

STRUCTURE DES BACTERIES

Les bactéries sont des cellules procaryotes, c'est-à-dire des cellules qui n'ont seul chromosome et qui ne possèdent pas de membrane nucléaire.

Les bactéries n'ont pas non plus d'appareil mitotique, de mitochondries, de réticulum endoplasmique et d'appareil de Golgi.

Les bactéries possèdent pour la plupart une paroi rigide qui a un constituant spécifique, le peptidoglycane.

I/ Moyens d'étude

1°) Microscopie optique

L'examen à l'état frais, entre lame et lamelle, renseigne sur la forme des bactéries et leur mobilité éventuelle.

L'examen après coloration permet de mieux apprécier leur forme.

2°) Microscopie électronique

Elle permet l'étude de la structure fine des bactéries.

3°) Fractionnement des bactéries

Les bactéries peuvent être lysées par :

- des procédés physiques : broyage en présence de microbilles de verre, d'ultrasons, de variation de pression ;
- des procédés chimiques : digestion enzymatique, action d'antibiotiques, action de détergents.

Les différents constituants bactériens, lorsqu'ils sont libérés, peuvent être séparés par gel filtration, centrifugation différentielle, électrophorèse.

II/ Anatomie bactérienne

On distingue les enveloppes, les constituants internes, les appendices et la spore.

A / Les enveloppes

1°) Le glycocalyx

a) Définition et nature

On appelle glycocalyx tout composé renfermant des polysaccharides et situé à l'extérieur de la paroi.

Les glycocalyx sont subdivisés en deux catégories : la capsule et le slime.

La capsule, constituée d'un matériel fibreux, plus ou moins épais, est classiquement définie par le fait qu'en présence d'encre de Chine, les particules colloïdales ne pénètrent pas dans la couche capsulaire qui se présente alors sous forme d'un halo clair entourant la bactérie.

Le slime (ou couche muqueuse) est constitué de couches régulières formées de sous-unités glycoprotéiques recouvrant la surface cellulaire et diffusant dans le milieu en lui conférant une forte viscosité.

b) Rôle du glycocalyx

Le glycocalyx ne joue aucun rôle vital pour la bactérie.

Les substances polysaccharidiques des glycocalyx peuvent assurer l'adhérence à un certain nombre de cellules.

La capsule représente le facteur de virulence responsable du pouvoir pathogène des bactéries.

La capsule permet une classification antigénique des bactéries.

2°) La paroi

La paroi est une enveloppe rigide qui assure la forme des bactéries. Ainsi on distingue des cocci, des bacilles, des bactéries spiralées. Les *Mollicutes* n'ont pas de paroi.

La structure de la paroi est différente selon qu'il s'agit de bactéries à Gram positif ou à Gram négatif. Dans les deux cas, on trouve un constituant commun, le peptidoglycane (appelé aussi mucopeptide ou muréine).

a) Le peptidoglycane

C'est un polymère composé de chaînes linéaires de N-acétyl-D-glucosamine et d'acide N-acétylmuramique. Ces chaînes polyosidiques sont reliées entre elles par de courtes chaînes peptidiques qui contiennent de la L-alanine, de la D-alanine, de l'acide D-glutamique et un acide diaminé tel que la L-lysine ou l'acide diaminopimélique. Ces tétrapeptides sont fixés par une de leurs extrémités à l'acide N-acétylmuramique et par l'autre à une chaîne peptidique de longueur et de composition variable d'une espèce à l'autre.

b) La paroi des bactéries à Gram positif

Elle est épaisse et constituée en majeure partie par le peptidoglycane.

Les acides teichoïques sont en position plus superficielle.

Les polyosides responsables de la spécificité antigénique des bactéries sont fixés sur la paroi.

c) La paroi des bactéries à Gram négatif

La couche de peptidoglycane est mince et recouverte par une double couche lipidique asymétrique : **la membrane externe.**

La membrane externe contient des protéines et renferme comme principal composé lipidique au niveau du feuillet externe le lipopolysaccharide (LPS) et des phospholipides au niveau du feuillet interne.

Le LPS est composé de lipide A, de polysaccharide de base ou « core » et de chaînes latérales ou séquences polyosidiques. Le polysaccharide de base est rattaché au lipide A par un sucre particulier, le KDO (2-céto-3-désoxyoctonate). Les chaînes latérales constituent l'antigène O somatique des bactéries à Gram négatif. Les mutants rugueux ont perdu les spécificités O car ils ne synthétisent pas de chaînes latérales.

La membrane externe contient, enchâssées dans la matrice lipidique un certain nombre de protéines. Parmi celles – ci on distingue :

- des protéines majeures ou matricielles ;
- des protéines mineures ;
- des lipoprotéines.

Certaines protéines majeures sont organisées en triplets et délimitent des pores permettant le passage non spécifique de petites molécules hydrophiles. C'est la raison pour laquelle on les appelle des **porines**.

3°) La membrane cytoplasmique

C'est une double couche de phospholipides qui se font face par leur chaîne hydrophobe et dont les pôles hydrophiles sont tournés vers l'extérieur. Au sein de cette double couche phospholipidique on trouve enchâssées à différentes profondeurs deux catégories de protéines :

- les protéines intégrées ou intrinsèques qui font partie intégrante de la membrane ;
- les protéines périphériques ou extrinsèques qui sont situées en périphérie.

Les fonctions de la membrane cytoplasmique sont nombreuses :

Elle joue un rôle de barrière vis-à-vis des molécules hydrophiles.

Elle contient de nombreuses enzymes notamment celles qui interviennent dans le métabolisme énergétique.

Elle contient des systèmes de transport qui permettent la pénétration sélective de certaines substances (sucres, acides aminés, ions minéraux).

Le mésosome, prolongement de la membrane cytoplasmique, porte le site d'attachement du chromosome bactérien.

La bactérie se multiplie par scissiparité. La séparation commence par une invagination de la membrane cytoplasmique au niveau du mésosome. La membrane cytoplasmique est progressivement tapissée par la paroi. La cloison ainsi formée entre les deux cellules filles est appelée septum. Lorsque le septum se clive les cellules se séparent.

4°) L'espace périplasmique

On appelle périplasma l'espace situé entre la membrane cytoplasmique et la paroi chez les bactéries à Gram positif et entre la membrane cytoplasmique et la membrane externe chez les bactéries à Gram négatif.

B/ Les constituants internes

1°) Le cytoplasme

La membrane cytoplasmique délimite le cytoplasme de la bactérie.

Le cytoplasme contient de nombreux ribosomes, tous les systèmes enzymatiques de la biosynthèse et des produits de réserve (glycogène).

Le ribosome intact possède une constante de sédimentation de 70 S. Il peut être dissocié en deux sous-unités de constantes de sédimentation de 50 S et 30 S. Chaque sous-unité est constituée pour 2/3 par l'ARN et pour 1/3 par des protéines. La sous-unité 30 S renferme une molécule d'ARN 16 S et 21 protéines différentes. La sous-unité 50 S contient une molécule d'ARN 23 S, une molécule d'ARN 5 S et 35 protéines.

2°) Le noyau

L'appareil nucléaire bactérien est représenté par un chromosome circulaire, constitué d'une molécule d'ADN en double hélice. C'est le support de l'information génétique, donc de l'hérédité.

3°) Les plasmides

(voir cours de génétique bactérienne)

C/ Les appendices

1°) Les flagelles

La mobilité des bactéries est due à la présence d'un ou plusieurs flagelles. Leur nombre varie de 1 à 30 selon les espèces.

Le flagelle comprend le filament et le crochet. Le filament est constitué par une protéine appelée flagelline.

Le flagelle est fixé à la bactérie par un crochet dont le diamètre est un peu plus grand que celui du filament et qui semble être constitué par un autre type de protéine que la flagelline.

Le crochet porte des disques des disques.

Chez les bactéries à Gram positif le crochet porte une seule paire de disques attachés à la membrane cytoplasmique. Chez les bactéries à Gram négatif le crochet porte deux paires de disques, l'une fixée à la membrane cytoplasmique l'autre à la paroi.

En fonction du nombre et de la disposition des flagelles on décrit deux grands types de ciliature :

a) La ciliature polaire : le ou les flagelles sont disposés à un pôle de la bactérie.

b) La ciliature péritriche : les flagelles sont répartis sur toute la surface de la bactérie.

Les flagelles sont antigéniques et constituent le support de l'antigénicité H.

2°) Les fimbriae et pili

Il s'agit d'appendices non flagellaires, de nature protéique, dont on connaît deux types principaux.

a) Les pili communs ou fimbriae

Ils sont retrouvés chez de très nombreuses espèces de bactéries à Gram négatif (*Neisseria*, *Moraxella*, *Vibrio*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*).

Ils permettent l'adhésion des bactéries à des supports inerte ou cellulaires. Aussi le terme d'adhésine est-il utilisé pour désigner ces fimbriae.

b) Les pili sexuels

Ils sont constitués presque exclusivement de protéine, la piline. Ces structures sont présentes à la surface des bactéries à Gram négatif F⁺ (porteuses du facteur de fertilité F) et se distinguent des autres appendices par un certain nombre de caractères :

- ils présentent un diamètre plus large ;
- ils sont présents en petit nombre (1 à 3) ;
- ils fixent des bactériophages à ARN le long de leur gaine ;
- ils fixent des bactériophages à ADN à leur sommet.

Ces structures sont impliquées dans l'appariement des bactéries au cours de la conjugaison.

D/ Les cycles évolutifs

La plupart des bactéries ne présentent pas de cycle évolutif. Il existe cependant quelques espèces capables de se différencier en cellule plus résistante au moment où leur croissance n'est plus possible. C'est ce qu'on appelle **la sporulation** et **l'enkystement**.

La sporulation existe chez des bactéries à Gram positif telles que les *Bacillus* et les *Clostridium*. Elle aboutit à la formation de spores qui se caractérisent par des propriétés de grande résistance aux agents physiques (chaleur, sécheresse) et chimiques (acides, solvants) et permettent donc à ces espèces de survivre dans des conditions très défavorables.

Le processus de sporulation comprend 6 stades principaux :

Le stade I se caractérise par la formation du **bâtonnet axial** qui deux génomes ;

Au stade II les deux génomes sont séparés par le **septum de sporulation** ;

Au stade III le septum de sporulation croît et se détache de la membrane cytoplasmique pour envelopper le cytoplasme présportal et une **préspore ovoïde** ;

Au stade IV apparaissent entre les membranes limitant la préspore, **la paroi sporale** et une enveloppe transparente appelée **cortex** ;

Enfin aux stades V et VI deux enveloppes vont se former à l'extérieur du cortex. Il s'agit des **tuniques internes et externes de nature essentiellement protéique**.

Après maturation de la spore, la cellule mère se lyse et libère ainsi la **spore mûre**.

Chez les *Streptomyces*, le processus de sporulation se rapproche davantage de celui de **l'enkystement** parce qu'il n'y a pas d'endospore à l'intérieur de la cellule mère, mais que la totalité de la cellule se transforme en spore.