

Structure et anatomie fonctionnelle des bactéries

I/ Définition d'une bactérie

Une bactérie est un être unicellulaire (procaryote) de petite taille, de morphologie variable qui présente des caractéristiques propres.

	PROCARYOTES	EUCARYOTES
TAILLE DES CELLULES	1 à 10 μm	10 à 100 μm
ENVELOPPE NUCLÉAIRE	Absente	Présente
ORGANITES MEMBRANEUX	Absents	Présents
PEPTIDOGLYCANE DANS LA PAROI	Présents	Absent
HISTONES ASSOCIÉS À L'ADN	Absentes	présentes
CHROMOSOME CIRCULAIRE	présent	absent
REPRODUCTION	scissiparité	Mitose et méiose
ORGANISATION CELLULAIRE	Presque tjrs une seule cellule	pluricellulaire
RIBOSOMES	70S	80S

II. Vue d'ensemble de la structure de la cellule procaryote :

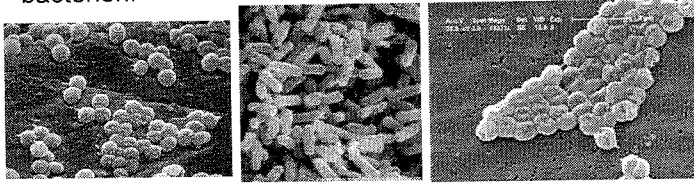
Trois critères sont pris en compte : la taille, la forme et le mode d'assemblage.

A. La taille : s'exprime le plus souvent en micromètres (μm) et elle est excessivement variable au sein du monde bactérien.

- Les plus petites bactéries ont une taille de 0,1 à 0,2 μm ex: *Chlamydia trachomatis*

- *Thiomargarita namibiensis* (la perle de soufre de Namibie) est la plus grosse bactérie jamais décrite. Elle peut atteindre 0,75 mm si bien qu'elle est visible à l'œil

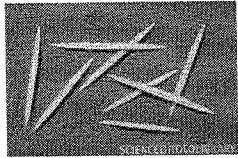
B. La forme est également extrêmement diverse au sein du monde bactérien.



Cocci:
staphylocoque

Bacille: E.coli

Cocco bacille:
Acinetobacter baumannii



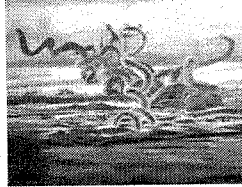
Fusiforme

Fusobacterium nucleatum

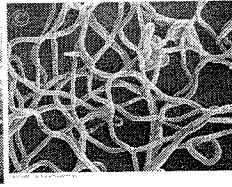


Incurvée

Vibrio cholerae



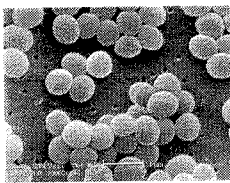
Treponema pallidum



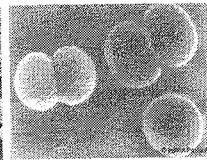
Borrelia burgdorferi

Spiralée

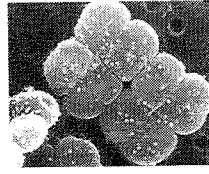
• **C. Mode d'assemblage**



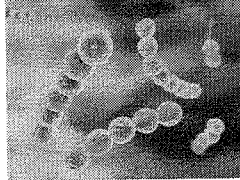
Amas, grappe de
raisin:
staphylocoque



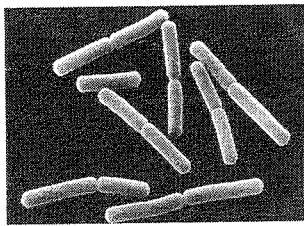
Diplocoque:
Neisseria meningitidis



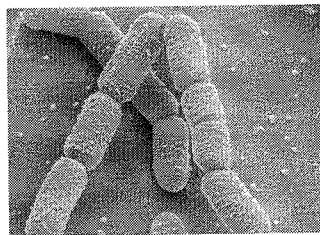
Tétrades:
microcoque



Chainettes:
streptocoque



Dibacilles: *Bacillus subtilis*



Streptobacilles:
Bacillus megaterium

III/ Morphologie des bactéries:

L'étude morphologique des bactéries peut être effectuée au microscope optique selon deux modalités:

1/ l'examen à l'état frais (Objectif **X40**): nous renseigne sur:

- La mobilité de la bactérie, La forme de la bactérie

2/ l'examen des préparations fixées et colorées (Objectif **X100**) par:

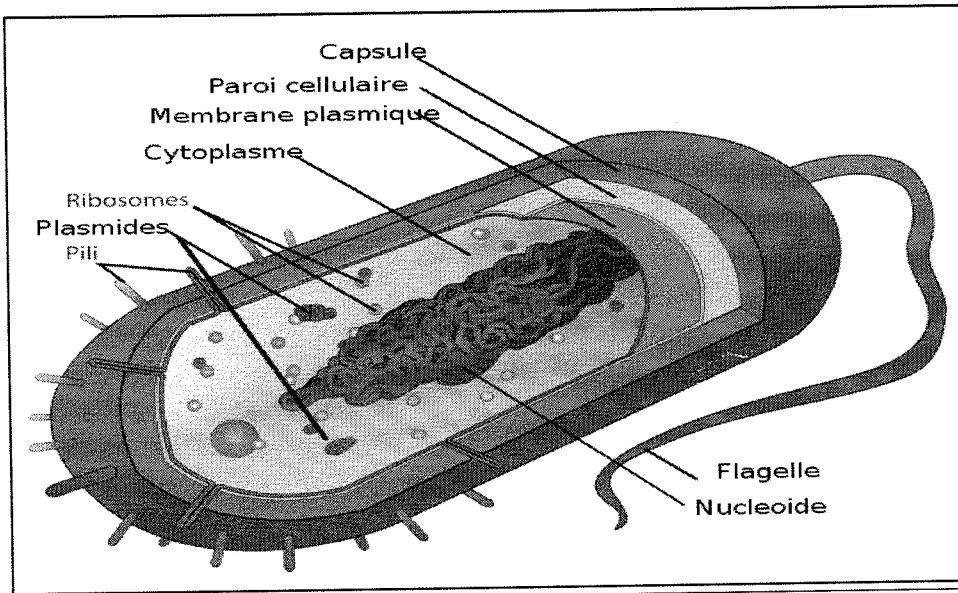
- Coloration au bleu de méthylène, Coloration au Gram, Coloration au Ziehl Neelsen

Nous renseigne sur l'affinité tinctoriale de la bactérie, la forme de la bactérie et son mode de rassemblement

IV/ Organisation de la cellule procaryote :

Plusieurs structures sont présentes dans les cellules procaryotes.

- Certaines sont obligatoires: l'appareil nucléaire ou chromosome, le cytoplasme, la membrane cytoplasmique, la paroi
- D'autres sont facultatives: Glycocalix, flagelle, pili et fimbriae, plasmides.



A. Les Eléments Obligatoires :

a. L'appareil nucléaire ou nucléoïde : C'est la différence la plus frappante entre les eucaryotes et les procaryotes. L'appareil nucléaire bactérien est représenté par un seul chromosome circulaire, constitué d'ADN double brin et se trouve dans une région de forme irrégulière (nucléoïde). Il est 1000 fois plus long que la bactérie (il est surenroulé)

Un nucléoïde contient généralement 60% d'ADN, 30% d'ARN et 10% en poids de protéines

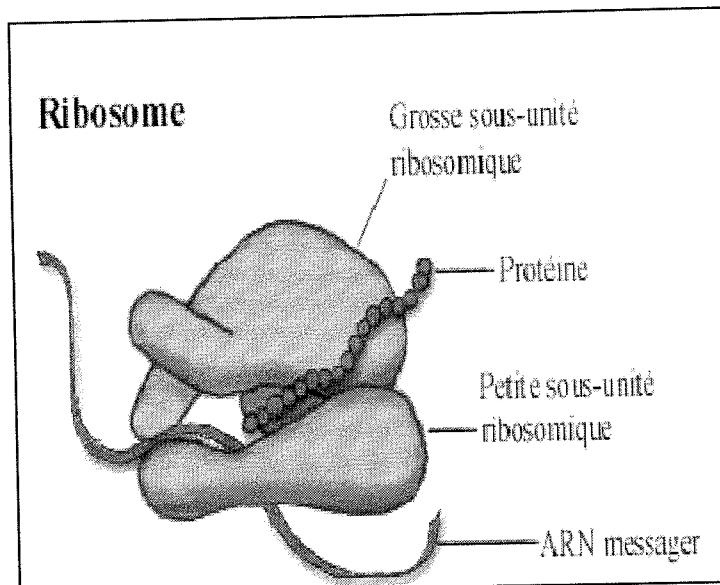
L'absence de membrane nucléaire permet un contact direct entre l'ADN et le cytoplasme, le transfert génétique est donc très rapide.

b. Le cytoplasme : Le cytoplasme des procaryotes présente une structure simplifiée par rapport au cytoplasme des cellules eucaryotes.

Il est composé d'une masse amorphe appelée Hyaloplasme. Il reste à l'état de gel permanent.

Nettement délimité par la membrane cytoplasmique, il est essentiellement constitué de ribosomes et de diverses inclusions :

+ **Les ribosomes :** Le cytoplasme bactérien est souvent rempli de ribosomes, sont responsables de la synthèse des protéines et sont légèrement plus petits que les ribosomes eucaryotes.

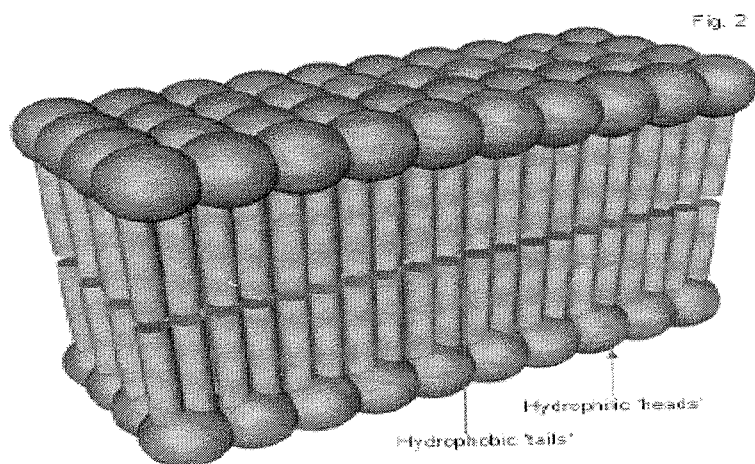


On les appelle souvent ribosomes 70S.

+Inclusions: Les granulations de stockage ou inclusions, sont fréquemment retrouvées.

Le type et la qualité de ces particules varient selon le type de bactéries et le niveau de son activité métabolique. Ces inclusions représentent donc un mécanisme d'emmagasinage temporaire des métabolites en excès.

c. La membrane cytoplasmique : Entoure le cytoplasme, d'un point de vue agencement moléculaire, les lipides membranaires sont disposés en double couche. Les pôles hydrophiles sont en contact soit avec le cytoplasme, soit avec l'espace périplasmique.



On retrouve des protéines membranaires placées sur la membrane : soit intégrées dans la double couche lipidique, soit périphériques.

La membrane plasmique joue un rôle primordial dans une cellule procaryote, C'est une membrane semi-perméable qui règle les échanges entre le cytoplasme et le milieu extérieur.

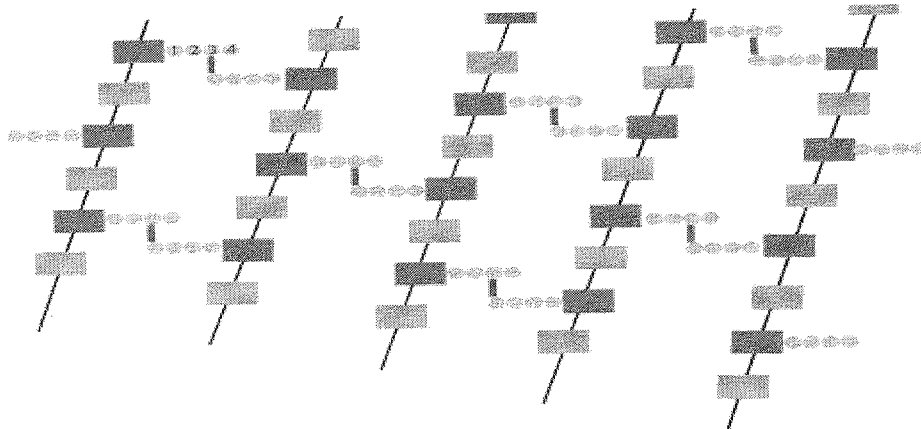
d. La paroi :

Les procaryotes sont entourés d'une paroi, qui maintient la forme, assure une protection et empêche la cellule d'éclater dans un milieu hypotonique.

Elle est retrouvée de manière quasi-constante (seuls les mycoplasmes en sont dépourvus).

La paroi des procaryotes est différente de celle des cellules végétales eucaryotes.

Chez les bactéries, elle contient une substance particulière, appelée **peptidoglycane**, qui forme un réseau de polymères composé de chaînes linéaires de N-acétyl-glucosamine (G) et d'acide N acétyl-muramique(M) reliés par de courts peptides.



- N-acétyl-glucosamine
- Acide N-acétyl-muramique
- 1 2 3 4 Chaîne térapeptidique (1 : L-Ala ou Gly ou L-Ser ; 2 : D-Glu ; 3 : X ; 4 : D-Ala)
- Pont interpeptidique

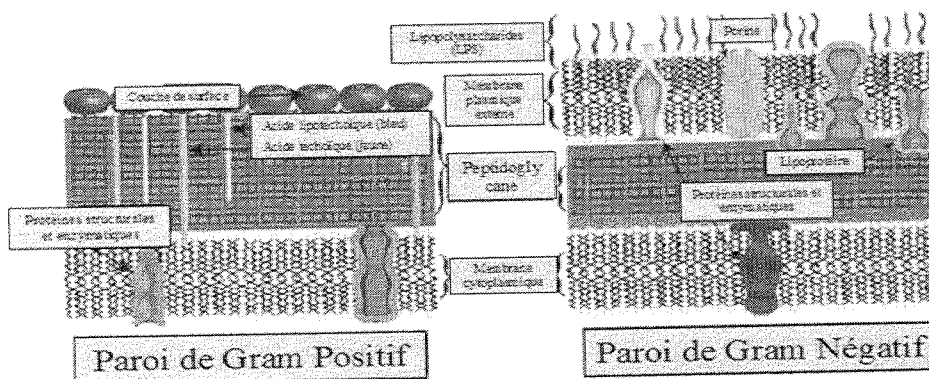
La coloration de Gram : C'est la coloration la plus importante en bactériologie, elle permet de classer les bactéries en deux classes: les Gram positifs, et les Gram négatifs.

Les Gram +: le peptidoglycane représente 40 à 95% de la paroi.

Les Gram - : le peptidoglycane se présente en couche mince: environ 20% de la paroi.

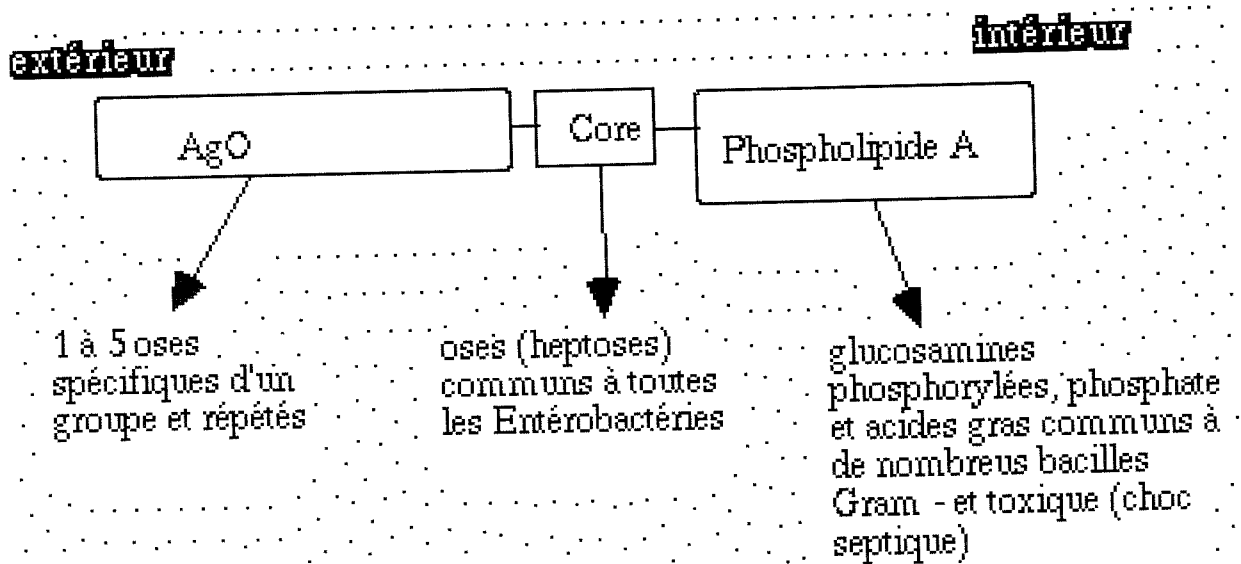
Les Gram - possèdent une structure en plus de la paroi, par rapport aux Gram+, c'est la **membrane externe**. Cette membrane possède les caractéristiques fondamentales d'une membrane biologique, mais dont la composition est particulière, vu qu'elle renferme comme principal composé lipidique: le **LPS** = lipopolysaccharide.

Différence entre un Gram Positif et Négatif



Éléments de la membrane externe:

1/ le LPS :



- L'Antigène O est spécifique d'une espèce à une autre
- Le LPS des Gram - est une endotoxine pyrogène
- Le LPS induit chez l'homme des signes cliniques (hyperthermie, agrégation des hématies, choc septique – diminution de la pression artérielle).

2/ Protéines entrants dans la structure de la membrane externe :

- Certaines protéines (les perméases) ont un rôle important dans les échanges.
- D'autres ont un rôle dans la synthèse du peptidoglycane et sont des protéines de liaison aux pénicillines (PLP ou PBP).
- D'autres protéines sont des enzymes respiratoires ou impliquées dans la production d'énergie (ATPase).

B. Les éléments facultatifs :

1. L'ADN extra chromosomique: plasmide

- Les plasmides sont des molécules d'ADN double brin qui, soit s'intègrent dans le chromosome, soit existent indépendamment.
- Les plasmides participent aux transferts horizontaux de gènes entre les populations bactériennes, et donc à la dissémination des gènes conférant des avantages sélectifs (par exemple des résistances aux antibiotiques ou des facteurs de virulence).

2. Le Glycocalyx:

Un glycocalyx= réseau de polysaccharides, de polypeptides ou des deux, situé à la surface de la membrane externe des Gram – ou à la surface de la paroi des Gram +.

Le glycocalyx peut être subdivisé en deux catégories: les capsules et les slimes.

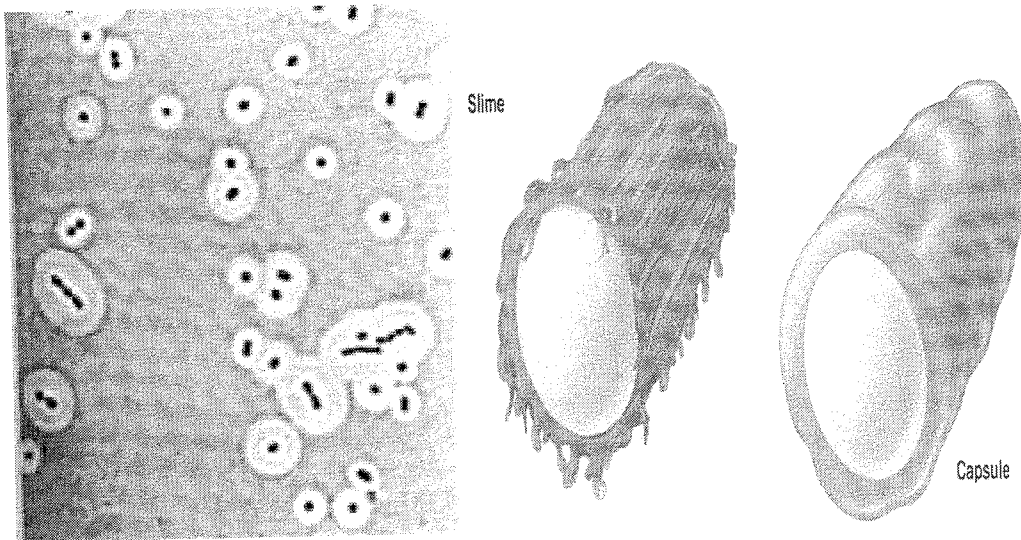
➤ Les capsules:

Elles sont constituées d'un matériel fibreux plus ou moins épais, présentant une surface externe libre et nettement définie.

Les capsules sont facilement visibles au microscope optique après colorations (encre de chine).

Leur présence est signe de virulence (pouvoir pathogène) et elle sert pour le typage sérologique (ex: pneumocoque)

Les antigènes capsulaires sont souvent désignés sous le nom d'antigène **K** chez les bactéries à Gram négatif.



➤ Le slime:

Est constitué de couches régulières de sous unités glycoprotéiques recouvrant la surface cellulaire et diffusant dans le milieu en lui conférant une forte viscosité.

Protège la bactérie des antibiotiques et de la dessiccation, et a un rôle dans l'adhésion.

3. Les pili et les fimbriae :

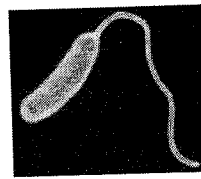
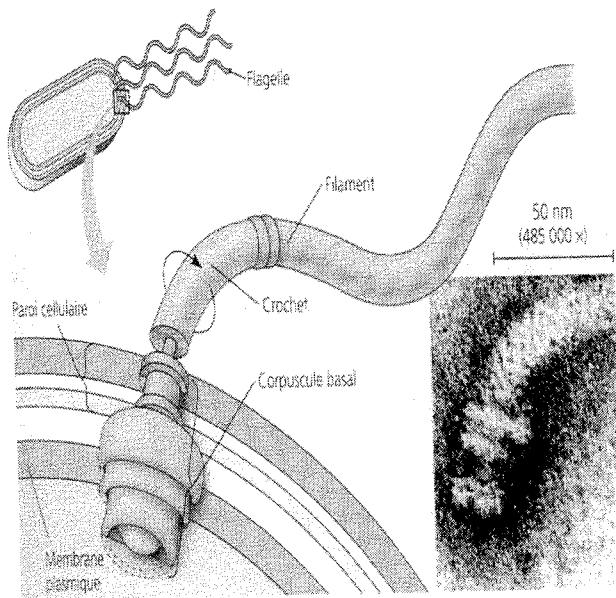
- *Les fimbriae (ou pili communs)* : sont présents parfois par centaines, permettent aux bactéries d'adhérer à des surfaces telles que les rochers de rivières et les tissus hôtes.
- *Les pili sexuels* sont plus épais que les fimbriae, et leur nombre ne dépasse pas un à deux par cellule, sont nécessaires à l'appariement des bactéries en vue de transfert d'ADN lors d'un processus de reproduction appelé conjugaison.

4. Les flagelles et la mobilité :

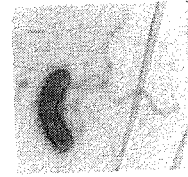
D'une manière générale, la mobilité s'observe chez les bacilles et seuls quelques coques sont mobiles (*Enterococcus casseliflavus*, *Enterococcus gallinarum*,...).

Ce sont des appendices locomoteurs qui s'étendent à l'extérieur de la membrane plasmique et de la paroi cellulaire.

La flagelline qui est la protéine flagellaire est immunogène et constitue l'Ag H. Les antigènes H varient selon les espèces mais ils peuvent également être variables au sein d'une même espèce et contribuent à définir des sérovars (ex: salmonelle)



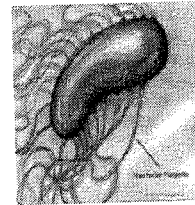
Ciliature monotriche
Ex: *Vibrio cholerae*



Ciliature amphitriche Ex: *Plesiomonas*



Ciliature lophotriche
Ex: *Pseudomonas*



Ciliature peritriche
Ex: *enterobacteries*

Les spores :

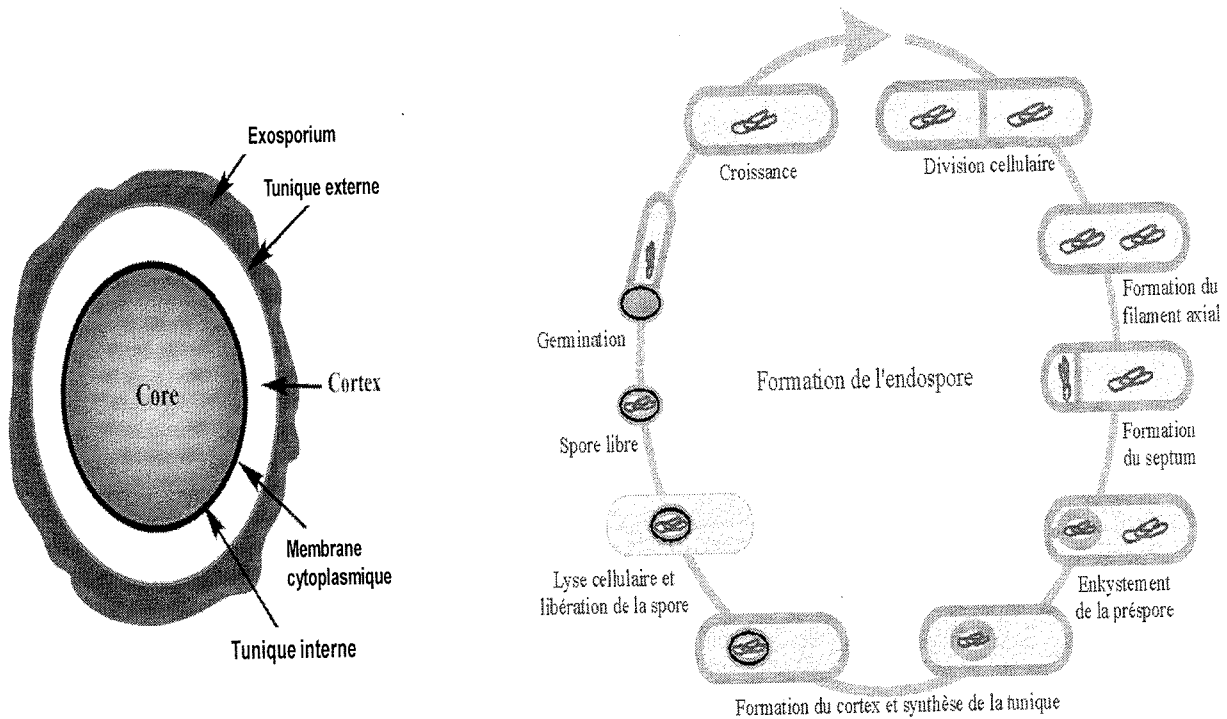
Certaines bactéries, entre autres d'intérêt médical (genre *Clostridium* et *Bacillus*), ont la propriété de se différencier en formes de survie appelées spores, déclenchées par des modifications de l'environnement tel qu'épuisement en matières nutritives.

C'est une structure spéciale, **résistante, dormante**. Elles sont extraordinairement résistantes aux conditions sévères de l'environnement comme la chaleur, les radiations ultraviolettes, les désinfectants chimiques et la dessiccation. Sensibles au formol, oxyde d'éthylène et à la bêta Propriolactone

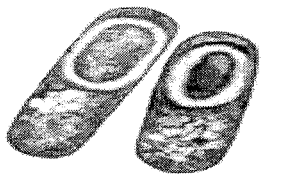
Dans des conditions favorables (nutritives, thermiques et chimiques), elle redonne une cellule végétative (germination).

Intérêt médical :

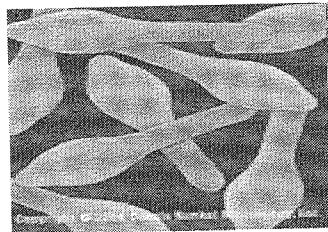
- conserves familiales (Botulisme) (*Clostridium botulinum*).
- Plaies souillées par de la terre (Tétanos) (*Clostridium tetani*).
- Chez l'animal : mange des chardons (Charbon) (*Bacillus anthracis*).



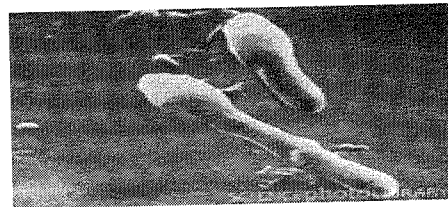
Différentes types de spores:



Spore centrale ou subterminale non déformante ex: *Bacillus subtilis*



Spore subterminale déformante: *Clostridium botulinum*



Spore terminale déformante: *Clostridium tetani*

Conclusion : On peut considérer les bactéries comme le groupe le plus important du vivant. Des scientifiques ont estimé que le poids total des micro-organismes est de 25 fois le poids de toutes les formes animales.

- Ces êtres sont invisibles et parfois responsables de maladies graves, voire d'épidémies.
- L'étude de leur structure de façon détaillée, permet de mieux comprendre leur mécanisme pathogènes, et de développer les moyens de les combattre de façon efficace afin d'éviter les infections qu'elles causent.