

II. LE RÊVÈTEMENT CELLULAIRE DES EUCARYOTES

Objectifs du cours: être capable de:

- Décrire la composition et la structure des cellules eucaryotes et procaryotes
- Décrire la Composition biochimique et organisation moléculaire de la membrane plasmique
- Décrire la structure et rôle de la paroi bactérienne des cellules procaryotes
- Reproduire les schémas.

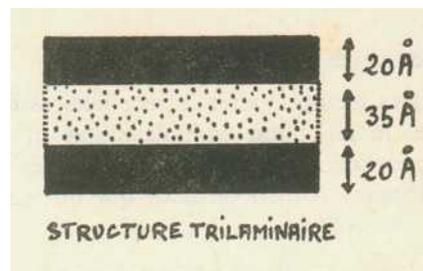
1. Cellules eucaryotes.

Le revêtement cellulaire délimite le milieu intracellulaire et le sépare du milieu extracellulaire. Il comprend :

- la membrane plasmique : en rapport avec le milieu intracellulaire.
- le cell-coat (manteau cellulaire) en relation avec le milieu extérieur 15 Å°.
- le cytosquelette sous-membranaire.

1.1. Structure de la membrane plasmique

a) Structure trilaminaire.



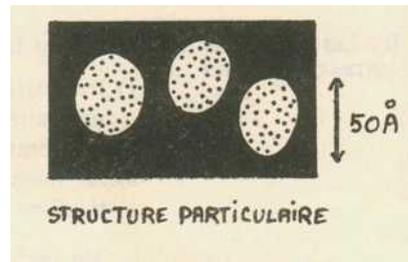
A partir de coupes minces 0.03μ (fixation dans $KMnO_4$ et inclusion dans une résine) observées au M.E à transmission, on observe deux feuillets denses osmiophiles de 20 Å chacun, séparés par un feuillet clair osmiophobe de 35 Å : structure trilaminaire. L'épaisseur des feuillets peut varier suivant les types cellulaires et les membranes.

b) Structure particulaire

Après cryodécoupage (cassure après fixation par congélation dans l'Azote liquide -196 °C), on observe en M.E à balayage deux couches : exoplasmique et protoplasmique.

Ces couches contiennent des particules intramembranaire (creux et bases complémentaires dont le nombre, la taille et la distribution sont

variables (ex: 3000 par μm^2 et de 40 à 100 Å de diamètre, ce qui correspond à une structure particulière. Les particules intramembranaires correspondent aux protéines globulaires.



c) Notion de membrane unité.

Ces structures se retrouvent également au niveau de toutes les membranes intracytoplasmiques:

- réticulum endoplasmique, Appareil de Golgi, enveloppe nucléaire, lysosomes, péroxysomes et vésicules de transition.

- membranes mitochondriales.

On définit ainsi la membrane plasmique de membrane unitaire ou membrane de base (Roberston 1959)

d) Cell-coat (manteau cellulaire)

Un feuillet supplémentaire peut être visible sur la face ex-terne de la membrane plasmique: c'est le cell-coat (Gassec, 1963) appelé aussi manteau cellulaire, glycocalyx ou glycolemme.

e) Le cytosquelette sous-membranaire.

La face interne de la membrane (face hyaloplasmique) est tapissée de microtubules et de microfilaments formant le cytosquelette sous-membranaire.

1.2. Composition biochimique et organisation moléculaire de la membrane plasmique

1.2.1. Composition biochimique

La membrane plasmique contient en moyenne 40% de lipides et 60% de protéines.

a) Les lipides:

Ce sont des lipides amphiphiles possédant un pôle hydrophile et pôle hydrophobe. Ils sont composés de 55% de phospholipides, 25% de

cholestérol, 18% de glycolipides et 2% d Acides gras hydrophobes.

b) Les protéines:

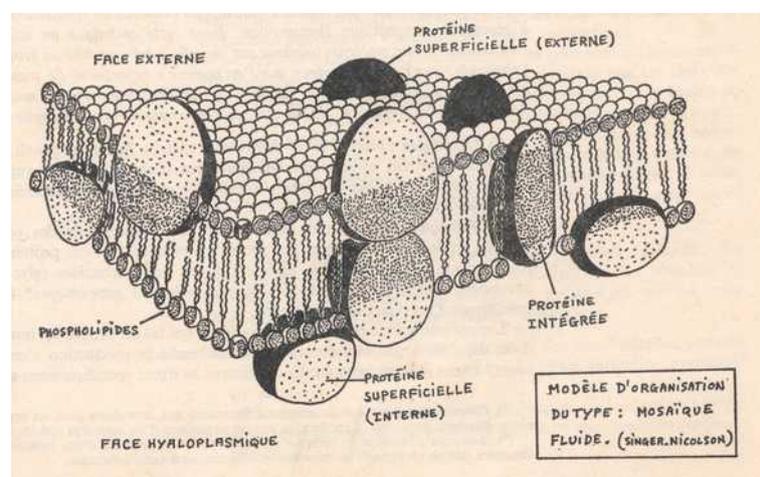
Il s'agit de polypeptides dont le P.M. varie de 20.000 à 240.000 (Surtout des glycoprotéines). Elles sont composées de protéines de structure, de protéines enzymatiques (enzyme de la glycolyse), de protéines contractiles (actine, myosine, spectrine), d'ATPases, de protéines Kinase, Adenyl cyclases, de perméases. Une protéine majeure de la membrane est la glycophorine glyco-protéine riche en acides sialiques.

1.2.2. Modèle en mosaïque lipides-protéines (Singer et Nicolson 1966-1971).

La membrane plasmique est constituée d'une bicouche de phospholipides dont les pôles hydrophobes sont disposés face à face et les pôles hydrophiles retournés l'un envers l'autre vers le cytoplasme, tous les deux sont recouverts de molécules de protéines périphériques hydrosolubles (protéines extrinsèques internes et externes).

Les protéines intégrées (p.intrinsèques) possèdent un pôle hydrophile en contact avec la phase aqueuse extracellulaire ou le hyaloplasme et une partie interne hydrophobe plongée dans la bicouche lipidique.

Ces protéines amphiphiles de structure globulaire constituent près de 50%-70% des protéines membranaires. Elles possèdent des sites spécifiques qui leur permettent de fixer des hormones, des médiateurs chimiques ou des substrats transportés activement, enzymes, médicaments, virus, toxines, cellules ou des informations extracellulaires.

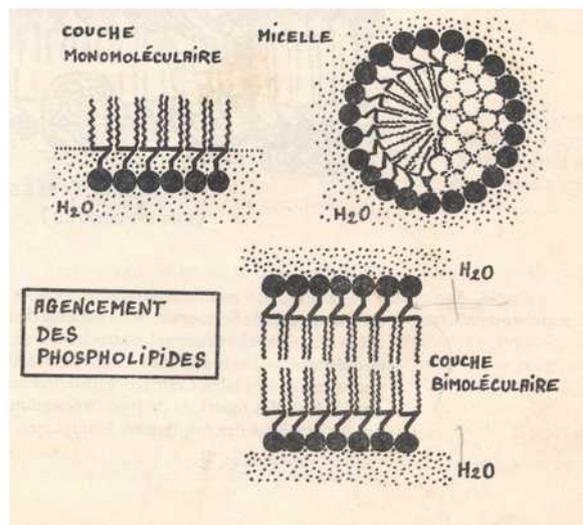


Les régions polysaccharides des glycoprotéines et des glycolipides baignent dans le milieu extracellulaire et forment le revêtement fibreux du manteau (structure asymétrique de la membrane)

D'après ce modèle la membrane plasmique possède une fluidité

capable de varier localement et qui s'explique par les interactions entre les différents composants chimiques:

- Agencement des phospholipides : il varie suivant la quantité d'eau, formation d'une couche monomoléculaire avec peu d'eau, formation de micelles avec moins de 50% d'eau et d'une bicouche avec plus de 50% d'eau.
- Interaction lipides-lipides : La fluidité augmente avec le degré d'insaturation des lipides. Les phospholipides saturés sont peu fluides, les non saturés (double liaison) sont plus fluides.



- Les interactions entre phospholipides et cholesterol font varier la fluidité. On obtient ainsi une mosaïque lipidique qui constitue la matrice des membranes biologiques.
- Interactions protéines-lipides : Les protéines extrinsèques hydrophiles : (fibronectine) sont situées à la périphérie des phospholipides, alors que les protéines intrinsèques (hydrophobes) se lient aux chaînes d'acide gras des phospholipides par des liaisons hydrophobes. Les protéines intrinsèques sont enchassées dans la matrice lipidique.

Les protéines extrinsèques diffèrent en fonction de leur localisation. La fibronectine se situe sur la face externe alors que l'alpha-actinine, la spectrine, l'ankirine se situent sur la face interne.

- Interaction protéines-protéines : Les protéines membranaires sont mobiles dans la matrice lipidique. Il y a déplacement transversal ou fusion des protéines responsables des fonctions enzymatiques et de transport.

Les protéines globulaires les unes des autres par leur groupement carboxyle COO⁻. L'abaissement du pH modifie les charges négatives des protéines et il y a formation d'agrégats. L'abaissement de la température empêche la mobilité des protéines.

Le contrôle de la mobilité sous l'action du milieu se fait par l'intermédiaire des microfilaments et des microtubules.

On distingue des mouvements de diffusion latérale et des mouvements de bascule (flip-flop)

CONCLUSION

La membrane plasmique ne présente donc pas une structure uniforme en toutes circonstances mais des états successifs d'organisation correspondant à des conditions d'activité différente.

2. Cellules procaryotes

2.1. Structure

Epaisse d'environ 10nm, la membrane plasmique à une structure moléculaire comparable à celle des cellules eucaryotes. Cependant, il ne semble pas qu'elle soit recouverte par un cell coat.

2.2. Fonctions

Comme chez les eucaryotes, elle joue un rôle dans la perméabilité sélective grâce des perméases qui commandent les entrées dans la cellule. Elle intervient aussi dans le contrôle des sorties, c'est à dire dans l'excrétion des enzymes, de toxines...etc.

Mais son rôle diffère de celui de la membrane plasmique des cellules eucaryotes car elle est le siège de nombreuses enzymes : en particulier elle contient des enzymes du métabolisme respiratoire (des cytochromes, des enzymes, des enzymes du cycle de Krebs)

La membrane plasmique des bactéries a donc les mêmes fonctions que les crêtes mitochondriales. Elle contrôle la division bactérienne : lorsque la bactérie se divise, on constate que, tandis que s'effectue la duplication du chromosome, le mésosome sur lequel il est attaché augmente de volume, se divise. Les deux mésosome se séparent, entraînant chacun vers une extrémité de la bactérie, le chromosome auquel il adhère.

2.3. La paroi

- Définition

La paroi est une structure de protection physico-chimique et un exosquelette (squelette externe). Elle protège la cellule en maintenant la pression osmotique intrabactérienne à un niveau élevé, très supérieur à celui du milieu externe, et elle confère sa forme à la bactérie.

- La coloration de Gram et la structure de la paroi

La coloration de Gram (coloration par le violet de gentiane et la fushine,

après mordantage par le lugol, suivie d'un lavage à l'alcool) distingue empiriquement deux grands groupes de bactéries dites Gram+ qui retiennent le colorant, et le Gram-.

La positivité ou la négativité de la réaction de Gram dépend de la structure de la paroi. On admet que la perméabilité de la paroi des bactéries gram- est beaucoup plus grande que celle des bactéries gram+ de telle sorte que l'alcool entraînerait aisément les colorants fixés. Une seconde hypothèse soulève le problème de la formation d'un complexe entre la substance qui constitue la paroi, le violet de gentiane et le lugol.

- Structure en microscopie électronique

La paroi des bactéries gram+ est une couche unique, homogène, de 15 à 30 nm d'épaisseur. Elle est formée d'une molécule énorme d'un peptidoglycane, la muéine (encore appelée glycopeptide ou mucocomplexe). Cette molécule géante entoure à la manière d'un filet, la totalité de la bactérie. Elle repose directement sur la membrane plasmique de la bactérie. Cette molécule de muréine est solidement maintenue à la membrane plasmique par des polysaccharides anioniques et des acides teïchoïdes ancrés dans la membrane sous-jacente et qui établissent avec le glycopeptide des liaisons covalentes.

- La paroi de la bactérie de Gram-

Elle est plus complexe, hétérogène, de 8 à 12 nm d'épaisseur. La muréine repose en une couche mince sur la membrane plasmique bactérienne.

En dehors de cette couche, des protéines s'organisent en hexagone, tandis que la partie périphérique de la paroi a la structure d'une membrane plasmique.

2.4. Rôle de la paroi bactérienne

En plus du rôle protecteur et le soutien (exosquelette), la paroi bactérienne est le support des antigènes somatiques

La capsule bactérienne

Certaines bactéries possèdent, en dehors de la paroi, une capsule d'épaisseur variable, généralement faite de polysaccharides.

Les bactéries pathogènes capsulées sont moins sensibles à la phagocytose. Cette capsule permet à la bactérie de résister plus ou moins complètement à la phagocytose. D'autre part, ses polysaccharides ont des activités antigéniques.