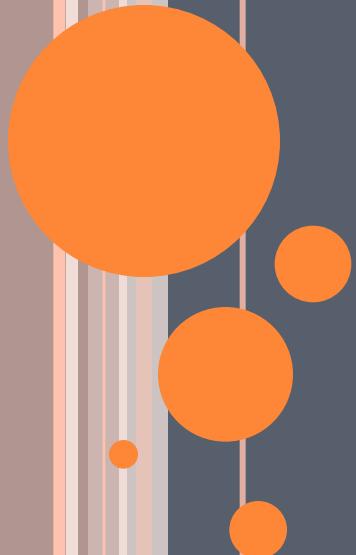




Université Mohammed Seddik Ben Yahia- Jijel
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

COURS DE MICROBIOLOGIE



2020/ 2021

OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT

- L'étudiant en 2^{ème} année TC doit acquérir les notions du monde microbien, les techniques utilisées pour observer les microorganismes, la croissance et la classification bactérienne.



CHAPITRE 01

LE MONDE MICROBIEN



Introduction

Microbiologie?

Microbiologie: est une sous-discipline de la biologie basée sur l'étude des micro-organismes et des relations avec leur environnement. (du grec : *mikros*= petit ; *bios* = vie).

Microorganismes?

Microorganismes: constitue un groupe extrêmement diversifié d'organismes microscopiques. Ils se distinguent les uns des autres par leur forme, leur taille et leur mode de vie.



HISTORIQUE

❖ Premières descriptions de micro-organismes

« Animalcules » décrits par van Leeuwenhoek dans le tartre dentaire

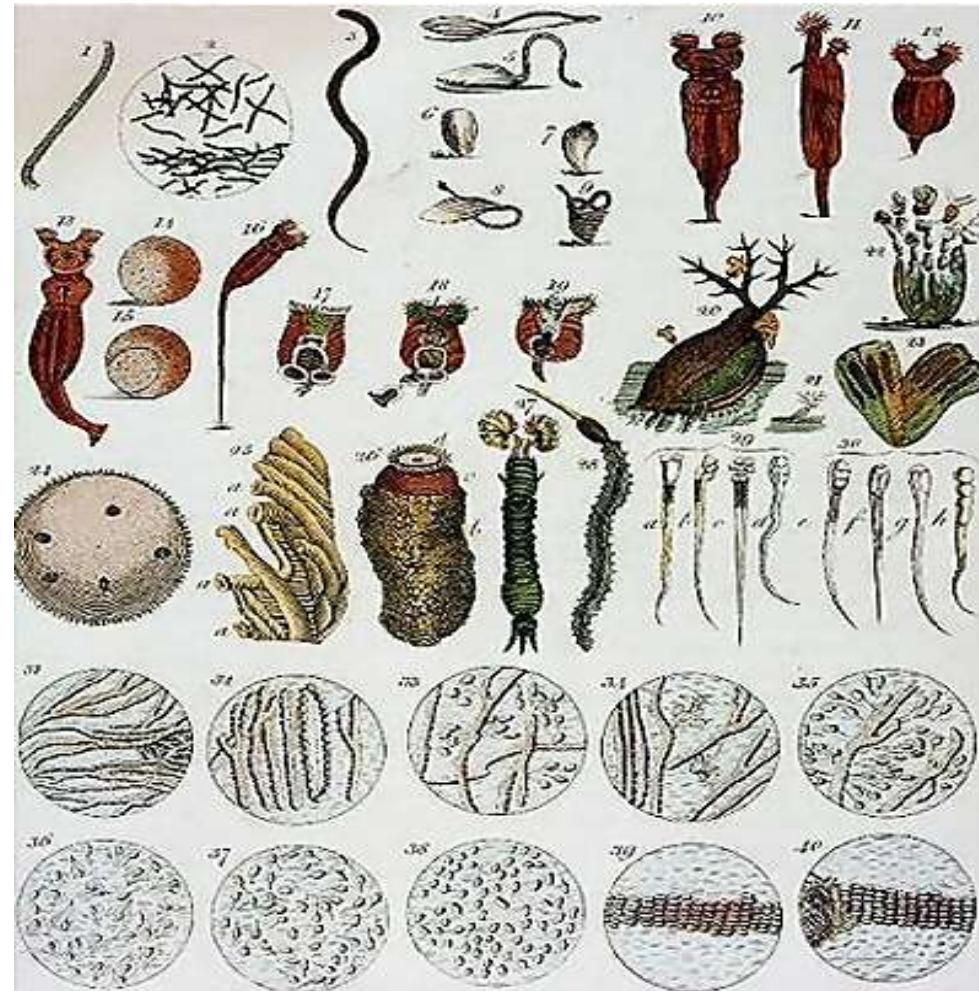
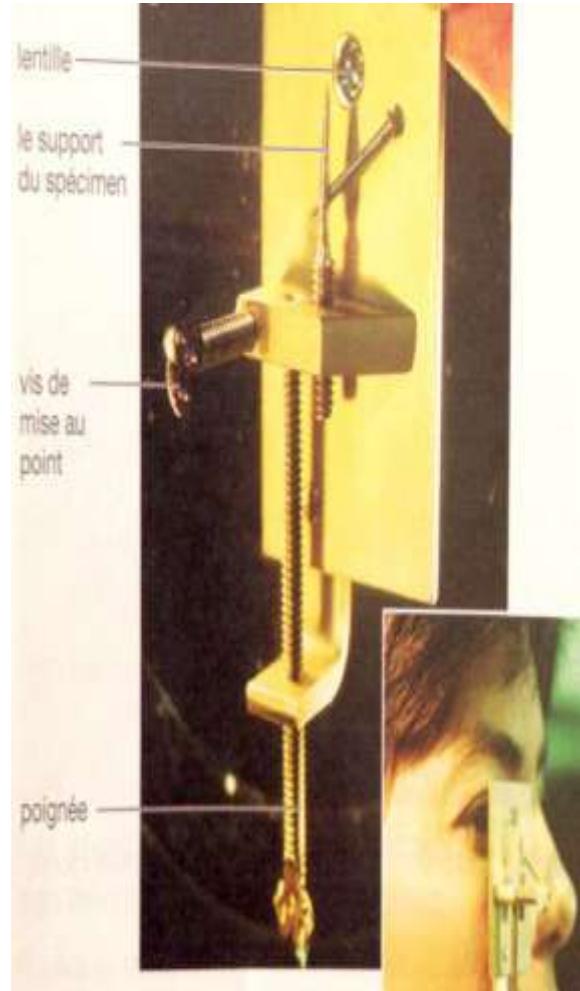
Extrait de la 18ème lettre (9 octobre 1676)

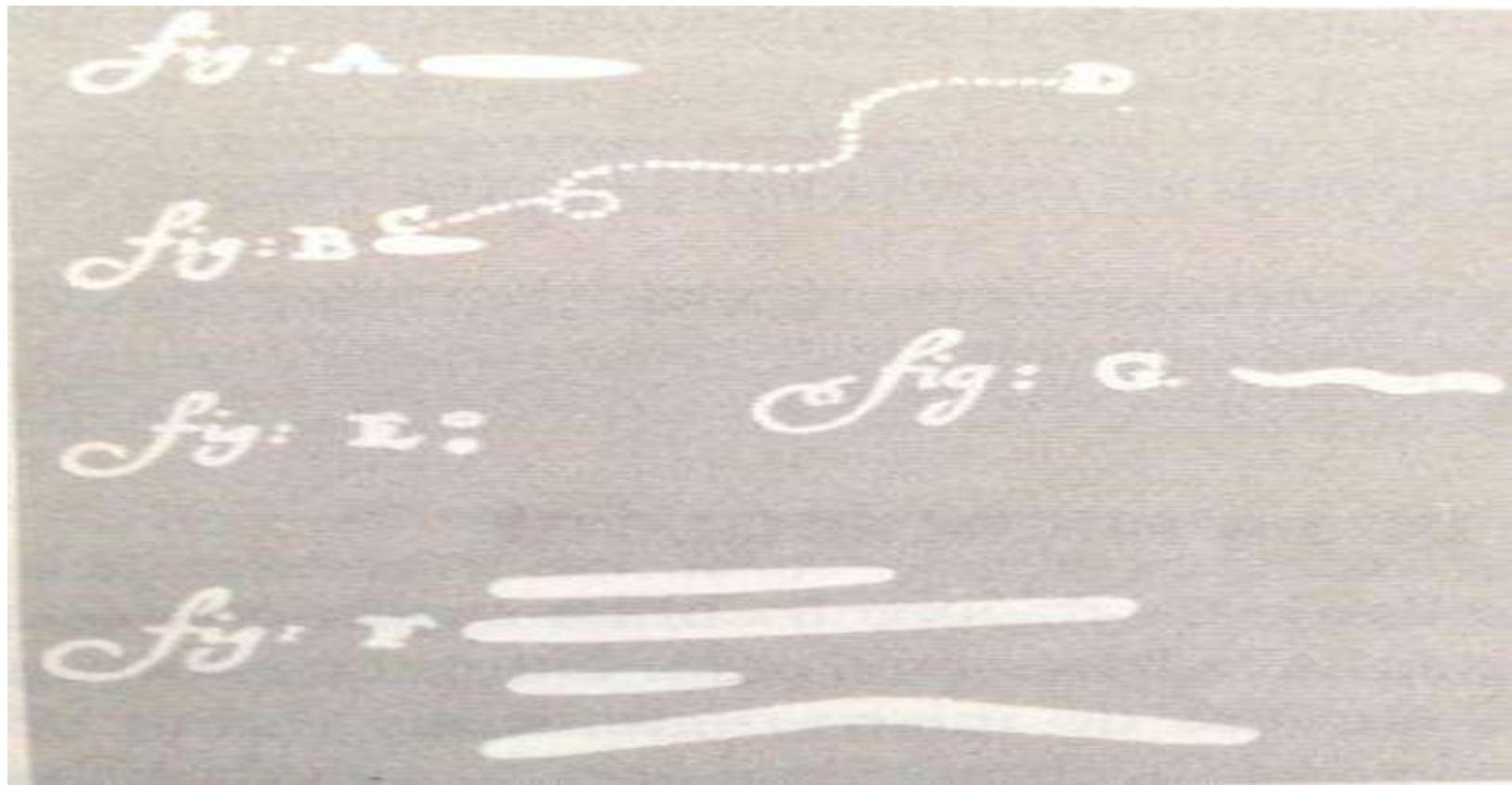
“ De vierde soort van
diertgens die ick ook sag
bewegen, waren soo klein,
dat voor mijn geen figuer te
geven sijn, dese diertgens
waren als 1000 mael
cleijnder als het oog van en
volwassen Luijs (...)”

Antoni van
Leeuwenhoek
(1632-1723)



Le microscope dont s'est servi Leeuwenhoeck et quelques-uns des "animalcules" qu'il lui a permis d'observer.

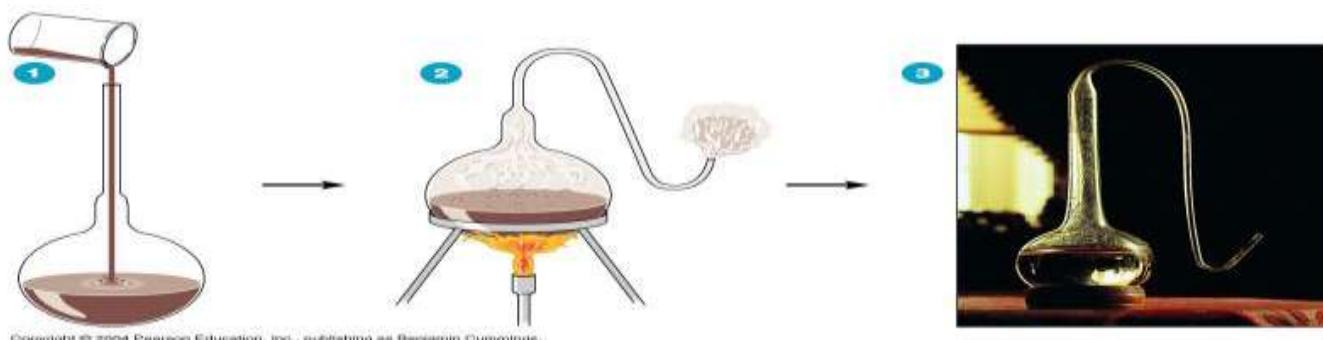




**Bactéries de la bouche dessinées
par A. Van Leeuwenhoek**



- Après la découverte des animalcules par Van Leeuwenhoek, cette théorie se confirma, notamment par les expériences de **John Needham**, en 1745, qui démontra la croissance des micro-organismes dans des flacons contenant des bouillons de viande ou de maïs.
- Le chimiste **Louis Pasteur (1862)**, montre que la génération spontanée n'existe pas. Il affirma la biogenèse



Expérience de Pasteur quiacheva la théorie de la génération spontanée

- La relation directe entre une bactérie et une maladie a été démontrée par le médecin allemand **Robert Koch (1843-1910)** en étudiant la tuberculose et son agent *Mycobacterium tuberculosis*.
- **Tyndall 1877** : découverte des spores, leur thermorésistance et il mit au point la tyndallisation.
- **Winogradsky 1856-1953** : Travaux sur les bactéries nitrifiantes, les bactéries fixatrices de l'azote, sulfureuses et la décomposition bactériennes de la cellulose dans les sols.
- **Beijerinck 1851-1931** : les bactéries fixatrices de l'azote, symbiotiques.

Place des microorganismes dans le monde vivant

Classification contemporaine

Le monde du vivant peut être classé en:

Règne animal,

Règne végétal,

Règne des Protistes.

Les protistes: englobent tous les microorganismes:

les algues,

les protozoaires,

les champignons,

les bactéries.

Selon l'organisation cellulaire, les protistes se subdivisent en :

protistes supérieurs, cellules eucaryotes : organisation cellulaire **complexe**

l'existence d'un **noyau** : algues (sauf les algues bleu-vert), champignons, protozoaires,

protistes inférieurs, cellules procaryotes: cellule **unique dépourvue de noyau**:

- les algues bleu-vert ou Cyanobactéries,

- les bactéries.

Les virus: organismes acellulaires → parasites obligatoires

❖ COMPARAISON PROCARYOTES-EUCARYOTES

EUCARYOTES

Domaine de la
microbiologie

PROCARYOTES

ANIMAUX

PLANTES

PROTISTES

FUNGI

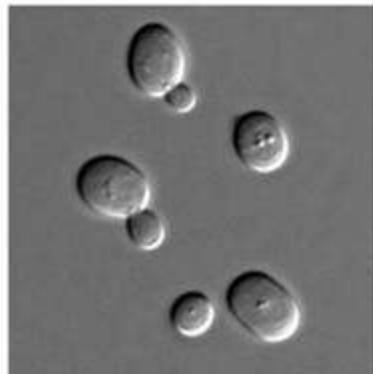
**EUBACTERIES
ARCHAE**

micro-algues
protozoaires
levures
moisissures





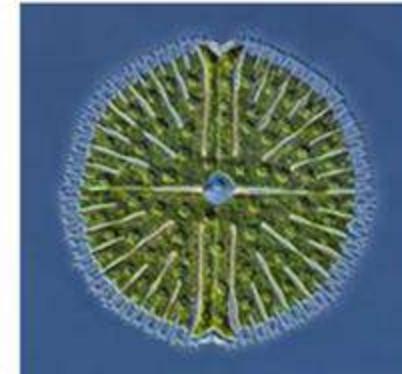
Bactérie
unicellulaire



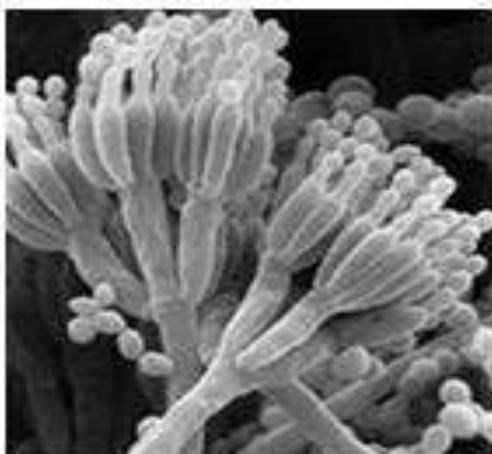
Levures



Protozoaire



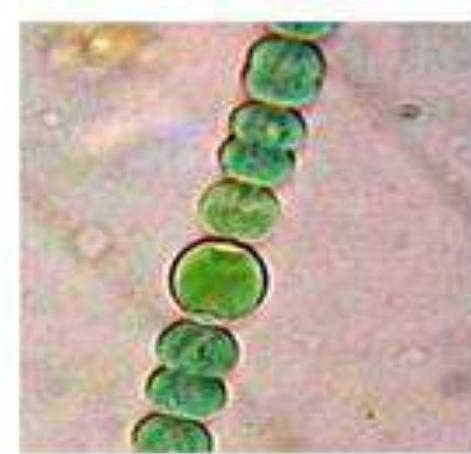
Algue



Penicillium camembert



Penicillium notatum

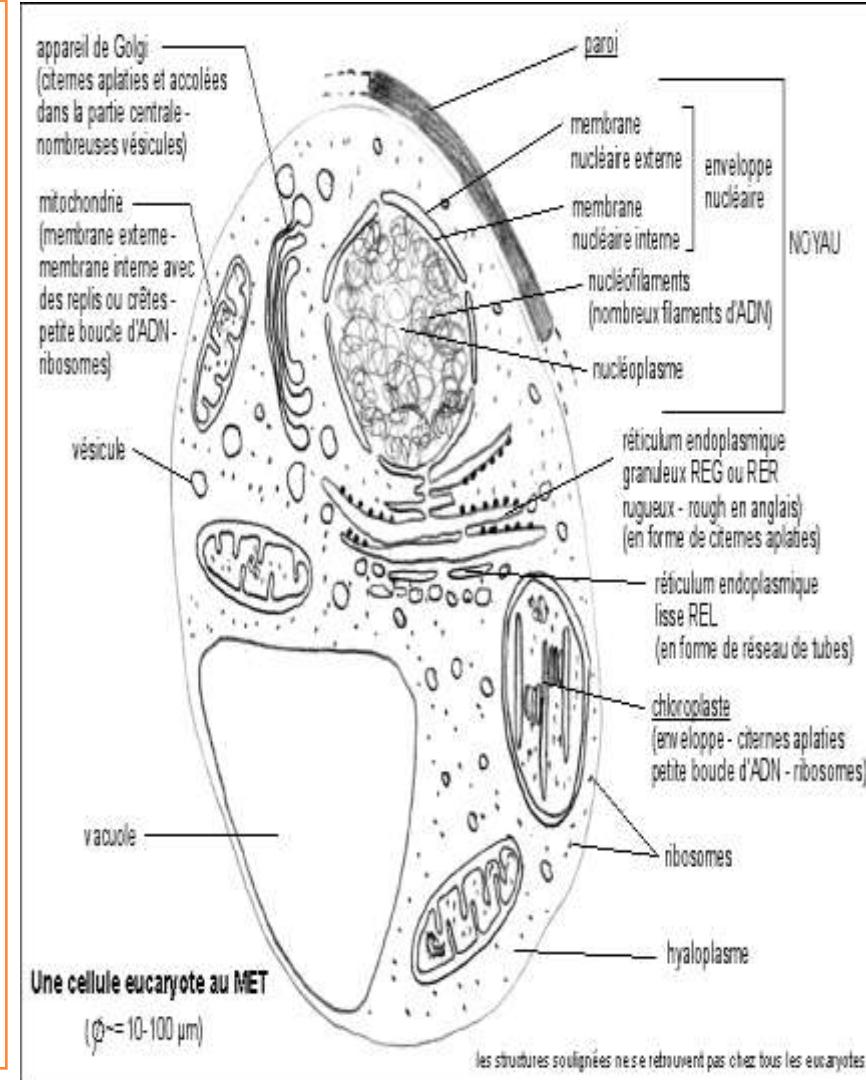
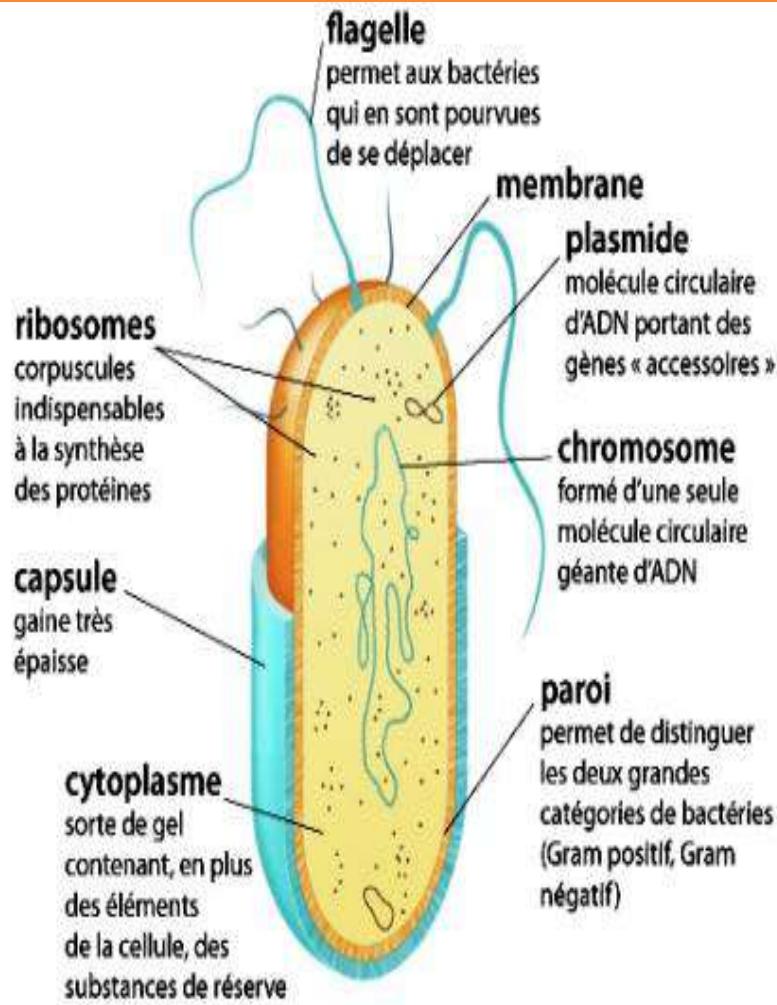


Algue bleu



Structure cellulaire	Prokaryote	Eucaryote
Taille typique	diamètre < 2 µm	2 µm < diamètre < 100 µm
Type de noyau	nucléoïde (pas de véritable noyau)	vrai noyau avec double membrane
Présence d'organites intracellулaires	Aucun	Habituellement présents (mitochondries, chloroplastes, app. De Golgi)
Ribosomes	oui	oui
Membrane nucléaire	Non	oui
Nombre de chromosomes	1 chromosome (Haploïde)	Plusieurs chromosomes (Diploïde)
Chromosome circulaire	Oui	non
Histones	Non	oui
Nucléole	Non	oui
ARN et synthèse des protéines	couplé au cytoplasme	synthèse d'ARN dans le noyau synthèse de protéines dans le cytoplasme

Propriétés	Prokaryotes	Eucaryotes
- Paroi	Présente (composée de peptidoglycane)	- Absente chez animaux et protozoaires; - Présente chez plantes, champignons et algues (polysaccharides)
Système respiratoire:	Membrane cytoplasmique	Membrane mitochondriale
Photosynthèse:	chromatophores ou chlorosomes (système membranaire interne)	chloroplastes
Mobilité	- pas de mouvement amibioïde (paroi rigide). - mouvement flagellaire	- Mouvement amibioïde (eucaryotes sans paroi). - Mouvement flagellaire.



Organisation cellulaire d'une bactérie

Organisation d'une Cellule Eucaryote

Chapitre 2: la cellule bactérienne



Techniques d'observation de la cellule bactérienne

• Observation sans coloration : état frais



- Ciliature polaire : la bactérie possède un ou plusieurs cils tous situés à un pôle ou aux deux pôles de la cellule



Fig. 5 – Les différents types de ciliature polaire

- Ciliature péritriche : la bactérie possède des cils régulièrement répartis tout autour de la cellule.

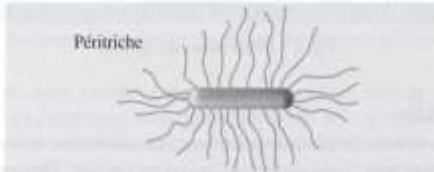


Fig. 6 – Ciliature péritriche

Ciliature probablement péritriche Ciliature probablement polaire

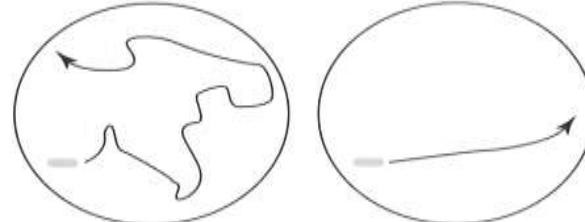


Fig. 2 – Déplacement des bactéries en fonction de leur ciliature

• Observation après coloration

Coloration simple

Coloration de la paroi

Coloration de la capsule

Coloration des flagelles

Bleu de méthylène

Coloration de Gram

Coloration à l'encre de chine

Méthode de Rhodes

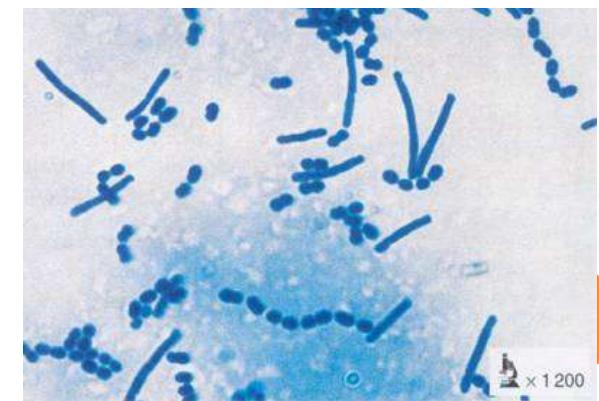
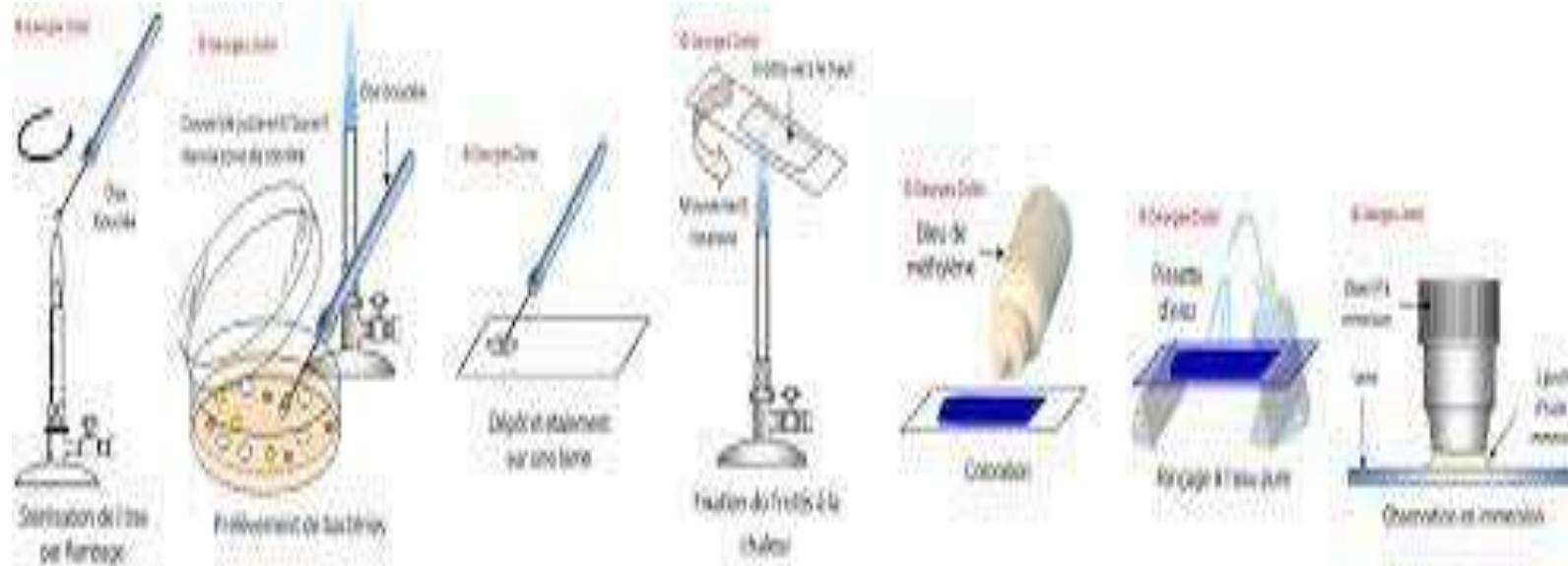
Coloration de l'endospore

Coloration de Zielh Neelson

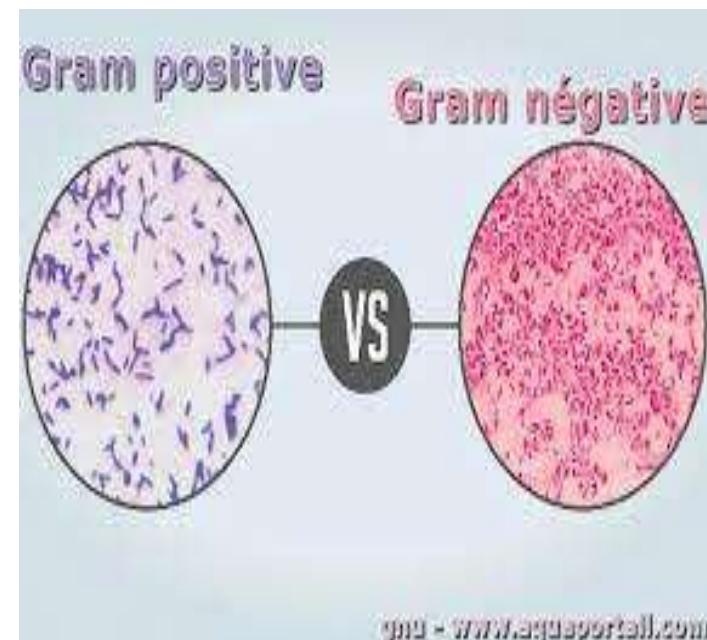
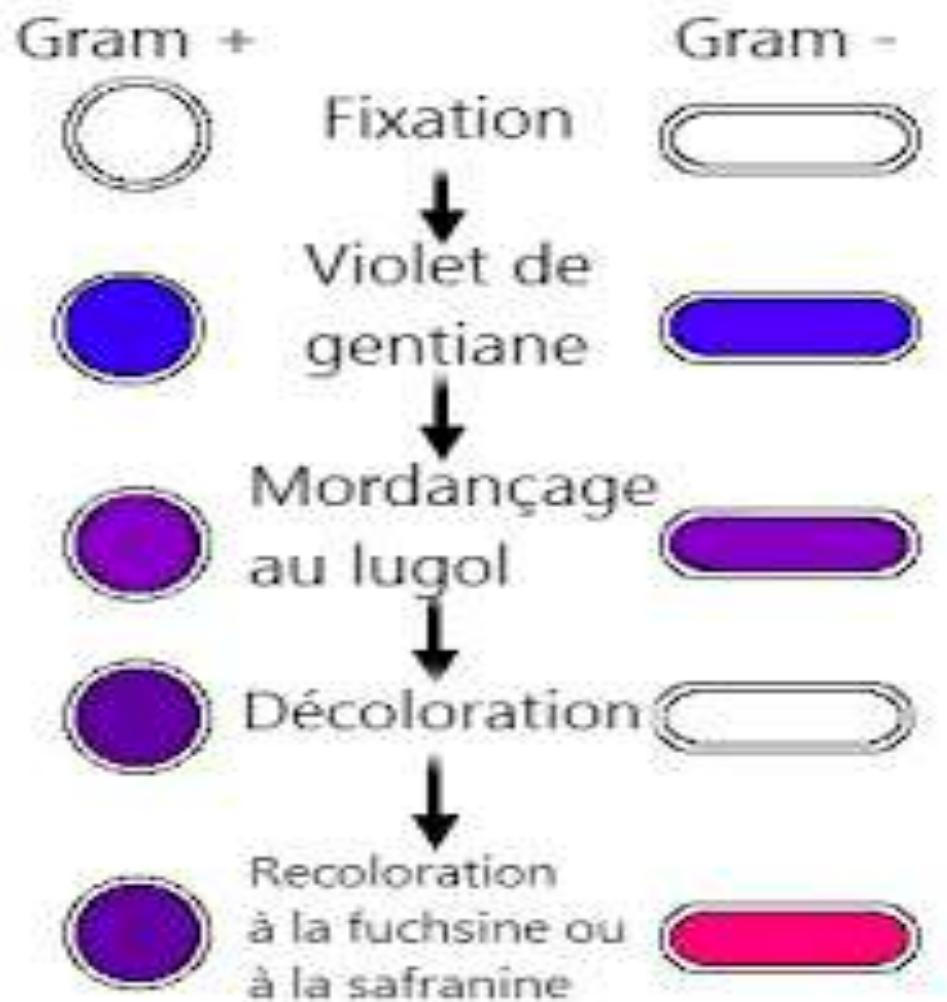
Coloration Scheffer Fulton

Acido-alcoolo-résistants

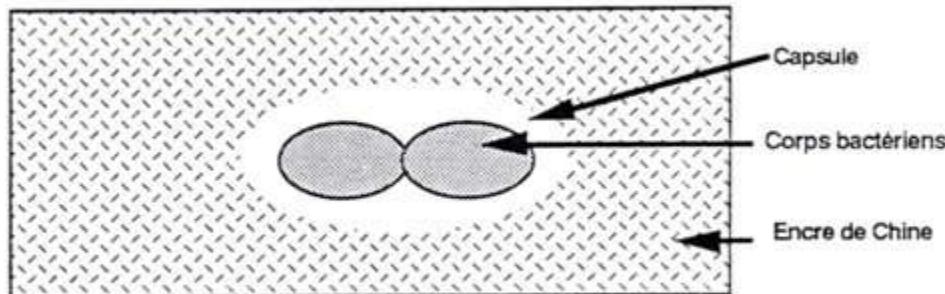
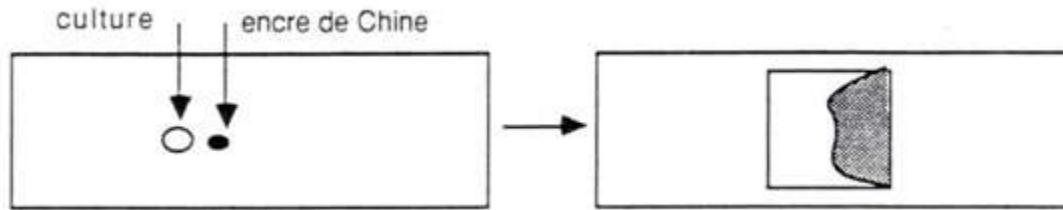
- **Coloration simple:
Bleu de méthylène**



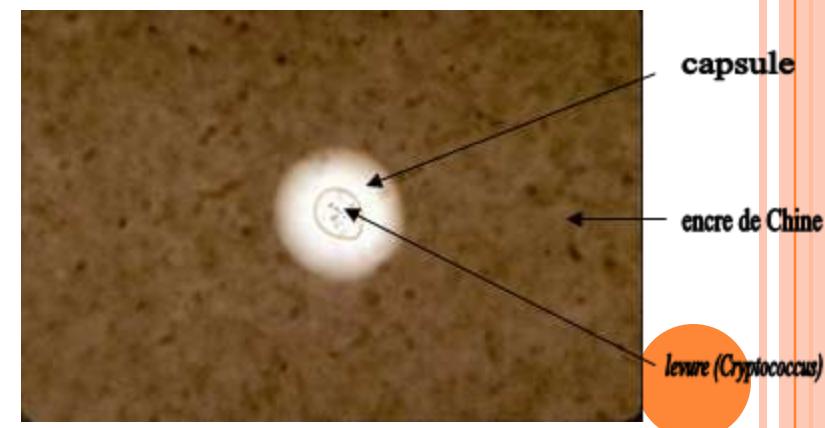
- **Coloration de la paroi : coloration de Gram**



- **Coloration de la capsule: coloration à l'encre de chine**



La capsule apparaît comme un halo clair autour des corps bactériens



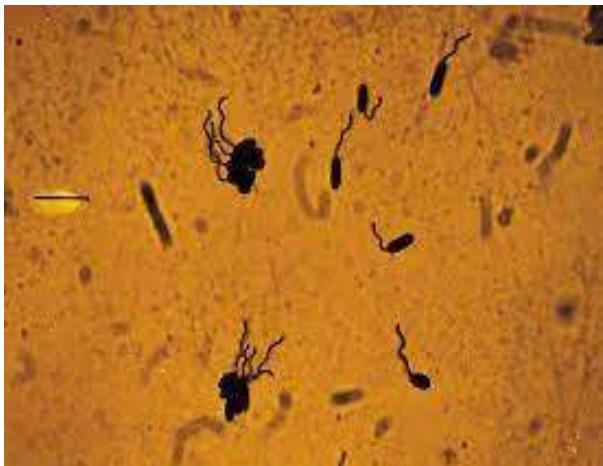
• Coloration des flagelles : méthode de Rhodes

Principe :

Epaississement des flagelles en utilisant

- **Un mordant** : facilite la coloration
- **Un colloïde** : épaisse les flagelles et les rend visibles.

Recouvrir la lame par
le mordant



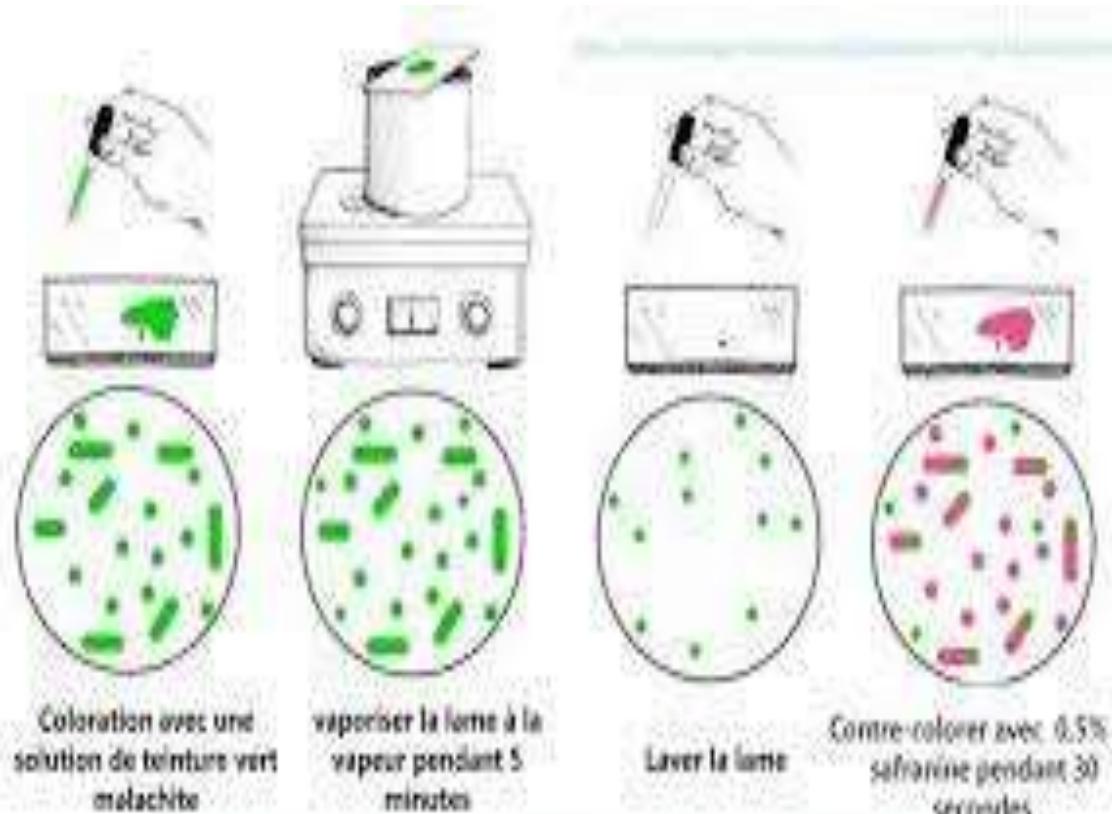
Recouvrir de nitrate d'argent ammoniacal chauffé presqu'à ébullition, et laisser agir 3 à 5 minutes.



Les corps bactériens apparaissent presque noirs, les flagelles sont teintés en brun plus ou moins foncé



- **Coloration des spores : Coloration Scheffer Fulton**

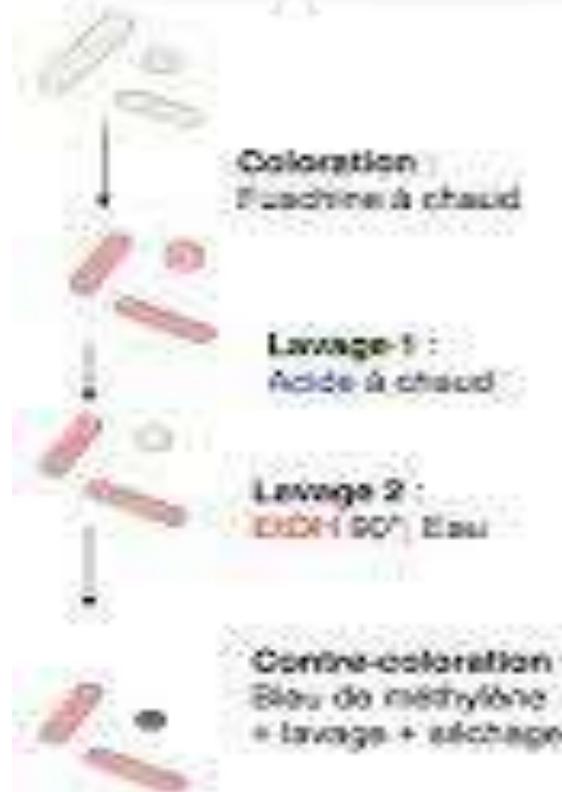


Coloration verte de malachite « méthode de Scheffer-Fulton »

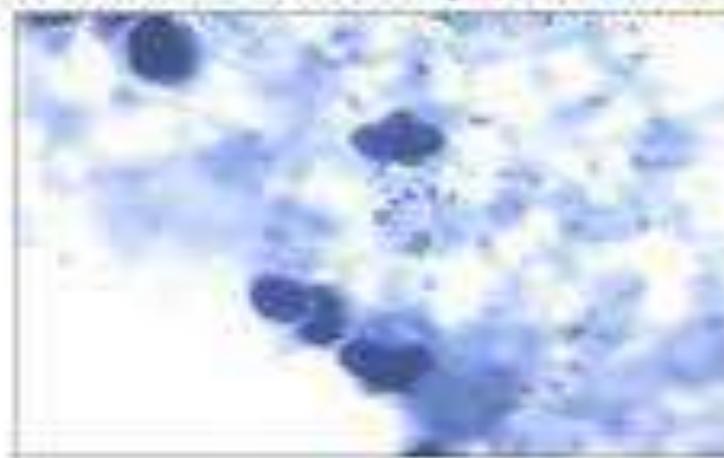


- Coloration de Ziehl Neelsen : Acido-alcoolo-résistants

Technique de coloration de ZIEHL NEELSEN

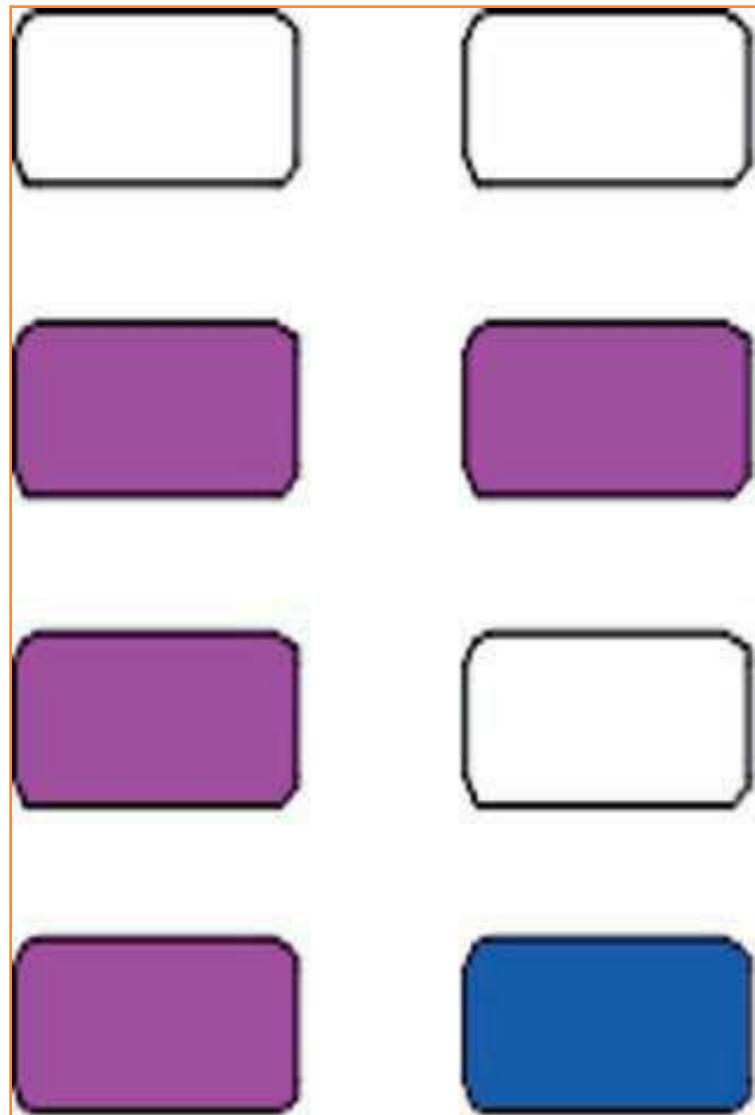


Mycobacterium tuberculosis (acido-alcohol-résistante)



M. meningitidis (non acido-alcohol-résistante)

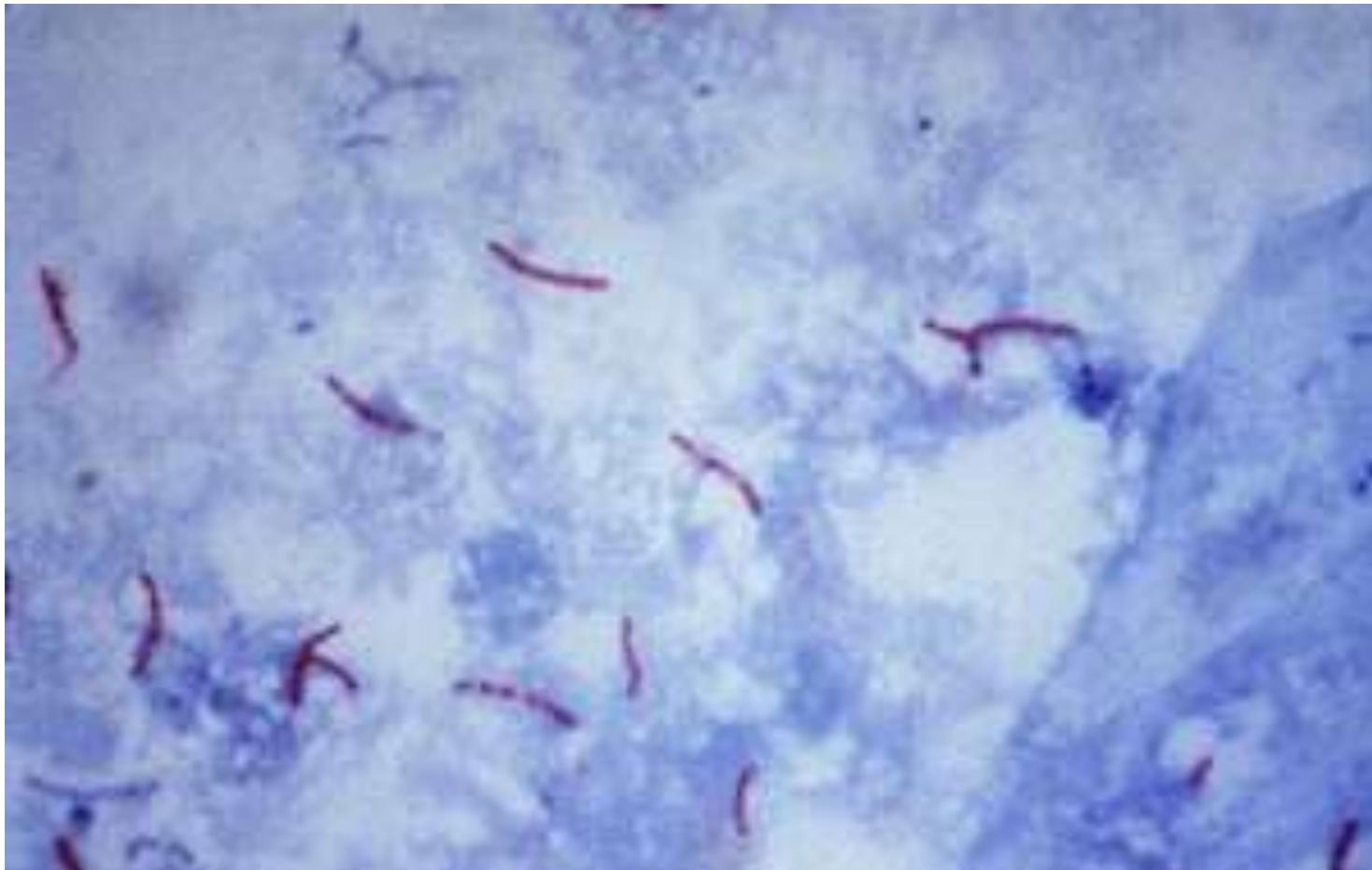
bactérie acido-alcooloo-résistante (BAAR).



Principe de la coloration de Ziehl-Neelsen:

- A.** Bactéries fixées non colorées.
- B.** Les deux sortes de bactéries sont colorées par la fuchsine.
- C.** Seules les BAAR restent colorées en rose après la décoloration.
- D.** Les bactéries décolorées à l'étape précédente sont recolorées en bleu par le bleu de méthylène.



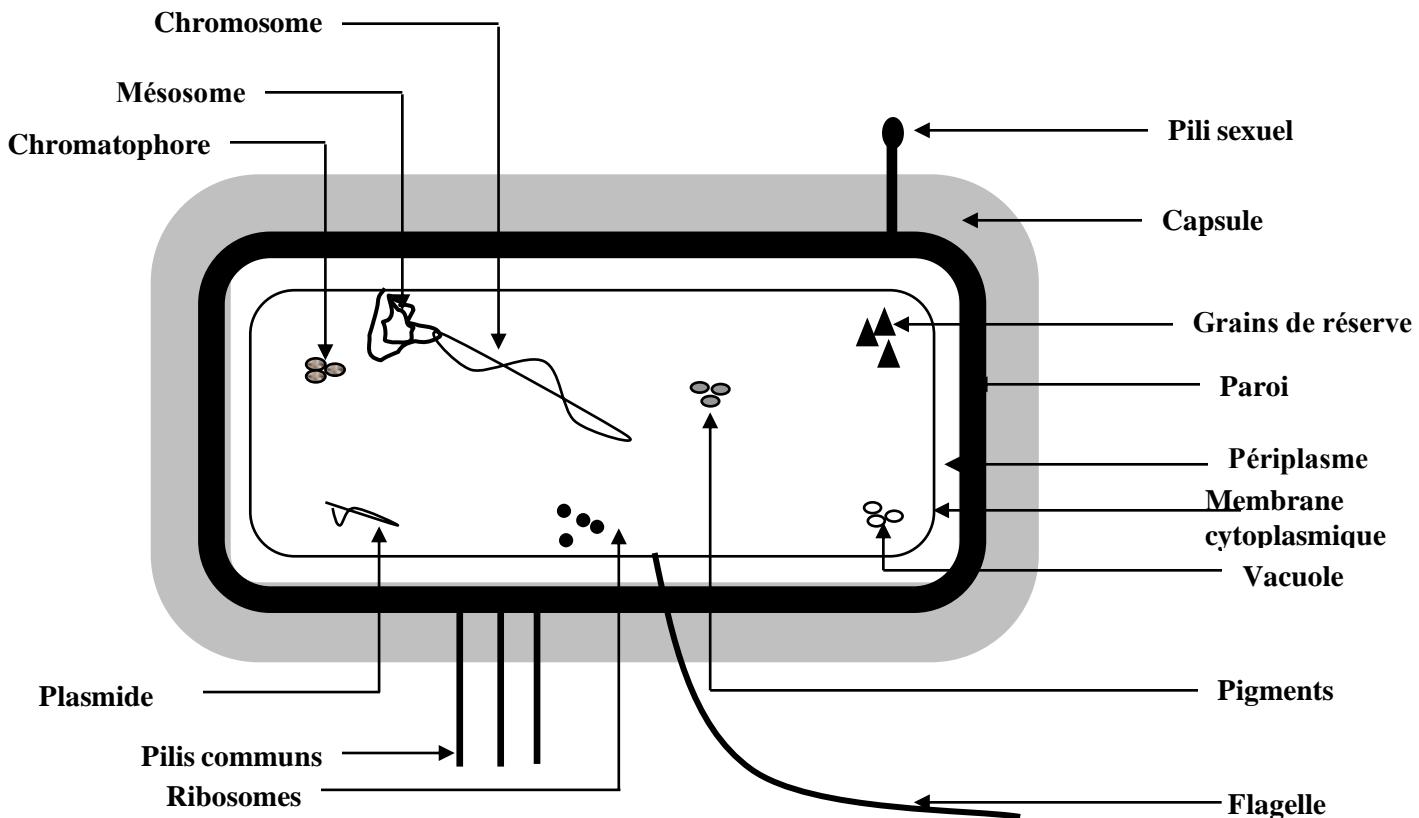


Coloration de Ziehl-Neelsen



Structure de la cellule bactérienne

Une bactérie est un micro-organisme unicellulaire "procaryote", de morphologie différente et qui se reproduit par scissiparité. Certaines bactéries sont pathogènes pour l'Homme, d'autres sont bénéfiques.



Structure de la cellule bactérienne

Morphologie bactérienne

Dimension: est de l'ordre du micromètre; on doit donc utiliser un microscope pour les observer.

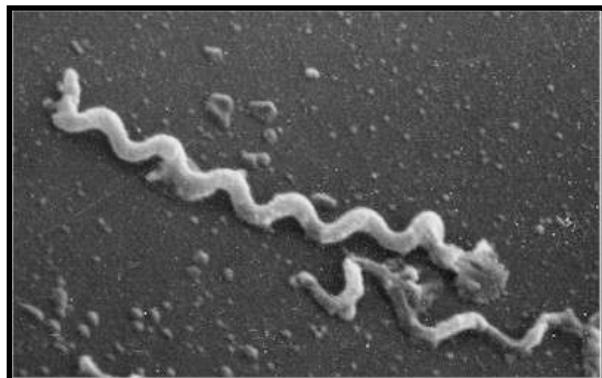
Formes:



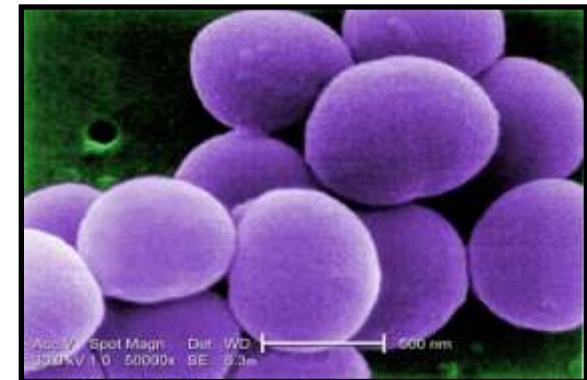
Bacille



virgule



hélicoïdale



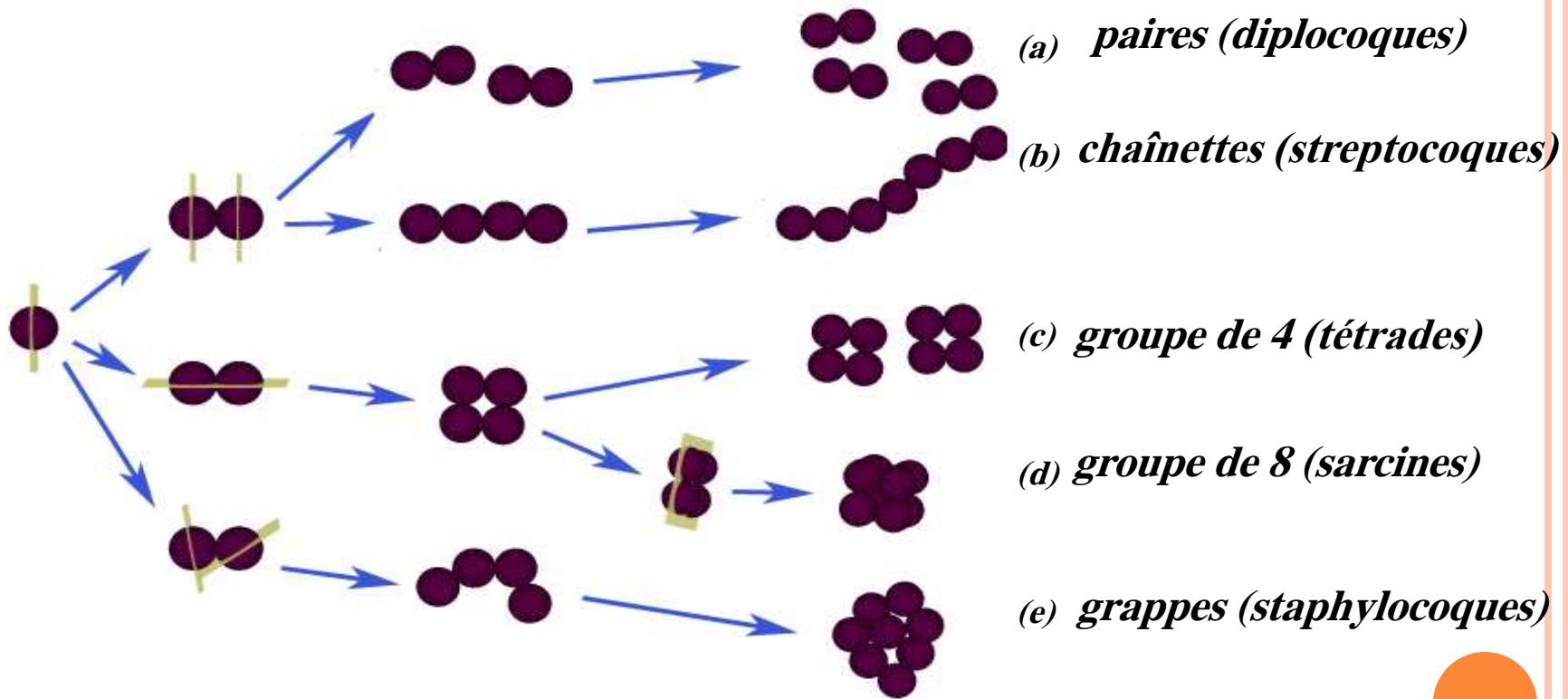
Cocci



coccobacille

Structure de la cellule bactérienne

Groupement : *1- les Cocci*



2. Les bâtonnets:

- Bâtonnets droits =
Bacilles

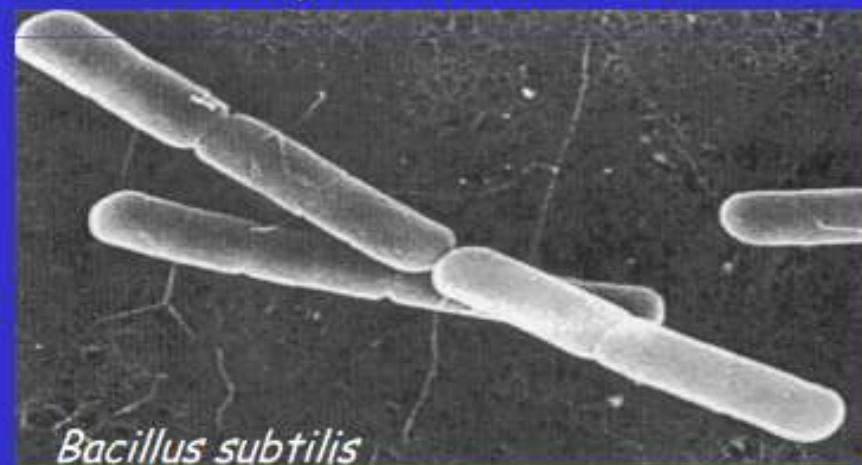


Regroupements:

Bacilles isolés

Diplobacilles

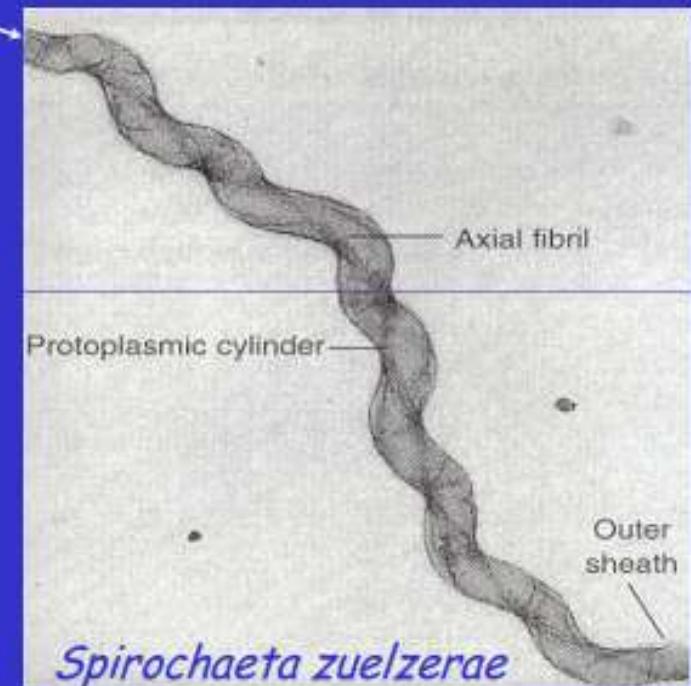
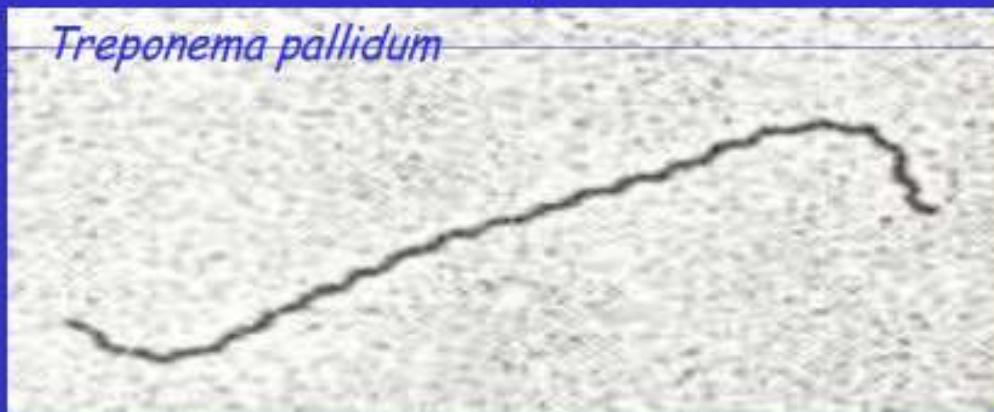
Streptobacilles



- Bacilles incurvés:



3. Les formes spiralées:



Structure de la cellule bactérienne

○ **Les structures fondamentales**

- ✓ la paroi
- ✓ membrane cytoplasmique
- ✓ Cytoplasme
- ✓ ribosomes
- ✓ chromosome .

○ **Les structures particulières**

- ✓ Capsules
- ✓ Flagelles
- ✓ pili
- ✓ Spores
- ✓ plasmides



Structure de la cellule bactérienne

Eléments obligatoires :

- chromosome
- cytoplasme
- ribosomes
- membrane cytoplasmique
- paroi

Eléments inconstamment présents :

- plasmides
- vacuoles, substances de réserve
- capsule
- flagelles
- pili (pilus commun et pilus sexuel)
- spore

Eléments absents :

- * véritable noyau
- * mitochondrie
- * réticulum endoplasmique
- * appareil de Golgi



LA PAROI BACTERIENNE



Enveloppe caractéristique des procaryotes

Rigide \approx "exosquelette"

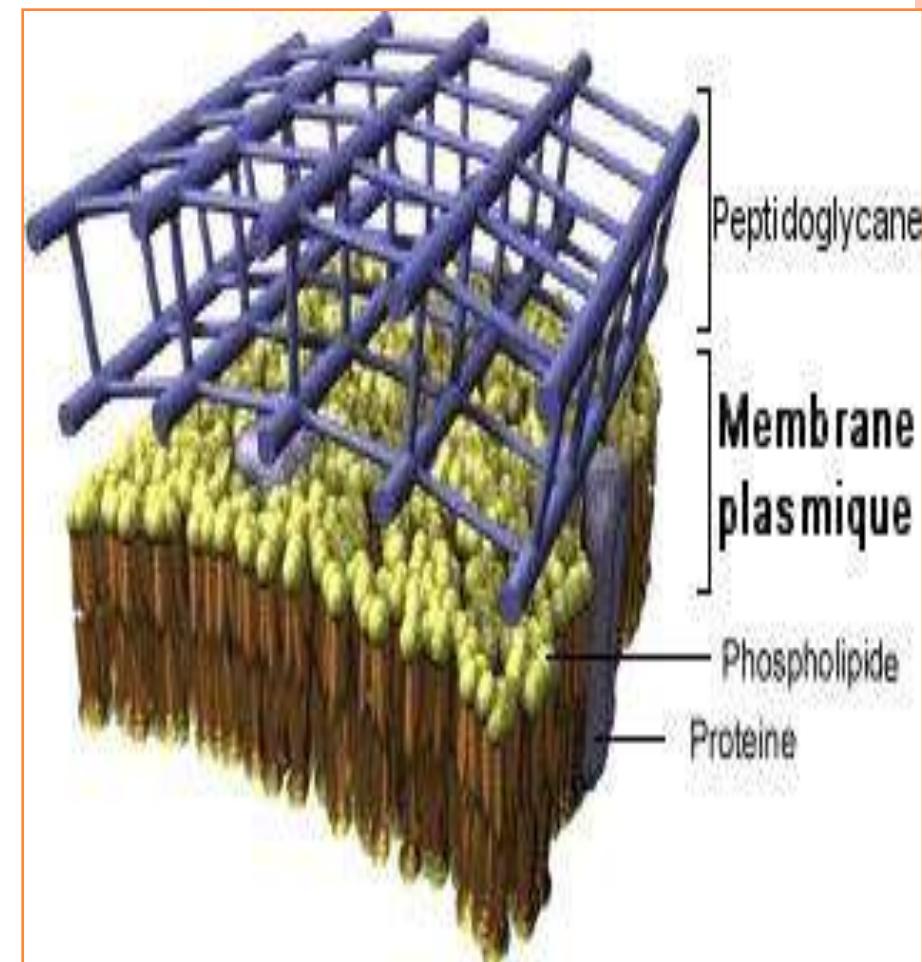
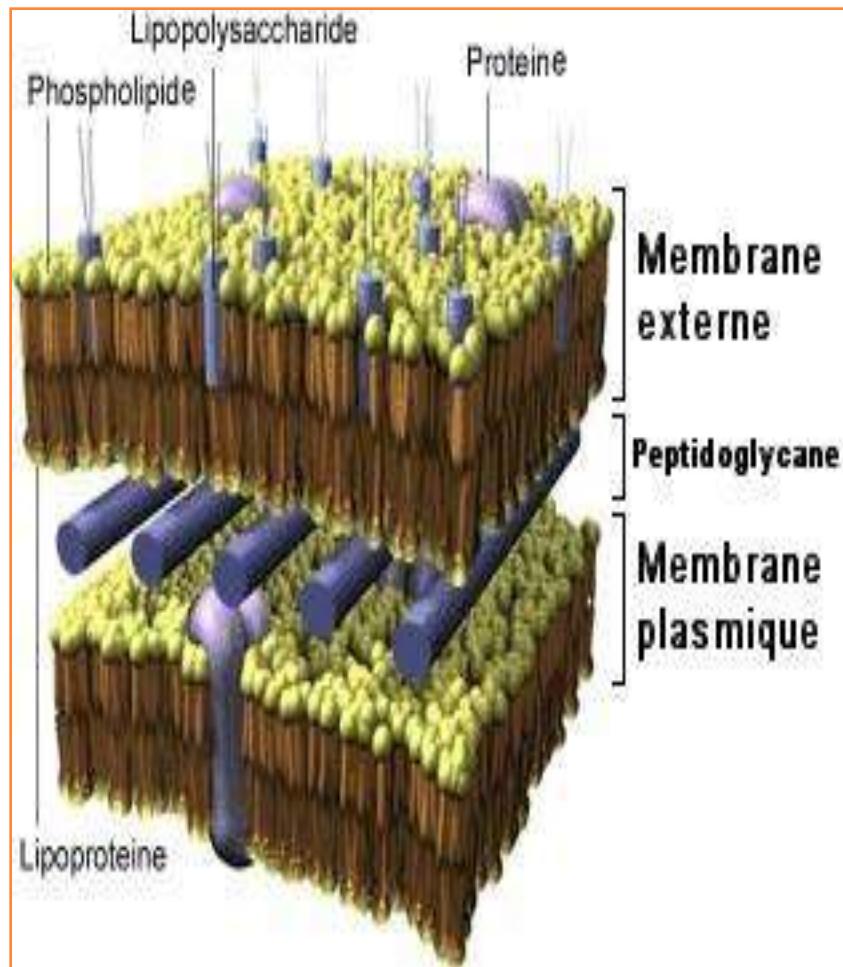


Peptidoglycane

Gram +

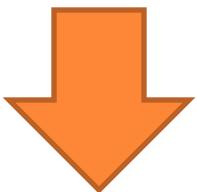
Gram -

○ Différences structurales entre les paroi des Gram + et Gram -



Support de cette différence de Gram: pépcidoglycane

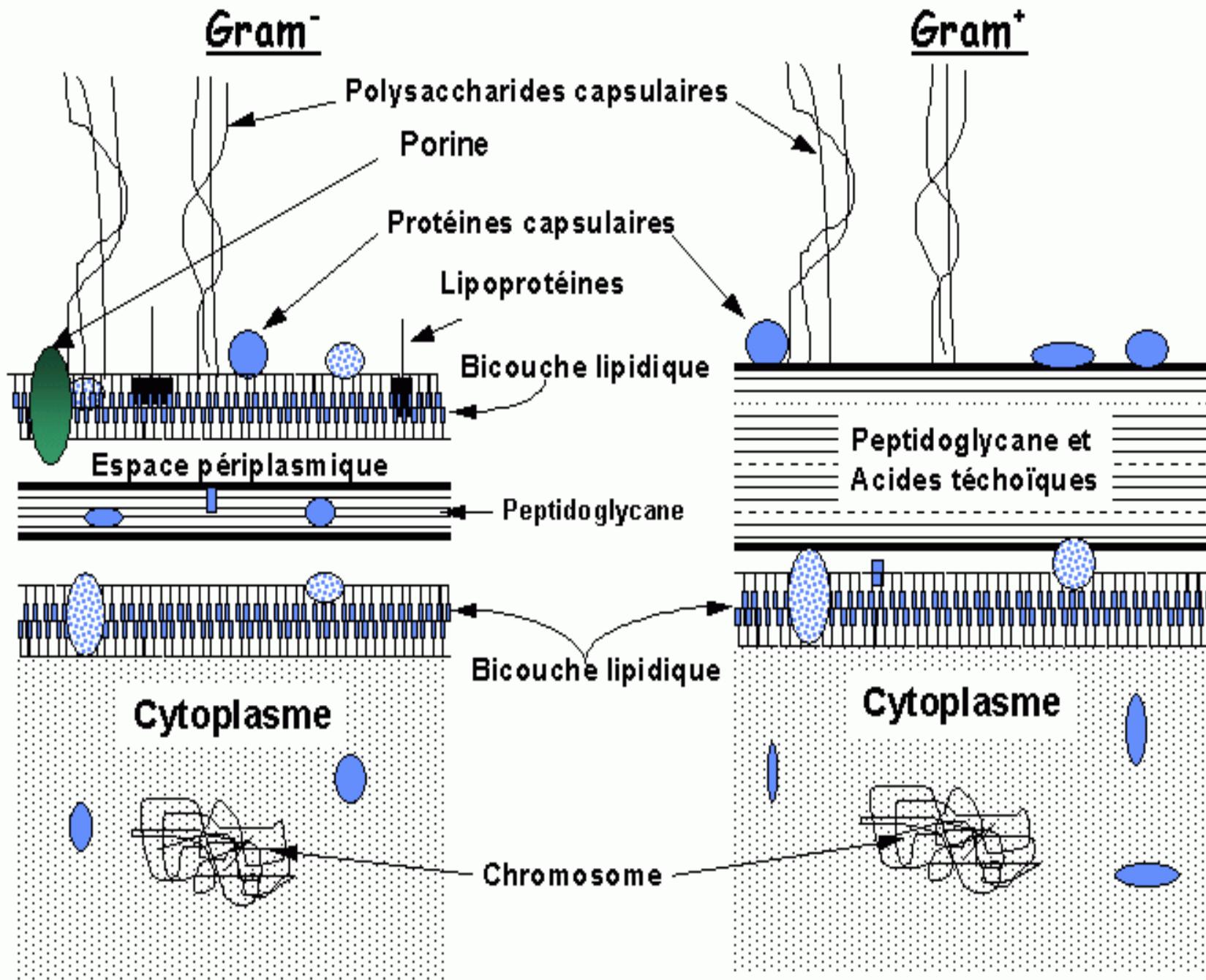
(muréine= mucocomplexe= mucopeptide)



Le **constituant fondamental** de la paroi
(spécifique des procaryotes)

Très épais pour les bactéries
à Gram Positif (30 à 50 nm)
(constituant majeur: 30%
du poids sec)

Fin chez les bactéries à Gram
négatif (mince (3-5 nm) (<
15% du poids sec)



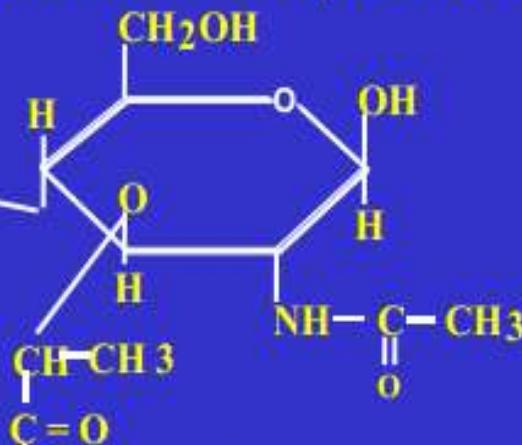
Le peptidoglycane { - Muréine
- Mucocomplexe
- mucopeptide

L'unité structurale du peptidoglycane, un glucosaminopeptide
Glycane

La N-acétylglucosamine



L'acide N-acétylmuramique



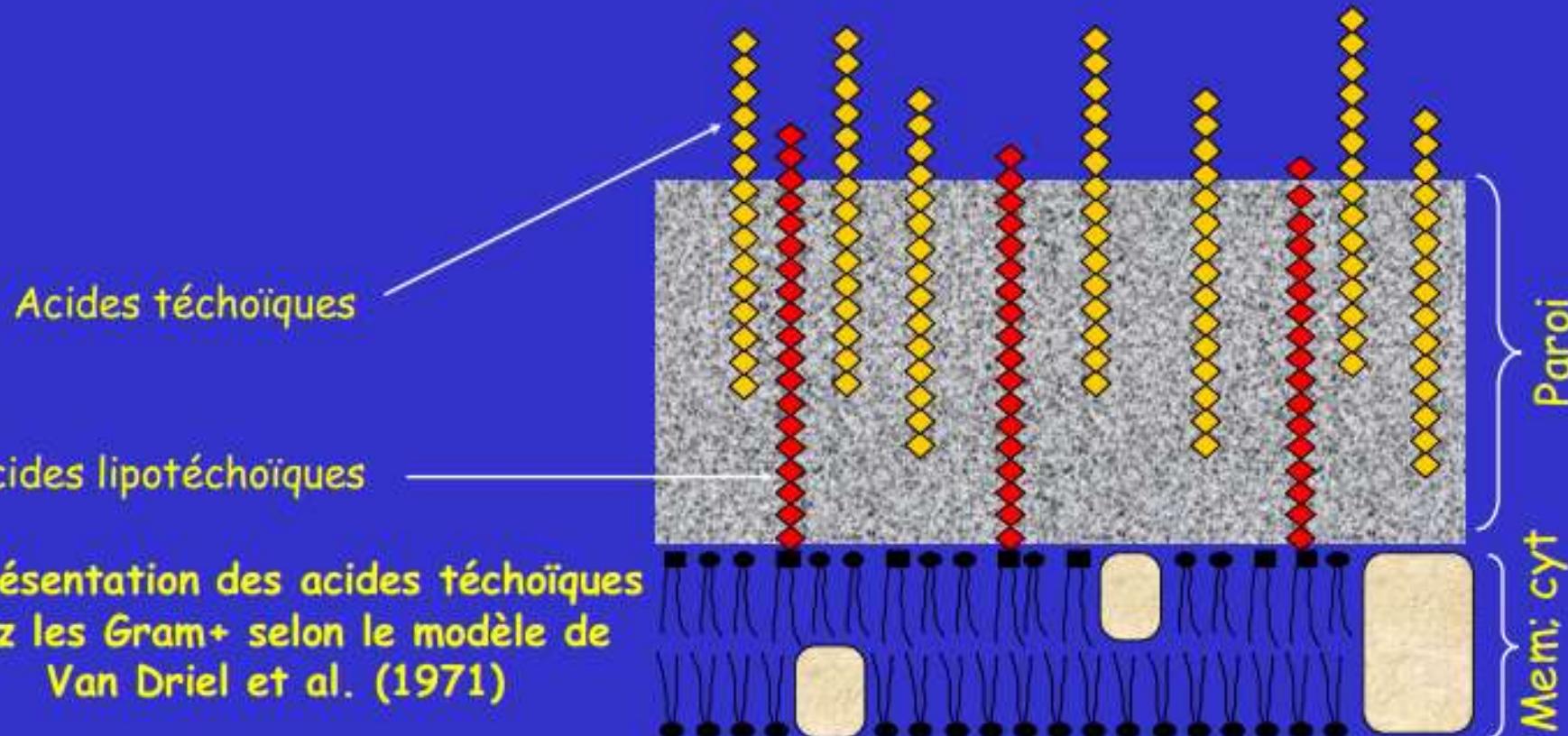
L-Alanine
Acide D-Glutamique
Lysine ou DAP
D-Alanine } Chaînon peptidique

- ✓ La chaîne polysaccharidique est fait de l'alternance de N-acétyl -glucosamine (AcGN) et d'acide N-acétyl-muramique (AcMUR).
- ✓ Sur les acides muramiques sont branchées des tétrapeptides
- ✓ Les tétrapeptides sont reliés entre eux soit directement, soit par l'intermédiaire de ponts de pentaglycine, Glyc(5).
- ✓ C'est probablement grâce à sa **structure en réseau** que le peptidoglycane confère à la paroi sa **régidité** et sa **résistance mécanique**.

PAROI DES GRAM POSITIF

Les acides teichoïques : deuxième composant essentiel de la paroi des bactéries Gram+ (50% du PS de la paroi et 10% du PS de la cellule totale).

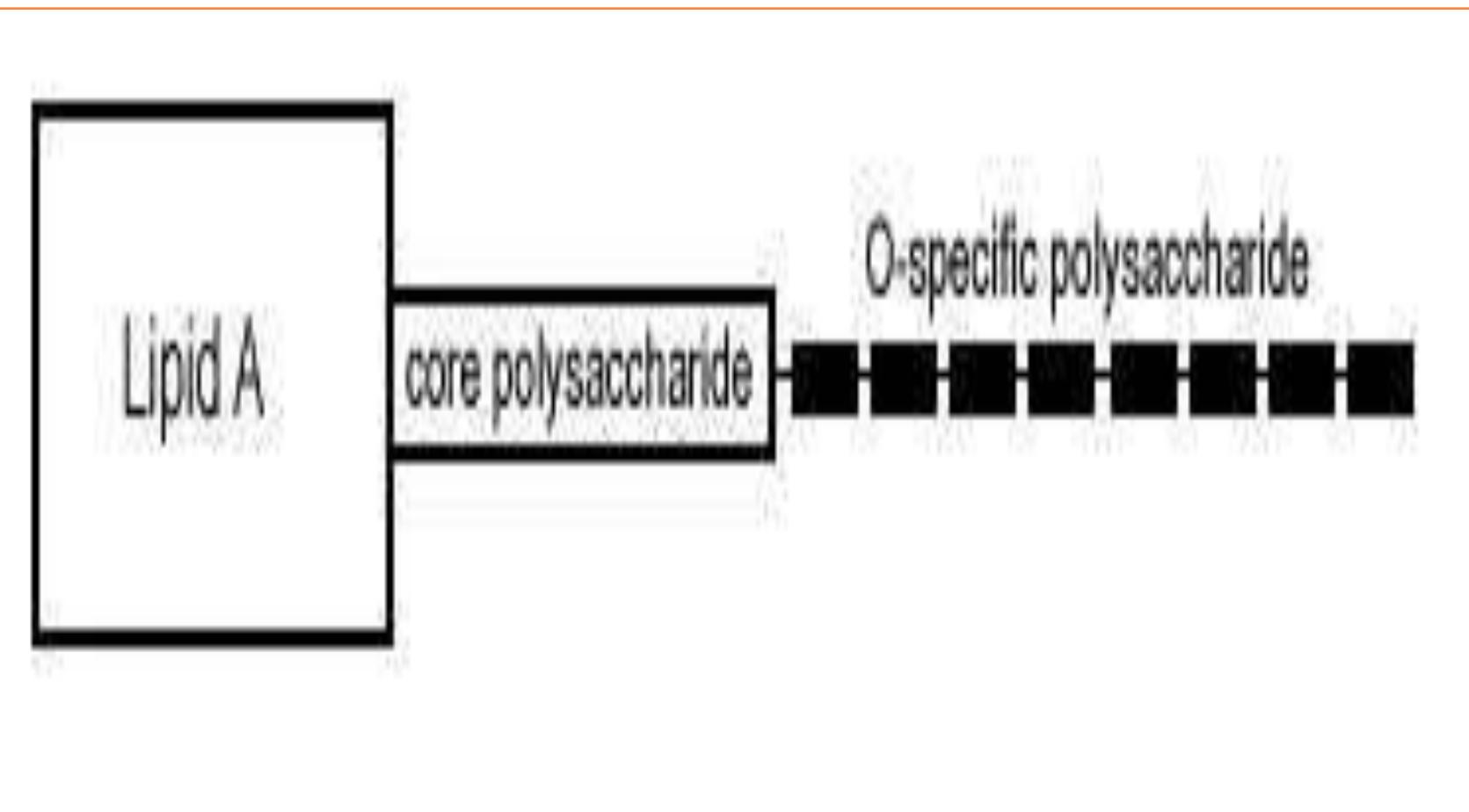
Leur localisation exacte au niveau des enveloppes est mal connue.



Paroi des GRAM NEGATIF :

1- Membrane externe

- Elle est liée à la couche de peptidoglycane par la lipoprotéine de Braun.
- Elle est formée d'une bicouche dont seule la partie inférieure est phospholipidique. La partie supérieure est constituée de LPS (lipopolysaccharide). *Celui-ci comprend :*
 - une **partie lipidique (lipide A)** qui comporte une activité toxique
 - liée à un **polysaccharide central** (le « **core** »)
 - qui porte des chaînes de 3 à 6 sucres tournées vers l'extérieur (appelées « **l'antigène O** » car très antigénique)
- A cause du pouvoir toxique du lipide A, le **LPS** est appelé une « **endotoxine** ».

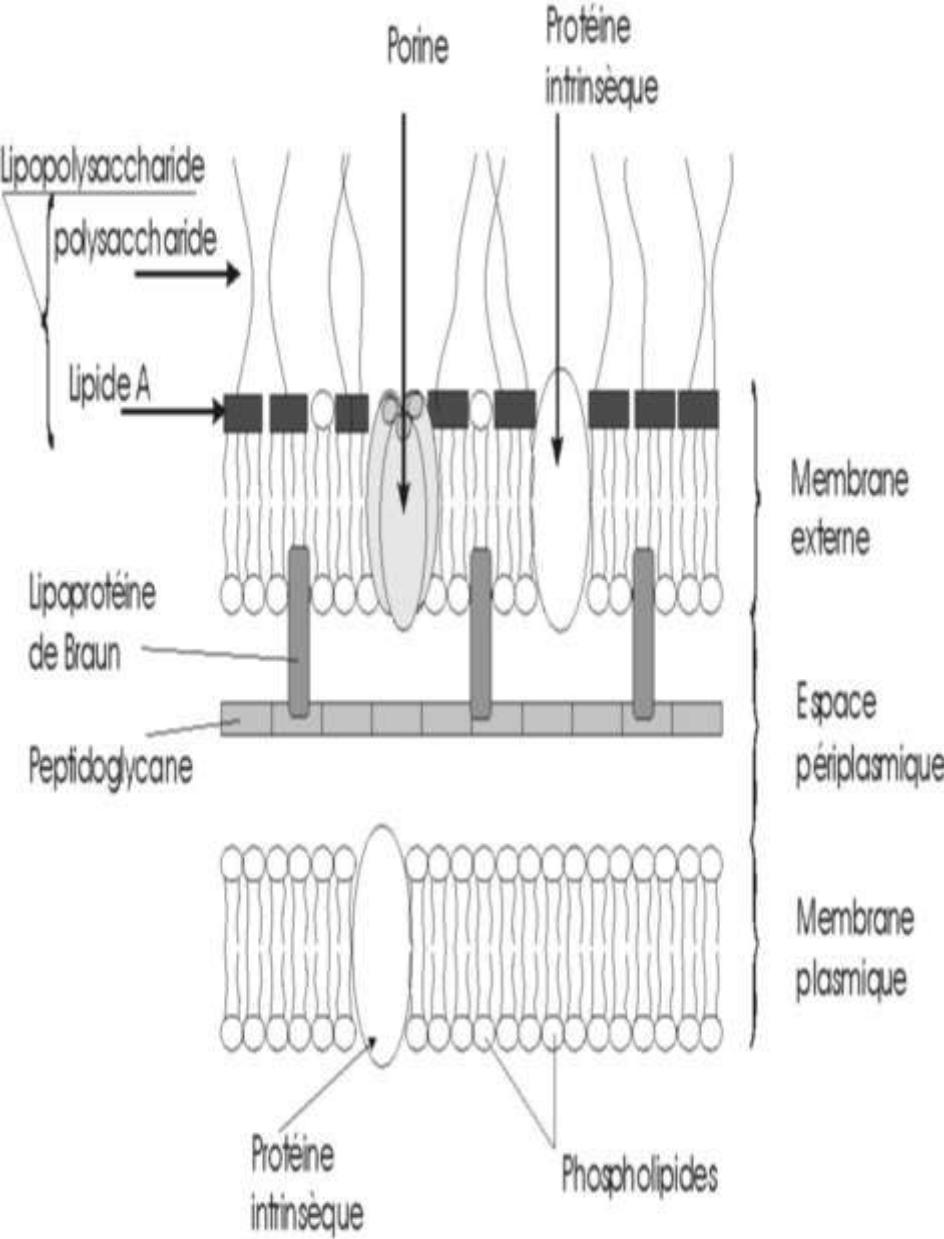


Mb externe des Gram (-): le **LPS** (endotoxine = Ag O)

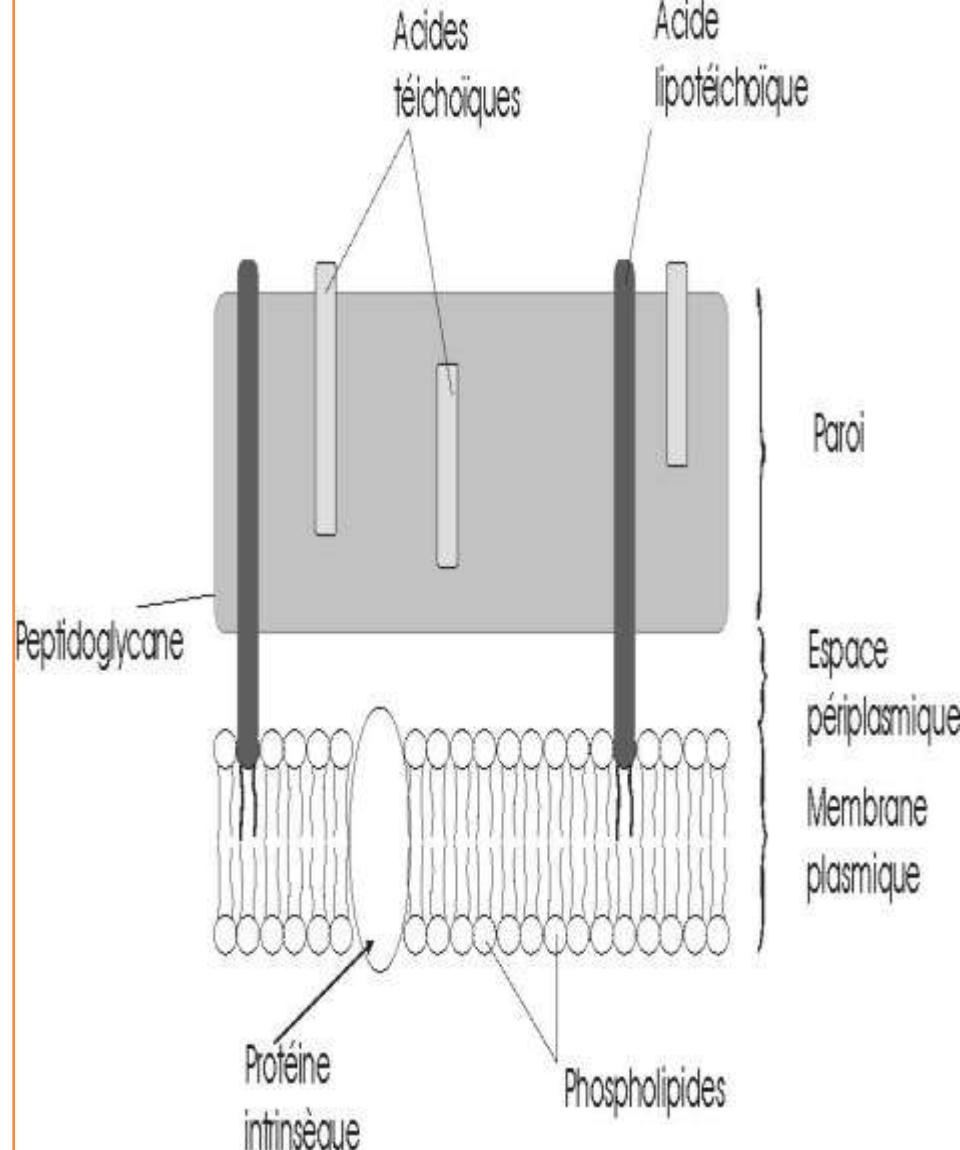
- Composé de 3 parties:
 - Lipide A
 - Polysaccharide central
 - Chaîne O

2- L'ESPACE PÉRIPLASMIQUE

- il contient des enzymes qui participent à la nutrition (hydrolases) et des protéines qui sont impliquées dans le transport de molécules à l'intérieur de la cellule.
- Les Gram (+) excrètent plutôt les enzymes hors de la cellule. Ce sont alors des « exo-enzymes ».
- Certaines protéines peuvent être impliquées dans la chimiotaxie



Paroi d'une bactérie Gram négatif.



Paroi d'une bactérie Gram positif.

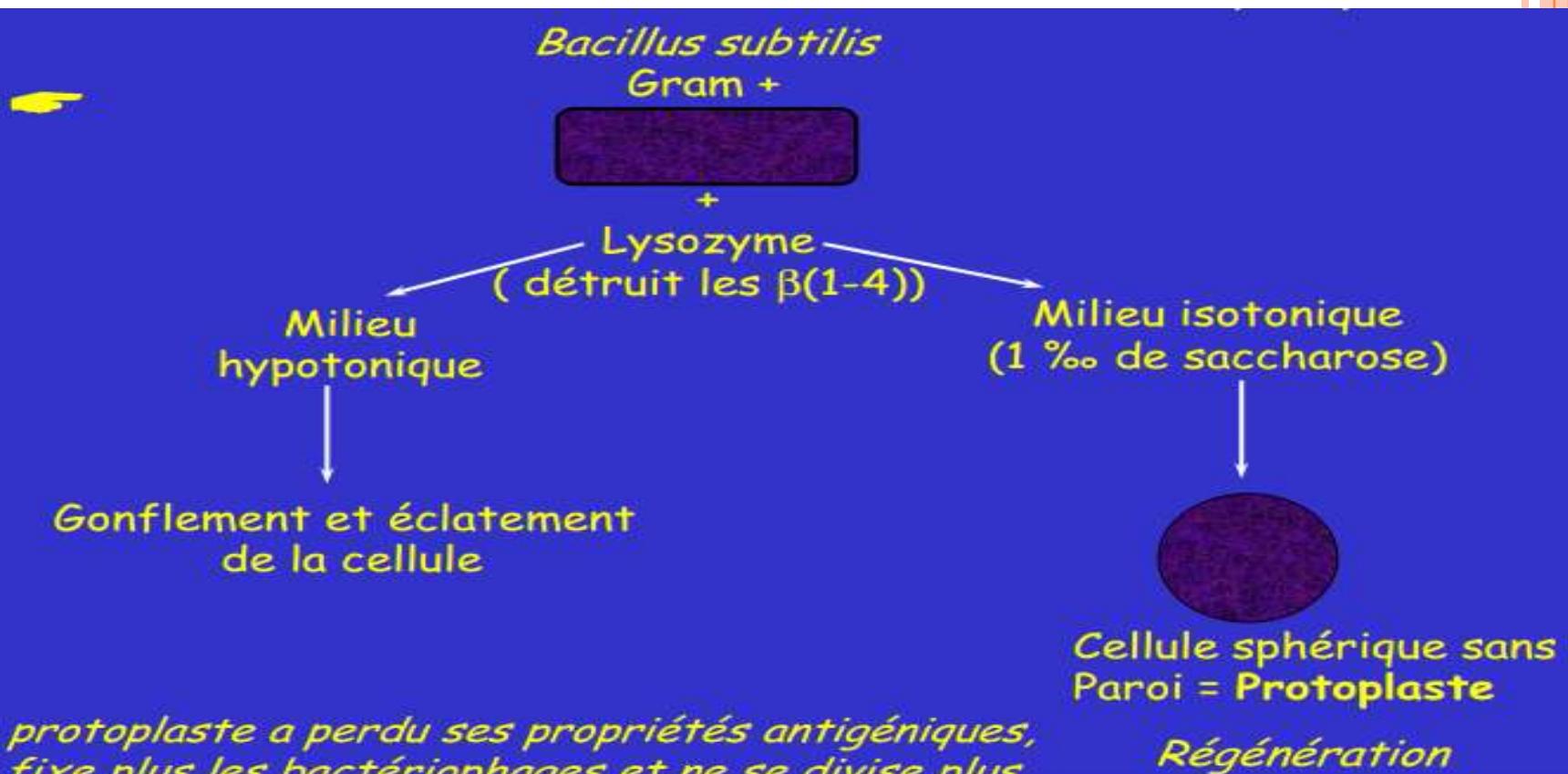
COMPOSITION CHIMIQUE DE LA PAROI

	Gram+	Gram-
Peptidogycane	++	+
Acides aminés	24 à 35%	50%
Nombre acides aminés	4 à 10	16-17
Acides téichoïques	+++	-
Oses	20-60%	20-60%
lipides	1 à 2.5%	10 à 22%

FONCTIONS DE LA PAROI

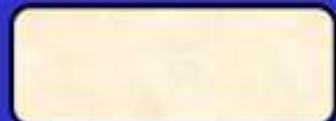
La paroi bactérienne confère à la bactérie plusieurs «originalités»:

A- Maintien de la forme et la résistance à la pression osmotique,





Escherichia coli
Gram -



+

Lyzosyme
(détruit les $\beta(1-4)$)

Milieu
hypotonique

Gonflement et éclatement
de la cellule

Milieu isotonique
(1 % de saccharose)



Cellule sphérique avec fragments
de paroi = **Sphéroplaste**

NB. le sphéroplaste conserve toutes les propriétés de la cellule initiale.

B- PROPRIÉTÉS ANTIGÉNIQUES:

Les bactéries possèdent différents antigènes:

- ✓ antigène commun dénommé **ECA** (pour Enterobacterial Commun Antigen)
- ✓ antigène **O** ou somatique chez les Gram (-)
- ✓ antigène **R** correspond au polysaccharides de la core centrale (moins pathogène)



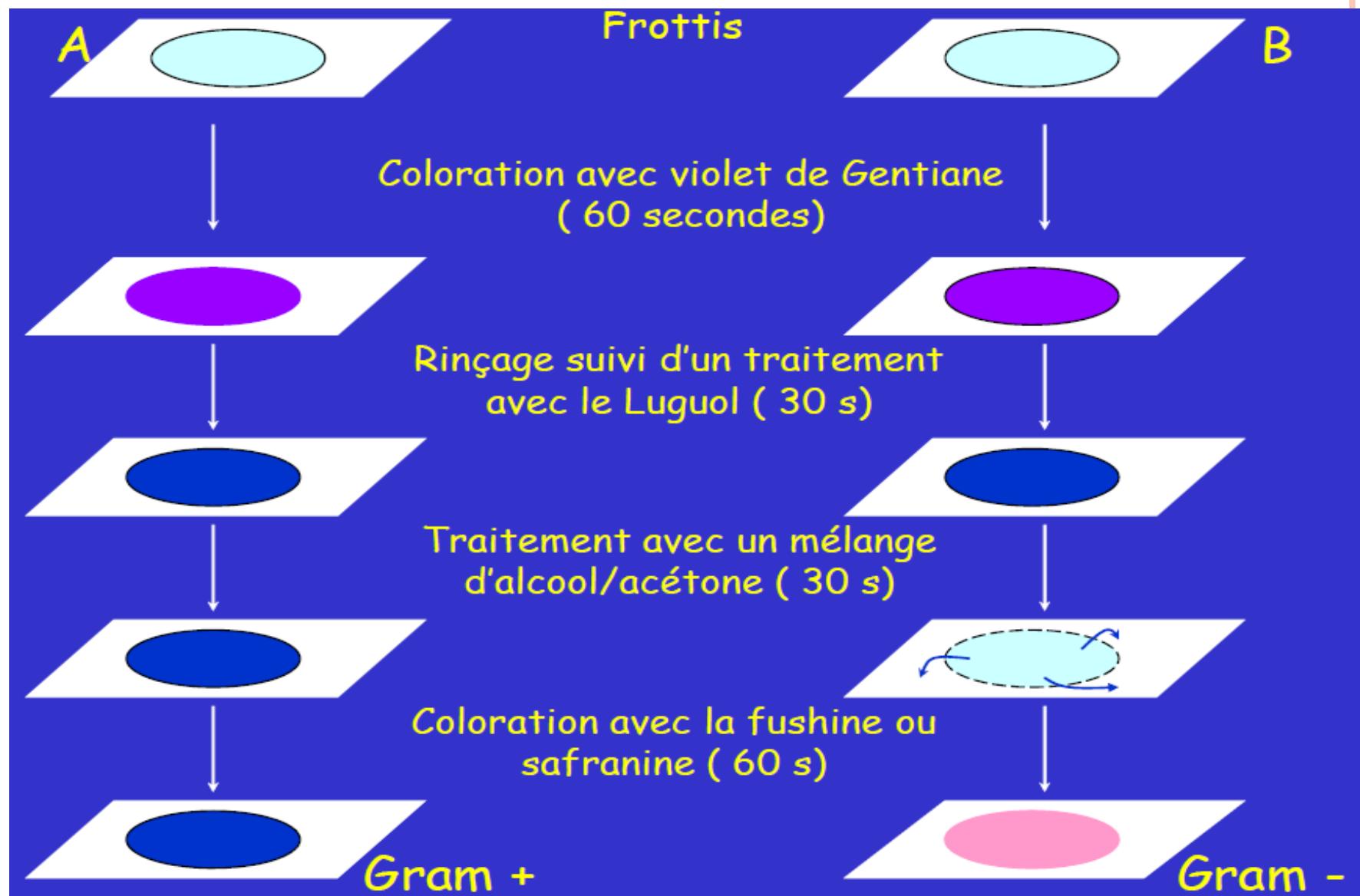
C- Fixation des bactériophages (identifier des lysotypes)

- ✓ Propriété liée à la paroi où sont localisés les récepteurs spécifiques
- ✓ Chez les bactéries Gram (-), les récepteurs sont en majorité des protéines mineurs de la membrane externe
- ✓ Chez les bactéries Gram (+), récepteurs localisés au niveau des acides teichoïques
- ✓ Fixation des phages est une propriété pour identifier des lysotypes

N.B: Un **lysotype** est groupe de bactéries capables de fixer le ou les mêmes phages

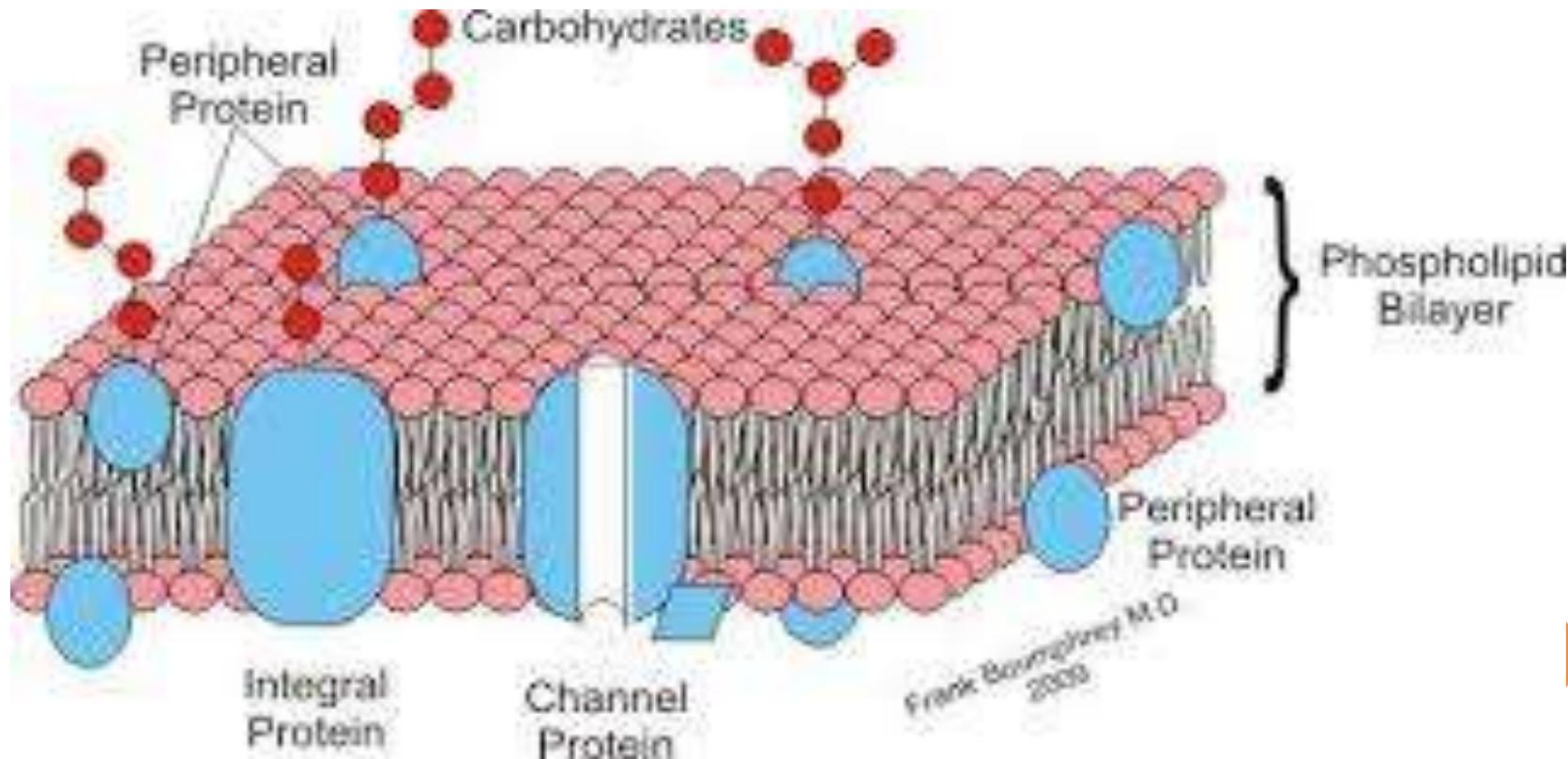


D- rôle de la paroi dans la différentiation entre bactéries Gram⁺ et Gram⁻



MEMBRANE CYTOPLASMIQUE

C'est une membrane trilamellaire formée d'une double couche de phospholipides dont les pôles hydrophobes sont face à face, associée à des protéines.



COMPOSITION CHIMIQUE

Les phospholipides (30 à 40%)

- Phosphatityl -glycérol
- Phosphatityl-éthanolamines

• Les glucides (2 à 12%)

- Particulièrement glucose et glucosamine

• Les protéines (60 à 70%)

- Protéines extrinsèques (périmétriques)
- Protéines intrinsèques (intégrales)

• Les enzymes

- Enzymes de la chaîne respiratoire déshydrogénases et coenzymes associés au NAD, FAD, cytochrome oxydase

ROLES DE LA MEMBRANE

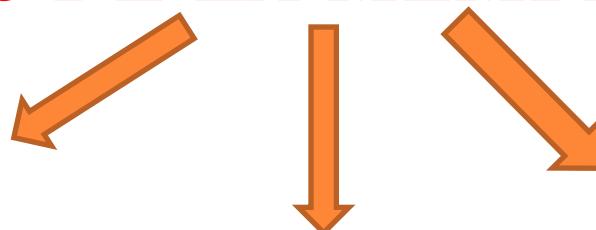
Fonction respiratoire

Excrétion d'enzymes hydrolytiques

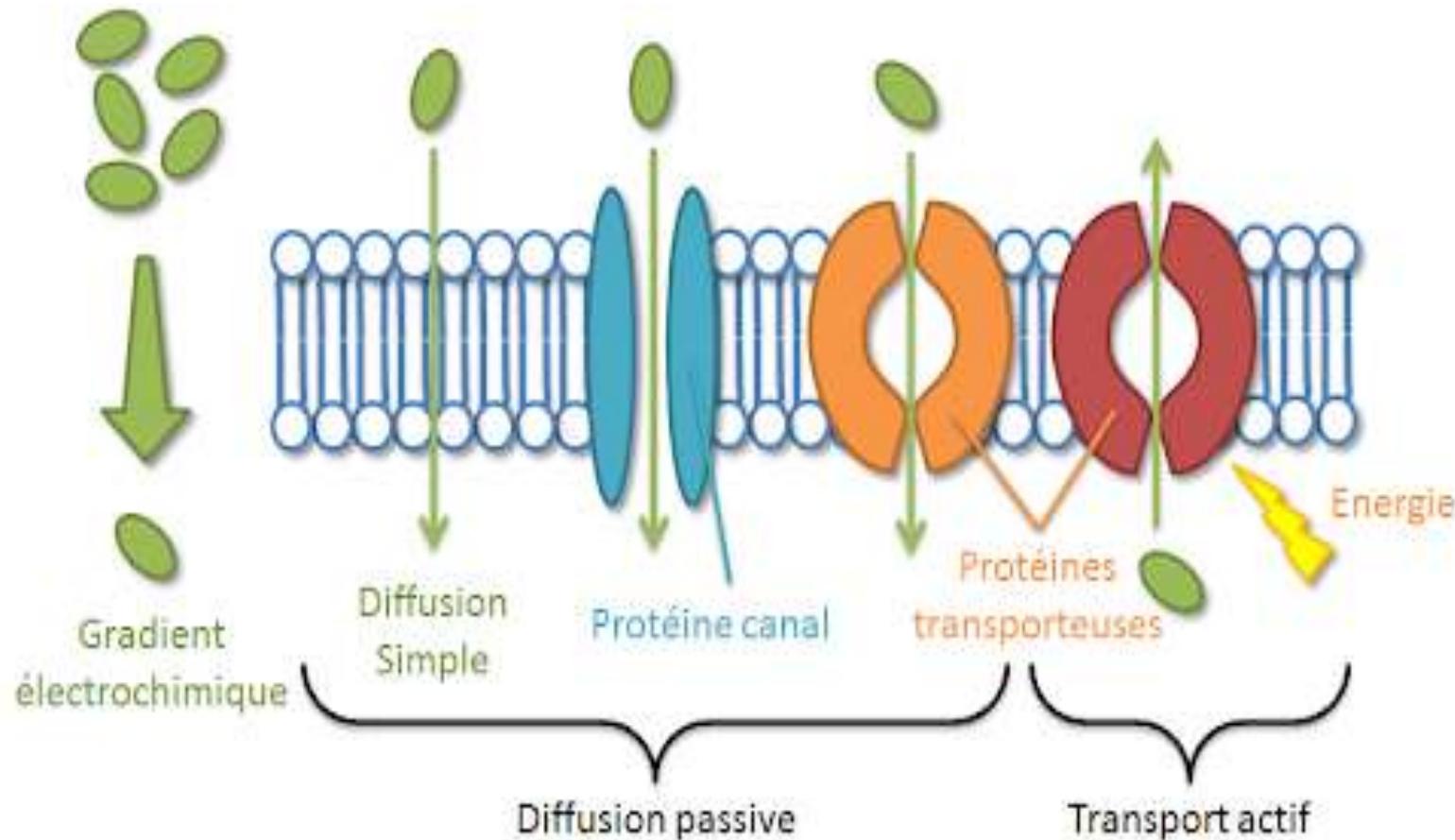
Perméabilité sélective et transport des substances solubles

Par transport d'électrons et de phosphorylation oxydative pour les bactéries aérobies

Rôle de barrière osmotique et de transport grâce aux perméases.



LE TRANSPORT MEMBRANAIRE

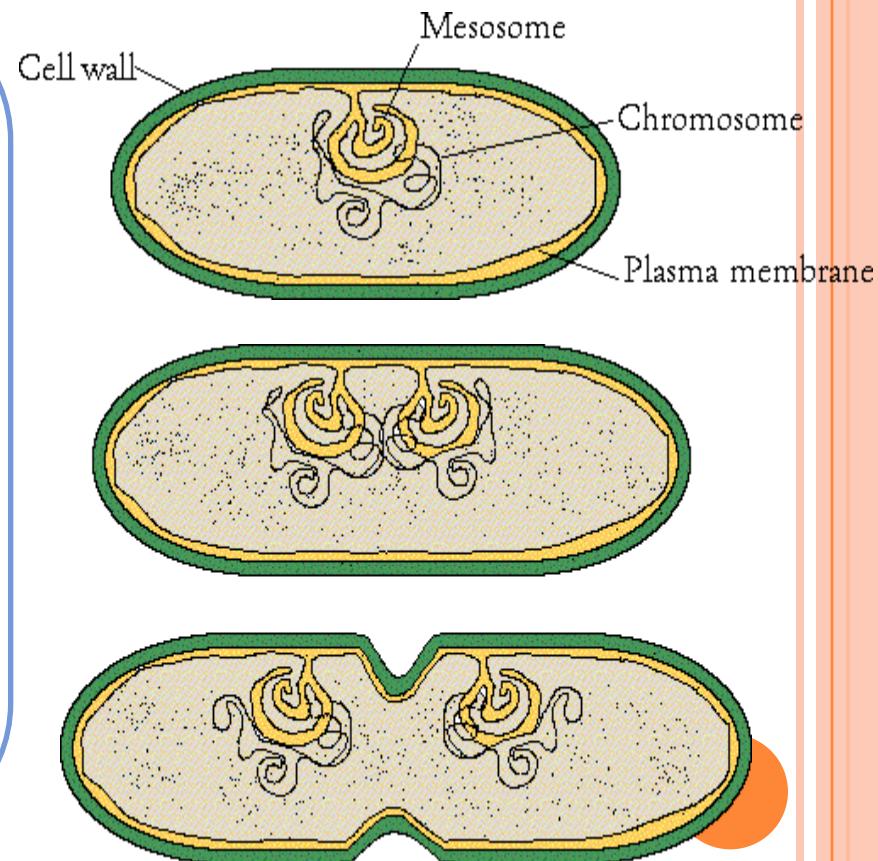


LES MÉSOSOMES

Les **mésosomes** sont des invaginations de la membrane plasmique en forme de vésicule, de tube ou de lamelle

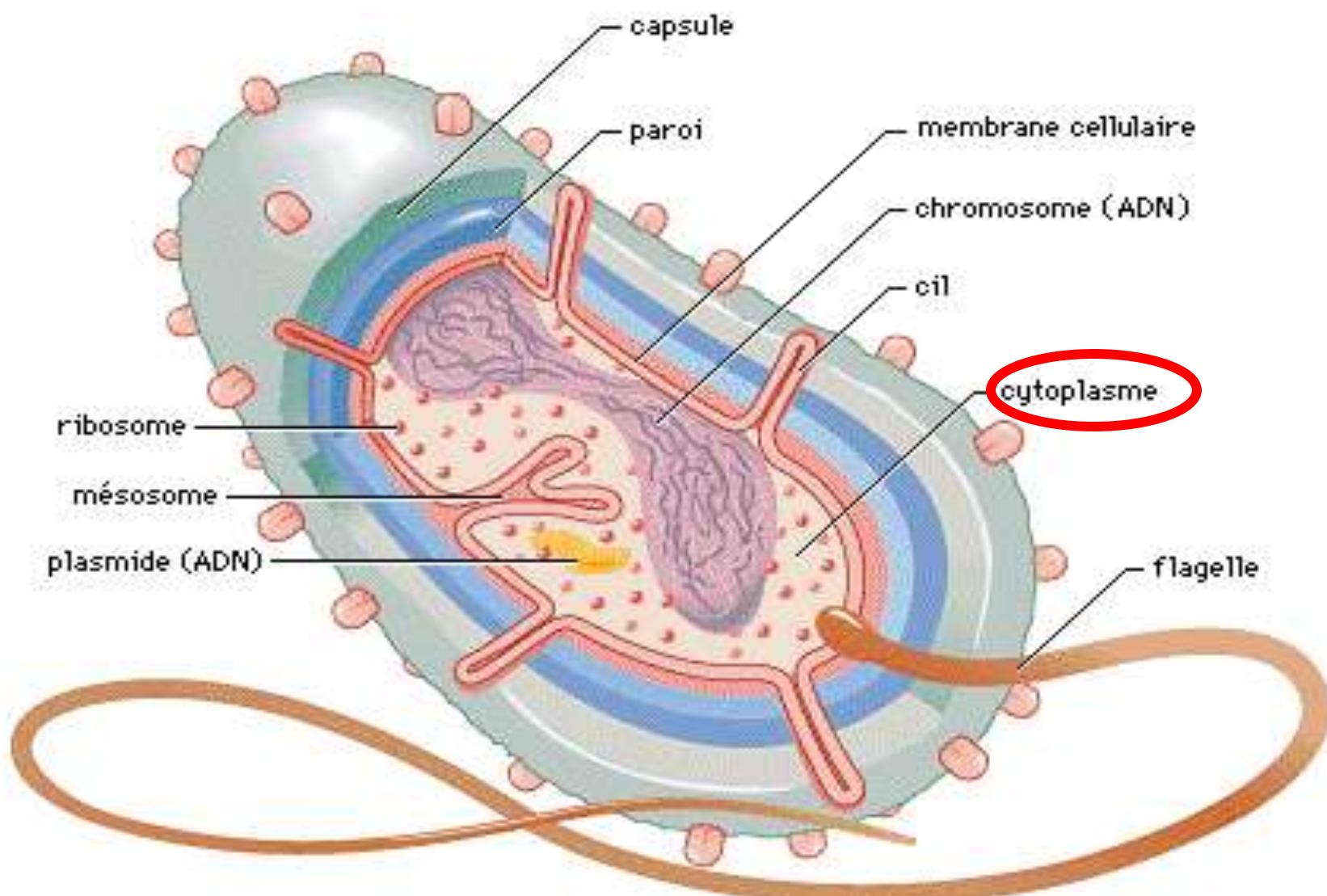
Rôles

- Rôle incertain dans la respiration
- Division cellulaire
- RéPLICATION de l'ADN vue que ce dernier est toujours lié au mésosome



LE CYTOPLASME





- La structure du cytoplasme bactérien est beaucoup **plus simple** que celle du cytoplasme des cellules eucaryotes.
- Le cytoplasme **ne contient pas** en effet **de mitochondries** : les enzymes transporteurs d'électrons sont localisés dans la membrane cytoplasmique.
- En revanche, il est particulièrement **riche en ARN solubles** (ARN messager et ARN de transfert) et **surtout en ARN particulaire ou ribosomal**.

Cytoplasme

Son pH est situé entre 7 et 7,2.

Hydrogel colloidal composé d'une solution de sels minéraux et de composés solubles de nature lipoproteïque, de nucléoprotéines et de lipides

Les principaux constituants du cytoplasme

Les ribosomes et
les acides ribonucléiques

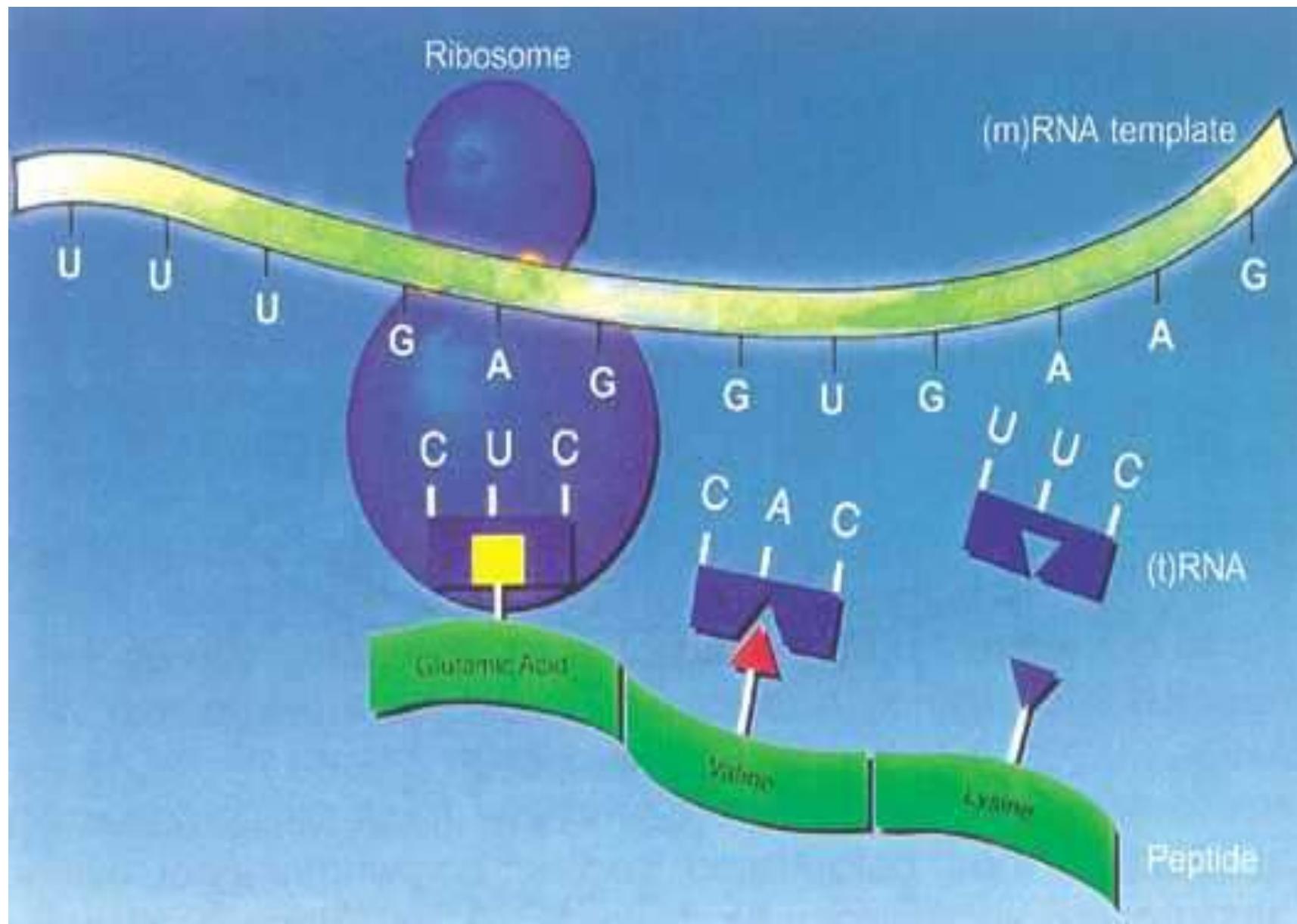
Substances de réserve

Certains organites spécialisés

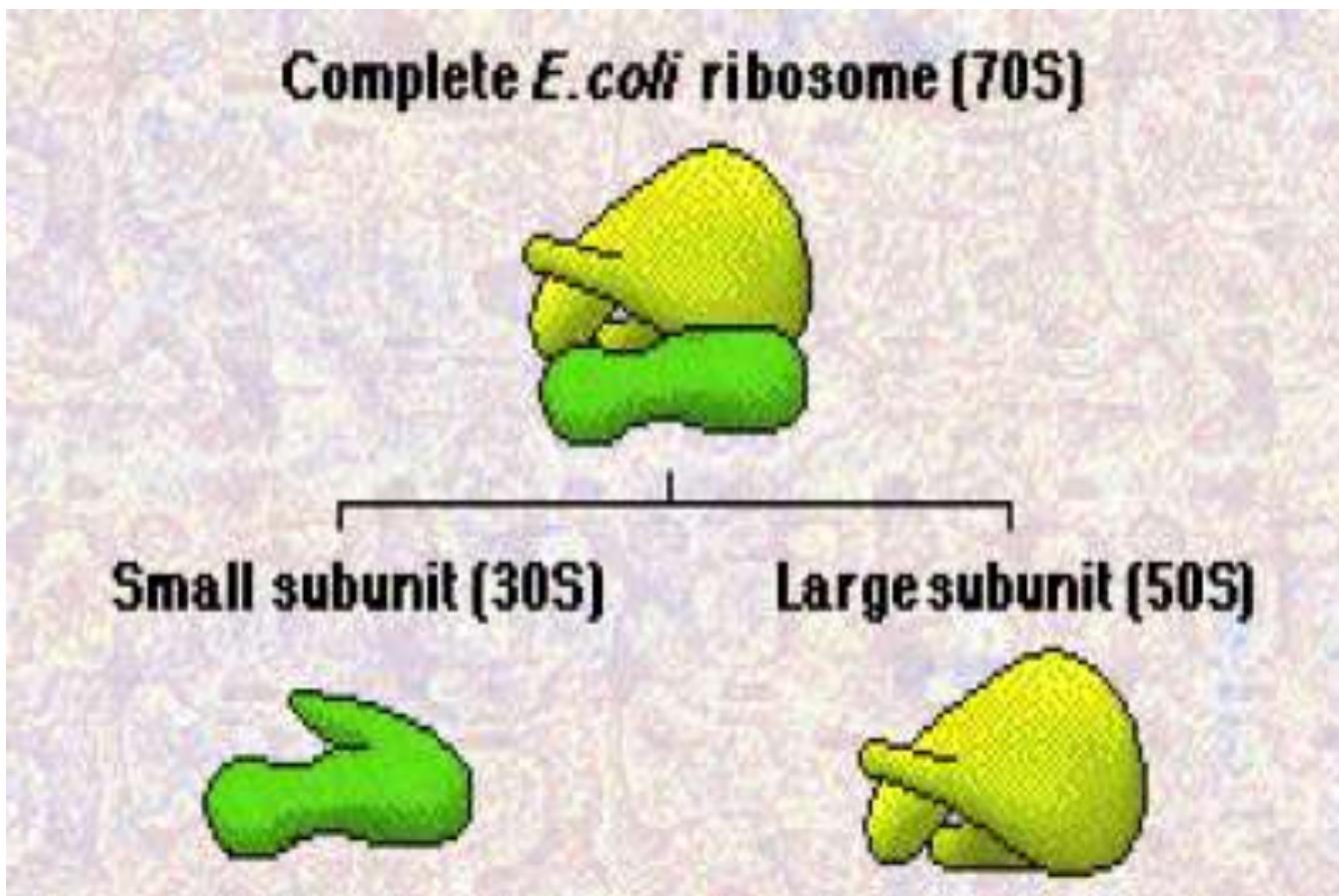
Matériel héréditaire

A- LES RIBOSOMES

- Les ribosomes, au nombre de 15000 environ par bactérie, représentent 40 % du poids sec de la bactérie
- Ils sont de petites granulations sphériques de 10 à 30 nm de diamètres occupant tout le cytoplasme
- Ils sont constitués d'ARN (63%) et de protéines (37%).
- Ils interviennent dans la synthèse des protéines.
- Ils sont associés en chapelets sur l'ARNm sous forme de polysomes.



- Chez les bactéries, les ribosomes ont des coefficients de sédimentation de 70s, qui sont composés de deux sous-unités de 50s et 30s.



B-Substances de réserve (inclusions cytoplasmiques)

- En général, chaque groupe de bactéries synthétise une seule catégorie de substances de réserve qui forment des agrégats, parfois de grande taille.
- Cela peut être:
 - ✓ des glucides (amidon et glycogène),
 - ✓ des lipides (poly-hydroxy-butyrate),
 - ✓ du polyphosphate,
 - ✓ des minéraux (fer, soufre)
 - ✓ Granulations métachromatiques (*Corynebacterium diphtheriae*)

- ✓ Inclusions de  Soufre chez les thiobactéries
-  Fer chez les sidérobactéries
-  Oxyde de fer chez les bactéries magnétiques



C- Organites spécialisés

- **Les chromatophores** (organites spécialisés dans la photosynthèse),
- **Les vacuoles à gaz** (permettant aux bactéries aquatiques de flotter à la surface de l'eau).

D- pigments

Sont des molécules colorées, On trouve

- **Des bactériochlorophylles** (couleur verte)
- **Des caroténoïdes** (couleur jaune de l'espèce *Staphylococcus aureus*)
- ...



E- MATÉRIEL HÉRÉDITAIRE

- Les bactéries possèdent un appareil nucléaire formé d'acide désoxyribonucléique qui se différencie des noyaux vrais des cellules eucaryotes par:
 - ✓ l'absence de mitose,
 - ✓ l'absence de nucléole
 - ✓ l'absence de membrane nucléaire.



E1- Le Chromosome bactérien

Morphologie et structure

- La majorité des bactéries possèdent un chromosome formé d'une double chaîne d'ADN, très longue (environ 1000 fois plus longue que la bactérie), unique, circulaire (à l'exception de *Vibrio cholerae* qui en possède deux).
- $PM = 3 \cdot 10^9$ da avec environ $5 \cdot 10^6$ paires de bases
- Dans la cellule, la molécule d'ADN est formée de boucles resserrées et finement entrelacées, donnant une structure compacte mais fragile: **nucléoide**

Rôles du chromosome bactérien

- Il est le support des caractères héréditaires, de l'information génétique.
- Il va se répliquer à l'identique pour que une cellule fille hérite du même potentiel génétique que la cellule mère
- Par le processus de la transcription, le message est copié fidèlement sous forme d'un ARN messager puis exprimé, par le processus de la traduction, en séquences polypeptidiques qui formeront les protéines de structure et les enzymes



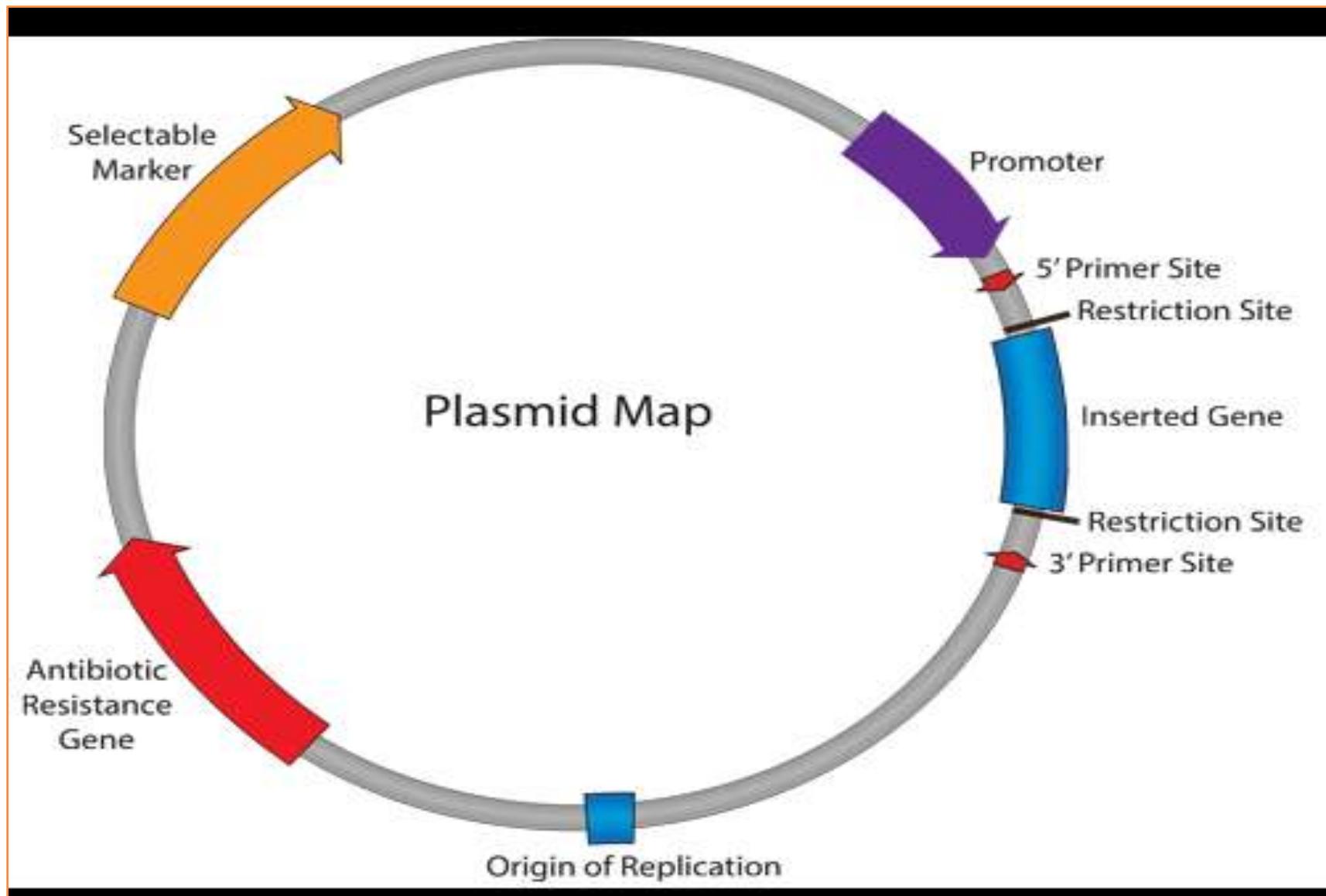
L'information génétique au niveau de l'ADN peut changer spontanément (faible fréquence) ou artificiellement par mutagénèse

Agents chimiques
(acide nitreux)

Physique (UV)

E2- PLASMIDES

- éléments génétiques extra chromosomiques, capables d'autoréplication.
- Petite taille (1/100^{ème} de la taille du chromosome)
- Ils portent très peu de gènes, moins de 30.
- Structure torsadée (super enroulée)
- Certaines bactéries possèdent plusieurs plasmides différents
- Certains plasmides peuvent s'intégrer au chromosome bactérien : on les appelle des **épisomes**.
- Ils sont transmissibles aux cours des générations mais pas de façon équitable comme pour le chromosome.
- La perte d'un plasmide est dite **curage**.



rôles des plasmides (Propriétés)

- Les plasmides permettent à la bactérie une meilleure adaptation à son environnement
- Résistance aux antibiotiques (90% plasmidique, les 10% restant chromosomique).
- Résistance aux métaux lourds (mercure, sels de cadmium, de plomb...)
- intervention dans la production de substances à rôle pathogène.
- intervention dans la production de bactériocines
- Caractères métaboliques : un grand nombre de caractères biochimiques des bactéries sont d'origines plasmidiques.



Remarque :

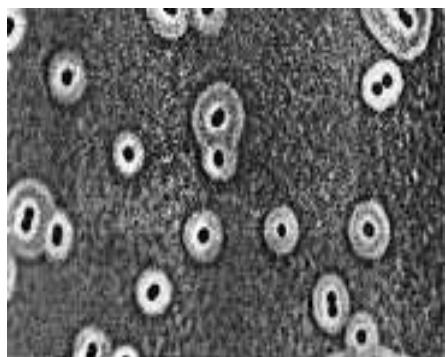
- Importance des plasmides portant des gènes de résistance aux antibiotiques dans l'augmentation des cas d'infections nosocomiales.
- Les plasmides sont des outils très utiles en génie génétique : on introduit dans une bactérie des gènes non bactériens portés par des plasmides, afin de lui faire acquérir de nouveaux caractères (exemples : synthèse d'insuline, d'hormone de croissance, vaccin...).



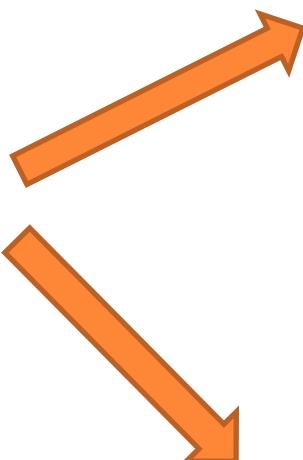
LA CAPSULE

On appelle capsule l'enveloppe qui peut entourer la paroi de certaines bactéries. La capsule ne se forme que dans les milieux en seriques liquides ou dans les organismes vivants.

Composition chimique



Capsule de *Streptococcus pneumoniae* visualisée à l'encre de Chine



nature
polysaccharidique

nature
protéique

ROLES DE LA CAPSULE

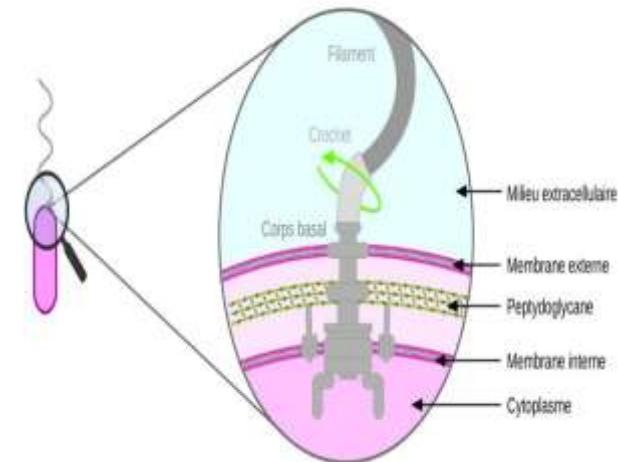
Facteur de résistance et de virulence

- protègent la bactérie contre la phagocytose et contre le pouvoir agressif des agents chimiques et physiques
- Role antigénique . Les antigènes capsulaires sont dénommés antigène K
- Empêche la fixation des bactériophage sur la bactérie
- Action d' adhérence



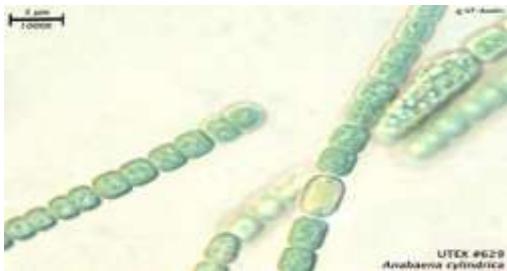
LES FLAGELLES OU CILS

Ce sont de fins fils ondulés (appendices filamenteux) insérés au corps bactérien. Cils, ou flagelles, sont des structures inconstantes chez les bactéries. Ils constituent les organes de locomotion pour les bactéries qui en possèdent

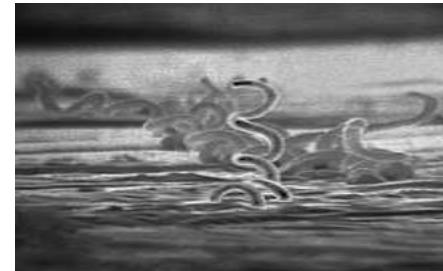


Les bactéries mobiles se déplacent soit par

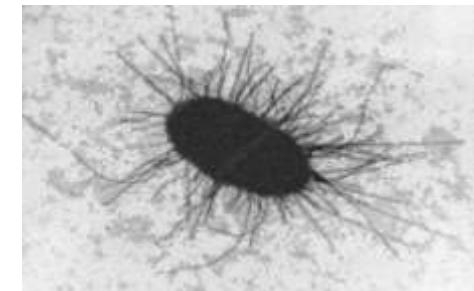
Glissement
(cyanobactéries)



Rotation autour
d'un axe central
(spirochètes)



Cils ou flagelles



MODE D'INSERTION DES FLAGELLES

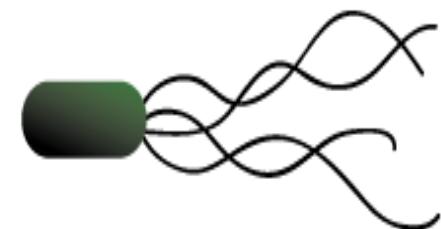
Insertion polaire



Monotrichie (*a*)

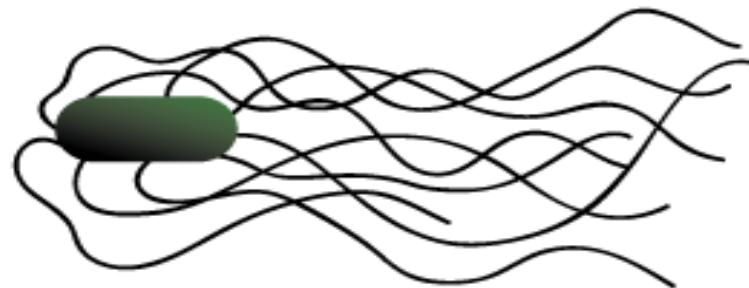


Amphitrichie (*b*)



Lophotrichie (*c*)

Insertion péritrichie



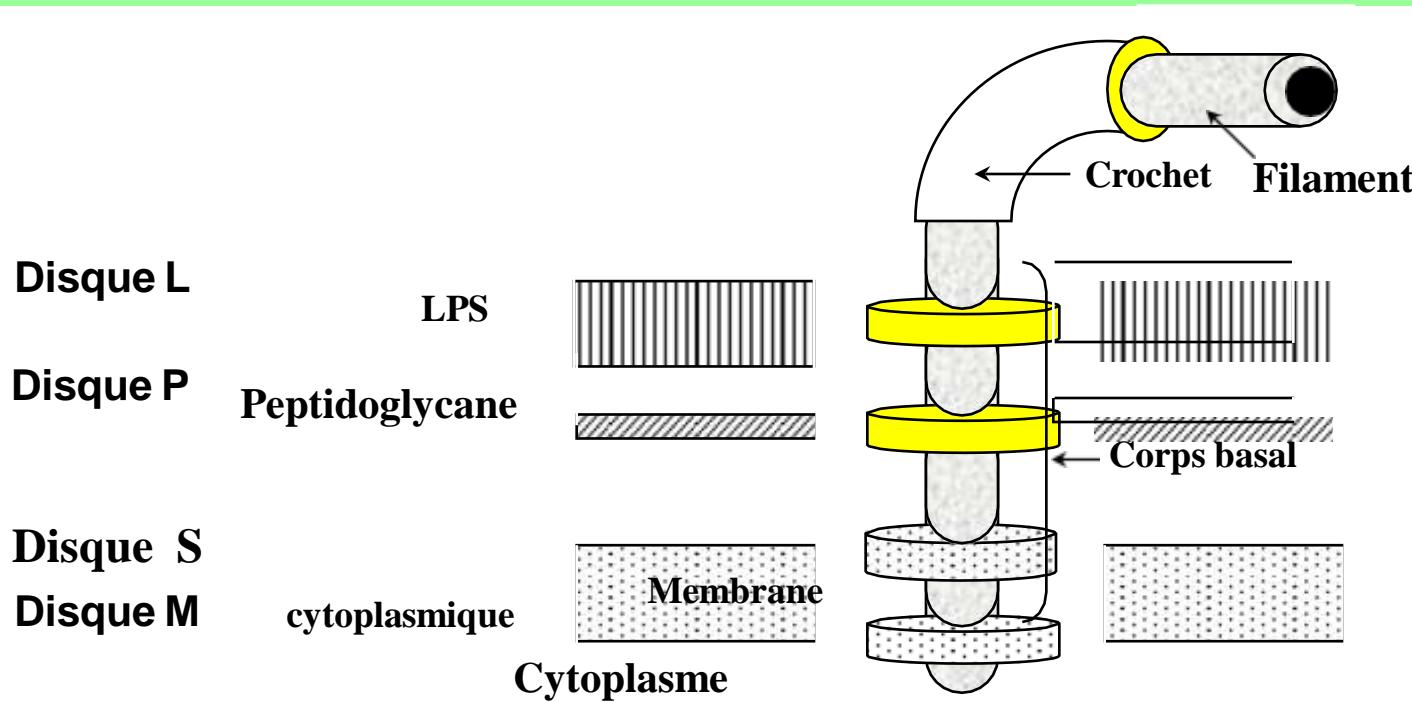
Péritrichie (*d*)



STRUCTURE

Les flagelles sont constitués de trois parties:

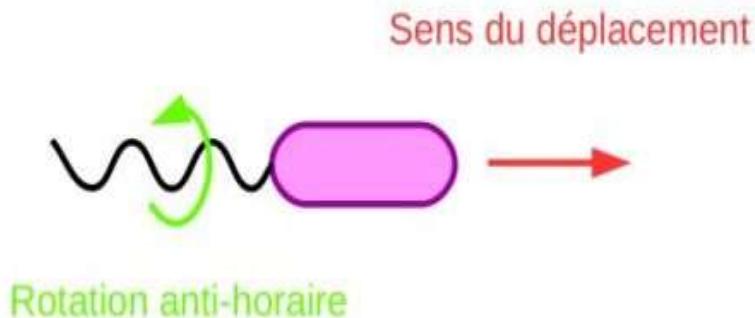
- 1/ Un filament hélicoïdal; long ≤ 10 mm, de nature: protéine (flagelline)
- 2/ Un crochet; incurvé et flexible
- 3/ un corpuscule basal: Les disques S, P et L fixes et le disque M mobile



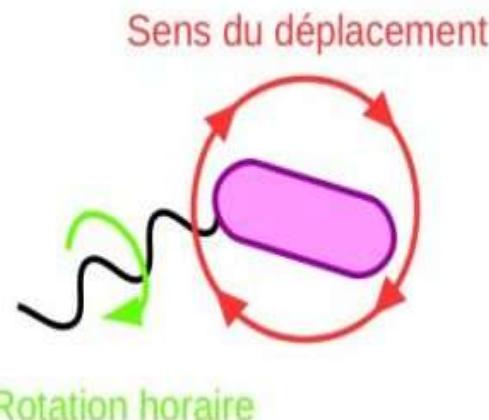
Structure du corps basal du flagelle

MODE DU MOUVEMENT PAR LES FLAGELLES

Nage



Bascule



Dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (CCW), la bactérie avance en tournant légèrement sur elle même

Dans le sens des aiguilles d'une montre (CW), la bactérie culbute et change alors de direction pour repartir en avant avec les flagelles tournant CCW.

ROLES DES FLAGELLES

- 1. Mouvement** : c'est le rôle essentiel qui permet à la bactérie d'échapper aux prédateurs ou aux mauvaises conditions et de rechercher la nourriture ou l'air.
- 2. Attachement aux supports** : il n'est pas exclu que l'attachement au support puisse se faire par les cils.
- 3. Antigénique .Antig H**
- 4. Entrée des virus** : certains virus pénètrent dans la bactérie par le tube creux du cil.

PILI OU FIMBRIAE :

Les *pili* (au sin-gu-lier : *pilus*) ou *fim-briae* (au sin-gu-lier : *fim-bria*) sont des structures protéiques trouvées à la surface de nombreuses bactéries. Les deux termes sont synonymes et correspondent à la même structure.



Ils ne sont visibles qu'en microscopie électronique. Ils sont plus fins, plus courts et plus rigides que les flagelles.

Pili sexuels

Pili
communs

PILI COMMUNS

Ils sont : ténus, courts, rigides et donc cassants

• **Nombre** : sont distribués en grand nombre autour de la bactérie (jusque plusieurs centaines)

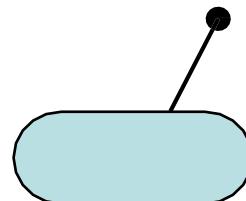
.

• **Fonction**:

- **Adhésion** des bactéries à divers supports.
- Responsables de la **tendance** des bactéries, en formant une pellicule visqueuse ou **film bactérien** à la surface des milieux liquides

PILI SEXUELS

Plus longs, atteignant 20µm et se terminant par un renflement



Nombre: faible,
varie de 1 à 4

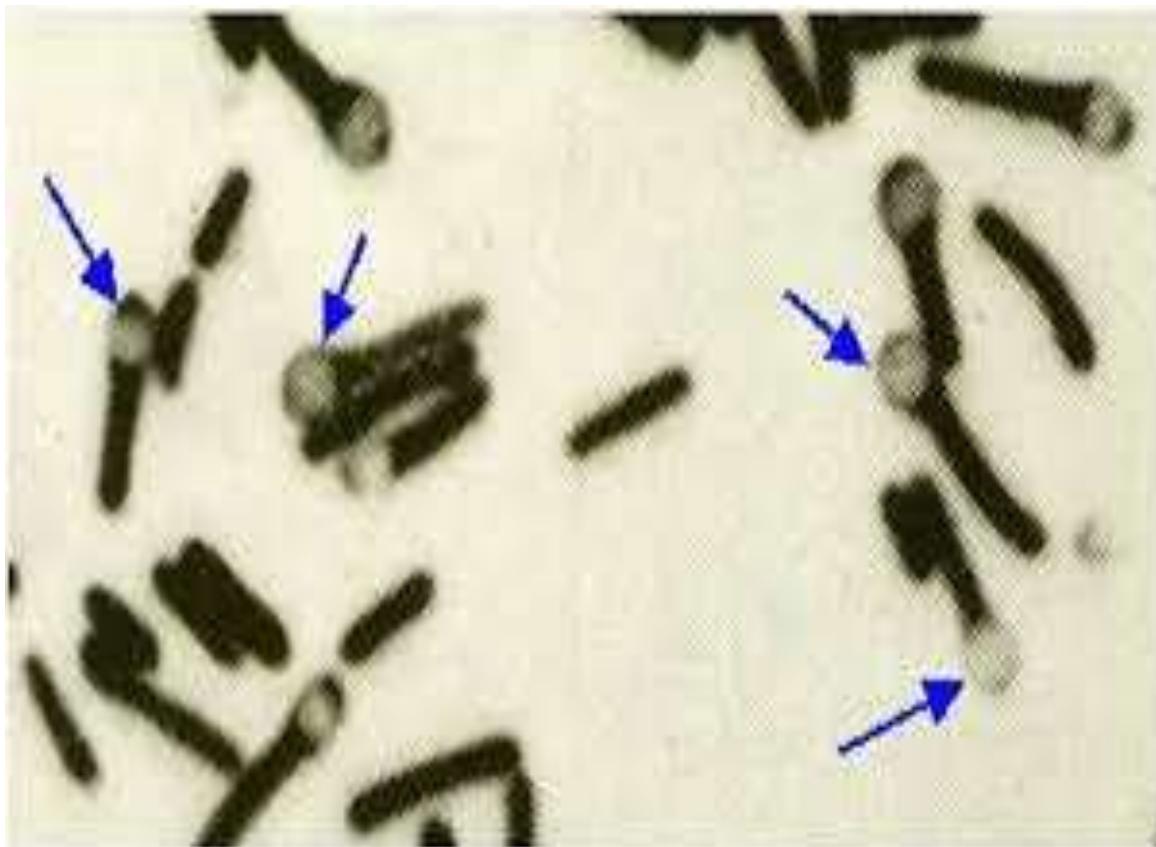


Fonction:

- Relient deux bactéries (reconnaissance mâle, femelle)
- Voies d'échanges de matériel génétique
- Fixation : bactérie, phage.

Rem: Les bactéries capables de produire des pili sexuels sont dénommées bactéries "mâles" à l'opposé des autres qui sont dites "femelles".

LA SPORE BACTERIENNE



I. GÉNÉRALITÉS SUR LA SPORE

1. Définition

spore ovoïde



spore sphérique



- Petite unité ovale ou sphérique (spore ou endospore)
- Caractérise 3 genres principaux: *Bacillus*, *Clostridium* et *Sporosarcina*
- Impliquée dans la pathologie infectieuse : Production de toxines
Clostridium perfringens (gangrène gazeuse) *Clostridium botulinum* (botulisme) *Clostridium tetani* (tétanos)
Bacillus anthracis (maladie du charbon ou anthrax)



MISE EN ÉVIDENCE

Coloration au vert de malachite

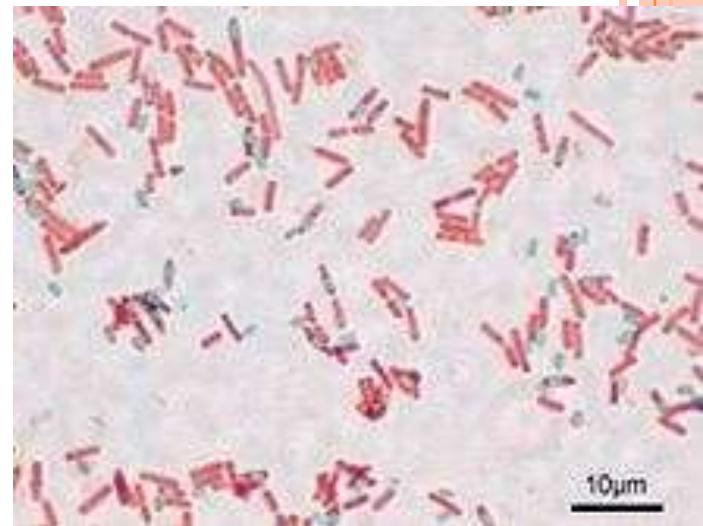
- Frottis fixé
- **Vert de malachite à 5%**
- Chauffer jusqu'à émission de vapeur et laisser pendant 3 à 6 min
- **Safranine 5%**

Les spores apparaissent comme des sphères vertes dans un corps bacillaire rouge-rosé

NB : 1- *Préciser la position de la spore :*

Centrale, terminale, ou sub-terminale

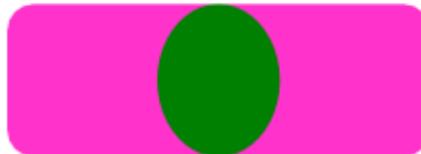
2- *Si elle est déformante ou non*



MORPHOLOGIE

➤ Forme de la spore

Sphérique



Cylindrique

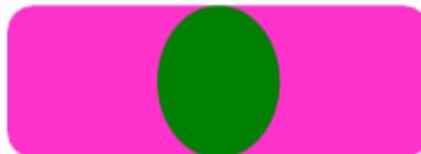


Ovoïde



➤ Position de la spore

Centrale



Subterminale

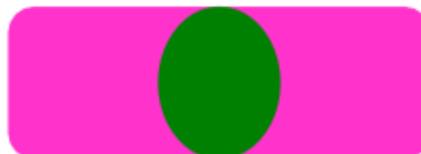


Terminale

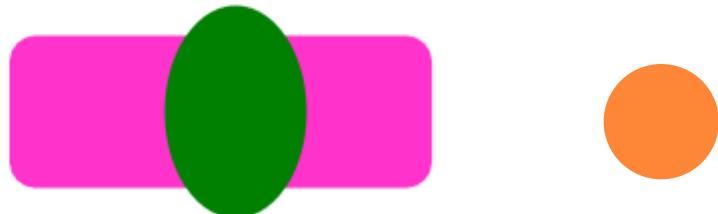


➤ Déformation de la spore

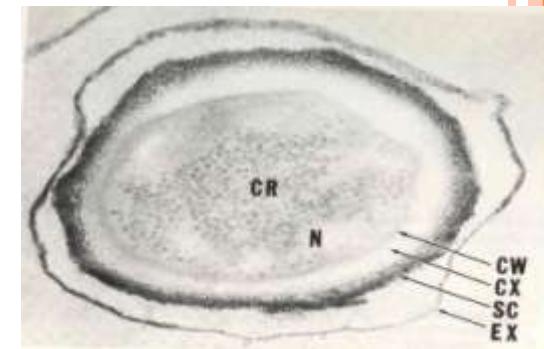
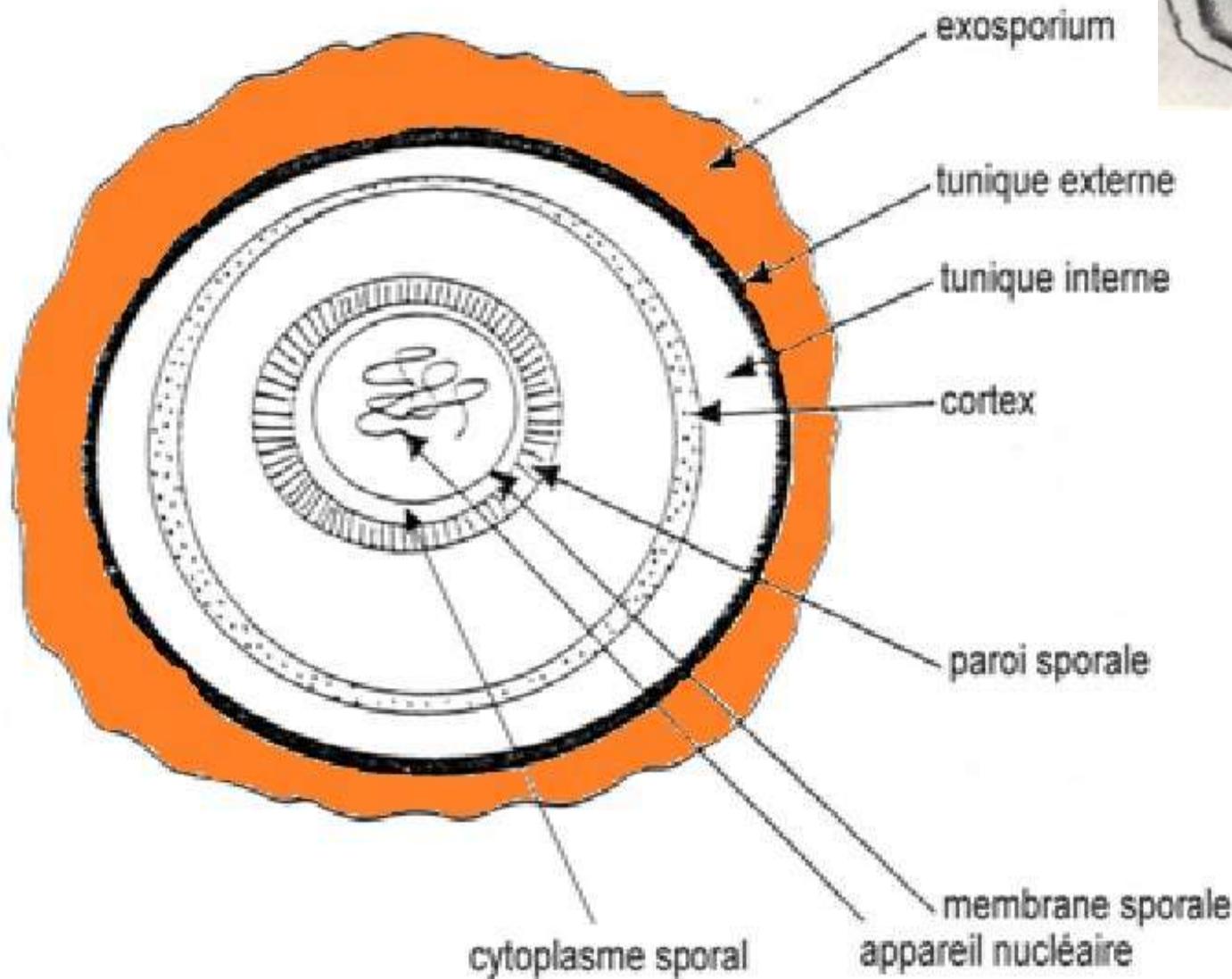
Non déformante



Déformante



STRUCTURE



SPORULATION ET GERMINATION

Cycle sporale



- **Epuisement** du milieu en éléments nutritifs
- **Manque** d'eau
- **Température** défavorable
- **Pression** trop élevée
- **pH** défavorable.



