

**CHAPITRE V : ETUDE DES ORGANITES CELLULAIRES****I- LA MEMBRANE SYTOPLASMIQUE ET LES ECHANGES CELLULAIRES****INTRODUCTION**

Chaque cellule est enfermée dans une membrane, une enveloppe protectrice appelée membrane cytoplasmique ou plasmalème. En biologie cellulaire, la membrane désigne un assemblage de molécules sous forme d'une couche séparant la cellule de son environnement et délimitant les organites à l'intérieur de celle-ci. Elle est indétectable au microscope optique. Au microscope électronique, la membrane apparaît sous forme d'une pellicule continue composée de deux feuillets sombre d'environ 02 nm chacun séparés par un feuillet clair d'environ 03 nm. Ces feuillets forme une bicouche de phospholipides dans laquelle sont enchâssés un ensemble complexe de protéines et de sucres régulant les échanges de matière entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule ou entre deux compartiments cellulaires par des transporteurs, bourgeonnement de vésicules, phagocytose, etc. Les composants-clé de la membrane biologique sont les phospholipides. Ils ont la capacité de s'auto-organiser en un double feuillet, leurs têtes hydrophiles pointant vers l'extérieur et leurs chaînes hydrophobes pointant vers l'intérieur.

La membrane plasmique protège la cellule de son environnement. Comme toutes les membranes biologiques, elle présente une perméabilité sélective ; autrement dit, elle se laisse traverser par certaines substances plus facilement que par d'autres.

**A- CONSTITUANTS DE LA MEMBRANE**

La structure de la membrane plasmique est indétectable au microscope optique. Elle n'est observable qu'au microscope électronique sous la forme de 3 couches, deux feuillets denses séparés par un feuillet clair.

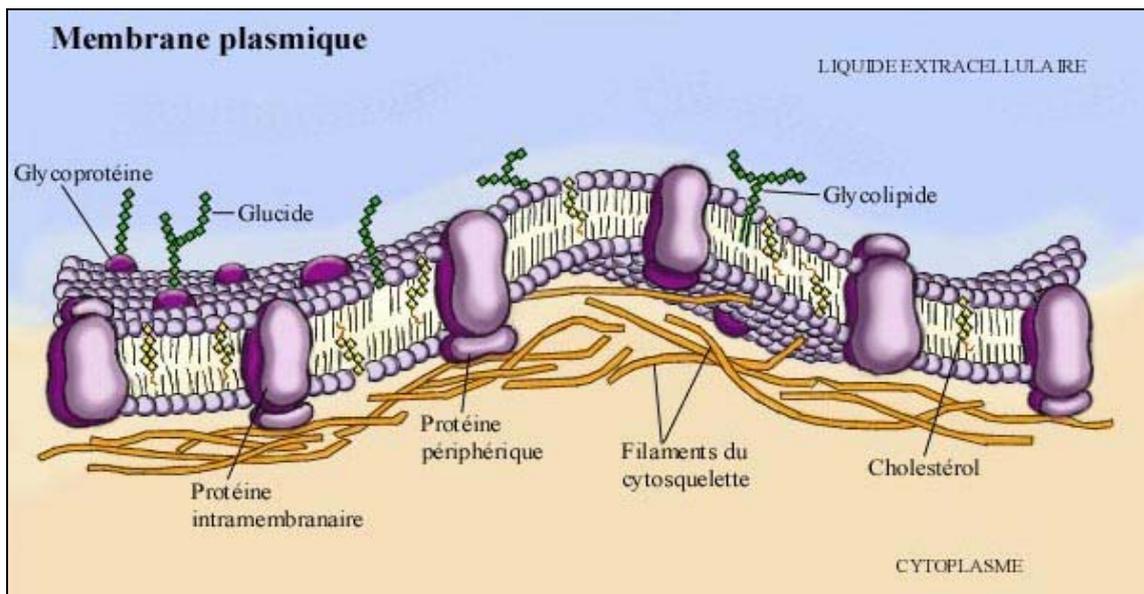


La composition des membranes cellulaires peut être connue en séparant les différents constituants des cellules et en procédant à leur analyse chimique. C'est de cette manière que l'on a pu déterminer qu'elles sont formées de phospholipides de protides et de glucides.

Membrane plasmique	Protéines (60%)	Protéines intégrées ou intrinsèques Protéines périphériques ou extrinsèques Glycoprotéines
	lipides (40%)	Phospholipides (55%) Cholestérol (25%) Glycolipides (20%)
	Glucides (02%)	Glycoprotéines  Glycolipides

## B- STRUCTURE DE LA MEMBRANE PLASMIQUE

Elle est composée d'une double couche de lipides (principalement des phospholipides, mais également du cholestérol et des glycolipides) dans laquelle sont insérées diverses protéines (tels des récepteurs : (Protéine, généralement située à la surface des cellules, capable de fixer une molécule informative (médiators chimiques, neurotransmetteurs, hormones...) et de convertir ce message extracellulaire en signal intracellulaire, entraînant une réponse de la part de la cellule.), des transporteurs et des enzymes). La perméabilité de la membrane plasmique est sélective : les molécules liposolubles et les gaz la traversent facilement, tandis que seulement certaines molécules hydrosolubles la traversent grâce à des transporteurs spécifiques de chacune d'elles.



## C- PERMEABILITE MEMBRANAIRE

Toute cellule vivante se développe, se reproduit et assure une activité métabolique déterminée. De ce fait, elle est amenée à importer des matières premières et à éliminer des produits terminaux de son activité. Ceci doit se faire à travers la membrane plasmique qui entoure son cytoplasme. Le passage de toutes ces substances à travers la membrane est qualifié de perméabilité. La perméabilité est la propriété que possède la surface cellulaire d'absorber directement des substances du milieu extracellulaire et d'y éliminer d'autres substances. Elle peut prendre deux formes.

### 1- Perméabilité passive ou transport passif:

Le transport passif est un transport qui se fait sans consommation d'énergie, il se fait donc le long du gradient électrochimique (ou gradient de concentration). Il permet, de faire passer une substance à travers une membrane d'un milieu très concentré en cette substance vers le milieu le moins concentré en cette substance.

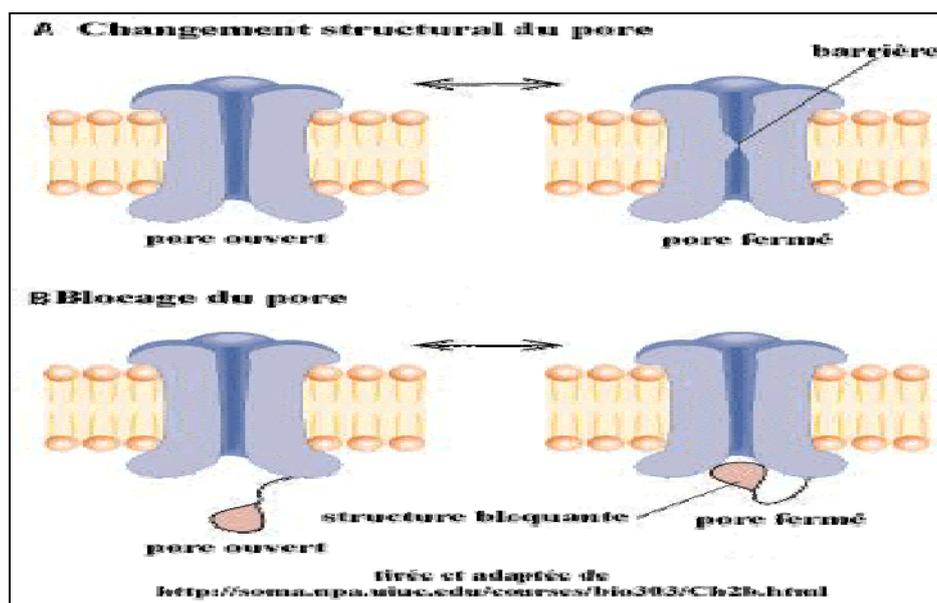
#### a-L'osmose :

L'osmose est un phénomène physique passif qui a lieu seulement si les solutions sont séparées par une membrane semi-perméable. Seules les molécules d'eau traversent la membrane de la

solution hypotonique (la plus diluée) vers la solution hypertonique (solution la plus concentrée) jusqu'à ce que les solutions soient isotoniques (de même concentrations). On rencontre l'osmose aussi bien pour la cellule vivante que pour la cellule morte. Si les deux milieux sont de même concentrations, aucun mouvement d'eau n'est perceptible: la cellule est en équilibre osmotique.

A priori, l'eau n'étant pas soluble dans les lipides, il est pratiquement impossible qu'elle puisse traverser directement la couche phospholipidique de la membrane cytoplasmique. D'autre part, il ne saurait être question de retarder le passage de l'eau, un élément aussi essentiel au maintien de l'intégrité cellulaire.

On sait maintenant que le libre passage de l'eau se fait par l'intermédiaire de protéines intégrées qui traversent complètement la double couche lipidique: on parle des "pores membranaires". Ces protéines ou pores ressemblent à de petits canaux dont la forme évoque celle d'un tunnel placé verticalement à travers la membrane cytoplasmique et, par conséquent, de façon à ce que l'orifice central permette à l'eau et, à l'occasion, à certaines petites molécules dissoutes dans l'eau de diffuser librement de part et d'autre de la membrane cytoplasmique. On doit comprendre ici que le pore membranaire est un moyen de transport assez spécial dans ce sens que c'est la configuration de la protéine en forme de tunnel qui permet la diffusion passive de l'eau.



**b- Diffusion** : C'est le passage de substances d'un compartiment où cette substance est très concentrée vers un compartiment à faible concentration en cette substance suivant son gradient de concentration.

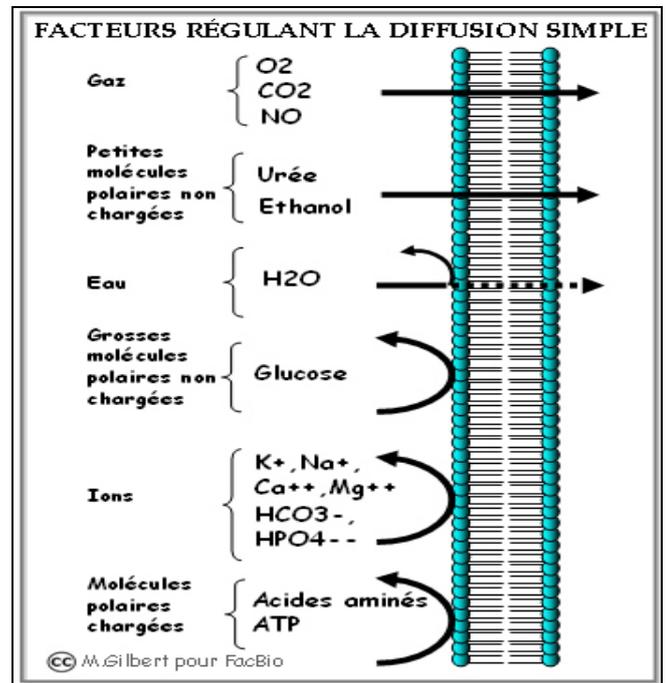
➤ **Diffusion simple** :

La diffusion simple est la diffusion dans la membrane à travers la bicouche phospholipidique. Ce type de passage est un phénomène physique passif et 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). donc cette diffusion est conditionnée par certains facteurs :

### Facteurs régulant la diffusion simple:

- **La taille des molécules :** les molécules dont la masse moléculaire est supérieure à 150 Da, ne peuvent traverser la bicouche lipidique. Cette règle, ne s'applique qu'aux molécules de petite dimension.
- **L'absence de polarité :** une molécule polarisée ne traverse pas la membrane par diffusion facilitée.
- **L'absence de charge :** une molécule chargée, même de très petite dimension, ne pénètre pas la bicouche lipidique.
- **Le coefficient de partition :** c'est le rapport solubilité dans les lipides /solubilité dans l'eau ; plus ce rapport s'élève, plus la facilité de passage transmembranaire de la substance augmente.



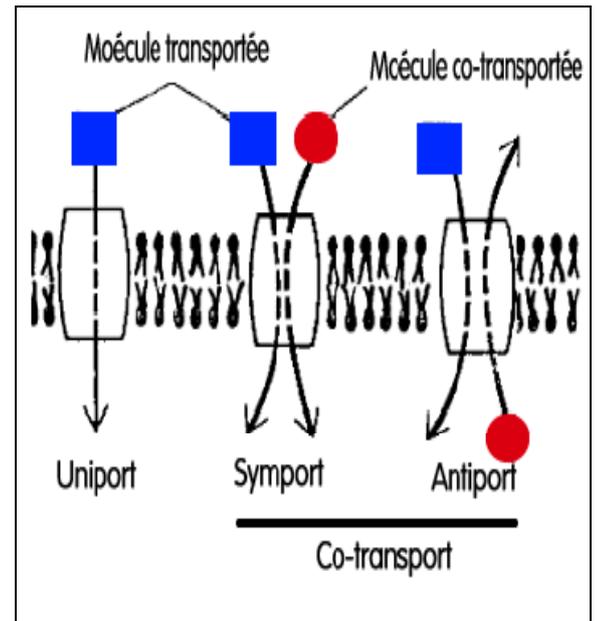
### ➤ Diffusion facilitée :

Les molécules hydrosolubles comme les ions, les glucides et les acides aminés ne peuvent diffuser à travers la membrane lipidique à des vitesses suffisantes pour satisfaire les besoins des cellules. Le transport de ces molécules sera donc assuré par un groupe de protéines membranaires intégrées spécialisées: il s'agit des "protéines transporteurs" spécifiques aussi appelées "perméases". Ces transporteurs peuvent se présenter par :

- **Les protéines de canal (canaux ioniques) :** Les protéines-canal assurent un transport passif de molécules à travers la membrane. Le passage des molécules à travers un canal suit les lois de la diffusion. Cependant elles peuvent être plus ou moins sélectives. Elles peuvent aussi se fermer et s'ouvrir en fonctions de différents stimuli (électrique, chimique, mécanique...). La protéine ne doit pas changer de forme pour permettre le passage. Ce transport par les protéines de canal est très spécifique ; il ne laisse passer qu'une ou quelques sortes de molécules et pas d'autres mais il est très rapide.
- **Les transporteurs :** ils changent de forme pour déplacer des molécules d'un côté à l'autre d'une membrane. Ce transport est similaire à celui des protéines canaux, si ce n'est qu'il est généralement moins rapide.

Selon le nombre et le sens de la substance à transporter et également le mode de fonctionnement de la perméase, on distingue :

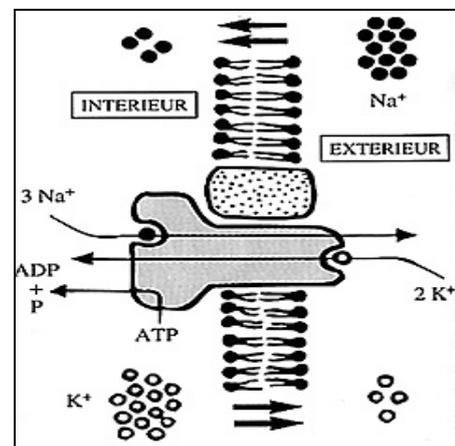
- **Le mode uniport :** ce mode implique une protéine de transport pour faire traverser une seule substance de par et d'autre la membrane selon les lois de la diffusion.
- **Le mode symport :** c'est un mode qui utilise un co-transporteur, donc il fait passer deux substances dans le même sens selon leur gradients de concentration.
- **Le mode antiport :** il s'agit ici, de faire traverser deux substances à travers la membrane dans deux sens différents.



## 2- La perméabilité active ou le transport actif :

Le transport actif implique le transfert d'une molécule contre le gradient de concentration (c'est-à-dire du compartiment le moins concentré = solution hypotonique vers le compartiment le plus concentré = solution hypertonique). Il y a donc nécessité de fournir de l'énergie car ce transport n'est pas spontané. Il existe deux types de transport actif selon la source d'énergie utilisée mais dans les 2 cas une protéine de transport est nécessaire.

**a- Transport actif primaire :** Dans ce type de transport, le transporteur utilise directement l'énergie fournie par une réaction exoénergétique (le plus souvent l'hydrolyse de l'ATP). Le transporteur le plus connu est la pompe  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  (ou  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase) qui expulse trois ions sodium et fait entrer deux ions potassium pour chaque molécule d'ATP hydrolysée.



D'autres transporteurs actifs très importants dans la cellule sont ceux qui concentrent le calcium du cytoplasme vers le réticulum endoplasmique et maintiennent ainsi une concentration cytosolique libre de l'ordre de la centaine de nano moles. Cette concentration très basse sera exploitée par la cellule; le calcium est utilisé par de nombreux récepteurs comme signal pour prévenir la cellule de la présence de sa molécule activatrice (hormone en général) sur son site actif.

**b-Transport actif secondaire :**

Dans ce type de transport, le déplacement contre le gradient de concentration de la molécule est réalisé par la dissipation d'un autre gradient, lui même construit par un transport actif primaire. C'est le cas par exemple du transport de chlorure dans certains épithéliums qui sécrètent du NaCl. Le transport de molécules contre leur gradient électrochimique ne nécessite pas forcément l'hydrolyse de l'ATP. Il existe de nombreux cas où l'énergie est fournie par un ion ou une autre molécule qui suit son gradient électrochimique. Ce phénomène s'appelle transport couplé ou co-transport, car il couple un canal ionique à une pompe membranaire et utilise l'énergie de l'un pour activer l'autre. Selon le sens de déplacement respectif des deux molécules on parle de symport (l'ion et la molécule transportée traversent la membrane dans le même sens) ou d'antiport (les deux espèces chimiques se déplacent en sens inverse). Ces transports couplés sont très utilisés par la cellule pour récupérer les molécules nécessaires à son métabolisme dans le milieu extérieur.

L'énergie vient du gradient électrochimique, entretenu entre autre par la pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, et que l'on peut considérer que c'est bien l'ATP qui a fourni l'énergie, de manière indirecte, d'où le terme de transport primaire pour désigner les pompes ATPasiques et de transport secondaire pour les transports couplés.

**Tableau récapitulatif des différents passages de substance via la membrane**

INTERVENTION DE PROTEINES PORTEUSES			
TRANSPORTS PASSIFS = DIFFUSION		TRANSPORTS ACTIFS	
INTERIEUR DE LA CELLULE			
Simple	Facilitée	Primaire = Pompe	Secondaire avec cotransport
Lipophile	Par canaux ou pores	Par perméase	Utilise un gradient ionique
		Consomme de l'ATP	

**3-Perméabilité des macros molécules :**

➤ **L'endocytose :**

Des particules ou molécules peuvent aussi pénétrer dans la cellule par endocytose. Dans ce processus les éléments qui vont entrer se trouvent "capturés" dans une vésicule qui provient d'un repliement de la membrane cytoplasmique autour de ceux - ci. Cette vésicule va ensuite se retrouver du côté intracellulaire.

- **La pinocytose :** C'est un phénomène de l'endocytose, qui concerne le passage de substances à l'état liquide de fort poids moléculaire à travers la membrane par ondulation de cette dernière. Ce phénomène est très fréquent chez les cellules intestinales.

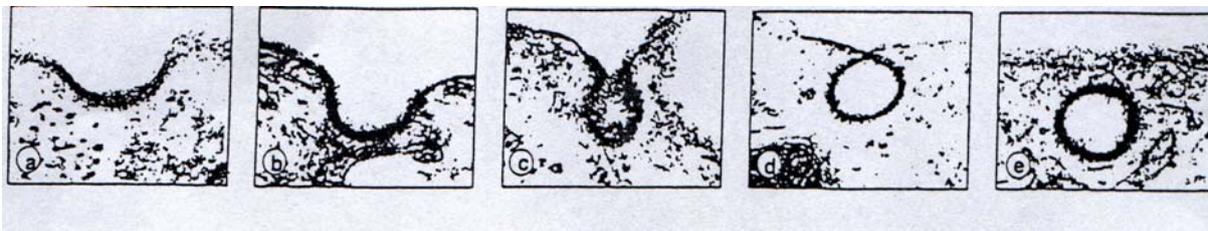


**Contacte et accolement  
et transfert**

**englobement**

**formation de vacuole et**

- **La phagocytose :** Ce phénomène est analogue à celui de la pinocytose, sauf que la substance à faire traverser est à l'état solide. On le rencontre chez les macrophages (globules blancs) ou dans l'alimentation de la majorité des organismes unicellulaires aquatiques tel que l'amibe et la paramécie.



**a- accolement**

**b- englobement**

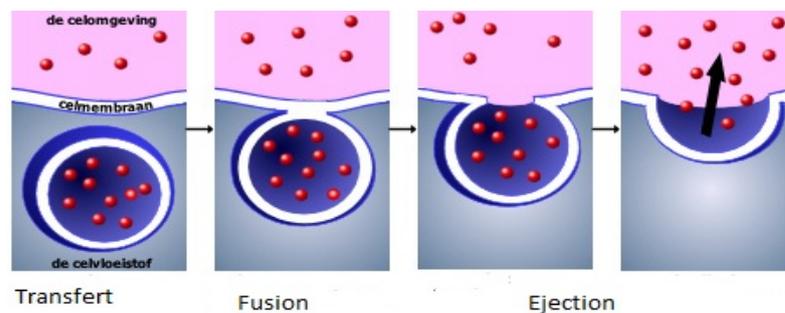
**c- étranglement**

**d- formation de vacuole**

**e- transfert**

➤ **L'exocytose :**

Dans ce cas des particules destinées à être excrétées hors de la cellule sont entourées dans une vésicule (qui provient le plus souvent de l'appareil de Golgi). Celle-ci va fusionner avec la membrane cytoplasmique puis son contenu va être libéré du côté extracellulaire.



**Transfert**

**Fusion**

**Ejection**