

## LE TRANSPORT MEMBRANAIRE (LA PERMEABILITE CELLULAIRE)

La M.P. est une frontière qui sépare le cytoplasme du milieu extracellulaire.

\*Elle assure entre ces deux milieux un transport spécifique et sélectif de molécules variées et de tailles diverses.

\*Cette perméabilité peut se faire par deux processus :  
un processus perméatif et un processus cytotique.

**1- un processus perméatif** se déroulant à l'échelle moléculaire et ne déformant pas la M.P.

- Ce processus regroupe les T. passifs et les T. actifs.
- Il concerne les molécules de faible poids moléculaires et les ions.

**2- un processus cytotique** se déroulant à l'échelle cellulaire et entraînant des déformations membranaires.

- Il regroupe le phénomène d'endocytose et d'exocytose.
- Il concerne les substances de P.M. élevé ainsi que les bactéries.

### **I. Les transports membranaires des petites molécules (gaz, ions, micromolécules):**

- Les matériaux transportés passent directement du milieu extracellulaire vers le hyaloplasme ou inversement.
- transports se déroulent sans intervention du cytosquelette.
- Ils sont classés en 2 grandes groupes :
  - le transport passif (perméabilité passive = diffusion).
  - le transport actif.

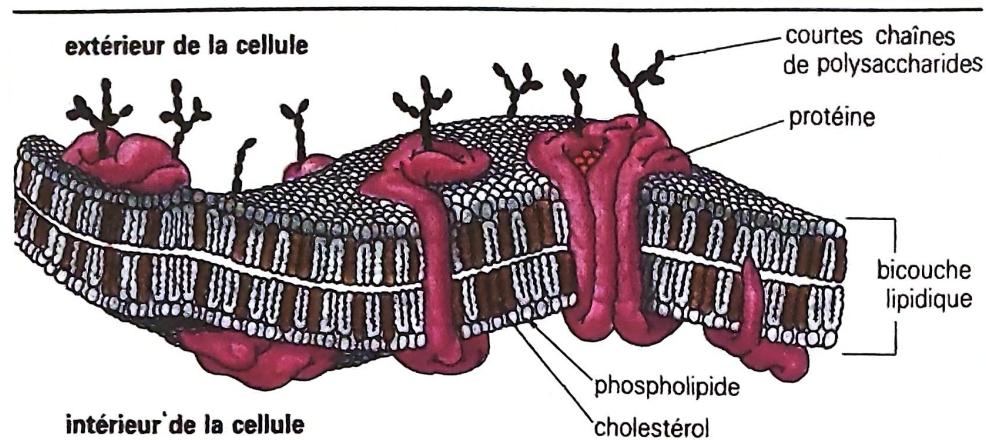
#### **I.1. le transport passif (perméabilité passive = diffusion) :**

- Il se fait sans consommation d'énergie et suit le gradient de [c].
- Il est régi uniquement par des lois physicochimiques.
- Il regroupe la diffusion simple et la diffusion facilitée.

##### **I.1.1. La diffusion simple :**

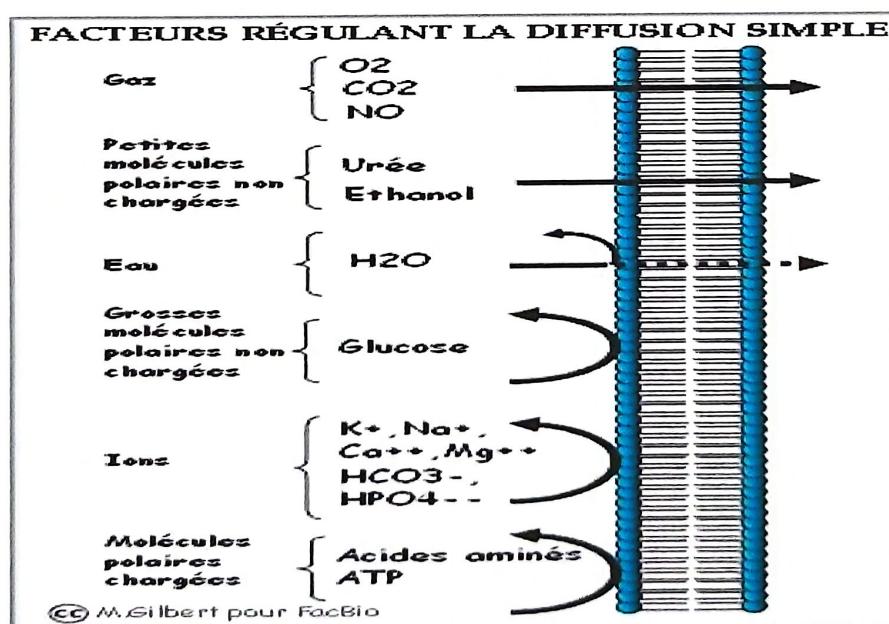
- Aucune protéine membranaire n'est impliquée dans ce transport.
- C'est un transport non sélectif.

Elle concerne les molécules suivantes : gaz ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}$ ), aux molécules lipophiles [hormones stéroïdes et thyroïdiennes, alcools (l'éthanol), urée et les anesthésiques...] et, dans certaines limites, à  $\text{H}_2\text{O}$ .



### La diffusion simple est conditionnée par :

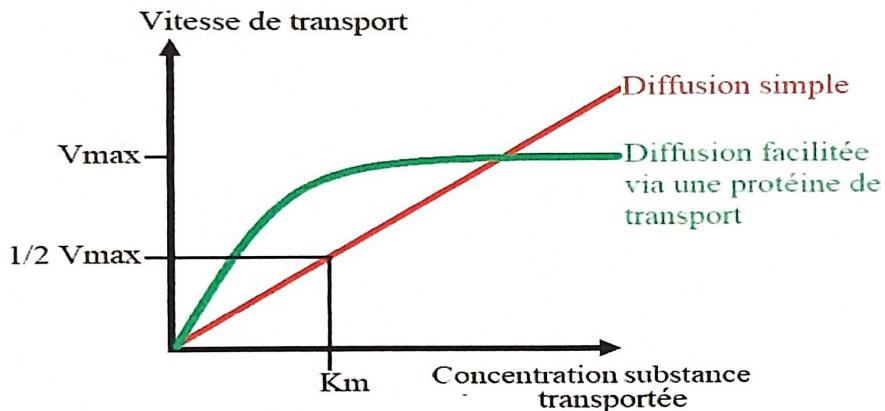
1. **La liposolubilité:** c'est le facteur déterminant.
2. **La taille des molécules :** la M.P. est imperméable aux molécules ayant un poids moléculaire > 1000 Daltons.
3. **L'absence de charges électriques:** Une molécule ne diffusera pas ou très peu lorsqu'elle est s/forme ionisée.
4. **La surface de l'échange :** Certaines cellules (cellules de l'épithélium intestinal et du tube contourné distal du rein) présentent des adaptations morphologiques qui leur permettent d'augmenter la surface d'échange.



### I.1.2 la diffusion facilitée :

- Elle s'applique au transport membranaire des diverses molécules polaires (oses, nucléosides) et certains ions.

- Elle est assurée par deux grandes classes de protéines : des transporteurs et des protéines canal.
- C'est un mécanisme saturable contrairement à la D. simple. La vitesse de transport atteint un maximum ( $V_{max}$ ) lorsque le transporteur est saturé.



### Cinétique des diffusions simple et facilité

#### Les protéines canal et les transporteurs:

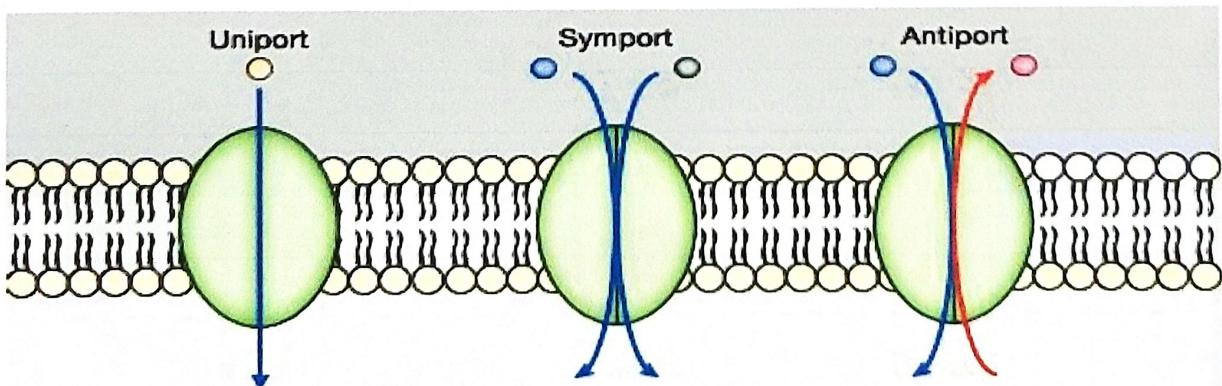
- L'ensemble de ces protéines se distingue selon deux critères : le nombre et le sens des molécules transportées.

- Elles se subdivisent en trois catégories :

**1- les prots de type uniport (ou uniporteurs)** : transporte une molécule ou un ion dans une direction.

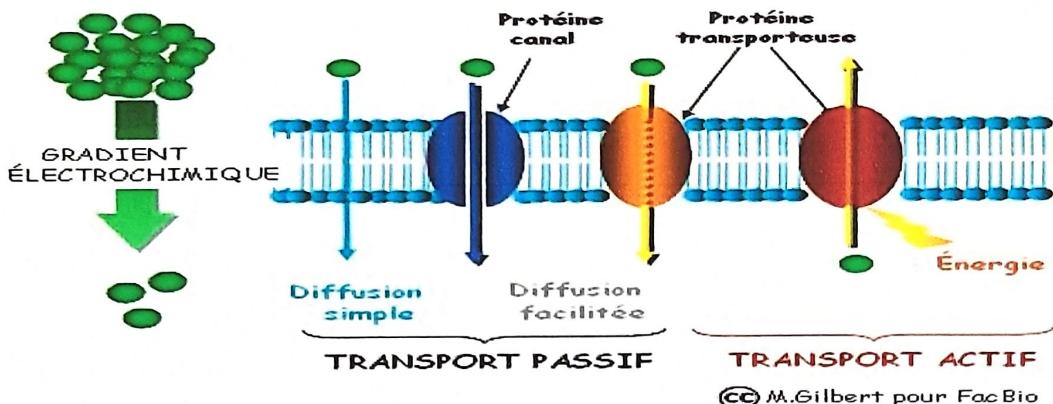
**2- les prots de type symport (ou symporteurs)**: transportent deux substances de nature différente dans la même direction.

**3- les prots de type antiport (ou antiporteurs)** : transportent deux substances de nature différente dans des directions opposées.



#### Différents transporteurs

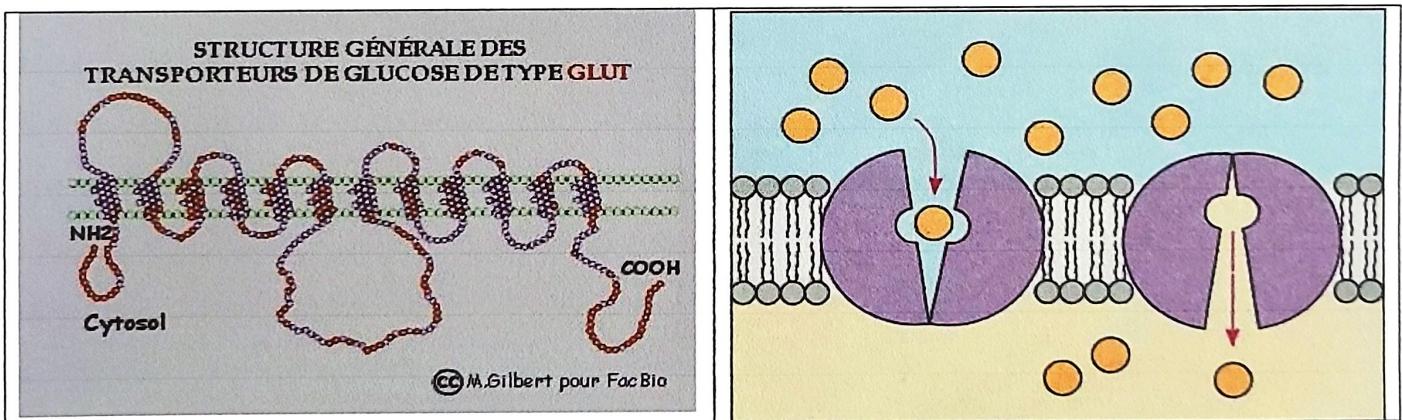
#### LES 4 TYPES DE TRANSPORTS MEMBRANAIRES



#### Exemples:

##### Les transporteurs de glucose (exemple de protéines uniport):

- Les perméases les + connues sont celles assurant l'entrée du glucose dans plusieurs type cellulaires.
- Ce sont des glycoprotéines homologues dénommées de GLUT1 à GLUT5.
- Le mécanisme de transport du glucose différent selon le type cellulaire.



*Dans ce cas le nombre de perméase est le facteur limitant de ce transport.*

##### Transport du glucose dans les erythrocytes :

- Fixation du glucose sur la perméase,
- Formation du complexe glucose-perméase,
- Translocation à travers la phase lipidique : le glucose se retrouve vers la face hyaloplasmique.
- Dissociation du complexe et libération du glucose dans le milieu intracellulaire.
- Retour de la perméase à sa position initial.

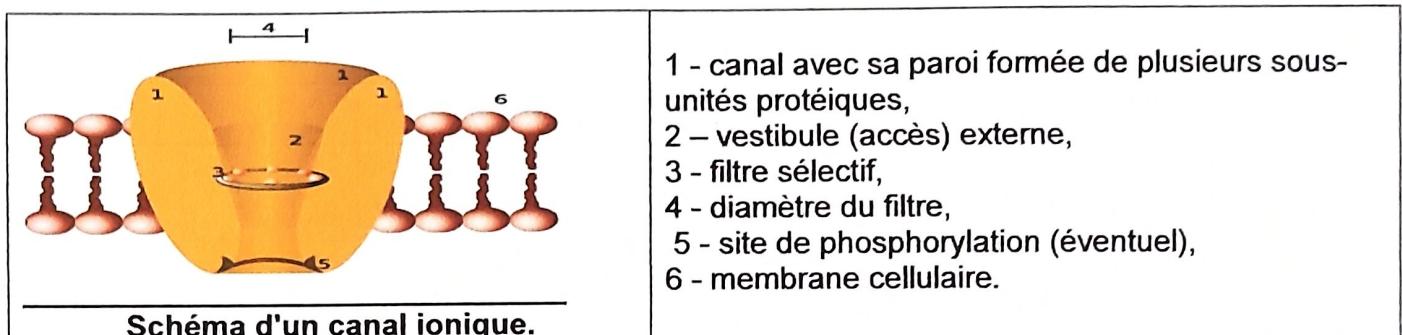
### Les canaux ioniques:

\***Rapidité de transport**: environ un million d'ion peuvent traverser le canal, soit environ 100 fois la vitesse de transport des protéines transporteuses.

\***Ils sont très sélectifs**: ils peuvent laisser passer un seul ion (ex:  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$  et  $Cl^-$ ) et se sont les canaux les plus nombreux (protéines de type uniport).

\***durée d'ouverture** : variable.

L'ouverture ou la fermeture de ces canaux obéit à deux types de mécanismes.

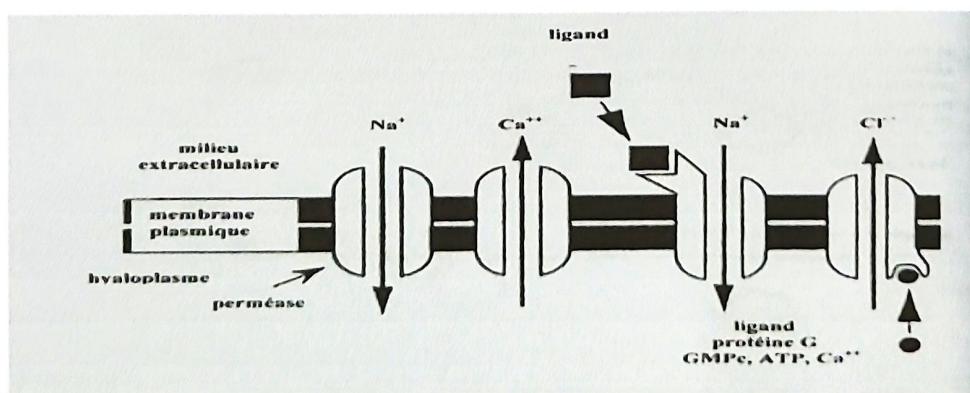


### On distingue :

1. **Les canaux potentiel-dépendants ou tensiodépendants**: leur ouverture dépend de la modification de la polarité membranaire (ex : canaux à sodium mis en jeu pour la propagation d'un potentiel d'action)

2. **Les canaux Chimio-dépendant (ligand dépendant)**: il s'agit de la classe des récepteurs ionotropes, dont les membres s'ouvrent en présence d'un ligand. Ces canaux participent à la construction de la synapse chimique.

Un ligand (du latin ligandum, liant) est une molécule qui se lie de manière réversible à une macromolécule ciblée, protéine ou acide nucléique, jouant en général un rôle fonctionnel :stabilisation structurale, catalyse, modulation d'une activité enzymatique, transmission d'un signal.



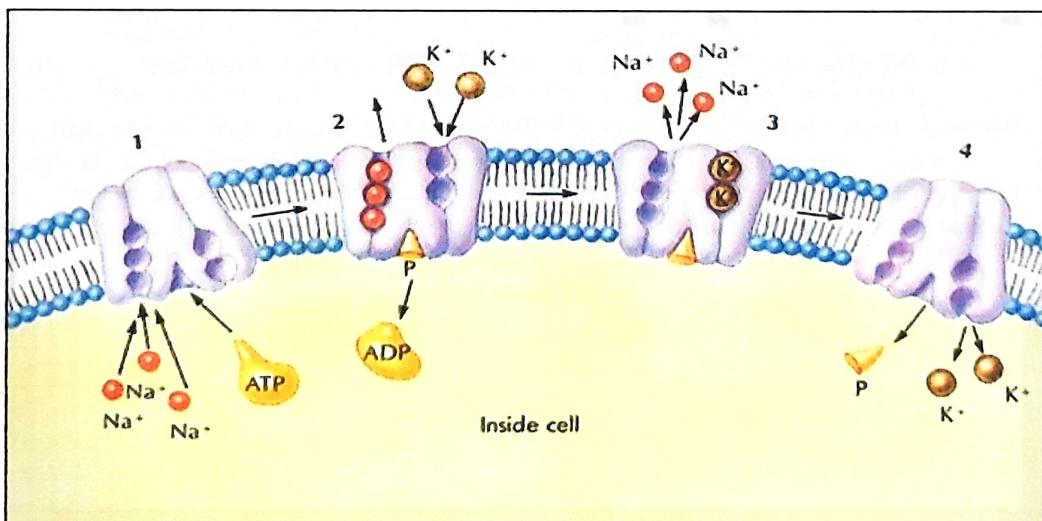
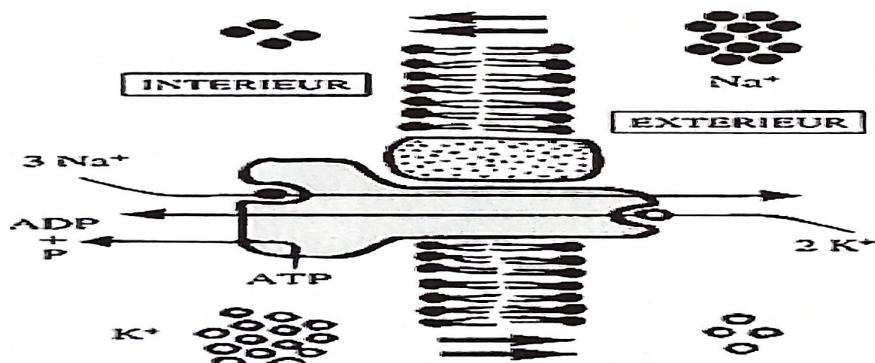
### Les canaux ioniques

## I.2 Transport actif:

- Il se fait par une protéine transmembranaire.
- Il se fait contre le gradient de concentration.
- Il demande de l'énergie par la cellule :
  - \* Soit par hydrolyse d'ATP (T.actif primaire), ex.: pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>.
  - \* Soit par un gradient ionique essentiellement sodique (T. actif secondaire ou le co-transport).

### 1.2.1. Le transport actif primaire, Ex. La pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase:

- La protéine de transport est une ATPase Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> dépendante.
- La pompe a trois sites de liaison pour le Na<sup>+</sup> et deux pour le K<sup>+</sup>.
- Chaque cycle transporte donc deux molécules de K<sup>+</sup> dans le compartiment intracellulaire et 3 molécules de Na<sup>+</sup> dans le compartiment extracellulaire
- et une molécule d'ATP est consommée.



**La pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>**

### 1.2.. Le t. actif secondaire ou le co-transport:

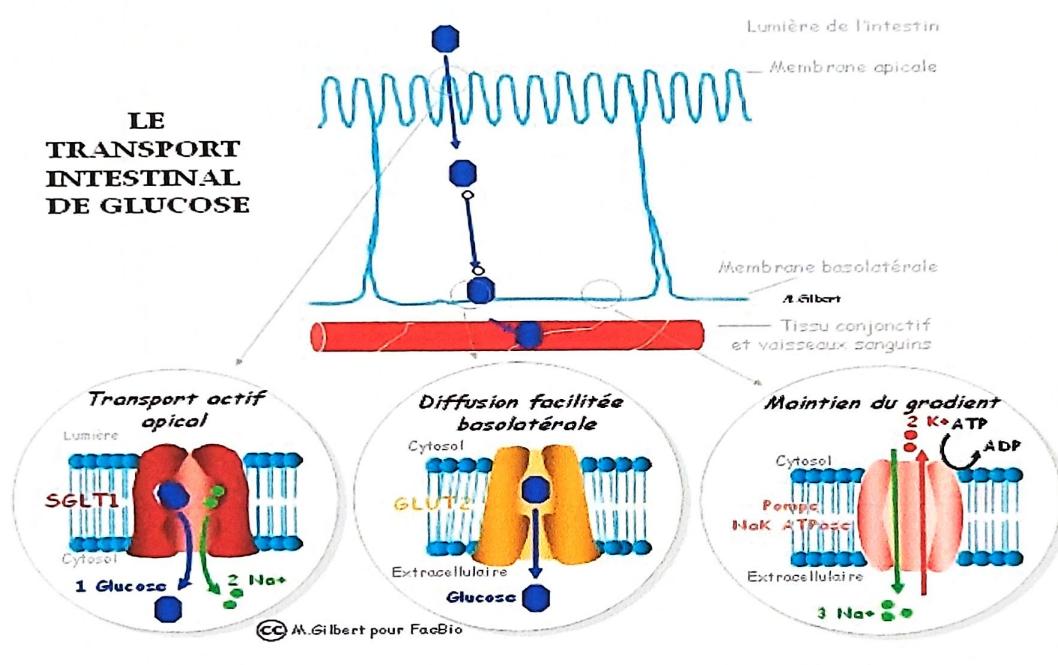
Des molécules et des ions peuvent se déplacer ds le même sens, c'est le symport ou ds des sens opposés, c'est l'antiport.

Ces déplacement sont actifs (le gradient électrochimique d'1 ion donné va fournir l'énergie pour transporter 1 molécule vers l'autre face de la MP)

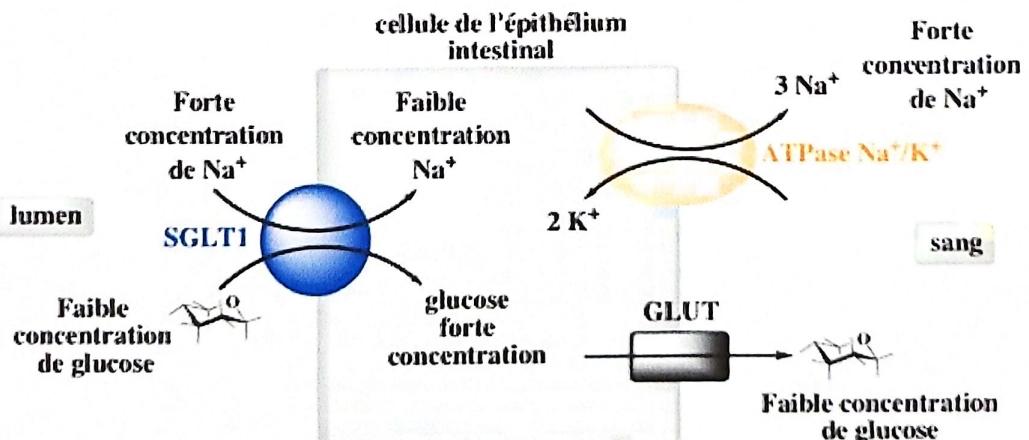
Ils se déroulent grâce à une perméase membranaire sans hydrolyse d'ATP.

### Ex. de symport: transport du glucose dans la cellule intestinale:

C'est un transport utilisant le gradient de [c] de  $\text{Na}^+$ .



Transport du glucose dans la cellule intestinale



E. Jaspard (2013)

## 2. Transport du glucose dans les érythrocytes :

GLUT1 (gène SLC2A1) : exprimé dans presque tous les tissus (mais à un faible niveau dans le foie et les muscles squelettiques).

C'est le principal transporteur du glucose dans les érythrocytes.

## Canaux &Pathologie :

Les canaux K<sup>+</sup> sont impliqués dans des maladies cardiaques, rénales, neurologiques, et dans le diabète.

Les canaux Na<sup>+</sup> sont impliqués dans des pathologies cardiaques, dans certaines paralysies, et dans l'épilepsie.

Les canaux Ca<sup>+2</sup> sont mis en jeu dans une forme de paralysie, dans le diabète, dans certains troubles neurologiques et dans l'hyperthermie maligne (*maladie génétique entraînant une crise d'hyperthermie lors de la prise d'anesthésiques halogénés*).

Les canaux Cl<sup>-</sup> sont impliqués dans la mucoviscidose et dans certaines myopathies.

Il est alors facile de comprendre l'intérêt de cibler ces canaux en pharmacologie :

- Les anti-arythmiques (M cardiaques) agissent sur les canaux potassiques, sodiques et calciques.
- Les diurétiques agissent sur les canaux sodium, et certains antidiabétiques agissent sur les canaux potassium.

## II. Les transports membranaires des grosses molécules (les transports cytotiques):

- les matériaux (molécules, substances...) transportés sont contenus dans des compartiments (vésicules ou vacuoles) appartenant au système endomembranaire.
- Les déplacements de ces compartiments nécessitent l'intervention du cytosquelette et consomme de l'énergie.
- ils sont classés en 2 grandes groupes : l'endocytose et l'exocytose.

### II.1. l'endocytose :

La cellule retient une fraction du volume extracellulaire à l'intérieur d'un compartiment membranaire intracellulaire.

On distingue deux types d'endocytose : non spécifique et spécifique.

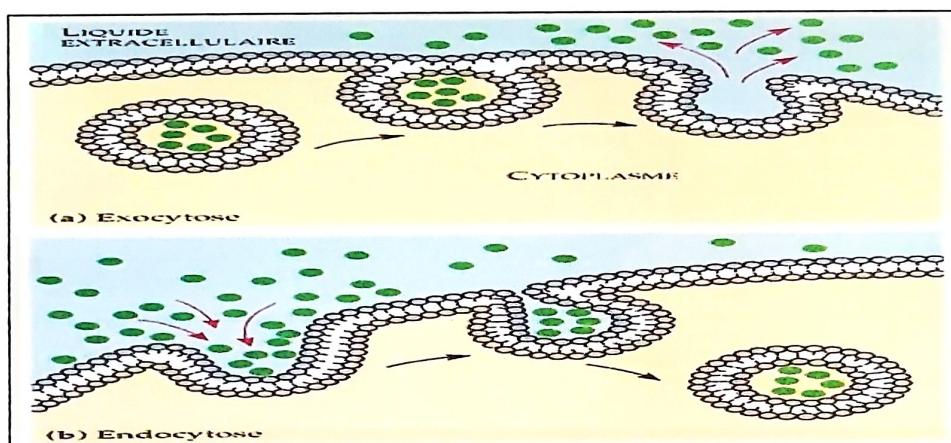
#### II.1.1 l'endocytose non spécifique :

Elle regroupe la pinocytose et la phagocytose.

Dr. RIH . A  
Maître de Conférences  
UDL - SBA

### La pinocytose:

- Correspond à l'entrée d'un faible volume du milieu liquidien extracellulaire et de particule de petite taille : on dit que la cellule boit.
- Elle se déroule en trois étapes :
  - 1- piégeage des particules,
  - 2- pincement de la membrane plasmique ;
  - 3- formation de la vésicule de pinocytose d'un diamètre inférieur à 150nm.



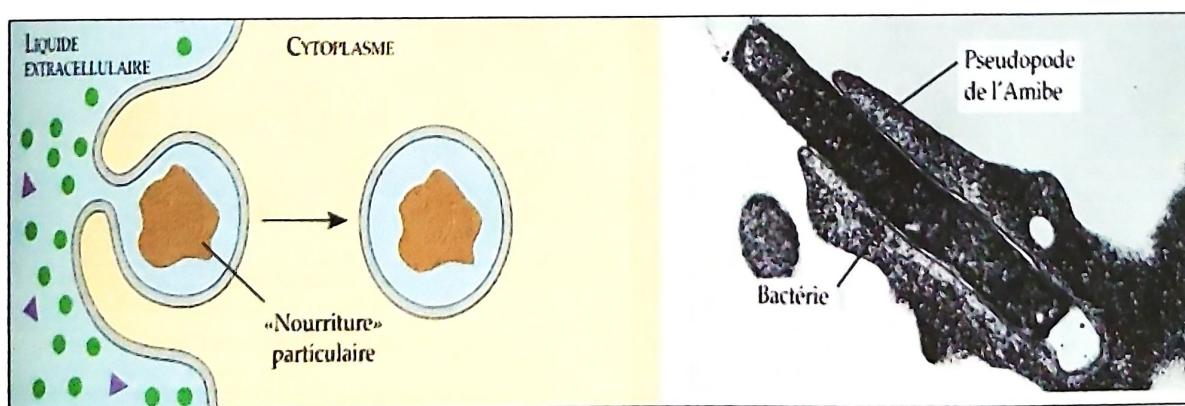
### L'endocytose et l'exocytose

### La phagocytose :

- Correspond à l'endocytose des particules volumineuses dans une vacuole (phagosome) : on dit que la cellule mange.
- Elle s'applique à des particules plus grandes que des macromolécules

Exemples : bactéries, cellules mortes, etc

- Elle demande de l'énergie.



### La phagocytose

Les amibes :



Amibe : Amoeba proteus

Sont des protozoaires (animaux unicellulaires) appartenant à la classe des rhizopodes.

Se déplaçant et se nourrissant à l'aide de pseudopodes temporaires,

La plupart des espèces vivant dans les eaux stagnantes, quelques-unes dans l'intestin de l'homme ou de l'animal.

II.1.2. L'endocytose spécifique:

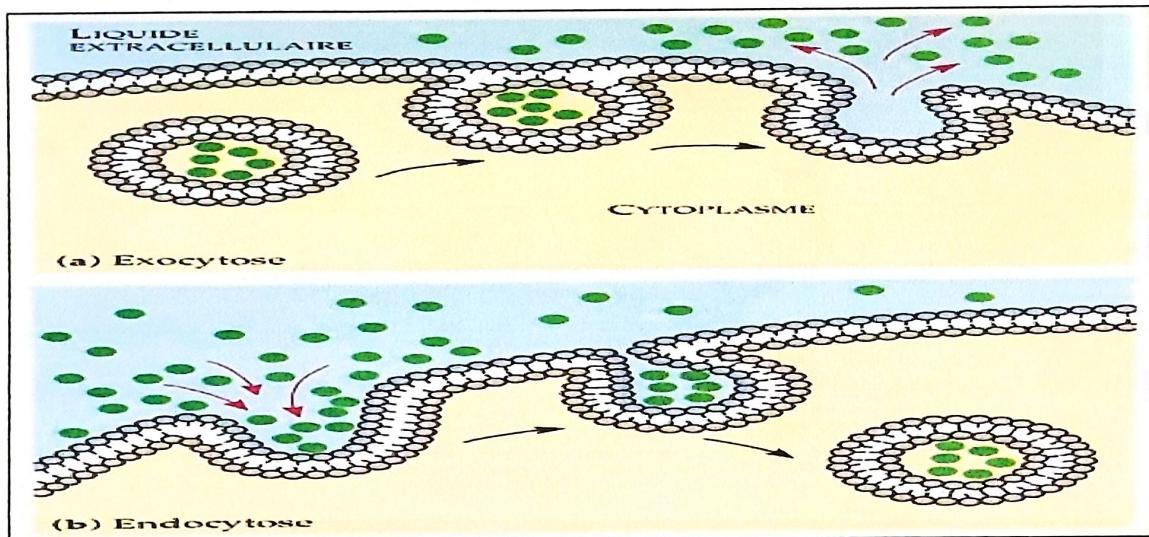
- Elle fait intervenir des récepteurs membranaires spécifiques;
- Elle est utilisée pour concentrer des molécules présentes en faible [c] dans le milieu extracellulaire.

II.2 l'exocytose:

- C'est le phénomène inverse de l'endocytose.
- La cellule sécrète des macromolécules par fusion de vésicules de sécrétion avec la membrane plasmique.
- Le cytosquelette transporte vers la M.P. une vésicule de transport qui s'est détachée du R.E. ou de l'appareil de Golgi.

Lorsque la membrane de la vésicule et la membrane plasmique entrent en contact, il y a fusion des deux membranes qui deviennent alors continues, et le contenu de la vésicule se déverse à l'extérieur de la cellule.

Toutes les cellules sécrétrices exportent leurs produits de sécrétion au moyen de l'exocytose.



### L'endocytose et l'exocytose

#### CONCLUSION :

Les mécanismes de transport membranaire contribuent au maintien de la composition du milieu intracellulaire nécessaire au bon déroulement des réactions biochimiques intracellulaires.

#### Exemples:

- \* Membrane de filtration glomérulaire.
- \* Membrane alvéolo-capillaire.
- \* Transmission nerveuse avec potentiel de repos et potentiel d'action.

#### Quelques définitions :

- L'hyperthermie maligne est une maladie pharmacogénétique des muscles squelettiques qui se traduit par une réponse hypermétabolique à l'exposition à des gaz anesthésiques volatiles puissants (comme l'halothane, le sevoflurane, le desflurane et la succinylcholine, un relaxant musculaire dépolarisant) et aussi, rarement chez l'homme, à des stress comme l'exercice physique intense et la chaleur.
- La mucoviscidose est une maladie génétique létale due à la modification de la composition du mucus (viscosité plus élevée qu'a la normale) sécrété principalement par les muqueuses respiratoires et digestives. Cette maladie se manifeste par une gêne respiratoire handicapante (obstruction des bronches), des troubles digestifs (occlusions intestinales) et un déséquilibre nutritionnel.