

Monde microbien : Introduction

1. L'utilisation empirique des microorganismes.
2. La génération spontanée.
3. Microscopie de Leeuwenhoek
4. Microorganismes comme
 1. Agents de détérioration des produits alimentaires.
 2. Agents responsables d'infections.
 3. Agents de transformation et de conservation de produits alimentaires.
 4. Agents de production de divers produits d'intérêt pharmaceutique.
 5. Maillons dans le recyclage de la matière organique(minéralisation)
 6. Agent de bioterrorisme.
 7. Agent de génie thérapie

Anatomie fonctionnelle et structure bactérienne

- Définition
- 1- Génome bactérien
 - Nucleoïde
 - Plasmides.
 - Transposons
 - Intégrons « cassettes »
- 2- Cytoplasme et inclusions
 - Spore
 - Ribosomes.
 - Réserves
 - inclusions spécifiques.
 - Siderophores, grains de volutine etc.
- 3- Les enveloppes
 - La membrane cytoplasmique
 - La parois.
 - Le glycocalyx
 - **fibres polysaccharidiques**
 - **fimbriae ou pili.** Communs et pili sexuels.
 - La capsule
 - Flagelles et mobilité

Anatomie fonctionnelle et structure bactérienne

Introduction

- Monde microbien
- Le microbisme

I - DECOUVERTE DES BACTERIES

-Antonie van Leeuwenhoek,

Antony van Leeuwenhoek (1632-1723)



– Microscope simple.

– Dans la salive.

"Très nombreux animalcules.....autant d'habitants que sur la planète"

II-1 - METHODES D'ETUDE

- **Taille** (micron)
 - microscope électronique (G x >10.000 fois)
 - microscope optique (G x 1000 -1500 fois)
habituellement recherchée avec un microscope optique
 - sans coloration =état frais
 - après coloration .

III-2 - METHODES D'ETUDE

- **état frais** : (G x 400)
- **après coloration**
 - **bleu de méthylène** : il y a mise en évidence de polynucléaires neutrophiles ayant phagocyté des bactéries de type diplocoque (G x 1000)
 - **coloration de Gram**, très utilisée en pratique courante
 - **imprégnation argentique** pour révéler les spirochètes
 - **Ziehl-Neelson**. Mise en évidence du caractère acido-alcool-résistant de certains bacilles (mycobactéries).

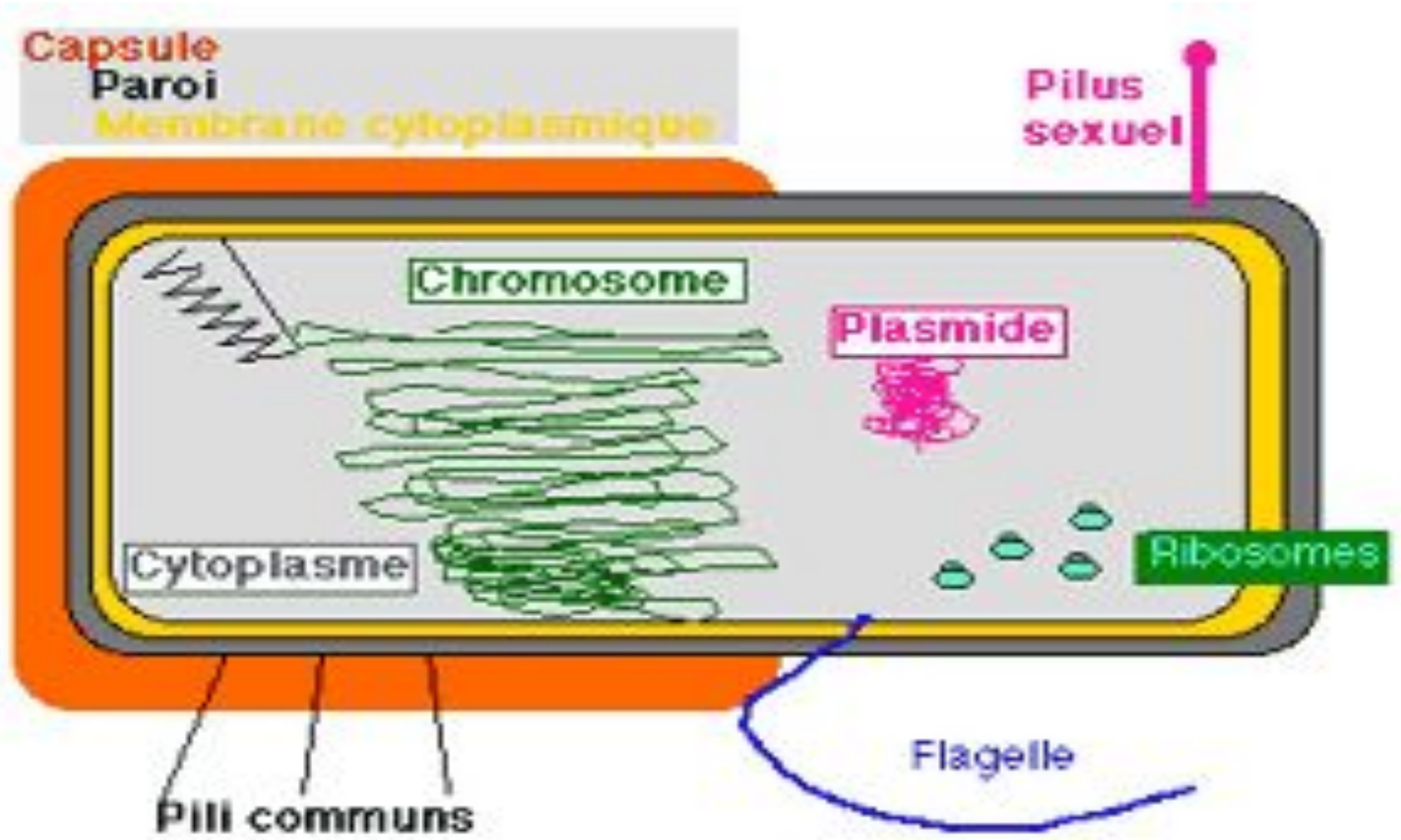
IV - Définition d'une bactérie

- Etre unicellulaire
- Petite taille (microorganisme, micron)
- Morphologie qui présente des caractéristiques propres (*Procaryotes*).

Tableau comparatif

CARACTÉRISTIQUES	PROCARYOTE	EUCARYOTE
Taille habituelle	0,3 à 2,5 μM	2 à 20 μM
Noyau avec membrane (m)	-	+ (mn)
Nombre de chromosomes	1	>1
Réplication par mitose	-	*
Position de l'ADN	nucléole ou plasmides	noyau et certains organites intracellulaires
Présence d'organites intracellulaires	Aucun	Habituellement présents (mitochondries, m, appareil de Golgi, G)
Membranes contenant des stérols	Aucune	Souvent présentes
Enveloppes cellulaires	Hétéropolymère glucido-peptidique	Cellulose et autres polysaccharides, seulement dans les plantes
Flagelles et cils	Pas de cils	Agencement typique

V-Structure



- **V-1-LES ENVELOPPES**

- **1. La capsule.**

- **Constituant inconstant**

- **Le plus superficiel.**

- mise en évidence s'effectue par coloration négative

- encre de Chine ou

- Nigrosine

- *apparaît en clair sur fond noir).*

- **Composition: polysaccharides acides**

- sucres sous forme d'acides uroniques tel l'acide galacturonique, l'acide glucuronique, mais aussi

- sous forme de sucres phosphorés: composant lié à certains pouvoirs pathogènes, car il **empêche** la **phagocytose**.

Elle peut se trouver à l'état soluble dans les liquides de l'organisme (emploi dans le diagnostic = recherche d'antigène soluble).

Elle intervient dans **l'identification** infra-spécifique. Ce typage est une des méthodes de reconnaissance des épidémies.

Les polymères capsulaires purifiés sont la **base de certains vaccins** (*Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*).

- **V-1-LES ENVELOPPES**

- **2. Le glycocalyx**

- **fibres polysaccharidiques**

- fréquents
 - difficiles à visualiser en microscope électronique.

Rôle: **l'attachement** des bactéries

- aux cellules (cellules buccales, respiratoires.....)
 - à des supports inertes (plaque dentaire sur l'émail dentaire, biofilms sur les cathéters, ou encore les prothèses dans le cas de bactéries d'intérêt médical).
 - protège les bactéries du biofilm de la dessiccation,
 - sert à concentrer ou modifier les éléments nutritifs exogènes
 - rend les bactéries résistantes: antiseptiques, désinfectants, antibiotiques.

- **fimbriae ou pili.**

- plus grosses, protéiques, fibrillaires et rigides .

Rôle: permettent l'attachement spécifique

- 1- Des bactéries sur les cellules, phase essentielle dans certains pouvoirs pathogènes (*Escherichia coli* de certaines infections urinaires).
- 2- Des virus bactériens ou bactériophages peuvent infecter la bactérie après fixation sur certains pili, dits sexuels.

- **V-1-LES ENVELOPPES**

- **3. La paroi**

- mise en évidence après un traitement antibiotique de type β -lactamine
- enveloppe rigide assurant l'intégrité de la bactérie, donc
 - **responsable de la forme** des cellules.
 - Elle protège des variations de pression osmotique (mer).

Elle est absente chez les Mollicutes (*Mycoplasma*).

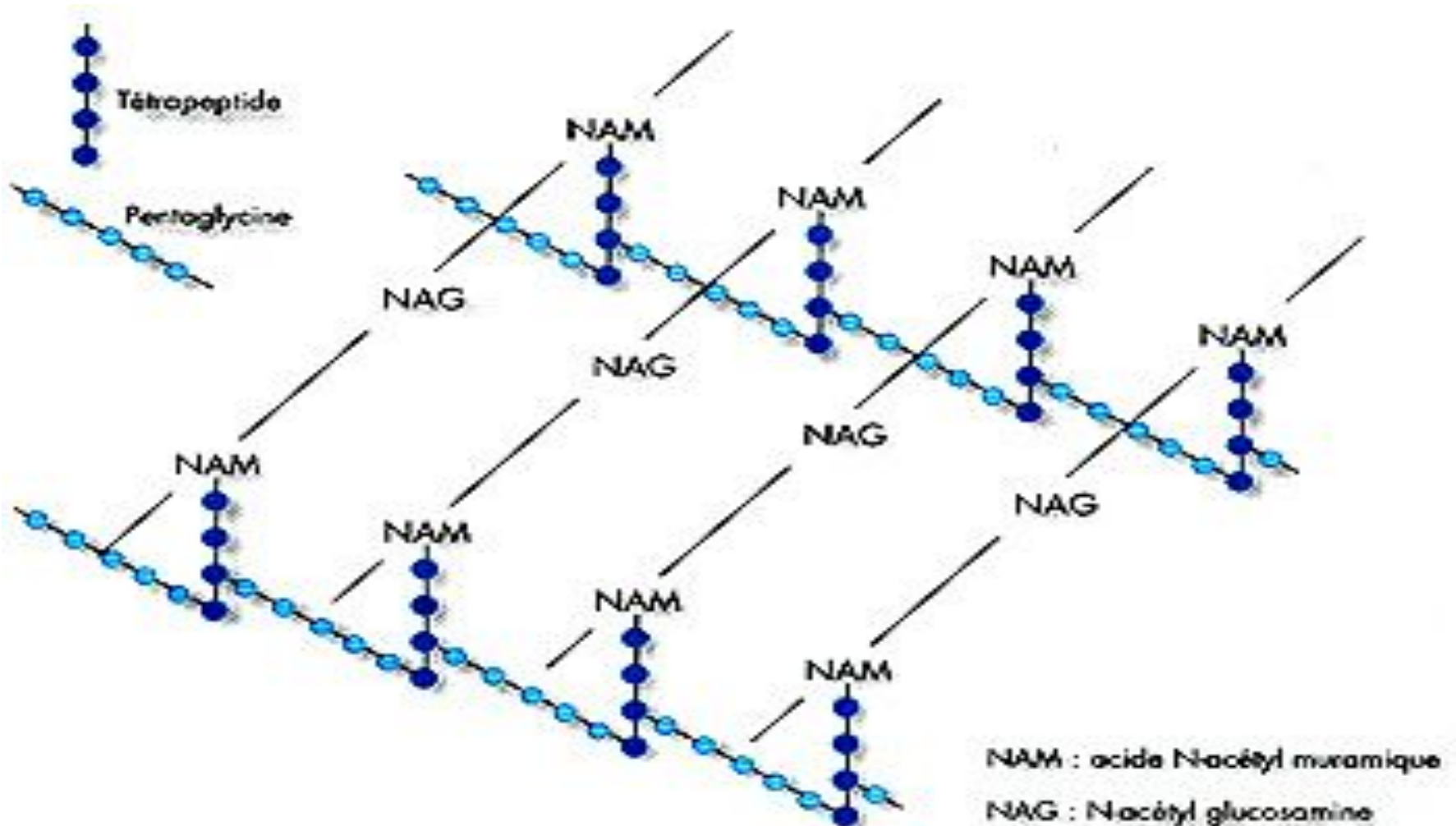
partie commune à toutes les parois bactériennes :

-le peptidoglycane (sauf bactéries halophiles ou thermophiles)

Le Peptidoglycane

- **Hétéropolymère** composé de chaînes glucidiques reliées les unes aux autres par des chaînons peptidiques (pentapeptide).
- Macromolécule, unique **réticulée** tridimensionnelle est ainsi constituée et sa solidité dépend de l'importance des interconnexions.
- La paroi de la bactérie est ainsi une macromolécule.

Le peptidoglycane-2



- Les chaînes peptidiques formées de 4. AA (L-Alanine - D-Glycine - L-Lysine - D-Alanine) fixées sur l'acide muramique.
- L'enchaînement des aminoacides des séries D et L est une constante. Ces tétrapeptides sont reliés directement entre eux ou par une courte chaîne peptidique (chaîne « interpeptidique »).

- **LA BIOSYNTHÈSE :**

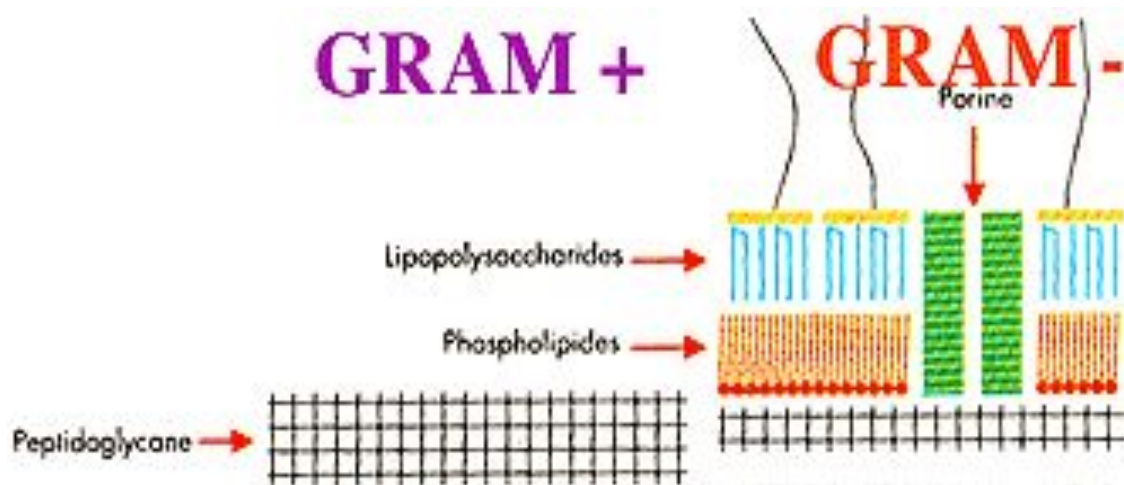
- par sous-unités

- **dans le cytoplasme** jusqu'à l'assemblage du disaccharide-pentapeptid (N-Acétyl Glucosamine-Acide N-Acétyl Muramique- L-Alanine-D-Glycine-L-Lysine-D-Alanine-D-Alanine)
- traverse la membrane cytoplasmique fixé sur un transporteur phospholipidique puis est attaché à la chaîne glucidique de la paroi pré-existante (réaction de **transglycosylation**).
- Les chaînes peuvent être reliées pour former la molécule réticulée finale par (réaction de **transpeptidation**).
- D'autres enzymes sont nécessaires: **hydrolases** permettant de couper les chaînes glucidiques du peptidoglycane
- Certaines étapes peuvent être entravées par certains antibiotiques: β -lactamines, glycopeptides (cf antibiotiques) ou encore enzyme (lysozyme).

La composition variant selon l'espèce ou le groupe bactérien : Gram + et Gram -.

Paroi des bactéries à Gram positif

- Le peptidoglycane jusqu'à 30 % du poids sec d'une cellule.
- très solide, les liaisons croisées entre chaînes glucidiques sont nombreuses.



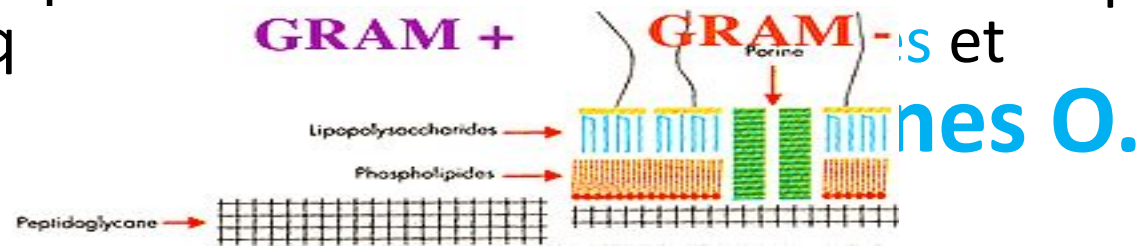
Paroi des bactéries à Gram négatif

- Beaucoup plus complexe
 - Le **peptidoglycane** (< 15 % du poids sec).
 - **lipide complexe (A)** couplé à la
 - **glucosamine** et à des
 - **résidus phosphore** possédant une partie hydrophobe et une hydrophile.

Il y a analogie entre « endotoxine » = lipide A » = « membrane externe.

, des **polysaccharides complexes** fixés Sur la glucosamine et formant la partie la plus externe de la paroi. Ils sont essentiels pour la physiologie bactérienne dans les processus de pénétration de nutriments ou de toxiques, ils sont spécifique

comportent



Autres propriétés de la paroi bactérienne

Coloration de Gram : Son intérêt est de donner une information rapide et médicalement importante, car le pouvoir pathogène et la sensibilité aux antibiotiques sont radicalement différents.

Les morphologies bactériennes sont variées. Les cellules peuvent être courtes, pratiquement sphériques (**cocci** ou coques) ou allongées (**bacilles**).

- Les bacilles sont essentiellement des cylindres à extrémités hémisphériques mais on en connaît aussi à extrémités fines, pointues (formes en fuseau) ou au contraire planes (bacilles dits « à bouts carrés »).
- Certains corps bacillaires sont **incurvés** (*Vibrio*, *Campylobacter*) ou **spiralés** (*Leptospira*, *Treponema*).

Dans un environnement adapté, les cellules des bactéries peuvent être associées en groupements qui sont caractéristiques de l'espèce.

- **L'absence de paroi** est habituellement **létale** pour les bactéries (**Mollicutes** exceptés). Les bactéries dépourvues d'enveloppes extérieures sont les « formes L » et les protoplastes, suite à l'action des antibiotiques (β -lactamines) ne semblent pas avoir un intérêt médical.

La membrane

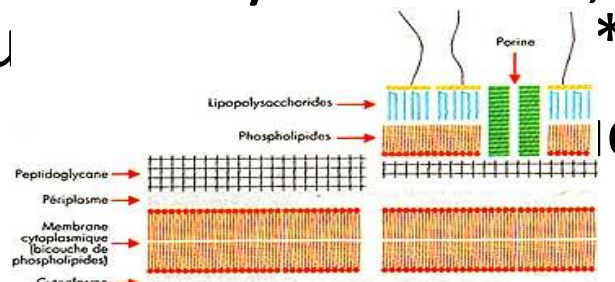
- Successivement **hydrophile** (polysaccharide complexe), **hydrophobe** (lipide A et lipides des phospholipides), **hydrophile** (têtes hydrophiles des phospholipides).
Se trouvent enchâssées des **protéines** qui assurent la cohésion de la membrane, une liaison avec le peptidoglycane et des fonctions diverses de perméabilité sélective ou non. Ces **porines**, seules structures de transport des composés hydrophiles, sont essentielles à la vie de la bactérie mais aussi à l'action de certains antibiotiques.
- Enfin d'autres **protéines servent à la captation d'ions** (fer), ou de vitamines (facteurs de croissance).
- Notons les **antigènes protéiques M** des streptocoques. D'autres structures existent telle chez les mycobactéries

V-1-LES ENVELOPPES

- 4. La membrane plasmique.

trilamellaire formée de

- **phospholipides** dont les pôles hydrophobes sont face à face, entourant des protéines. Elle est à l'interface entre cytoplasme et structures externes. Certaines protéines, les **perméases**, ont un rôle important dans les échanges. **D'autres protéines** sont des enzymes respiratoires ou impliquées dans la production d'énergie (ATPase).
- La membrane a ainsi un **rôle métabolique** majeur : on y trouve la plupart des activités associées aux mitochondries dans la cellule supérieure.
- Les flagelles bactériens y sont fixés, c'est là que se génère leur mouvement.
- Elle est détruite par les antibiotiques (polypeptides, antiseptiques).



LES CONSTITUANTS DU CYTOPLASME

- Appareil nucléaire et ribosomes sont présents dans le cytoplasme bactérien.
 - . **Chromosome et plasmides**
 - . **Ribosomes**
 - Constitués d'ARN et de protéines, comportent deux sous-unités (30 S, 50 S). Fonctionnellement, il y a deux sites essentiels pour la synthèse des protéines : le site aminoacyl qui accueille l'acyl-tARN et le site peptidyl qui accueille la chaîne d'acides aminés en cours de constitution.
 - site de synthèse de la paroi et des protéines exportées.
 - Des antibiotiques perturbent la synthèse des protéines à leur niveau (Tétracyclines)
- **LA SPORE BACTÉRIENNE**
- Certaines bactéries (genre *Clostridium* et *Bacillus*), ont la propriété de se différencier en **formes de survie** appelées spores.
- Elles se présentent sous une forme
 - végétative métaboliquement active et potentiellement pathogène ou
 - métaboliquement inactive et non pathogène (forme sporulée).

La transformation de la forme végétative en spore est la sporulation : . Temps : 6 à 8 heures à 37°C pour *Bacillus subtilis*.

- Conditions : modifications de l'environnement tel épuisement en matières nutritives.

Etapes de la Sporulation

- 1-déshydratation progressive du cytoplasme,
- 2-par l'apparition de composés (dipicolinate de calcium),
- 3-une densification des structures nucléaires et
- 4-enfin la synthèse d'une paroi sporale épaisse et imperméable, donc hautement résistante (chaleur).

La spore intra-bactérienne est libérée dans le milieu extérieur et y survit des années.

Dans des conditions favorables (nutritives, thermiques et chimiques), elle redonne une cellule végétative (germination).

Intérêt médical avec conserves familiales (Botulisme)(*Clostridium botulinum*)

Intérêt médical avec des plaies souillées par de la terre (Tétanos)(*Clostridium tetani*)

Chez l'animal : mange des chardons.....(Charbon)(*Bacillus anthracis*)