

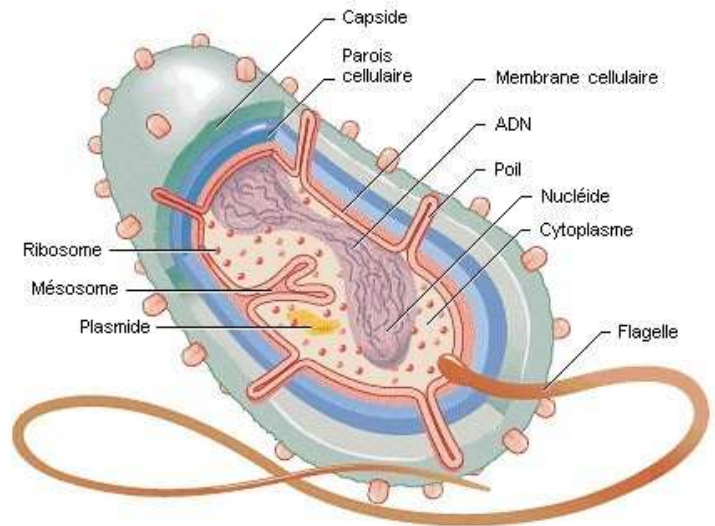
## Structure de la cellule

L'observation d'une cellule bactérienne peut se faire à l'état frais ou à la coloration de Gram.

On met en évidence :

- La taille.
- La morphologie.
- Le mode de groupement.

La cellule bactérienne est équivalente à un système clos protégé du milieu extérieur par une membrane et différentes structures extérieures. Une bactérie peut aussi avoir des appendis tels que les flagelles ou le pilis.



### 1° Les éléments constants :

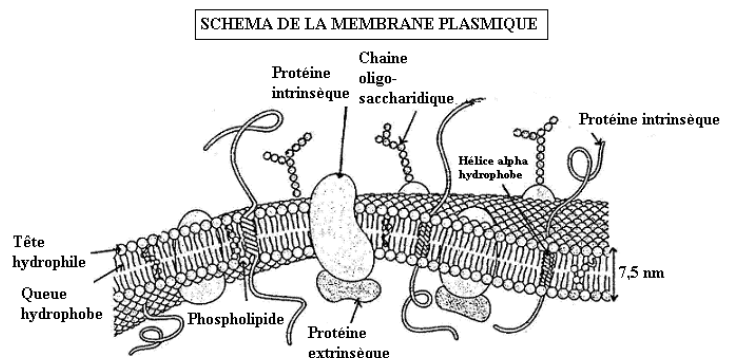
#### 1.1. La membrane plasmique :

L'existence de cette membrane plasmique se déduit de différentes observations :

- Le phénomène de plasmolyse.
- L'observation au microscope électronique.
- La centrifugation différentielle.

##### 1.1.1. Structure :

Elle forme un feuillet continu.  
Elle est constituée d'une bicouche fluide de phospholipides dans laquelle sont incorporés des protéines globulaires. Les glucides sont associés aux protéines de surfaces (glycoprotéines) ou aux phospholipides (glycolipides). Cette structure est dynamique et conforme au modèle de la mosaïque fluide.



## **1.1.2. Composition chimique :**

### **1.1.2.1. Les lipides :**

Ce sont des molécules amphiphiles, c'est-à-dire :

- Une partie hydrophile.
- Une partie hydrophobe.

A cause de leurs propriétés, ils s'organisent spontanément en bicouche avec deux surfaces hydrophiles externes séparées par une zone centrale hydrophobe. Les lipides de la membrane plasmique sont essentiellement des phospholipides.

### **1.1.2.2. Les protéines :**

On distingue deux classes de protéines :

- **Intrinsèques :**

Ce sont des protéines transmembranaires. Elles sont globalement hydrophobes et s'associent en un complexe stable avec les phospholipides. En effet, les régions les plus hydrophobes de la protéine sont au niveau de la couche hydrophobe lipidique, alors que la partie hydrophile est au contact de l'espace péri-plasmique ou du cytoplasme.

- **Extrinsèques :**

Riche en acide aminés hydrophiles et peuvent être soit péri-plasmique, soit cytoplasmique à proximité de la membrane.

## **1.1.3. Fonction de la membrane plasmique :**

La membrane plasmique isole la bactérie du milieu extérieur tout en permettant les échanges avec celui-ci, elle a donc une perméabilité sélective. Ainsi, elle joue un rôle de barrière mais aussi de transport.

### **1.1.3.1. Rôle de barrière :**

Elle s'oppose à la fuite, vers l'extérieur, de constituants libres dans la cellule. Elle s'oppose à l'entrée, vers l'intérieur, de constituants indésirables. Elle permet aussi l'entrée de molécules et de déchets.

### **1.1.3.2. Rôle de transport :**

La bactérie puise dans le milieu extérieur, des substances nutritives et y rejette des produits devenus inutiles, ce qui permet de maintenir les conditions nécessaires à la vie de la cellule. Les protéines jouent un rôle essentiel dans cette fonction.

Les mécanismes de transports sont nombreux mais on distingue deux mécanismes principaux :

- **Passif :**
  - **Diffusion simple :**

Passage direct, au travers de la membrane, pour des molécules hydrophobes ou le dioxygène, et par l'intermédiaire d'un canal protéique pour les petites molécules hydrophiles.

Lorsque se sont des molécules d'eau qui diffusent au travers d'une membrane dont la perméabilité est sélective, on parle d'osmose.

- **Diffusion facilitée :**

Un transporteur intervient pour les molécules hydrophiles.

- **Actif :**

Nécessite de l'énergie et s'effectue dans le sens inverse du gradient de concentration du composé. Pour cela, la présence d'une perméase est nécessaire. Les perméases correspondent à des ensembles de protéines situés dans la membrane cytoplasmique dans l'espace périplasmique. Ces protéines ont une activité enzymatique. Elles reconnaissent des substrats spécifiques et les transportent. L'énergie nécessaire, vient de l'hydrolyse de la molécule d'ATP (transport actif primaire) ou du gradient d'ion à travers la membrane, couplé avec le transport du composé.

### **1.1.3.3. Autres fonctions :**

Elle a un rôle :

- Dans la respiration et la production d'énergie.
- Dans la synthèse de la paroi et des lipides.
- Dans la division cellulaire.

## 1.2. La paroi :

### 1.2.1. La mise en évidence :

En microscopie électronique, on remarque, à partir de coupes ultrafines, des différences.

| Gram    | Epaisseur  | Densité    |
|---------|------------|------------|
| Positif | 20 à 80 nm | Homogène   |
| négatif | 5 à 15 nm  | Hétérogène |

### 1.2.2. Nature et composition chimique :

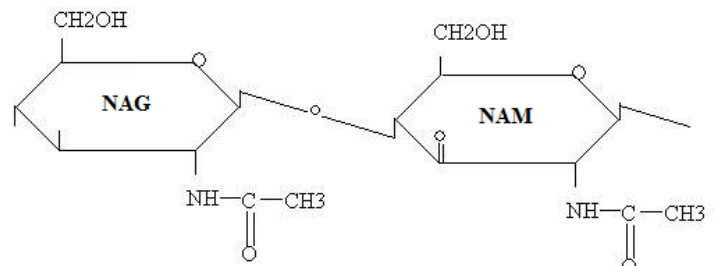
#### 1.2.2.1. Le peptidoglycane :

C'est un glycoaminopeptide, qui est constitué :

- **D'une partie glucidique :**

Formé par un enchaînement de deux dérivées osidiques appelés osamines.

Le peptidoglycane est constitué d'un enchaînement de NAG et NAM, relié entre eux par des liaisons glycosidique  $\beta 1 \rightarrow 4$ .



- **D'une partie peptidique :**

Un tétra peptide est fixé sur la partie glucidique au niveau des groupements carboxyliques de NAM. Ce peptide est constitué par des acides aminés que l'on ne trouve pas dans les protéines car ils font parties de la série D. Pour de nombreuses bactéries, l'ordre des résidus par les acides aminés du tétra peptide est le suivant :

- L-ALA
- D-GLU
- Acide diaminopimélique
- D-ALA

L'acide diaminopimélique n'est rencontré que chez les bactéries aussi, ils constituent un véritable marqueur des bactéries. Les divers tétras peptides sont reliés entre eux par des liaisons interpeptidase.

Remarque : certaines bactéries non pas de paroi.

### **1.2.2.2. La paroi des Gram positif :**

La paroi des Gram + est une paroi épaisse constitué d'une couche épaisse de peptidoglycane.

Elle possède :

- Des protéines
- Des acides teichoïques
- Des acides lipoteichoïques
- Un peptidoglycane
- Une membrane plasmique

### **1.2.2.3. La Paroi des Gram - :**

La paroi des Gram - est plus complexe et plus stratifié.

Elle possède :

- Des lipopolysaccharides (LPS) :
  - Une partie lipidique (lipide A), qui permet d'encrer le LPS dans la membrane externe.
  - Une partie glucidique (polysaccharide), formé d'un noyau interne et d'un noyau externe.
  - Une chaîne O spécifique, qui varie selon le sérotypes.
- Des protéines
- Des porines
- Des lipoprotéines
- Un peptidoglycane
- Une membrane plasmique

### 1.2.2.3. La coloration de gram :

La coloration de gram est basée sur la différence de perméabilité des parois qui permet de distinguer deux grands groupes de bactéries.

L'action des différentes substances au cours de la coloration de Gram :

| Colorants                                   | Bactéries Gram -  | Bactéries Gram +  |
|---|---|---|
| <b>Cristal violet ou violet de Gentiane</b> | Coloration en violet  |   |
| <b>Lugol</b>                                | Stade de mordantage. Renforcement de l'action du violet de Gentiane.<br>Formation d'un complexe coloré cristal violet-Lugol |   |
| <b>Alcool</b>                               | Dissolution du complexe coloré (paroi perméable à l'alcool)   | Non dissolution du complexe coloré (paroi imperméable à l'alcool) |
| <b>Fuschine</b>                             | Coloration en rose  | Pas d'effet   |

### 1.3. Le Cytoplasme :

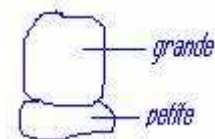
#### 1.3.1. Le Hyaloplasme (ou le cytosol) :

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Liquide</b>              | Cytoplasme homogène, fluide, clair, transparent.  |
| <b>pH</b>                   | 7 - 7,2   |
| <b>Pression osmotique</b>   | Elevée  |
| <b>Composition chimique</b> | Eau, minéraux, acides aminés, nucléotides, lipides, protéines, ARN, composés métaboliques |

#### 1.3.2. Les Ribosomes :

Ce sont des particules sphériques, de 20nm de diamètre, présents en très grand nombre dans le cytoplasme bactérien. Les ribosomes sont répartis dans tout le cytoplasme mais ne sont pas accrochés aux chromosomes bactériens.

Ils sont constitués de deux sous-unités, qui sont chacun constitués de protéines et d'ARN ribosomiaux (ARNr).



Le ribosome assure la traduction des ARNm en protéines.

## **1.4. Le Chromosome Bactérien :**

Il s'agit d'un long filament d'ADN circulaire associé à des protéines. Il existe différentes colorations du chromosome :

- **Coloration de Feulgen :**

Elle fait apparaître le chromosome bactérien en rouge, le problème de cette coloration est qu'elle n'est pas à 100% spécifique de l'ADN.

- **Méthode de Baivin :**

Elle utilise une ribonucléase qui détruit les ARN puis, colore avec la Fuschine (se fixe sur les acides). Pour les coques, le chromosome apparaît souvent comme une masse sphérique, ou ovoïde. Pour les bacilles, il apparaît souvent en bâtonnet.

Il existe plusieurs techniques pour mettre en évidence le chromosome bactérien :

- **Autoradiographie :**

Elle utilise des éléments marqués par la radioactivité, et on révèle la présence de la radioactivité par une impression sur un film photographique. On incorpore à une solution de bactérie une base radioactive, lorsque les bactéries se divisent, leur ADN est répliqué en utilisant ces bases radioactives, donc les chromosomes bactériens des bactéries nouvelles sont marqués par la radioactivité.

- **Microscopie électronique.**

Le chromosome bactérien porte l'information génétique.

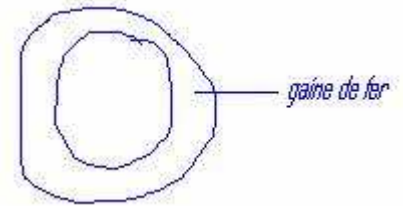
## **2° Les Eléments inconstants :**

### **2.1. Les Plasmides :**

Ce sont des molécules d'ADN, double brins et de petites tailles, circulaires, on les dit super enroulées, extra chromosomique. Ils sont capables de répllication autonome. Leurs tailles sont de 1/1000 de celle du chromosome bactérien.

## 2.2. Les Inclusions :

Ce sont des granulations cytoplasmiques d'accumulation de substance organique ou minérale. Elles correspondent à des réserves en glycogène (réserve de carbone et d'énergie chez certaines Entérobactérie), en phosphates (acides nucléiques qui servent à la synthèse des phospholipides), lipidiques (source de carbone et d'énergie, coloré par le noir soudant), en fer (accumulation extracellulaire).



Il existe parfois des inclusions de soufre, chez les bactéries photosynthétiques sulfureuses.

## 2.3. La Capsule :

C'est une couche gélatineuse muqueuse, compacte, bien organisé et difficile à enlever. Cette couche entoure les bactéries. Elle est présente chez les Gram + (exemple : Streptococcus pneumoniae ; Bacillus anthracis), et chez les Gram – (exemple : Klebsiella, sur GTS, colonie de type M).

La production de cette capsule n'est pas systématique dans une population bactérienne. Elle est influencée par les constituants du milieu.

La mise en évidence d'une capsule peut se faire par microscopie optique (sur un état frais à l'encre de Chine).

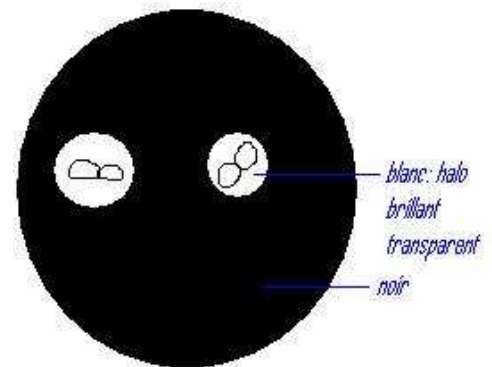
La capsule est constituée d'une structure polysaccharidique.

C'est un facteur de virulence important chez les bactéries capsulées car :

- Elle protège contre :
  - La dessiccation
  - Les infections dues aux bactériophages
  - La phagocytose
  - Les agents physicochimiques

La capsule permet à la bactérie de s'attacher sur des surfaces solides (dans les tissus, dans l'environnement). Elle inhibe l'action de certains antibiotiques et de certains détergents.

La capsule peut porter des propriétés antigéniques



## 2.4. Les Pili :

Ce sont des petits appendices filiformes à la surface des bactéries. Ils sont de nature protéique et ne sont visibles qu'en microscopie électronique.

- **Pili commun ou fimbriae :**

Ils sont présents en grand nombre autour de la bactérie (100 à 200), très court ( $< 1 \mu\text{m}$ ), rigide. Constitués par l'assemblage de sous unités de piline, ils participent au pouvoir pathogène des bactéries en leur permettant d'adhérer aux membranes des cellules et jouent un rôle dans les propriétés d'Héماغلuttination.

- **Pili sexuels ou Pili F :**

Peu nombreux (1 à 4), un peu plus longs avec une extrémité arrondie, codés par des plasmides conjugatif (plasmide F) et sont synthétisés seulement par les bactéries mâles. Les bactéries capables de produire le pili sexuel sont des bactéries mâles à l'opposé des bactéries femelles. Ils interviennent dans la conjugaison bactérienne, dans la reconnaissance mâle/femelle. Des bactériophages spécifiques peuvent s'adsorber à l'extrémité de certains pili sexuel et injecter leur génome viral dans le canal du pilus.

## 2.5. Les Flagelles :

On peut observer les flagelles au microscope optique mais il faut les épaissir par un mordant énergétique, puis dans une solution colloïdale qui se dispose sur le mordant et épaissit le diamètre des flagelles. La meilleure observation se fait sur un microscope électronique.

### 2.5.1. Description :

Les flagelles sont des éléments long (8 à  $20\mu\text{m}$ ), ils sont fins (10 à 25nm). Ils se fixent sous la membrane plasmique. Ils sont constitués par un assemblage de flagelline de forme hélicoïdale. Le nombre de flagelles varie de 1 à 30. Leur disposition autour de la bactérie varie selon le type de ciliature.

Les flagelles sont constitués :

- De filaments (flagelline).
- De crochet situé près de la surface de la cellule.
- D'anneaux qui encrent le flagelle au niveau de la bactérie.

### 2.5.2. Comportement :

Ils sont doués de chimiotactisme. Les bactéries ne se déplacent pas de manière désordonnées, mais en fonction du chimiotactisme positif, attiré par les nutriments ou en fonction du chimiotactisme négatif, répulsion par des agents microbiens.

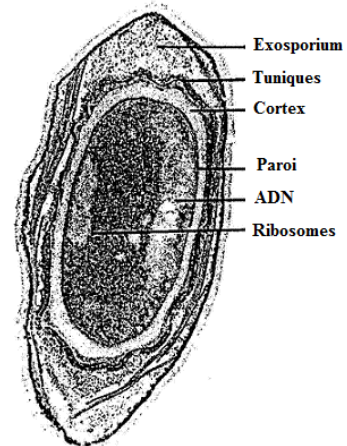
L'activation de la mobilité peut être due à un épuisement en nutriment.

### 2.6. La Spore :

Elle est appelée endospore quand elle est à l'intérieur et exospore lorsqu'elle est libérée. Toutes bactéries ne peuvent pas sporuler.

Lors de la maturation, la pré-spore s'entoure de ces différentes enveloppes, c'est-à-dire :

- De la paroi
- De la tunique
- De l'exosporium



La germination s'effectue suivant les étapes :

- **L'activation :**

Lors de ce stade, l'action d'un agent qui lèse les tuniques (de l'abrasion, destruction physique, un agent chimique acide ou la chaleur). Le plus souvent entre 60° et 70° C, il y a activation du processus de germination.

- **L'initiation :**

Il y a réhydratation de la spore (gonflement de celle-ci). Le cortex est solubilisé et détruit. Des enzymes hydrolytiques détruisent les autres enveloppes de la spore.

- **L'excroissance :**

C'est la phase active de la biosynthèse qui permet à la cellule végétative de reprendre ces processus métaboliques et de reprendre une vie normale.

Les spores sont un problème dans l'agro-alimentaire et dans le milieu hospitalier car elles résistent à la stérilisation classique.

Certaines spores sont pathogènes.