

Les enveloppes bactériennes

Ensemble de structures qui délimite et protège l'extérieur des bactéries. Ces enveloppes peuvent donc présenter des structures variées et ceci en fonction des milieux de vie.

Structure minimale: membrane cytoplasmique.

Seconde structure: paroi G(+) et G(-).

Troisième structure: couche externe, notamment capsule, couche protéique et exopolymère.

1. La membrane cytoplasmique

• Organisation générale: la mosaïque fluide

La membrane apparaît comme un film lipidique dans lequel est enchâssé des protéines.

En MET, la membrane apparaît comme deux feuillet clairs encadrant un feuillet sombre.

Épaisseur de la membrane 7 à 8 nm.

Feuillet clair: tête hydrophiles des phospholipides

Feuillet sombre: queue hydrophobe.

• Les glycophospholipides (GPL)

Glycérol + Groupement acides + Groupement phosphates.

Le substituant ajouté les différencies (ex: sérine, éthanolamine).

Chez les Procaryotes, les phospholipides majeurs sont les PhosphoGlycérol (PG), diPG et PE.

Les GPL sont des molécules amphiphiles avec un pôle hydrophile = groupement phosphate et substituants, et un pôle hydrophobe = les acides gras.

Remarque: Chez les Archéobactéries, la structure est différente: au lieu d'une liaison ester, se sont des liaisons éther qui se forment ce qui donne une plus grande stabilité à la molécule, en plus il y a des associations d'AG qui rendent la membrane plus cohérente.

• Les autres composants membranaires

Chez les Procaryotes, il n'y a pas de stérol dans leur membrane car il leur est impossible de le synthétiser.

Stérol = grosse molécule, structure plane qui rigidifie la membrane.

Ils n'ont pas de stérol, mais présentent des parois.

Chez les Tenericutes (peau tendre = pas de paroi), il y a du stérol car il le prennent dans leur environnement, cad la cellule hôte qu'ils parasitent. De la présence de stérol dans leur membrane, les mycoplasmes vont être sensibles, comme les Eucaryotes aux polyènes.

Les protéines membranaires:

Protéines intrinsèques: forment des canaux à travers la membrane du transport passif

Protéines extrinsèques: lipoprotéines car queue lipidique accrochées au N terminal qui permet de rentrer dans la cellule. Ces protéines extrinsèques ont un rôle enzymatique qui vont, par exemple; participer à l'élaboration de la paroi.

2. Les parois bactériennes

• Le peptidoglycane

Structure:

Il a bcp de noms diverses: Glucosaminopeptide. Le peptidoglycane peut-être aussi appelé Muréine, Mucopeptide, Mucocomplexe.

Il forme un réseau macromoléculaire plus ou moins continu autour de la membrane. Il est constitué d'un enchainement de NAG et NAM liés entre eux par des liaisons osidiques β -1-4. Chaque osamine (fonction amine) possède également un oligopeptide attaché. La réticulation entre les chaînes osidiques est assurées par des ponts peptidiques entre les oligopeptides (ici pentaglycine entre 2 groupes de ' acides aminés).

La liaison osidique β -1-4 est caractéristique des polymères osidiques de structure car la majorité des enzymes sont incapables de l'hydrolyser. La seule enzyme qui en est capable est le Lysozyme.

La structure générale du peptidoglycane, le squelette glucidique NAM-NAG, est strictement conservé chez les Eubactéries, les variations ne sont que sur quelques peptides (excepté les Mollicutes qui n'ont pas de paroi).

Les oligopeptides comprennent des AA de la séries L et D. La série D étant caractéristique des cellules Procaryotes.

Les Archébactéries ne possèdent pas de peptidoglycane mais possèdent du pseudo-peptidoglycane. Cad il n'y a plus de succession de NAM-NAG mais d'autres sucres différents.

Synthèse: cf document

Rôle du Peptidoglycane:

Lysozyme + suspension de bacilles G(+) en condition isotonique => obtention de cellules rondes (= protoplastes).

Le Lysozyme agit sur le peptidoglycane en l'hydrolysant (destruction des liaisons osidiques) ce qui a fait perdre la structure spécifique des bacilles G(+). Donc on en conclut que le peptidoglycane est responsable de la forme de la bactérie.

Lysozyme + suspension de bacilles G(+) en condition hypotonique => obtention de l'éclatement des cellules.

Le Lysozyme s'attaque à la paroi et le soluté du milieu externe rentre dans la bactérie pour faire équilibre et, à force la bactérie explose. Donc le peptidoglycane fait une résistance contre la pression osmotique grâce à une force mécanique appliquée à l'entrée de l'eau dans la bactérie.

• **La paroi des bactéries Gram(+)**

Les acides téichoïques sont des polymères glycérolphosphates et ribidophosphates. Ils vont être associés au peptidoglycane ou à la membrane cytoplasmique, on les appelle alors « acides lipotéichoïques ». ils ont un rôle important au niveau antigénique (= favorisent la reconnaissance de la réponse immunitaire) car ils traversent toute la paroi et sont exposés à la surface. Leur caractère immunogène provient des sucres qui les composent.

Les acides téichoïques ont aussi un rôle dans la régulation des autolysines qui dégradent localement le peptidoglycane pour permettre la croissance de la cellule.

• **La paroi des bactéries Gram(-)**

Aspects général:

En ME, la paroi des Gram(-) apparaît avec des couches multiples, ceci est dû à la présence d'une membrane externe qui entoure la bactérie.

Étude du LipoPolySaccharide (LPS):

➤ **Ses fonctions:**

Le lipide A porte l'activité toxique du LPS et doit son nom d'endotoxine du fait que son activité toxique n'apparaît la lyse de la bactérie.

La présence du noyau intérieur et du noyau extérieur détermine des bactéries du type « R » (rough = rugueux) alors que la présence en plus de l'Ag O détermine des bactéries de type S (smooth = lisses).

L'Ag O est responsable de la spécificité Antigénique qui est utilisée en diagnostic pour l'identification des bactéries.

➤ **Les protéines de la membrane externe:**

Protéines majeures: en grand nombre, indispensables à la bactérie.

Protéines mineures: en plus faibles quantités et non-indispensables.

Protéines majeures:

La lipoprotéine de Braun: une partie enchâssée dans la membrane externe = partie lipidique, l'autre partie dans la membrane externe du peptidoglycane. Elle assure la cohésion de la paroi.

Porines: forment des canaux à travers la membrane externe, forment des canaux non-spécifiques pour des petites molécules hydrophiles. C'est à ce niveau qu'il y a un récepteur de « phage » chez E. coli.

IRMP: Iron Regulated Membrane Protein = protéines qui ont pour mission de capter les « sidérophores » sécrétés par les bactéries pour prélever le fer des organismes vivants.

Protéines mineures: rôles de canaux de diffusion spécifiques, récepteurs aux phages.

Lam B (chez E. coli) assure le transport du maltose, à la présence du maltose. Lam B est induite car que la présence du maltose entraîne la synthèse de la protéine (le contraire est dit « constitutif », ce qui est le cas des protéines majeures).

• **Les autres types de parois**

Cas particulier des Mycobactéries:

Mycoplasme connu: Mycobacterium tuberculosis (à l'origine de la tuberculose). Il s'agit d'un Gram(+)

mais qui ne prend pas la coloration de Gram. Il faut la colorer à la coloration « Ziehl Neelsen »: fushine à chaud, décoloration acide + alcool. Malgré cela, les bactéries gardent la couleur de la fushine; Elles sont appelées « Bacilles Acido-Alcool-Résistante » (BAAR).

Ma présence « d'acides mycoliques » sur la paroi sont à l'origine de l'épaisseur sinueuse plus glycolipides phénoliques.

Pour la bactérie, cette paroi est très protectrice notamment vis-à-vis des Enzymes qui se trouvent dans les lysosomes.

Mycobacterium tuberculosis se développe au sein des macrophages.

Cas particulier des Mycoplasmes:

Ils n'ont pas de paroi et donc possèdent du Stérol dans leur membrane, cela la rigidifie grâce à une structure plane du stérol. Ces bactéries se procurent le stérol au sein des cellules hôtes qu'elles parasitent.

3. Les enveloppes externes à la paroi

Il existe deux types différents selon la structure chimique: protéique ou polysaccharides.

• Les couches S protéiques

Elles ne sont observées qu'en ME. Elles forment un rayonnement cristallin autour de la bactérie. Constituées de protéines, ou glycoprotéines, on les retrouve dans bcp d'espèces mais c'est caractéristiques des Archéobactéries qui n'ont pas de paroi. Il s'agit d'un avantage sélectif à travers le phénomène de protection contre l'attaque de microorganismes, contre la déshydratation, cela bloque l'avancée de substances toxiques et intervient dans l'adhérence sur les surfaces.

• Les polysaccharides de surface

Présents chez toutes les bactéries. Chez les Eucaryotes = Glycocalyx. Il s'agit d'une couche de polysaccharides difficilement observable chez les bactéries car il s'agit d'une structure qui peut aller jusqu'à 99% d'hydratation. Elle est constituée de polymères linéaires ou ramifiés d'unités saccharidiques, qui vont s'étendre radialement autour et à partir de la paroi. Il n'y a pas de liaisons covalentes, la cohérence est due aux liaisons électrostatiques. Des ions bivalents comme Mg^{2+} ou Ca^{2+} permettent la liaison entre les polysaccharides.

Au sein de ces polysaccharides il en existe deux sortes:

- « capsule » quand bien organisé,
- « couche mucoïde » quand lâché.

• Les capsules: facteur de virulence

On les visualise grâce à la coloration négative de l'encre de Chine. On ne colore pas la capsule mais on la voit car tout le reste est coloré sauf la capsule.

La capsule est une structure facultative, pas obligatoire pour se développer. On l'observe plutôt quand la souche vient d'un endroit directement naturel.

La capsule joue un rôle dans le pouvoir pathogène de la bactérie.

Exemple des Pneumocoques. Si capsule: les souris meurent septicémie en 24h, sinon la souris est ok (pas d'invasion).

Grâce à la capsule, la bactérie peut envahir son hôte, donc la capsule est un facteur de virulence. Elle empêche les défenses de l'organisme de se développer normalement en bloquant la phagocytose.

Elle provoque le chimiotactisme -> les macrophages sont repoussés.

• La couche mucoïde et adhérence

Structure externe donc principale surface d'interaction avec le milieu environnemental. Phénomène non spécifique d'adhérence au niveau de la surface inerte. Permet de cimenter les bactéries à leur support grâce à des interactions ioniques (globalement négatives).

Les couches formées peuvent être des gangues muqueuses, des biofilms,...

• Biopolymères bactériens utilisés en industries

Principaux rôles: « agent stabilisant de texture » pour désépaissir les aliments, « agent de dispersion de particules » pour le maintenir en suspension, formation de biofilm et pour la rétention d'eau des matériaux.