

La membrane plasmique

I. Généralités :

La membrane plasmique est une structure remarquablement mince et délicate, qui sépare la cellule vivante de son environnement, et constitue une enveloppe continue de la cellule.

Elle se caractérise par :

- sa composition chimique variable par la nature des molécules qui la constituent, qui sont adaptées
- la filtration sélective de substances qui rentrent ou qui sortent du compartiment cellulaire.
- un mécanisme qui permet le transport physique des substances à travers la membrane.
- des récepteurs qui s'unissent à des ligands spécifiques de l'espace extérieur et relaient l'information aux compartiments internes de la cellule.

La membrane plasmique ainsi que les membranes des organites ont une structure similaire (unité membrane).

Elles sont toutes constituées de molécules lipidiques et protéiques.

II. Structure :

1. En microscopie optique :

la membrane plasmique apparaît sous forme d'un fin liseré.

2. En microscopie électronique :

Seul le microscope électronique permet d'observer directement sa structure,
Technique de mise en évidence : deux techniques sont utilisées en microscopie électronique : la technique des coupes minces et la technique des répliques

a. Observation en coupes minces :

- Après une fixation au tétroxyde d'osmium, elle apparaît formée de trois feuillets : deux feuillets osmiophiles sombres séparés par un feuillet osmiophobe clair.
- elle a une épaisseur de 75Å.
- Le feuillet dense externe apparaît garni d'un mince film glycoprotéique dont les fibrilles sont perpendiculaires à la membrane, c'est le cell coat ou glycocalyx.

Ce dernier est responsable de l'asymétrie de la membrane

b. Observation des répliques : après cryodécapage , l'observation de réplique , montre la membrane plasmique clivée en deux hémi membrane : une hémi membrane externe exoplasmique et une hémi membrane interne du coté hyaloplasmique.

III. Organisation générale :

La membrane plasmique est constituée par :

1. une double couche lipidique.
2. Des protéines intramembranaires (intrinsèques).
3. Des protéines extramembranaires (extrinsèques) : internes du côté cytosoliques ou externes sur le côté externe de la membrane.
4. Le cell-coat, constitué par un feutrage de fibrilles constituées par des glucides

IV. Composition chimique :

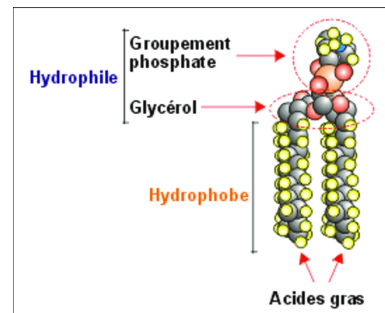
La membrane plasmique (celle des hématies) est constituée de 40% de lipides, 52% de protéines et 8% de glucides.

1. Les lipides membranaires : éléments de base de la membrane plasmique , 55% d'entre eux sont des phospholipides, 25% des molécules de cholestérol et 20% des glycolipides.

a) Phospholipides

Les phospholipides présentent tous une tête hydrophile (phosphate et groupement spécialisé) et une queue hydrophobe (glycérol et acides gras).

L'exemple le plus classique de phospholipide est la phosphatidylcholine



b) Le cholestérol :

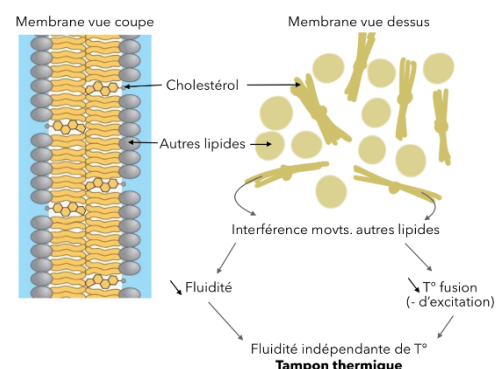
Il est uniquement présent dans les membranes des cellules animales, il est absent des cellules végétales et des bactéries. Il représente $\frac{1}{4}$ des lipides membranaires.

Il est composé d'un groupement polaire, et d'un groupe stéroïde.

Les modifications de ses proportions agissent sur la fluidité de la membrane.

Propriétés des lipides membranaires :

- L'asymétrie de la bicouche lipidique : la répartition des lipides entre les feuillets internes et externes est asymétrique.
- La fluidité : la fluidité de la membrane dépend de l'insaturation des phospholipides, de la quantité de cholestérol et de la température.



- L'insaturation des chaînes hydrocarbonées augmente la fluidité de la membrane.
- Le cholestérol renforce la solidité de la membrane. Il se place entre les molécules de phospholipides, immobilise les chaînes hydrocarbonées voisines rendant la membrane plus rigide.
- Une baisse de la température provoque la synthèse de lipides membranaires insaturés, entraînant une augmentation de la fluidité de la membrane

2. Les protéines :

Les protéines intrinsèques pénétrant dans la bicouche lipidique et la traversent, exposant des portions sur les faces cytoplasmique et extracellulaire de la membrane. Les protéines périphériques ou extrinsèques sont entièrement situées en dehors de la bicouche lipidique mais unies par covalence à un lipide qui fait partie de la bicouche.

Les protéines membranaires ont des rôles bien spécifiques au sein de la double couche

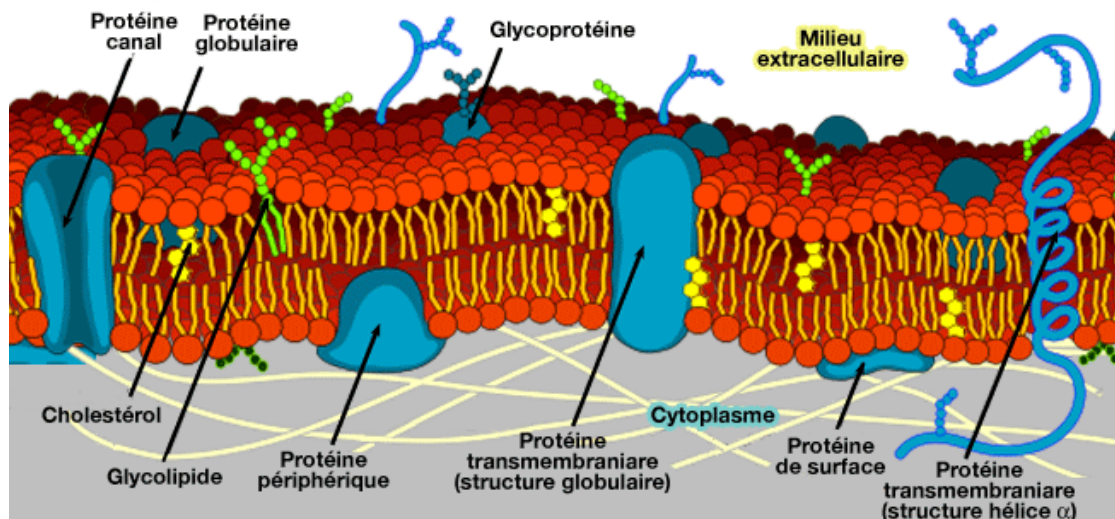
phospholipidique : récepteurs, transporteurs, adhérence cellulaire, catalyse enzymatique, messagers intracellulaire.

Les protéines membranaires sont douées de mouvements lents de diffusion latérale à travers la bicouche.

3. Les glucides :

Sont représentés en faible quantité dans la membrane plasmique et se présentent sous deux formes, les glycolipides et les glycoprotéines associées au feuillet dense externe pour former le cell-coat. Les glucides participent à la charge négative de la membrane par la présence de l'acide sialique.

Architecture moléculaire : Singer et Nicholson ont proposé en 1972, un modèle d'architecture moléculaire qui définit la membrane comme une mosaïque fluide et asymétrique.



V Fonctions de la membrane plasmique

La membrane plasmique à plusieurs fonctions :

- Protection de la cellule du milieu extérieur.
- Entoure les cellules, formant des compartiments fermés en séparant les unes des autres les cellules et permettant ainsi leur individualité.
- La membrane plasmique est une barrière à perméabilité sélective qui autorise le passage de solutés et les échanges entre la cellule et le milieu extérieur se font soit par diffusion passive des molécules soit par transport actif (nécessite un transporteur protéique et de l'énergie). Elle contrôle ainsi l'entrée des substances nutritives et le rejet des déchets.
- Reconnaissance de certains produits auxquels elle va réagir par le biais de récepteurs présents dans la membrane.

Spécialisations de la membrane plasmique :

Transformations morphologiques de la membrane plasmique parfois complexes confèrent à la cellule une fonction particulière.

1) Spécialisations de la membrane plasmique apicale :

a. Microvillosités :

- Ce sont des expansions cytoplasmiques en doigts de gant de longueur variable (moins de $1\mu\text{m}$) et de diamètre régulier ($0.1\mu\text{m}$)
- Renferment un axe formé de micro-filaments d'actines et de nombreuses protéines permettent l'association du cytosquelette avec les protéines membranaires.

- Interviennent dans les phénomènes d'absorption.

- Pouvant être isolées ou groupées :

-Les microvillosités isolées : sont distantes les unes des autres et caractérisées par une irrégularité de forme et une inégalité de taille et de diamètre.

-Les microvillosités groupées : recouvrent tout le pôle apical de la cellule et sont identiques dans la forme, la longueur et le diamètre.

Ex: Le plateau strié des entérocytes (épithélium intestinal), et la bordure en brosse des tubes contournés du Rein.

b. Les cils vibratiles : sont des expansions cytoplasmiques mobiles :

- Douées de mouvements pendulaires ou ondulants.
- possédant un squelette de microtubules et de protéines associées.
- Entraînant les particules et les liquides à la surface de l'épithélium.

Ex: Épithélium respiratoire, Épithélium tubaire.

c. Les stéréocils : Ce sont des expansions :

- Immobiles.

- Ressemblant à de très longues microvillosités, mais dépourvus du cytosquelette d'actine.
 - S'agglutinent par touffe à la surface.
 - Guident l'évacuation du produit de sécrétion.
- Ex : Epithélium des voies excrétrices masculines : épидидyme.



2) Spécialisation de la membrane basale :

La membrane basale dessine des invaginations plus ou moins profondes qui pénètrent dans le cytoplasme basal et divisent celui-ci en compartiments toujours ouverts vers le cytoplasme.

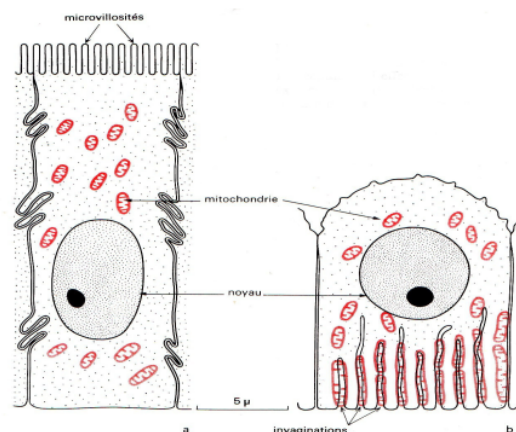
Ex: cellules épithéliales impliquées dans les échanges actifs : cellules des tubes contournés du Rein.

3) Les interdigitations :

Sont des interpénétrations de membranes latérales de cellules voisines.

Souvent rectilignes et suivent des contours sinueux par place.

Ces dispositifs permettent : l'Adhésion des cellules, leur cohésion et l'augmentation de la surface de la membrane cellulaire.



Spécialisations de la membrane plasmique

a-Apicale

b-Basale

4) Les jonctions intercellulaires:

Les cellules sont jointives grâce à des dispositifs de jonction et de communication qui représentent des différenciations de leurs faces latérales.

Les jonctions intercellulaires diffèrent par leur :

Forme :

Zonula : correspond à une jonction étendue en ceinture.

Macula : correspond à des jonctions circulaires ou ovalaires sous forme d'un point.

Espace intercellulaire :

Occludens : ou l'espace intercellulaire est nul.

Adherens : ou l'espace intercellulaire est large.

Gap : ou l'espace intercellulaire est réduit.

Structure et fonction.

- Jonctions serrées « tight junctions »

-Obturent complètement l'espace intercellulaire.

-Siège : cellules endothéliales, Epithéliums ou elles jouent un rôle de barrière sélective, imperméabilité des cellules épithéliales.

- Desmosomes de ceinture : zonula adhérens :

Jonctions observées essentiellement dans les épithéliums prismatiques ou cubiques simples, les cellules myocardiques.

Ceinturent les cellules à leur pôle apical.

Rôle : Assurant l'adhésion des cellules (lors de l'embryogenèse), maintient la rigidité de l'épithélium.

- Desmosomes ponctuels :

De forme ovale, 100nm pour le petit axe et 400nm pour le grand axe.

Forment de véritables boutons de pressions.

L'espace intercellulaire est élargi : 200 à 500nm.

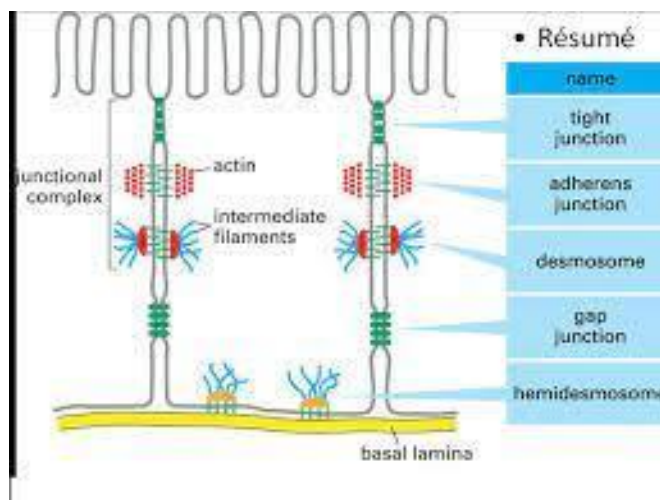
Rôle : cohésion architecturale du tissu épithélial, transmission et amortissement des forces mécaniques s'exerçant sur les cellules épithéliales.

- Les Gap jonctions ou jonctions communicantes :

Formées de petits canaux tubulaires permettant le passage de molécules entre cellules adjacentes.

Présentes dans la plupart des tissus de l'organisme.

Rôle : permettent le passage d'ions et de petites molécules de PM inférieur 1500 daltons, régulation coordonnée de l'activité cellulaire (passage du calcium et l'AMPc)



La communication intercellulaire : elle peut être :

1. Synaptique chimique : le premier messager (neurotransmetteur) est libéré dans l'élément pré-synaptique, et agit sur l'élément post synaptique (récepteur).
2. Endocrine : l'hormone (premier messager) synthétisé par la cellule endocrine, libérée dans la circulation générale, et agit sur la cellule cible (récepteur spécifique)

I. Le cell coat:

Fins filaments ramifiés perpendiculaires au feuillet externe de la membrane,
Constitués de courtes chaînes d'oligosaccharides liées soit aux protéines membranaires ou aux lipides.

D'un diamètre de 1nm, à la surface de la membrane.

Son épaisseur varie en fonction de la cellule : 200nm pour l'entérocyte.

Rôle du cell coat :

Protection de la membrane plasmique.

Charge cellulaire de surface : la charge de surface du cell coat est négative grâce à l'acide sialique.

Fonction absorbante.

Rôle dans les phénomènes de reconnaissance cellulaire : les chaînes oligosaccharidiques du cell coat peuvent jouer un rôle antigénique et sont

spécifiques de l'individu.

Le système HLA : L'antigène HLA est composé de deux polypeptides. Il est porté par toutes les cellules d'un individu pour permettre la reconnaissance du soi.

Antigénicité des globules rouges : L'antigénicité des hématies, caractéristique des groupes sanguins est portée par des chaînes oligosaccharidiques du cell-coat.

Les transports :

1. Les transports perméatifs :

La membrane plasmique de par le caractère hydrophobe de la couche lipidique ne permet pas le passage de molécules polaires, cependant le fait que les cellules doivent régler les concentrations ioniques intracellulaires montre que la membrane est cependant perméable.

Il existe 2 modes de transport transmembranaire : Un transport passif qui ne nécessite pas de l'énergie et se fait dans le sens du gradient de concentration et un transport actif qui exige de l'énergie.

1.a. Le transport passif

Il peut se faire sous forme de diffusion ou d'osmose.

La diffusion

La diffusion est le mouvement des molécules d'une zone où elles sont en concentration élevée vers une zone où elles sont en faible concentration (c'est-à-dire dans le sens du gradient de concentration).

- La diffusion simple

Ce type de passage n'est possible que si la molécule est « soluble » dans la membrane

phospholipidique, c'est-à-dire qu'elle peut traverser directement la bicouche de phospholipides.

La molécule doit donc être hydrophobe (apolaire) ou, si elle est hydrophile (polaire), être suffisamment petite (en pratique : éthanol).

Les substances non polaires comme l'oxygène, les déchets comme le dioxyde de carbone et l'urée, les graisses, diffusent à travers la membrane plasmique en se liant à ses composés phospholipidiques.

- La diffusion facilitée

Comme la diffusion libre, la différence de concentration est le moteur du transport.

Cependant, la molécule ne traverse pas directement la membrane, elle doit utiliser une protéine porteuses ou des protéines de canal (canaux ioniques).

Transports passifs par protéines porteuses :

C'est un mode de transport passif sans dépense d'énergie, dans lequel interviennent des protéines porteuses (appelées transport, perméase, translocase), ces protéines changent de forme pour laisser passer les molécules.

Les différents types de protéines transporteuses :

- Uniport : concerne le transport d'une seule substance.
- Co-transporteur Symport : le transfert d'un soluté dépend du transfert d'un second soluté dans le même sens. Ex : le glucose et le sodium.
- Co-transporteur Antiport : concerne le transport simultané de deux substances en sens opposé.

Les canaux ioniques : ce sont des canaux protéiques transmembranaires spécifiques et sélectifs des ions. Ce type de transport est rapide et régulé.

2. L'osmose

Processus de la diffusion appliquée à l'eau. Les molécules d'eau se déplacent pour diluer le milieu le plus concentré jusqu'à ce qu'il y ait éventuellement équilibre des concentrations. Ce mécanisme est à la base de l'équilibre hydro-électrolytique.

1.b. Le transport actif

Un transport actif exige de l'énergie et l'intervention de protéines.

L'énergie est fournie par hydrolyse de l'ATP pour rendre la structure transporteuse capable de fonctionner contre un gradient de concentration.

* La pompe $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$:

La concentration des ions sodium est supérieure à la concentration du sodium à l'intérieur, ils devraient donc entrer dans la cellule.

Le sodium entre mais, il est expulsé vers l'extérieur par la pompe qui fonctionne grâce à l'énergie qui provient du métabolisme.

-Pour les ions potassium c'est l'inverse, c'est-à-dire qu'il est refoulé vers l'intérieur de la cellule.

2. Les transports cytotiques :

a. L'endocytose

L'endocytose se produit par invagination de la membrane plasmique. En s'invaginant elle capture des éléments pour former des vacuoles que l'on retrouve à l'intérieur de la cellule.

Elle est de 2 types :

La phagocytose correspond à la capture de particules solides plus ou moins grosses.
La pinocytose correspond à la capture de petites quantités de liquide extra cellulaire.

b. L'exocytose

L'exocytose permet aux substances intracellulaires d'être déversées dans le milieu extracellulaire. Les produits à rejeter sont emprisonnés dans des vacuoles puis déversés hors de la cellule. Il y a alors fusion de la membrane de la vacuole avec la membrane plasmique