

## TD N4 : Le transport membranaire

### Introduction

Le caractère hydrophobe de la double couche lipidique permet à la cellule de maintenir des concentrations de solutés différentes de part et d'autre de la membrane, c'est-à-dire entre cytoplasme et milieu extracellulaire et ceci est vrai pour chaque compartiment cellulaire (mitochondrie, lysosome, réticulum endoplasmique, etc.). La séparation des compartiments définis par la membrane ne doit cependant pas être totale et des échanges moléculaires sont nécessaires à la vie cellulaire. Les cellules ont ainsi développé des systèmes de transport d'ions et de macromolécules faisant intervenir des protéines membranaires : transporteurs, pompes ou canaux.

### I.1.Importances des échanges à travers les membranes cellulaires

- La bicouche lipidique est hydrophobe: ne permet pas le passage de molécules polaires.
- Nécessité de régler les concentrations ioniques intracellulaires : perméabilité de la membrane.
- La cellule est vivante et se nourrit donc en puisant dans le milieu extracellulaire le nutriment nécessaire au maintien de son activité et de sa croissance.
- Elle rejette dans le milieu extracellulaire les produits de dégradation inutiles ou toxiques. C'est à travers la membrane plasmique ou l'aide de celle-ci que vont s'effectuer les échanges.

### I.2.Définition

Le transport membranaire est le passage d'une molécule, d'un ion ou d'une particule à travers la bicouche de phospholipides de la membrane plasmique ou des organites. Les transports membranaires peuvent s'effectuer :

- Sans mouvements membranaires (transports passifs ou actifs s'ils nécessitent une source d'énergie)
- Avec des mouvements membranaires (trafic vésiculaire).

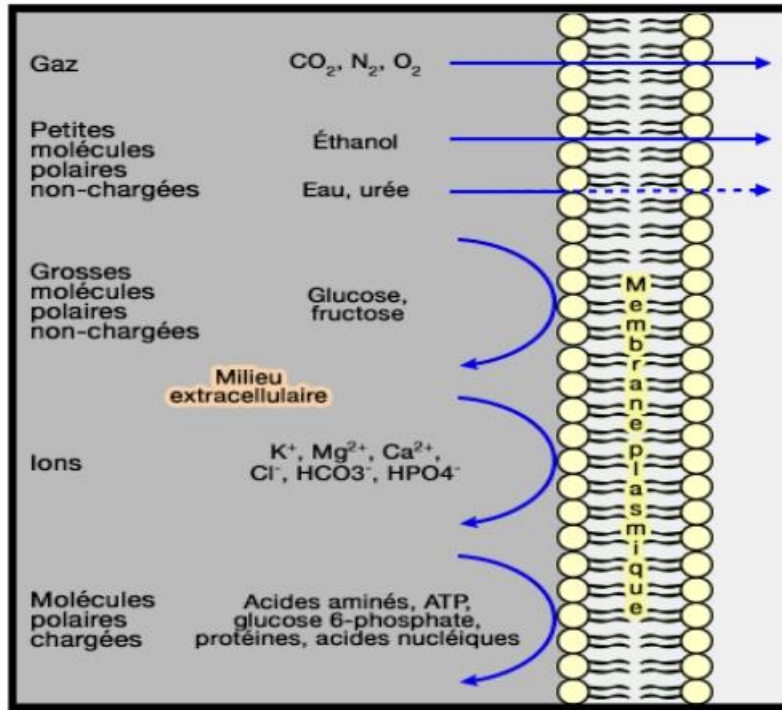


Figure 1: Différents transports à travers la membrane plasmique

### I.3. Transports membranaires sans mouvements membranaires

#### I.3.1. Le transport passif

Les molécules peuvent traverser la double couche par un mouvement spontané vers l'équilibre sans apport d'énergie, dans le sens du gradient de concentration, on parle de ce cas de **transport passif**. Il peut se faire sous forme de **diffusion** ou d'**osmose**

##### I.3.1.1. La diffusion

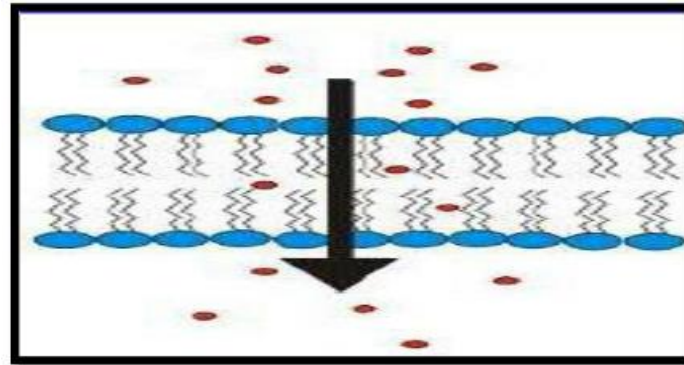
C'est le mouvement des molécules d'une zone où elles sont en concentration élevée vers une zone où elle est en faible concentration, elle suppose donc un gradient de concentration

##### □ 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 phospholipide. La molécule doit donc être hydrophobe ; Les substances non polaire comme l'oxygène, les déchets comme le  $\text{CO}_2$ , l'urée, et les graisse, diffusent à travers la membrane plasmique en se liant à ses composés phospholipidiques. Ce genre de transport est caractérisé par :

- Une absence de saturation, la vitesse de diffusion dépend uniquement de la différence de concentration
- Une absence de spécifié
- Les molécules doivent se dissoudre dans la double couche de phospholipides avant de passer de l'autre côté

**\*Remarque:** Ce mécanisme est *lent* par rapport à la diffusion facilitée.

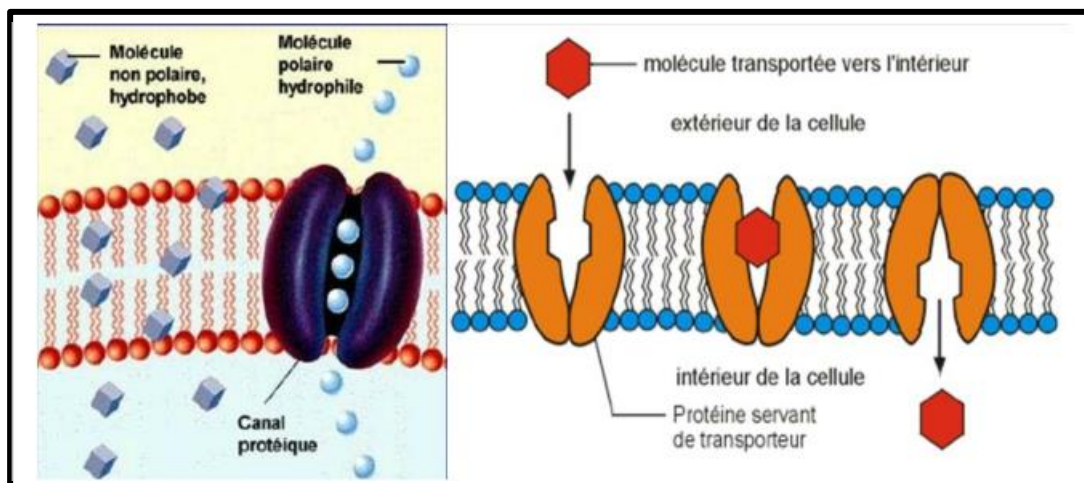


**Figure 2: La diffusion simple**

□ **La diffusion facilitée:**

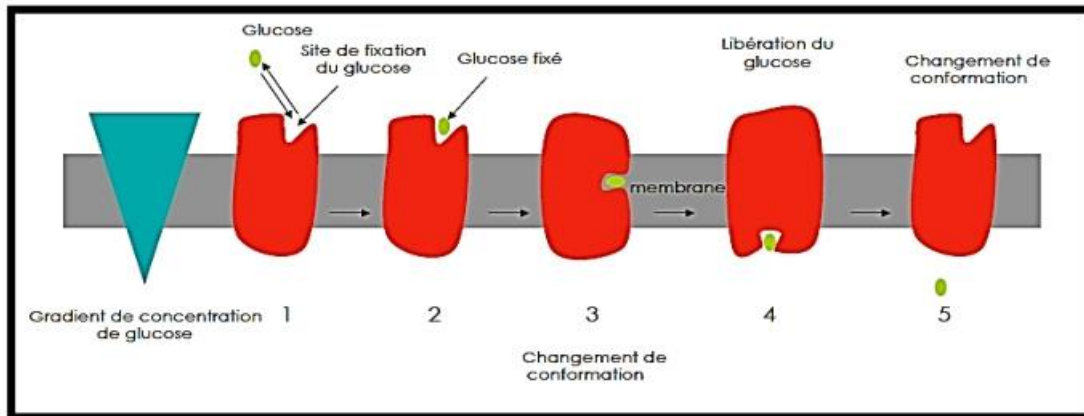
La diffusion est dite facilitée quand elle fait intervenir des protéines transmembranaires appelées aussi transporteurs membranaires (*perméases ou translocases*) qui facilitent la vitesse de **passage** et par changement de forme:

- **Les protéines de canal (canaux ioniques) :** elles ne doivent pas changer de forme pour mettre le passage
- **Les transporteurs protéiques ;** ils changent de forme pour déplacer des molécules d'un cote à l'autre d'une membrane



**Figure 3: La diffusion facilitée et mouvement des protéines transmembranaires**

C'est le cas quand les molécules sont hydrophiles et trop grosses pour passer dans les pores de la membrane plasmique (glucose par exemple)



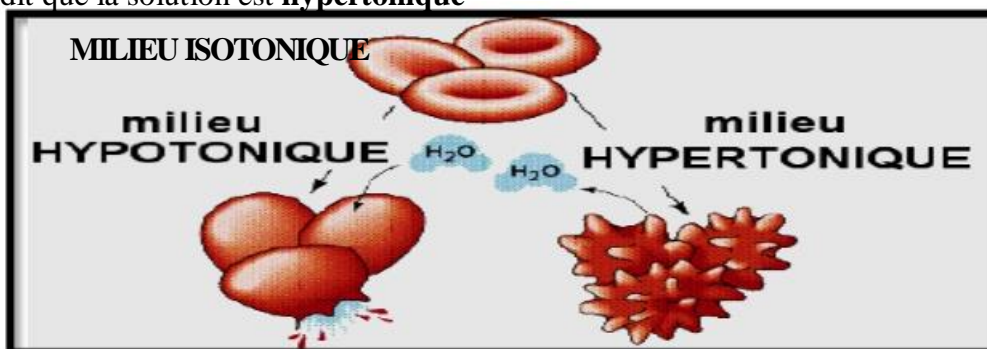
**Figure 4: La diffusion facilitée du glucose via les perméase**

### I.3.1.2.L'osmose

C'est le processus de la diffusion appliquée sur l'eau ; les molécules d'eau se déplacent pour diluer le milieu le plus concentré jusqu'à ce qu'il y ait éventuellement équilibré des concentrations

**\*Exemple :** les hématies, si on dépose une cellule (contenant des solutés) dans un liquide, la membrane cellulaire délimite un compartiment extracellulaire et un compartiment intracellulaire Il y a 3 cas :

- Le liquide extracellulaire contient moins de soluté non diffusible que la cellule, de l'eau entre dans la cellule, on dit que la solution est **hypotonique** ou la cellule gonfle, elle augmente de volume et peut même éclater on dit qu'il y a **une hémolyse**
- Le liquide extracellulaire a la même concentration en soluté que le liquide intracellulaire, on dit que la solution est **isotonique**
- Le liquide extracellulaire est plus concentré en soluté que le liquide intracellulaire, on dit que la solution est **hypertonique**



**Figure 5: La diffusion appliquée sur l'eau ou l'osmose**

### I.3.2. Le transport actif:

C'est un processus présente des similitudes avec la diffusion facilitée par transporteur du fait de l'utilisation de transporteurs spécifiques, excepté que pour aller **contre le gradient** de concentration (énergie cinétique), **ils doivent utiliser de l'énergie** par hydrolyse de l'ATP pour rendre la structure transporteuse capable de fonctionner contre le gradient de concentration en l'absence de ce dernier et quand la substance est incapable de diffuser à travers la membrane plasmique ; On en connaît deux types de transport actif

#### I.3.2.1. Les pompes (transporteurs primaires)

Utilisent l'énergie de l'hydrolyse de l'ATP pour faire traverser la membrane plasmique à la molécule (ATPases) ; à titre exemple:

- **La pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> 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 de Potassium c'est l'inverse, c'est à dire qu'il est refoulé vers l'intérieur de la cellule
- **La pompe Ca<sup>++</sup>/ATPASE:** Même principe que la pompe Sodium, elle existe au niveau de la membrane plasmique du réticulum endoplasmique ; La Ca<sup>++</sup> sort du cytoplasme vers le milieu extérieur, il rentre dans le réticulum endoplasmique.

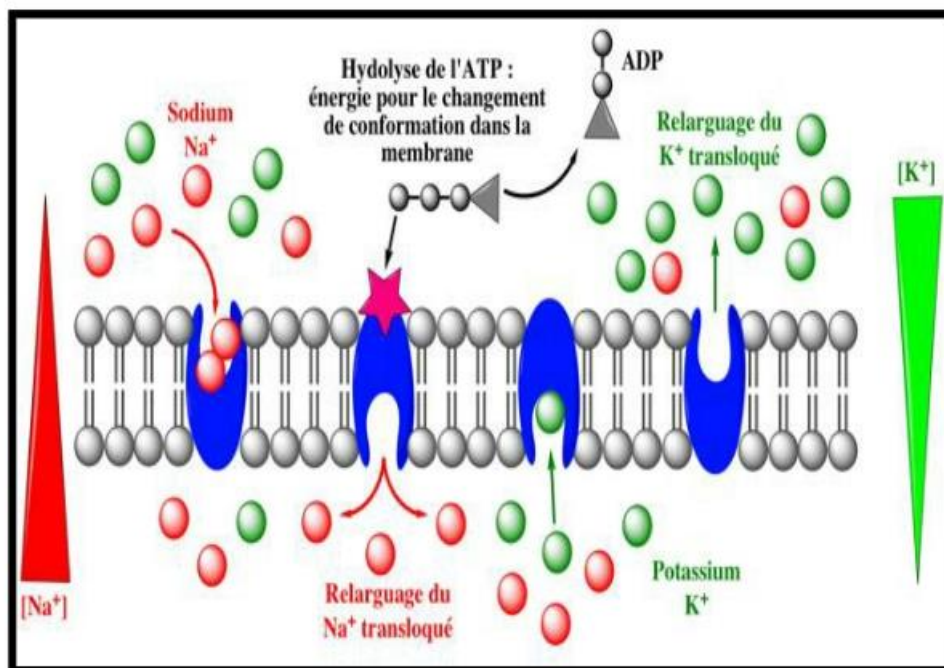
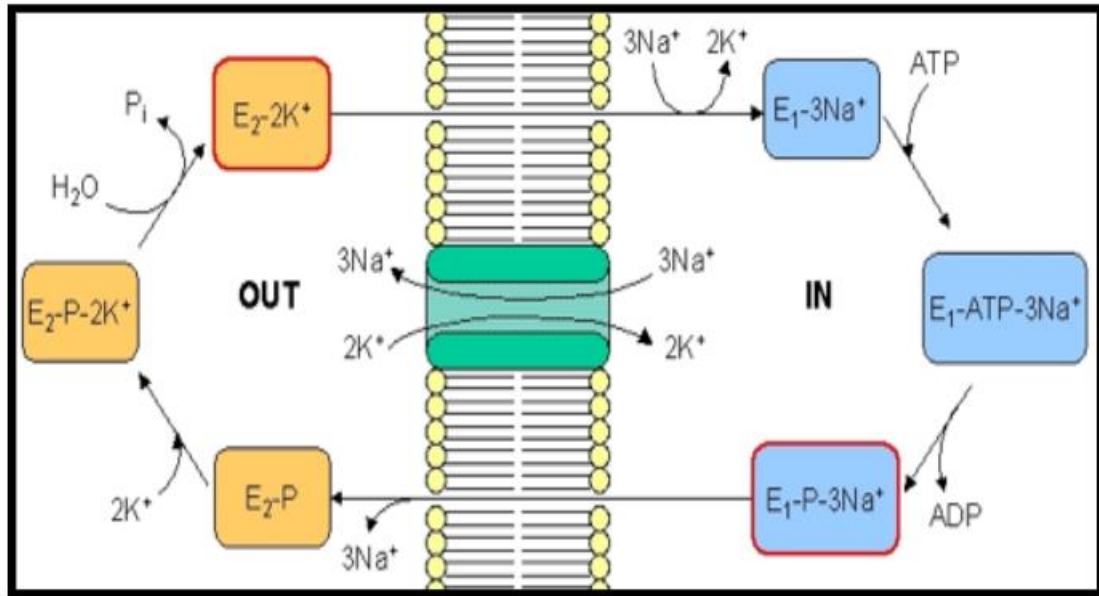


Figure 6: Principe de la pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase

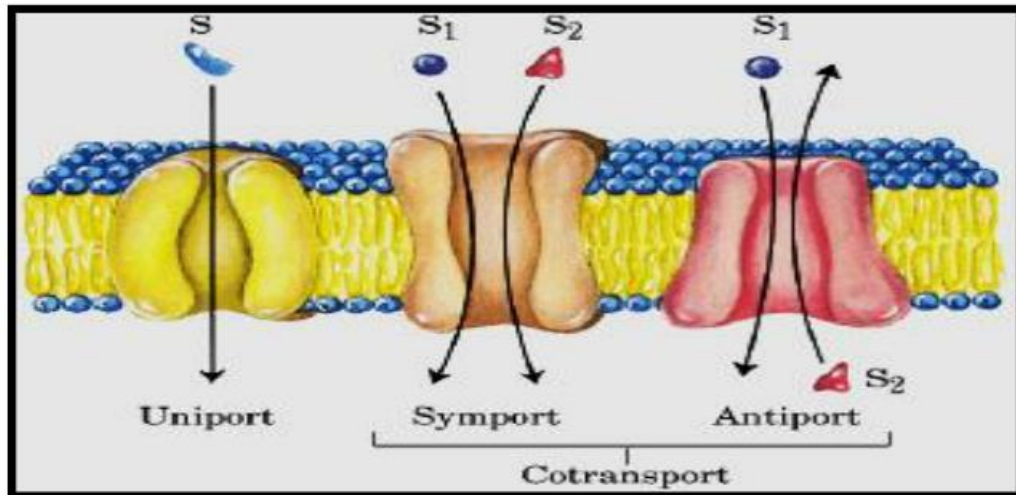


- A.** Cet antiport est initialement dans un état E1 à haute affinité pour l'ion Na<sup>+</sup>. Il fixe 3 ions Na<sup>+</sup> dans le cytosol : formation du complexe E1-3Na<sup>+</sup>. Les résidus aspartate sont phosphorylés. On aboutit au complexe E1-ATP-3Na<sup>+</sup>.
- B.** L'hydrolyse de l'ATP génère un complexe à haute énergie E1-P-3Na<sup>+</sup>.
- La structure de ce complexe se relâche par un changement de conformation : le site de fixation du Na<sup>+</sup> est exposé au milieu extra-cellulaire.
  - Il s'ensuit le relargage de 3 ions Na<sup>+</sup> dans le milieu extra-cellulaire et la formation d'un complexe E2-P qui a une haute affinité pour l'ion K<sup>+</sup>.
- C.** La pompe fixe alors 2 ions K<sup>+</sup> du milieu extra-cellulaire et forme le complexe E2-P-2K<sup>+</sup>.
- D.** L'hydrolyse du groupement phosphate génère un complexe à haute énergie E2-2K<sup>+</sup>.
- E.** L'énergie de ce complexe lui permet de changer de conformation : le site de fixation de K<sup>+</sup> est alors orienté vers le cytosol. Il s'ensuit le relargage de 2 ions K<sup>+</sup>.
- F.** La forme E1 de la pompe est régénérée et le processus peut recommencer.

### I.3.2.1. Les transporteurs secondaires (ou co-transporteurs)

Sont des protéines transmembranaires qui couplent le passage de la molécule avec celui d'un ion (généralement H<sup>+</sup> et Na<sup>+</sup>) : l'énergie, qui provient du déplacement de l'ion selon son gradient électrochimique, provoque le passage de l'autre substance contre son gradient propre (l'ATP n'est pas utilisée). Il y en a 3 genres:

- Protéines de type **uniport**: transport d'une seule substance dans une direction
- Protéine de type **symport** : transport de 2 molécules différentes dans la même direction
- Protéines de type **antiport** : transport de 2 molécules différentes dans des directions opposées



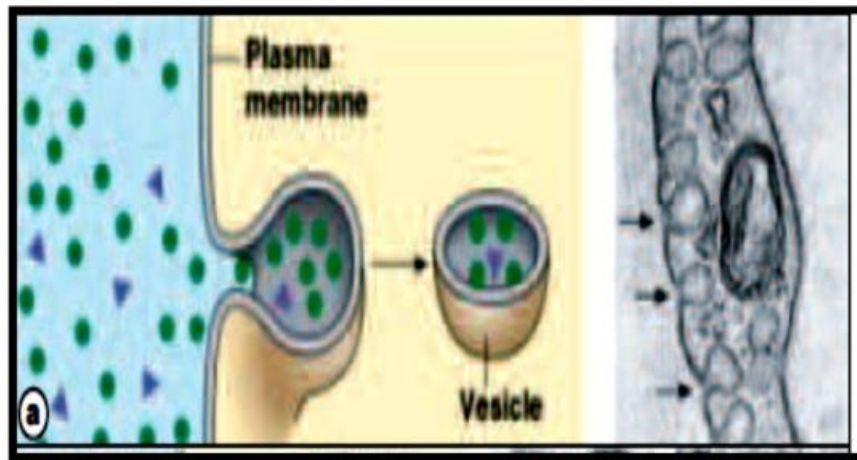
#### I.4. Transport avec des mouvements membranaires (trafic vésiculaire).

Les cellules ont également mis au point des méthodes pour transporter du matériel tel que des protéines ou des phospholipides qui sont trop volumineux pour traverser la membrane par des canaux ou des pompes. Ces transports peuvent se faire, soit entre le milieu extérieur et la cellule, soit entre différents organites d'une même cellule. Même si les principaux mécanismes du trafic intracellulaire sont dans l'ensemble connus et ont pu être mis en évidence expérimentalement, il reste encore beaucoup de zones d'ombre à éclaircir, notamment les différents acteurs nécessaires à chacune des étapes et leur mode d'action: ce sont le phénomène d'exocytose (qui assure la sortie des macromolécules de la cellule) et d'endocytose (entrée des molécules).

##### I.4.1. L'endocytose :

À la surface de la cellule, des portions de la membrane plasmique s'invaginent continuellement vers l'intérieur, formant dans le cytoplasme des vésicules d'endocytose. Ce mécanisme permet à la cellule de capturer diverses substances et molécules du milieu extérieur ; 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 extracellulaire



#### I.4.2.L'exocytose

Un échange continu de matériaux se produit entre le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi ; permet aux substances intracellulaire d'être déversées dans le milieu extracellulaire ; les produits à rejeter sont emprisonnés dans des vésicules puis déversés hors de la cellule ; il y a alors une fusion de la membrane de la vésicule avec la membrane plasmique.

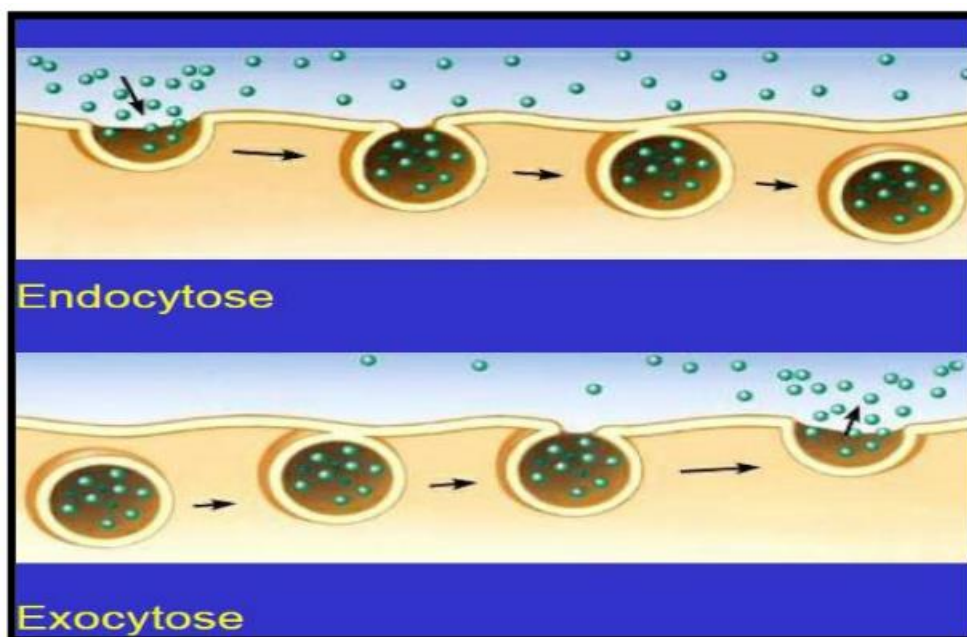


Figure 10: Phénomène de l'endocytose et l'exocytose



En conclusion un schéma démonstratif pour le transport membranaire

