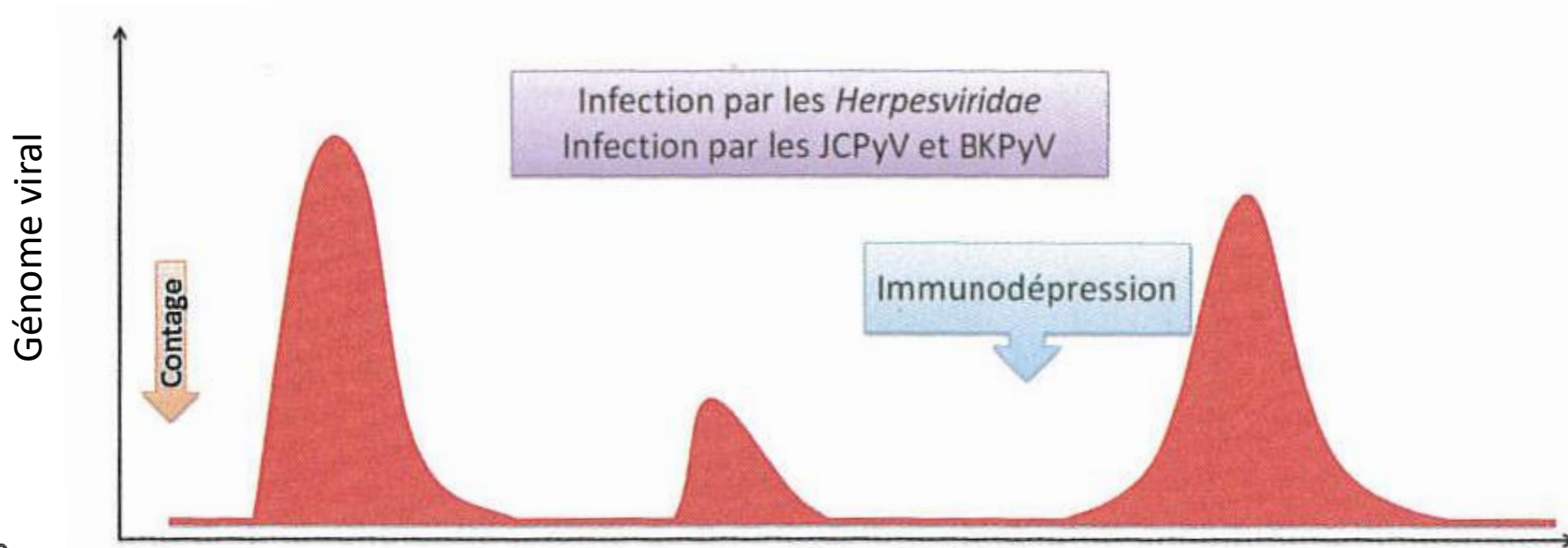


# Types d'infection virales selon leurs évolutions



## 3. Infection aiguë suivie d'une infection **latente** +/- réactivations

infection latente = persistance du virus sous forme non répliquative



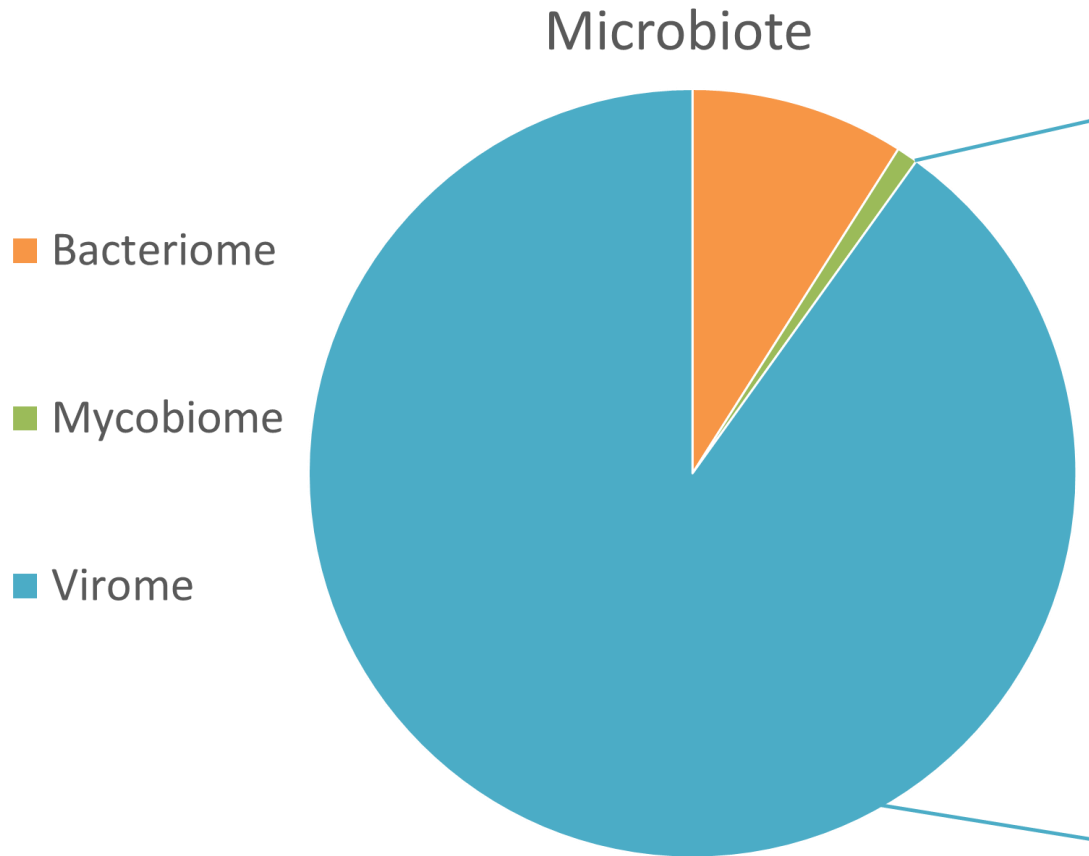


# Virus et cancer



- 7 virus cancérogènes chez l'homme
  - EBV : lymphome et carcinome indifférencié du nasopharynx
  - Virus de l'hépatite B (HBV) et C : hépatocarcinomes
  - HTLV-1 : lymphomes à cellules T
  - HHV8 : sarcome de Kaposi
  - Papillomavirus (HPV) : cancers gynécologiques, (anaux, péniers ou des voies aéro-digestives supérieures)
  - Polyomavirus de Merkel : carcinome cutané
- Mécanismes de cancérogénèse viro-induite : direct et/ou indirects
- Prévention :
  - Vaccin : HBV et HPV
  - Dépistage systématique du cancer du col de l'utérus

# Place du virome au sein du microbiote



- Microbiote : Ensemble des microorganismes présents sur le corps humain (ou autre hôte spécifique)
- Pour 1 cellule humaine :
  - 1 à 10 bactéries
  - 5 à 10 virus
  - 0,1 fungi

• **Virome** = partie virale du microbiote

# Composition du virome



## Virome



Bactériophages



Virus d'eucaryotes



Virus endogènes

- Virus de procaryotes bactériens (bactériophages)
- Virus d'eucaryotes :
  - Virus responsables d'infections aiguës, chroniques (VIH, VHB, VHC...) ou latentes (*Herpesviridae...*)
  - Peuvent être non pathogènes (*anelloviridae...*)
- Virus endogènes (8% du génome humain)

---

# Mécanismes d'action des biocides et antiviraux



# Biocides = Antiseptiques ou désinfectants



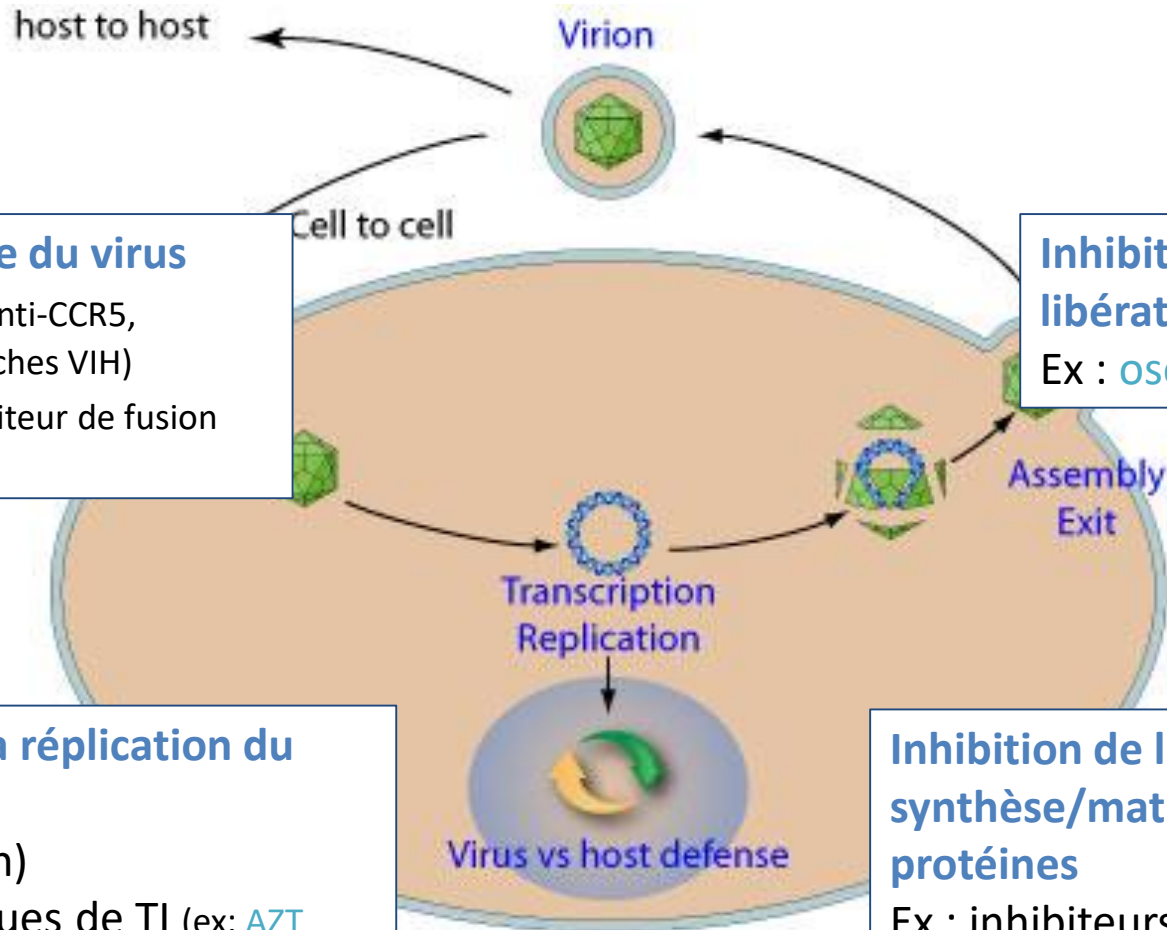
- Action **virucide** = Destruction des micro-organismes => perte du pouvoir infectieux
- Plusieurs types :
  - Actifs contre virus enveloppés uniquement : EtOH, ammoniums quaternaires (biseptine..), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Chlorhexidine
  - Actifs contre tous les virus : composés chlorés (eau de javel) et iodés (bétadine)

# Les antiviraux sont uniquement virostatiques



- Antiviraux = molécules qui inhibent la réplication virale
- **Pas d'effet virucide**
- Pas d'action sur les virus en phase de latence

# Les antiviraux peuvent inhiber différentes étapes de la réplication



# Peu d'antiviraux sont disponibles



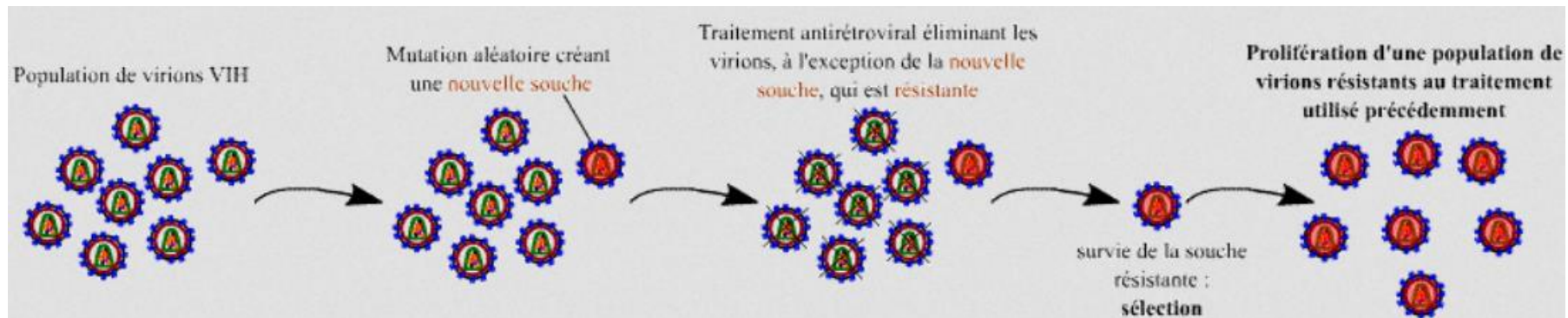
- Antiviraux contre :
  - VIH
  - Virus des hépatites B et C
  - *Herpesviridae*
  - Virus de la grippe, SARS-CoV-2
- Très rares antiviraux à « large spectre » pas/peu utilisés (ATU)
  - Ribavirine (actif contre virus ARN et ADN)
  - Cidofovir (actif contre nombreux virus ADN)



# Des mutations de résistance peuvent apparaître



- Variabilité génétique des virus => émergence de virus résistants



Recherche de résistance par tests phénotypiques et/ou génotypiques (séquençage)

# Anticorps monoclonaux : séroprotection passive



- Anticorps monoclonaux contre :
  - VRS
  - SARS-CoV-2
  - VHB
  - VZV
- Utilisés en prophylactique ou en curatif (SARS-CoV-2)

---

# Les méthodes de diagnostic en virologie



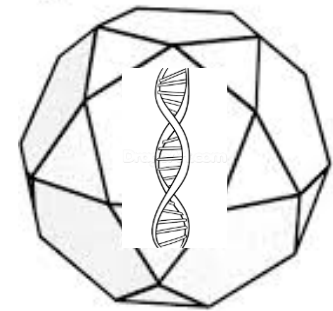
# Outils du diagnostic en virologie



## • Diagnostic Direct :

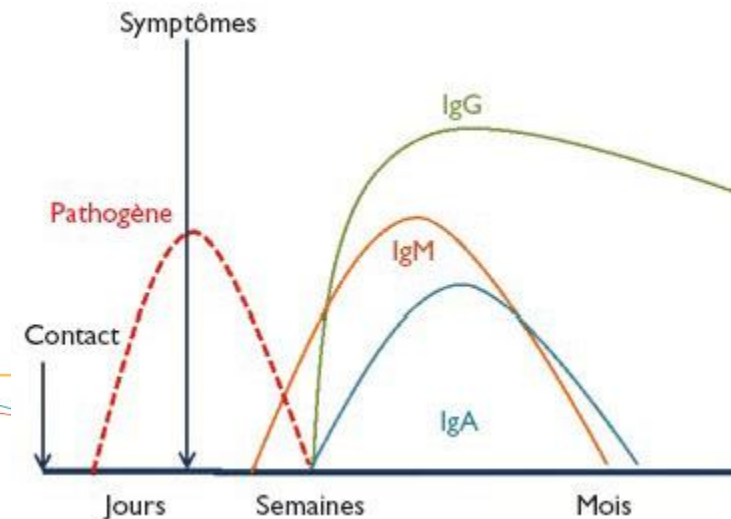
– recherche des **constituants du virus** (infection en cours):

- génome viral
- antigènes viraux
- le virus lui-même



## • Diagnostic Indirect :

– recherche des **anticorps développés** suite à une infection virale



# Indications du diagnostic direct et indirect



*La plupart des infections virales ont une clinique évocatrice et ne nécessite pas de diagnostic biologique*

- Diagnostic **direct** :
  1. Détecter et suivre une **infection en cours** aiguë, chronique, ou une réactivation d'un virus latent
- Diagnostic **indirect** :
  1. Affirmer le diagnostic de **primo-infection**  
= apparition des Anticorps entre deux prélèvements d'un patient
  2. Définir le **statut immunitaire** vis-à-vis d'un virus  
= savoir si un patient a déjà rencontré **un virus précis** (détection d'Anticorps positive) ou non (détection négative)

# I. Techniques de diagnostic direct



- Recherche du **virus** ou de ses constituants :
  1. Détection du **virus entier**
  2. Détection **d'antigènes** (protéine)
  3. Détection de **génom**e (ADN ou ARN)

# 1. Diagnostic direct : culture de virus



= Isolement et identification des virus sur cultures de cellules

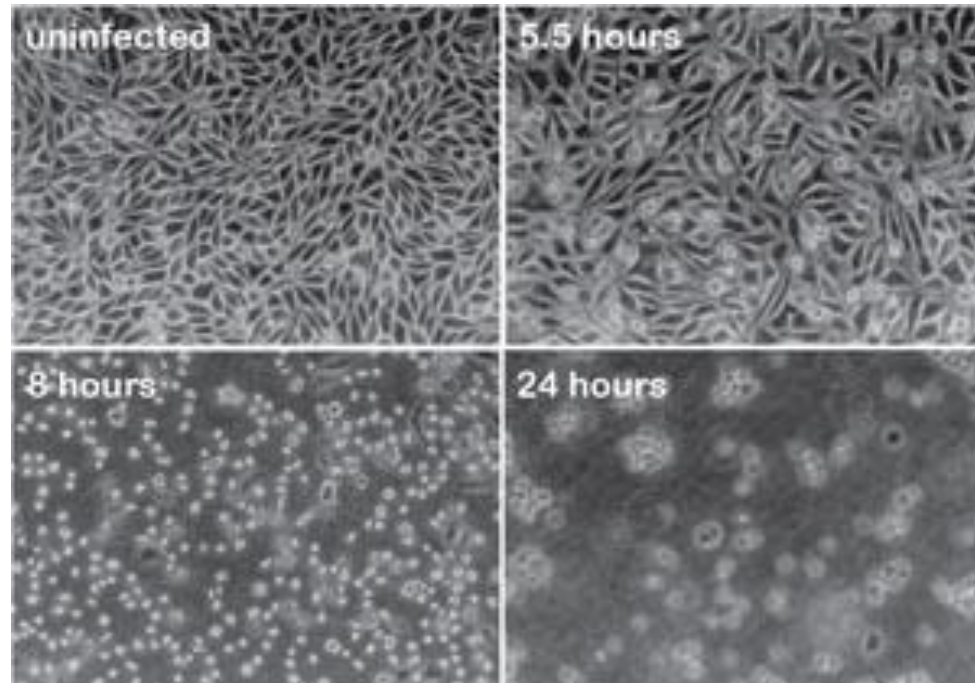
- Technique de référence mais très spécialisée
- Lignées cellulaires adaptées au virus recherché
- **Hotte à flux laminaire** car manipulations en environnement stérile et protégé



# Effet cytopathogène (ECP)



Visualisation au microscope optique





## 2. Diagnostic direct par détection d'antigènes viraux

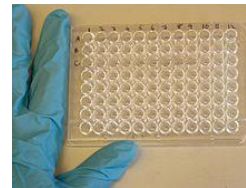


- Différentes techniques

- **Immuno chromat** avec les tests de détection rapide (problème de sensibilité => utilisable si prélèvement riche en virus)



- Tests **ELISA** (plus sensibles que TDR mais plus longs)



- **Immunofluorescence**



- Applications

- Grippe, VRS, AdV, Rotavirus, SARS-CoV-2

- VIH (Ag p24) et hépatite B (HBe, HBs)

- Typage de virus après isolement en culture cellulaire

# 3. Diagnostic direct par détection du génome viral

---



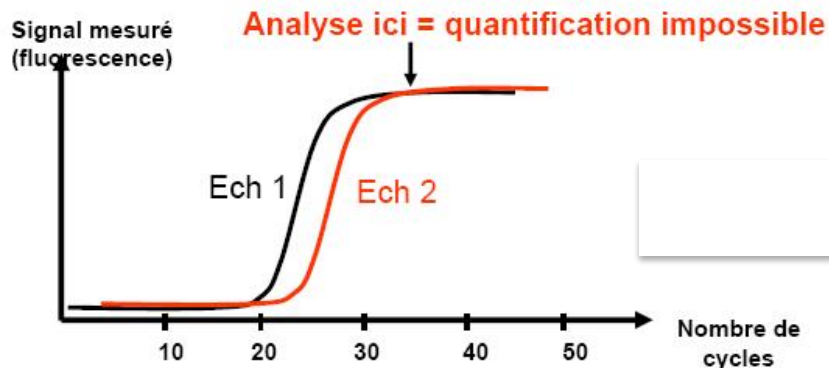
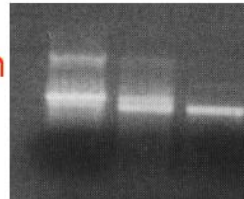
- Basée sur les techniques de biologie moléculaire
  - (RT)-PCR en point final ou en temps réel
  - Séquençage
- Technique **sensible et spécifique**
- +/- coûteux

# PCR point final vs. PCR temps réel



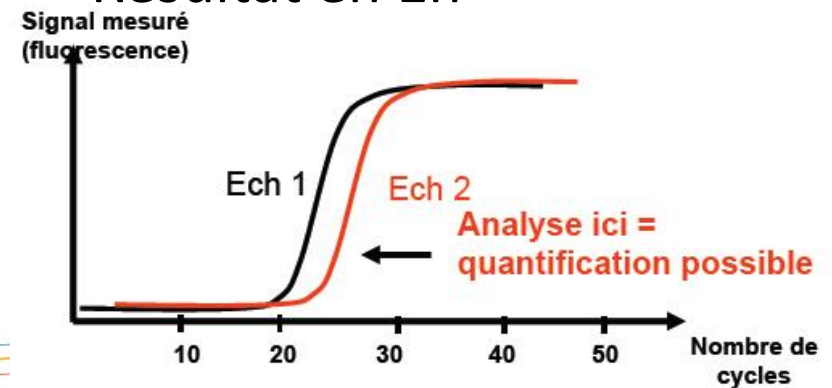
## PCR Point final

- Analyse en point final par migration sur gel
- Qualitatif
- Résultat en 3h



## PCR temps réel

- Lecture de la fluorescence dans l'appareil à chaque cycle
- Quantitatif => suivi des personnes infectées
- Résultat en 1h



# PCR multiplex pour approche syndromique



- PCR qualitative multiplex pour la recherche des génomes de plusieurs agents infectieux dans une même réaction PCR
- Utilisé en routine pour l'analyse des syndromes méningés

#### BACTERIA:

- *Escherichia coli* K1
- *Haemophilus influenzae*
- *Listeria monocytogenes*
- *Neisseria meningitidis*
- *Streptococcus agalactiae*
- *Streptococcus pneumoniae*

#### YEAST:

- *Cryptococcus (C. neoformans/C. gattii)*

#### VIRUSES:

- Cytomegalovirus (CMV)
- Enterovirus (EV)
- Herpes simplex virus 1 (HSV-1)
- Herpes simplex virus 2 (HSV-2)
- Human herpesvirus 6 (HHV-6)
- Human parechovirus (HPeV)
- Varicella zoster virus (VZV)

# Applications du diagnostic direct par (RT)-PCR

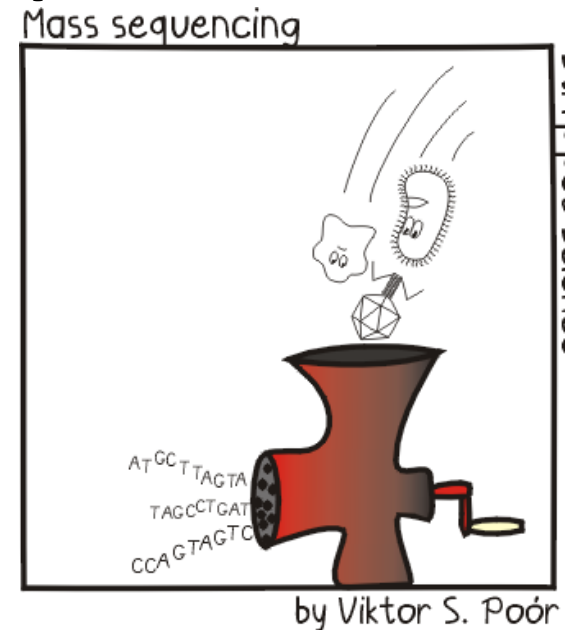


- Dépister et suivre une infection en cours par :
  - Hépatites B, C , E
  - HIV
  - *Herpesviridae*, adénovirus, parvovirus
  - Virus respiratoires (SARS-CoV-2, virus influenza, VRS)
  - Arbovirus
  - HPV
  - ...

# Séquençage



- Détection de l'ensemble des pathogènes d'un prélèvement par **métagénomique/ métatranscriptomique**
  - Diagnostic de recours
- Recherche de résistances



# Limites des différentes techniques de diagnostic direct



- Par détection d'antigènes viraux : peu sensible
- Par détection du génome viral : attention aux contaminations
- Par culture : long, nécessite de cultiver des cellules permissives au virus
- **Ne permet pas diagnostic rétrospectif d'une infection aiguë**

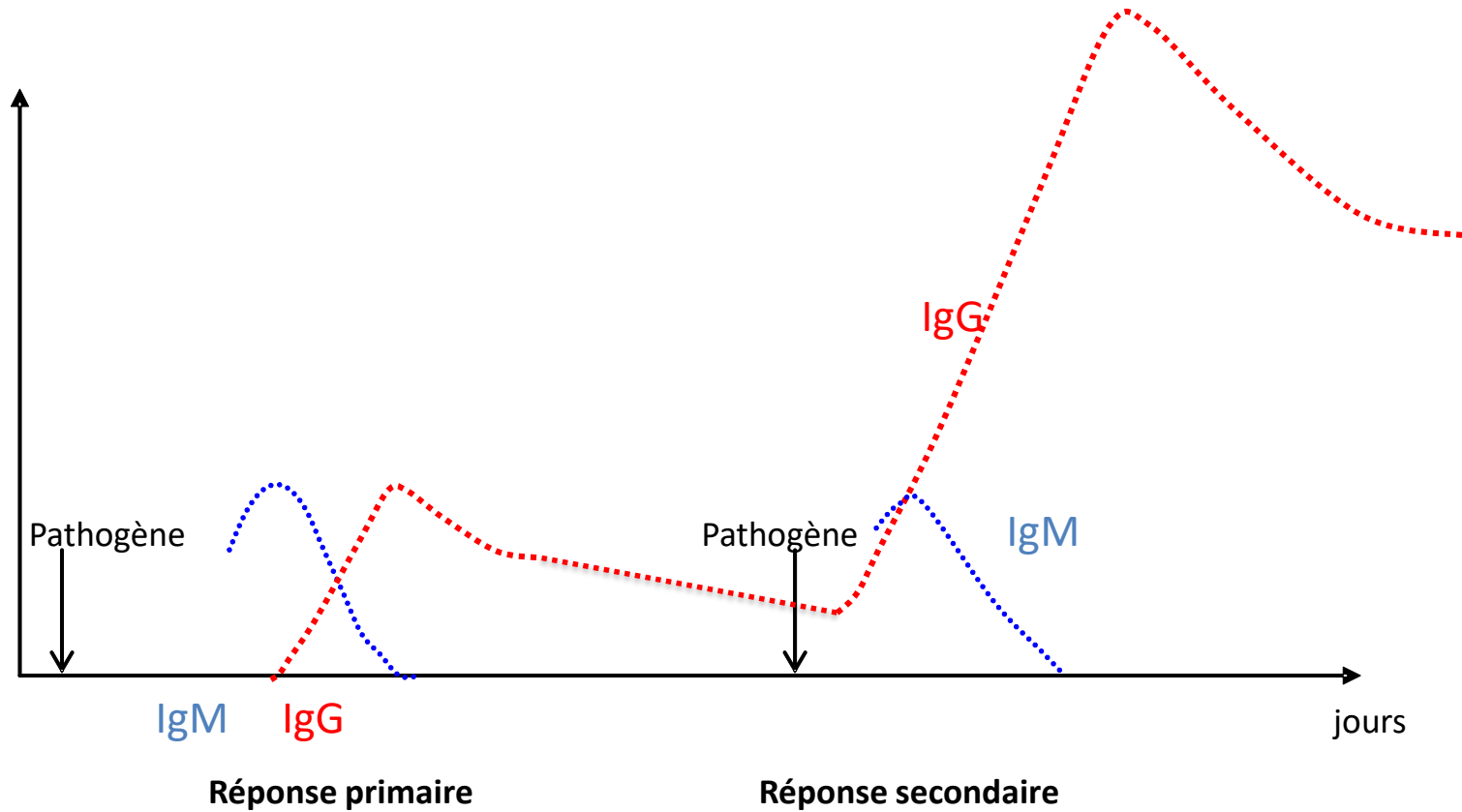
## II. Techniques de diagnostic indirect



- Recherche du **anticorps** signant une réponse de l'hôte à l'infection virale :
  - Détection d'**IgM** (réponse précoce)
  - Détection d'**IgG** (réponse tardive)
  - Détection d'**IgA** (réponse locale)
  - Tests d'avidité des **IgM** (différencier primo-infection de la réactivation des anticorps)
- Plateformes d'immunoanalyse automatisées
- Prélèvement :
  - Sérum dans la majorité des cas
  - Autres prélèvements possibles (ex : salive pour rougeole)



# Cinétique d'apparition des anticorps suite à l'infection



# Avantages et inconvénients du diagnostic indirect



- Avantages :
  - Rapide, peu coûteux
  - Automatisé
- Inconvénients :
  - **faux positifs** (administration d'Ig, transfusions, pathologies auto-immunes, grossesse, réaction croisée ...) et **faux négatifs** possibles (hémodilution, immunodéprimés, hémodialyse, prélèvement trop précoce par rapport à contamination)
  - **Délai** nécessaire à la production d'anticorps : sans intérêt pour le diagnostic des infections respiratoires aiguës (IRA), gastro-entérites aiguës (GEA)...

# Applications du diagnostic indirect



- Déterminer le statut sérologique
  - Avant vaccination
  - Avant traitement par immunosuppresseurs
  - Lors de la prise en charge de patient HIV
  - **Dépistage systématique (AES)**
  - Assurer la **sécurité virale pour dons** d'organes, tissus, cellules
- Dépister une infection en cours:
  - Hépatite aigue clinique
  - Femme enceinte (rubéole, CMV, Parvovirus)
- Suivre les infections chroniques
  - HBV

# Adapter le diagnostic à la situation clinique



- Avantages et inconvénients de chaque technique
- Pathologie
- Terrain du patient (immunodéprimé...)
- Délai depuis le début des symptômes

Ex du diagnostic des arboviroses :

## MODALITES DE DIAGNOSTIC BIOLOGIQUE

Recherche des diagnostics chikungunya, dengue et zika simultanément dans le cadre de la surveillance renforcée, même si le diagnostic est plus orienté vers une des 3 pathologies.

	DDS*	J+1	J+2	J+3	J+4	J+5	J+6	J+7	J+8	J+9	J+10	J+11	J+12	J+13	J+14	J+15	...
RT-PCR sur sang (chik-dengue-zika)																	
RT-PCR sur urines (zika)																	
Sérologie (IgM-IgG) (chik-dengue-zika)																	

\* Date de début des signes

 Analyse à prescrire

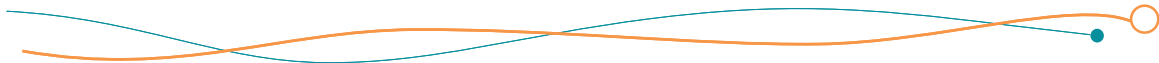
# Qualité de l'échantillon biologique



1. Prélevé au bon moment et au bon site de prélèvement
  - Selon physiopathologie du virus
  - Prélever sites d'entrée du virus, tissus cibles, sang, lésions éventuelles, voie d'élimination
  - Le plus tôt possible après le début des signes cliniques pour le diagnostic direct
2. Conservé et acheminé dans les bonnes conditions
  - 4°C et milieu de transport pour les écouvillons
3. Incluant des renseignements cliniques

---

# Cas cliniques



# Cas clinique n°1

---

- Mme Z, 24 ans, vient pour un dépistage de la rubéole. Pas de notion de vaccination. Elle prévoit une grossesse dans quelques mois.
- Quelle analyse faire?
  - A) Du diagnostic direct
  - B) Du diagnostic indirect
  - C) Une RT-PCR
  - D) Une sérologie rubéole

# Cas clinique (R1)

---

- La sérologie donne le résultat suivant :
  - IgM négatifs
  - IgG positif
- Quelle interprétation et que lui proposer?
  - A) Infection récente
  - B) Infection ancienne
  - C) Vaccination nécessaire
  - D) Contrôle de la sérologie dans 2-3 semaines et reporter projet de grossesse



# Cas clinique (R2)

---

- La sérologie donne le résultat suivant :
  - IgM positif
  - IgG positif
- Quelle interprétation et que lui proposer ?
  - A) Infection récente
  - B) Infection ancienne
  - C) Vaccination nécessaire
  - D) Contrôle de la sérologie dans 2-3 semaines et reporter projet de grossesse

# Cas clinique (R3)

---

- La sérologie donne le résultat suivant :
  - IgM négatif
  - IgG négatif
- Quelle interprétation et que lui proposer?
  - A) Infection récente
  - B) Infection ancienne
  - C) Vaccination nécessaire
  - D) Contrôle de la sérologie dans 2-3 semaines et reporter projet de grossesse

# Cas clinique n°2

---

- Mr M, 74 ans, consulte aux urgences (en sept 2020) pour une toux fébrile avec tachypnée et confusions. Les symptômes sont apparus la veille.
- Quelle(s) analyse(s) microbiologique(s) faire?
  - A) Aucune devant cette bronchite isolée
  - B) ECBC (Examen cyto bactériologique des crachats)
  - C) Une sérologie COVID
  - D) Une RT-PCR SARS-CoV-2 sur un prélèvement nasopharyngé et/ou sur un crachat

## Cas clinique n°3

---

- Le petit B, 2 ans, vient consulter pour fièvre et éruption vésiculeuse typique de varicelle.
- Quelle(s) analyse(s) microbiologique(s) faire?
  - A) Aucune
  - B) Une PCR VZV sanguine
  - C) Une PCR VZV sur un écouvillon cutané de la lésion
  - D) Une sérologie VZV

# Cas clinique n°4

---

- La mère du petit B est enceinte (37SA). Elle ne se rappelle pas avoir eu la varicelle enfant.
- Quelle(s) analyse(s) faire chez cette patiente afin d'évaluer le risque de varicelle néonatale?
  - A) Aucune
  - B) Une PCR VZV sanguine
  - C) Une PCR VZV sur un écouvillon cutané de la lésion
  - D) Une sérologie VZV



# A RETENIR

- Virus : parasite intracellulaire obligatoire
- Variabilité importante du monde viral
- Les virus peuvent donner différents types d'infection soit aigue, soit chronique, soit latente avec récurrence.
- Les antiviraux sont virostatiques : ciblent 1 étape du cycle de réplication virale
- Nombreux virus présents sur et dans le corps humain (virome)
- Les outils du diagnostic ont tous leurs intérêts et limites
- Des diagnostic virologiques urgents et rapides sont possibles

# Des questions?

---

laurence.josset@chu-lyon.fr

# MOTS EN ANGLAIS

---

- Viral load
- Acute infection
- Chronic infection
- Latent infection
- Viral diagnosis
- Antibody detection
- Viral antigen detection
- RNA, DNA, single or double strand
- Reverse transcription (RT)



# REFERENCES

---

---

- Liste des références de l'enseignement du jour :

Traité de Virologie Médicale, 2<sup>e</sup> édition

Revir 2<sup>e</sup> édition

<http://viralzone.expasy.org>

<http://www.microbes-edu.org>