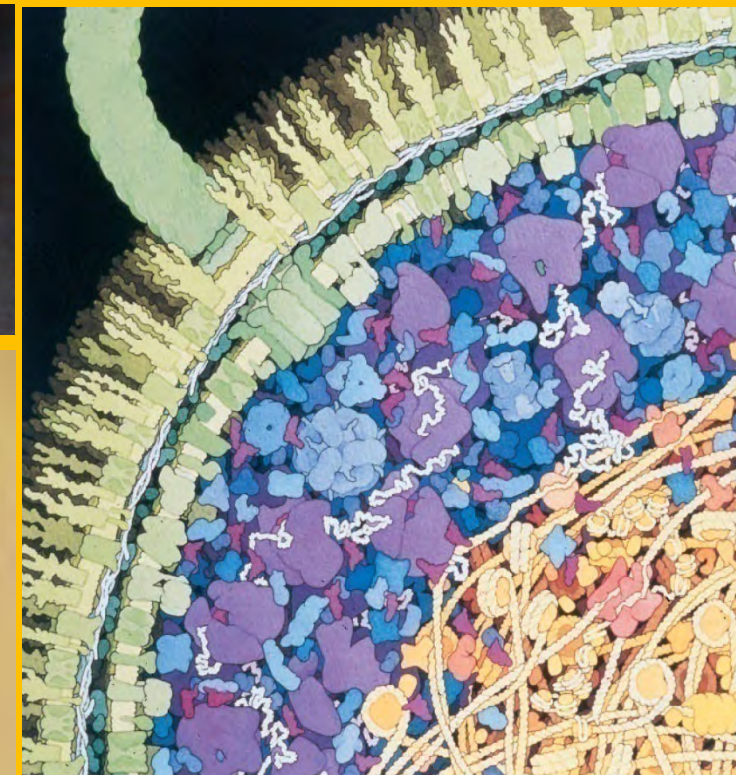
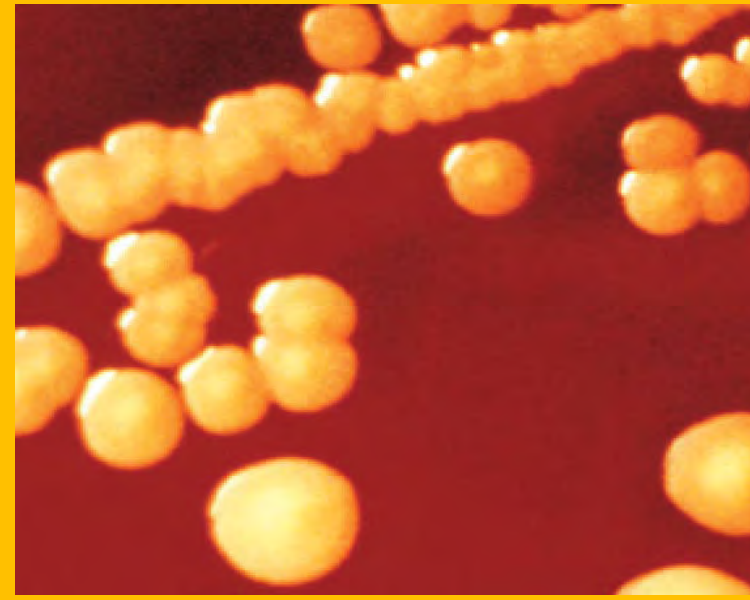




Université Frères Mentouri Constantine 1  
Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires  
1<sup>e</sup> année Licence Sciences Alimentaires  
Matière: Microbiologie générale



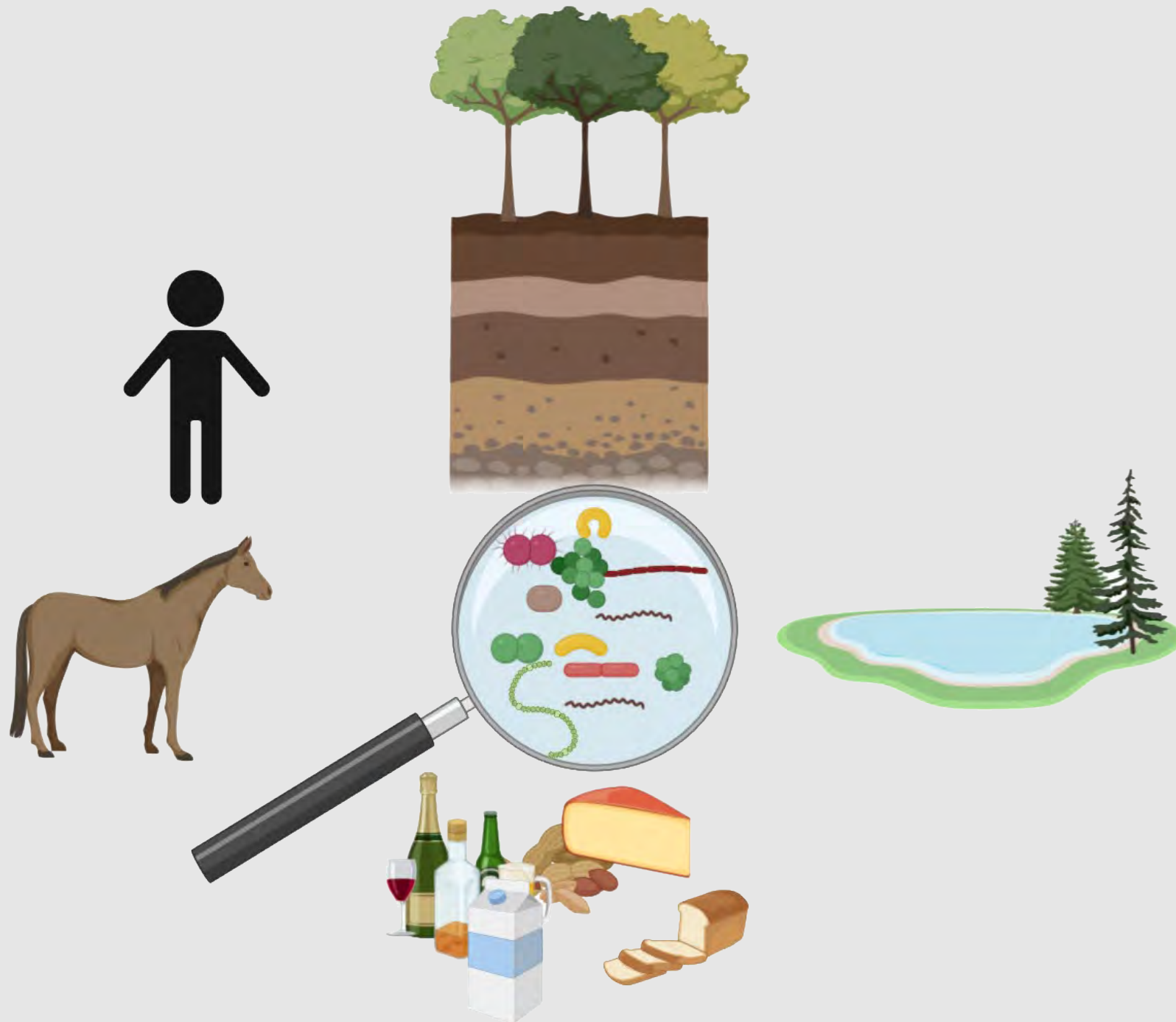
# ÉTUDE DE LA CELLULE BACTÉRIENNE



# **CE QUE NOUS ALLONS VOIR:**

## **LA CELLULE BACTÉRIENNE:**

- ✓ Morphologie et structure de la cellule bactérienne
- ✓ Nutrition et physiologie bactérienne
- ✓ Croissance bactérienne
- ✓ Métabolisme bactérien



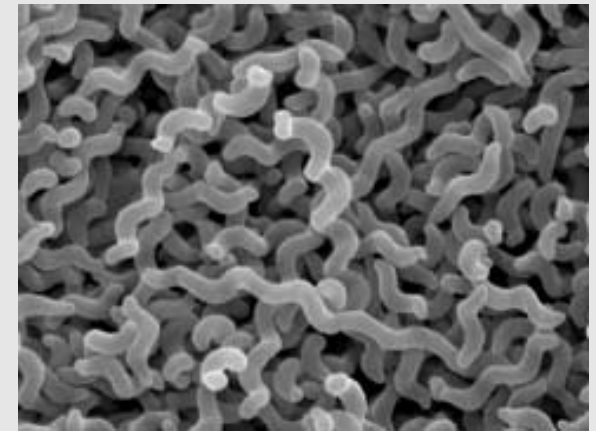
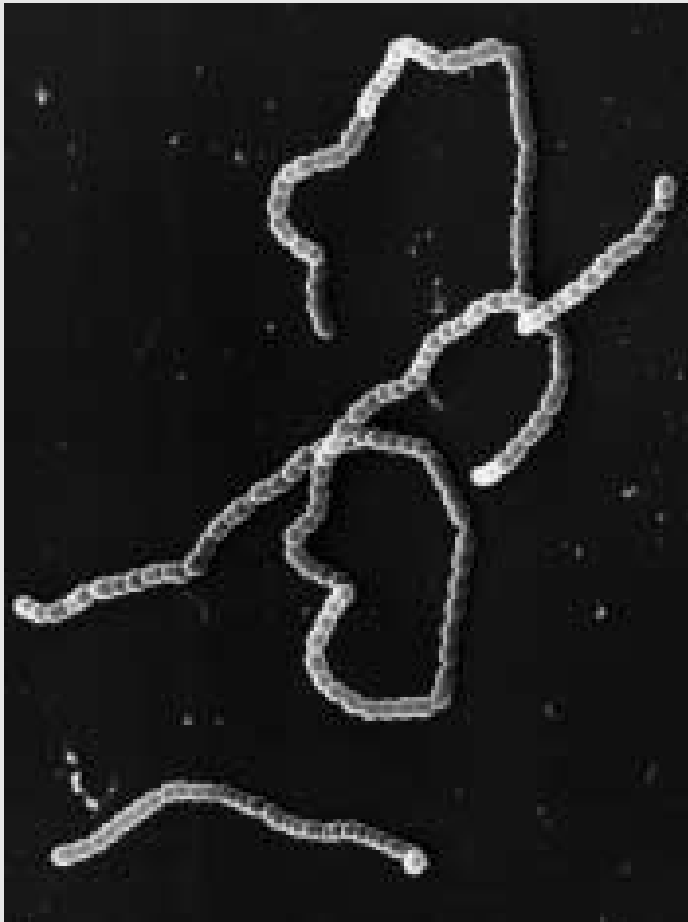
Les bactéries sont **ubiquistes**



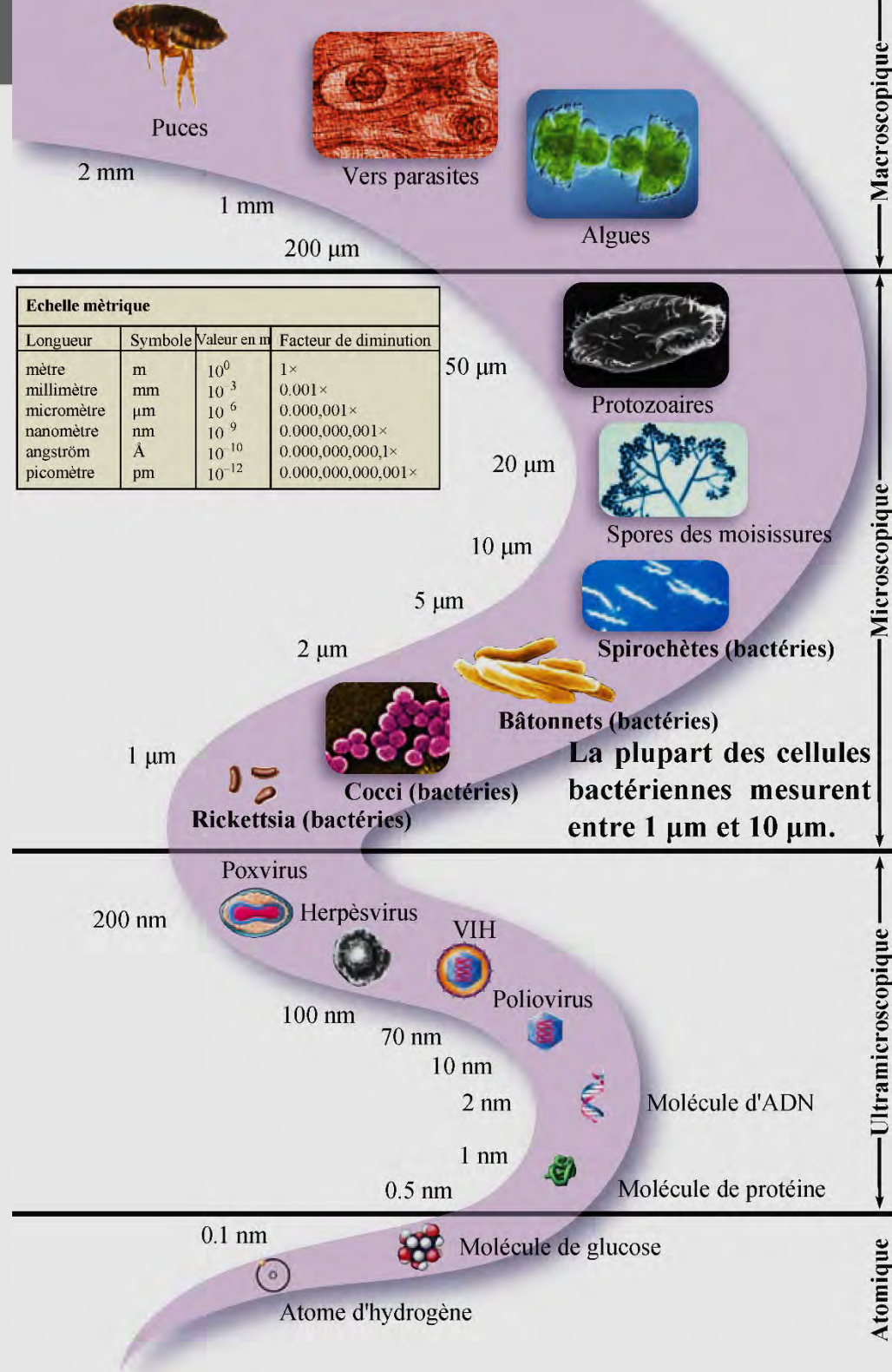
## **FACTEURS DE CLASSIFICATION DES CELLULES BACTÉRIENNES:**

- MORPHOLOGIQUES (TAILLE, FORME CELLULAIRE) ;**
- CHIMIQUES (COMPOSITION CHIMIQUE DE LA PAROI CELLULAIRE) ;**
- PHYSIOLOGIQUES (BESOINS EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS, BESOINS EN FACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT) ;**
- BIOCHIMIQUES (TYPES D'ACTIVITÉS BIOCHIMIQUES ET SOURCES D'ÉNERGIE REQUISES) ;**
- GÉNÉTIQUES (STRUCTURE ET TAILLE DU GÉNOME, NOMBRES ET NATURE DES GÈNES).**

# MORPHOLOGIE DE LA CELLULE BACTÉRIENNE

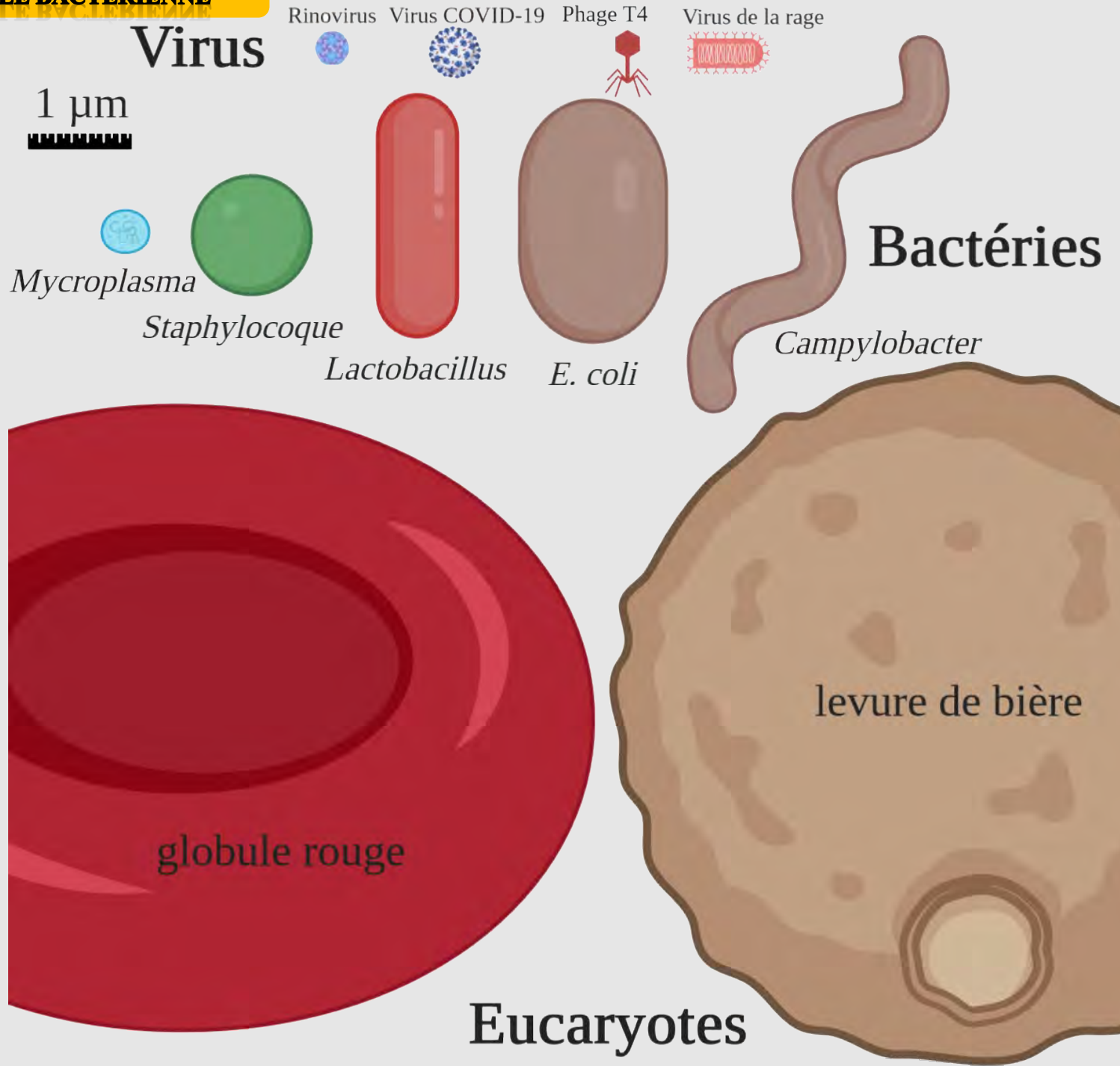


**TAILLE DE LA CELLULE BACTÉRIENNE**



**Les tailles des plus petits organismes et objets**

TAILLE DE LA CELLULE BACTÉRIENNE





**TAILLE DE LA CELLULE BACTÉRIENNE****AVANTAGES DE LA PETITE TAILLE DES CELLULES BACTÉRIENNES:**

- **CROISSANCE ET MULTIPLICATION CELLULAIRES FAVORISÉES ;**
- **ADAPTATION RAPIDE AUX CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES (MOBILITÉ, CHANGEMENT DE COMPORTEMENT, ETC.) ;**
- **EXPLOITATION FACILE DES RESSOURCES DU MILIEU.**

FORME ET MODE DE GROUPEMENT



Coque (coccus)



Bacille (bacillus)

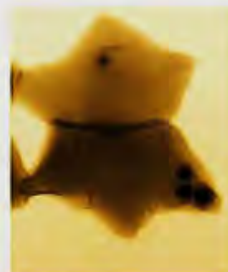


Spirille



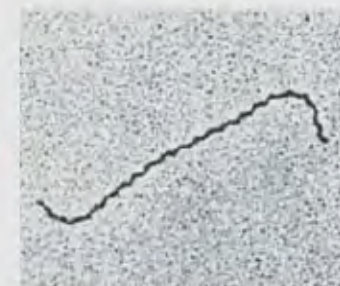
MET 0,5 μm

Bactéries rectangulaires. *Haloarcula*, sorte d'archéobactérie halophile (cellules rectangulaires).

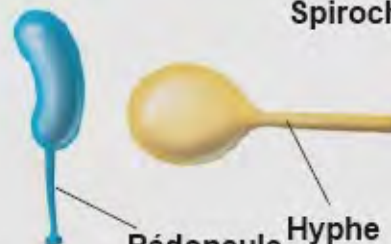


MET 0,5 μm

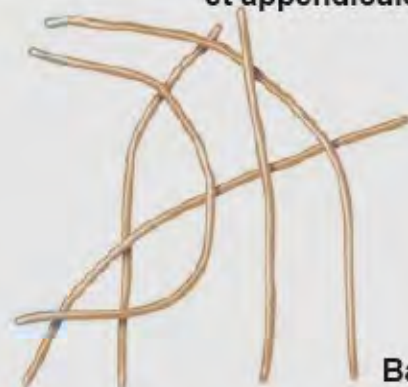
Bactéries en forme d'étoile. *Stella* (cellules en forme d'étoile).



Spirochète



Bactéries Bourgeonnantes et appendiculées

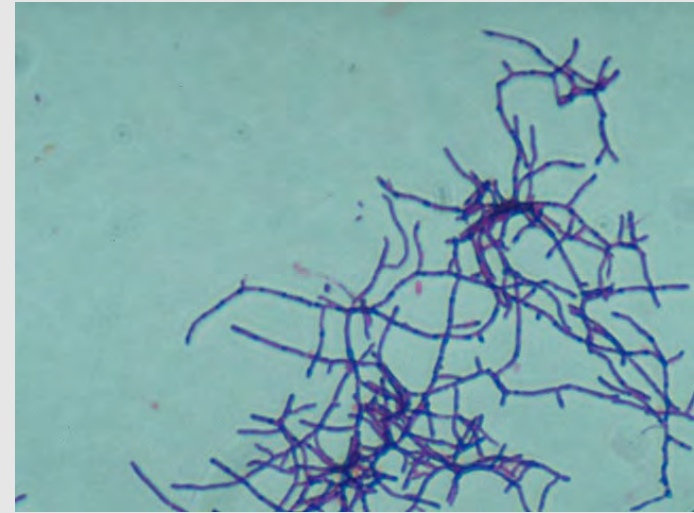
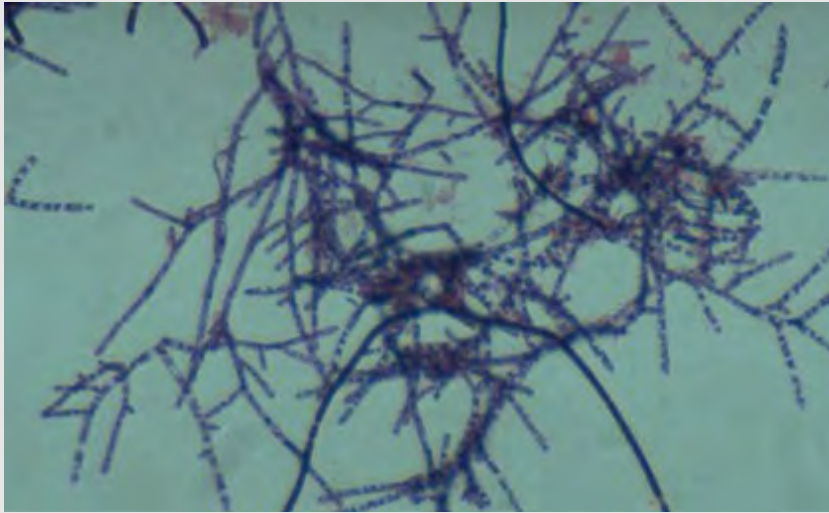


Bactéries filamenteuses

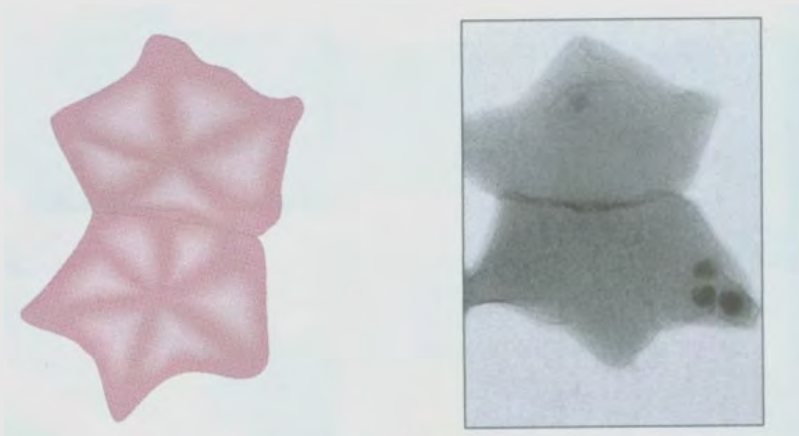
Exemples des principales formes (morphologies) cellulaires chez les bactéries

FORME ET MODE DE GROUPEMENT

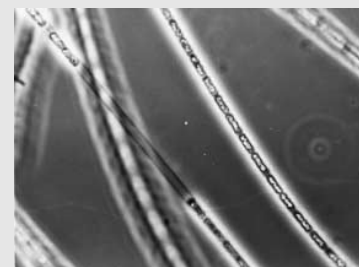
D'AUTRES FORMES



actinomycètes

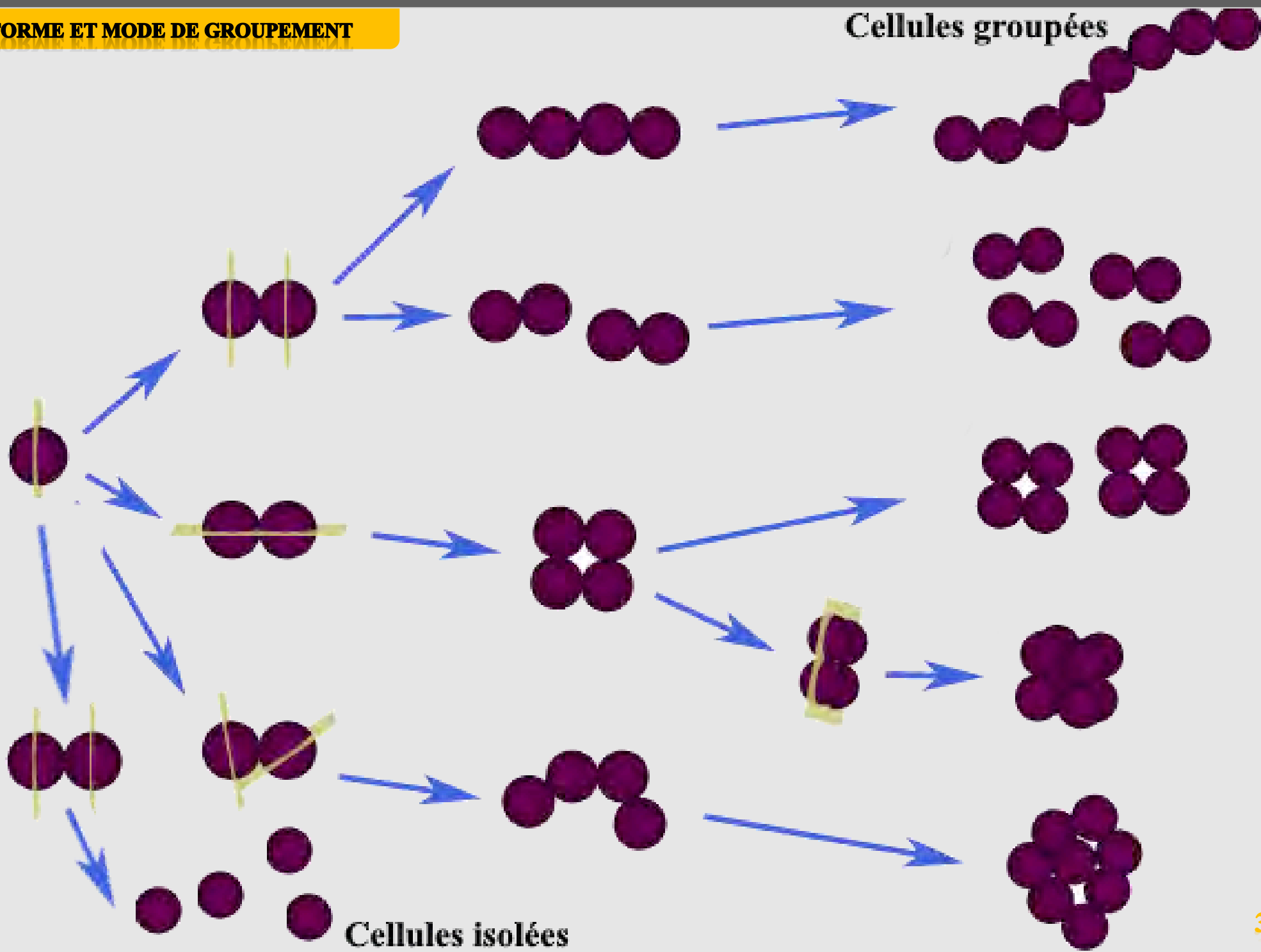


*Stella*



bactéries ferrugineuses

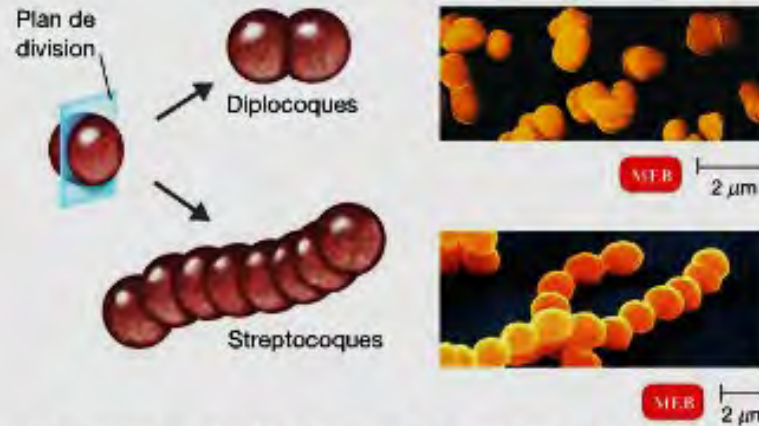
**FORME ET MODE DE GROUPEMENT**



FORME ET MODE DE GROUPEMENT

FORME OVOÏDE (COCCUS)

Modes de groupement des cocci



a) La division dans un même plan produit des diplocoques et des streptocoques.



b) La division sur deux plans produit des tétrades.



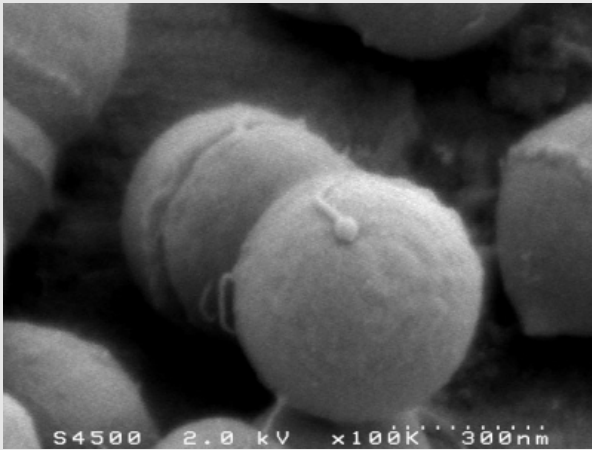
c) La division sur trois plans produit des sarcines.



d) La division dans de nombreuses directions produit des staphylocoques.

FORME ET MODE DE GROUPEMENT

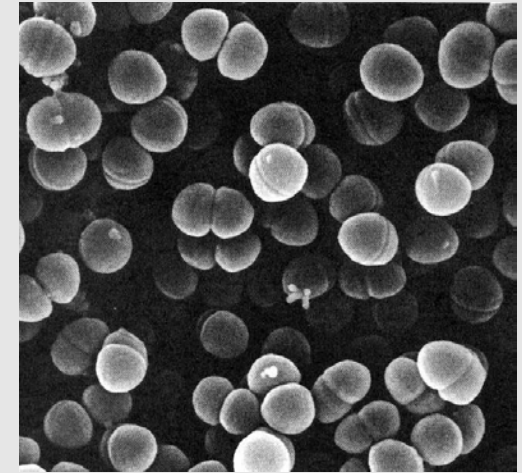
FORME OVOÏDE (COCCUS)



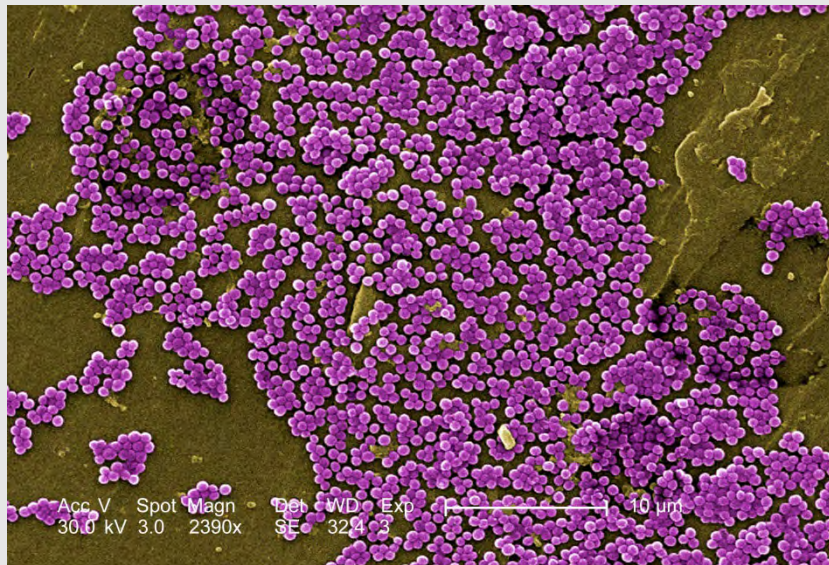
*Enterococcus faecalis*



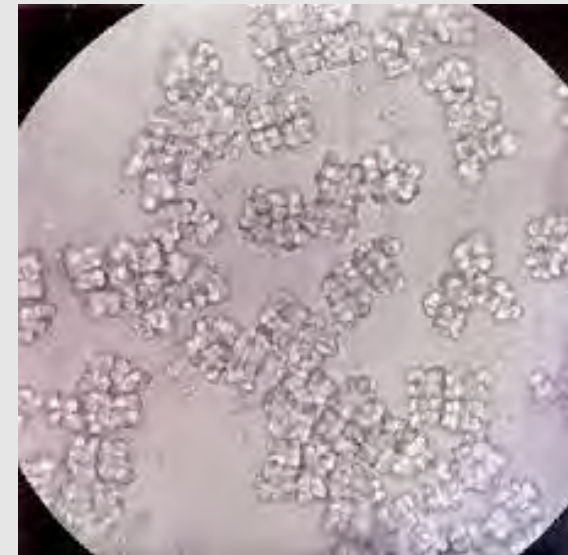
*Streptococcus thermophilus*



*Pediococcus*



*Staphylococcus aureus*



*Sarcina*

FORME ET MODE DE GROUPEMENT

FORME BACILLE



MEB | 2 μm



MEB | 5 μm

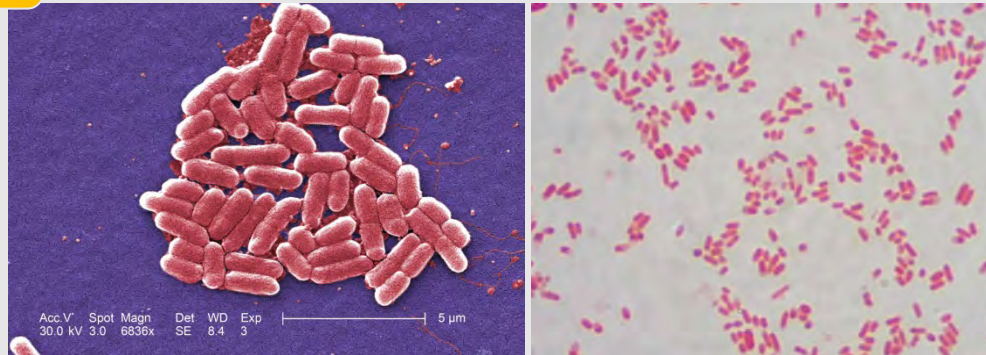


MEB | 1 μm

Modes de groupement  
et formes  
des bacilles

## FORME ET MODE DE GROUPEMENT

## FORME BACILLE

coccobacilles (*Escherichia coli*, *Salmonella*)*Moraxella**Lactobacillus bulgaricus*

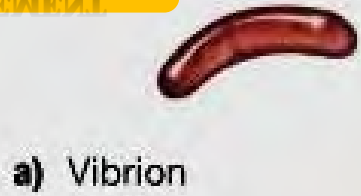
MO 5 µm

Chaînes de *Bacillus subtilis* enlacées en double hélice

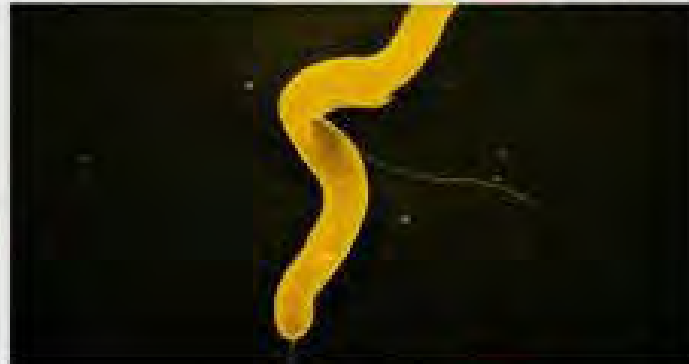


FORME ET MODE DE GROUPEMENT

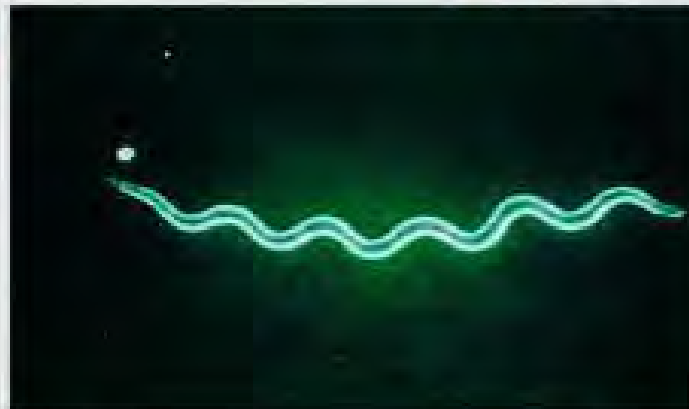
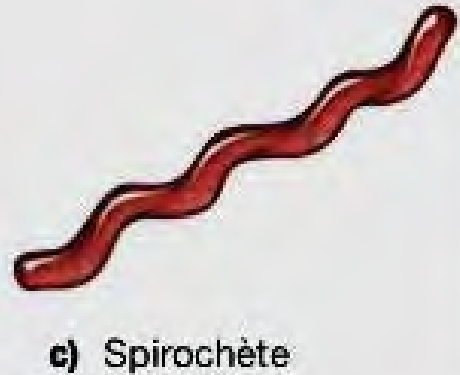
FORME SPIRALE



MEB 2 μm



MEB 2 μm



MEB 5 μm

## FORME ET MODE DE GROUPEMENT

## FORME SPIRALE



*Vibrio cholerae*



*Campylobacter jejuni*



*Treponema pallidum*

# ÉLÉMENTS DE LA STRUCTURE DE LA CELLULE BACTÉRIENNE

**Cellules  
Procaryotes  
(bactériennes  
Ou archéennes)**

## Structures externes

- Appendices
  - Flagelles
  - Pili
  - Fimbriae
- Couche S
- Glycocalyx
- Capsule

## Enveloppes cellulaires

- Membrane externe (cellules Gram-négatif)

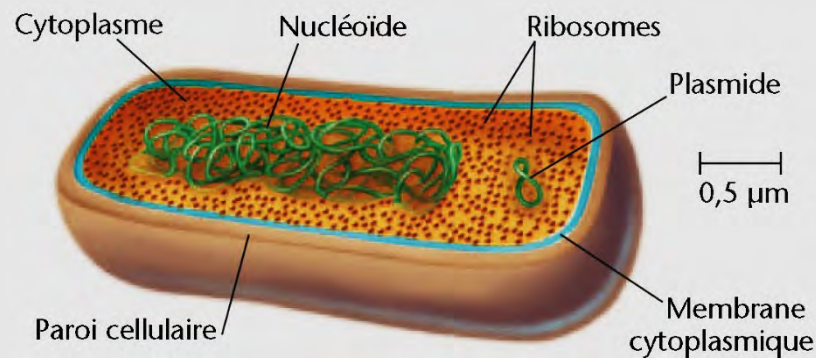
- Paroi cellulaire
- Membrane cellulaire
- Cytoplasme

## Structures internes

- Nucléoïde/chromosome
- Ribosomes
- Inclusions
- Membranes intracellulaires
- Microcompartiments
- Cytosquelette
- Endospore
- Plasmides

**Structure essentielle**

Structure non-essentielle



**Membrane cytoplasmique (cellulaire) :** une fine couche de lipides et de protéines qui entoure le cytoplasme et régule le flux de matériaux entrant et sortant du réservoir cellulaire.

**Chromosome bactérien ou nucléoïde :** composé de molécules d'ADN condensées. L'ADN contient l'information génétique de la cellule et code pour toutes les protéines.

**Ribosomes :** minuscules particules composées de protéines et d'ARN, qui sont les sites de la synthèse des protéines.

**Cytoplasme :** gel colloïdal qui remplit l'ensemble de la cellule

**Couche S :** monocouche de protéines utilisée pour la protection et/ou l'attachement.

**Fimbriae :** fins poils en forme de soies s'étendant à partir de la surface cellulaire et facilitant l'adhésion à d'autres cellules et surfaces.

**Membrane externe (Gram négatif) :** membrane supplémentaire similaire à la membrane cellulaire, mais contenant également des lipopolysaccharides. Elle contrôle le flux des matériaux, et certaines de ses parties sont toxiques pour les mammifères lorsqu'elles sont libérées.

**Pari cellulaire :** une enveloppe semi-rigide qui fournit un soutien structurel et une forme à la cellule.

**Cytosquelette d'actine :** longues fibres de protéines qui entourent la cellule juste à l'intérieur de la membrane cellulaire et contribuent à la forme de la cellule.

**Pilus :** un appendice utilisé pour rapprocher une autre bactérie afin de lui transférer de l'ADN (conjugaison).

**Capsule :** un revêtement ou une couche de molécules externe à la paroi cellulaire. Elle remplit des fonctions de protection, d'adhésion et de récepteur. Elle est également appelée couche de mucus et glycocalyx.

**Inclusion/Granule :** nutriments stockés tels que des graisses, des phosphates ou du glycogène, déposés sous forme de cristaux denses ou de particules pouvant être mobilisés en cas de besoin.

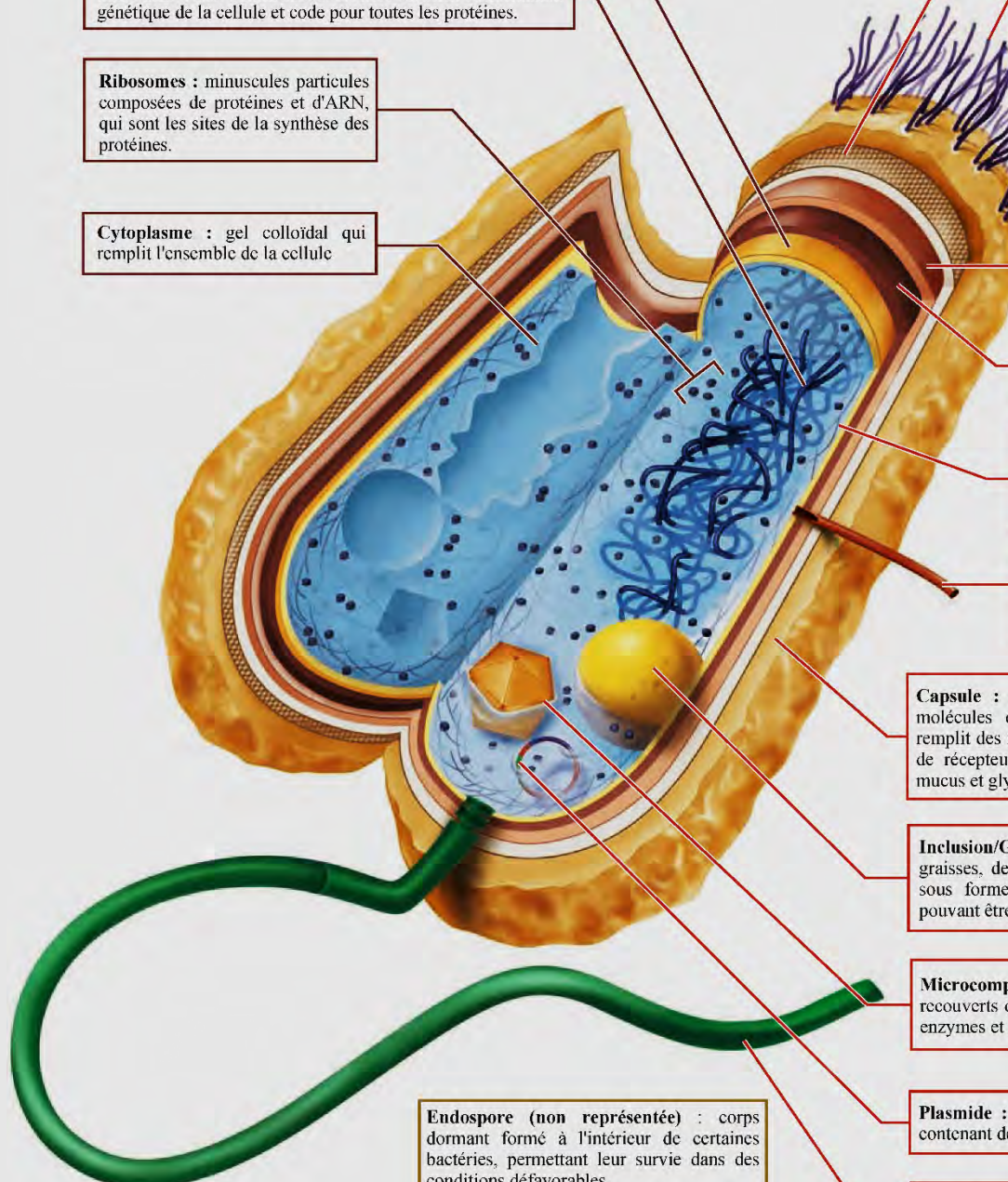
**Microcompartiments bactériens :** organites recouverts de protéines utilisés pour localiser des enzymes et d'autres protéines dans le cytoplasme.

**Plasmide :** petite molécule d'ADN double brin contenant des gènes supplémentaires.

**Flagelle :** appendice spécialisé attaché à la cellule par un corps basal, qui supporte un long filament rotatif. Ce mouvement propulse la cellule vers l'avant et lui confère de la mobilité.

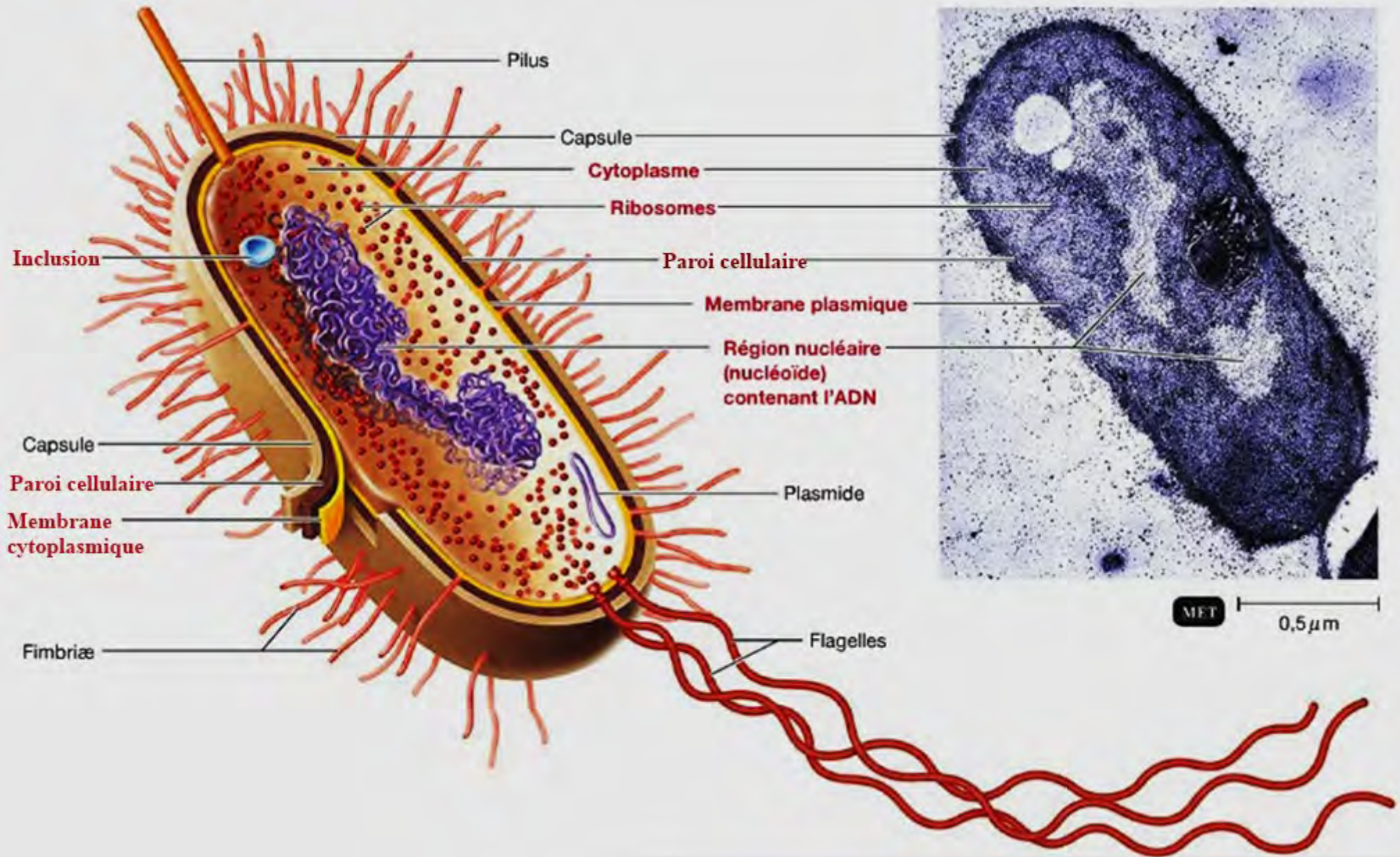
**Endospore (non représentée) :** corps dormant formé à l'intérieur de certaines bactéries, permettant leur survie dans des conditions défavorables.

**Membranes intracellulaires (non représentées)**



# Organites possibles présents dans une cellule bactérienne

## STRUCTURE DE LA CELLULE BACTÉRIENNE



Structure d'une cellule bactérienne. Coupes longitudinales comparatives montrant les **structures cellulaires essentielles** et quelques **structures cellulaires non-essentiels**.

# ÉLÉMENTS DE STRUCTURE ESSENTIELS

## Cellules Procaryotes (bactériennes Ou archéennes)

### Structures externes

- Appendices
  - Flagelles
  - Pili
  - Fimbriae
- Couche S
- Glycocalyx
- Capsule

### Enveloppes cellulaires

- Membrane externe (cellules Gram-négatif)

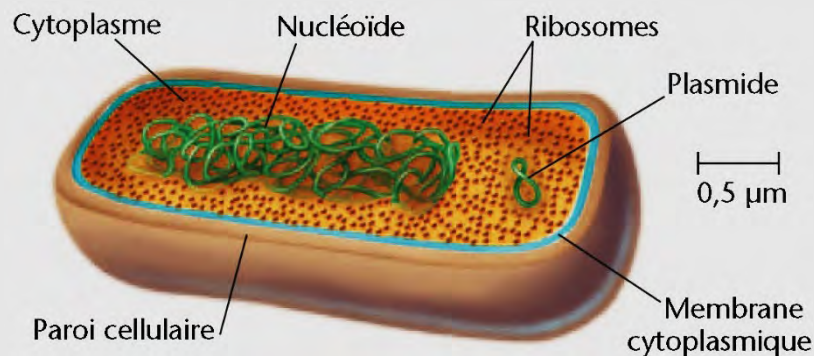
- Paroi cellulaire
- Membrane cellulaire
- Cytoplasme

### Structures internes

- Nucléoïde/chromosome
- Ribosomes
- Inclusions
- Membranes intracellulaires
- Microcompartiments
- Cytosquelette
- Endospore
- Plasmides

**Structure essentielle**

Structure non-essentielle



# LA PAROI CELLULAIRE

Gram positif

Gram négatif

Acide téchoïque

Acide lipothécoïque

Lipopolysaccharides

Porines

Phospholipides

Enveloppes cellulaires

Membrane externe

Peptidoglycane

Espace périplasmique

Membrane cytoplasmique (interne)  
Lipoprotéines

Protéines membranaires

Espace périplasmique

Protéines membranaires



Peptidoglycane



Acide téchoïque



Phospholipide



Protéine membranaire



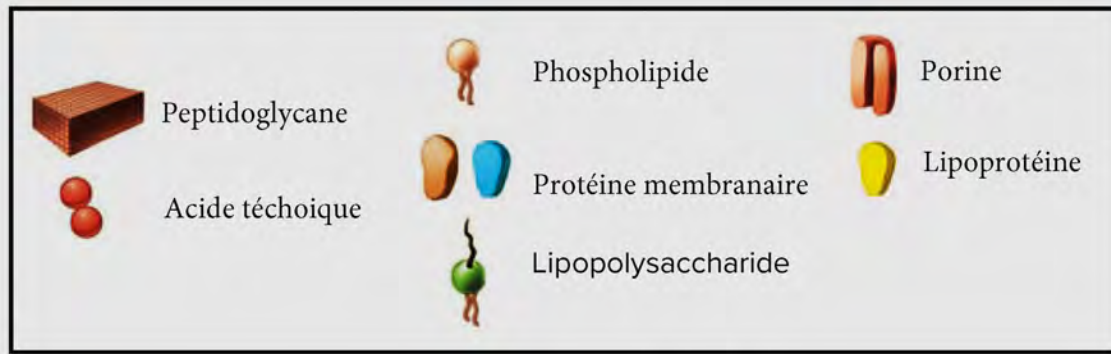
Lipopolysaccharide



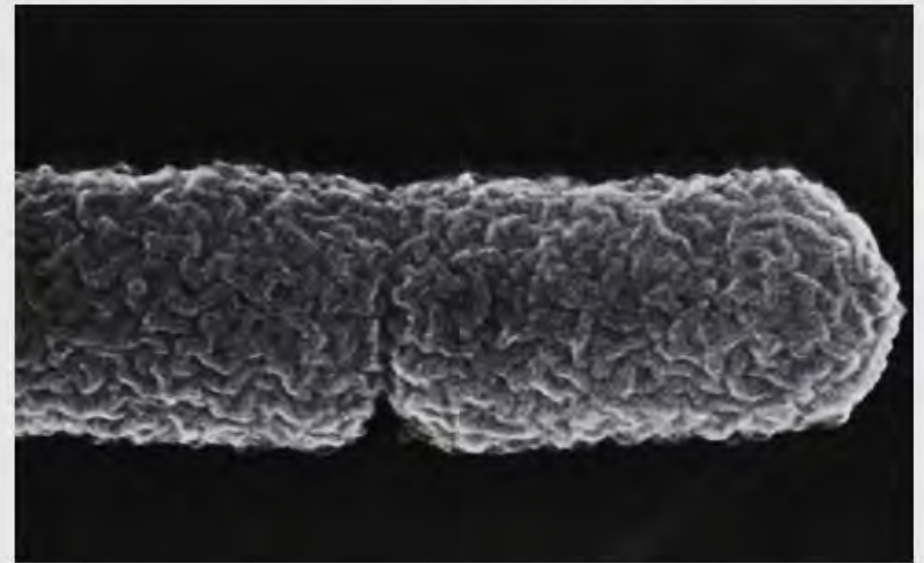
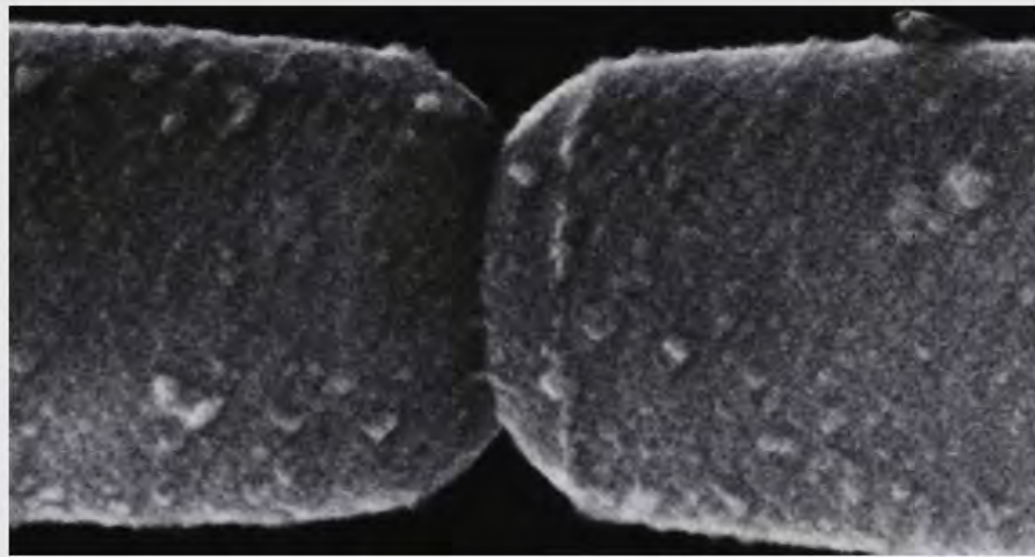
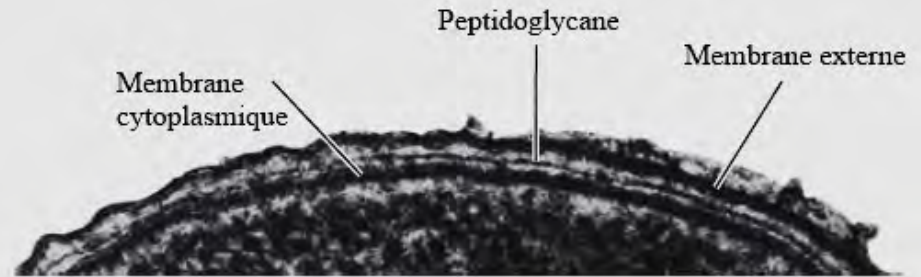
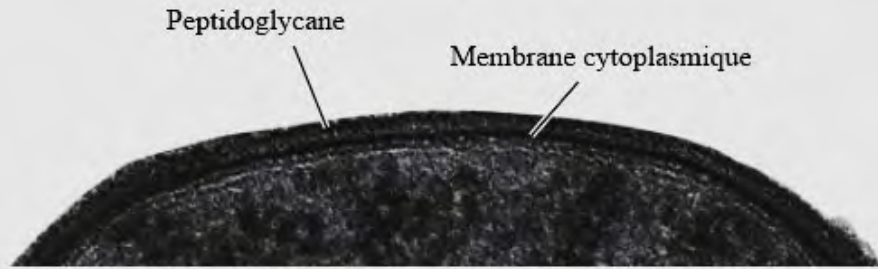
Porine



Lipoprotéine

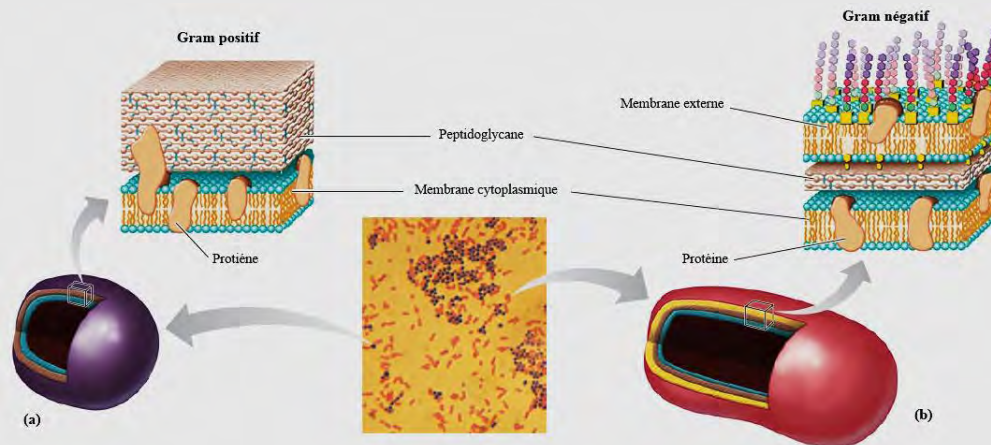


**PAROI CELLULAIRE**



**GRAM POSITIF**

**GRAM NÉGATIF**

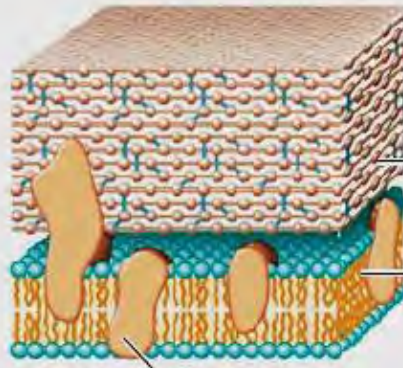




PAROI CELLULAIRE

20-80 nm

Gram positif



Peptidoglycane

Membrane cytoplasmique

Protéine

Gram négatif

Membrane externe

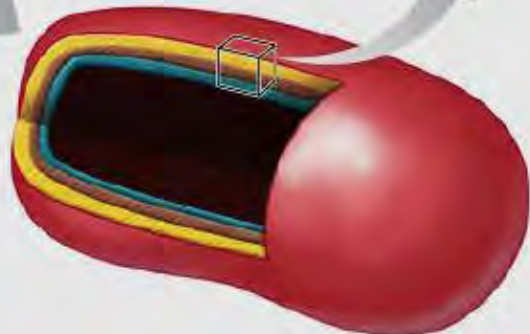
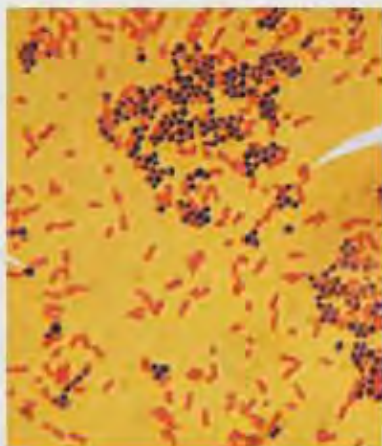


Protéine

6-15 nm



(a)



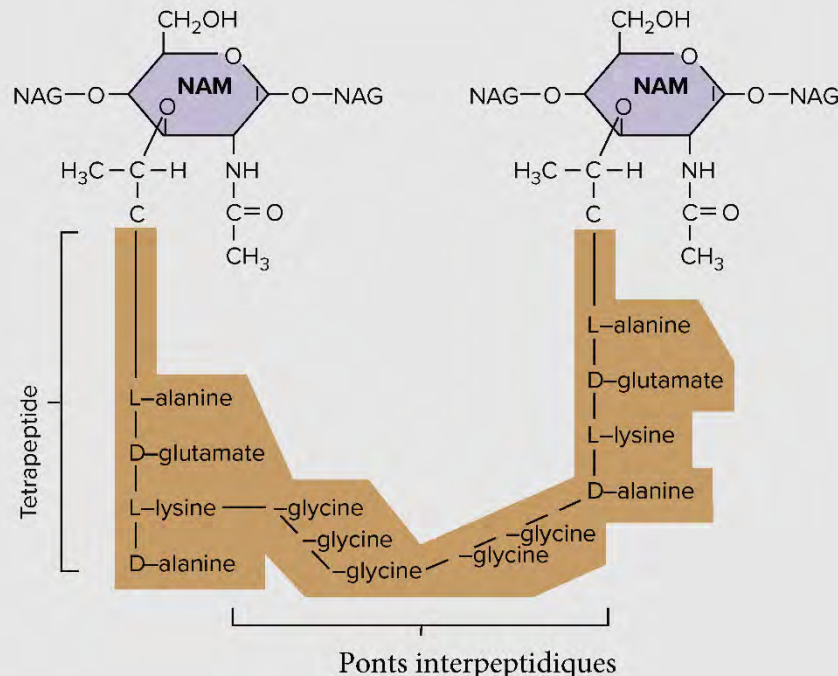
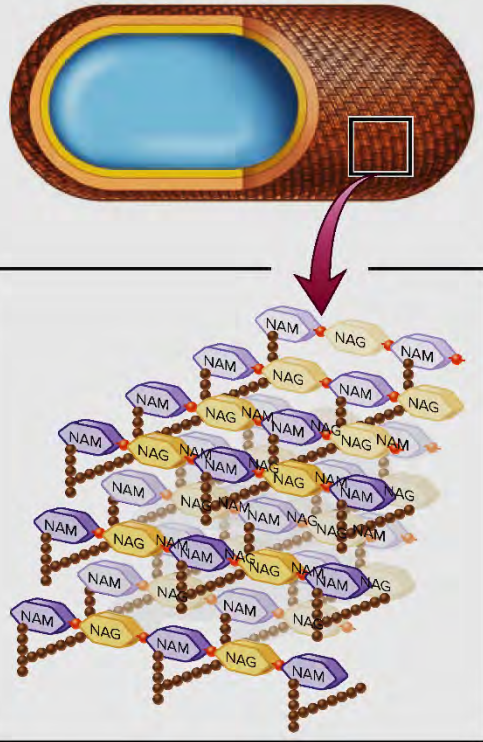
(b)

COLORATION DE GRAM

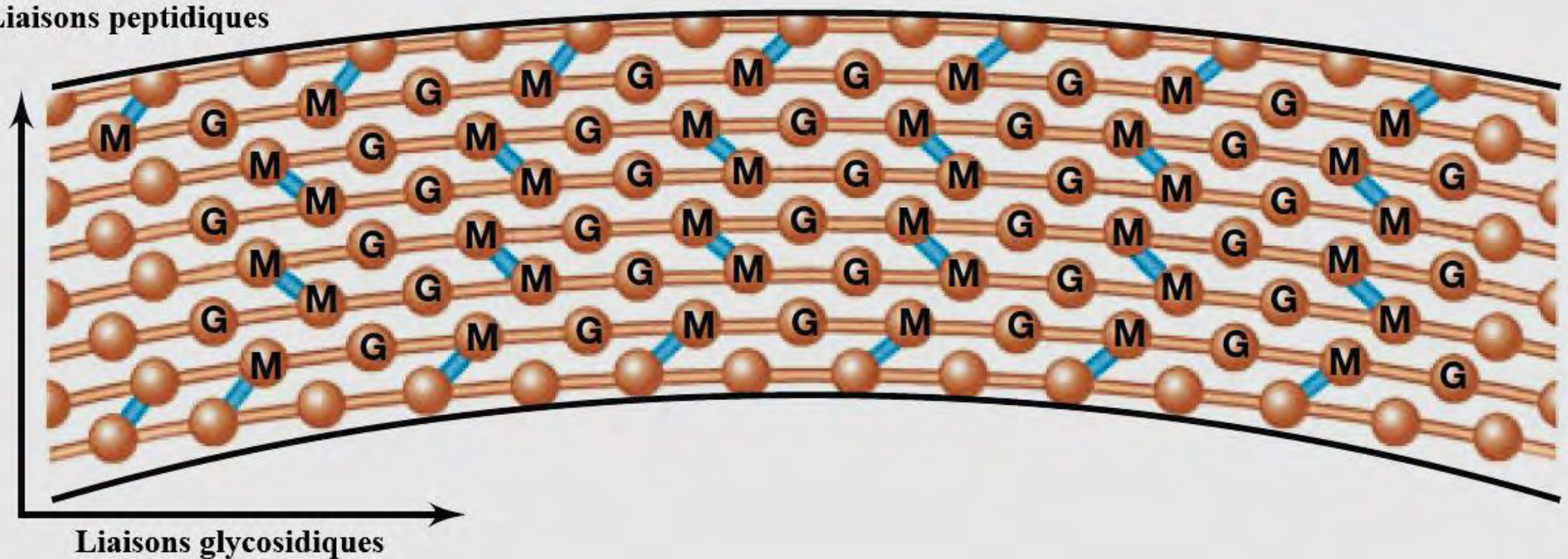
- **FORME DE LA CELLULE ;**
- **RÉSISTANCE À LA FORTE PRESSION INTERNE DE LA CELLULE ;**
- **RÔLE ANTIGÉNIQUE MAJEUR.**

PAROI CELLULAIRE

PEPTIDOGLYCANE



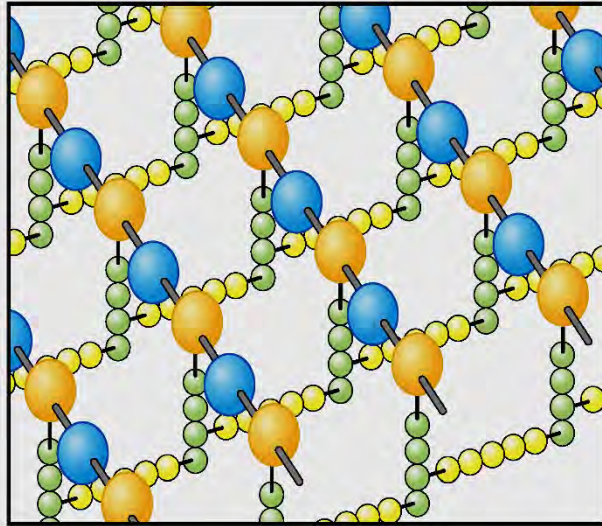
Liaisons peptidiques



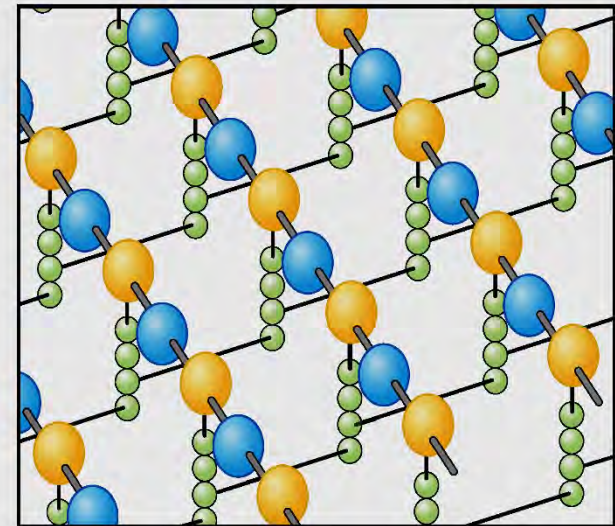
**G: N-acétylglucosamine (NAG) + M: l'acide N-acétylmuramique (NAM)**  
(la chaîne glycane)





**Structure du peptidoglycane**




**A** Paroi Gram positif



**B** Paroi Gram négatif



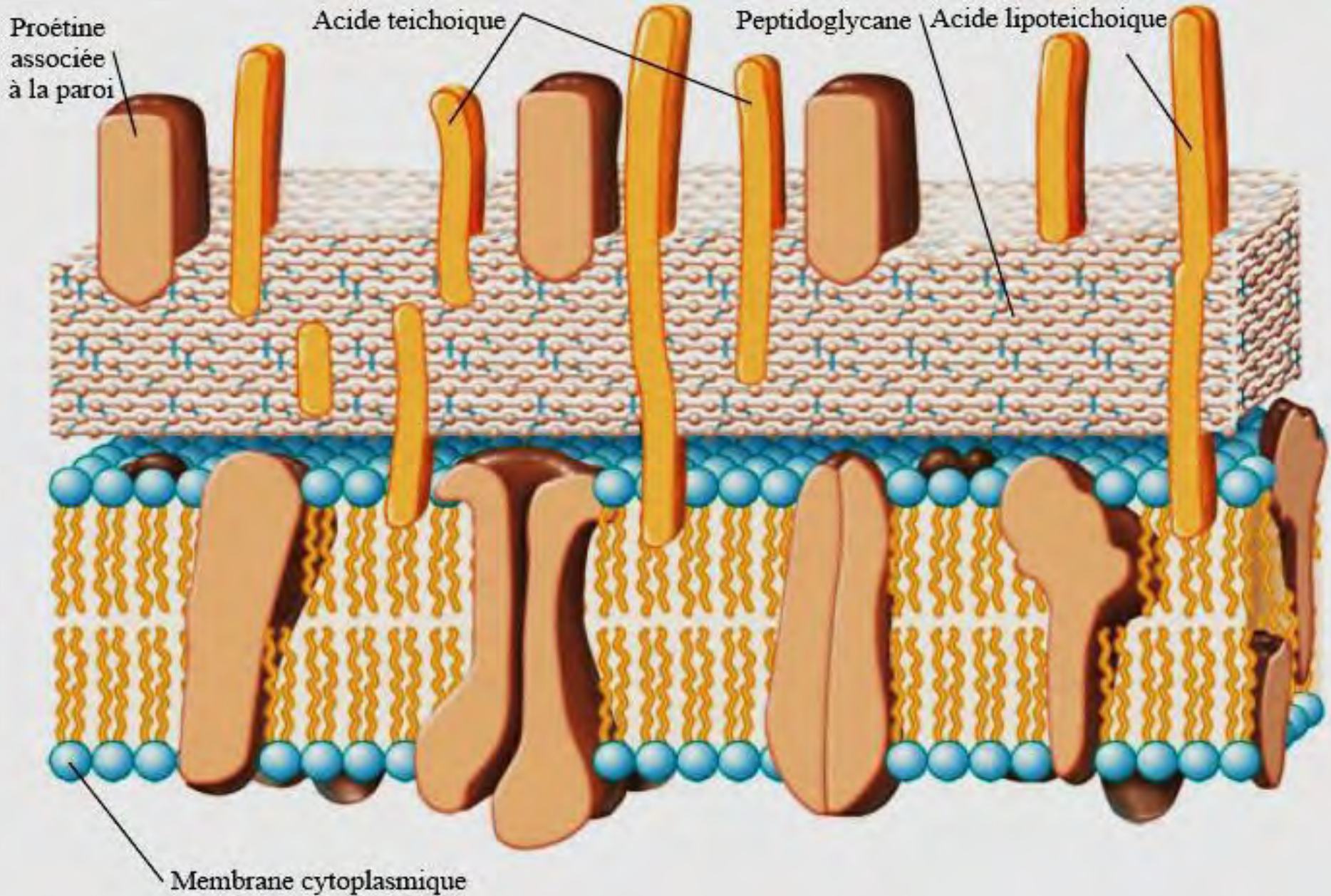
-  NAG  
N-acétyl-glucosamine
-  NAM  
Acide N-acétyl-muramique
-  Pentapeptide
-  Tétrapeptide

-  NAG  
N-acétyl-glucosamine
-  NAM  
Acide N-acétyl-muramique
-  Liaison directe

**Structure du peptidoglycane des bactéries Gram positif et Gram négatif**

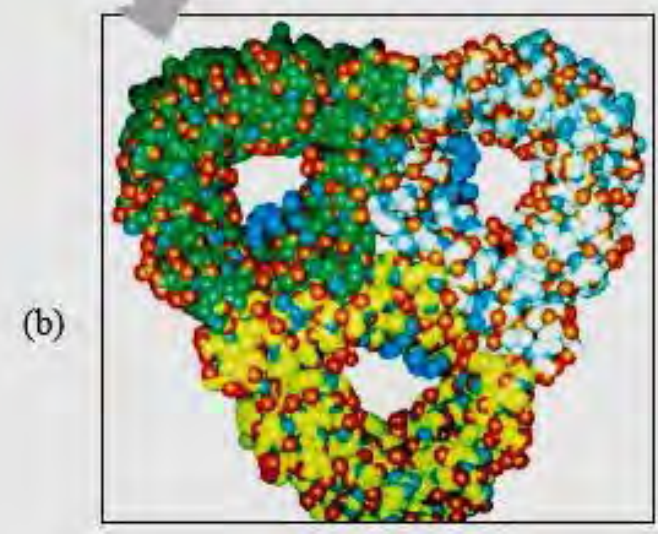
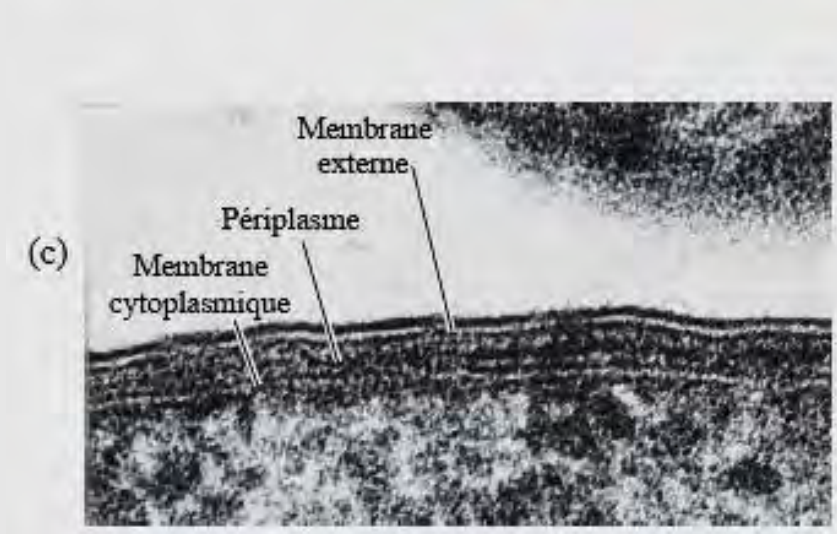
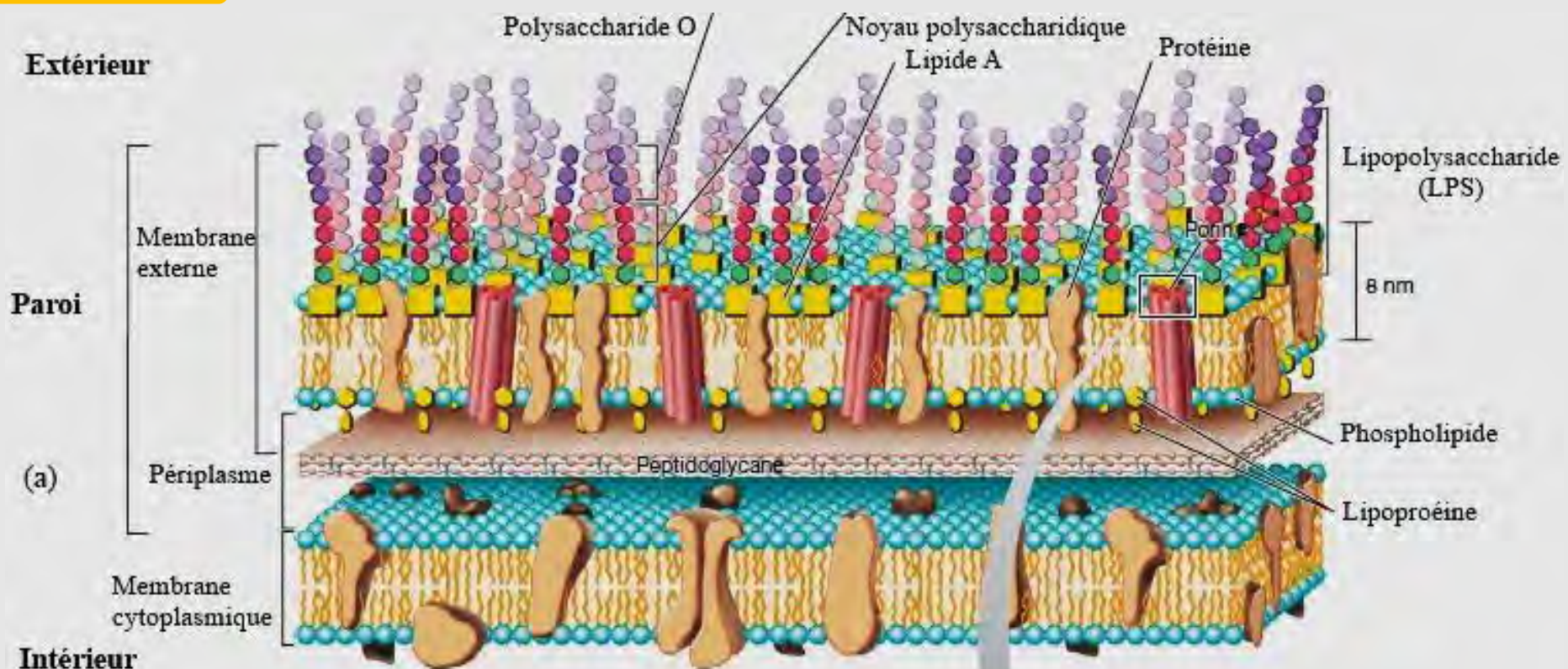
**PAROI CELLULAIRE**

**PAROIS DES BACTÉRIES GRAM POSITIF**

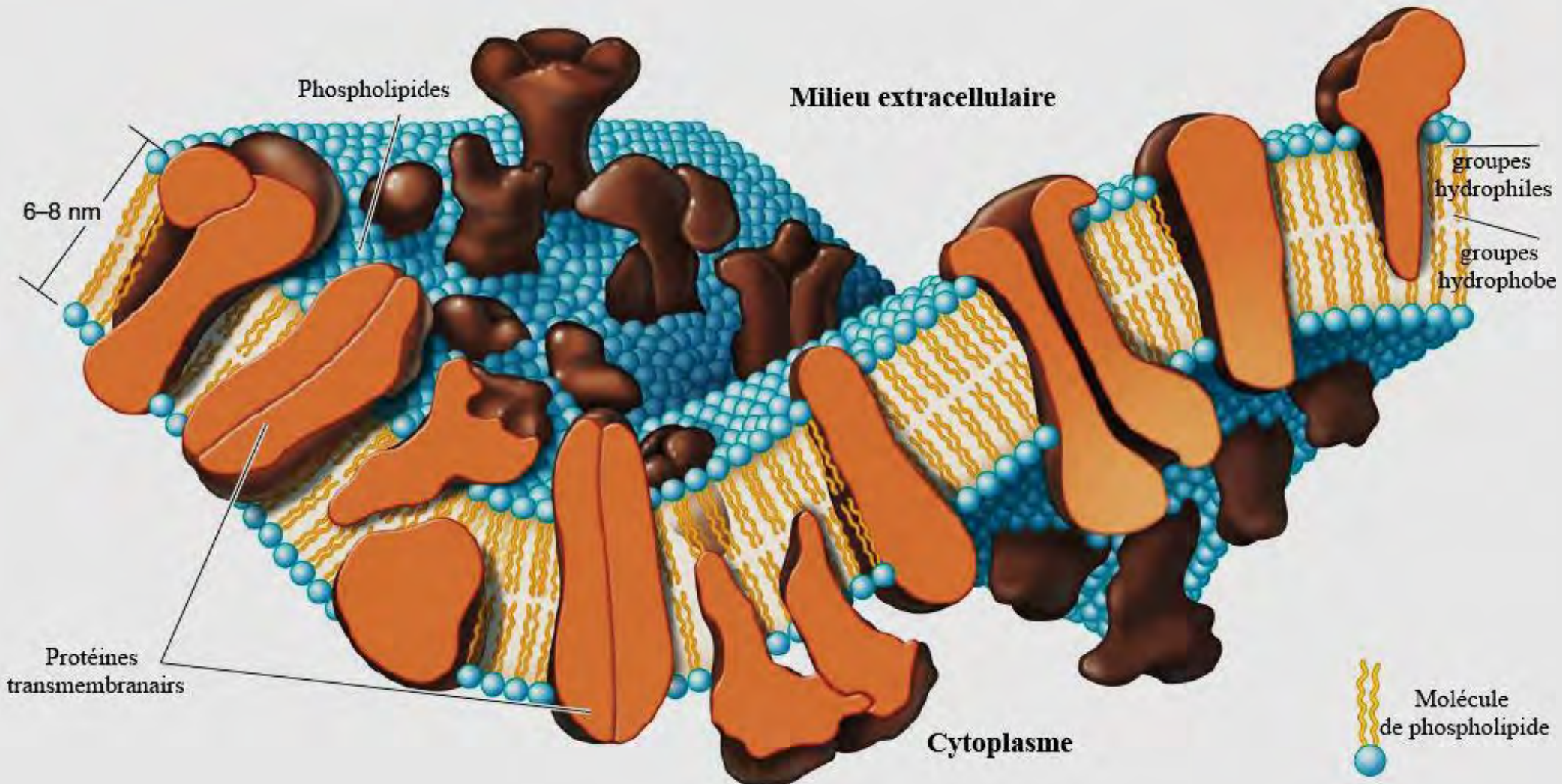


PAROI CELLULAIRE

PAROIS DES BACTÉRIES GRAM NÉGATIF



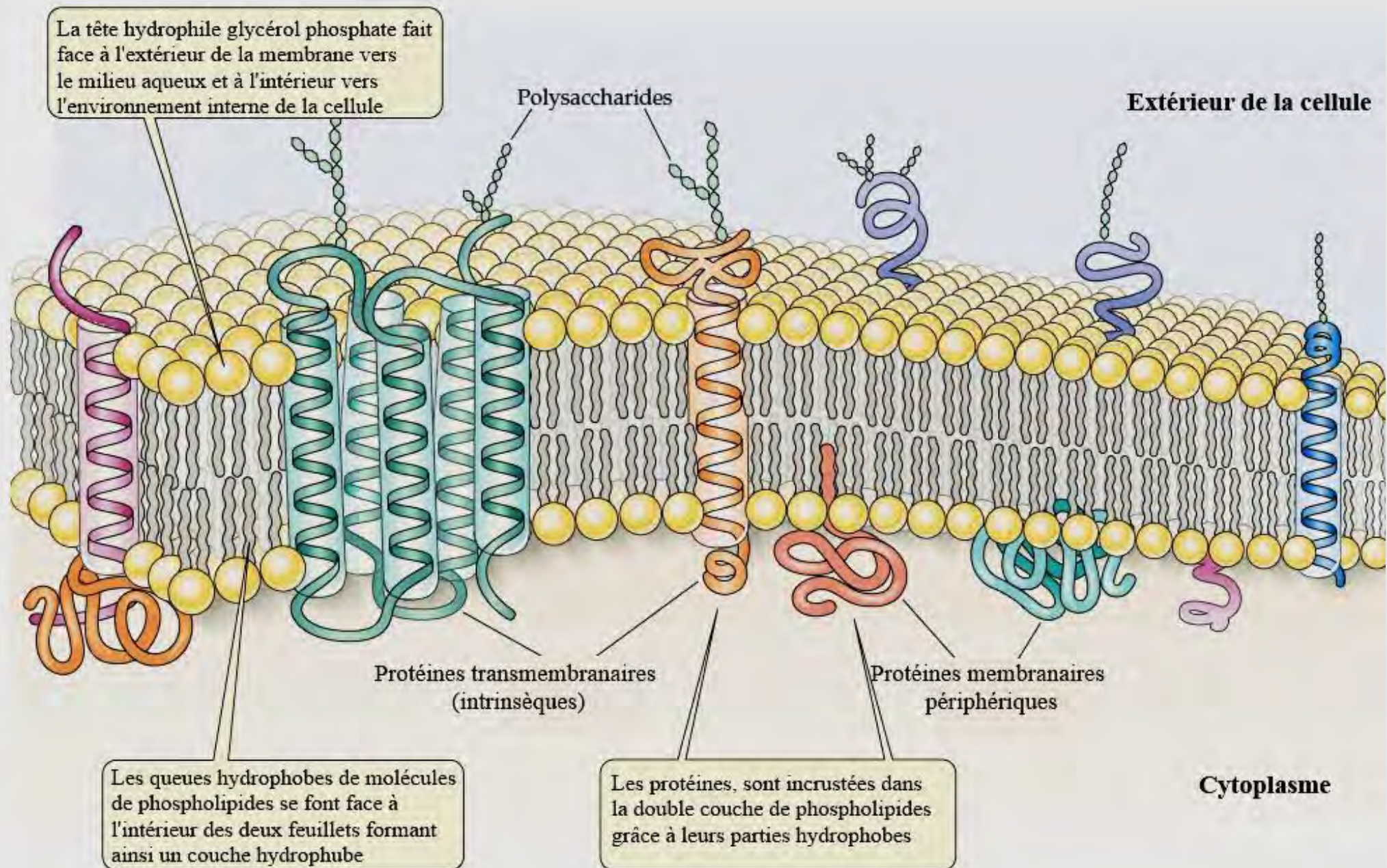
# LA MEMBRANE CYTOPLASMIQUE





## MEMBRANE CYTOPLASMIQUE

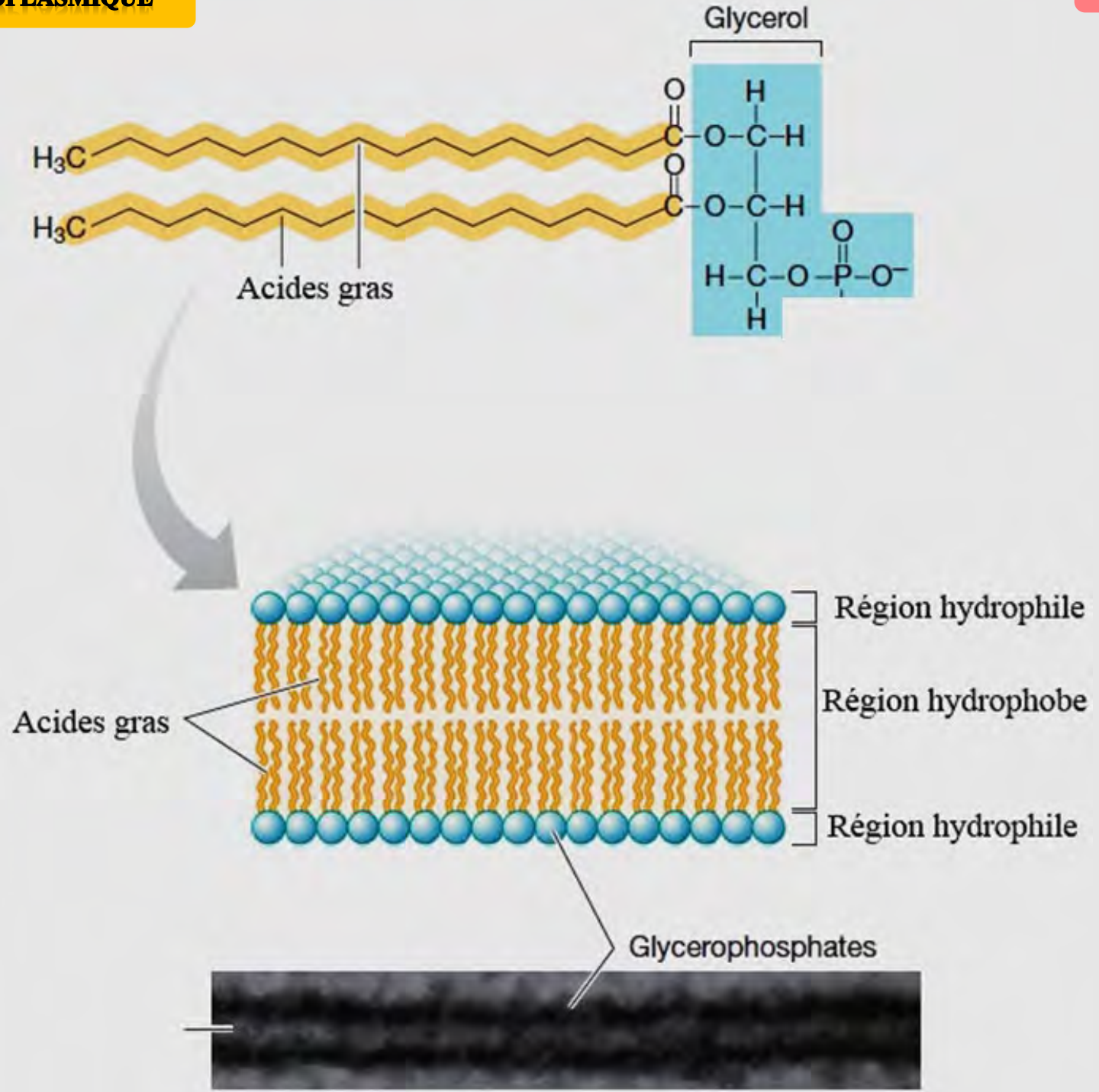
## STRUCTURE



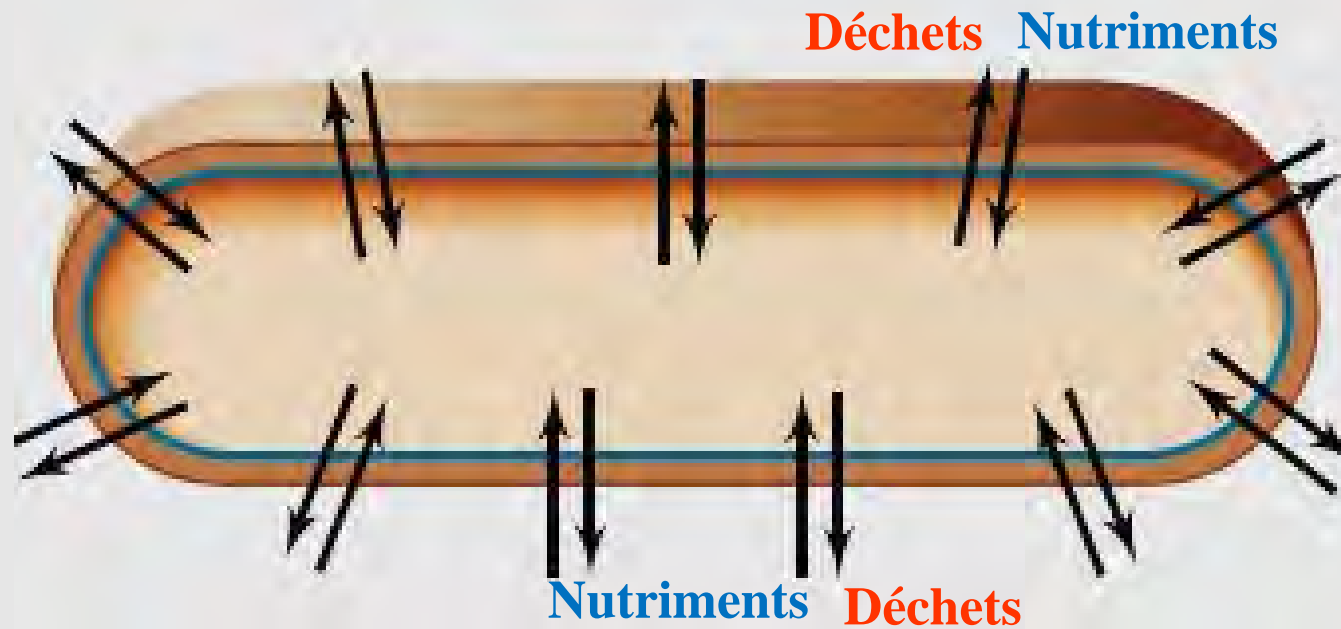
## MODÈLE DE MOSAÏQUE FLUIDE

MEMBRANE CYTOPLASMIQUE

PHOSPHOLIPIDES

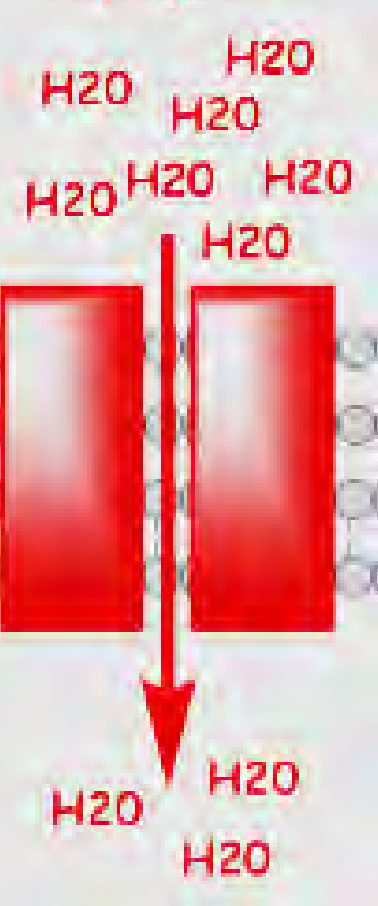


# I. BARRIÈRE À PERMÉABILITÉ HAUTEMENT SÉLECTIVE



# II. TRANSFERT DES SUBSTANCES \* DIFFUSION (TRANSPORT PASSIF)

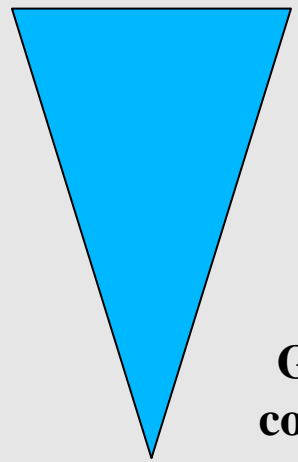
## OSMOSE



**DIFFUSION SIMPLE  
PASSIVE**

**DIFFUSION FACILITÉE  
PAR CANAL**

**DIFFUSION FACILITÉE  
PAR TRANSPORTEUR**

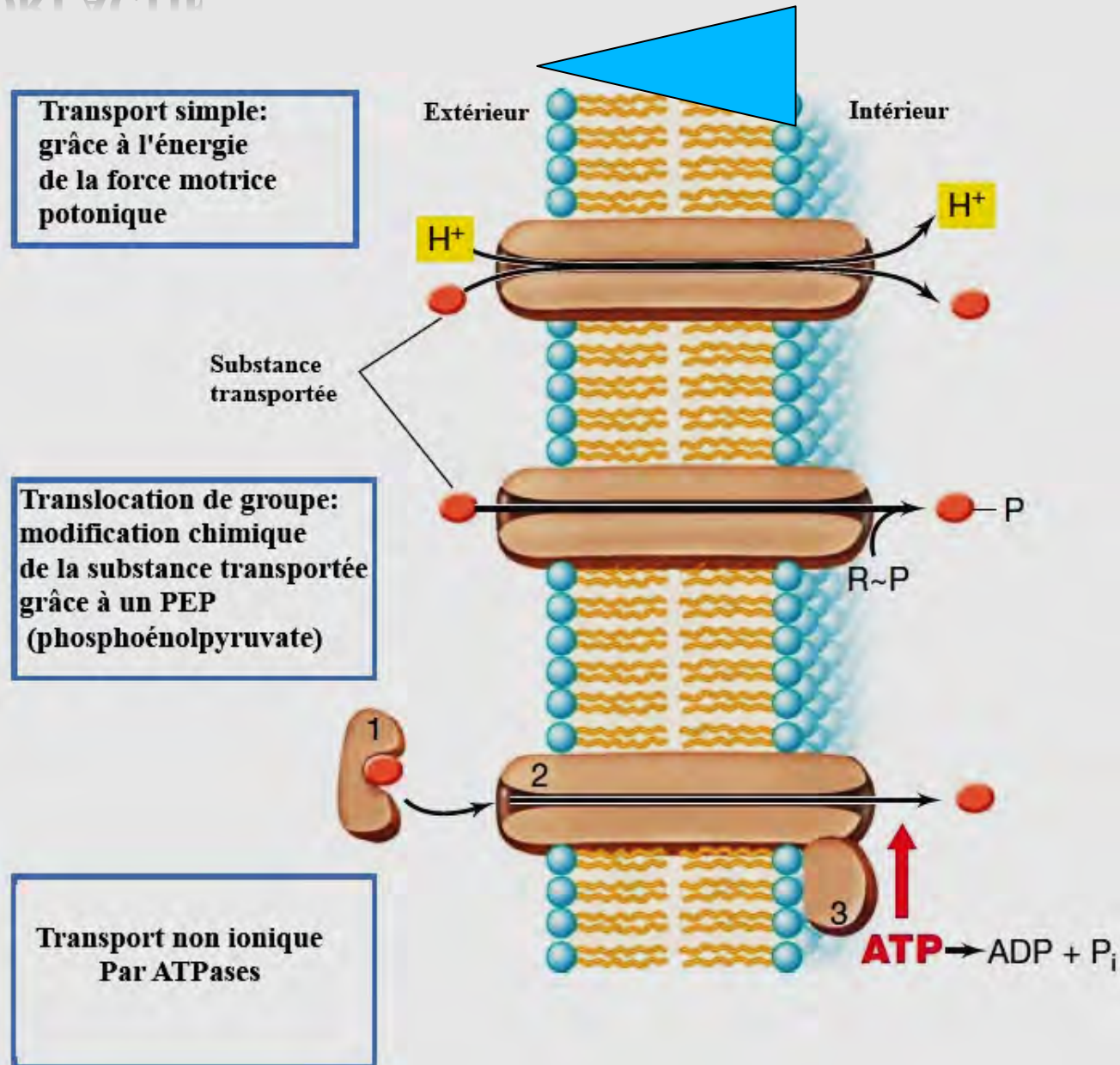


**Gradient de  
concentration**

## II. TRANSFERT DES SUBSTANCES

### \* TRANSPORT ACTIF

### TRANSPORT PRIMAIRE (UNIORT)

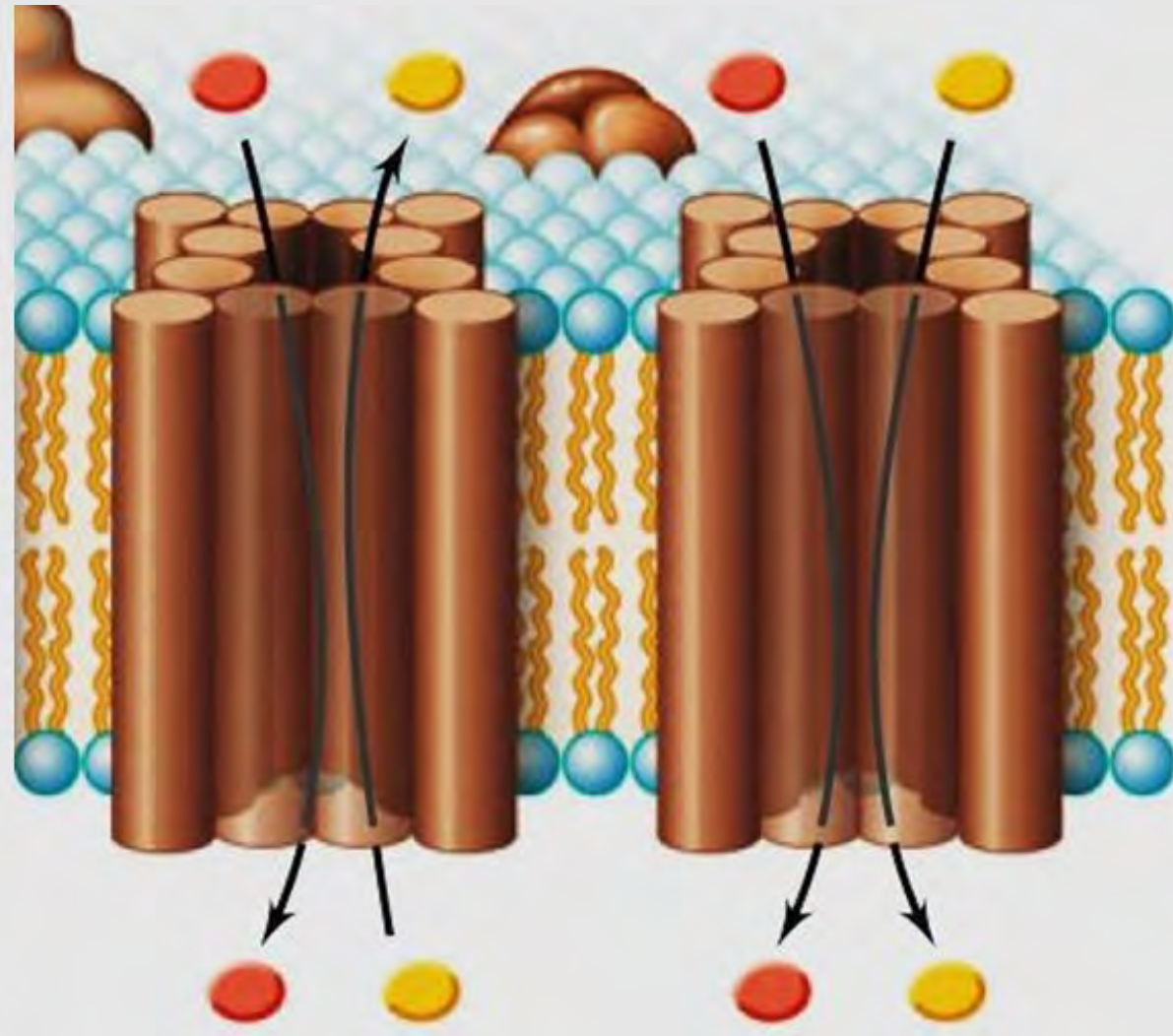


## II. TRANSFERT DES SUBSTANCES

### \* TRANSPORT ACTIF

### TRANSPORT SECONDAIRE (COTRANSPORT)

Milieu  
extracellulaire



Cytoplasme

Antiport

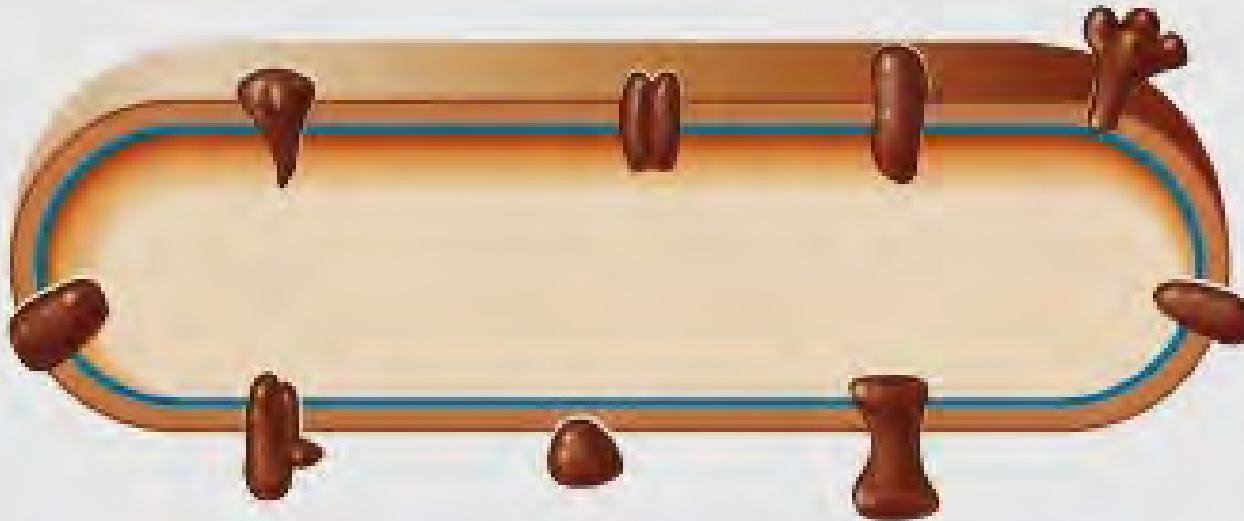
Symport

**III. EXPORTATION DE PROTÉINES**

**IV. SUPPORT D'ENZYMES ET DE TRANSPORTEURS**

**V. FONCTION RESPIRATOIRE**

**VI. PHOTOSYNTHÈSE (CHROMATOPHORES OU THYLAKOÏDES)**



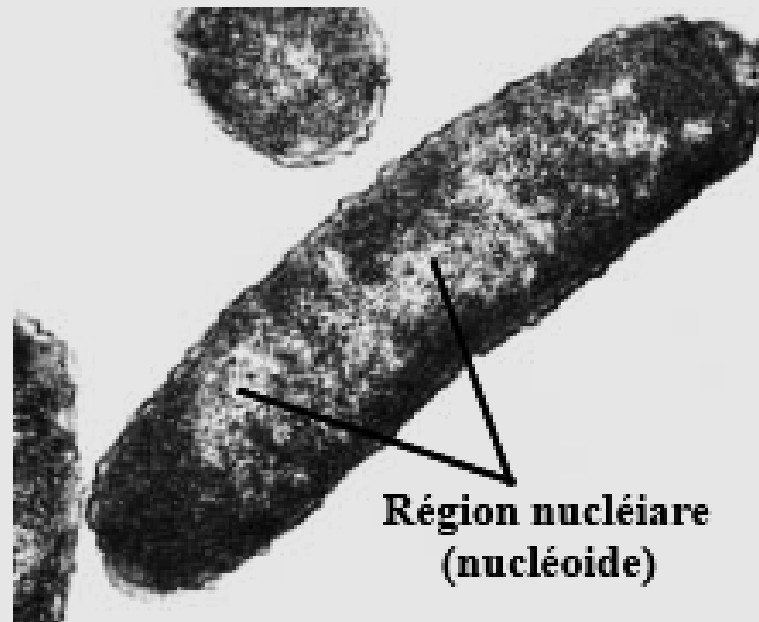
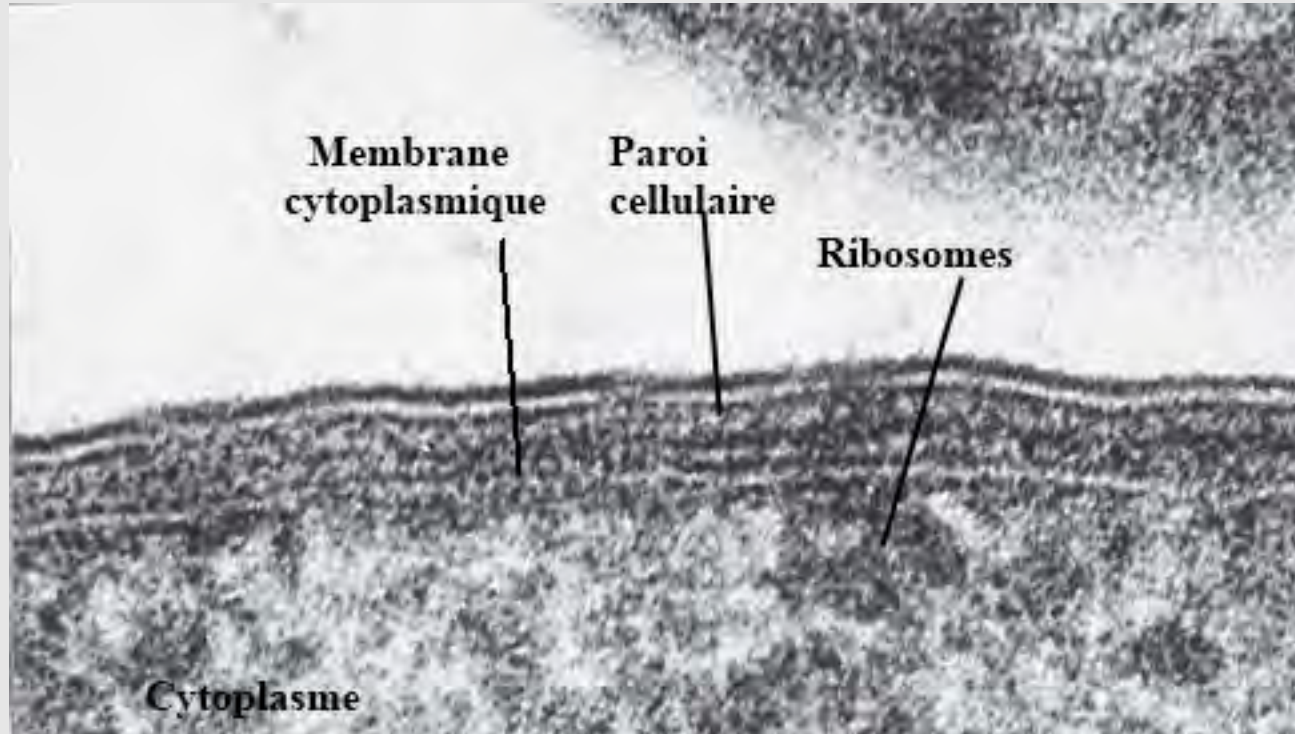
**ANCRAGES DE PLUSIEURS TYPES DE  
PROTÉINES**

# LE CYTOPLASME



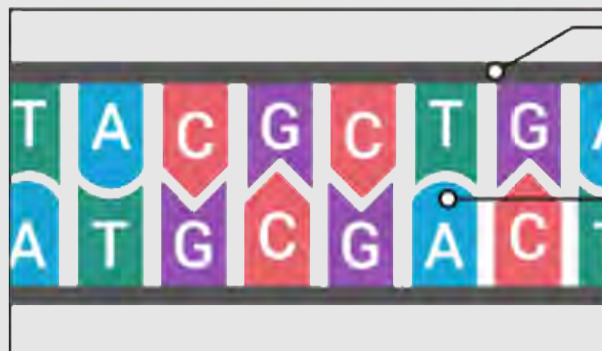


## CYTOPLASME



CYTOPLASME

CHROMOSOME BACTÉRIEN



épine dorsale  
sucre-phosphate

bases nucléiques



Bases nucléiques

Purines:



Adénine

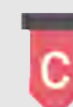


Guanine

Pyrimidines:



Thymine

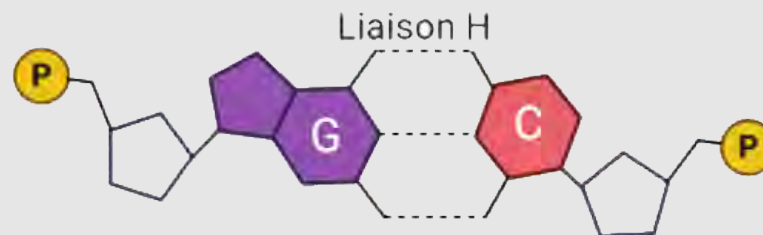
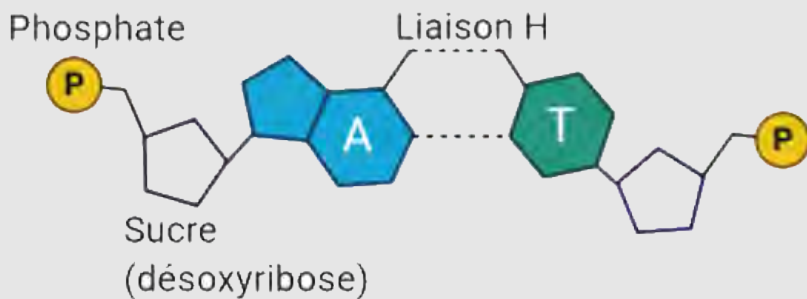


Cytosine



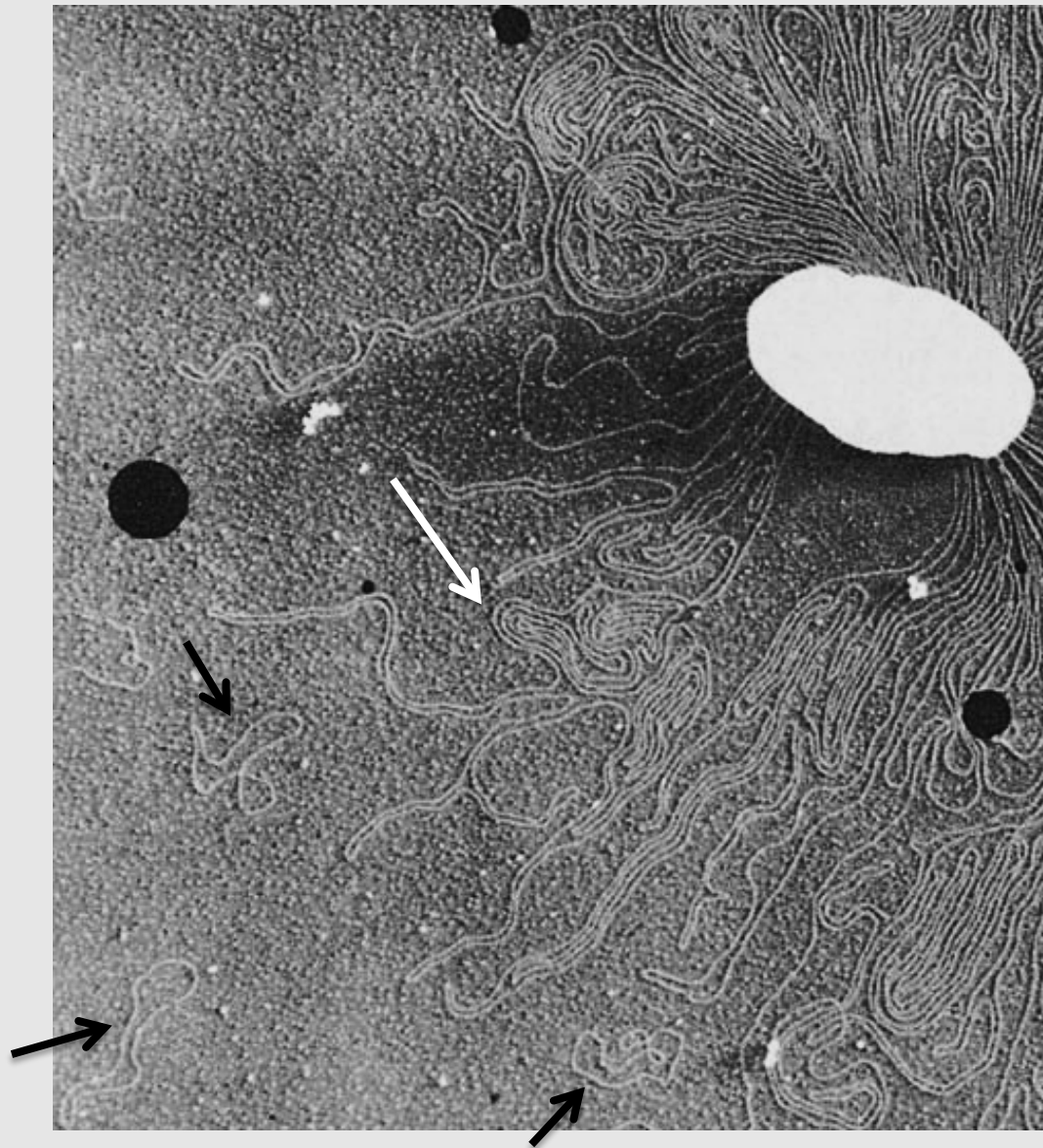
Uracile (ARN)

Complémentarité entre les bases nucléiques



## CYTOPLASME

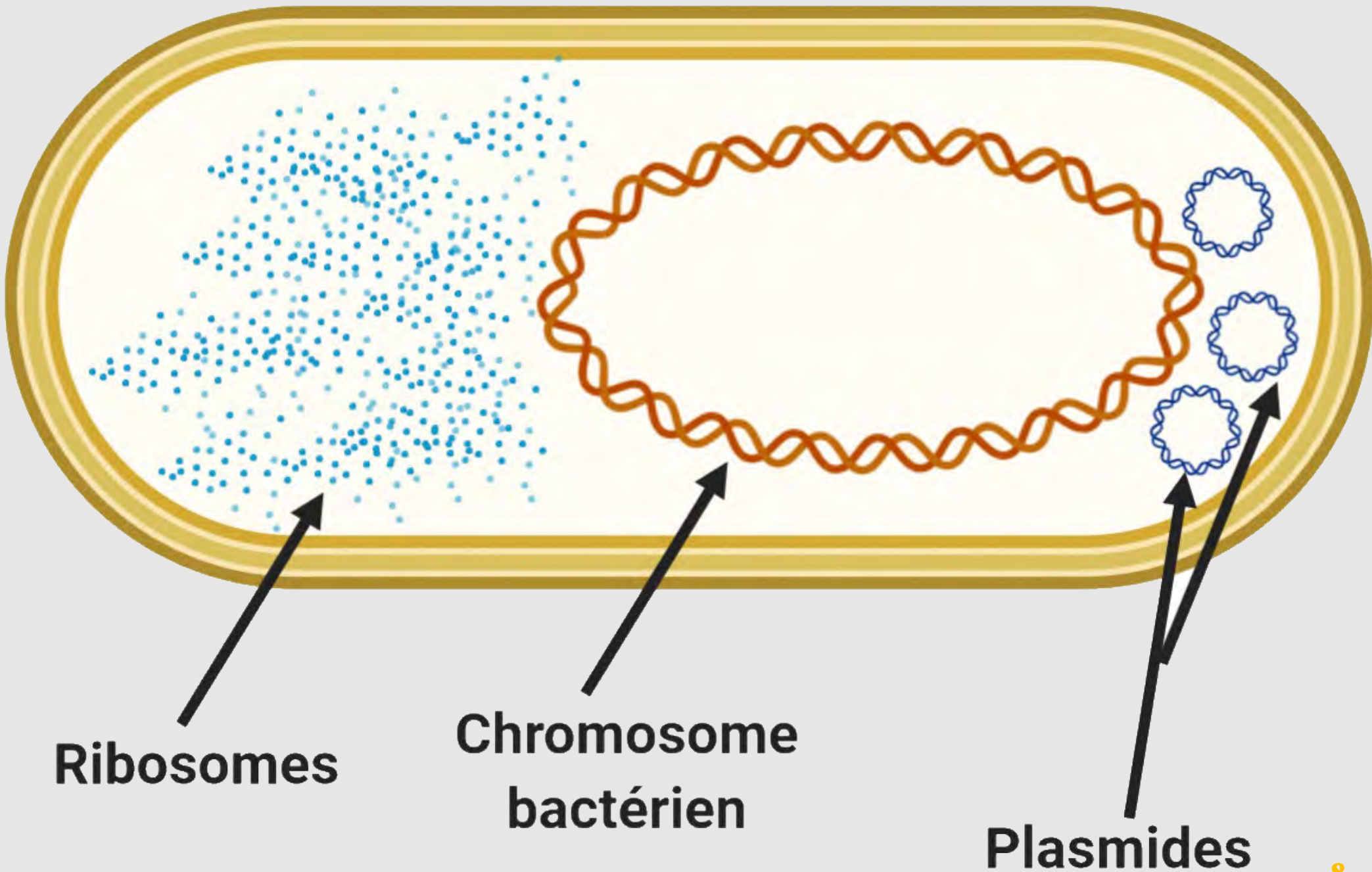
## CHROMOSOME BACTÉRIEN



Les plasmides (flèches noires) sont les structures circulaires et sont beaucoup plus petits que l'ADN chromosomique principal (flèche blanche). La cellule (grande structure blanche) a été brisée délicatement afin d'extraire l'ADN intact.

CYTOPLASME

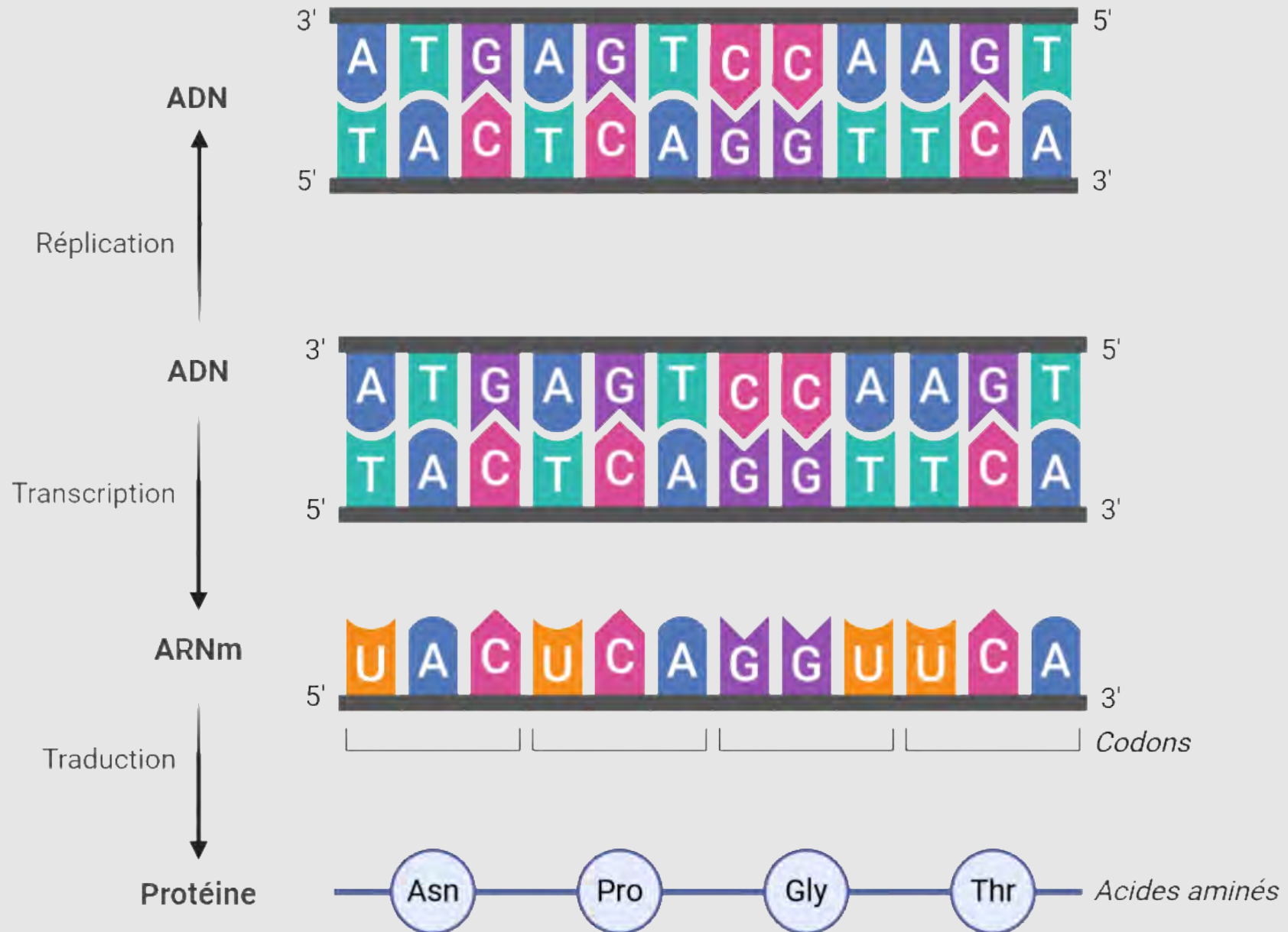
CHROMOSOME BACTÉRIEN



Ribosomes

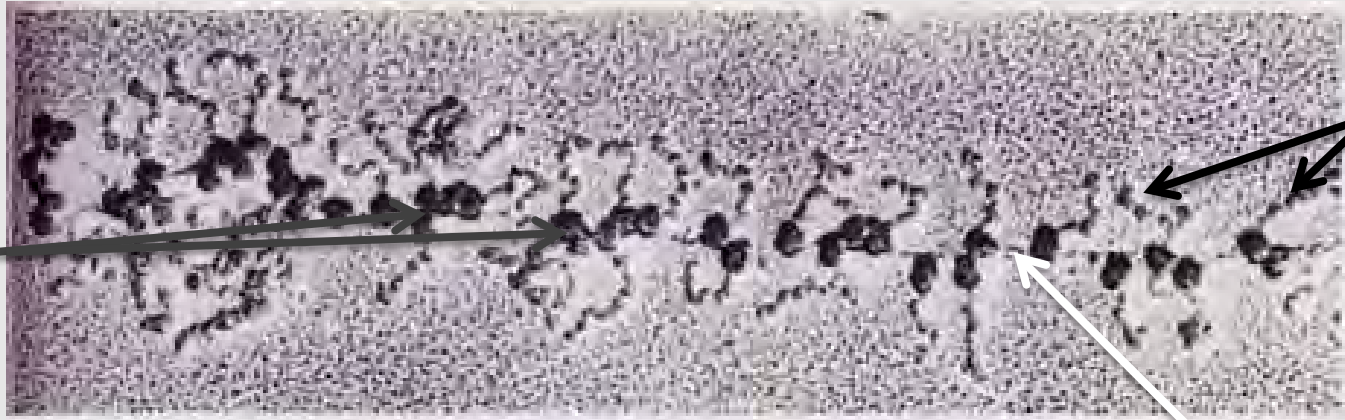
Chromosome  
bactérien

Plasmides



# Expression de l'ADN dans la cellule

**POLYSOMES**



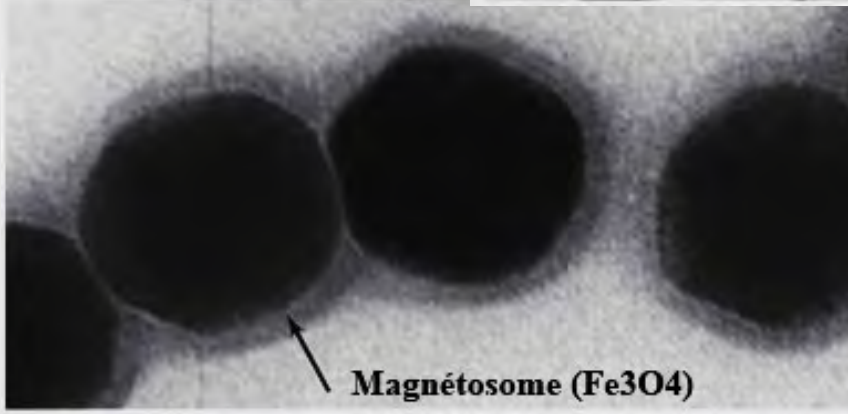
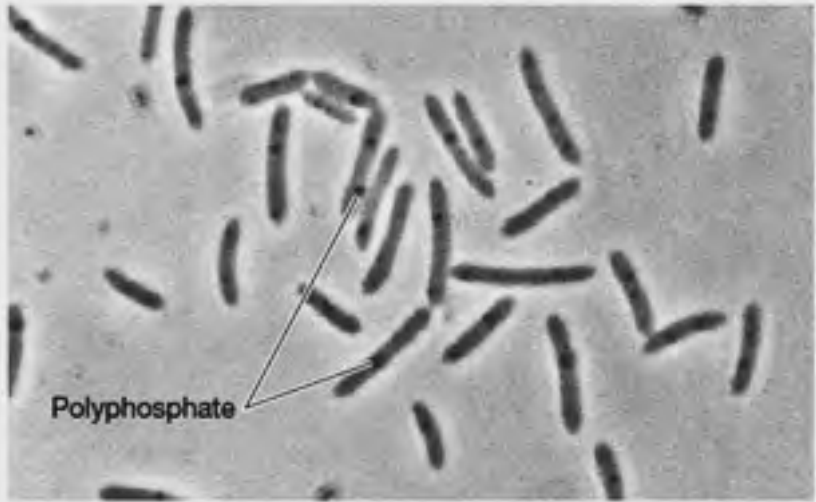
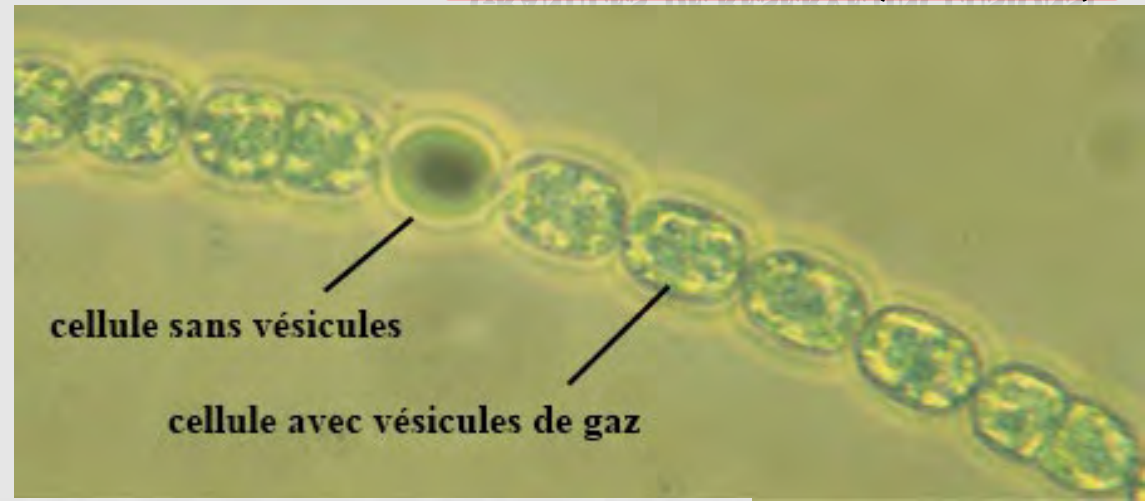
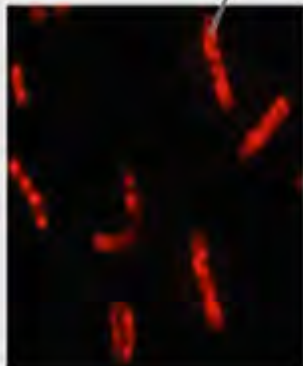
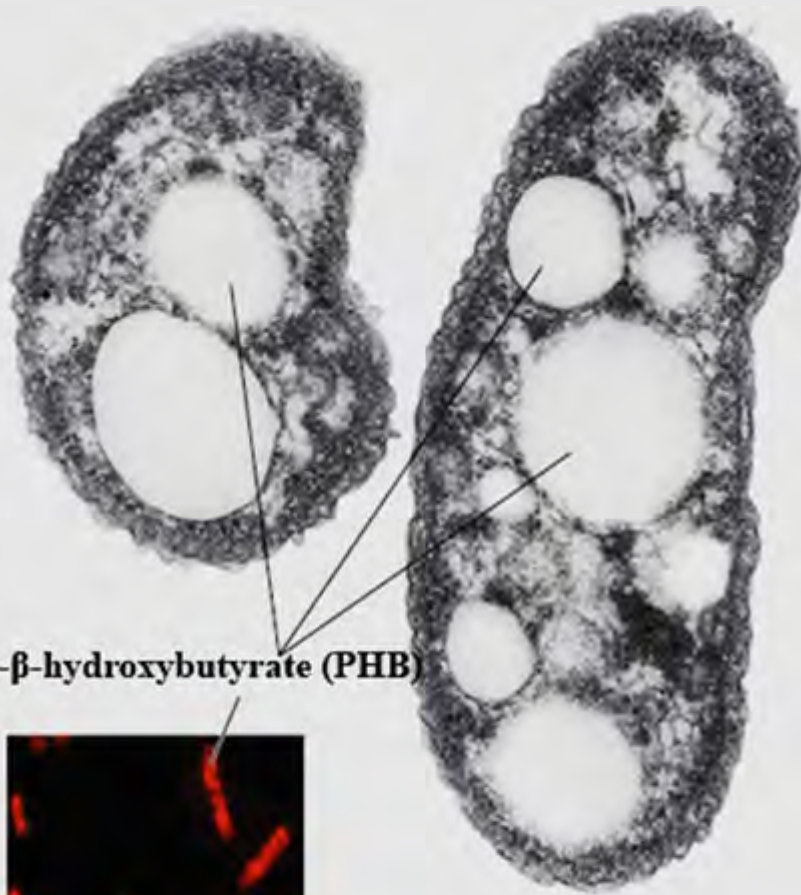
**Chaines  
peptidiques**

**ARN messenger**

## **LES RIBOSOMES, SIÈGE DE LA TRADUCTION**

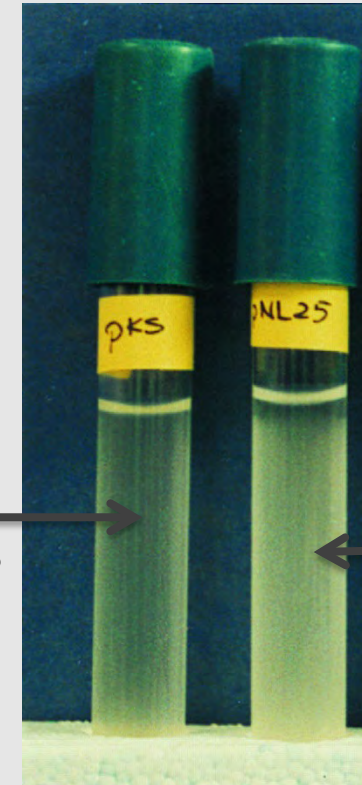
CYTOPLASME

GRANULES DE RÉSERVE (INCLUSIONS)



**MAGNÉTOTACTISME**  
(*Magnetospirillum magneticum*)

Bactéries  
sans vésicules  
de gaz



Bactéries  
avec vésicules  
de gaz

**FLOTTAISON**  
(Bactéries planctoniques)



# ÉLÉMENTS DE STRUCTURE NON-ESSENTIELS

## Cellules Procaryotes (bactériennes Ou archéennes)

### Structures externes

- Appendices
  - Flagelles
  - Pili
  - Fimbriae
- Couche S
- Glycocalyx
- Capsule

### Enveloppes cellulaires

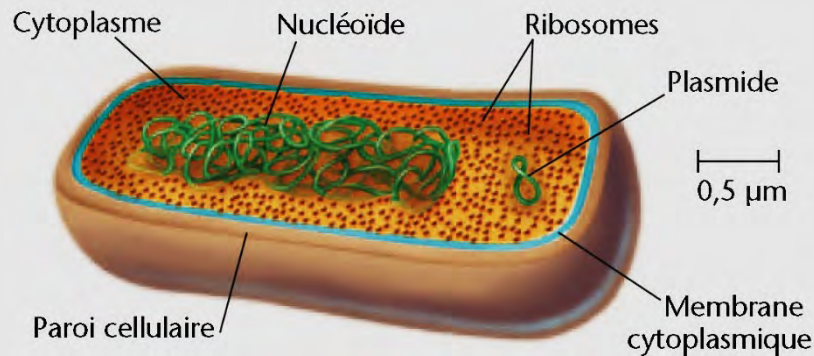
- Membrane externe (cellules Gram-négatif)
- Paroi cellulaire
- Membrane cellulaire

### Structures internes

- Cytoplasme
- Nucléoïde/chromosome
- Ribosomes
- Inclusions
- Membranes intracellulaires
- Microcompartiments
- Cytosquelette
- Endospore
- Plasmides

**Structure essentielle**

Structure non-essentielle



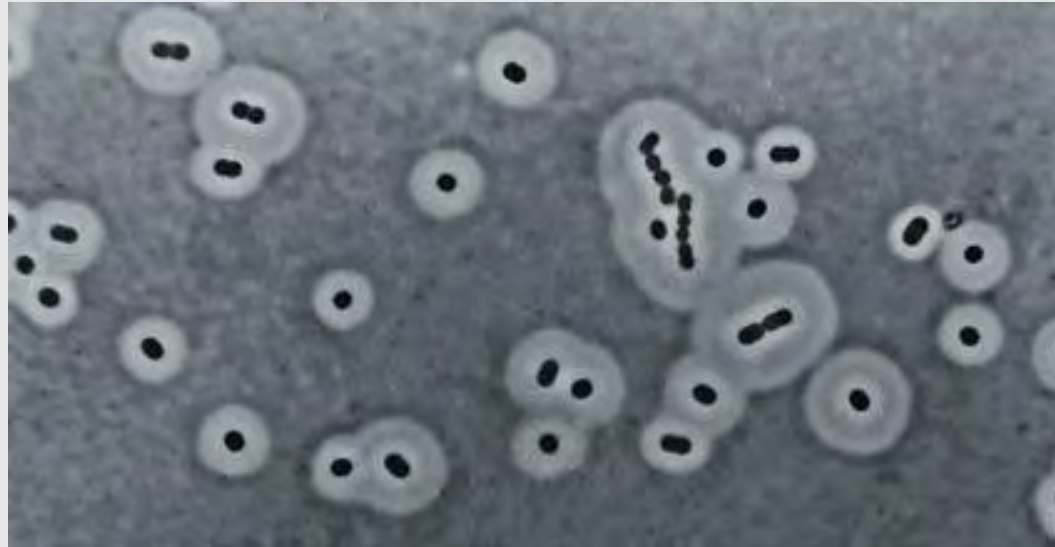
## CAPSULE



*Rhodobacter*



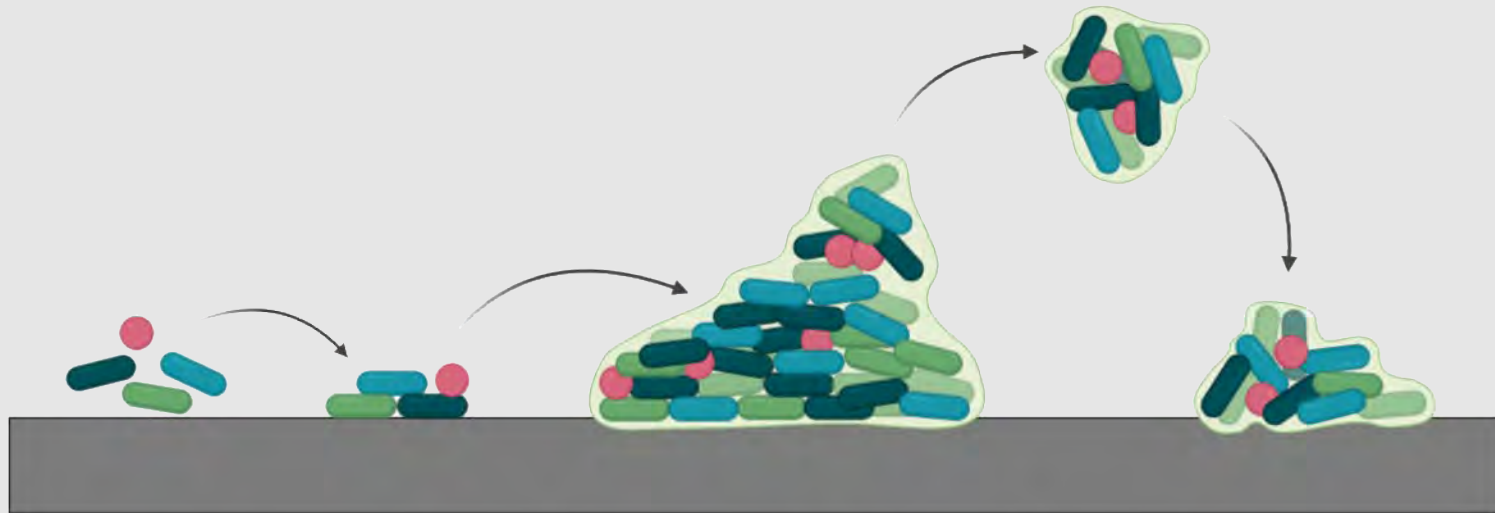
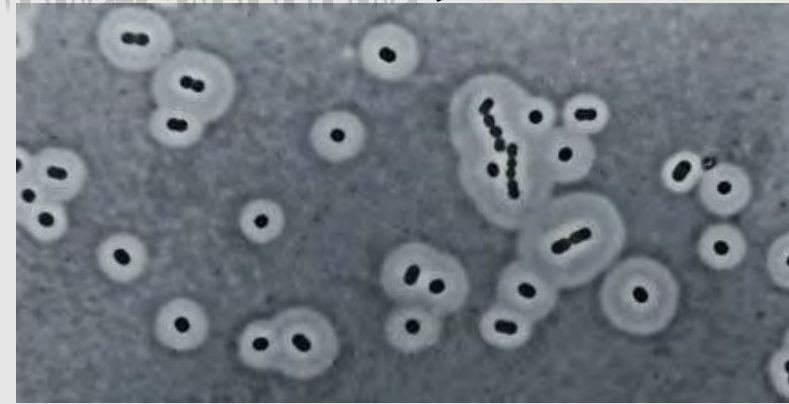
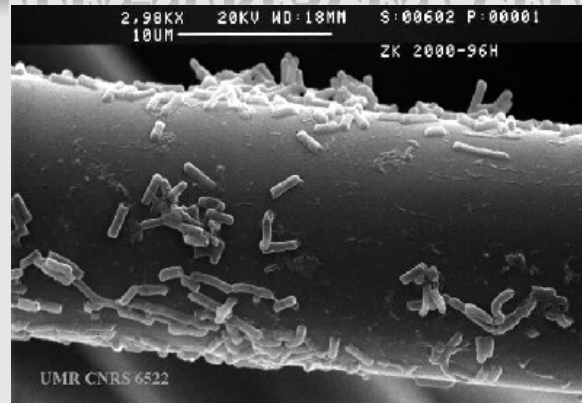
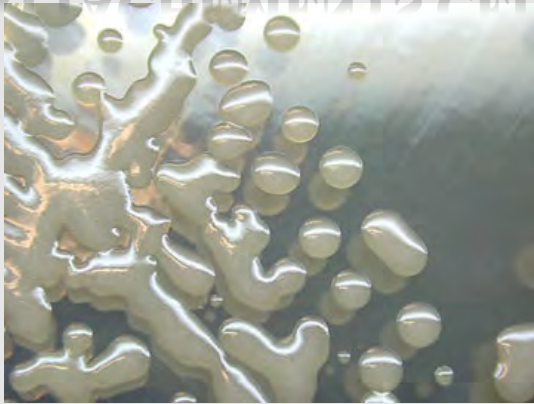
*Rhizobium*



*Acinetobacter*

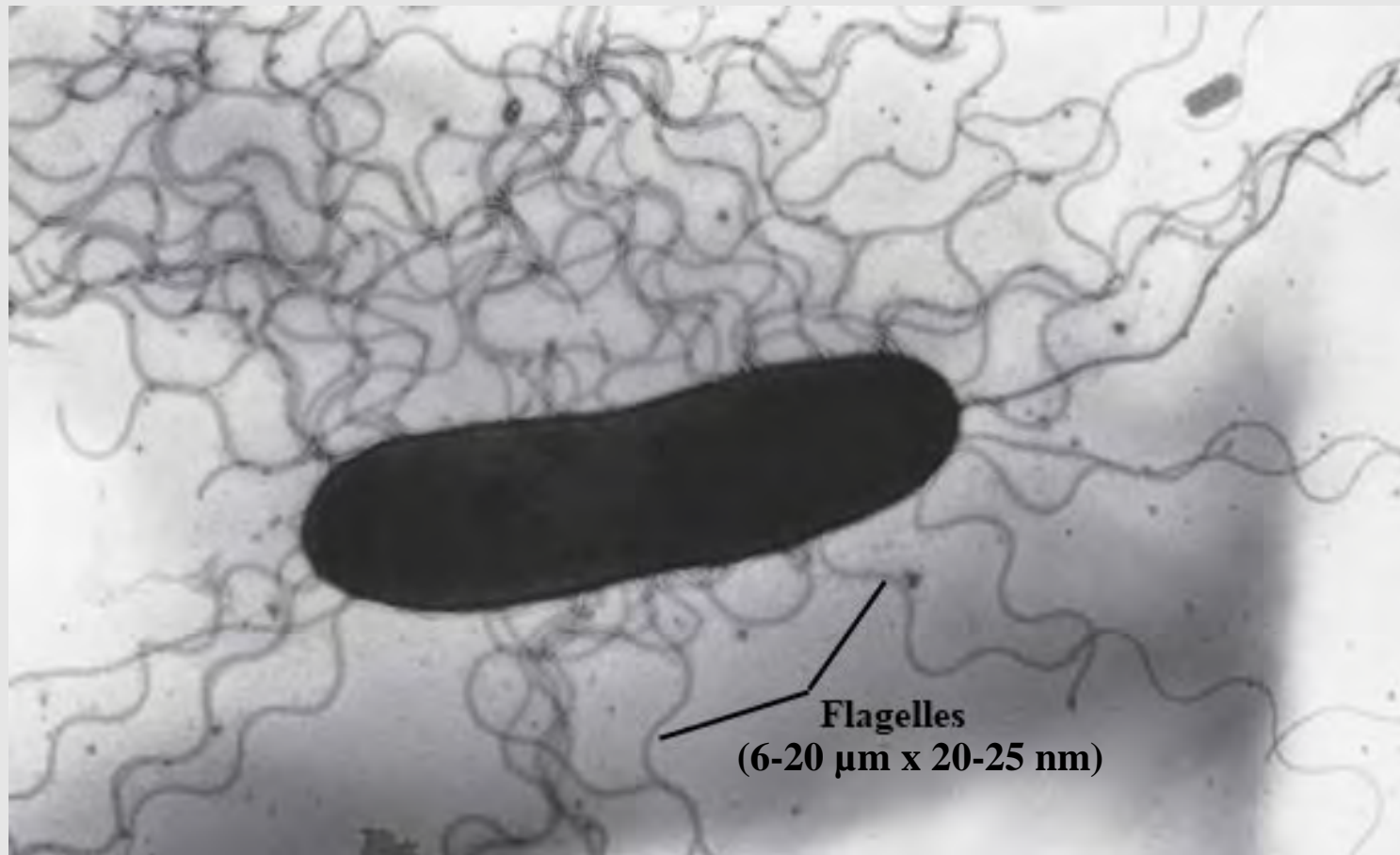
## CAPSULE

## FONCTIONS

**- ATTACHEMENTS CELLULES-SURFACES / CELLULES-CELLULES ;****Formation d'un biofilm bactérien**

- PROTECTION CONTRE: PHAGOCYTOSE, BACTÉRIOPHAGES, DESSICCATION, AGENTS CHIMIQUES, ETC.
- ANTIGÉNIQUE.

## FLAGELLES



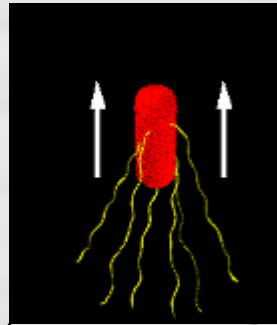
FLAGELLES

MODE D'INSERTION

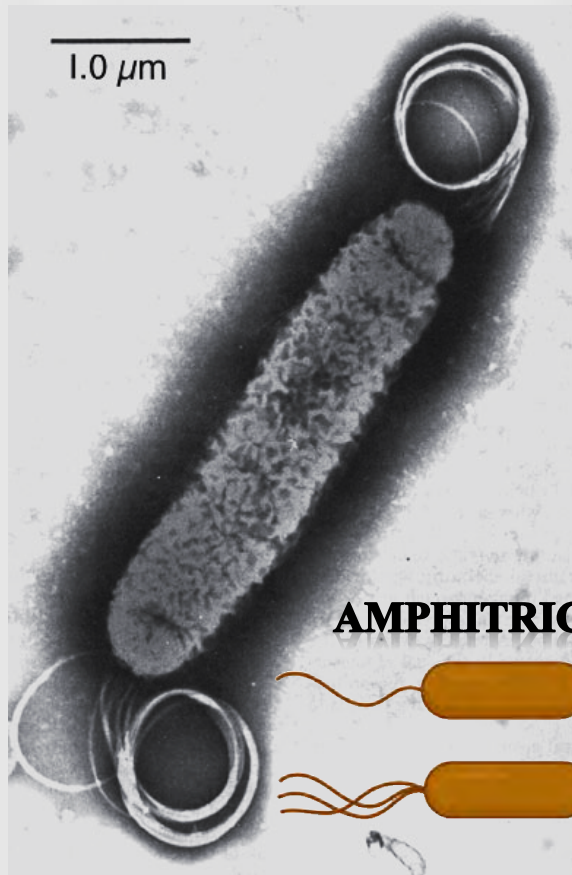
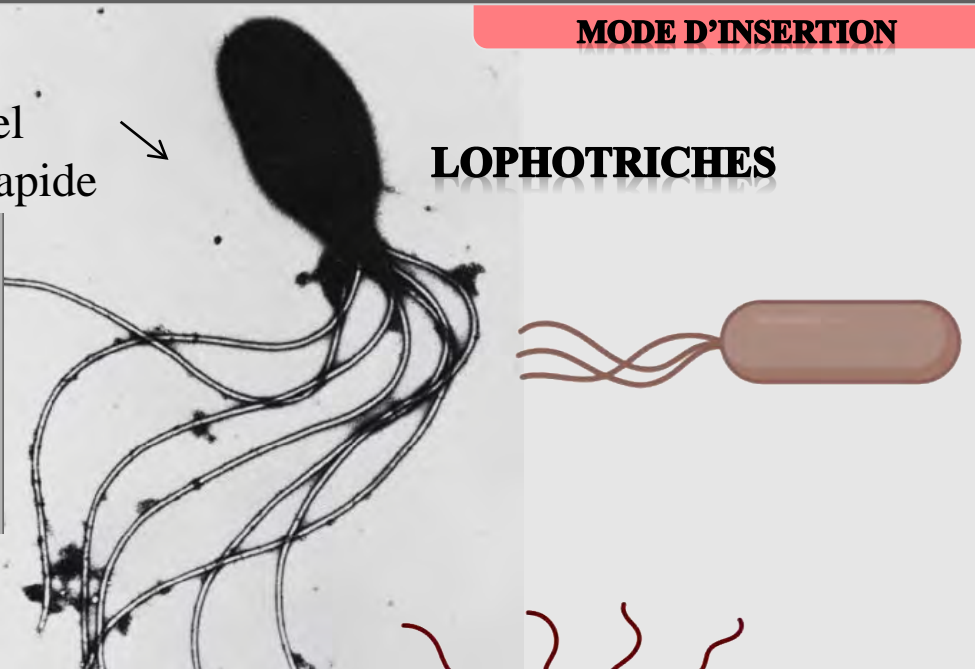
MONOTRICHE



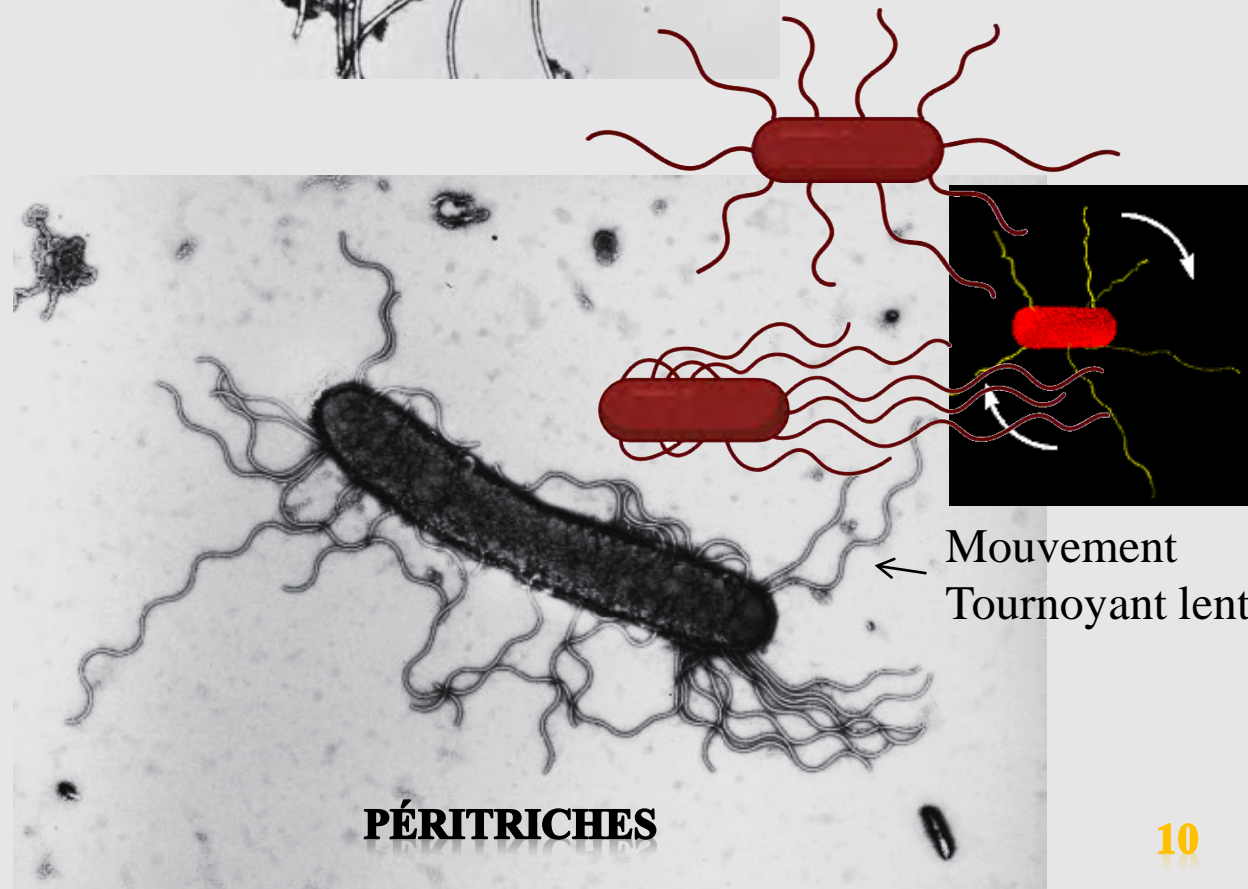
Mouvement Unidirectionnel ou en zigzag rapide



LOPHOTRICHE

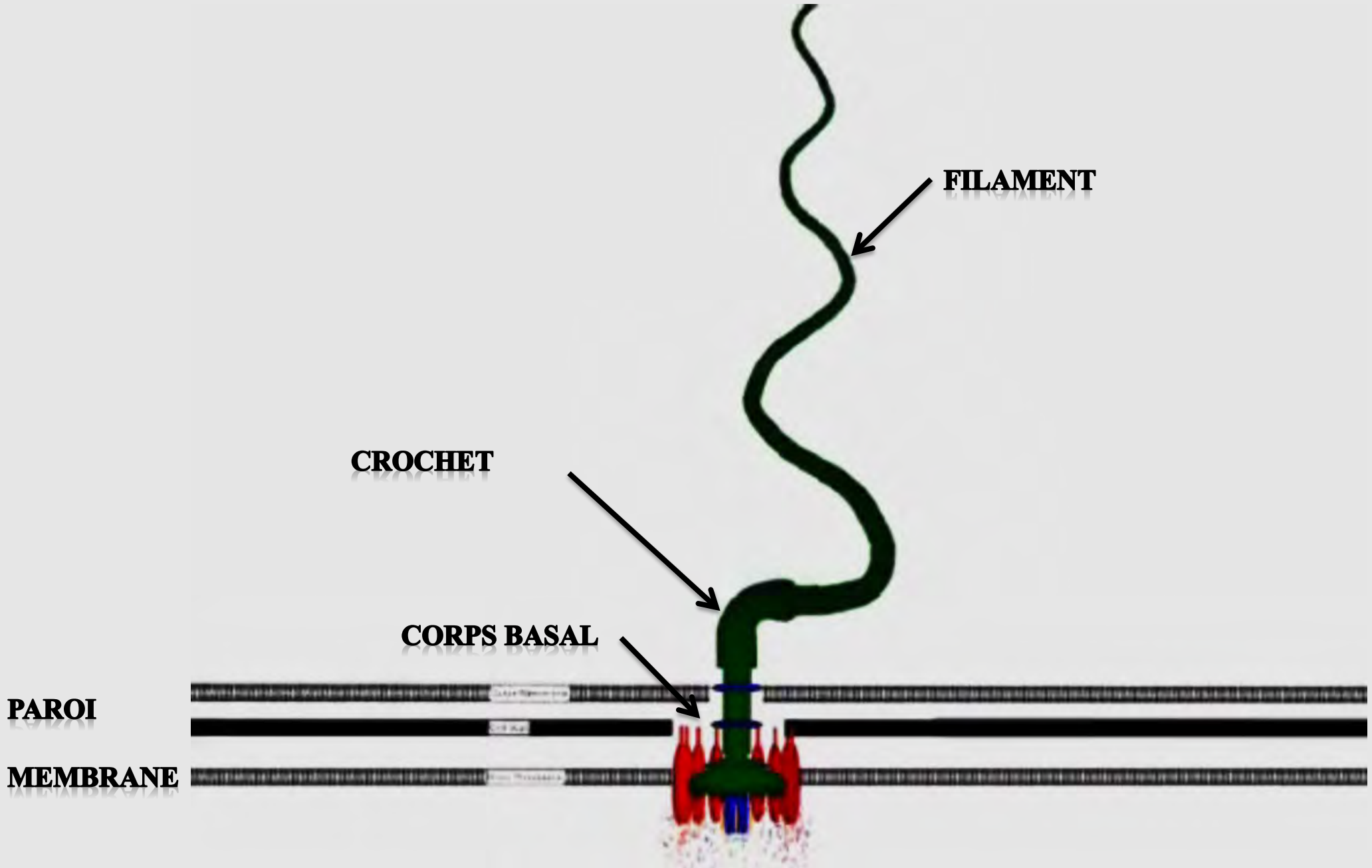


AMPHITRICHE



Mouvement Tournoyant lent

PÉRITRICHE



FLAGELLES

STRUCTURE



Filament

Crochet

Membrane externe

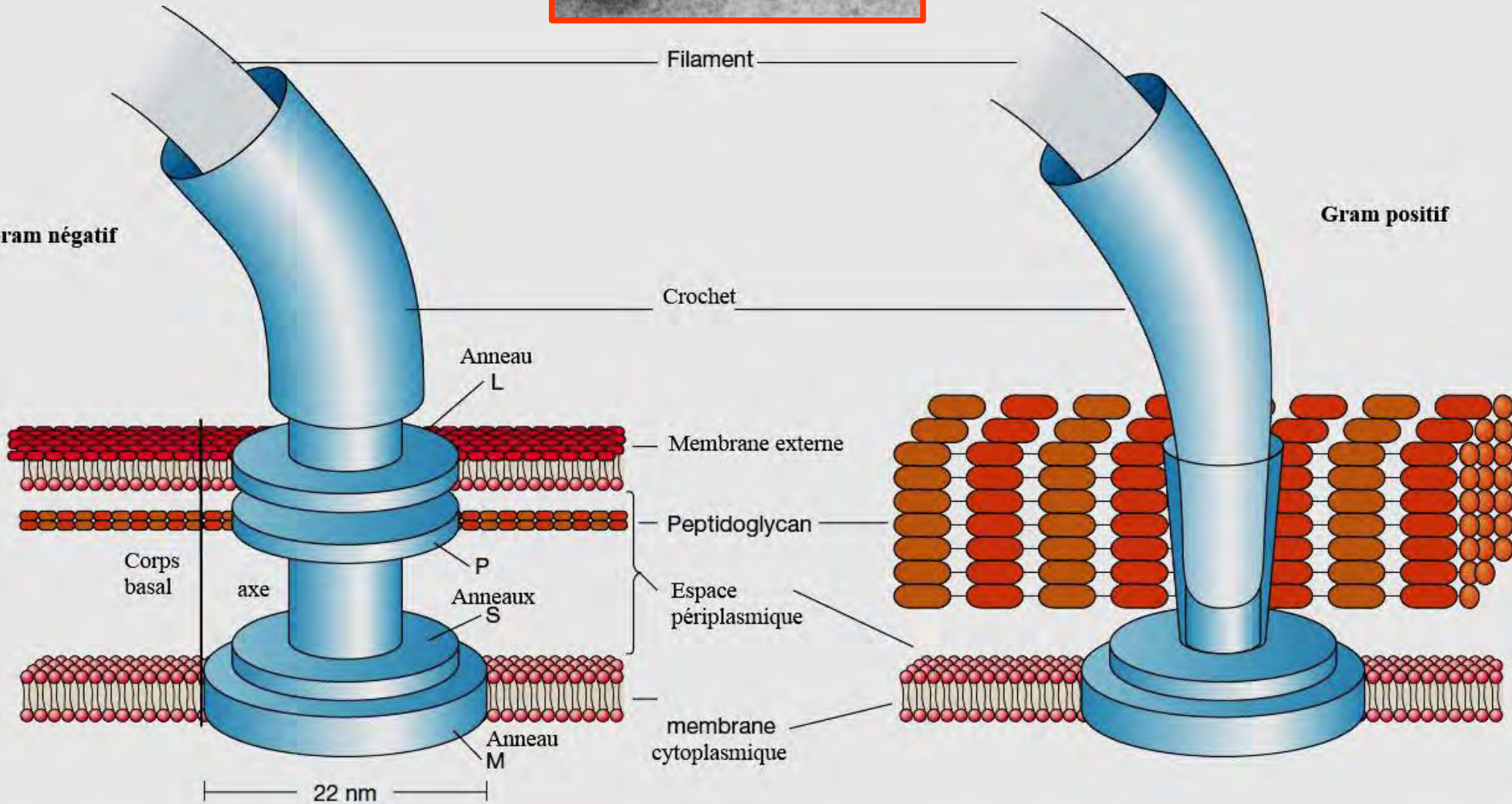
Peptidoglycan

Espace périplasmique

membrane cytoplasmique

Gram positif

Gram négatif



22 nm

- **MOBILITÉ CELLULAIRE ;**

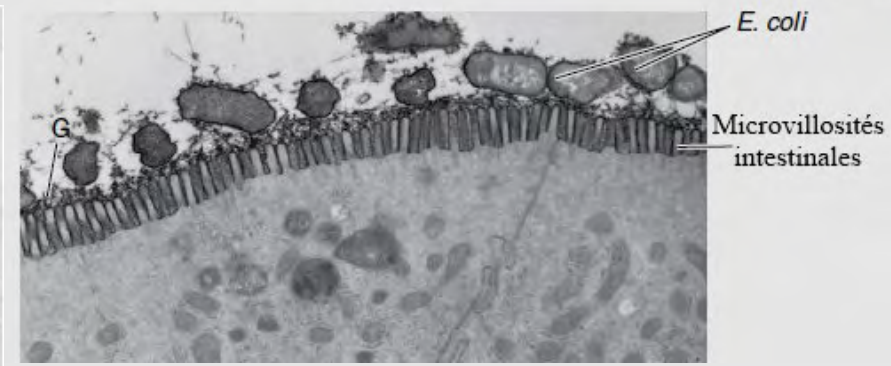
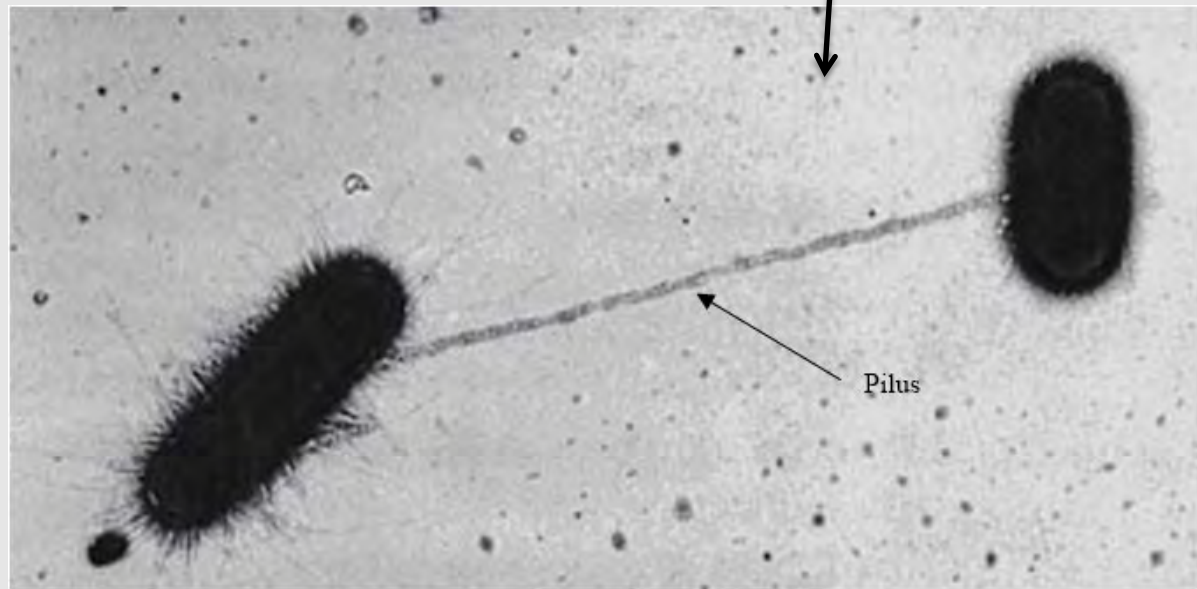
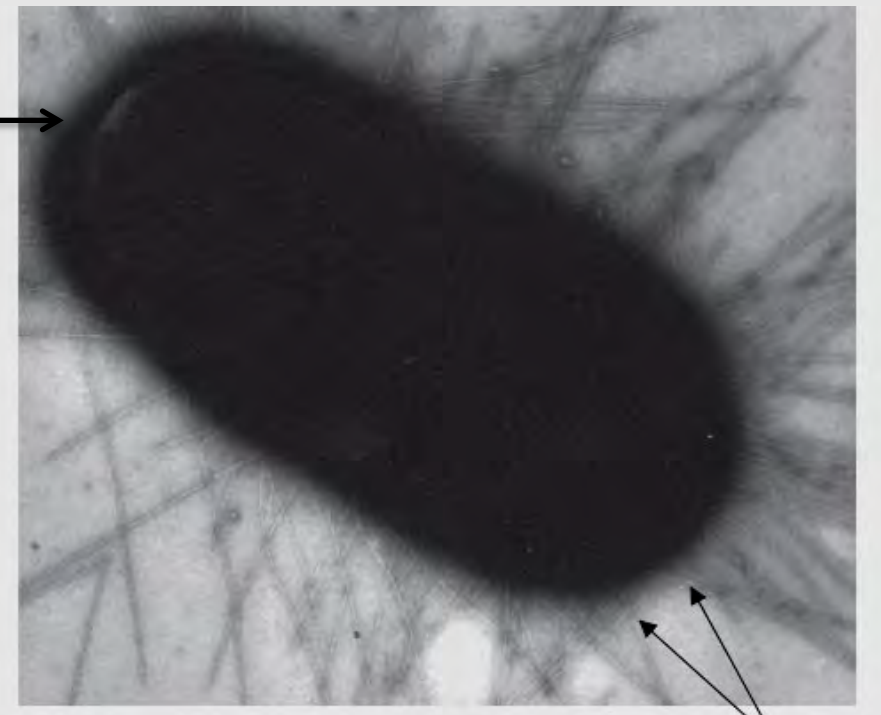
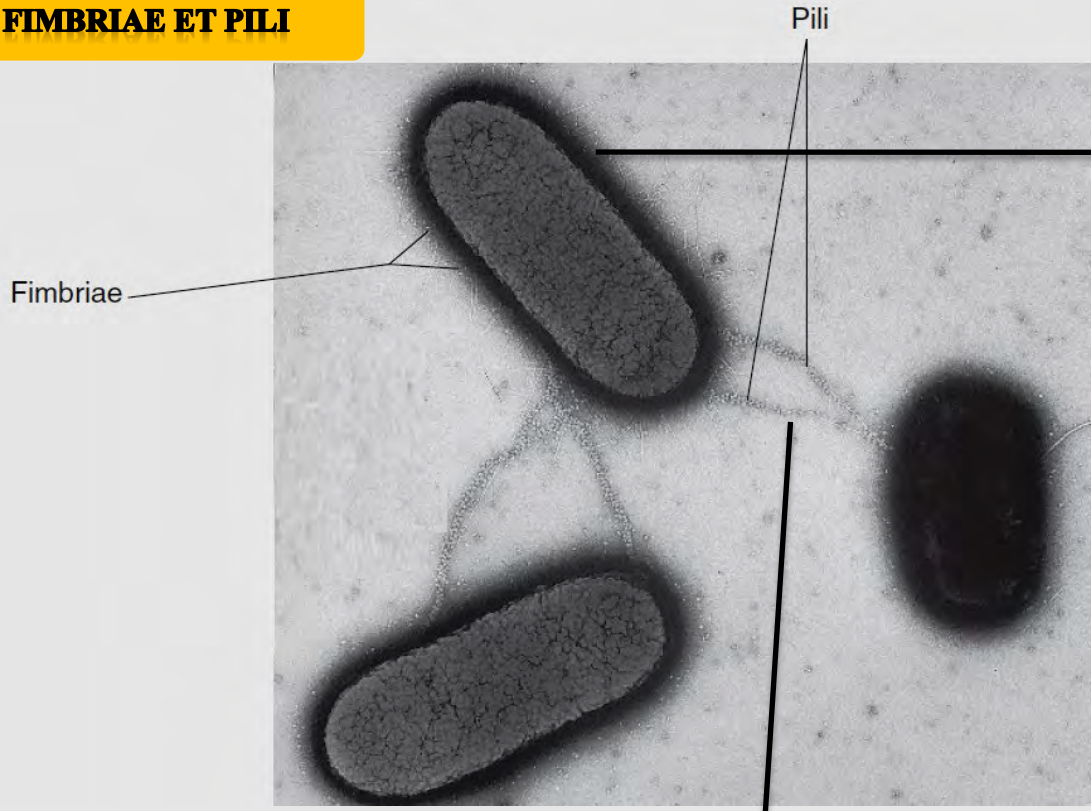
- **CHIMIOTACTISME/PHOTOTACTISME ;**

Chimiotaxie positive en présence d'un crystal de sucre

- **PROPRIÉTÉS ANTIGÉNIQUES.**



**FIMBRIAE ET PILI**



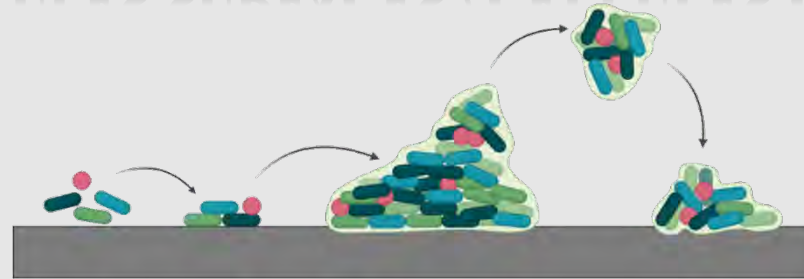
**FIMBRIAE (PILI COMMUNS)**

**- PILI (PILI SEXUELS)**

## FIMBRIÆ ET PILI

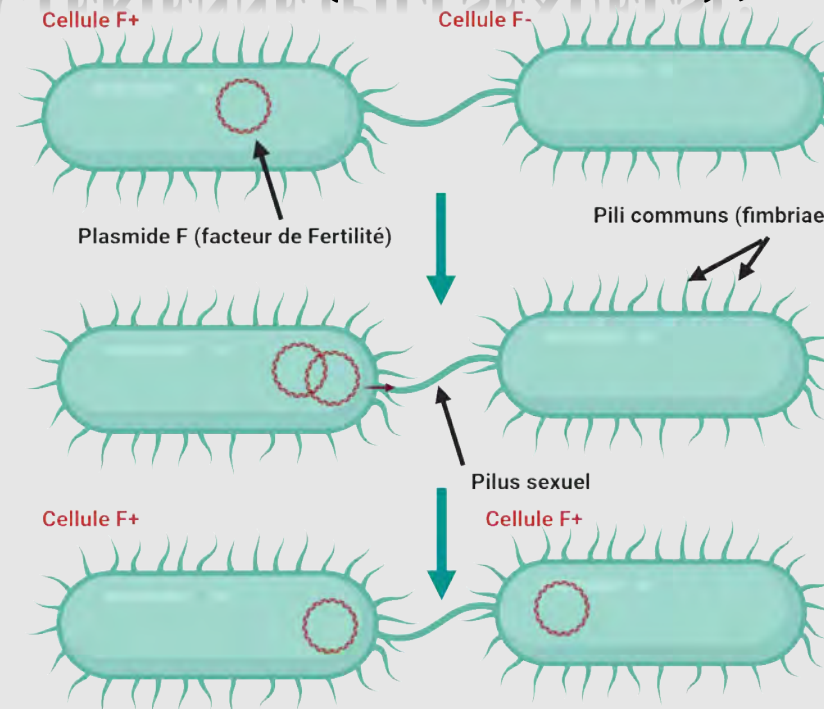
## FONCTIONS

## - ATTACHEMENTS CELLULES-SURFACES / CELLULES-CELLULES ;



Formation d'un biofilm bactérien

## - CONJUGAISON BACTÉRIENNE (PILI SEXUELS) ;



Conjugaison bactérienne

- MOBILITÉ SUR SURFACE PAR CONTRACTION (PILI TYPE IV) ;
- ANTIGÉNIQUE.