



Ecole Supérieure de Technologie



Polycopier de cours de Microbiologie Générale

Partie 2

Filière Industrie Agroalimentaire

Année Universitaire : 2019-2020

Réalisée par : Pr. Hanane HAMDALI

I- CROISSANCE BACTERIENNE

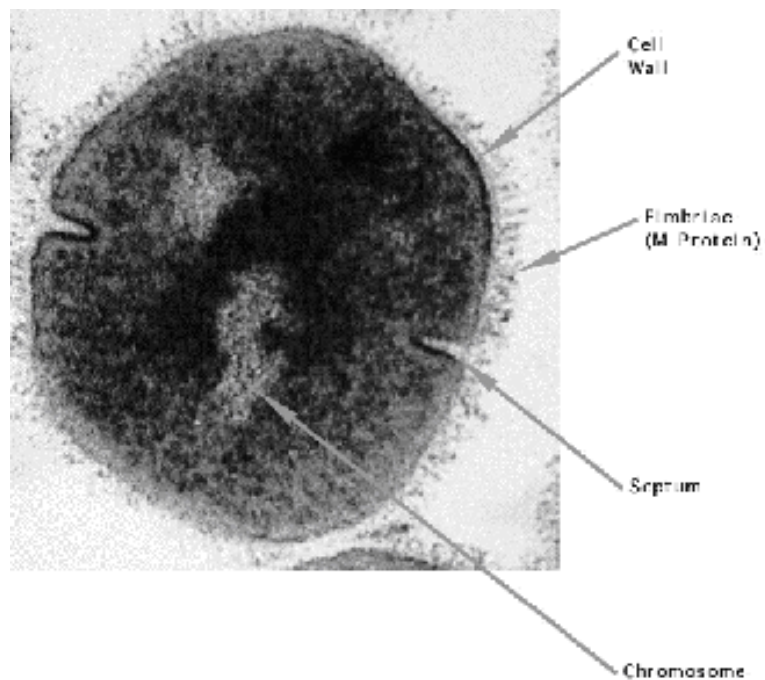


Figure 1 : Bactérie en division (début de formation du septum)

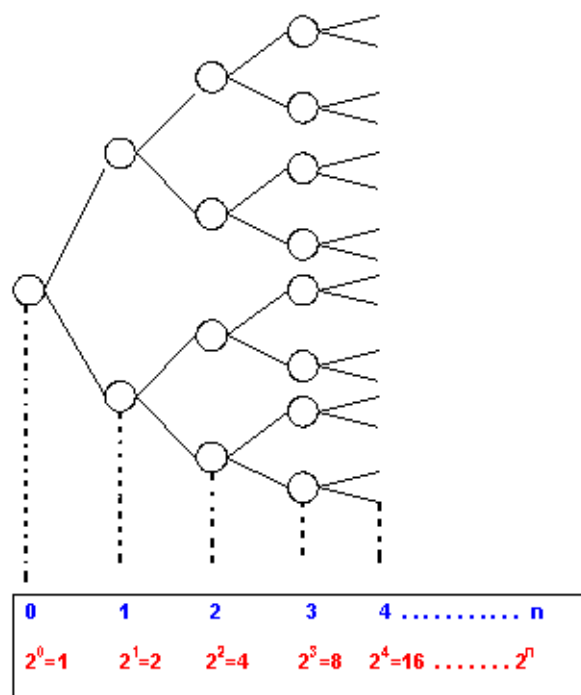


Figure 2 : Aspects théoriques de la croissance

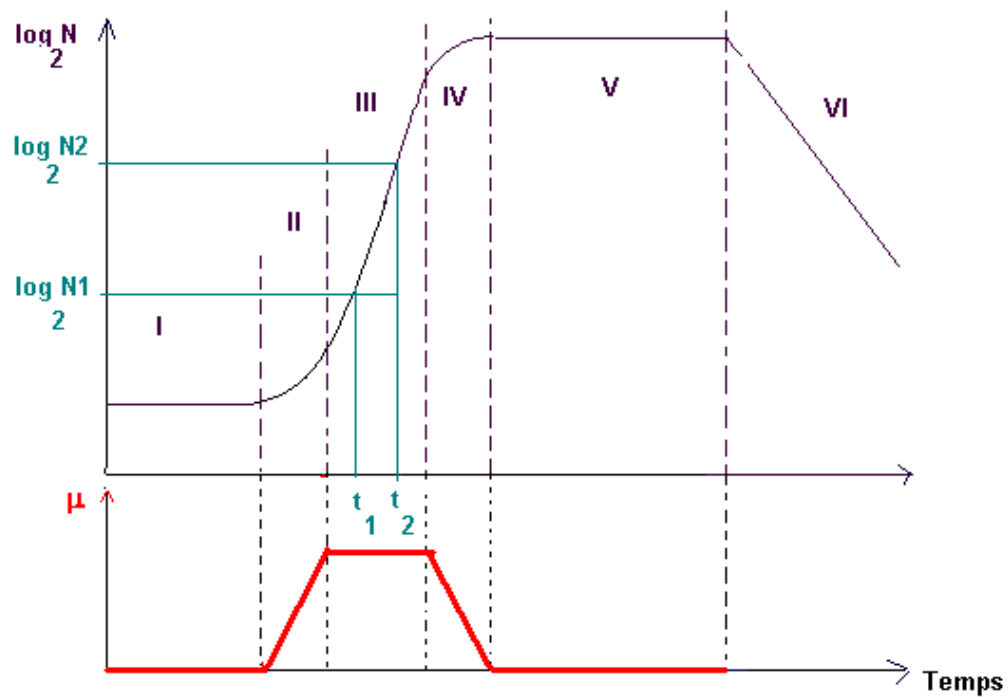


Figure 3 : Courbe expérimentale de croissance montrant les différentes phases de croissance distinctes par μ

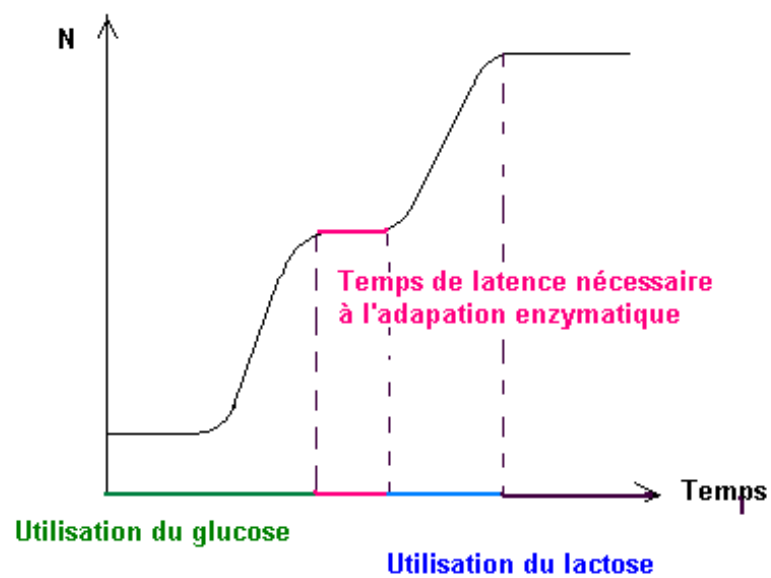


Figure 4 : Diauxie (glucose + lactose)

II- Nutrition et Métabolisme

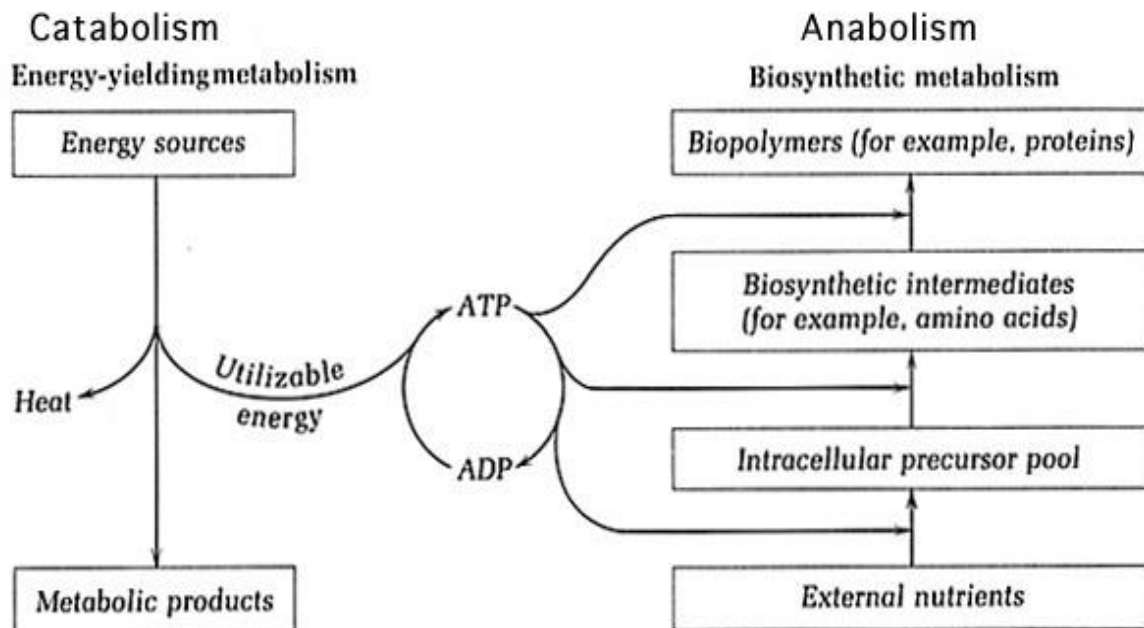


Figure 1 : Représentation schématique simplifiée montrant la relation entre catabolisme et anabolisme

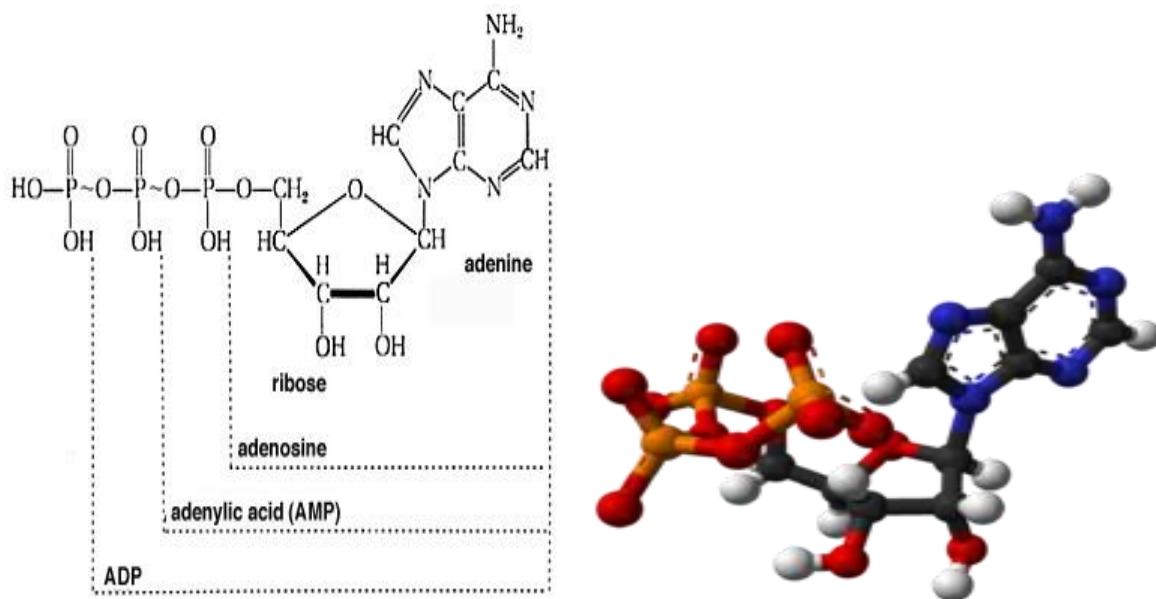


Figure 2 : Structure de l'ATP

Tableau 1 : Comparaison entre la photosynthèse chez les organismes eucaryotes et chez les bactéries*

	<i>Eucaryotes</i>	<i>Bactéries</i>
<i>Organismes</i>	plantes, algues	bactéries vertes et pourpres
<i>Type de chlorophylle</i>	chlorophylle a (absorbe à 650-750 nm)	bactéριοchlorophylle (absorbe à 800-1000 nm)
<i>Photosystème I</i> <i>(photophosphorylation cyclique)</i>	présente	présente
<i>Photosystème II</i> <i>(photophosphorylation non cyclique)</i>	présente	absente
<i>Production de O₂</i>	oui	non
<i>donneur d'électrons</i>	H ₂ O	H ₂ S, autres composés soufrés ou certains composés organiques

** les cyanobactéries possèdent la photosynthèse des plantes supérieures*

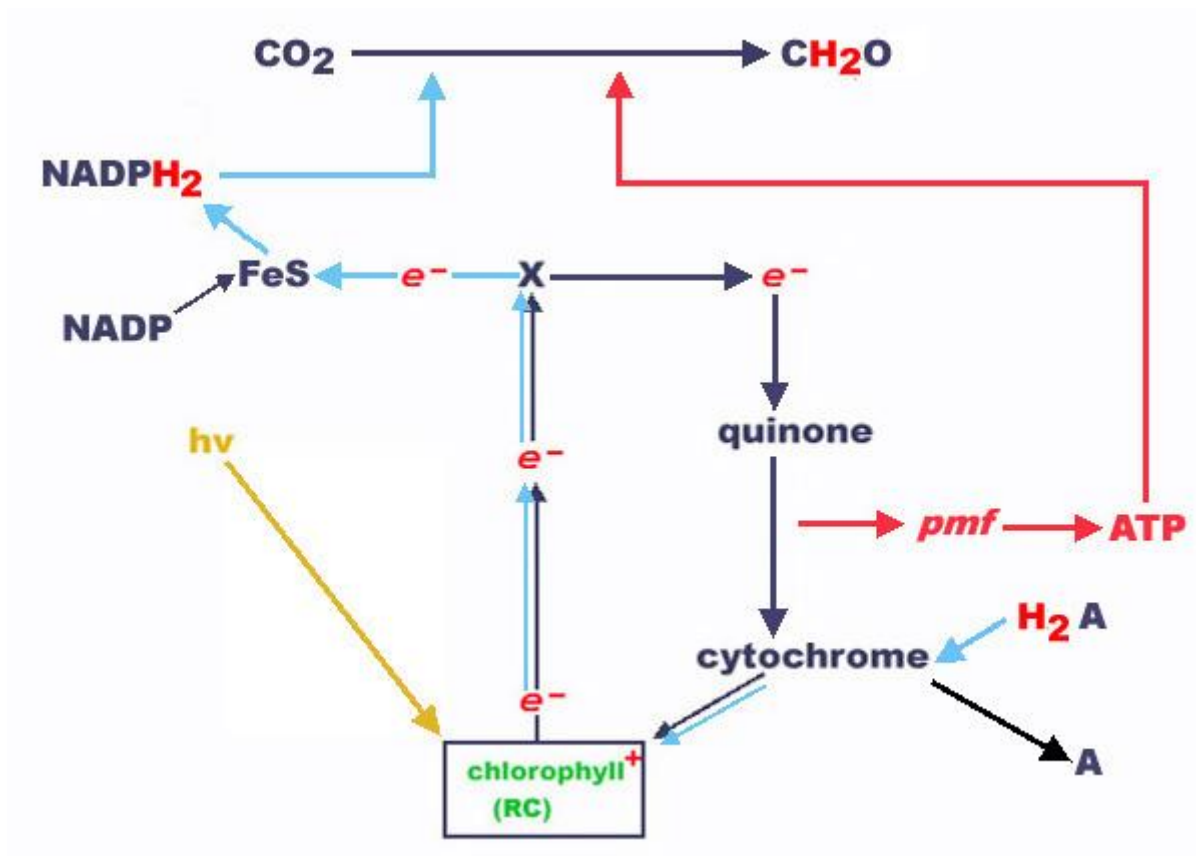


Figure 3 : Schéma montrant le couplage des réactions de photosynthèse.
 pmf: proton motive force; H_2A : donneur externe d'électrons; X: ferredoxine

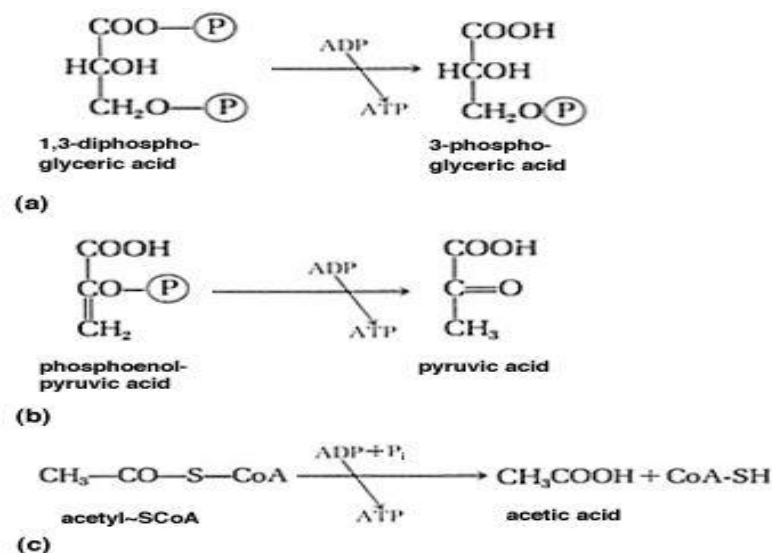


Figure 4 : Réactions de phosphorylation au niveau du substrat rencontrées chez les bactéries

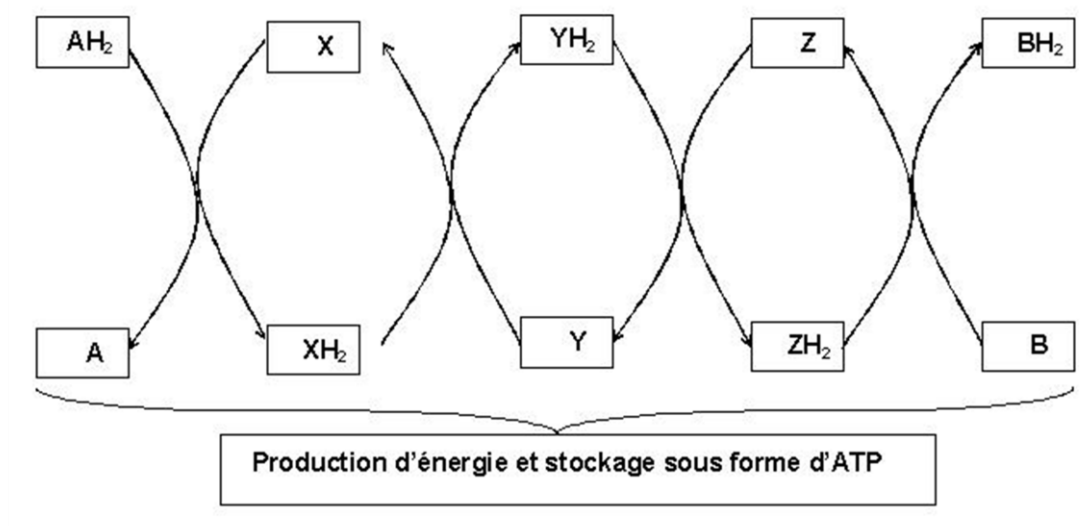


Figure 5 : Représentation schématique de la chaîne respiratoire chez les bactéries

AH₂ : Donneur d'électrons (substrat énergétique)

A : Donneur oxydé

B : Accepteur final d'électrons

Les transporteurs intermédiaires (**X**, **Y** et **Z**) peuvent être des **co-enzymes** (tableau 1) tels que NAD, FAD, FMN ou des cytochromes.

18/03/2020

14

**Tableau 2 : Différents accepteurs d'électrons utilisés lors de la respiration
chez les procaryotes**

Accepteur d'électrons	Produit final réduit	Nom du processus	Exemples de microorganismes
O ₂	H ₂ O	Respiration aérobie	<i>Escherichia coli</i> , <i>Streptomyces</i>
NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻ , NH ₃ or N ₂	Respiration anaérobie (dénitrification)	<i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i>
SO ₄ ²⁻	S or H ₂ S	Respiration anaérobie (réduction des sulfates)	<i>Desulfovibrio</i>
Fumarate	Succinate	Respiration anaérobie utilisant un accepteur d' e- organique	<i>Escherichia coli</i>
CO ₂	CH ₄	Méthanogenèse	<i>Methanococcus</i>

Tableau 3 : Exemples de vitamines utilisées par les bactéries

Vitamine	Forme du coenzyme	Fonction
Biotine	Biotine	Réactions de biosynthèse qui demande la fixation du CO₂
Acide nicotinique	NAD (nicotinamide adénine dinucléotide) et NADP	Transporteurs d'e⁻ dans les réactions de deshydrogénation
Pyridoxine (B₆)	Pyridoxal phosphate	Transamination, désamination, décarboxylation des aminoacides
Riboflavine (B₂)	FMN (flavine mononucléotide) et FAD (flavine adénine dinucléotide)	réactions d'oxydoréduction
Vitamine K	Quinones et naphthoquinones	processus de transport d'électrons

Les AA sont essentiels pour la synthèse des protéines, les vitamines pour les co-enzymes (Tableau 3) et les bases azotées pour les acides nucléiques.

Tableau 4 : Récapitulatif des différents types trophiques

Classe du besoin	Nature du besoin	Type trophique
Source d'énergie	lumineuse	phototrophie
	chimique	chimiotrophie
Substrat énergétique	minéral	lithotrophie
	organique	organotrophie
Source de carbone	CO ₂ (minérale)	autotrophie
	organique	hétérotrophie
Facteurs de croissance	non indispensables	prototrophie
	indispensables	auxotrophie

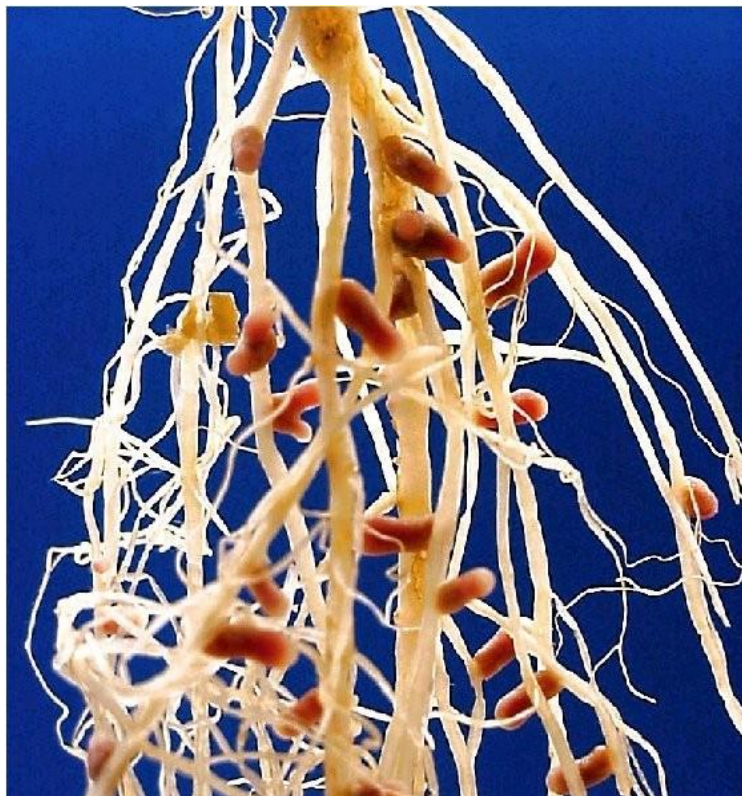


Figure 6 : Nodules sur les racines d'une Légumineuse

Tableau 4 : Éléments majeurs, leurs sources et leurs fonctions
dans les cellules bactériennes

Élément	% poids sec	Source	Fonction
Carbone	50	Matière organique ou CO₂	Constituant majeur du matériel cellulaire
Oxygène	20	H₂O, Matière organique, CO₂ et O₂	Constituant du matériel et de l'eau cellulaires; O₂ est aussi accepteur d'électrons dans la respiration aérobie
Azote	14	NH₃, NO₃, Matière organique, N₂	Constituant des acides aminés, nucléotides, et coenzymes
Hydrogène	8	H₂O, Matière organique, H₂	Constituant majeur de la matière organique et de l'eau cellulaire
Phosphore	3	Phosphate inorganique (PO₄)	Constituant des acides nucléiques, ATP, phospholipides, LPS, acides téichoïques
Soufre	1	SO₄, H₂S, S⁰, matière organique contenant S	Constituant de la cystéine, méthionine, glutathion, plusieurs coenzymes
Potassium	1	Sels de Potassium	Cation cellulaire majeur et cofacteur pour certaines enzymes
Magnésium	0,5	Sels de	Cation cellulaire, cofacteur for certaines réactions

		Magnésium	enzymatiques
<i>Calcium</i>	0,5	Sels de Calcium	Cation cellulaire et cofacteur pour certaines enzymes et composant des endospores
<i>Fer</i>	0,2	Sels de Fer	Composant des cytochromes et certaines ferroprotéines et cofacteur pour quelques réactions enzymatiques

**Tableau 5 : Températures minimale, maximale et optimale
de certaines bactéries et archéobactéries**

<i>Espèce bactérienne</i>	<i>Minimum</i>	<i>Optimum</i>	<i>Maximum</i>
<i>Listeria monocytogenes</i>	1	30-37	45
<i>Vibrio marinus</i>	4	15	30
<i>Pseudomonas maltophilia</i>	4	35	41
<i>Thiobacillus novellus</i>	5	25-30	42
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	30-37	45
<i>Escherichia coli</i>	10	37	45
<i>Clostridium kluyveri</i>	19	35	37
<i>Streptococcus pyogenes</i>	20	37	40
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	25	37	42
<i>Bacillus flavothermus</i>	30	60	72
<i>Thermus aquaticus</i>	40	70-72	79
<i>Methanococcus jannaschii</i>	60	85	90
<i>Sulfolobus acidocaldarius</i>	70	75-85	90
<i>Pyrobacterium Brockii</i>	80	102-105	115

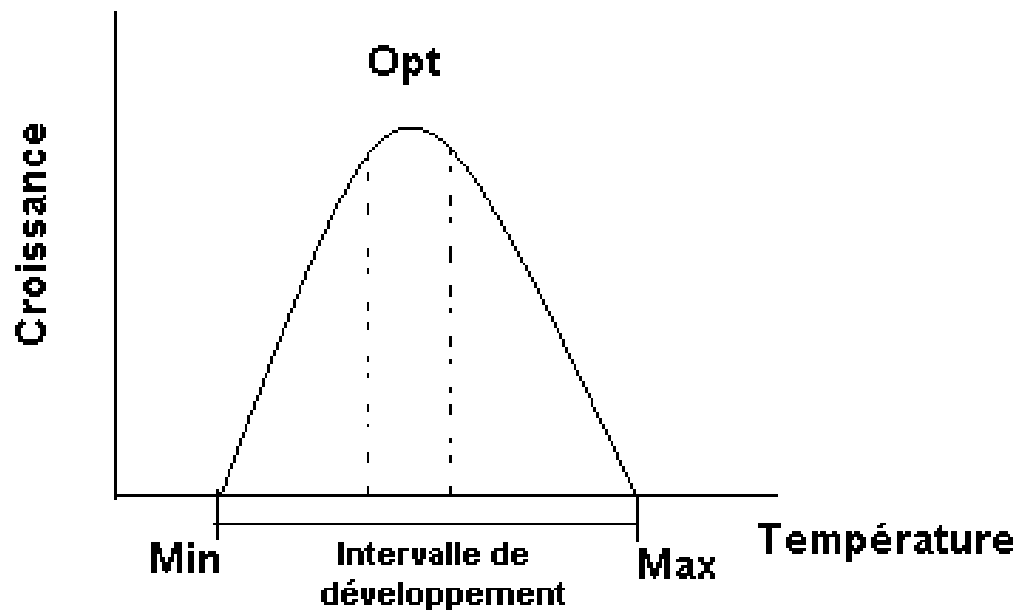


Figure 6 : Effet de la température d'incubation sur la croissance bactérienne

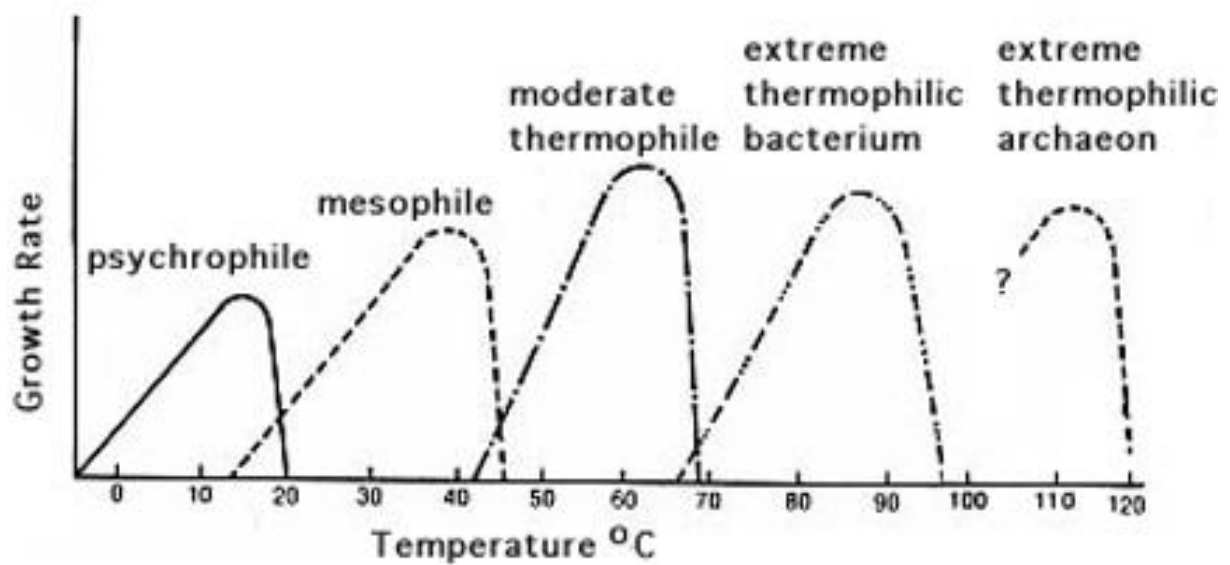


Figure 7 : Différents groupes bactériens

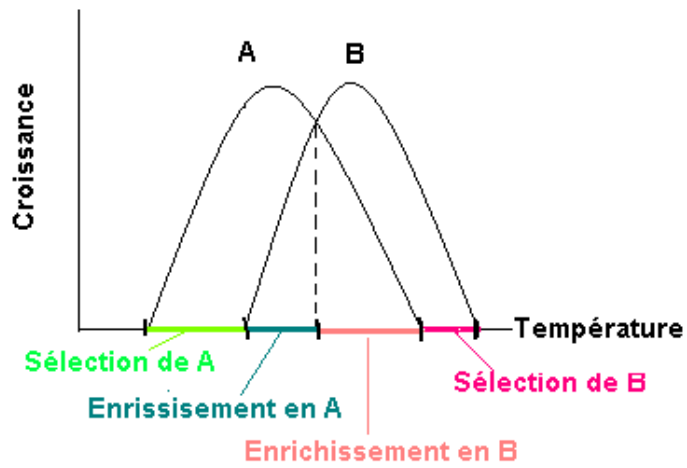


Figure 8 : Utilisation de la température d'incubation comme facteur d'enrichissement ou de sélection

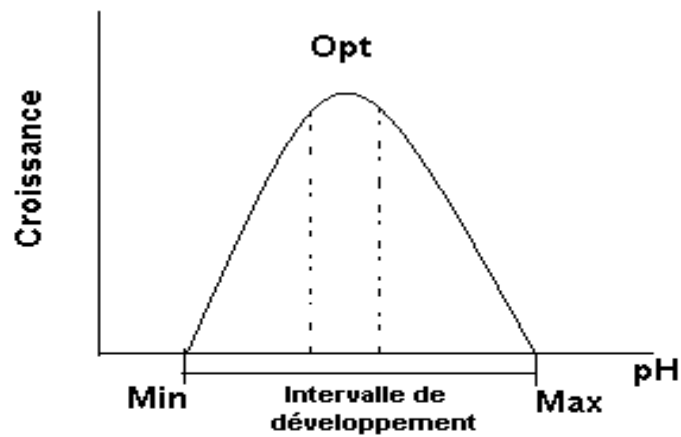


Figure 9 : Effet du pH sur la croissance bactérienne

Tableau 6 : pH minimal, maximal et optimal de certaines bactéries

<i>Organisme</i>	<i>Minimum pH</i>	<i>Optimum pH</i>	<i>Maximum pH</i>
<i>Thiobacillus thiooxidans</i>	0.5	2.0-2.8	4.0-6.0
<i>Sulfolobus acidocaldarius</i>	1.0	2.0-3.0	5.0
<i>Bacillus acidocaldarius</i>	2.0	4.0	6.0
<i>Zymomonas lindneri</i>	3.5	5.5-6.0	7.5
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	4.0-4.6	5.8-6.6	6.8
<i>Staphylococcus aureus</i>	4.2	7.0-7.5	9.3
<i>Escherichia coli</i>	4.4	6.0-7.0	9.0
<i>Clostridium sporogenes</i>	5.0-5.8	6.0-7.6	8.5-9.0
<i>Erwinia caratovora</i>	5.6	7.1	9.3
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5.6	6.6-7.0	8.0
<i>Thiobacillus novellus</i>	5.7	7.0	9.0
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	6.5	7.8	8.3
<i>Nitrobacter sp</i>	6.6	7.6-8.6	10.0

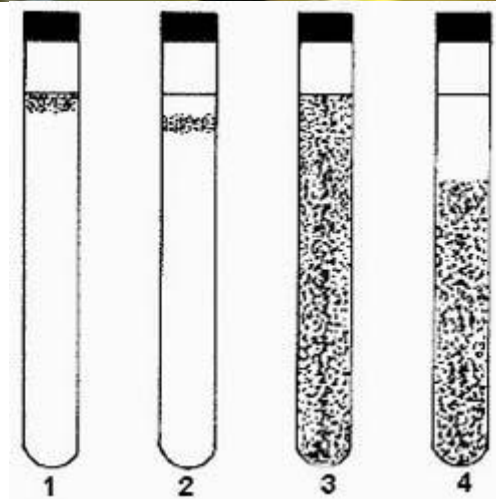
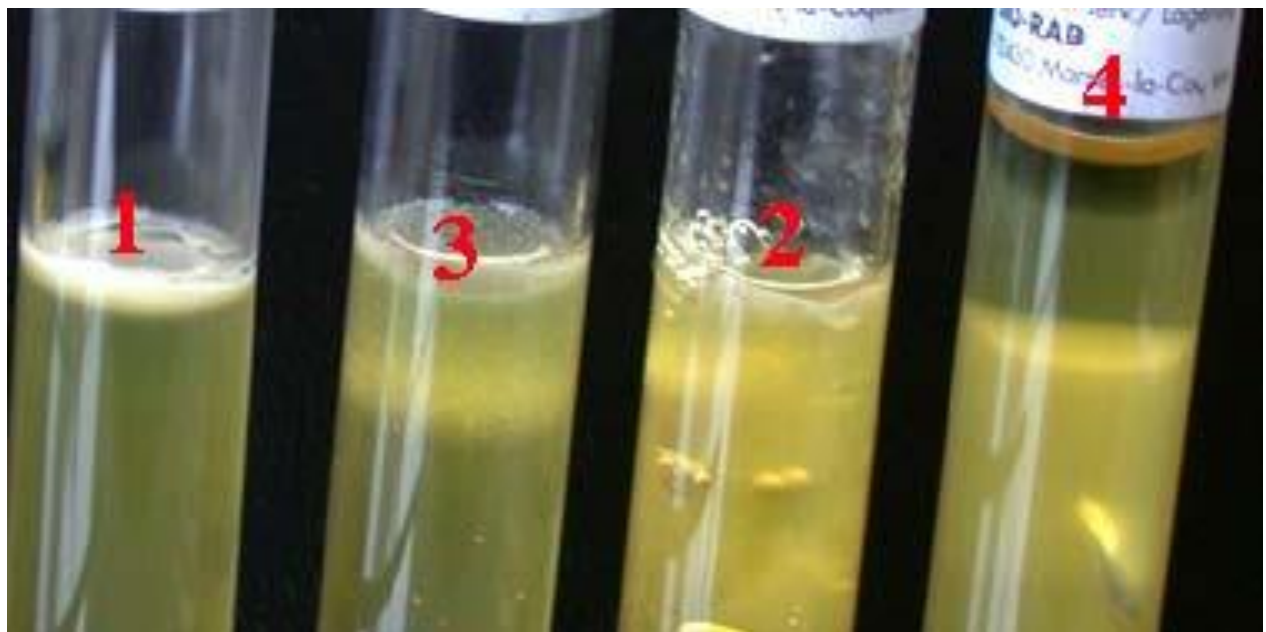


Figure 10 : Types respiratoires des bactéries

(1: aérobie strict; 2: microaérophile; 3: aéro-anaérobie; 4: anaérobie strict)

Tableau 7 : Besoins en O₂ des bactéries

	<i>Environnement</i>		
<i>Groupe</i>	<i>Aérobiose</i>	<i>Anaérobiose</i>	<i>Effet de l'O₂</i>
<i>Aérobie strict</i>	Croissance	Pas de Croissance	Exigé (utilisé pour la respiration aérobie)
<i>Microaérophile</i>	Croissance si le niveau n'est pas élevé	Pas de Croissance	Exigé à des niveaux en dessous de 0,2 atm
<i>Anaérobie strict</i>	Pas de croissance	Croissance	Toxique
<i>Aéro-anaérobie facultatif</i>	Croissance	Croissance	Non exigé pour la croissance mais utilisé quand il est disponible
<i>Anaérobie aérotolérant</i>	Croissance	Croissance	Non exigé et non utilisé

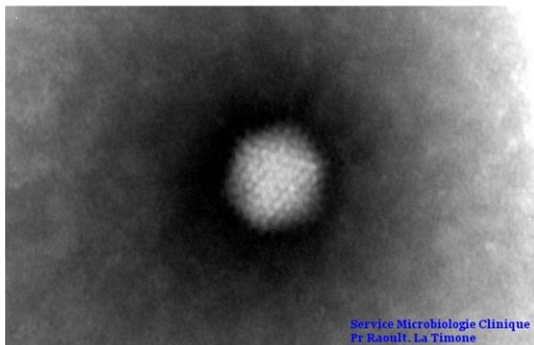
Notions de virologie

Plan du cours

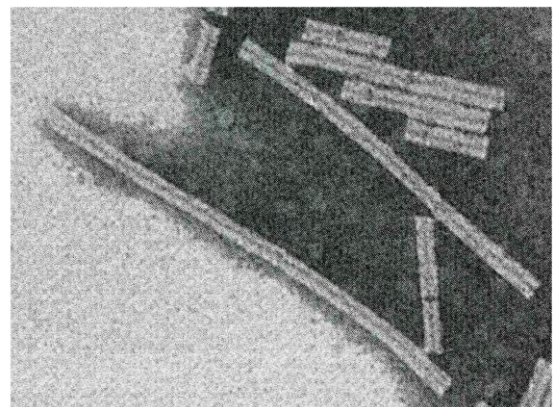
- ❑ **Nature et classification des virus**
 - ❑ Propriétés générales des virus
 - ❑ Structure virale
 - ❑ Symétrie des capsides
 - ❑ Diversité génomique
- ❑ **Réplication virale**
- ❑ **Culture et détection des virus**
- ❑ **Maladies causées par les virus**

Virus : composition chimique et structure

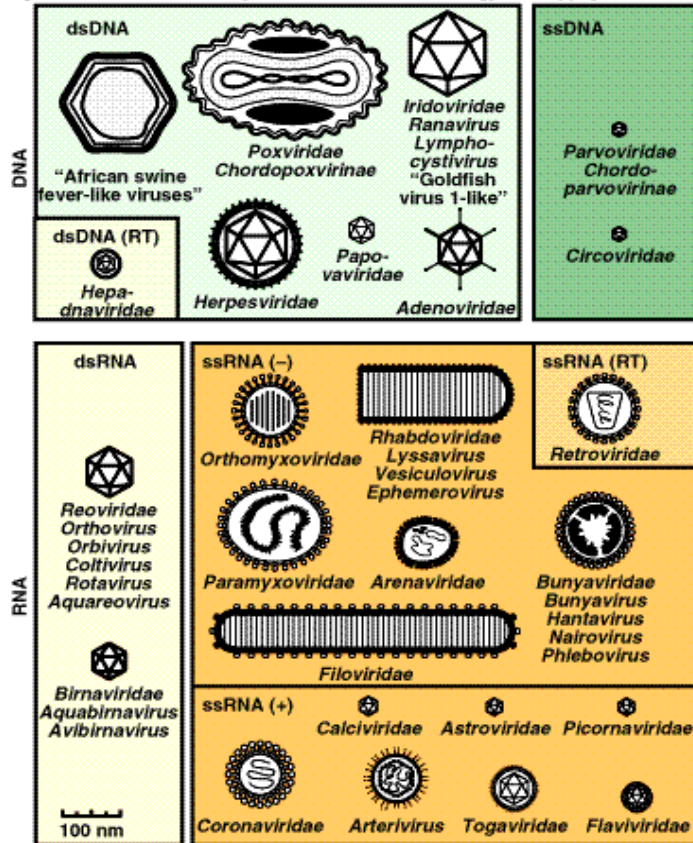
Structure ICOSAÉDRIQUE
(ou cubique C)



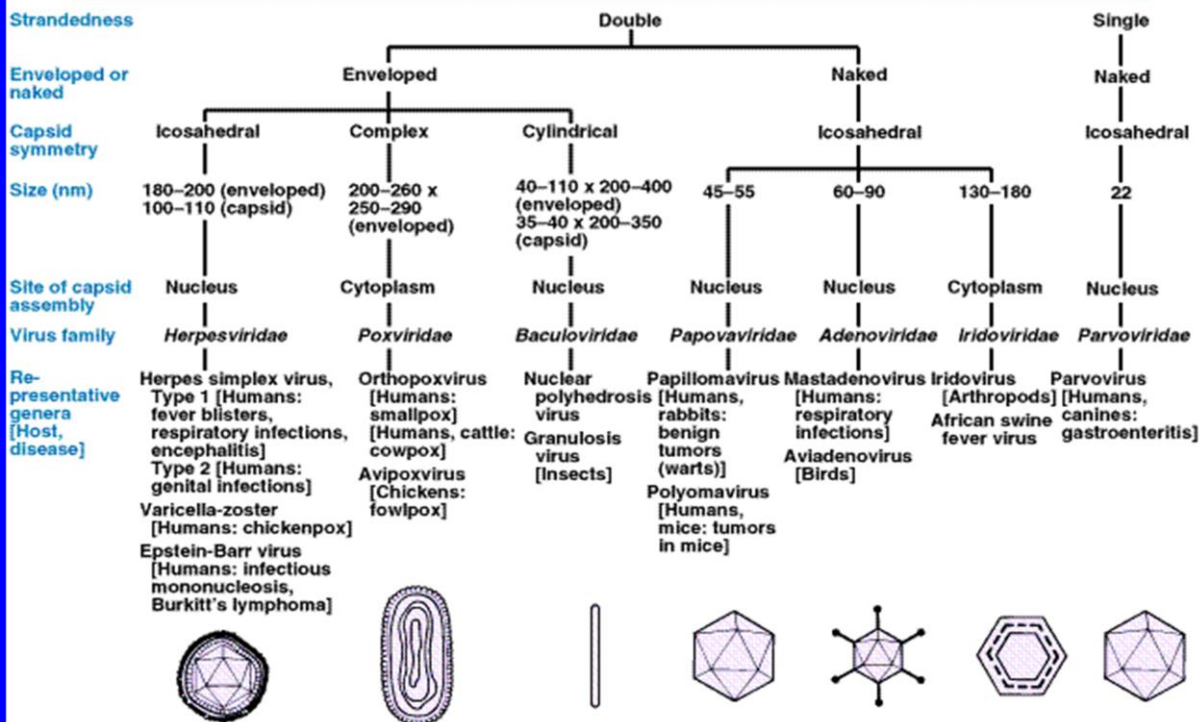
Structure HÉLICOÏDALE
(H)



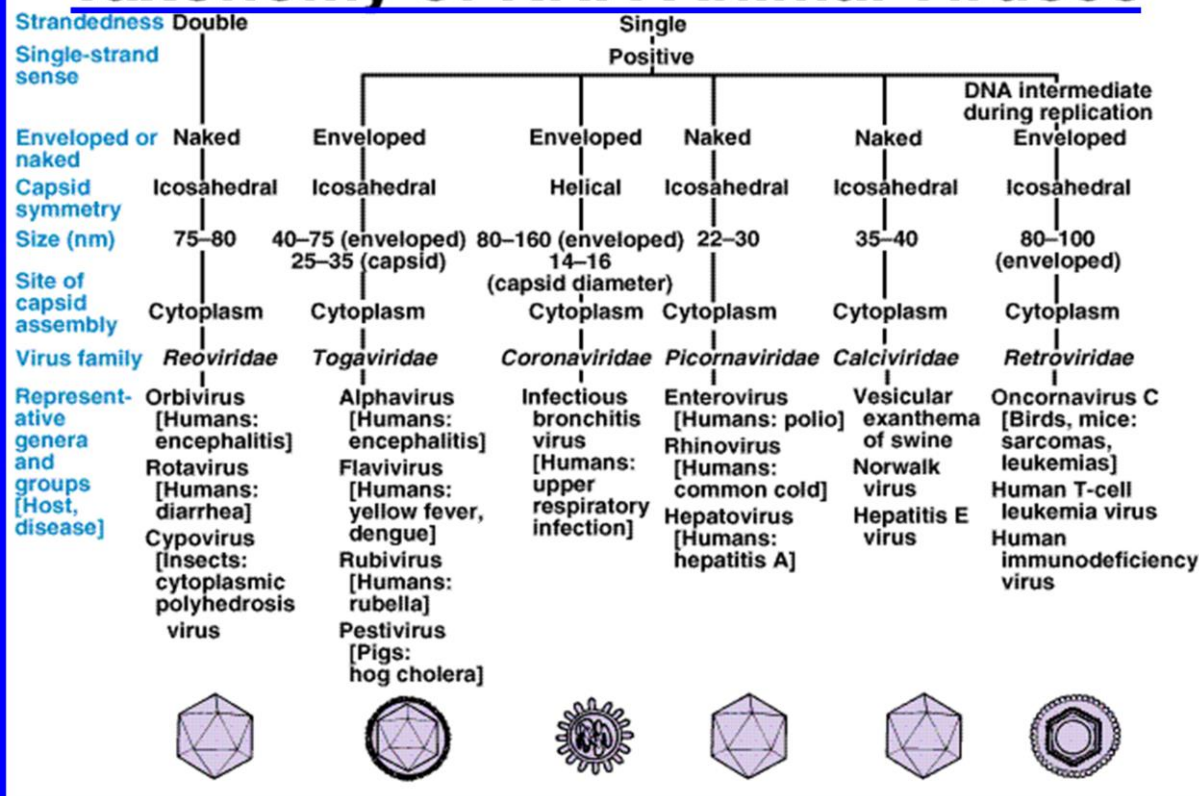
Major Animal Virus Families



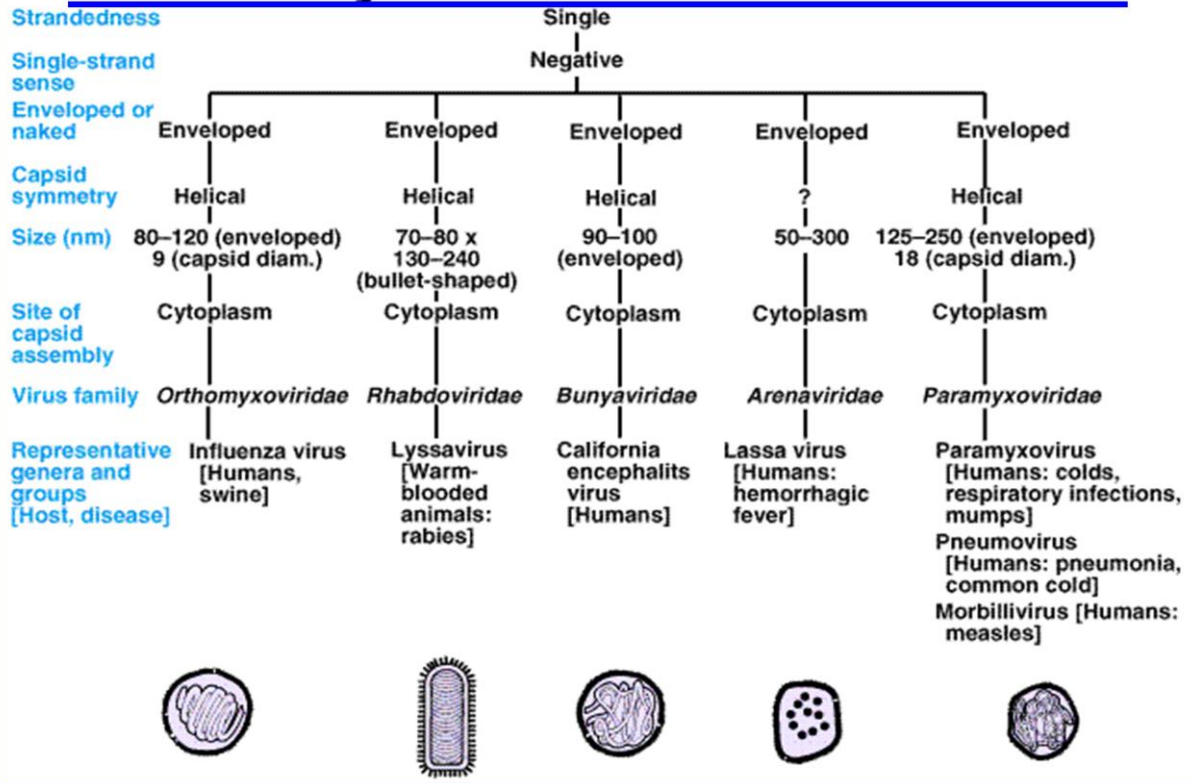
Taxonomy of DNA Animal Viruses



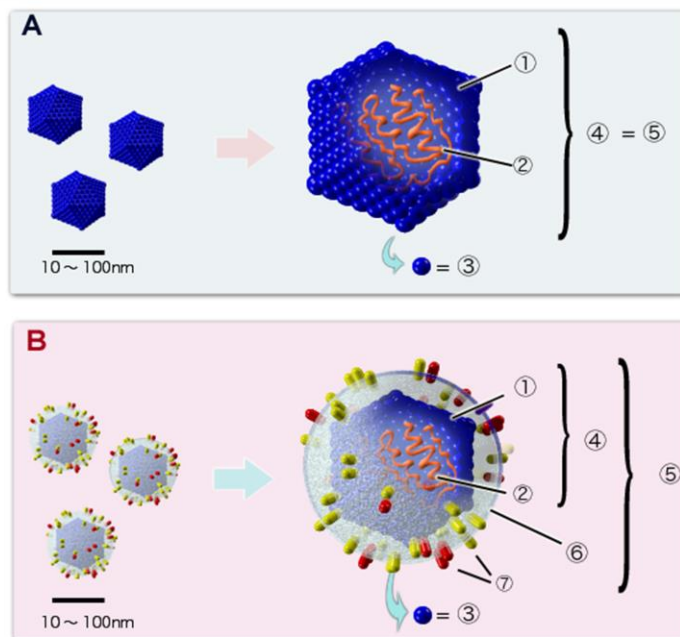
Taxonomy of RNA Animal Viruses



Taxonomy of RNA Animal Viruses



Structure virale

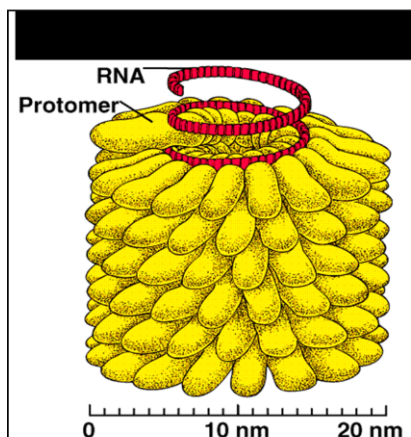


A. Virus non enveloppé,
B. Virus enveloppé.

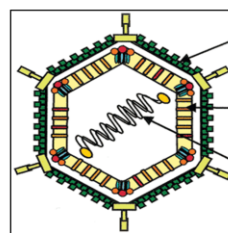
- 1: Capside
- 2: Acide nucléique
- 3: Capsomère
- 4: Nucléocapside
- 5: Virion
- 6: Membrane plasmique
- 7: Glycocalyx (formation de glycoprotéine)

Figure 1 : Structure basique des virus.

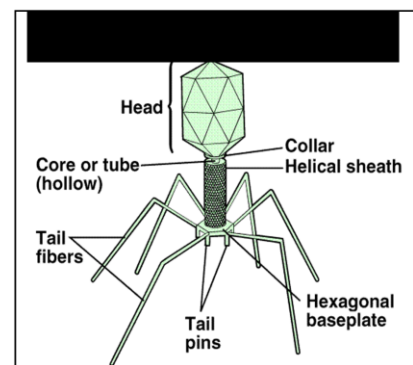
Morphologie des capsides



Hélicoïdale

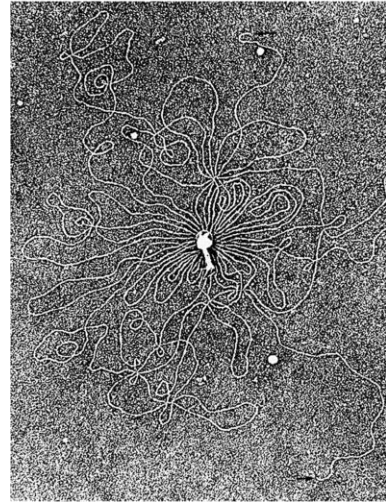
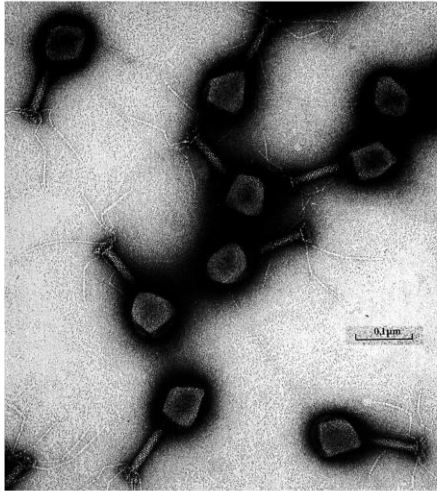


Icosahédre



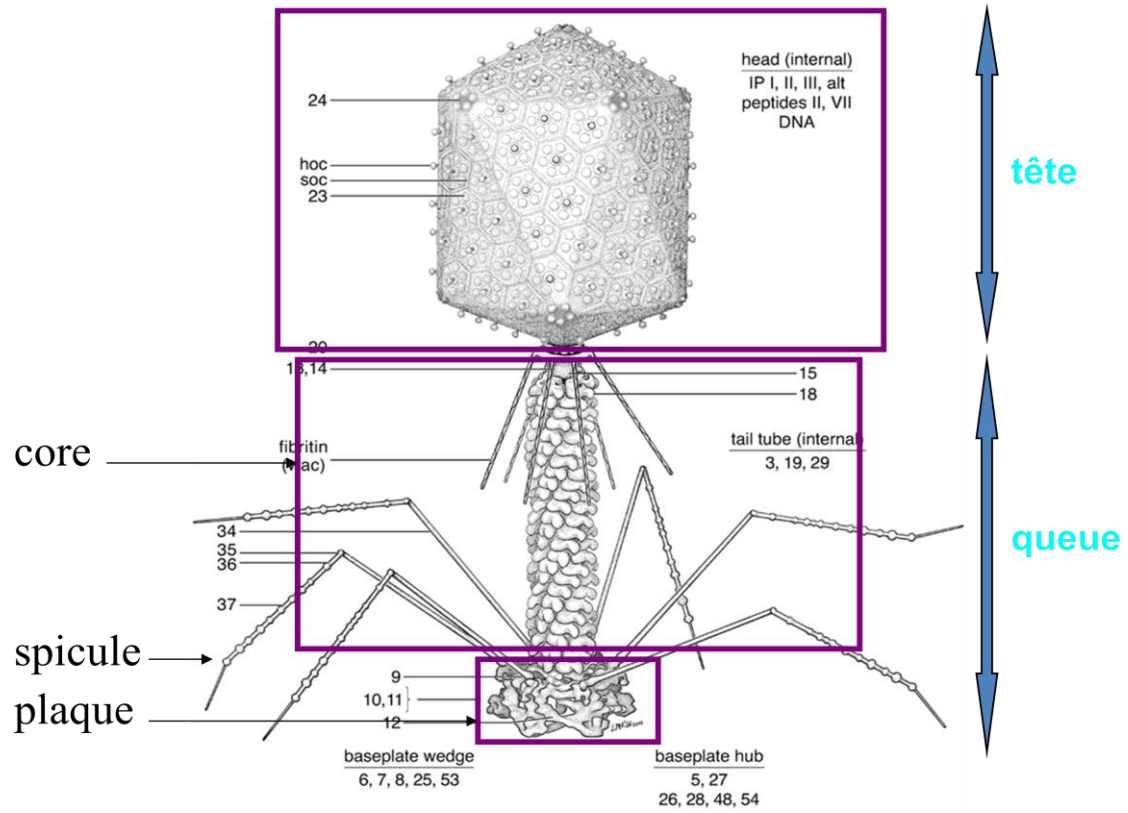
Complexe

Qu'est ce que le bactériophage ?



Un **bactériophage** (ou **phage**) est un virus n'infectant que des ***bactéries***.

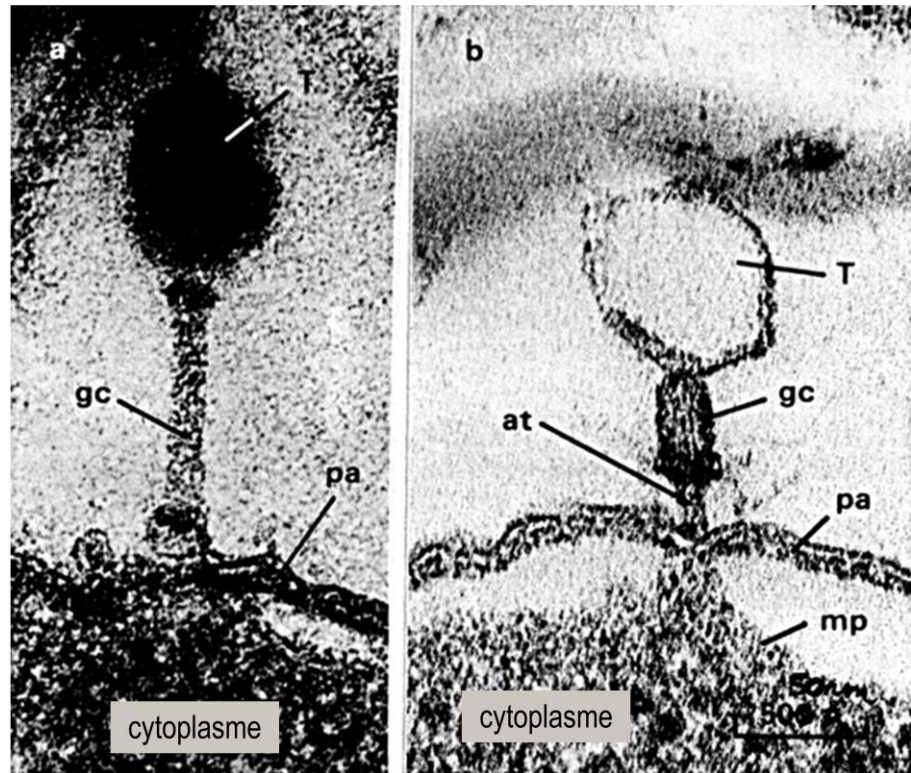
Morphologie et structure



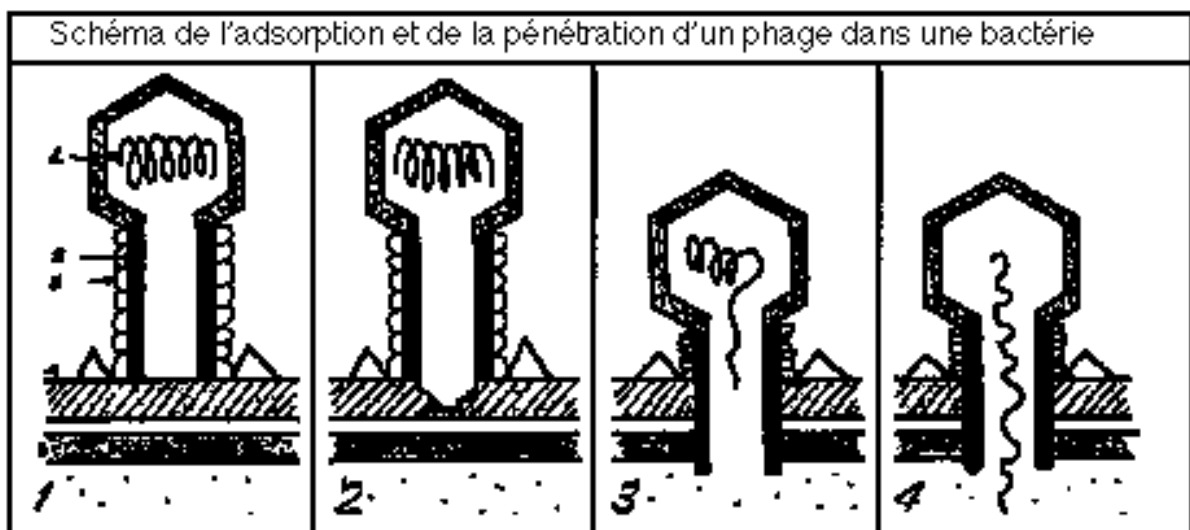
Observation d'infection

Deux étapes dans l'infection de la bactérie par le phage en électronographie

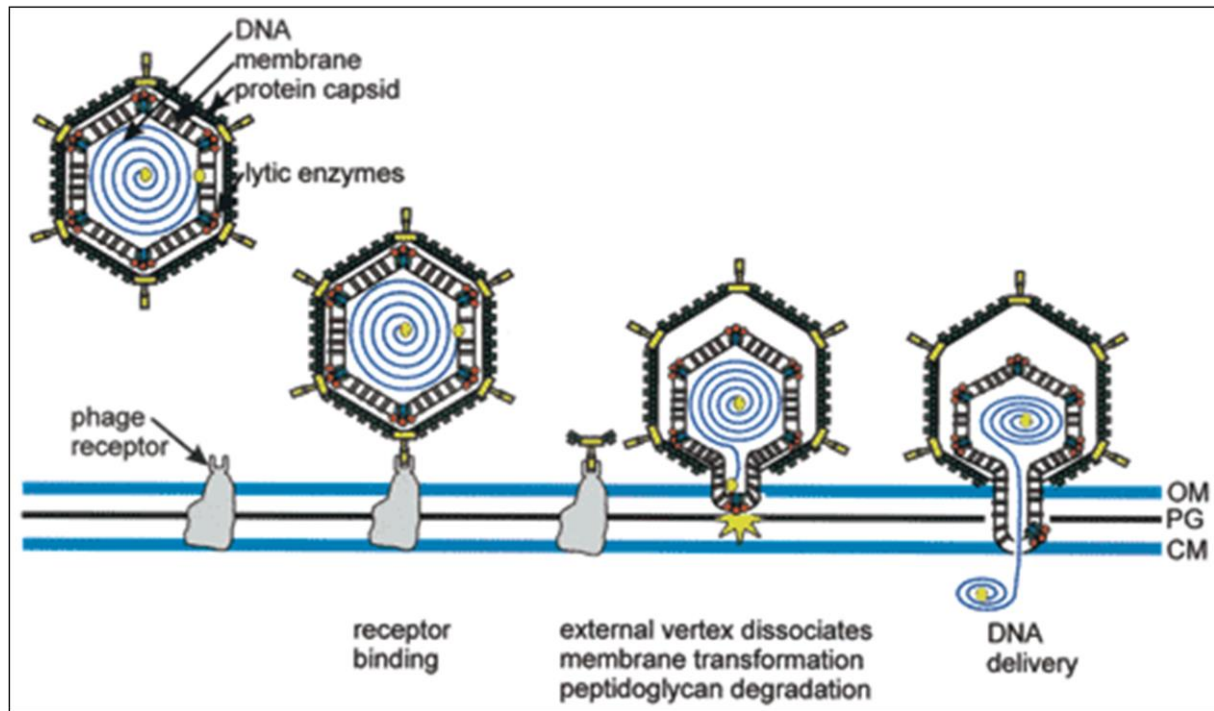
pa = paroi
gc = gaine contractile
T = tête
mp = membrane plasmique



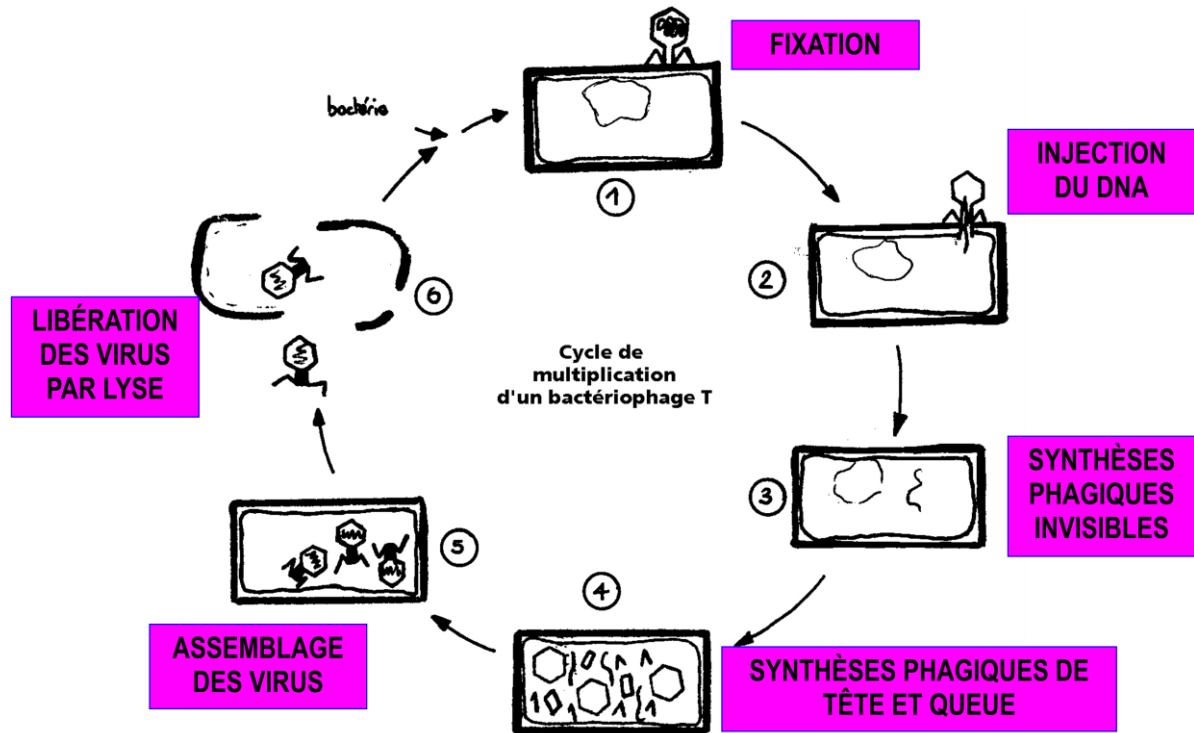
Schématisation des premières étapes



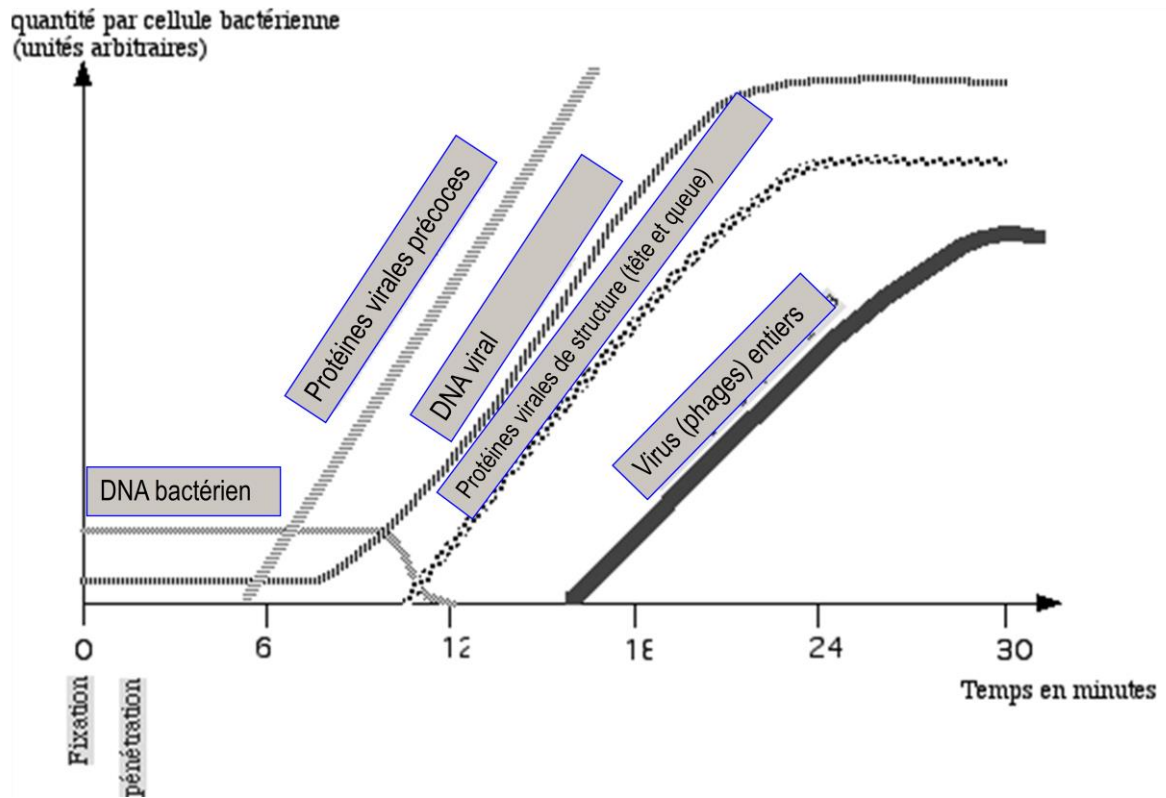
Bactériophage à symétrie cubique

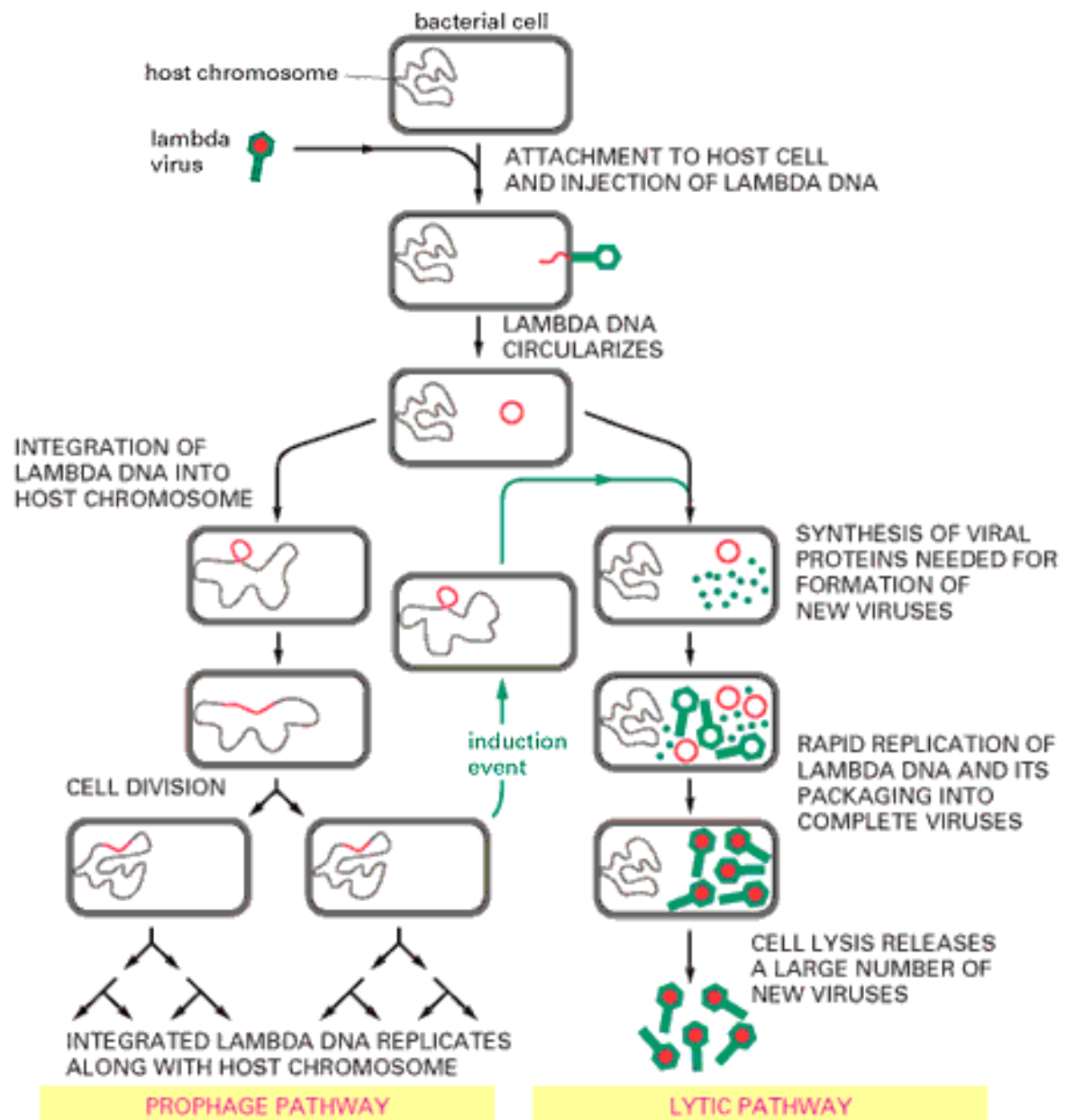


Résumé du cycle de multiplication



Les phénomènes de la multiplication

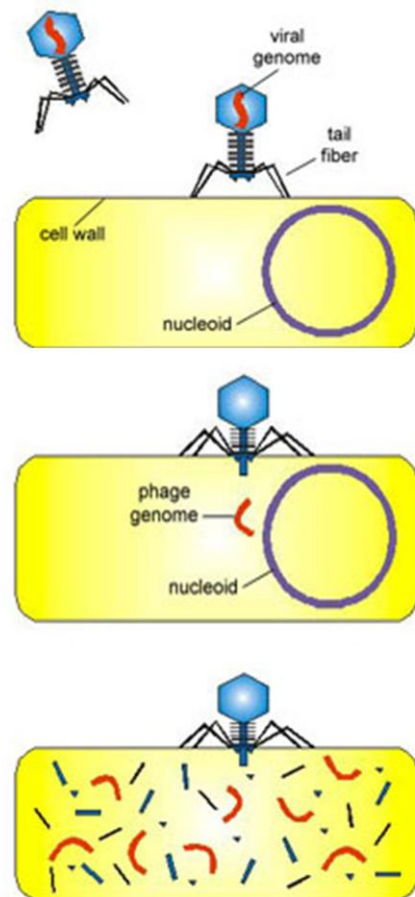




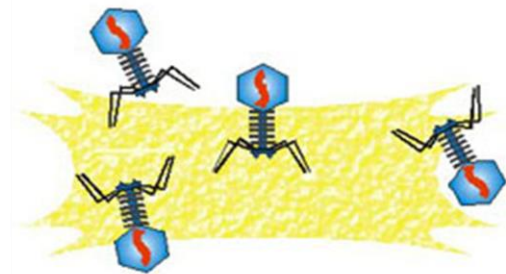
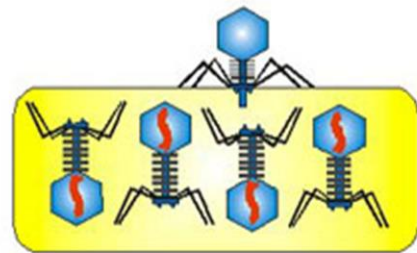
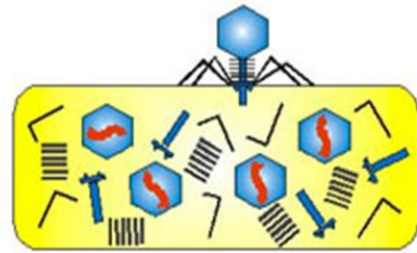
Fixation du virus à
des récepteurs
complémentaires

Injection de l'acide
nucléique dans la
bactérie

Phase d'éclipse (prise en
charge du métabolisme
cellulaire par l'acide nucléi-
que viral)

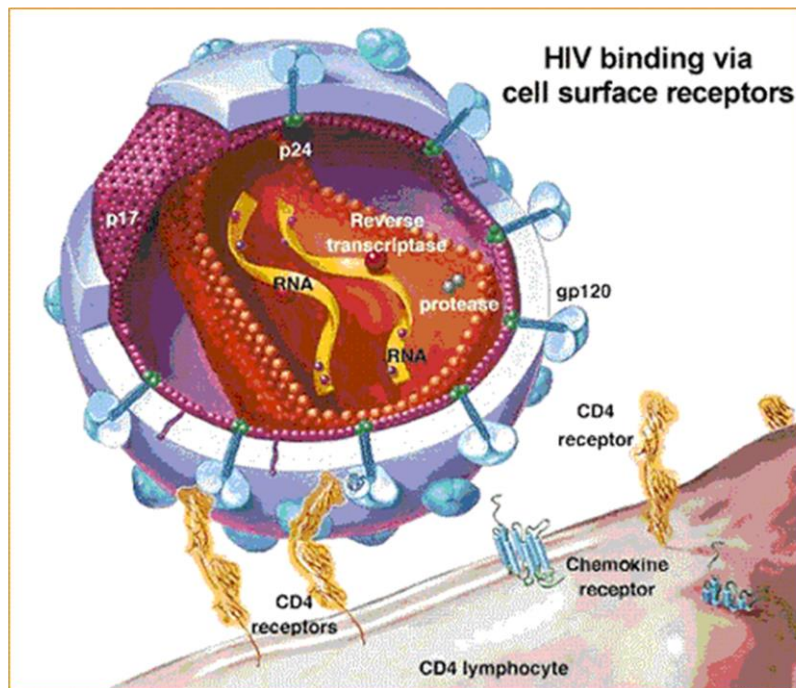


Synthèse et assemblage
des capsomères en
capside et insertion de
l'acide nucléique dans la
capside



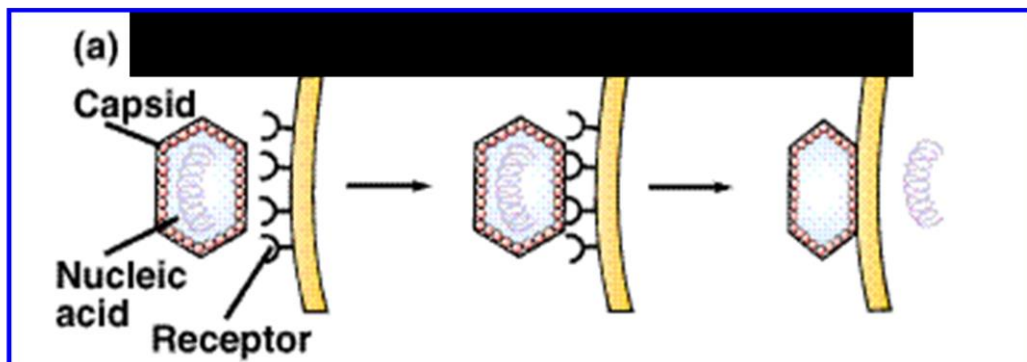
Libération des
bactériophages lors de
la lyse cellulaire

□ **Fixation du virus à des récepteurs spécifiques à la surface des cellules sensibles (ex. VIH-1)**

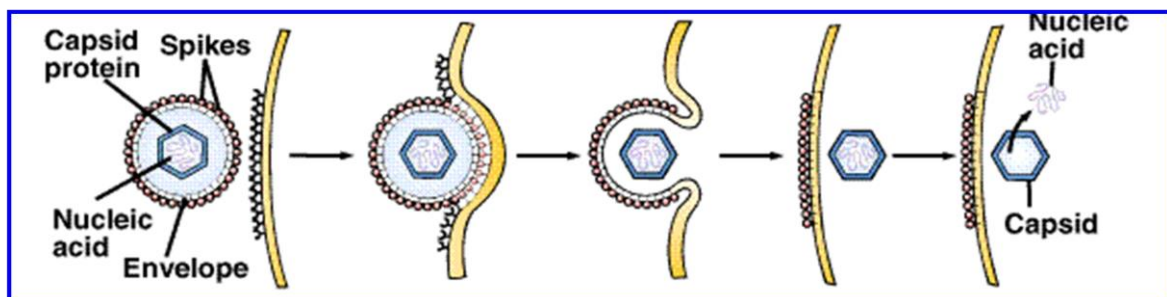


❑ Modes de pénétration des virus

❑ Pénétration du virus complet dans la cellule

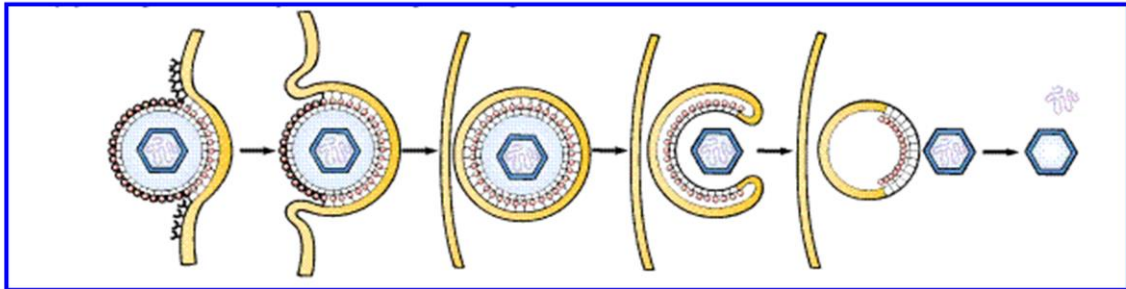


❑ Pénétration du virus complet dans la cellule (fusion de l'enveloppe glyco-lipidique)



Spikes = spicules

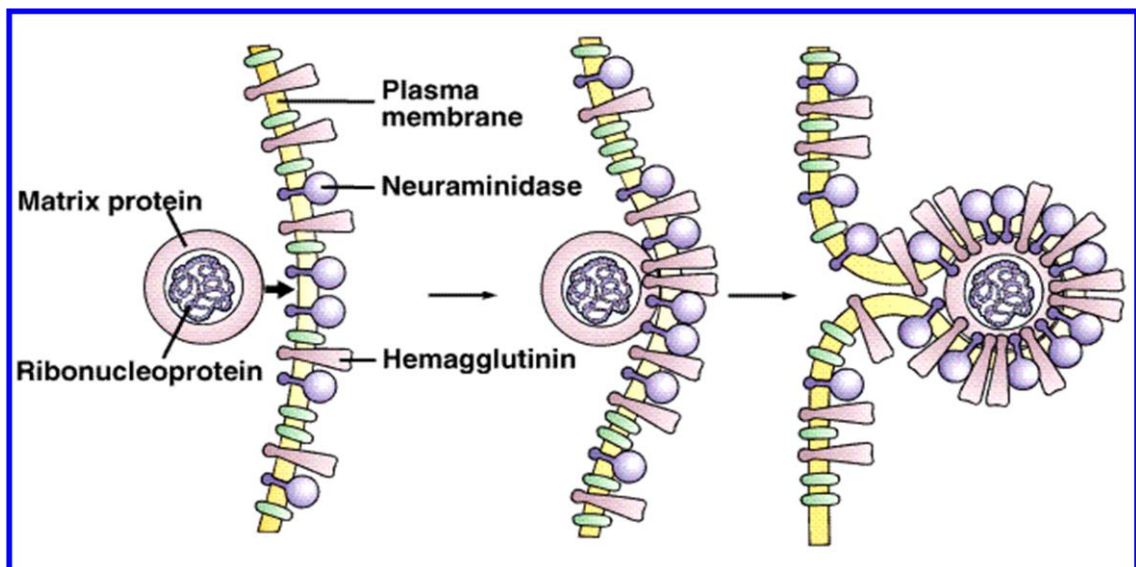
❑ Pénétration du virus complet dans la cellule (endocytose)

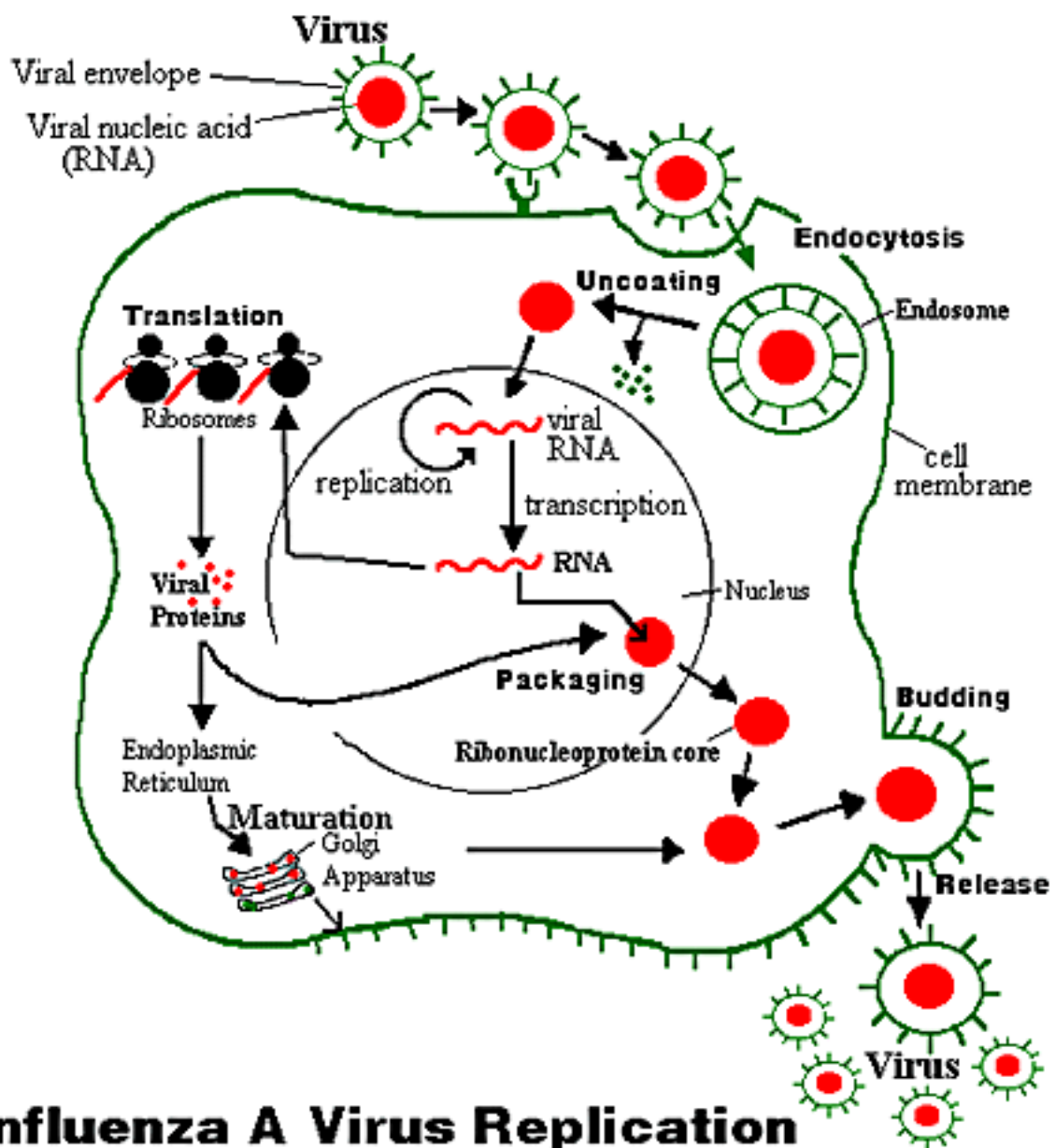


❑ Décapsidation et libération de l'acide nucléique viral

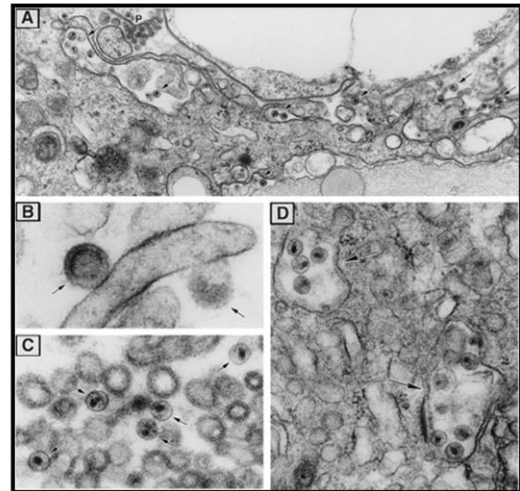
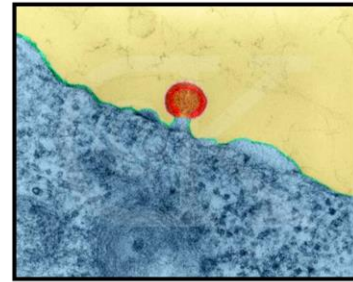
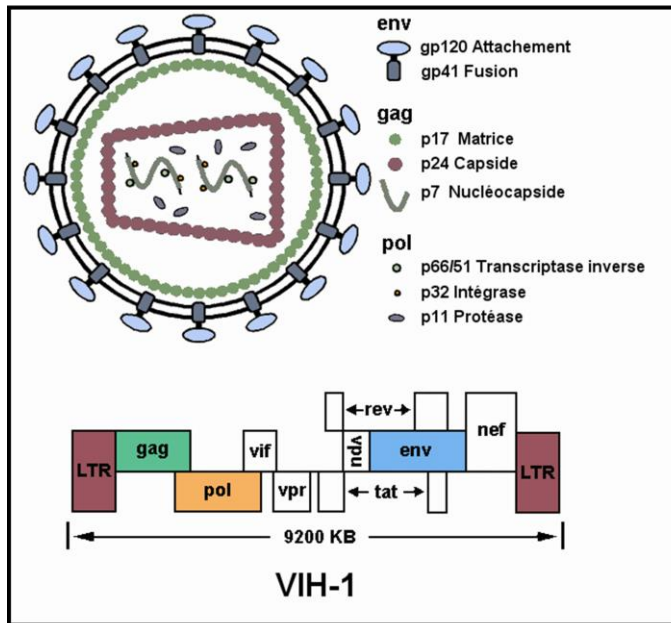
❑ Détournement des activités biochimiques cellulaires au profit de la synthèse des constituants viraux

❑ Assemblage des virus complets et libération (acquisition de l'**enveloppe** lors du passage à travers la membrane cytoplasmique cellulaire)

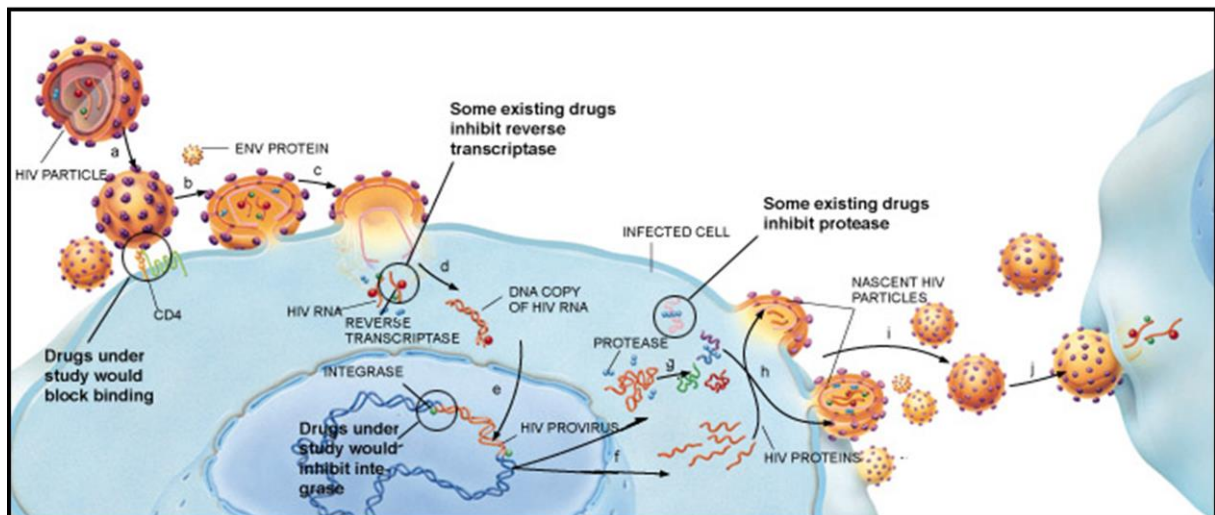




Morphologie du VIH



Cycle de vie du VIH

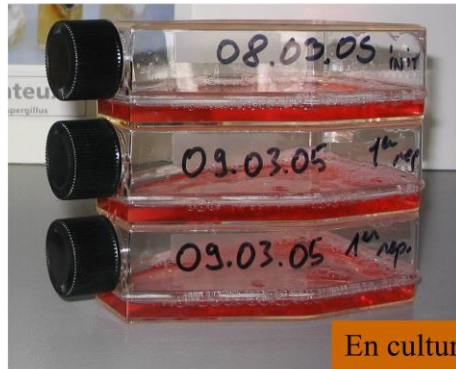
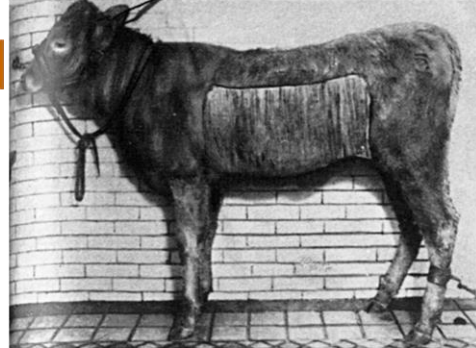


Virus : culture

Sur œuf embryonné

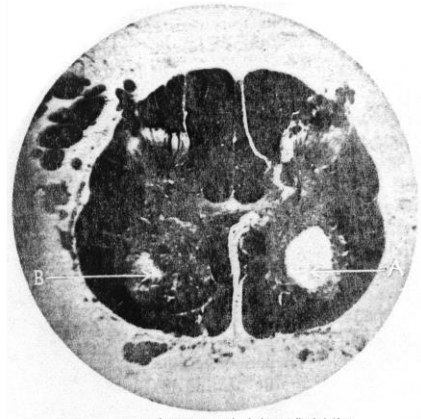
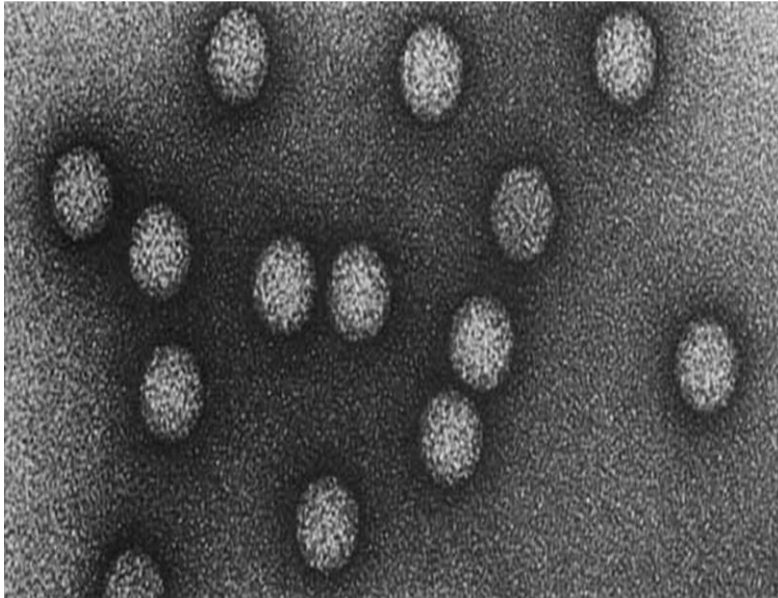


Sur animal



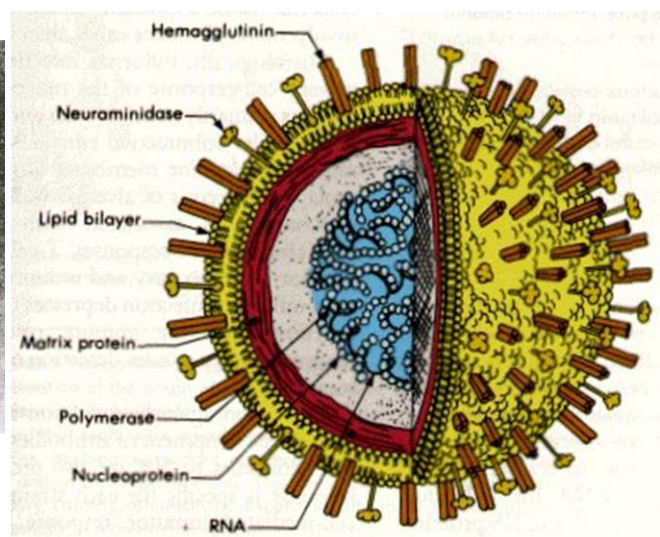
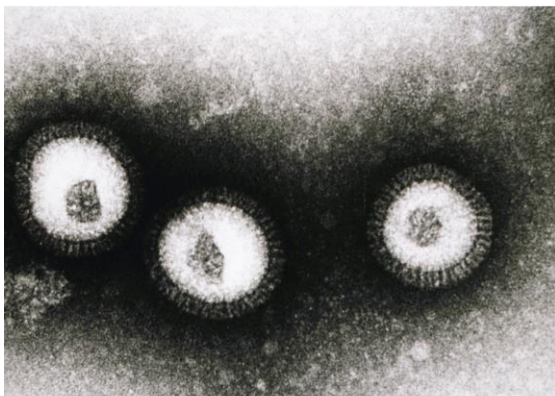
En culture cellulaire

Poliomyélite

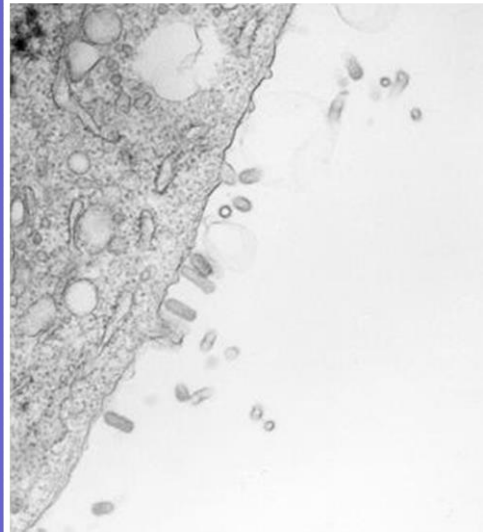
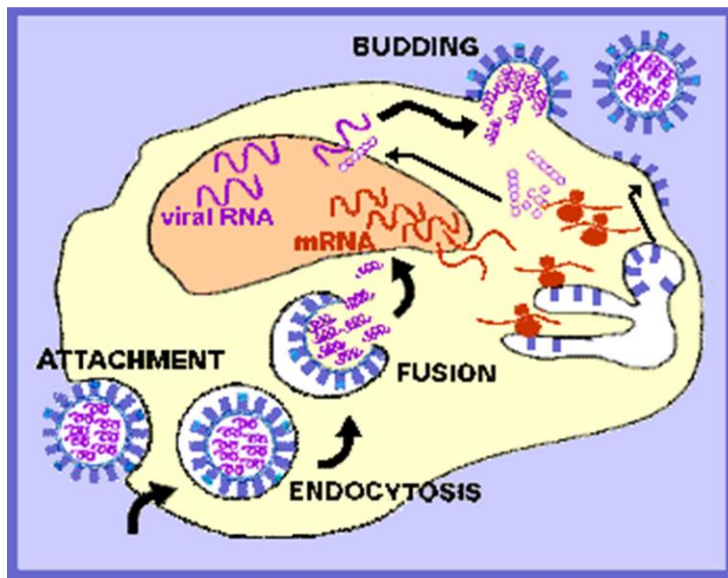


section transversale de la moelle épinière
région lombaire
A et B : destruction inflammatoire avec
régénération partielle en B

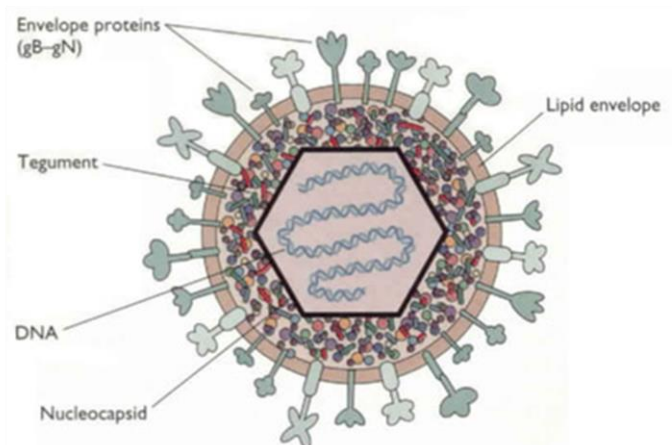
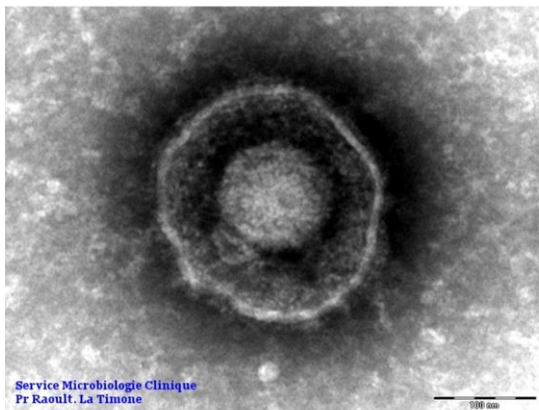
2.Grippe = Influenza (RNA -)



Grippe



Herpes virus (DNA)



Herpes virus (DNA)

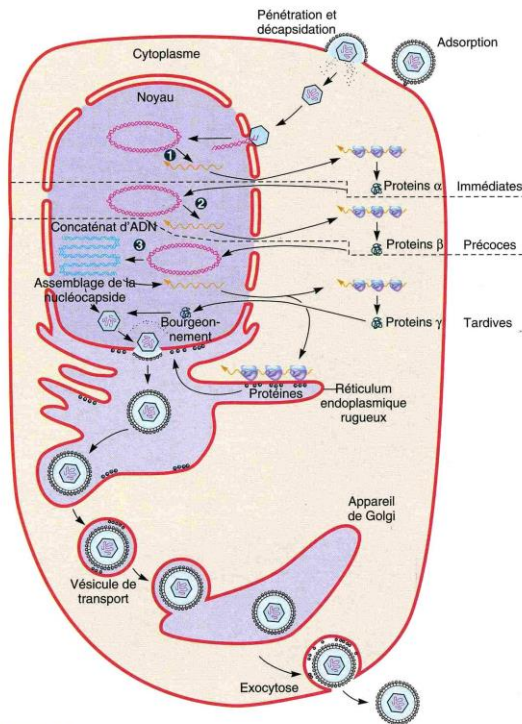
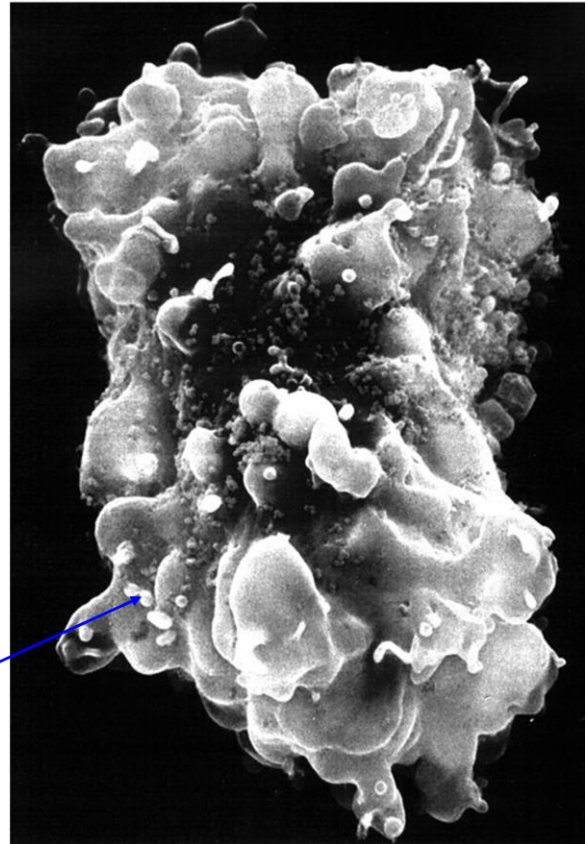
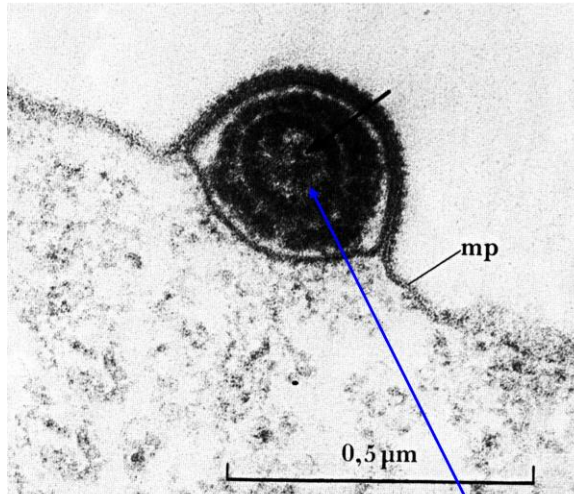


Figure 18.5 Schéma du cycle de multiplication du virus Herpes simplex de type 1. On ne montre ici qu'une voie possible de libération des virions. Voir le texte pour les détails.

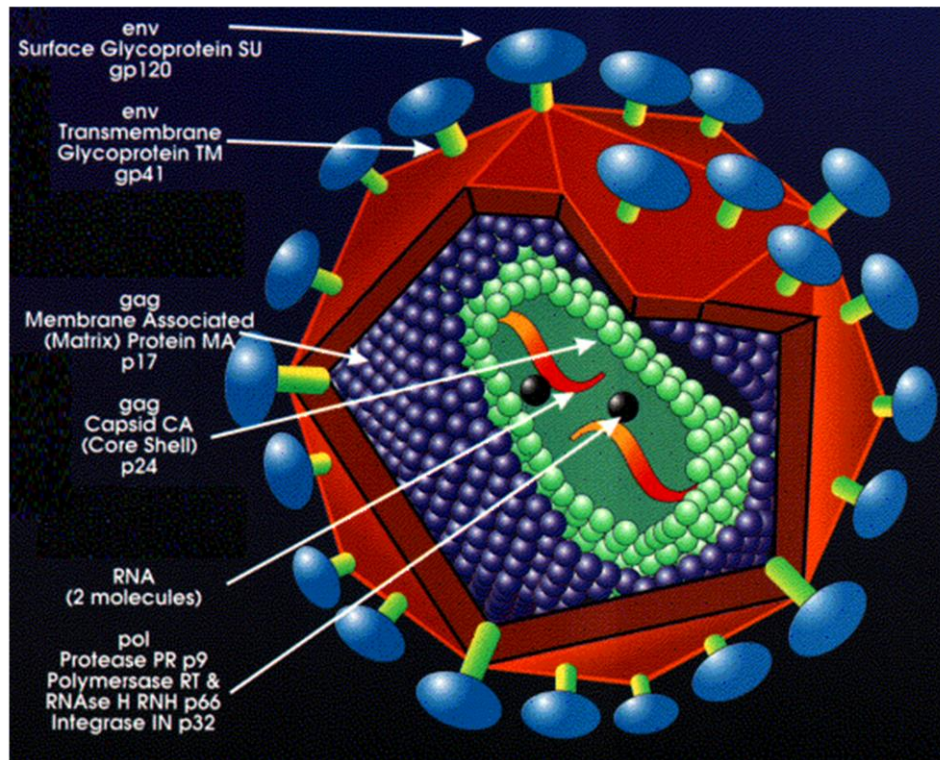
Les étapes de la multiplication :

- fixation spécifique du virus sur le récepteur
- fusion de l'enveloppe et de la membrane plasmique puis libération de la nucléocapside qui migre vers le noyau (?)
- synthèses des RNA messager, puis des protéines et du DNA viral
- Assemblages des nucléocapsides
- modifications de l'enveloppe nucléaire avec intégration des protéines virales
- bourgeonnement de la nucléocapside sur les zones modifiées d'enveloppe nucléaire
- fermeture du bourgeon et libération du virus dans le réticulum et engagement vers l'exocytose
- exocytose et libération virale

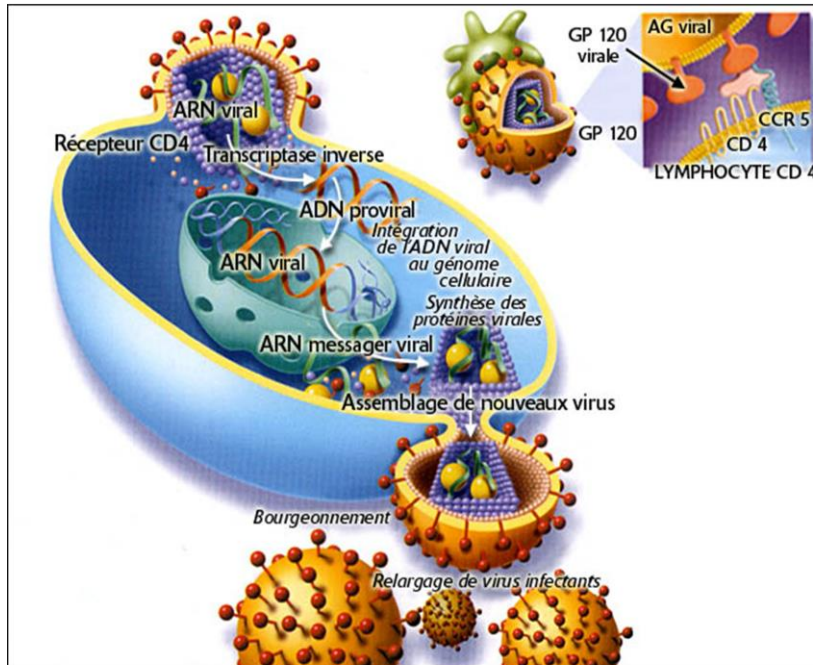
4. HIV virus (RNA)



HIV schéma virus



HIV cycle



Les étapes de la multiplication :

- **fixation** spécifique du virus sur le récepteur (gp120)
- **fusion** de l'enveloppe et de la membrane plasmique puis libération de la nucléocapside qui migre vers le noyau en perdant ses protéines
- **synthèse d'un DNA double brin** à partir du RNA viral, par la transcriptase reverse (**DNA polymérase RNA dépendante**)
- **Intégration** du DNA viral dans le DNA de la cellule
- **Dormance ou synthèse d'un RNA messenger et viral** puis synthèse de protéines virales
- **assemblage des nucléocapsides** puis bourgeonnement de la nucléocapside sur les zones modifiées de la membrane plasmique
- **fermeture du bourgeon** et libération du virus avec mort cellulaire.

HIV maladie

