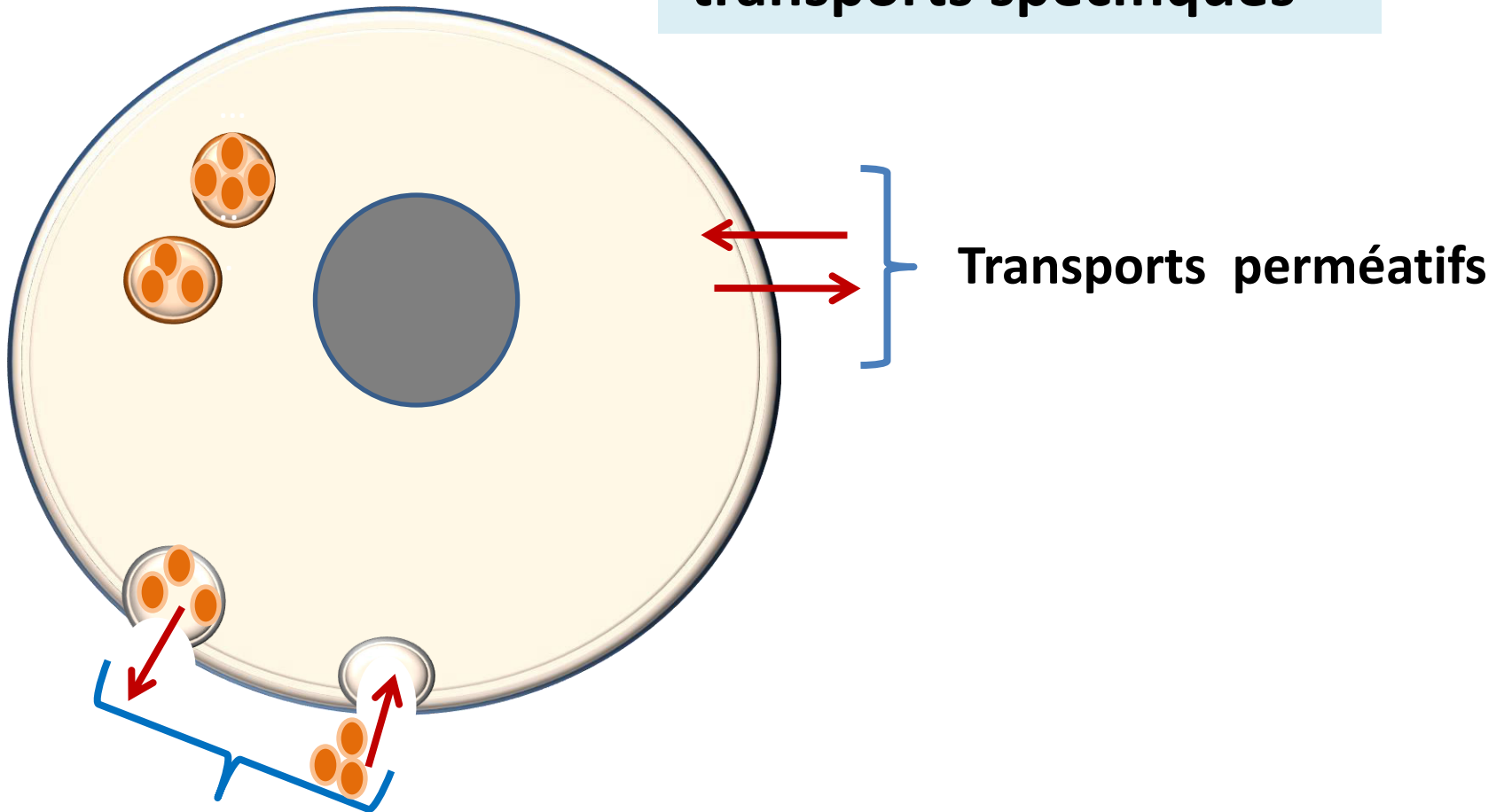


Fonctions de la membrane plasmique: C/ perméabilité cellulaire

**Dr A. DEKAR
2013- 2014**

La perméabilité cellulaire

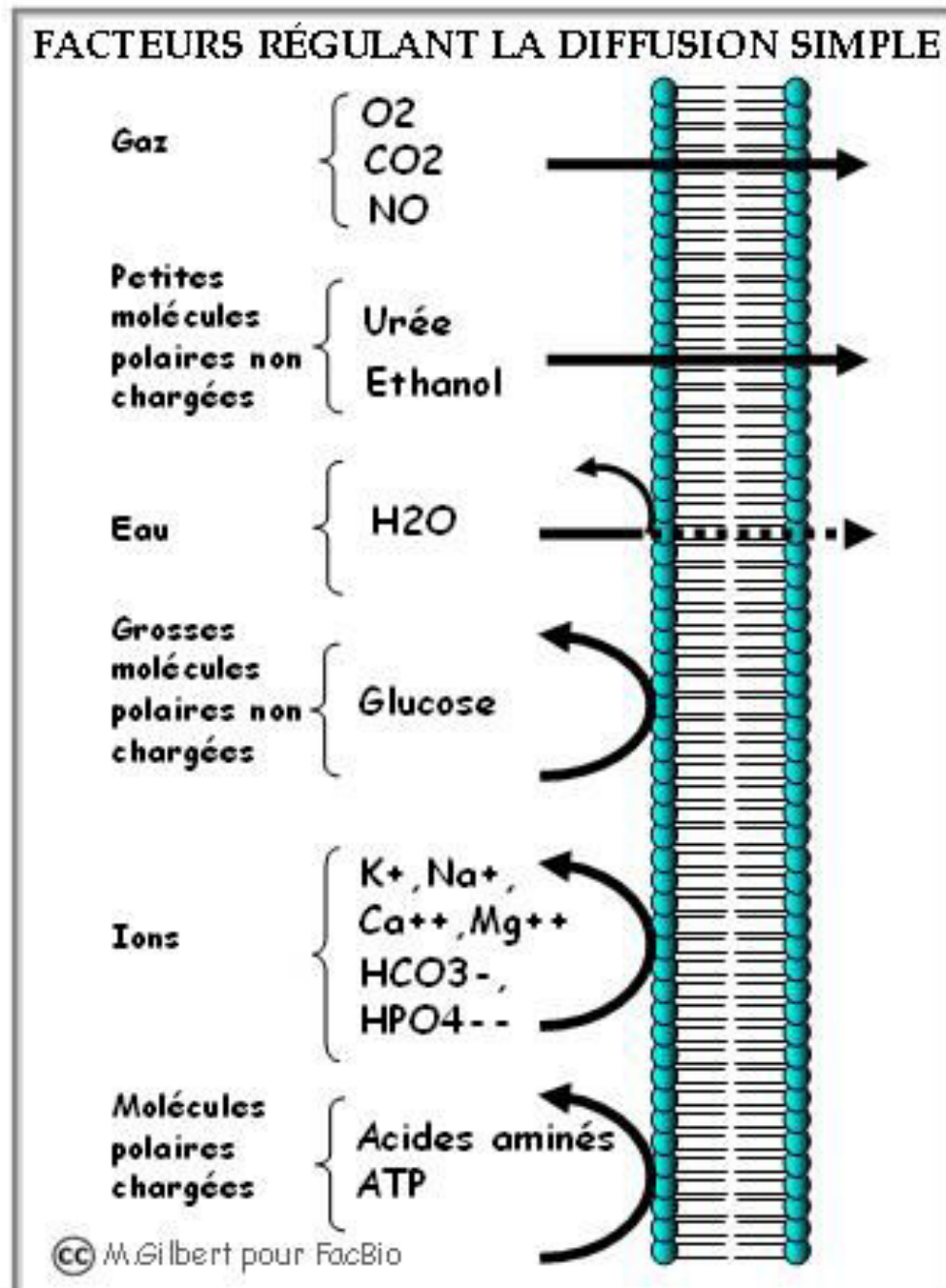
la membrane assure des transports spécifiques



Transports cytotiques

La membrane assure un transport sélectif

La taille et les propriétés chimiques des molécules sont déterminantes pour leur passage ou non à travers la bicouche



Transports perméatifs

Transports à travers
la phase lipidique

Transports par
des protéines

Diffusion
simple

Diffusion
facilitée

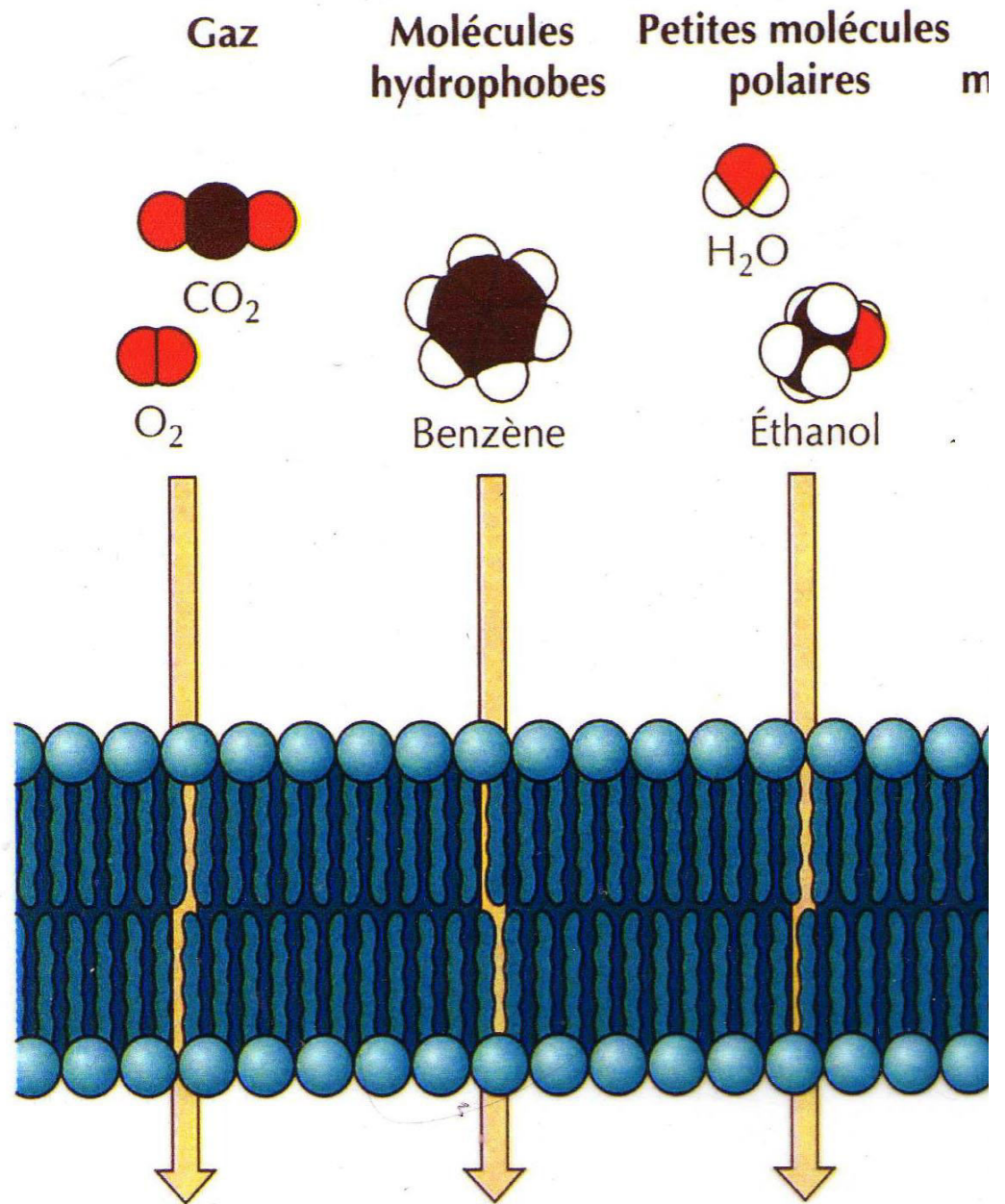
Diffusion simple



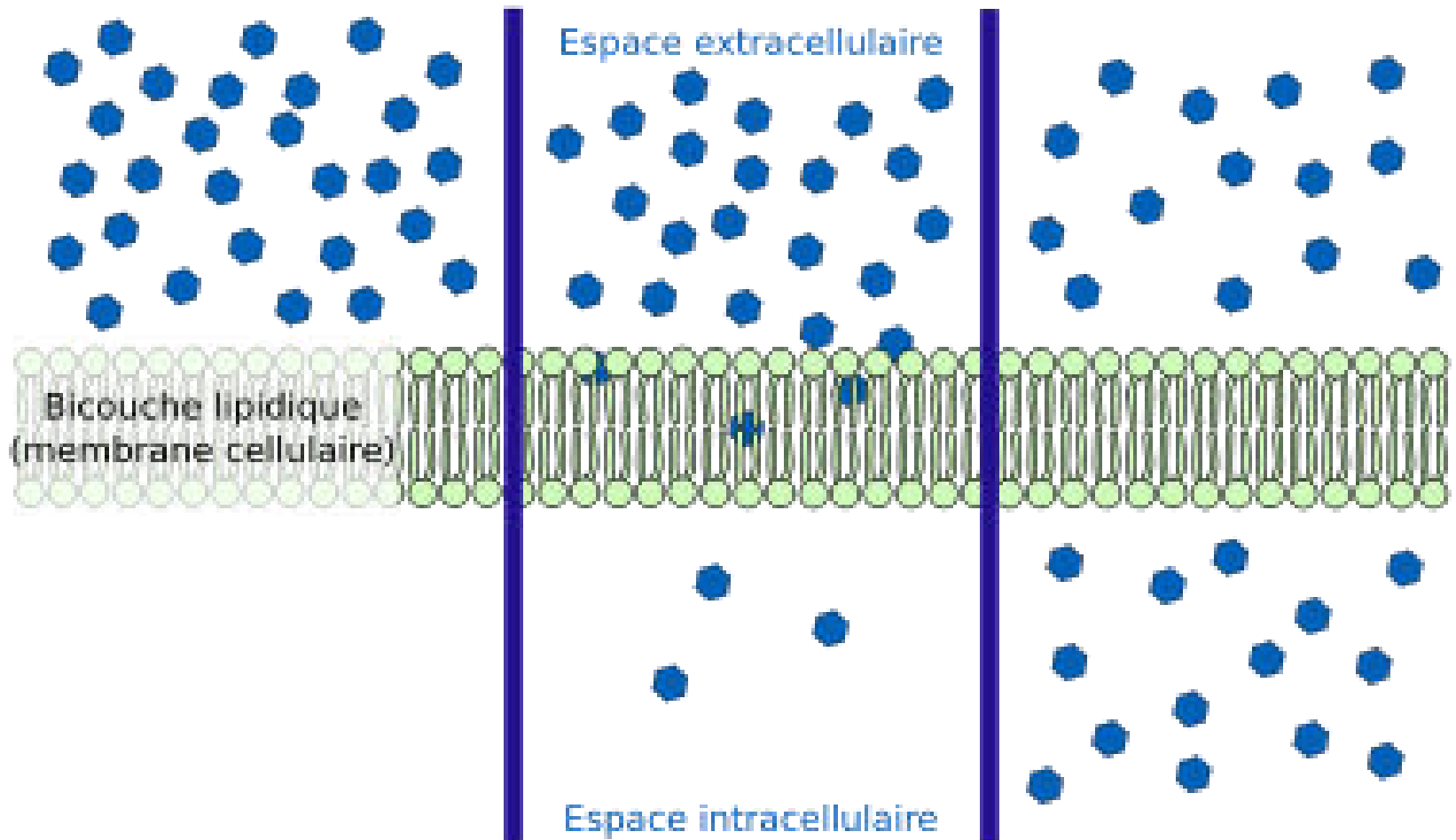
➤ Molécules liposolubles:

Solvants organiques,
anesthésiques, gaz

➤ Molécules polaires de petite taille: urée

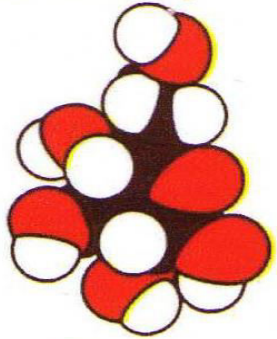


La diffusion simple suit le gradient de concentration Jusqu'à équilibre des concentration



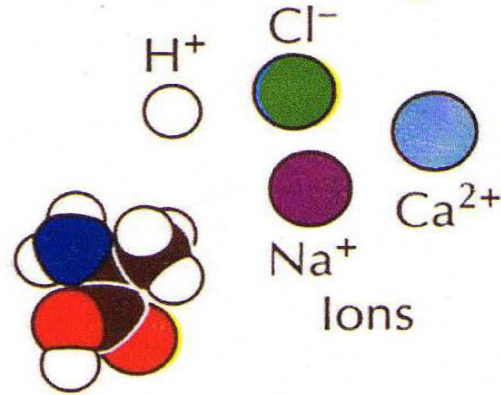
TEMPS

Grandes
molécules polaires



Glucose

Molécules chargées

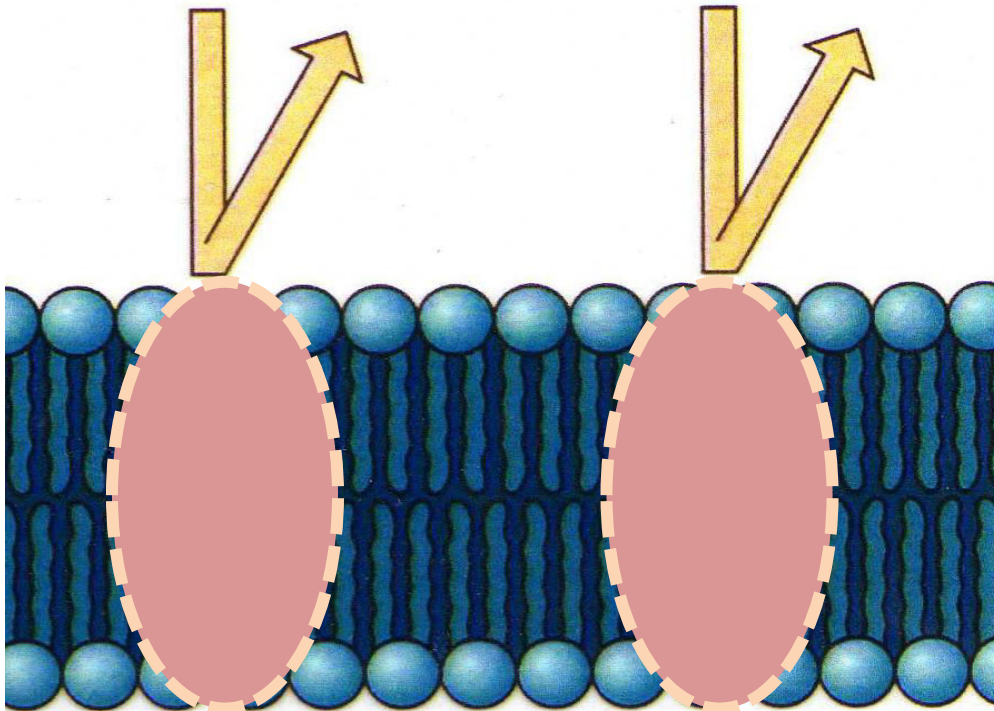


Acides aminés

Diffusion
facilitée



- Molécules polaires de grande taille: sucres, acides aminés
- Petites molécules chargées: ions



Diffusion facilitée



Protéines membranaires

perméases

Canaux

GLUT

AQP

**Canaux
ioniques**

Connexons

**Canal voltage
dépendant**

**Canal ligand
dépendant**

Glucose

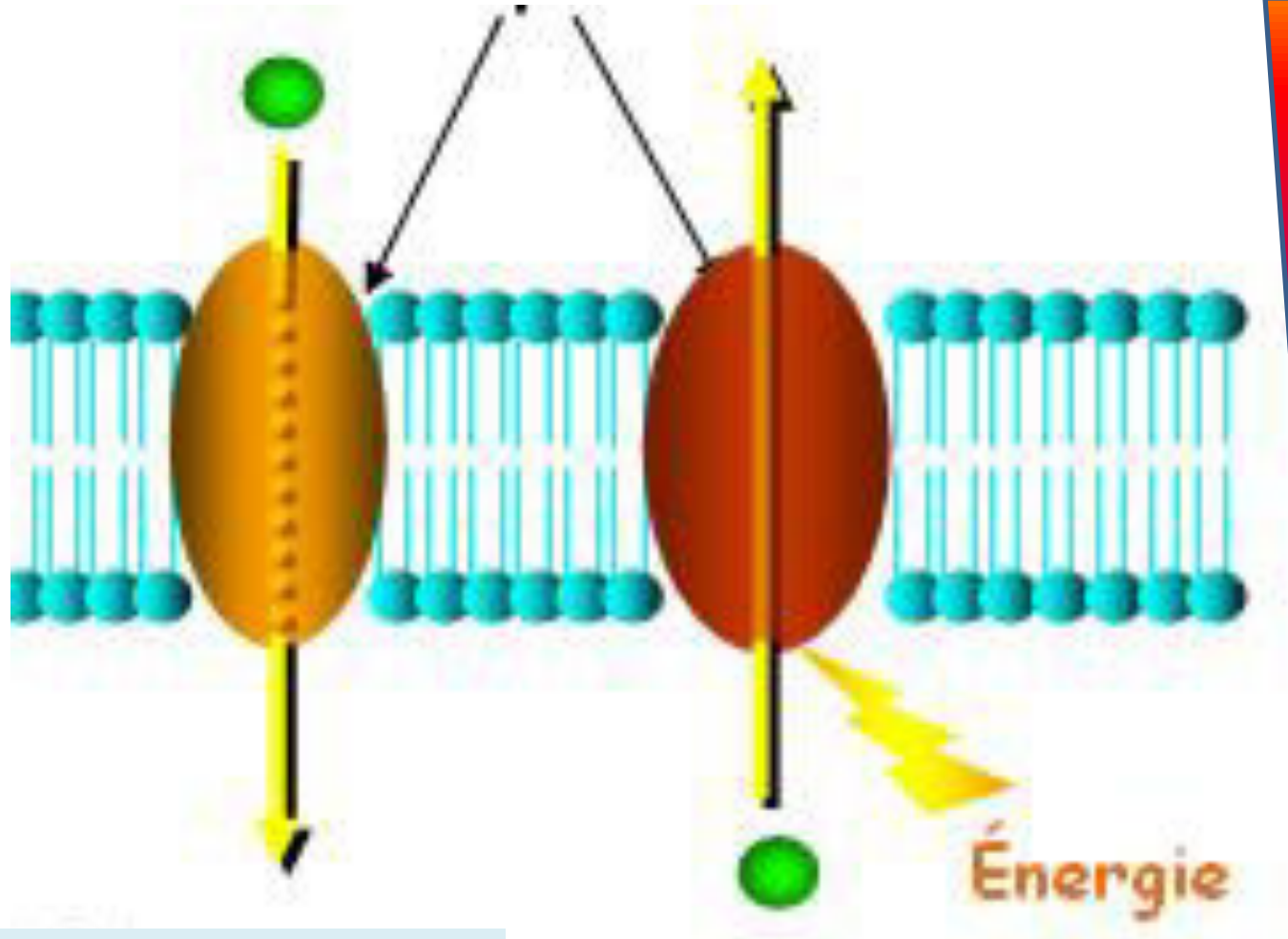
Eau



Les perméases

Deux modes de fonctionnement des perméases

Les protéines porteuses



Transport passif

Transport actif

Transport passif



- **Suivent le gradient de concentration / gradient électrochimique**
- **Sans consommation d'énergie**

Transport actif



- **Contre le gradient de concentration / gradient électrochimique**
- **Avec consommation d'énergie**

Transport passif



**Diffusion facilitée du glucose par les GLUT
GLUT 1.....GLUT 12..**

GLUT 1

GLUT 2

**Entrée du glucose du MEC
vers les Erythrocytes**

➤ **Sortie du glucose des
entérocytes vers la circulation**

➤ **Transport bidirectionnel dans
les hépatocytes**

N'est Pas à retenir

➤ **Senseur du glucose dans
les cell. B du Pancréas**

Perméases passives

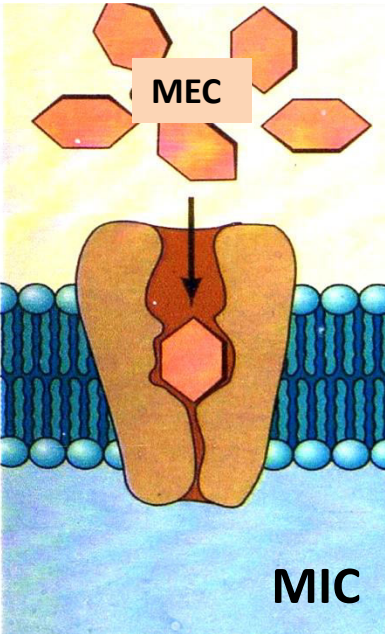
Glucose

GLUT

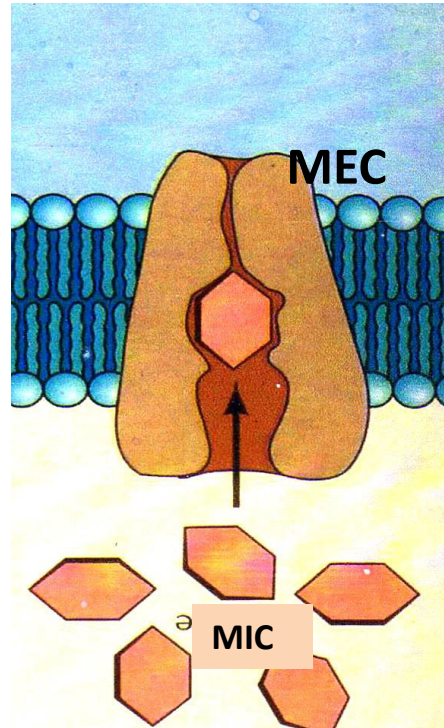
Localisation spécifique
du type cellulaire

Eau

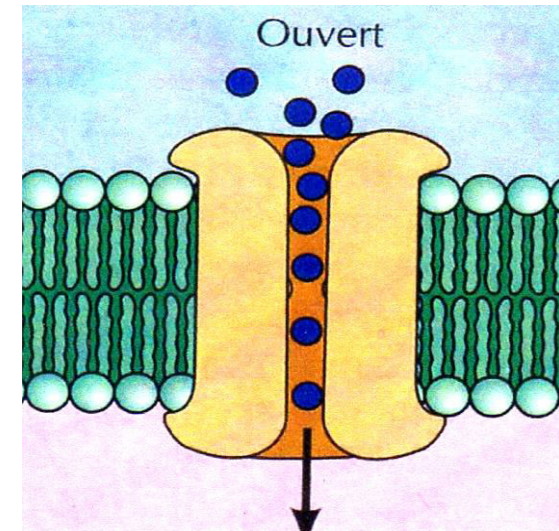
AQP



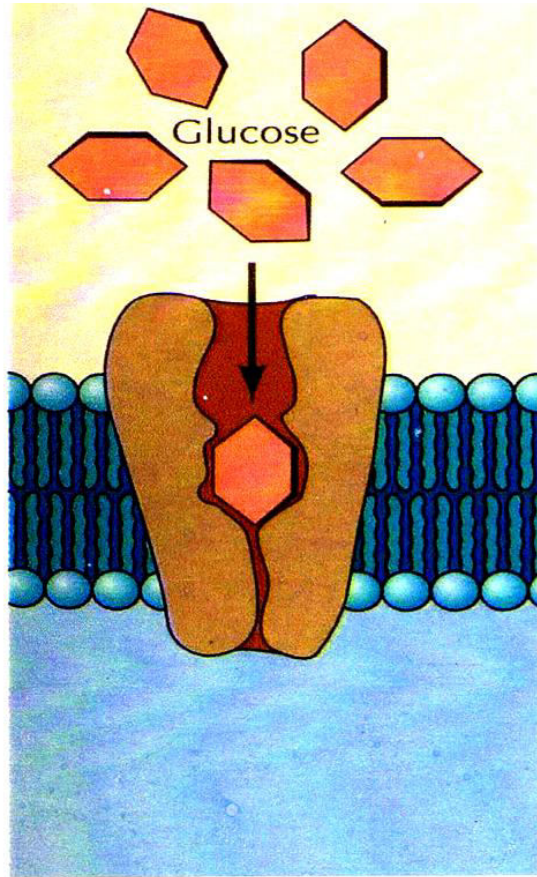
GLUT 1 dans les
Erythrocytes



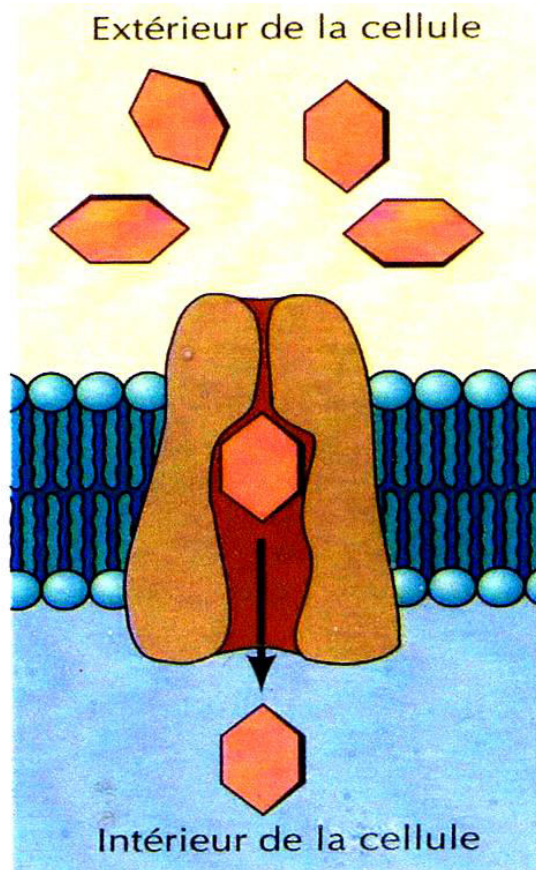
GLUT 2 dans le pôle
basal des Entérocytes



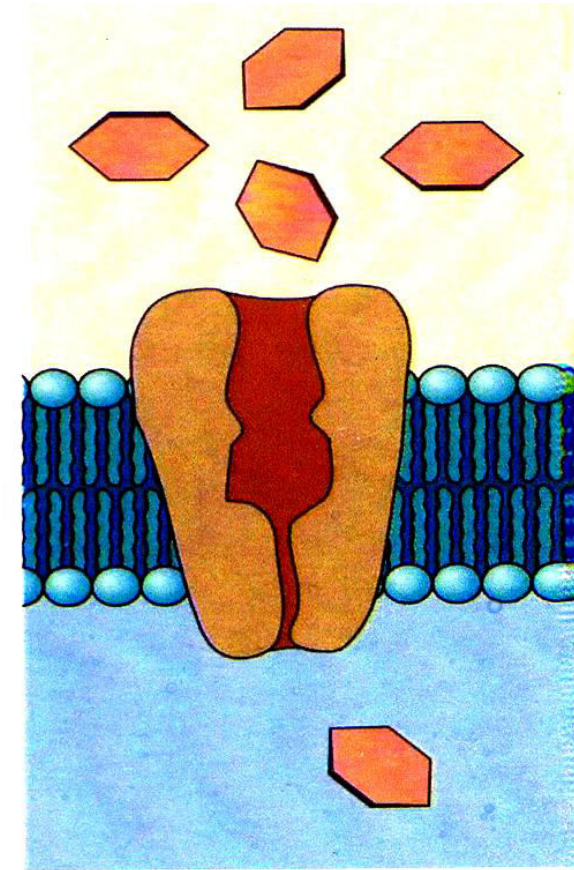
les GLUT 1 assurent l'entrée du glucose dans l'érythrocyte et la majorité des types cellulaires en 4 étapes



**Liaison
&
Formation du complexe**



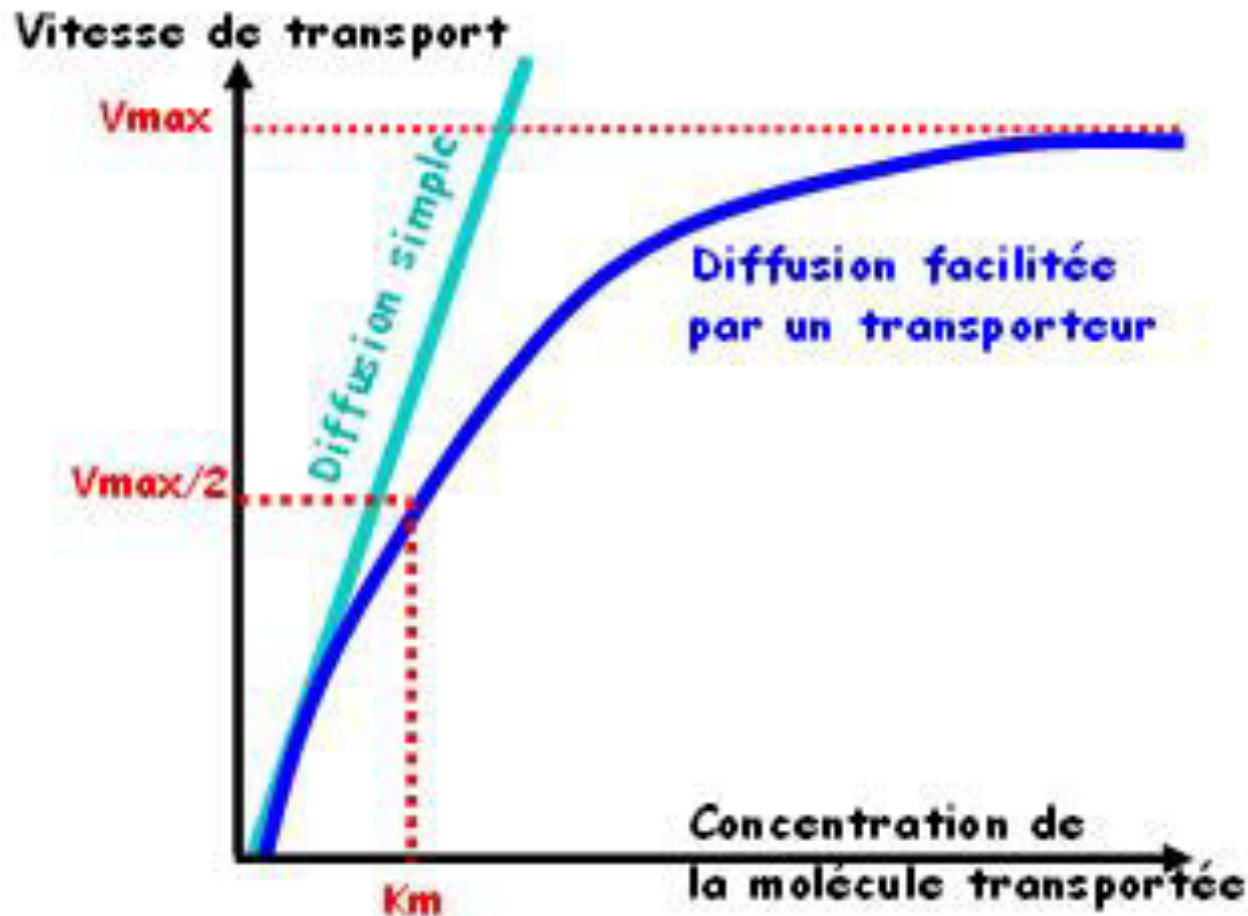
**Changement
de conformation**



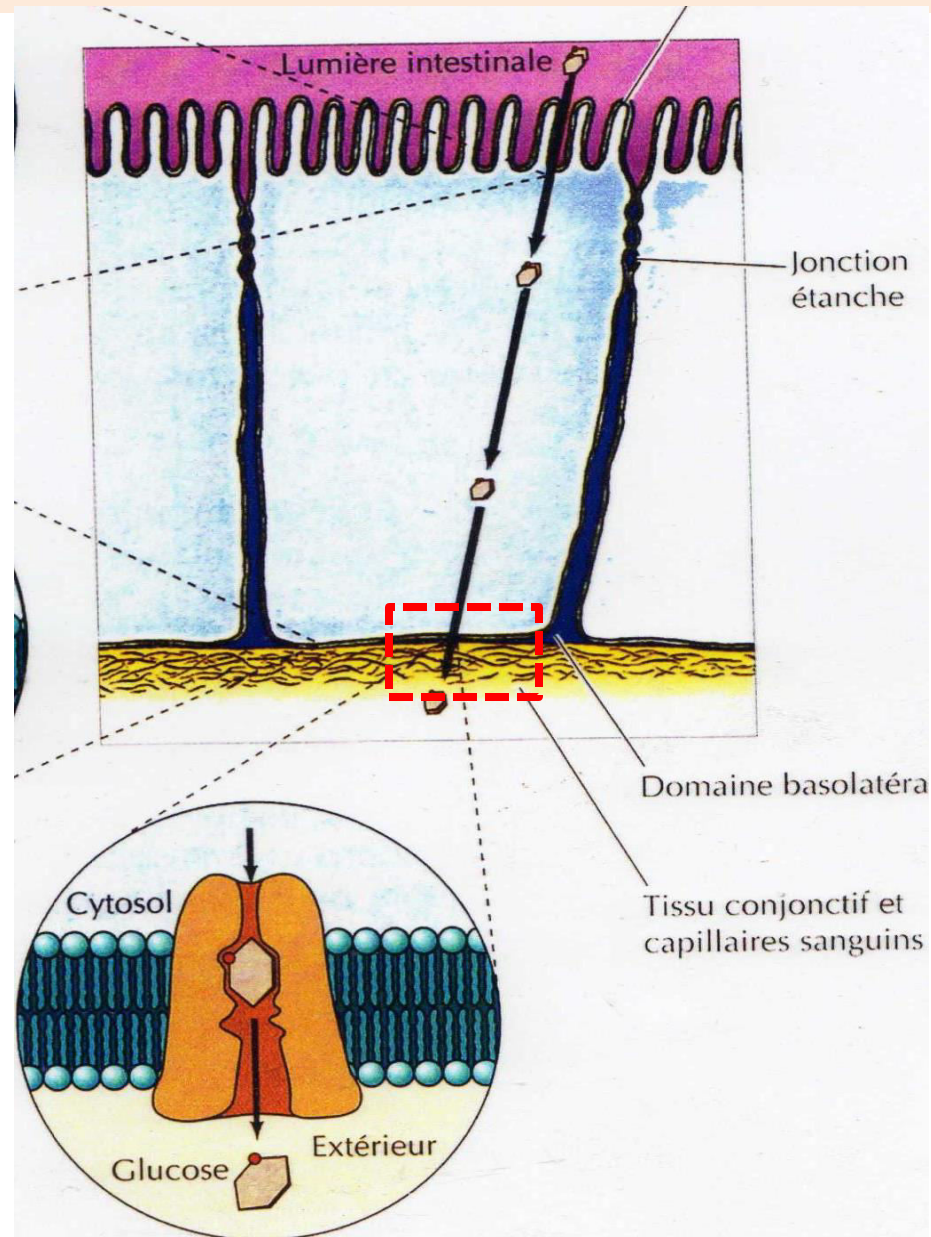
**Libération
&
Retour à la position initiale**

Dans la diffusion facilitée, Le facteur limitant du transport est la disponibilité des perméases

CINÉTIQUES DES DIFFUSIONS SIMPLE ET FACILITÉE



Les GUT 2 assurent la sortie du glucose de la cellule intestinale vers la circulation



Les protéines canaux

Protéines Canaux

```
graph TD; A[Protéines Canaux] --> B[Canaux ioniques]; A --> C[Connexons = Gap]; B --> D[Canaux à ouverture permanente]; B --> E[Canaux à ouverture Contrôlée]; E --> F[Canal voltage dépendant]; E --> G[Canal ligand dépendant];
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a purple box labeled 'Protéines Canaux'. Two red arrows point down from it to an orange box 'Canaux ioniques' on the left and another orange box 'Connexons = Gap' on the right. The 'Connexons = Gap' box is highlighted with a yellow oval. From 'Canaux ioniques', two red arrows point down to a green box 'Canaux à ouverture permanente' and another green box 'Canaux à ouverture Contrôlée'. From 'Canaux à ouverture Contrôlée', two red arrows point down to the text 'Canal voltage dépendant' and 'Canal ligand dépendant'.

Canaux ioniques

**Connexons
= Gap**

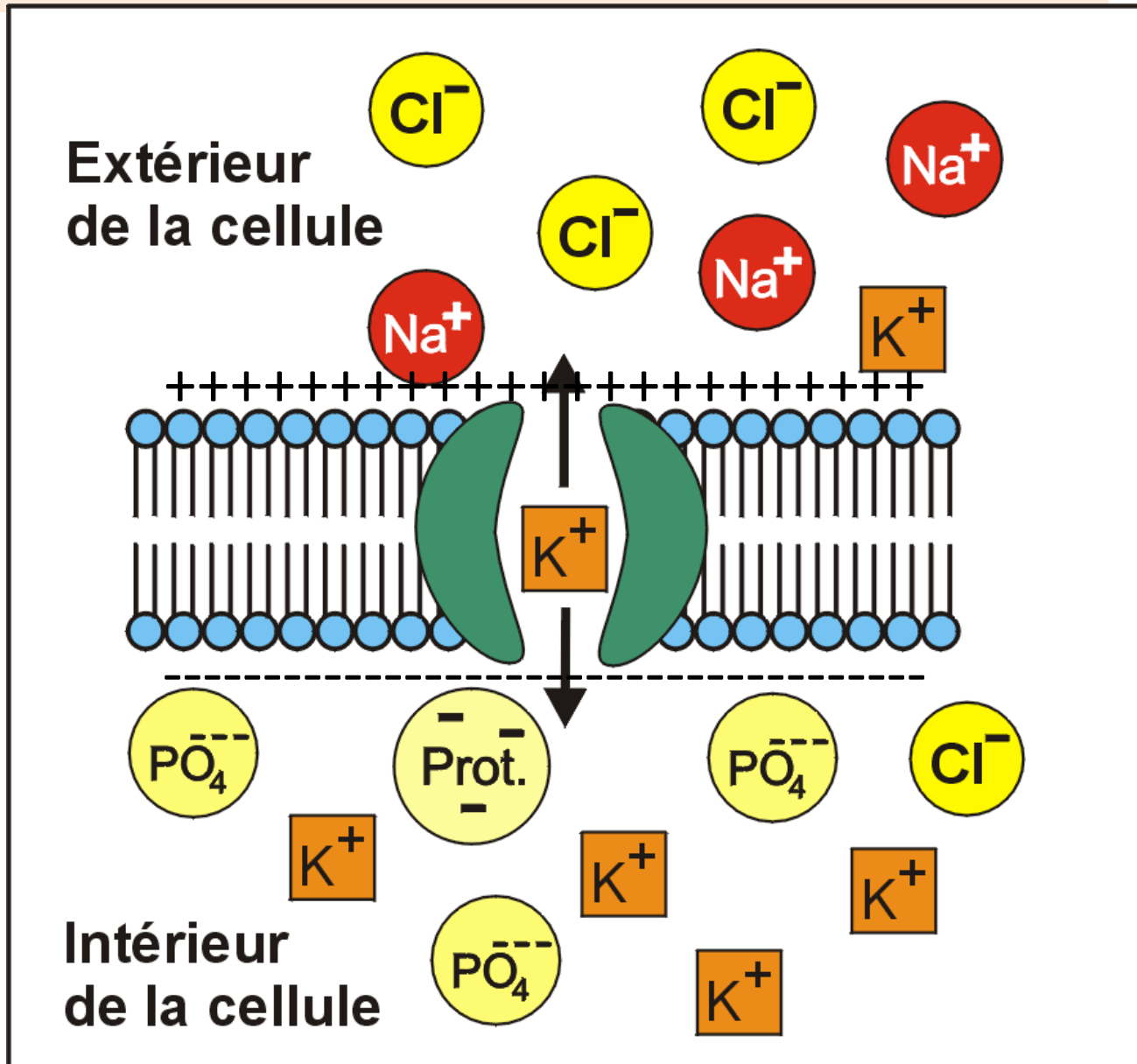
**Canaux à ouverture
permanente**

**Canaux à ouverture
Contrôlée**

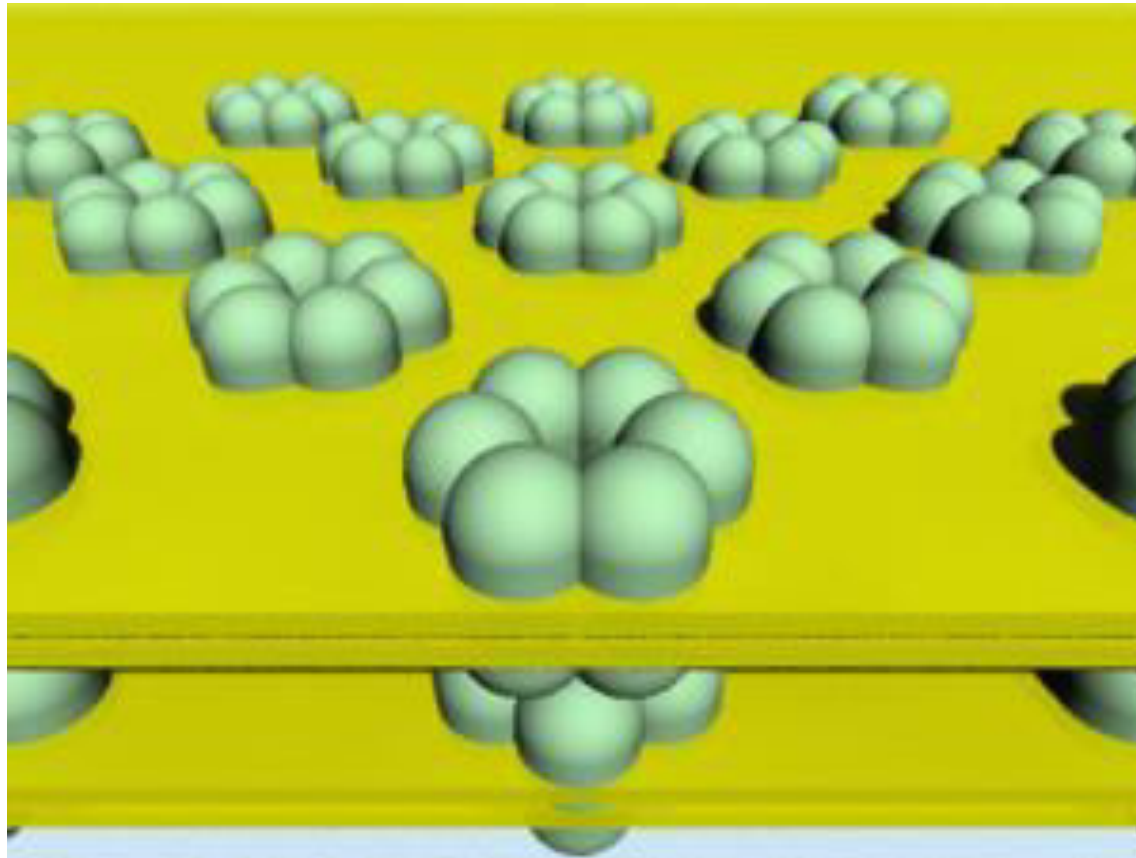
**Canal voltage
dépendant**

**Canal ligand
dépendant**

Le passage des ions par les canaux suit le gradient électrochimique



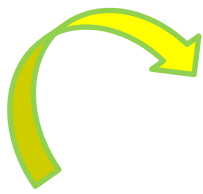
Les connexons (Gap) ont une structure de type canal mais permettent le passage d'ions et d'autres molécules non ioniques. **Le facteur limitant c'est la taille**



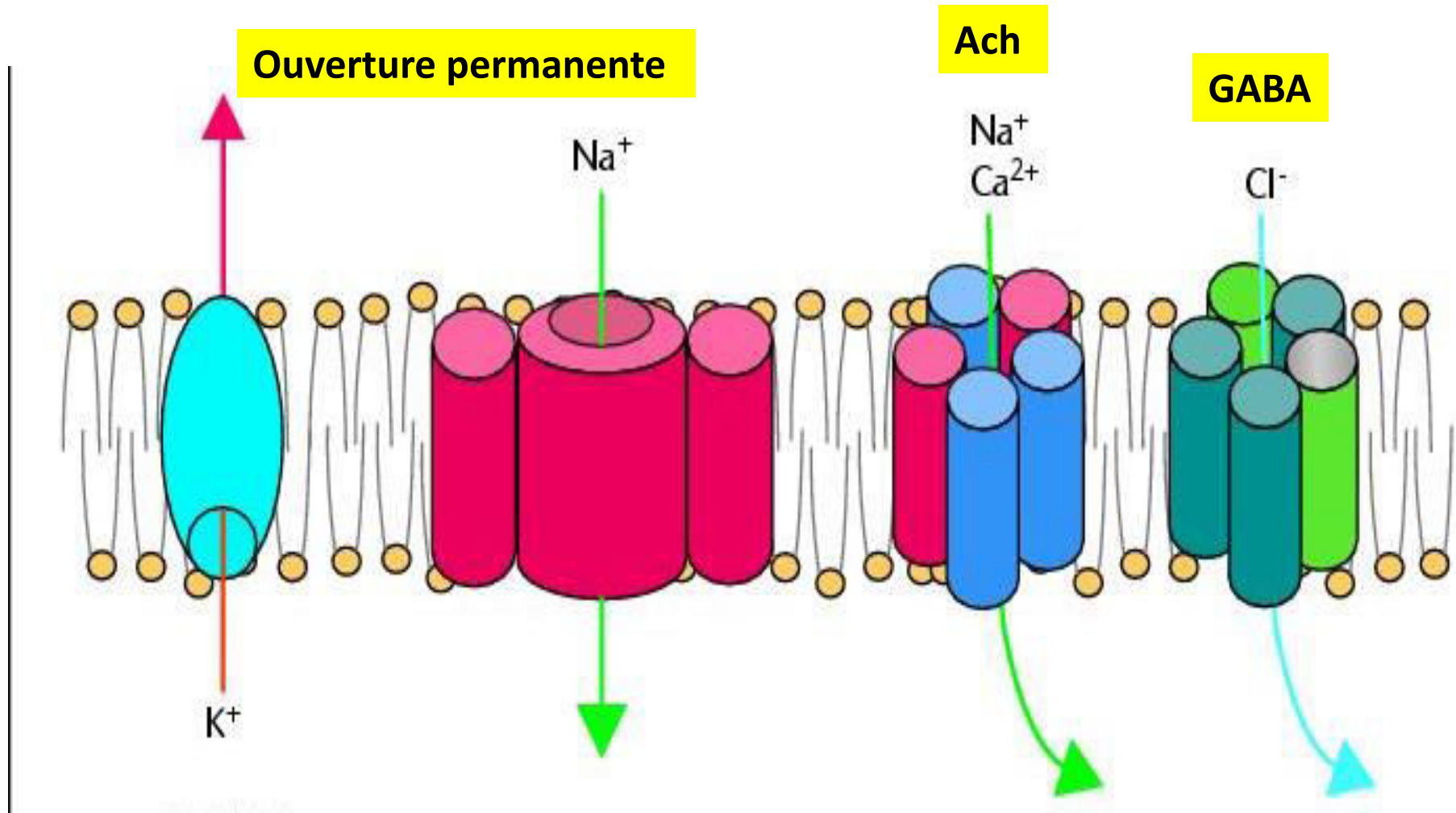
Connexons

Les canaux ioniques

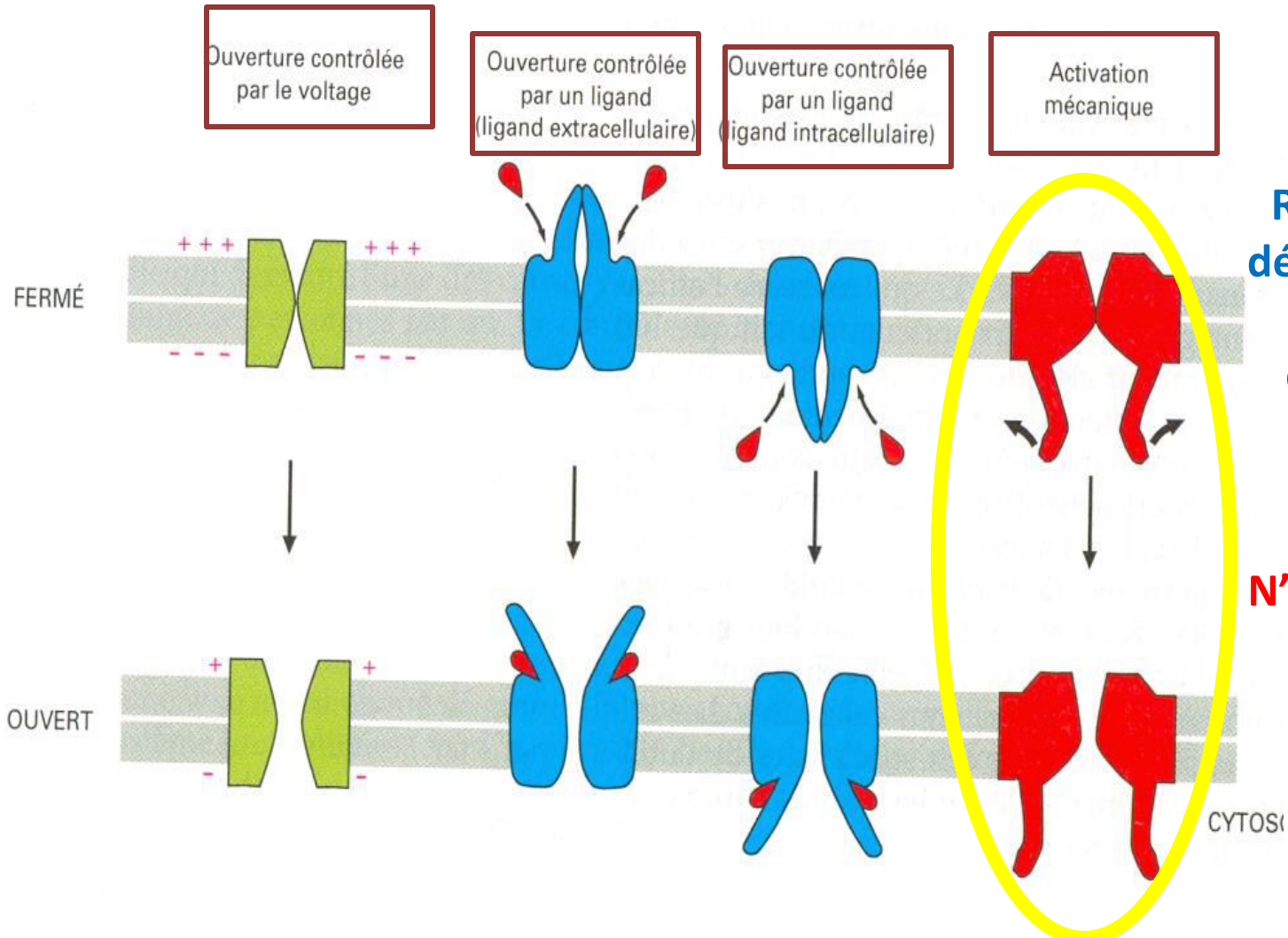
Les transporteurs canal sont des protéines multimériques qui délimitent un pore aqueux



Structure



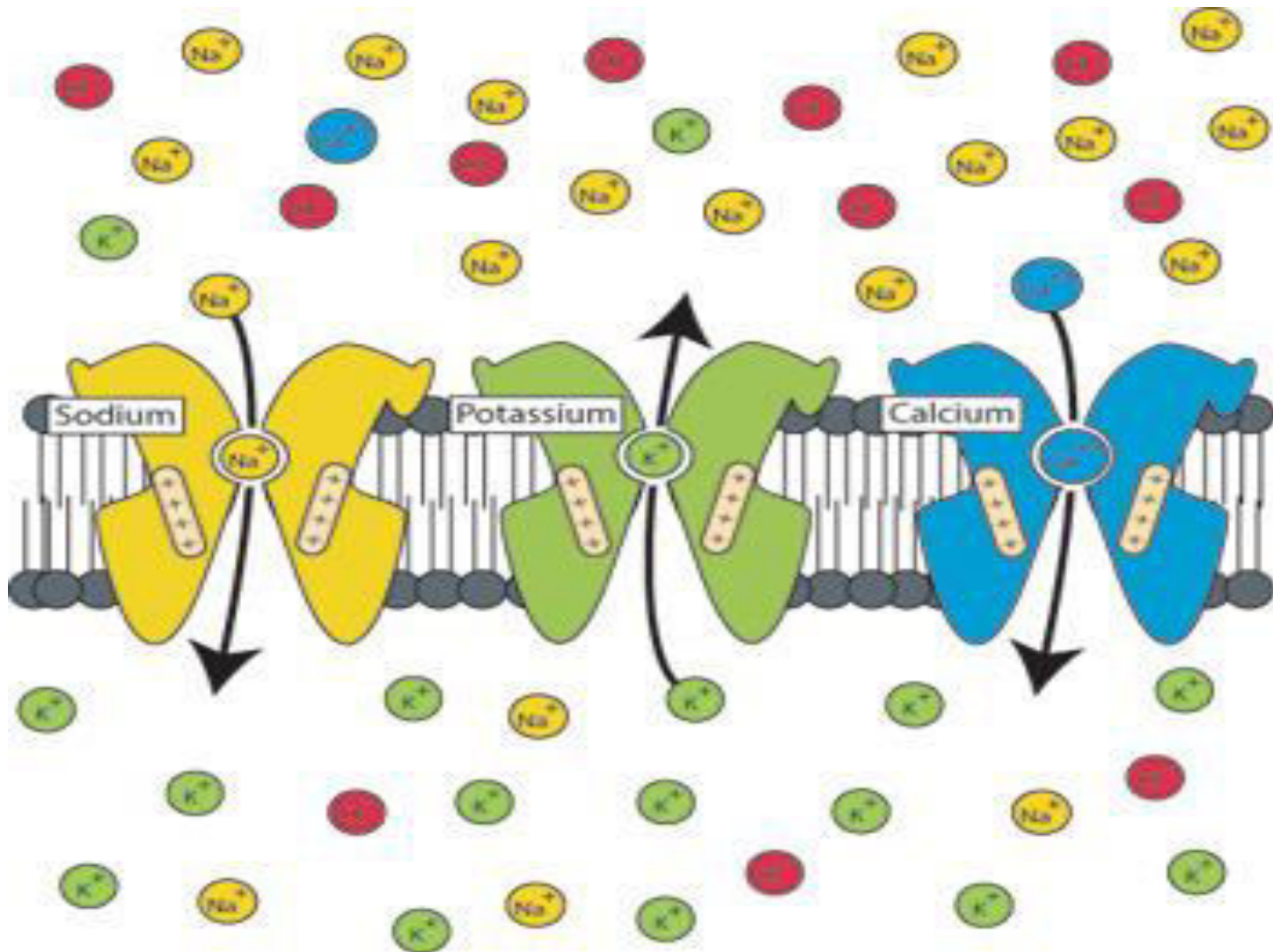
Les facteurs de contrôle de l'ouverture des canaux ioniques



Répondent à la déformation mb.
Ex: cerveau, oreille interne

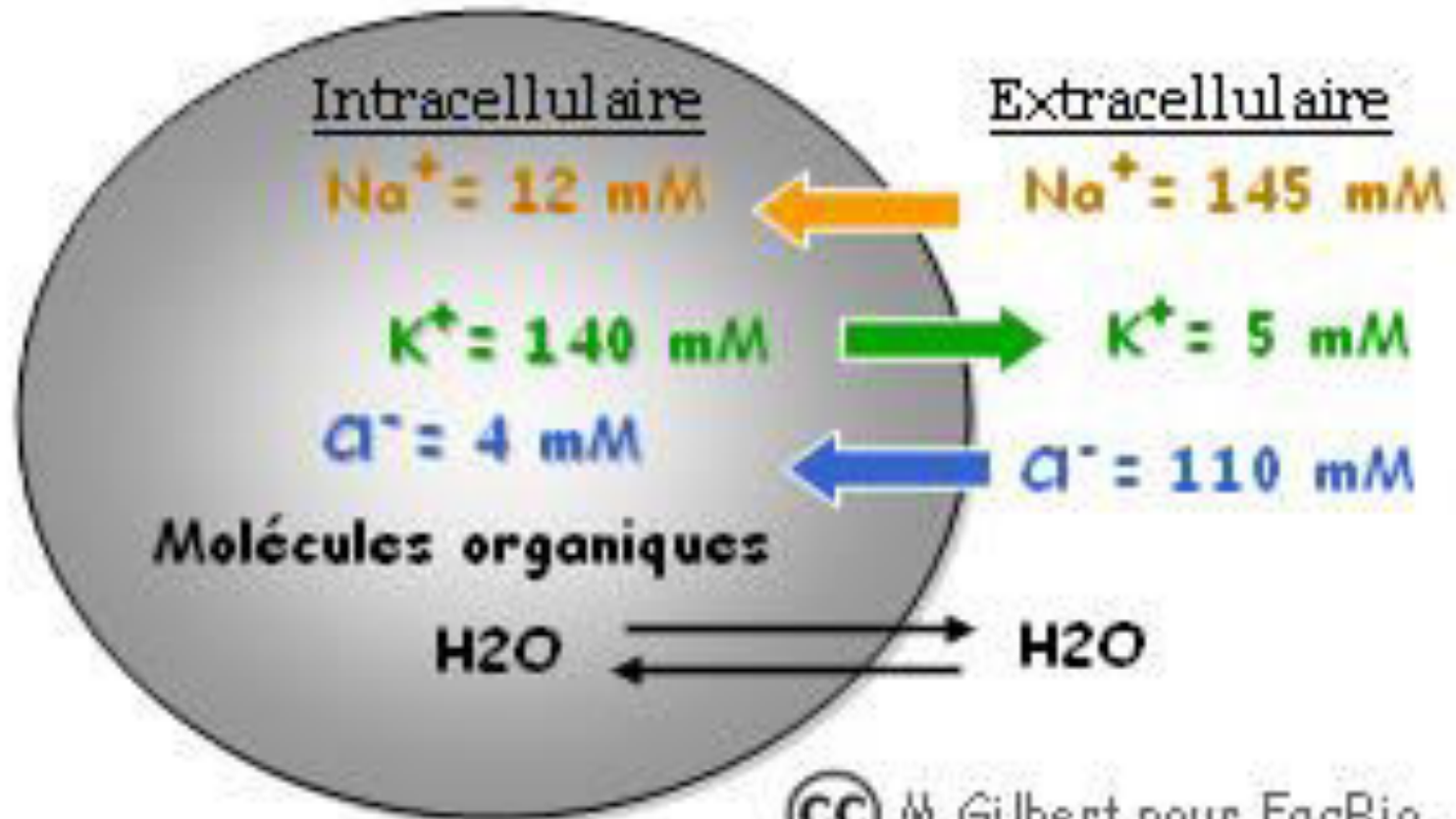
N'est pas à retenir

**Le pore du canal est spécifique de chaque ion.
les ions passent suivant leur gradient électrochimique**



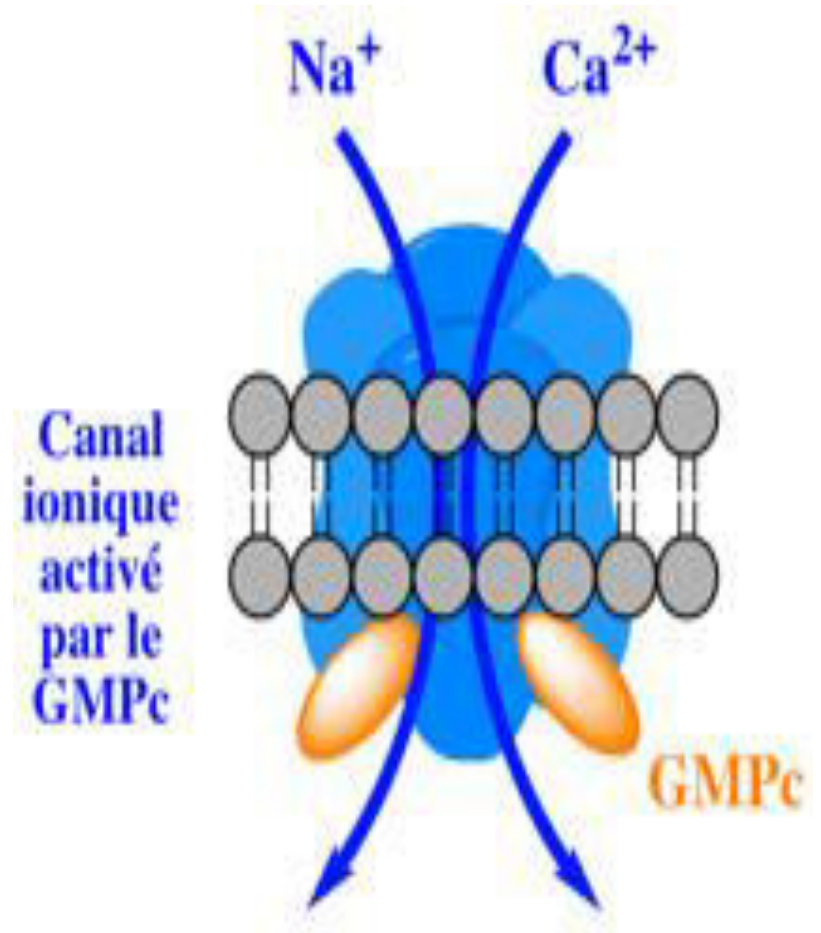
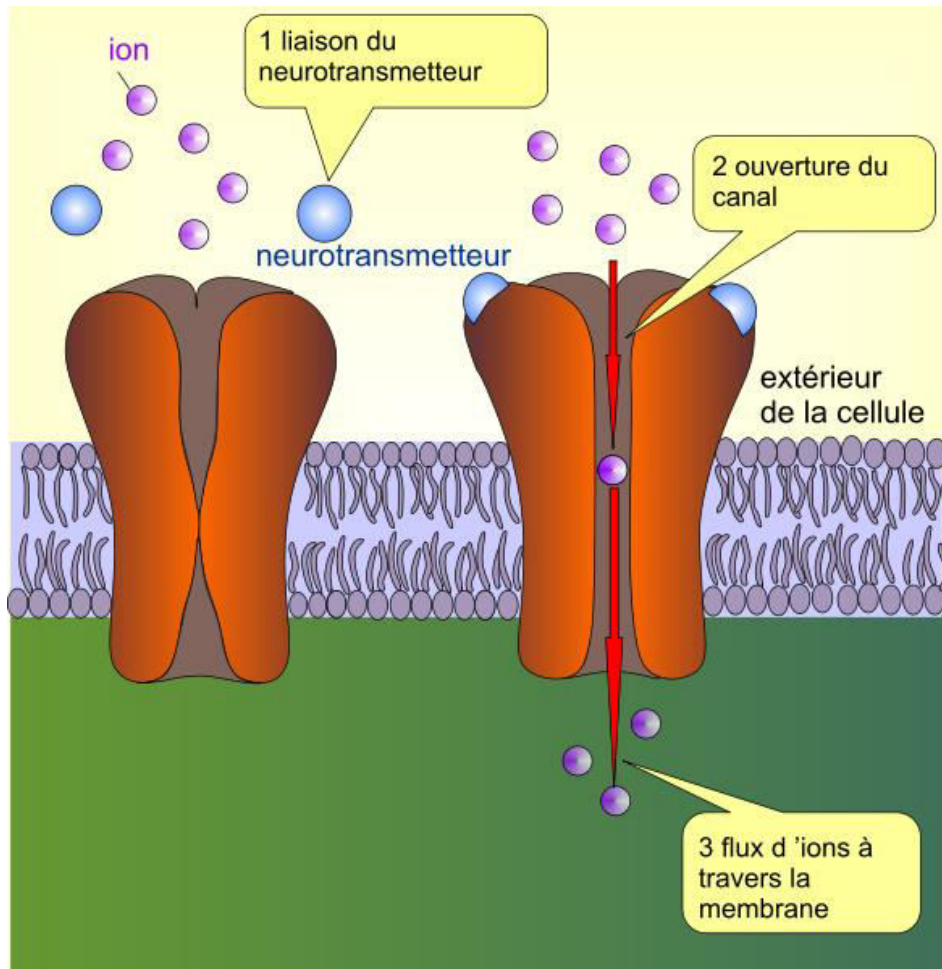
Les canaux ioniques interviennent dans le maintien de la différence de répartition des charges entre le MIC et MEC

CONCENTRATIONS de Na^+ K^+ Cl^- et sens du gradient

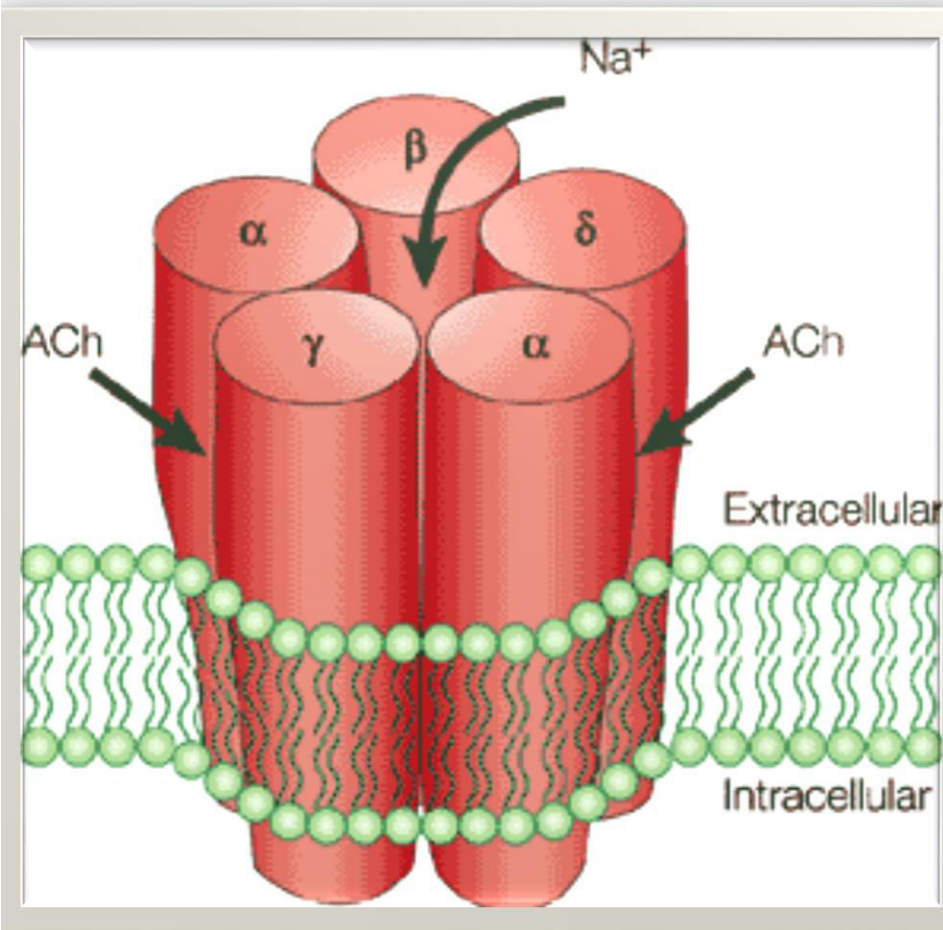


Canal à ouverture contrôlée par un ligand

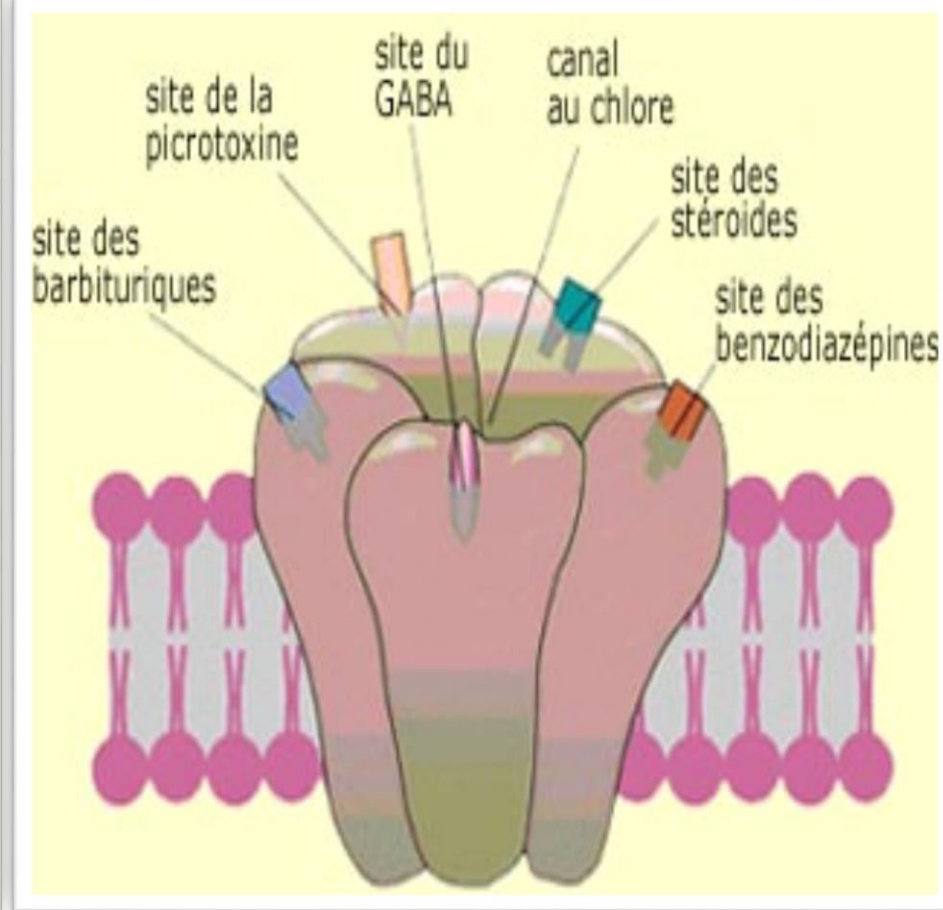
Le ligand peut être **externe** (neurotransmetteur) ou **interne** (messagers secondaires)



Les Canaux à ouverture contrôlée par un ligand sont perméables à des cations (Rn-Ach) ou des anions (R- GABA)



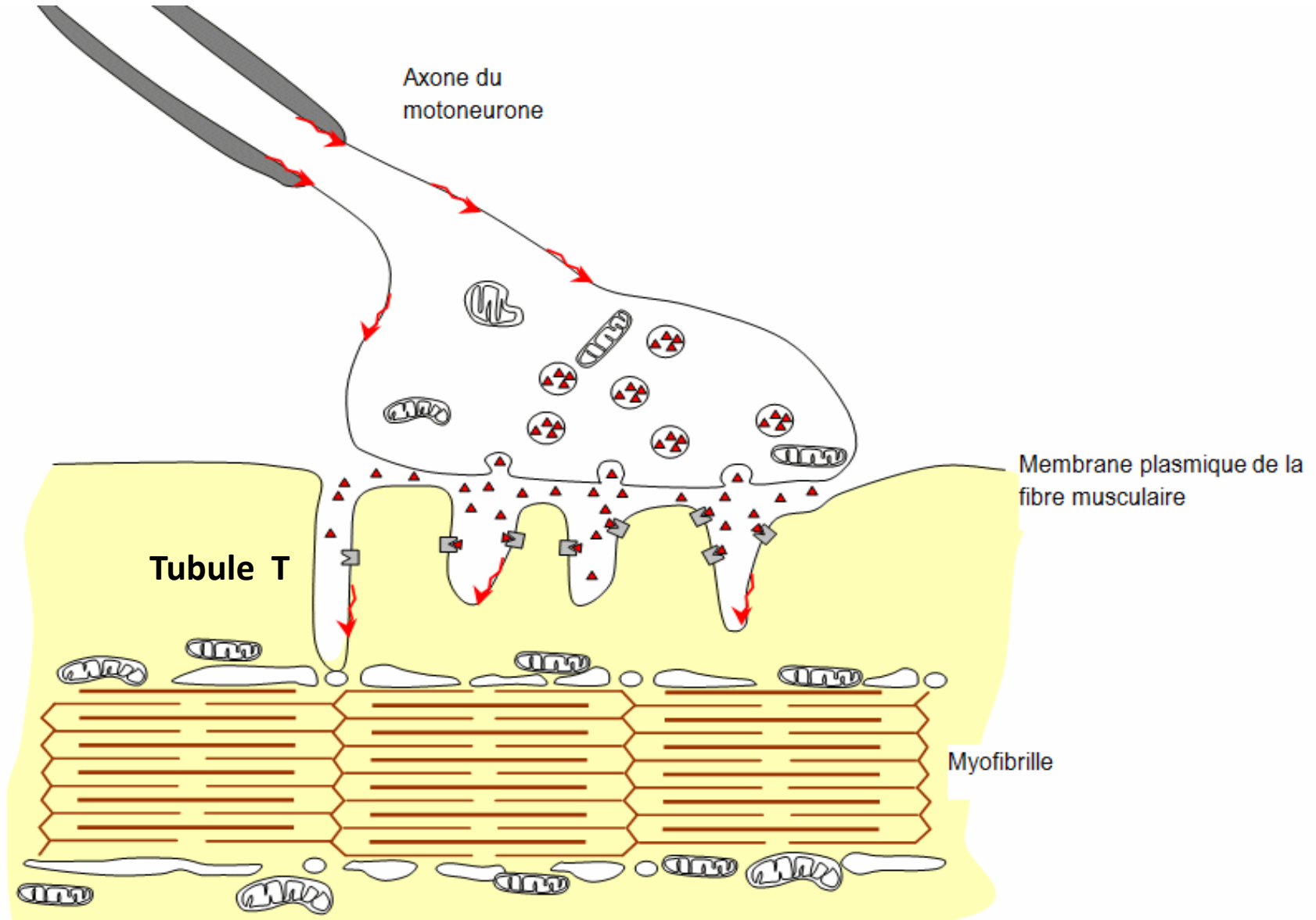
**Ligand c'est l' ACh, /nicotine
& l'ion c'est le Na⁺**



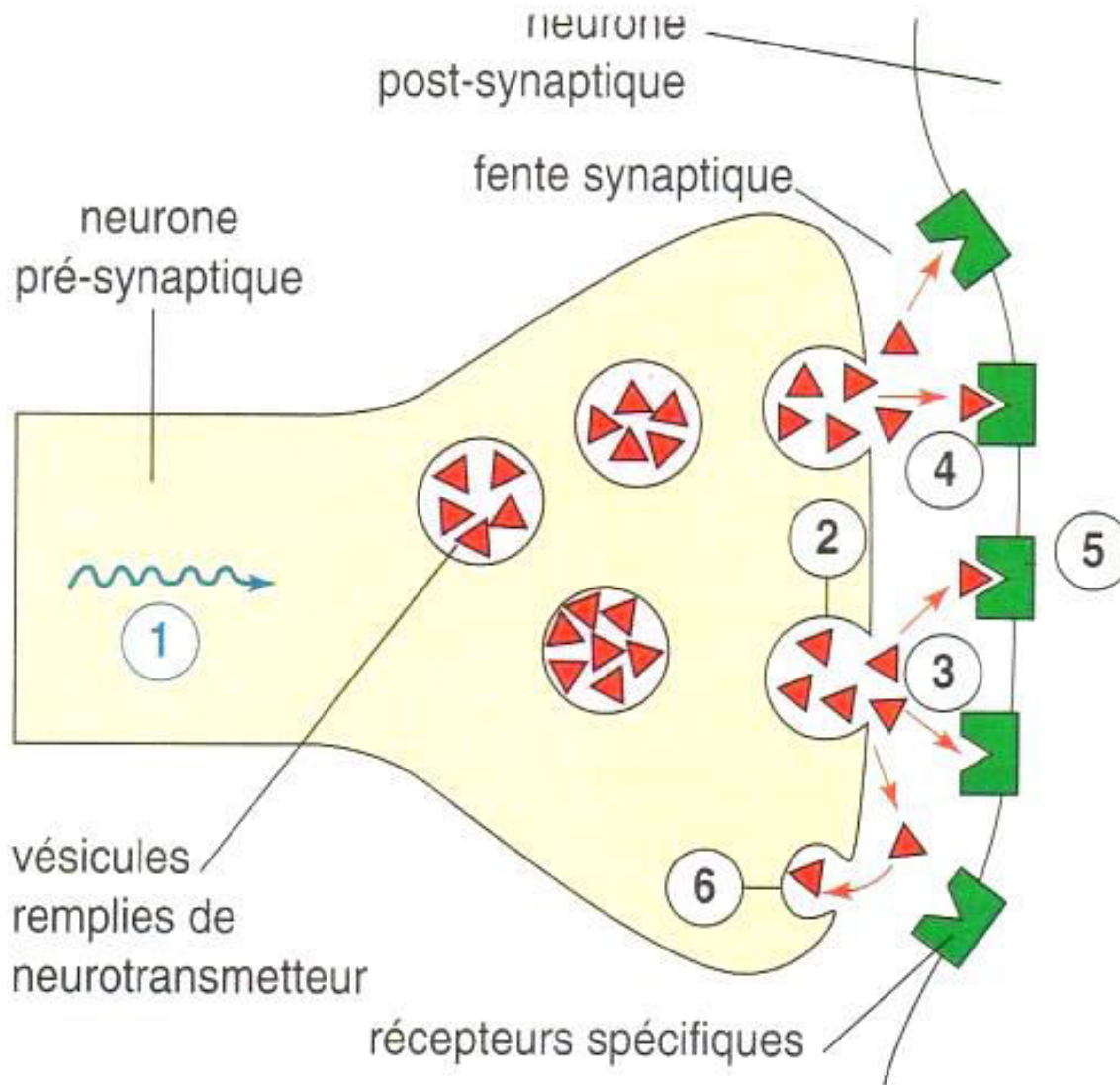
**Ligand c'est le GABA,
& l'ion c'est le Cl⁻**

Intervention des canaux ioniques dans le déclenchement de la contraction musculaire

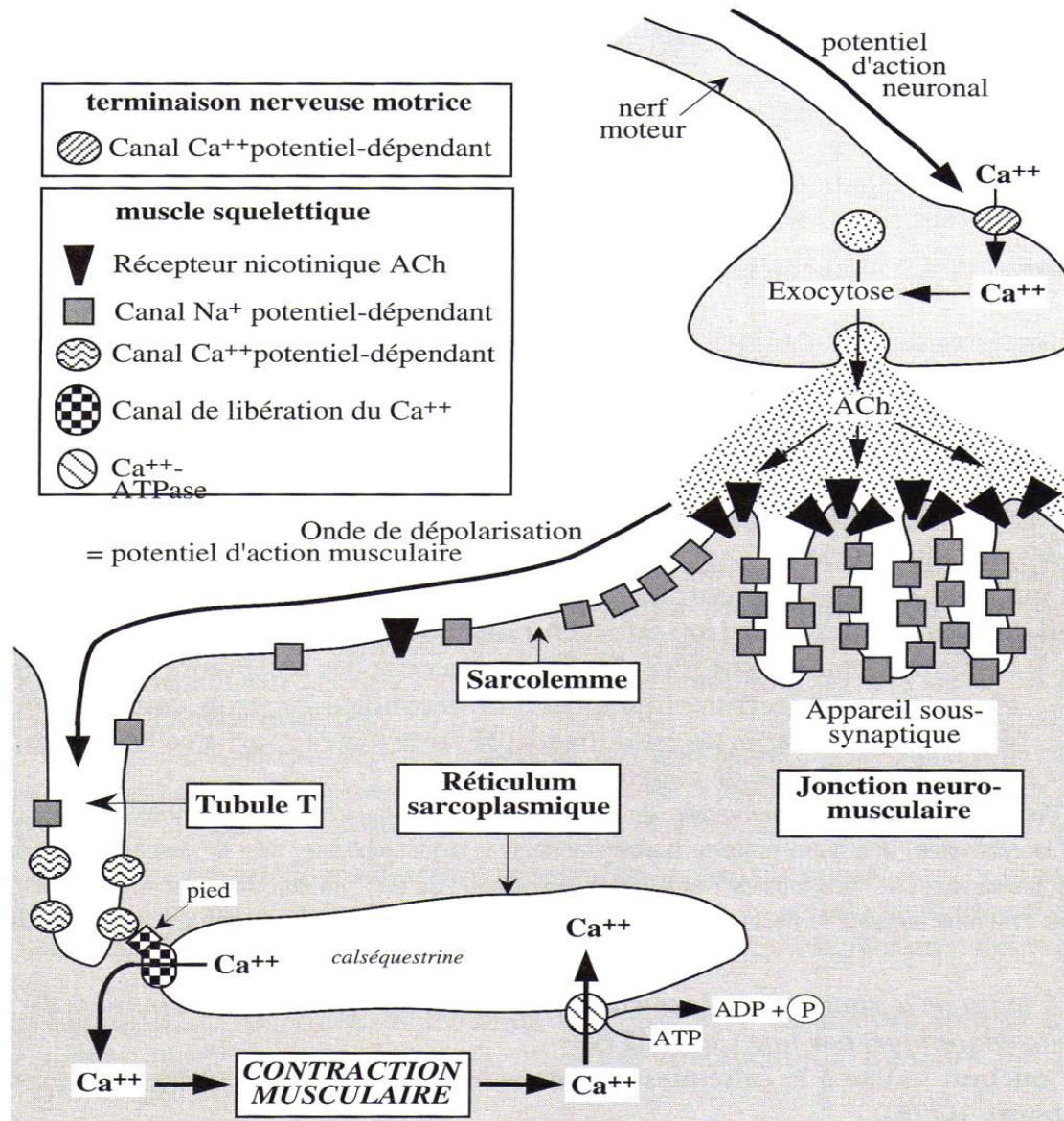
Dans la synapse neuro-musculaire , les canaux ligands dépendants et les canaux voltage dépendants sont activés progressivement



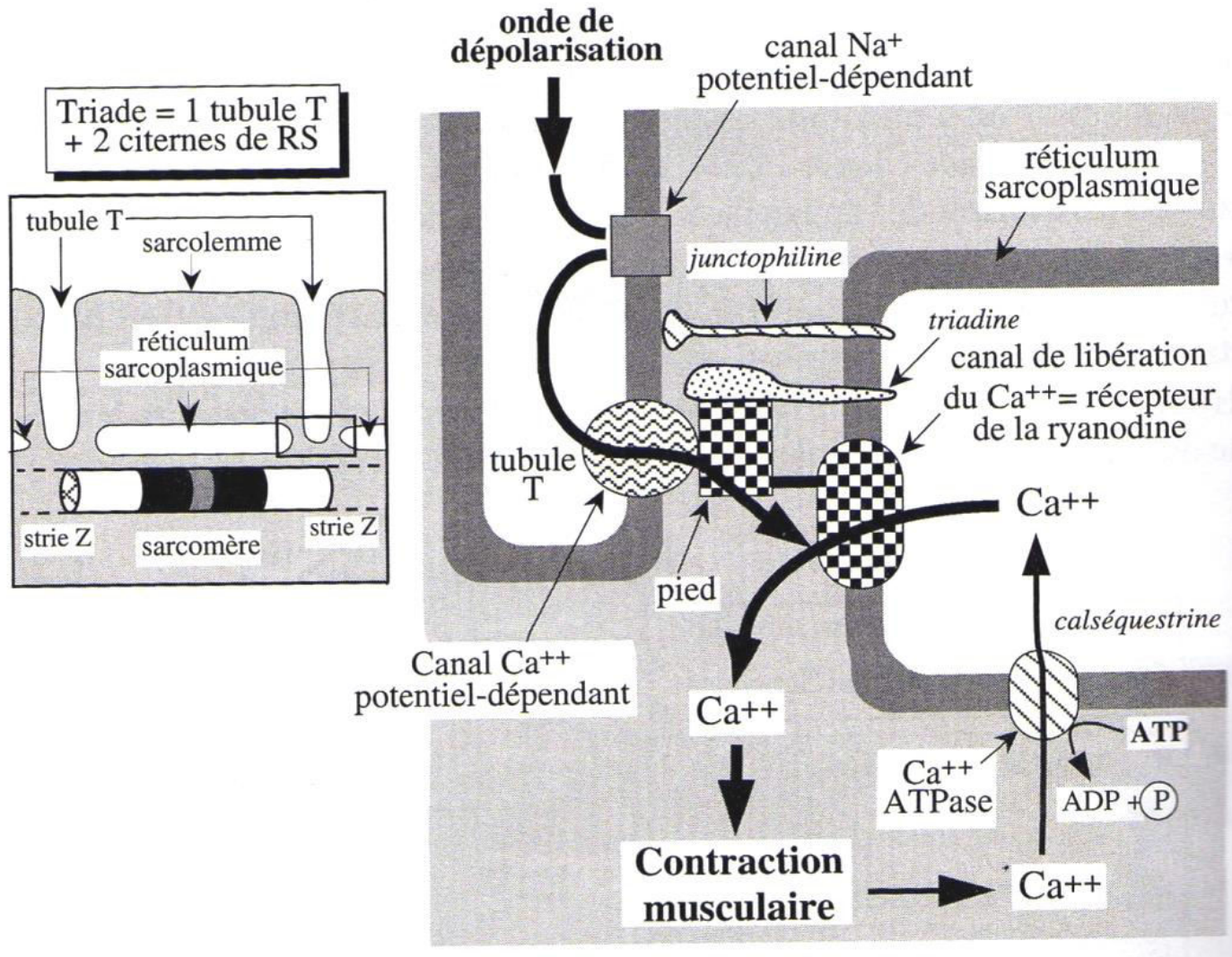
La fixation de L'Ach sur son récepteur ouvre un canal Na^+ et dépoliarise localement la membrane



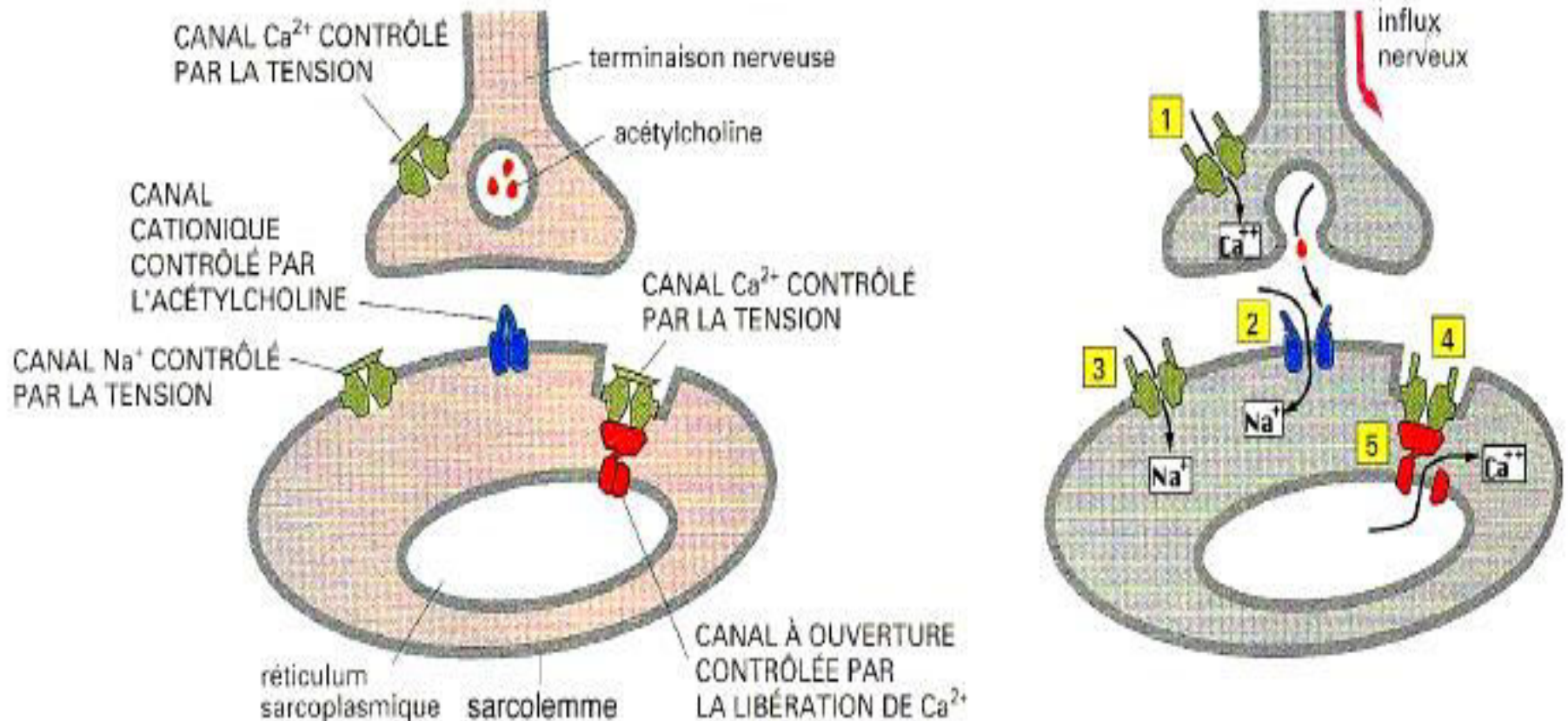
L'inversion locale des charges induit l'ouverture des canaux voltage dépendants d'où propagation de l'influx



l'influx amène l'entrée du Ca^{++} extra cell. et la libération du Ca^{++} stocké dans le RS ce qui permet la contraction



L'ouverture séquentielle des canaux ioniques assure la propagation de l'onde de dépolarisation de la membrane neuronale à la membrane musculaire



JONCTION NEUROMUSCULAIRE AU REPOS

JONCTION NEUROMUSCULAIRE ACTIVÉE

Transport actif



- se fait contre le gradient de concentration
- consomme de l'énergie



Perméases actives

Perméases actives

Transport actif Primaire

Transport actif Secondaire

Pompes
=
ATPases

Perméases de co-transport

Energie ATP

Energie Gradient Na+

ATPase Ca⁺⁺

ATPase H⁺

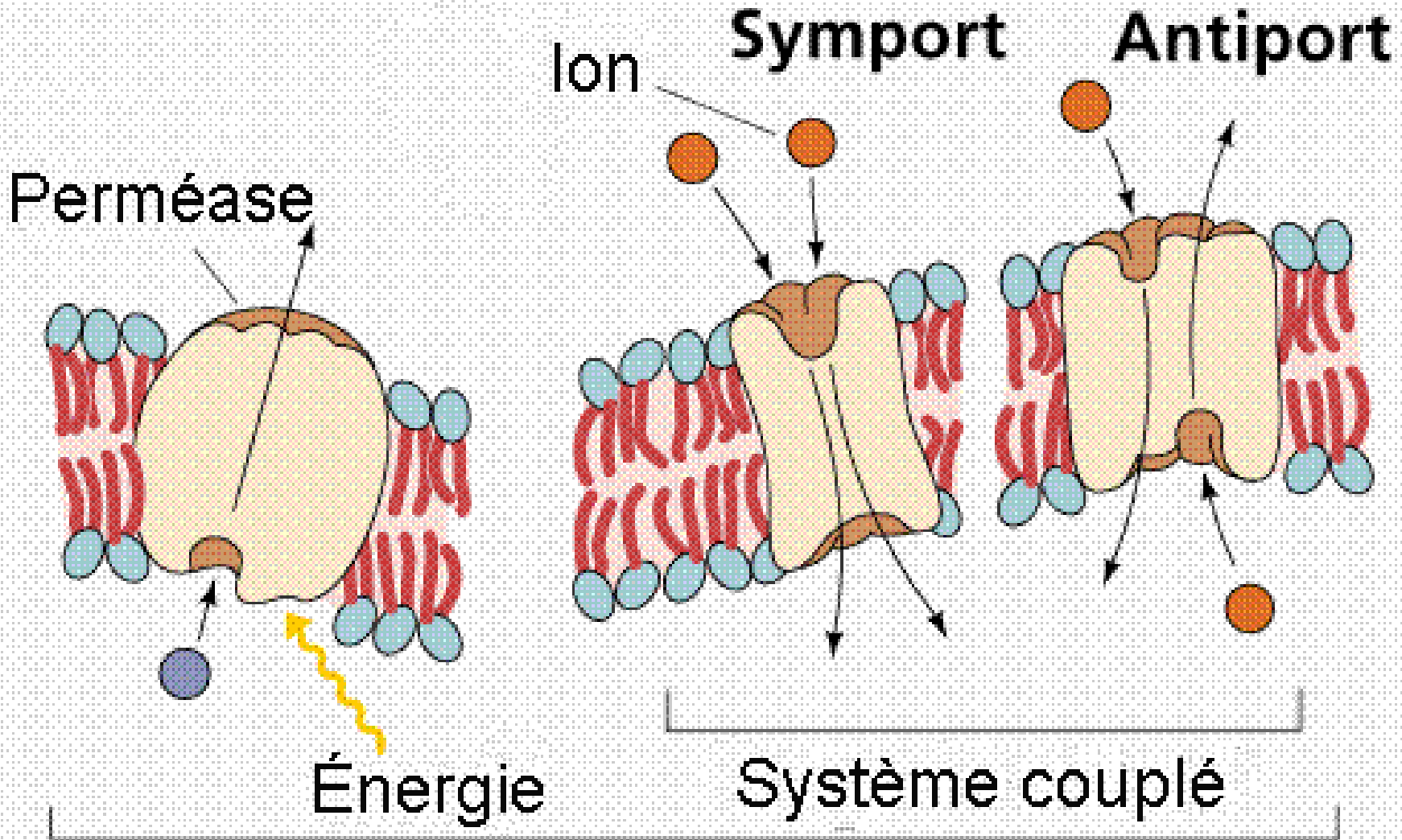
Symport

Antiport

ATPase Na⁺/K⁺

Ex: Glucose /Na⁺

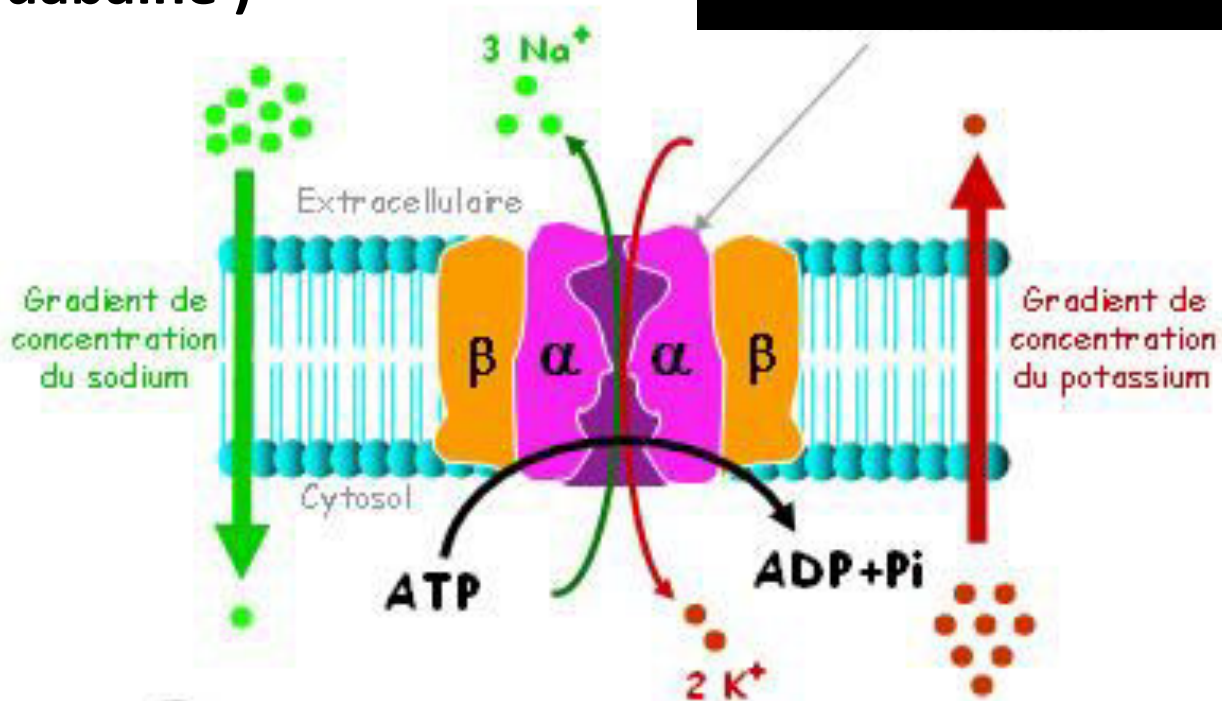
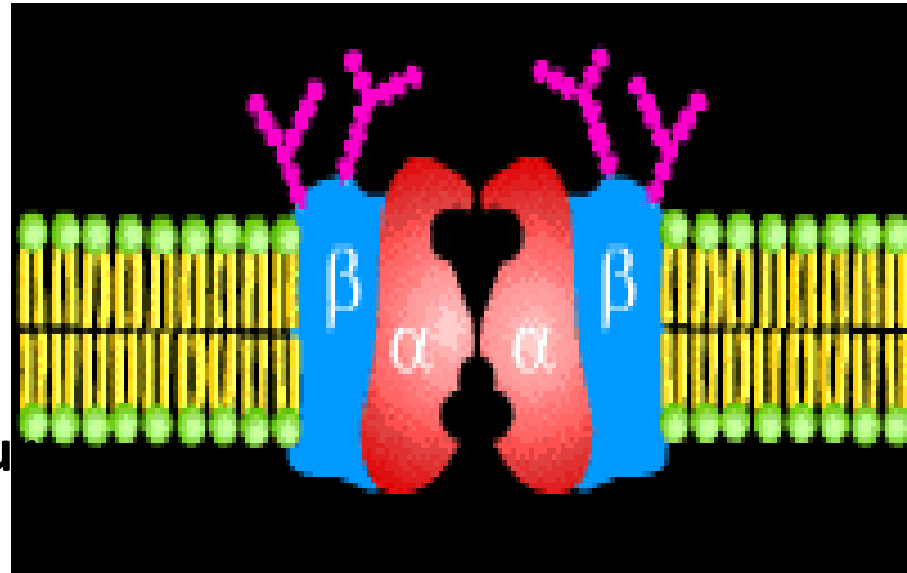
Les transports actifs se font contre le gradient de concentration



Cas de la pompe ou ATP ase Na⁺ / K⁺ dépendante

Structure

- Site d'hydrolyse d'ATP
- site de phosphorylation
- 3 Sites de fixation de Na⁺
- 2 sites de fixation de K⁺ / site de fixation d'un inhibiteur (l'ouabaine)

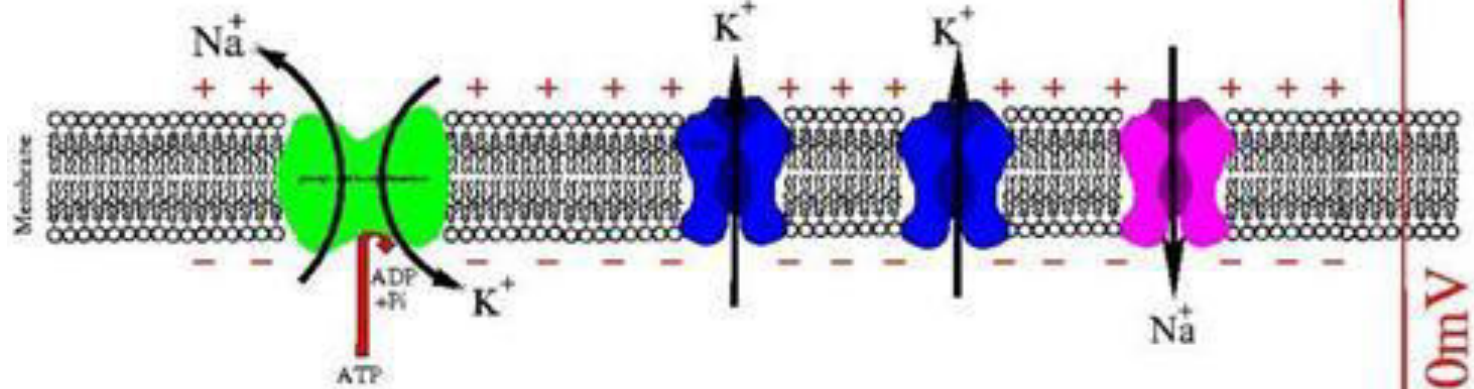


L'ATP ase contrôle les canaux de fuite pour le maintien de la différence de répartition des charges assurant le potentiel de repos

$[Na^+] = 144mM$

$[K^+] = 4mM$

Milieu extracellulaire



$E_{Na} = +60mV$

$E_K = -90mV$

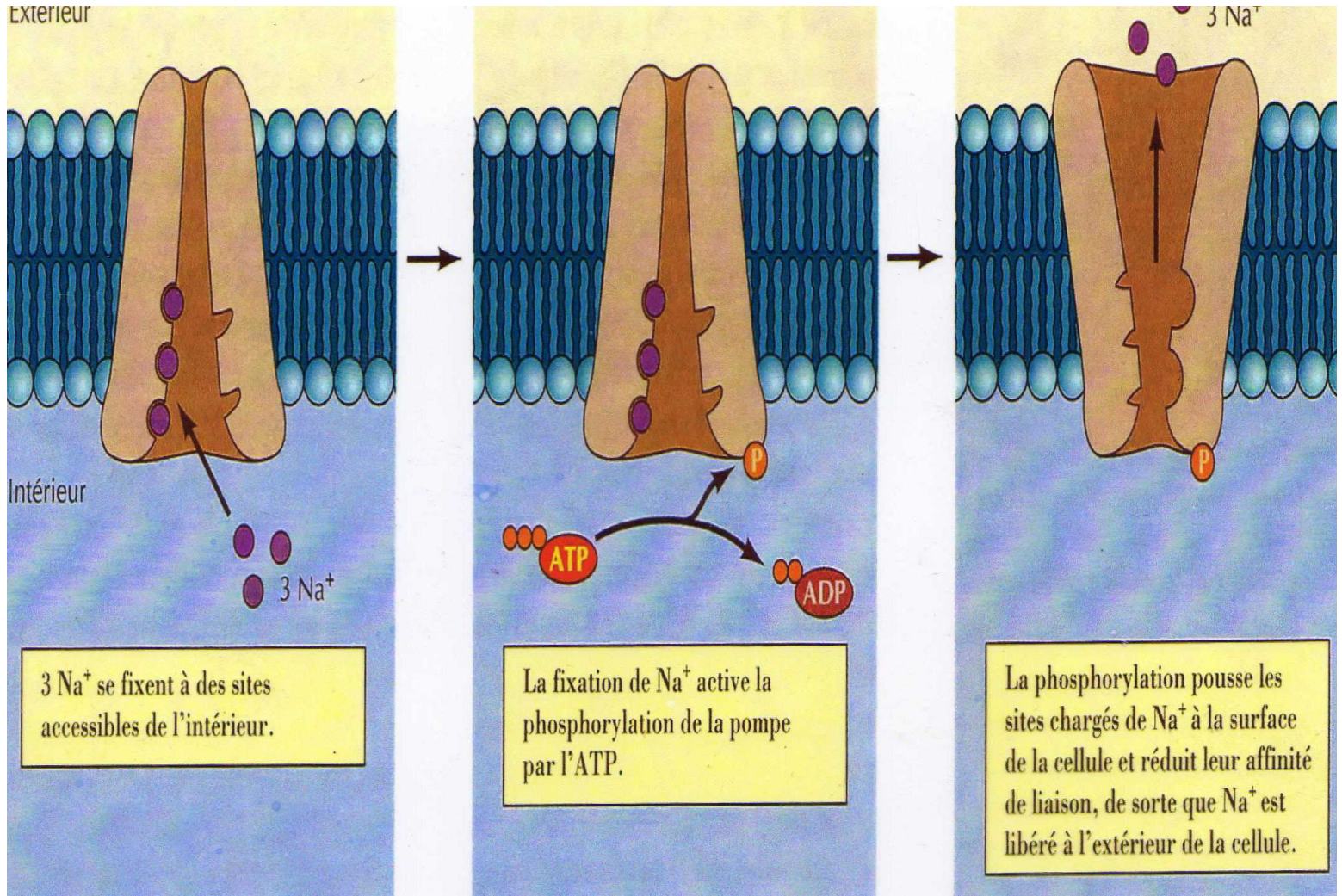
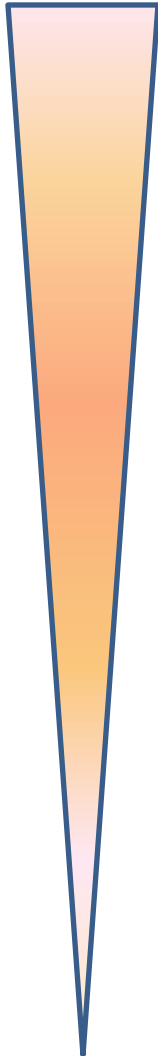
Cytoplasme

$[K^+] = 160mM$

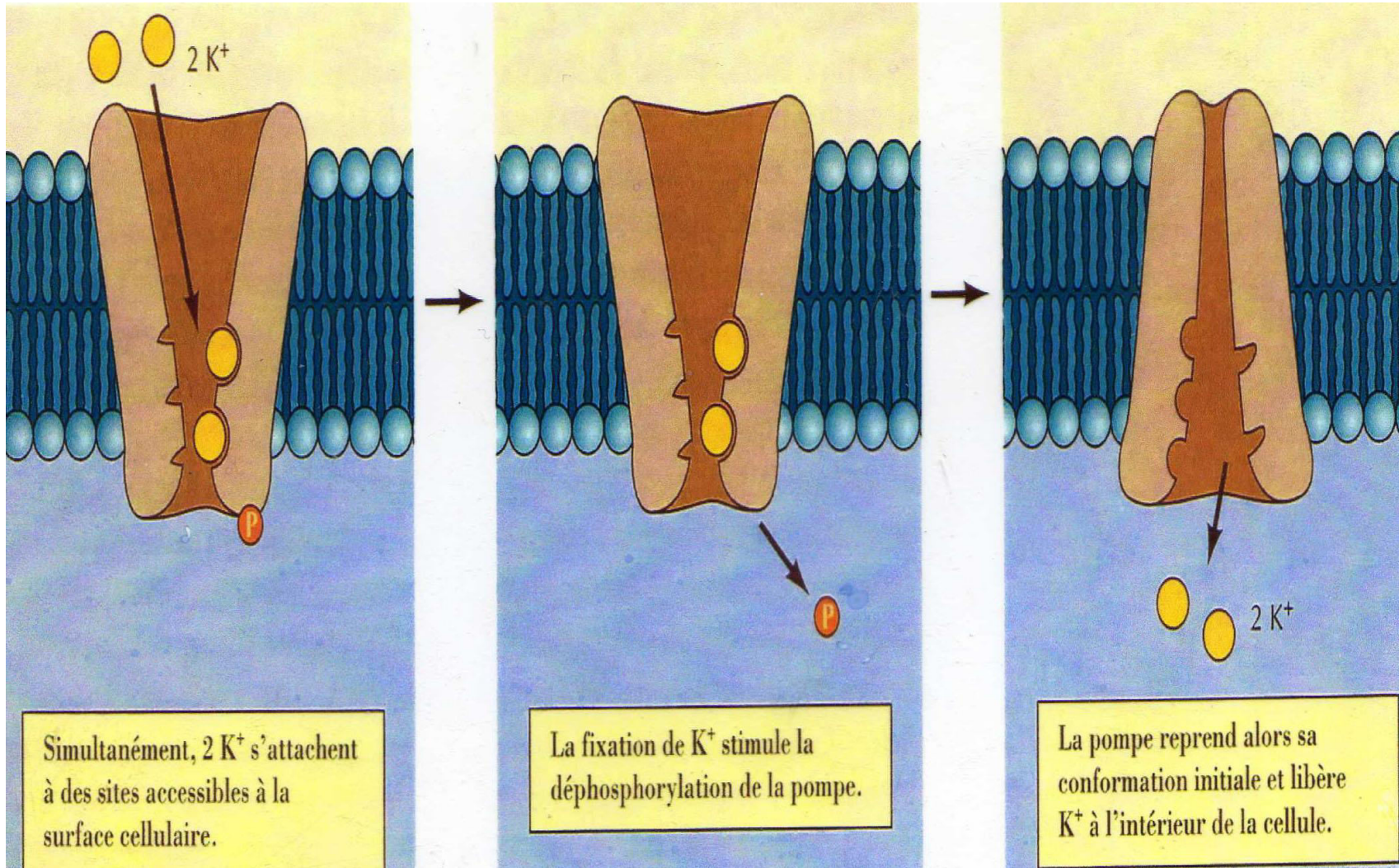
$[Na^+] = 10mM$

La phosphorylation de l'ATP ase induit la libération de 3Na⁺ dans le MEC

Na⁺



La déphosphorylation de l'ATP ase induit la libération de 2 K⁺ dans le MIC



K⁺

transport actif secondaire



Perméases de co-transport



Perméases - symport



EX: Na^+ / Glucose dans
le même sens



Pôle apical des entérocytes

Perméases antiport



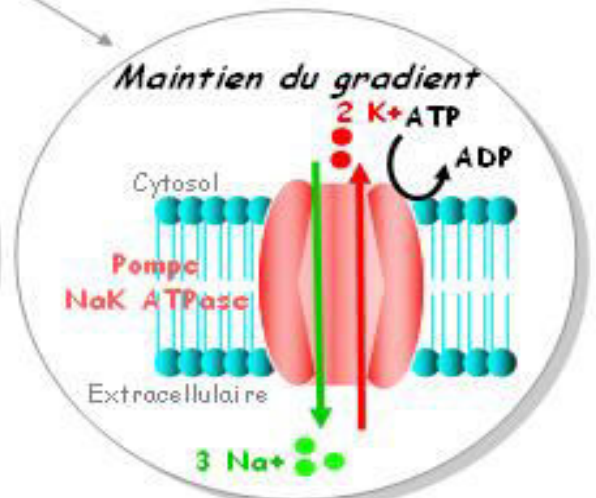
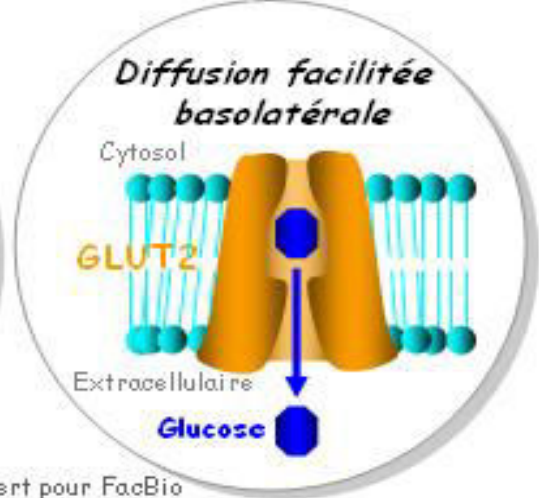
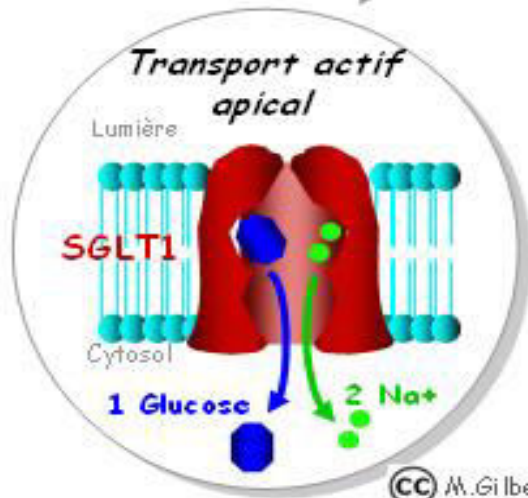
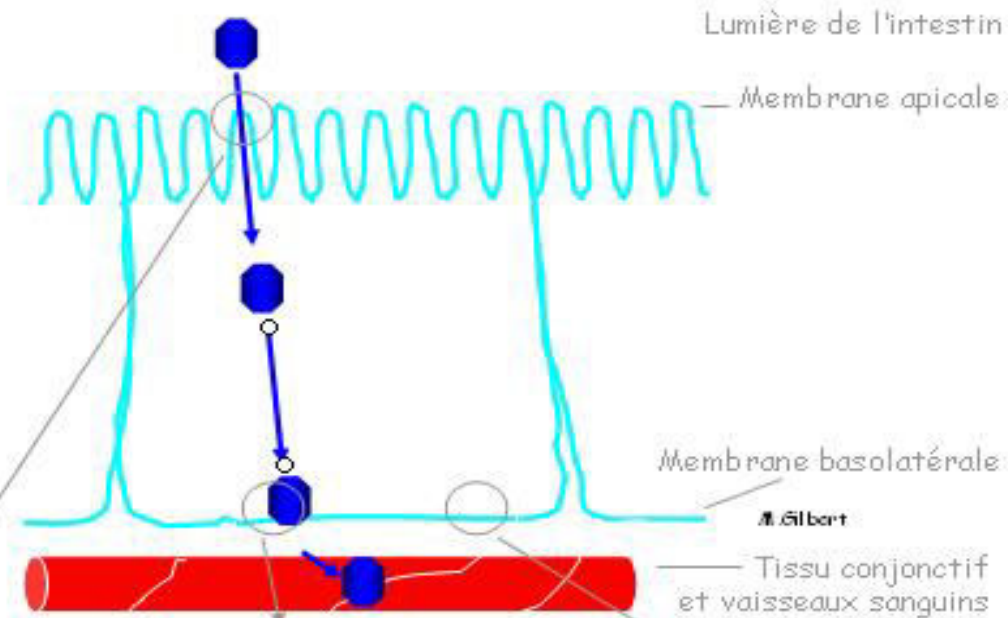
EX: Na^+ / Ca^{++} dans
des sens opposés



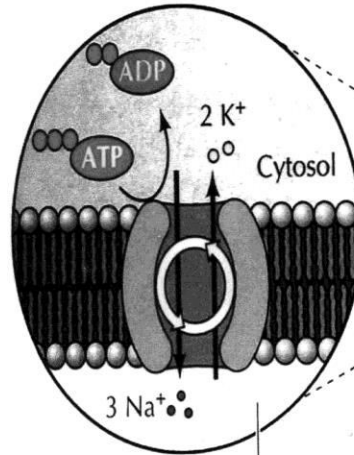
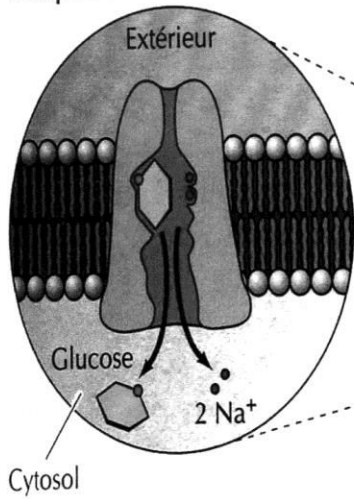
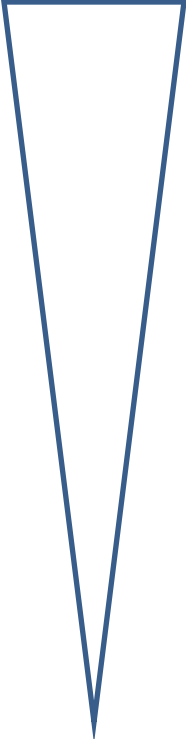
Cellule cardiaque

Compartimentation des transporteurs dans les cellules épithéliales à microvillosités

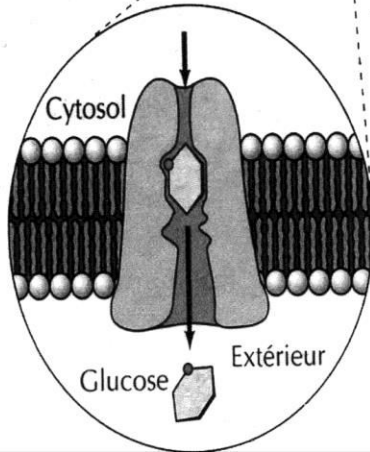
LE TRANSPORT INTESTINAL DE GLUCOSE



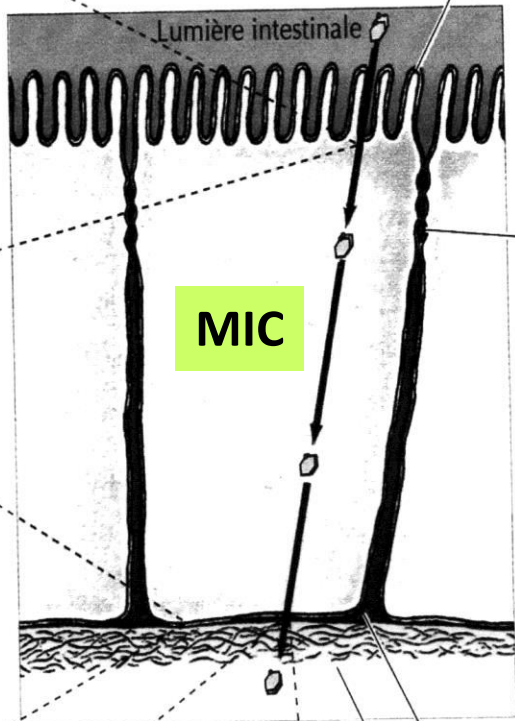
Na+



Diffusion facilitée



MEC



MIC

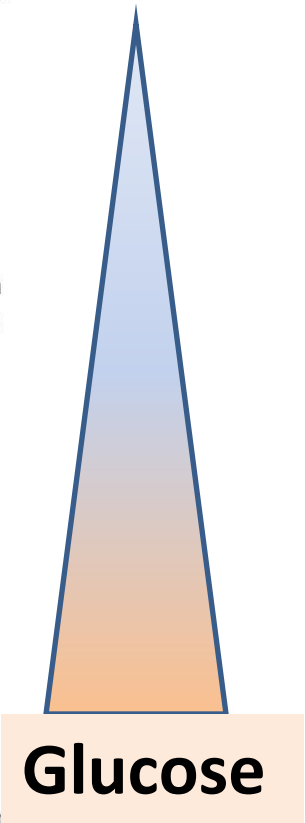
Domaine apical

Lumière intestinale

Jonction étanche

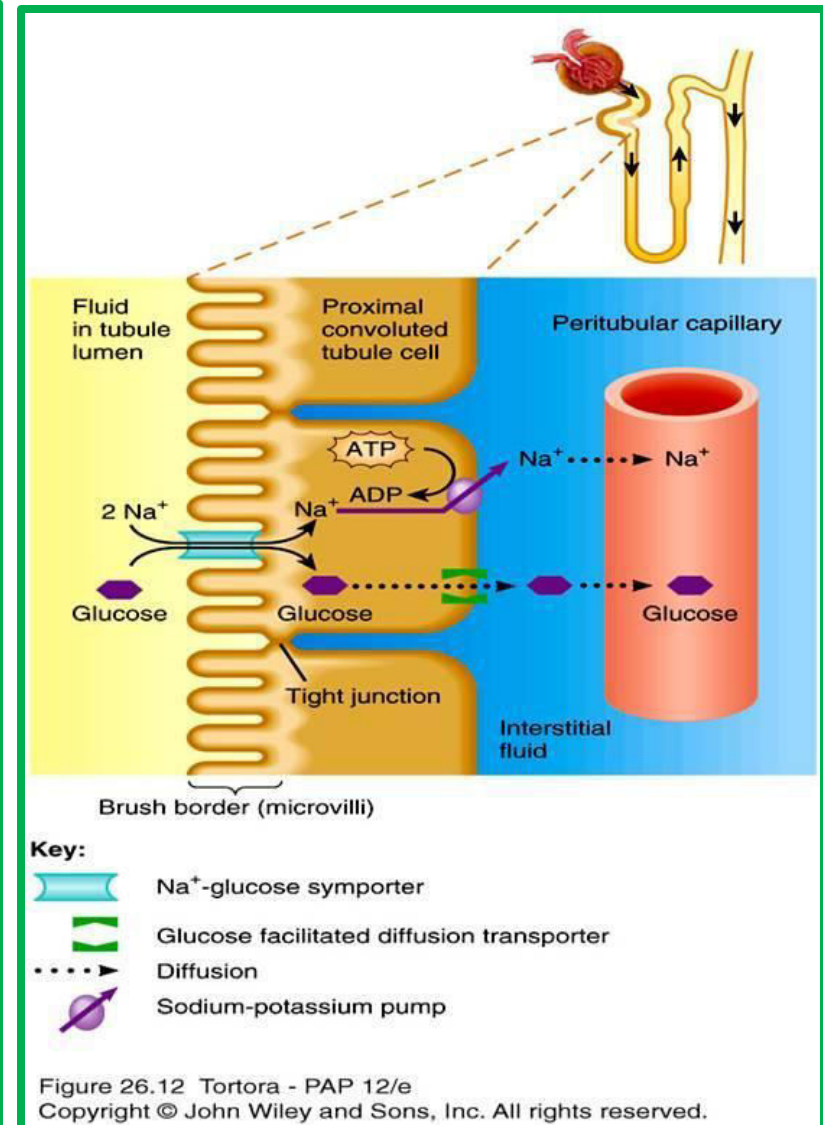
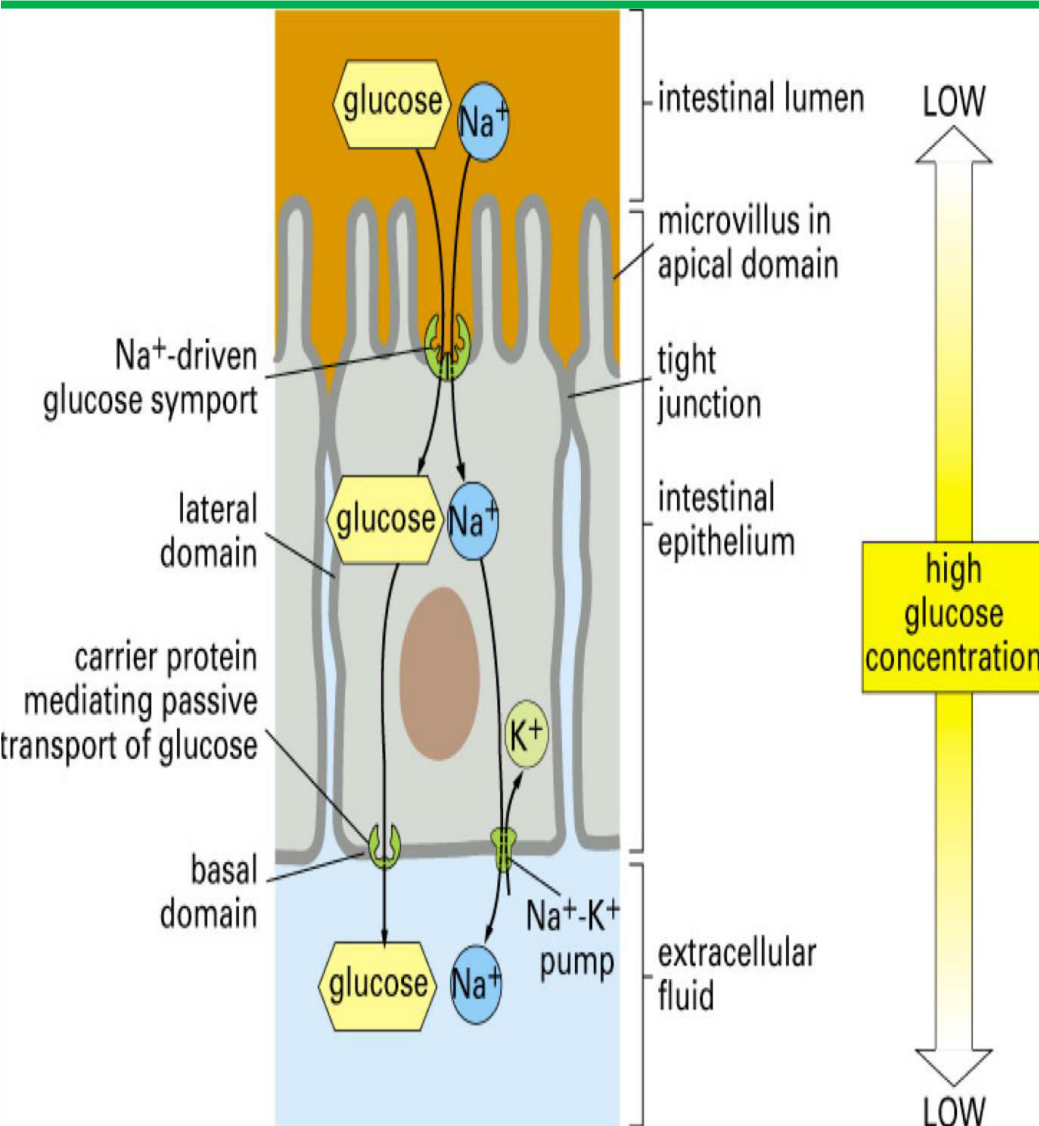
Domaine basolatéral

Tissu conjonctif et capillaires sanguins



Glucose

l'entrée du glucose de la lumière vers les cellules intestinales (gauche) et rénales (droite) est active



Transports cytotiques



- déforment la membrane
- utilisent le cytosquelette
- consomment de l'énergie
- emballage des produits dans des compartiments membranaires (vésicules lisses/ recouvertes / vacuoles

Transports cytotiques

```
graph TD; A[Transports cytotiques] --> B[entrées = endocytose]; A --> C[Sortie = exocytose]; B --> D[Pinocytose]; B --> E[Endocytose par récepteurs]; B --> F[Phagocytose]; C --> G[Constitutive]; C --> H[Régulée];
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a light orange box labeled 'Transports cytotiques'. Two red arrows point down from this box to two light blue boxes: 'entrées = endocytose' on the left and 'Sortie = exocytose' on the right. From the 'entrées = endocytose' box, three red arrows point down to three light green boxes: 'Pinocytose', 'Endocytose par récepteurs', and 'Phagocytose'. From the 'Sortie = exocytose' box, two red arrows point down to two light green boxes: 'Constitutive' and 'Régulée'.

**entrées =
endocytose**

**Sortie =
exocytose**

Pinocytose

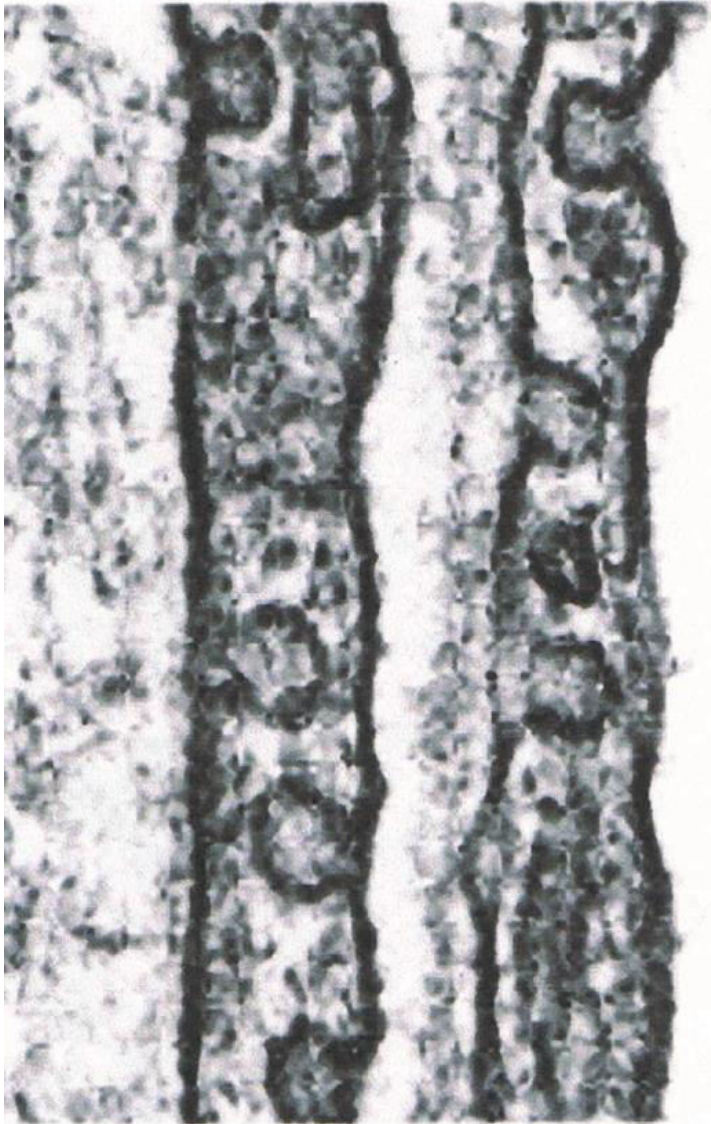
Phagocytose

**Endocytose
par récepteurs**

Constitutive

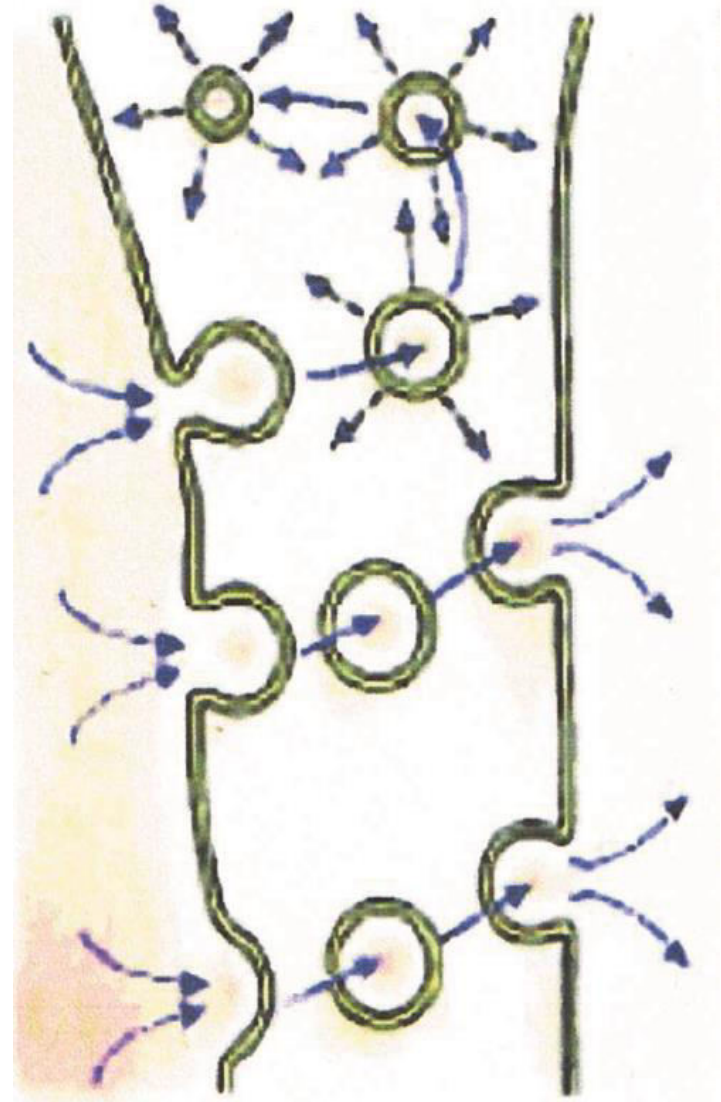
Régulée

Endocytose & exocytose

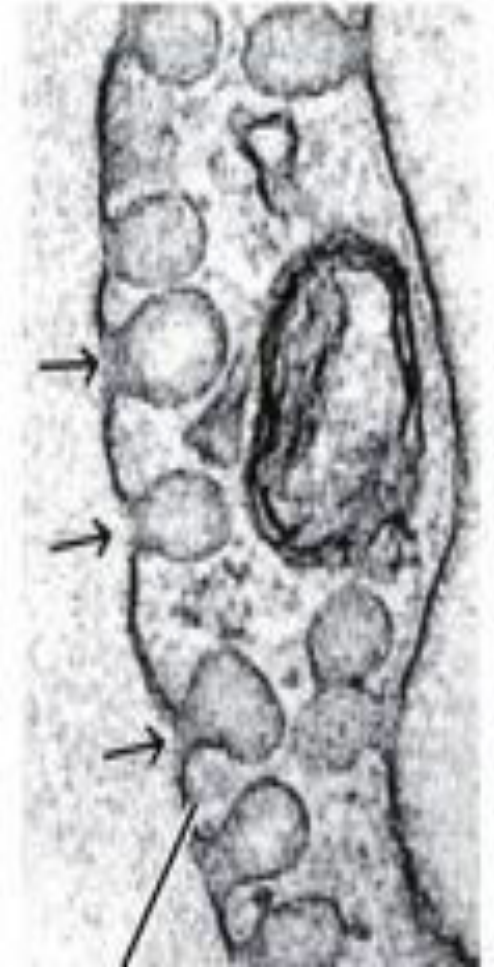
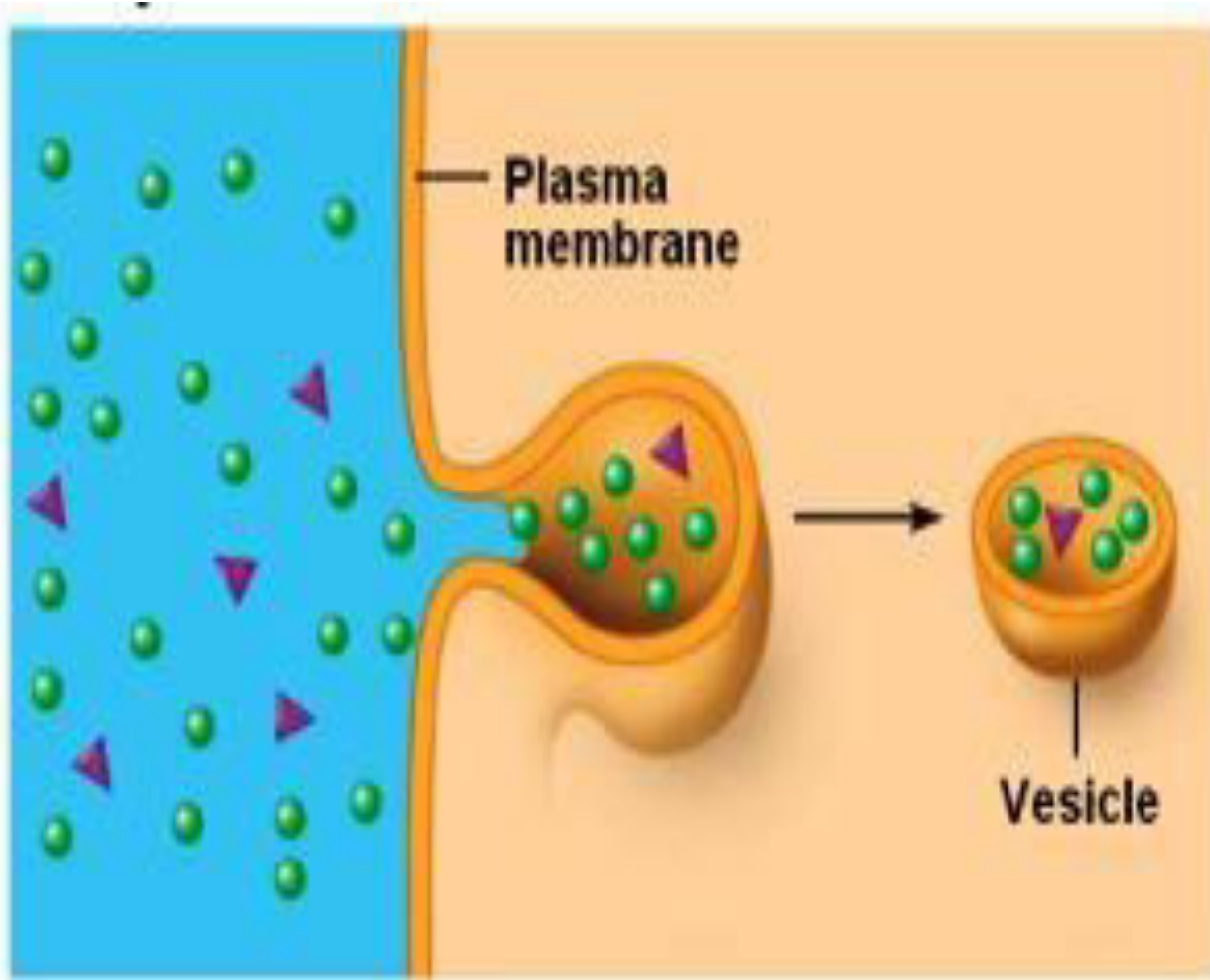


B

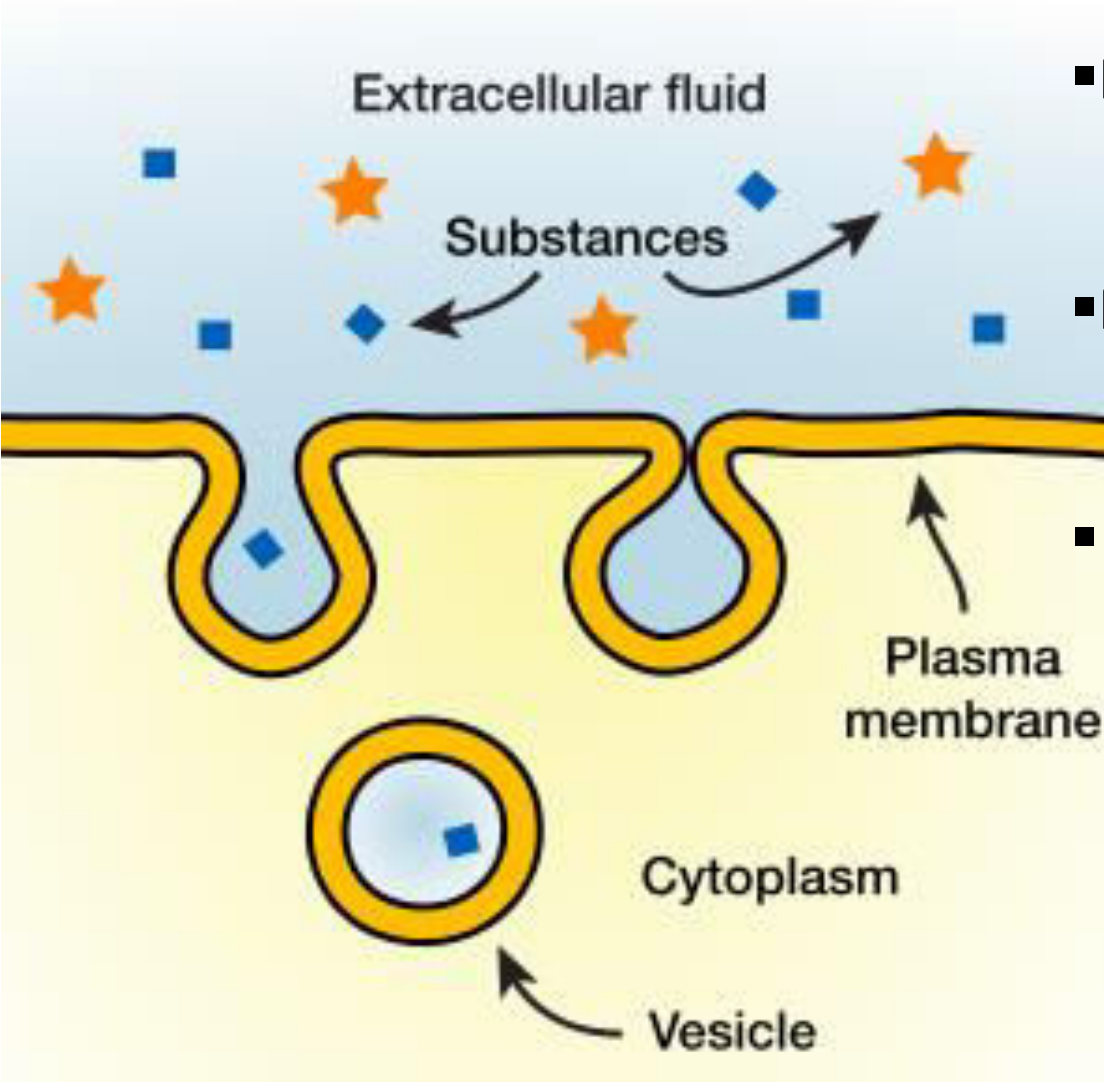
0.1 μm



La pinocytose concerne l'entrée de petites molécules dissoutes dans le liquide extracellulaire



Pinocytosis



4étapes

- Piégeage et invagination de la mb
- Pincement des bords de la mb
- Formation d'une vésicule lisse (100 nm de Ø)
- fusion avec l'endosome

Vésicules
lisses

Vésicules recouvertes
après déshabillage

Fusion

Endosome précoce
PH 7

Fusion

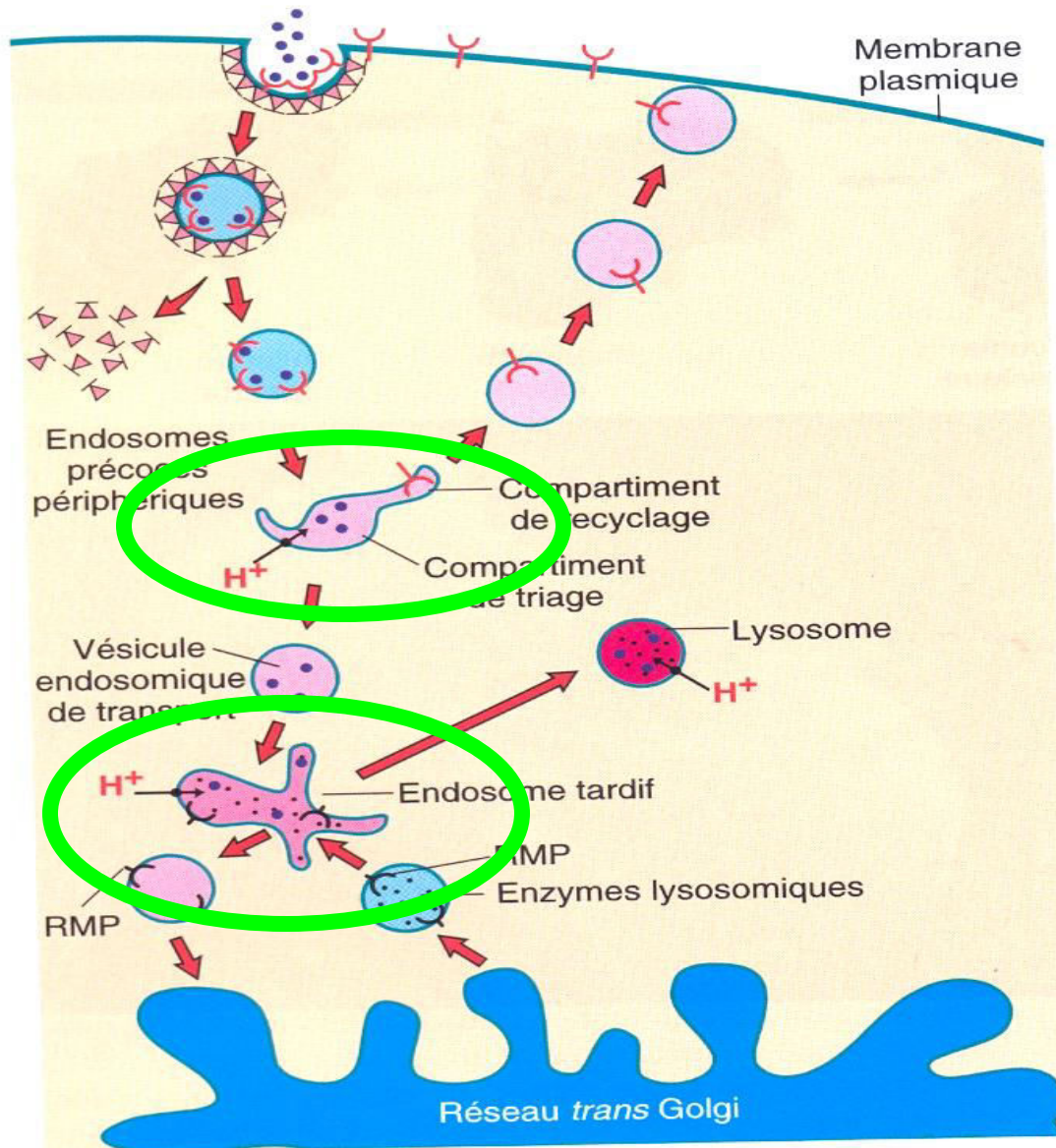
Vésicules
à hydrolases

Endosome tardif
pH 6

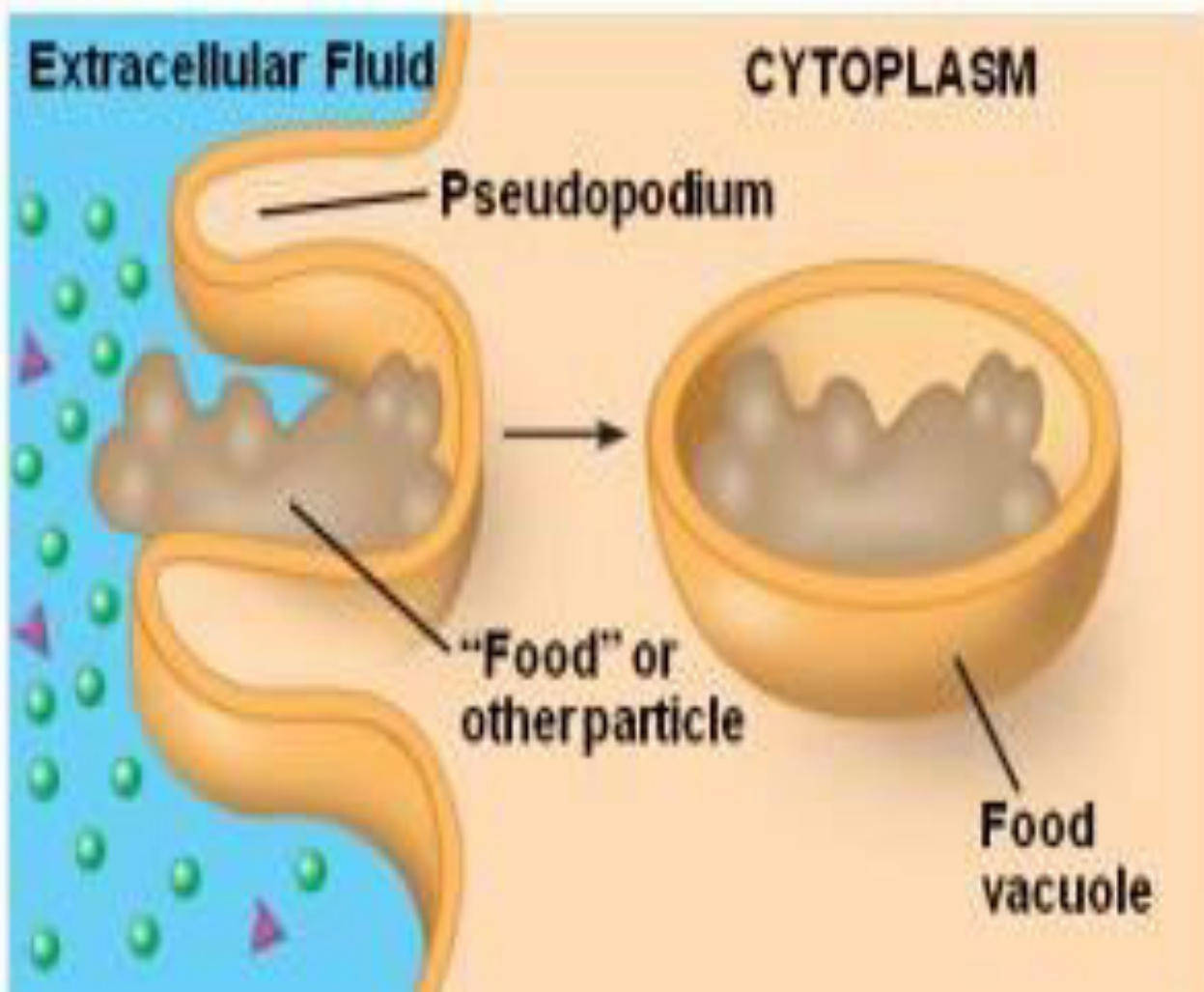
Fusion

Lysosome
pH 5

Les vésicules à hydrolases sont produites par le réseau trans Golgi et destinées aux endosomes



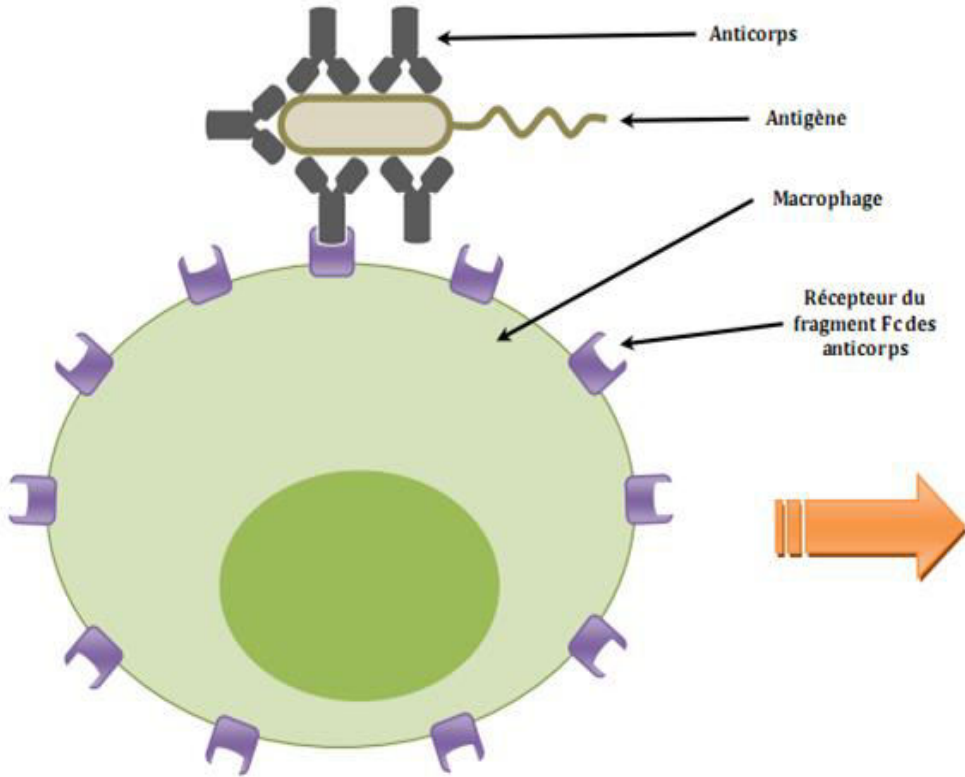
La Phagocytose concerne l'entrée de molécules solides dans les cellules phagocytaires



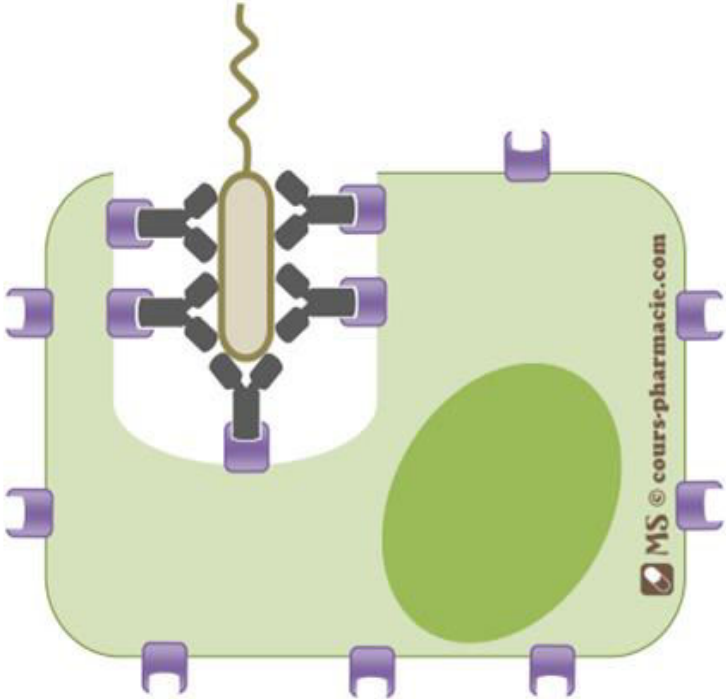
Initiation de la phagocytose



Marquage des bactérie par les AC (devient identifiable)

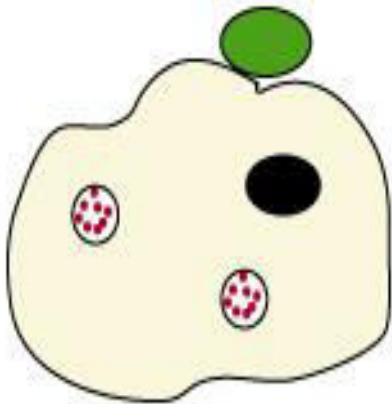


macrophage



Macrophage phagocytaire

Étapes de de la phagocytose



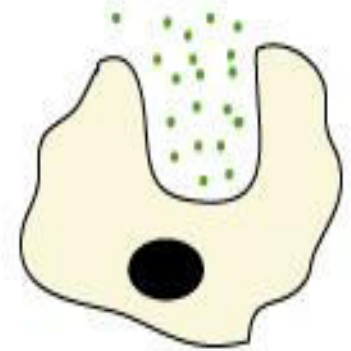
Adhésion



Séquestration
Voiles hyaloplasmiques

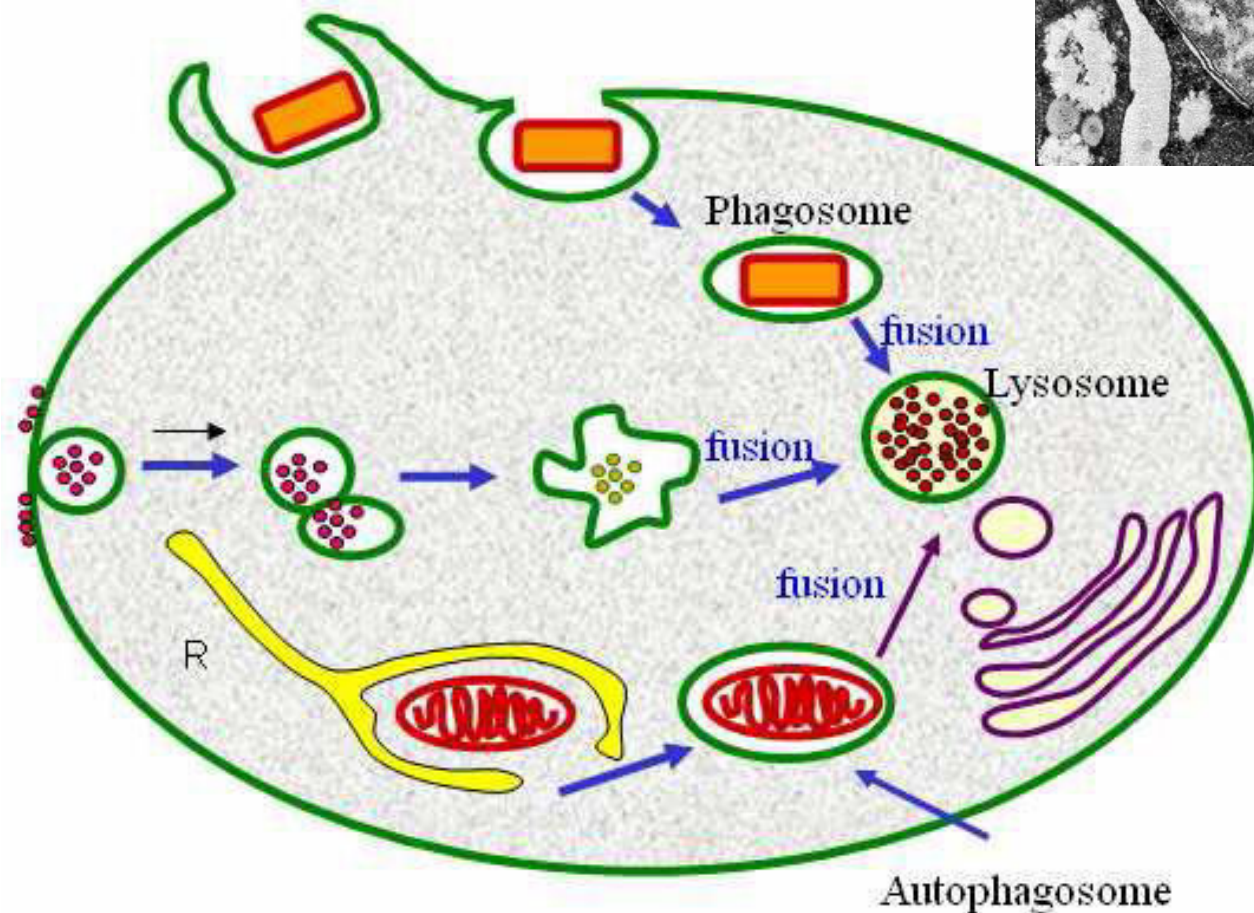
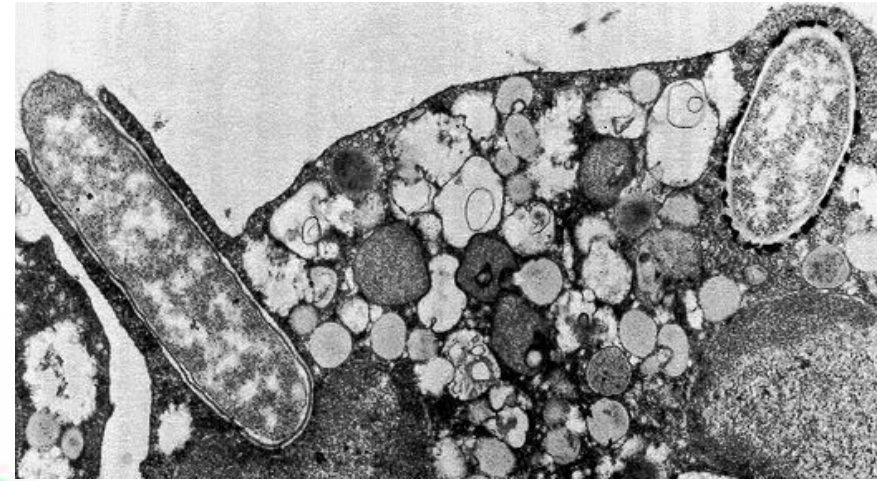


Lyse

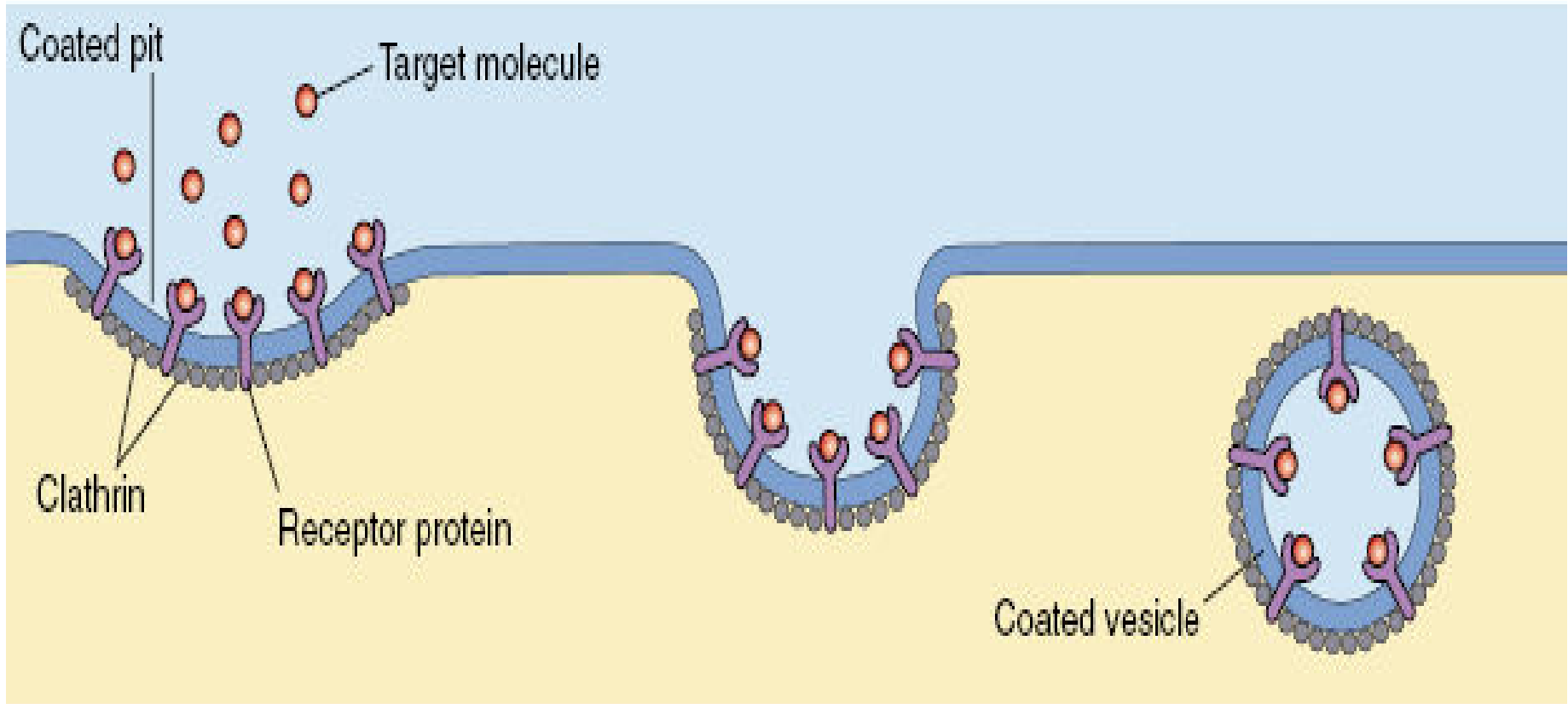


Rejet

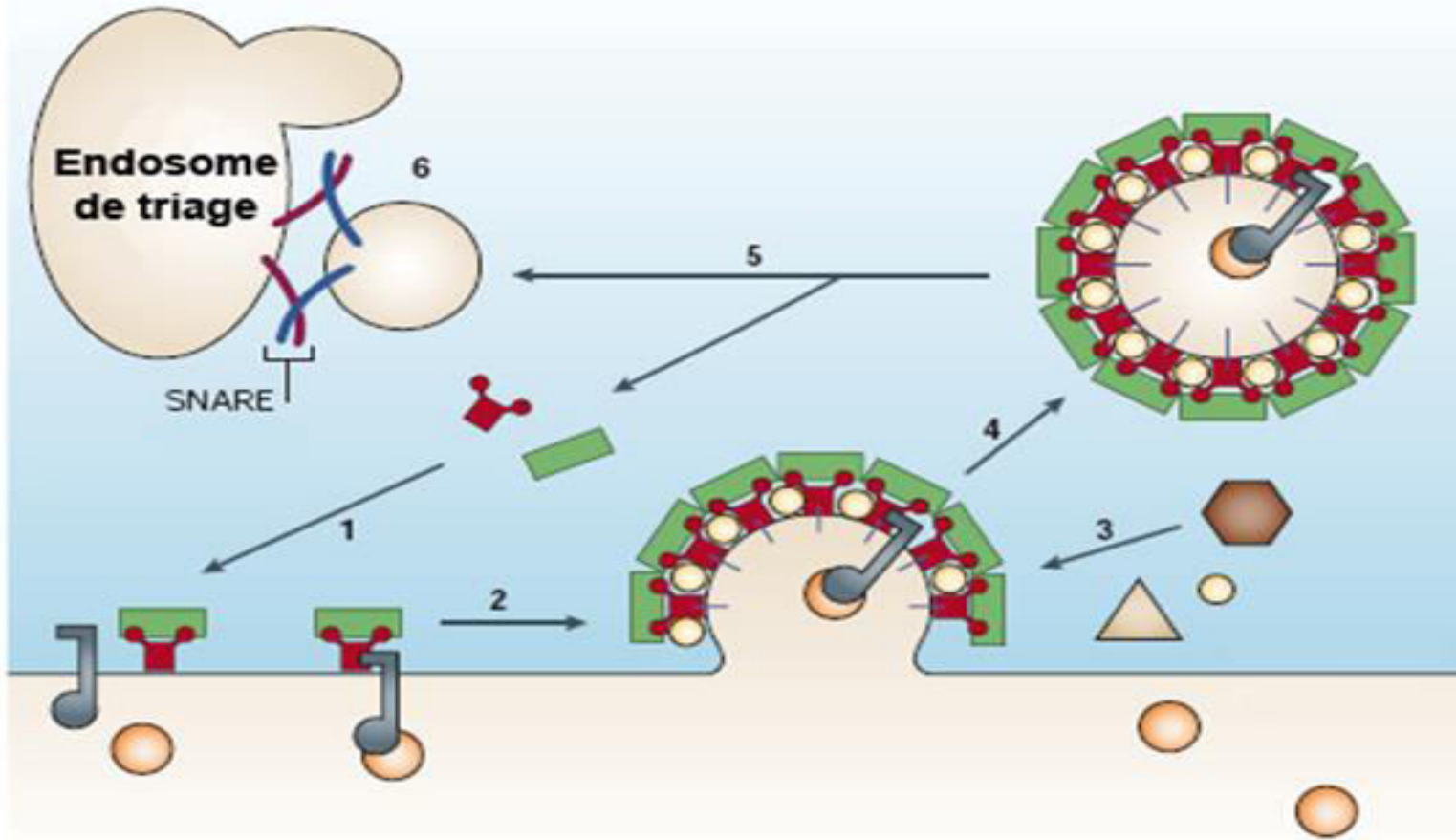
Le phagosome = vacuole de phagocytose



Endocytose par récepteurs:
concerne les molécules **faiblement** concentrées
et **nécessaires** aux cellules. Elle utilise un revêtement
protéique de type: **clathrine** ou **cavéoline**



Mise en place du manteau protéique et formation de la vésicule recouverte



Endocytose par récepteurs

```
graph TD; A[Endocytose par récepteurs] --> B[Voie de nutrition]; A --> C[Voie de signalisation]; A --> D[Voie d'infection virale]; B --> E[Entrée des LDL Dans les cellules]; C --> F[Entrée du complexe : ligand-R Pour la signalisation Ex: R- Insuline]; C --> G[Entrée du complexe : ligand-R pour l'arrêt de la signalisation Ex: R- Glucagon]; D --> H[Entrée des virus par liaison R- cell. - protéines virales];
```

Voie de nutrition



**Entrée des LDL
Dans les cellules**

Voie de signalisation



**Entrée du complexe :
ligand-R
Pour la signalisation
Ex: R- Insuline**

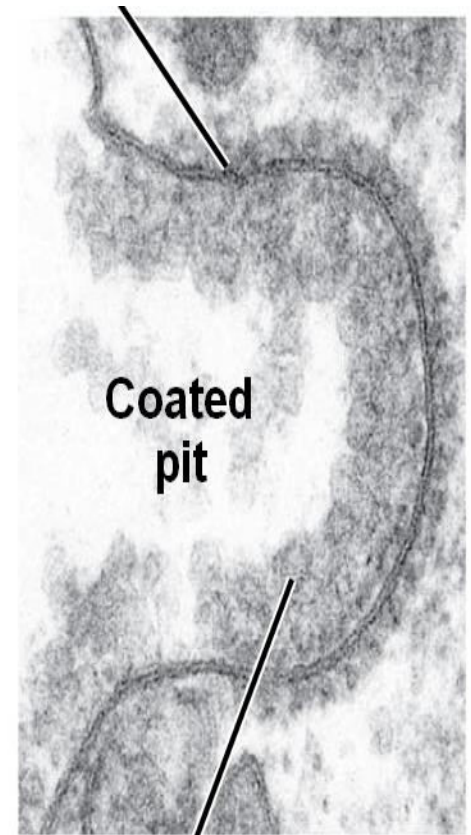
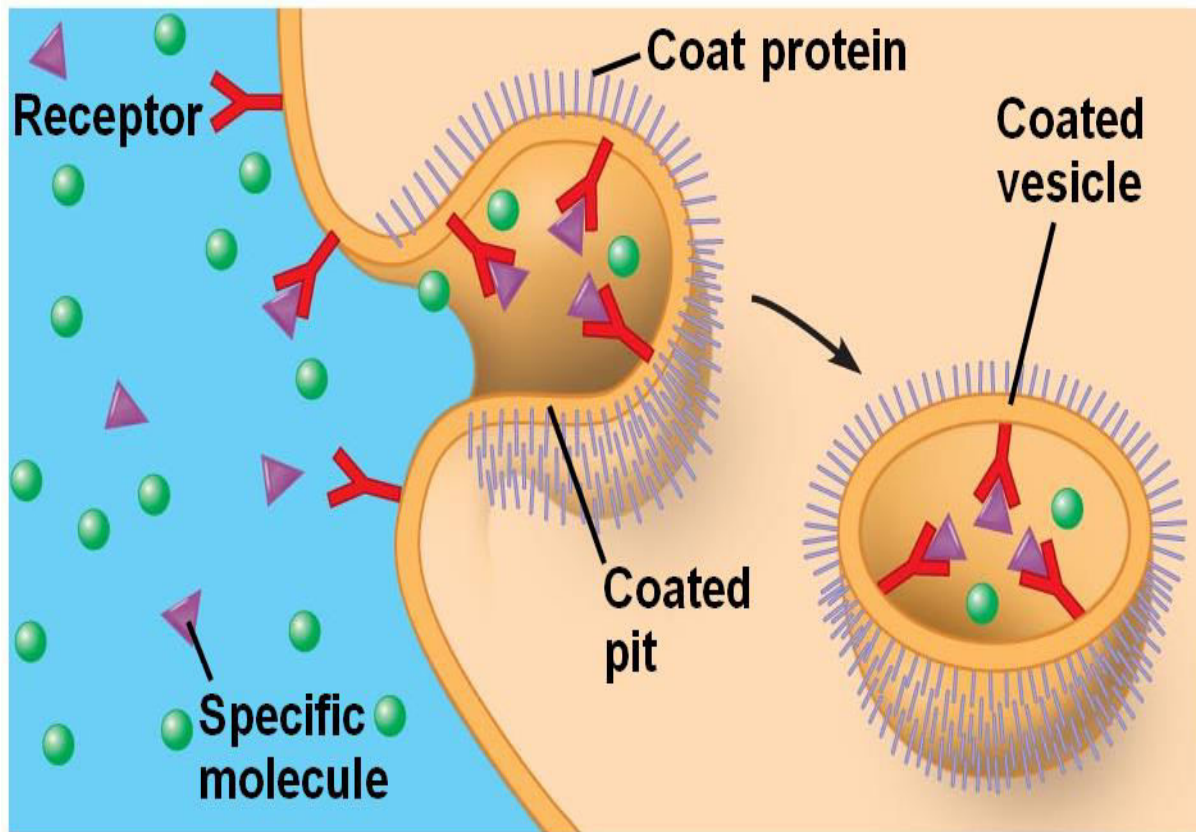
**Entrée du complexe :
ligand-R pour l'arrêt
de la signalisation
Ex: R- Glucagon**

Voie d'infection virale



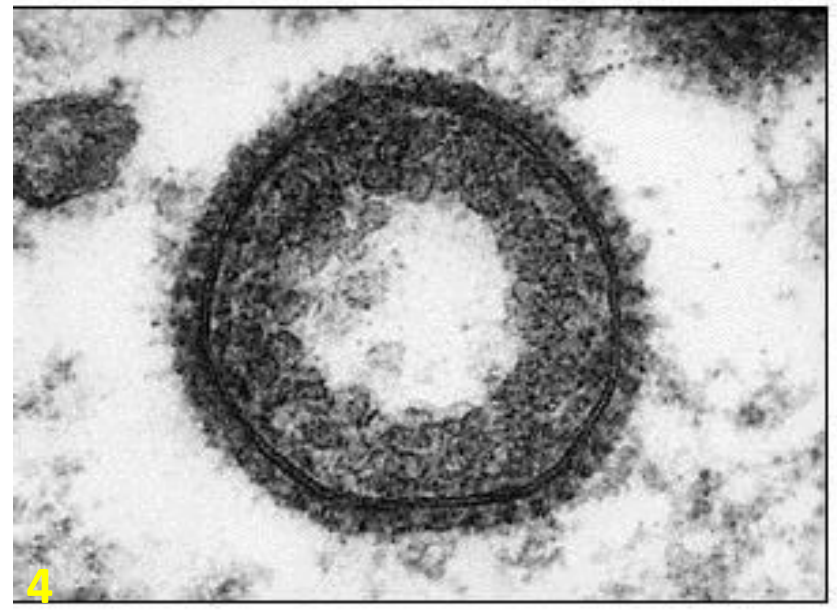
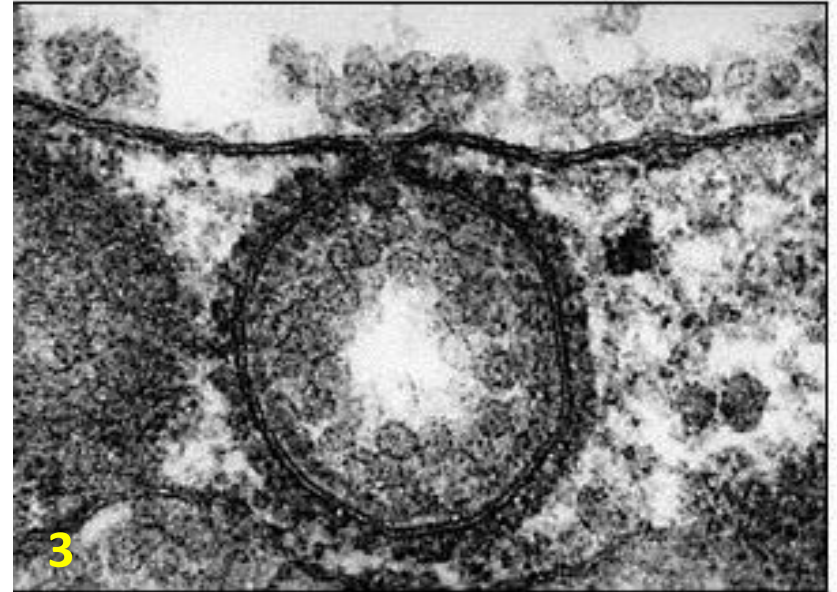
**Entrée des virus
par liaison R- cell. –
protéines virales**

Les récepteurs sont préparés dans des régions membranaires : les puits recouverts

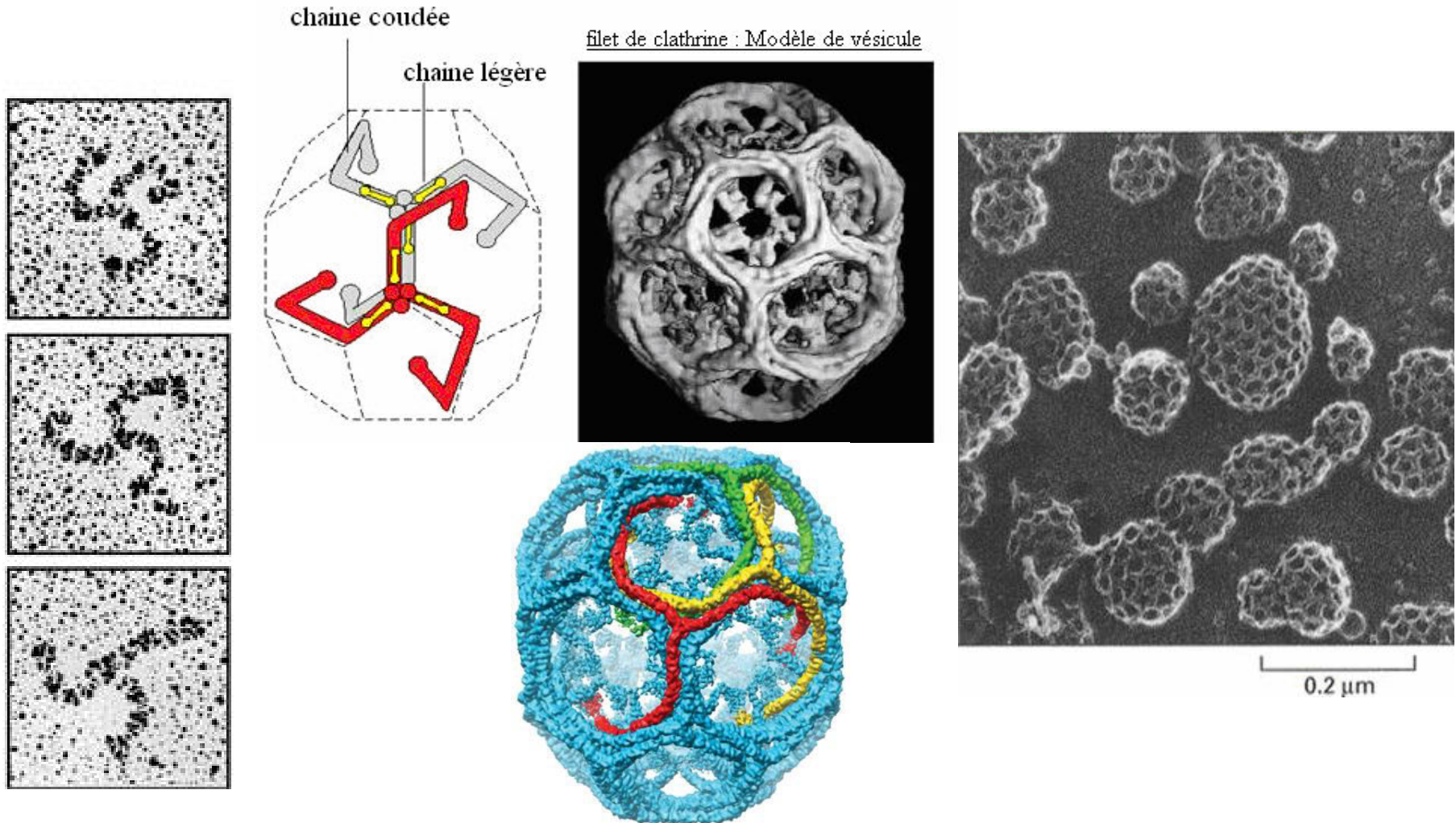


Material bound to receptor proteins

Etapes de l'internalisation des vésicules recouvertes



La clathrine monomérique (triskelion) est une protéine libre dans le cytosol .Les monomère liés forment un réseau polygonal entourant les membranes vésiculaires



Modalités du déroulement de l'endocytose par récepteurs



Récepteurs déjà préparés dans des puits recouverts

EX1 récepteurs aux LDL

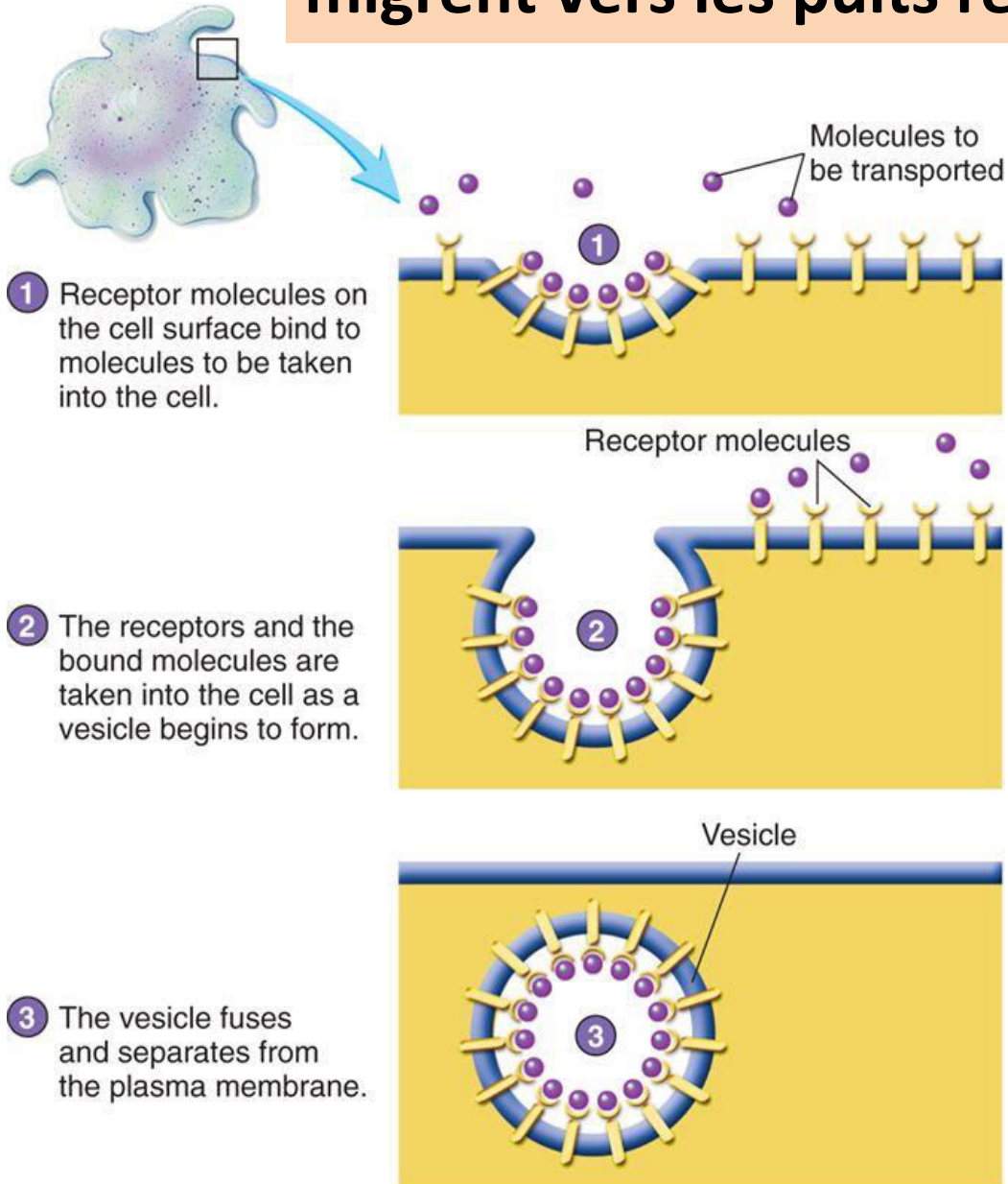


Récepteurs fixent le ligand et migrent vers les puits recouverts

EX2 des récepteurs à l'insuline

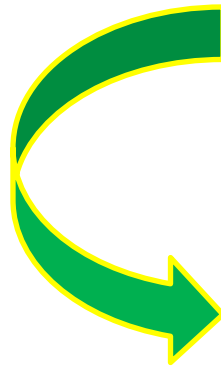
EX2

Les complexes récepteur- ligand migrent vers les puits recouverts



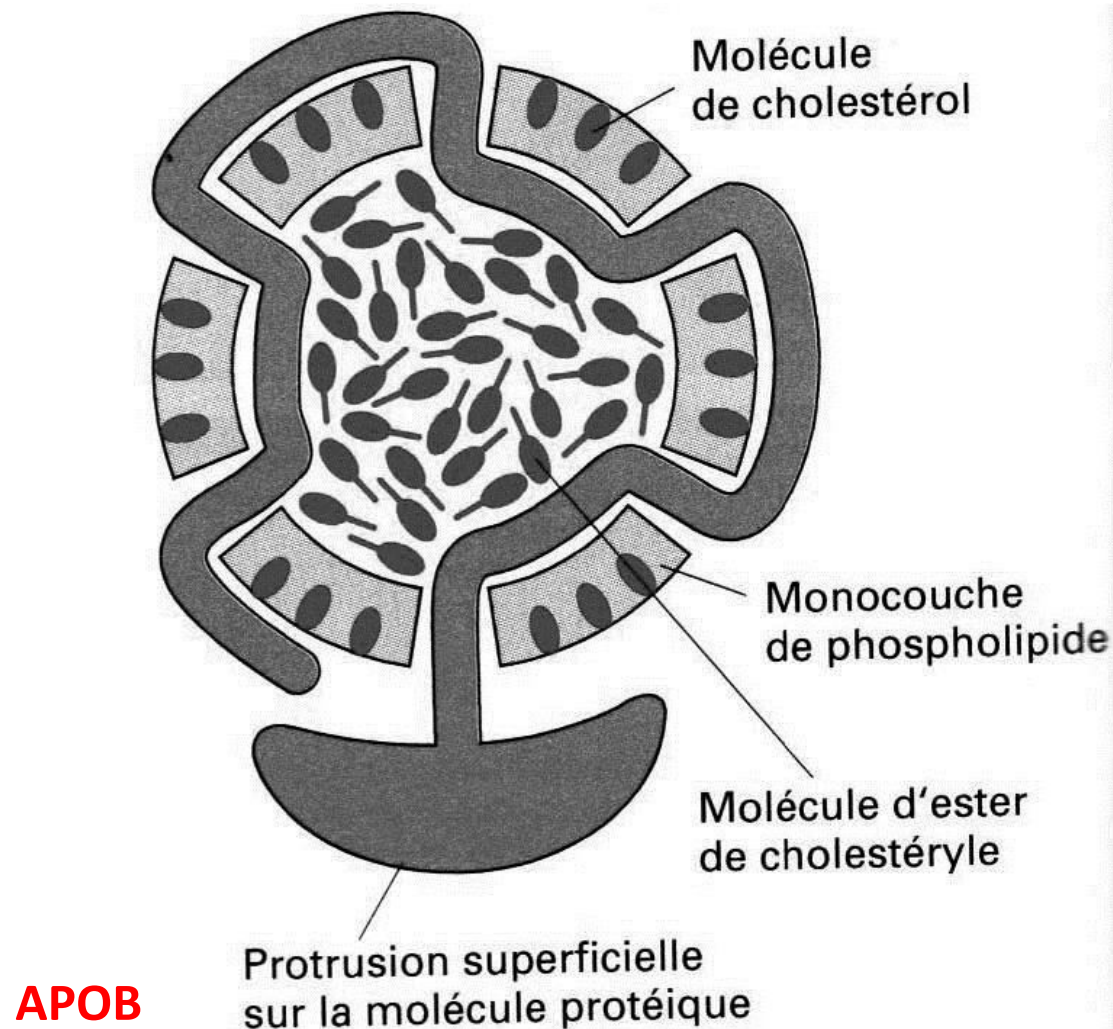
EX 1

Endocytose par récepteurs : voie de nutrition

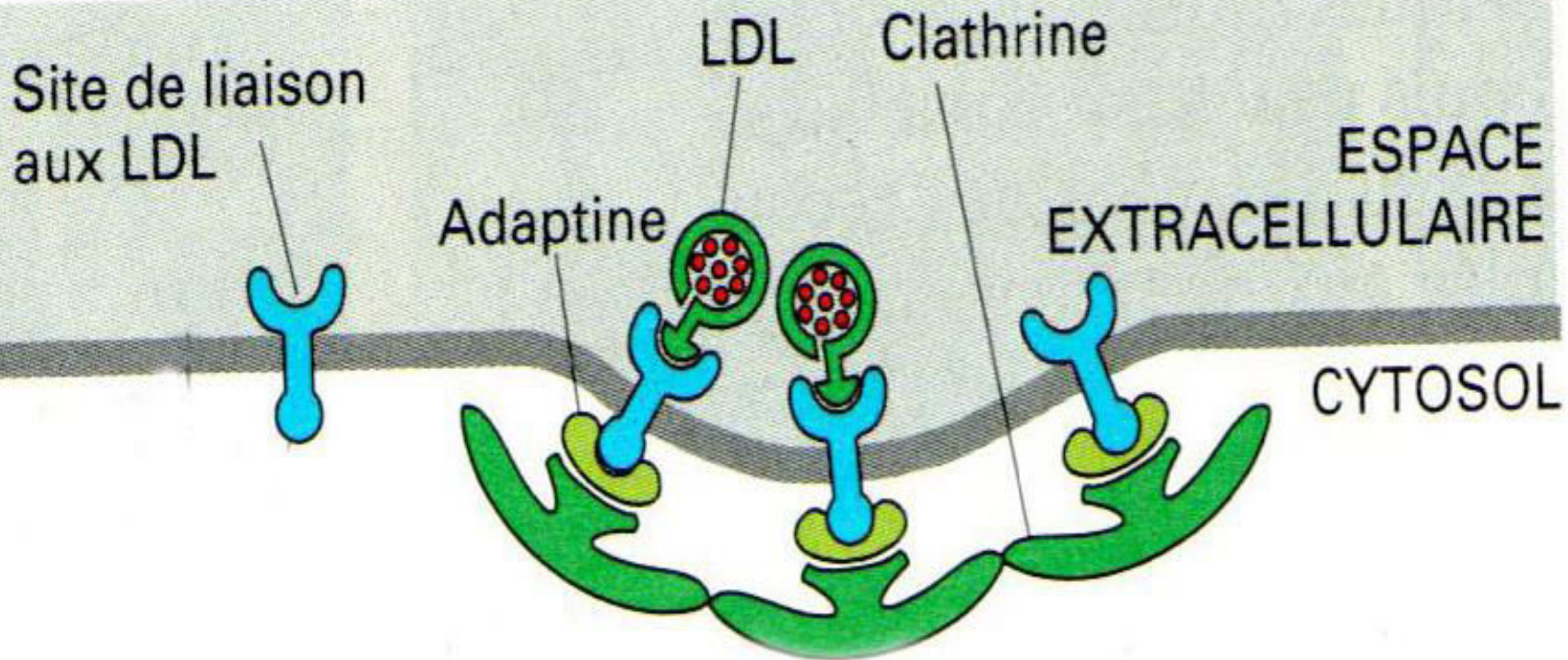


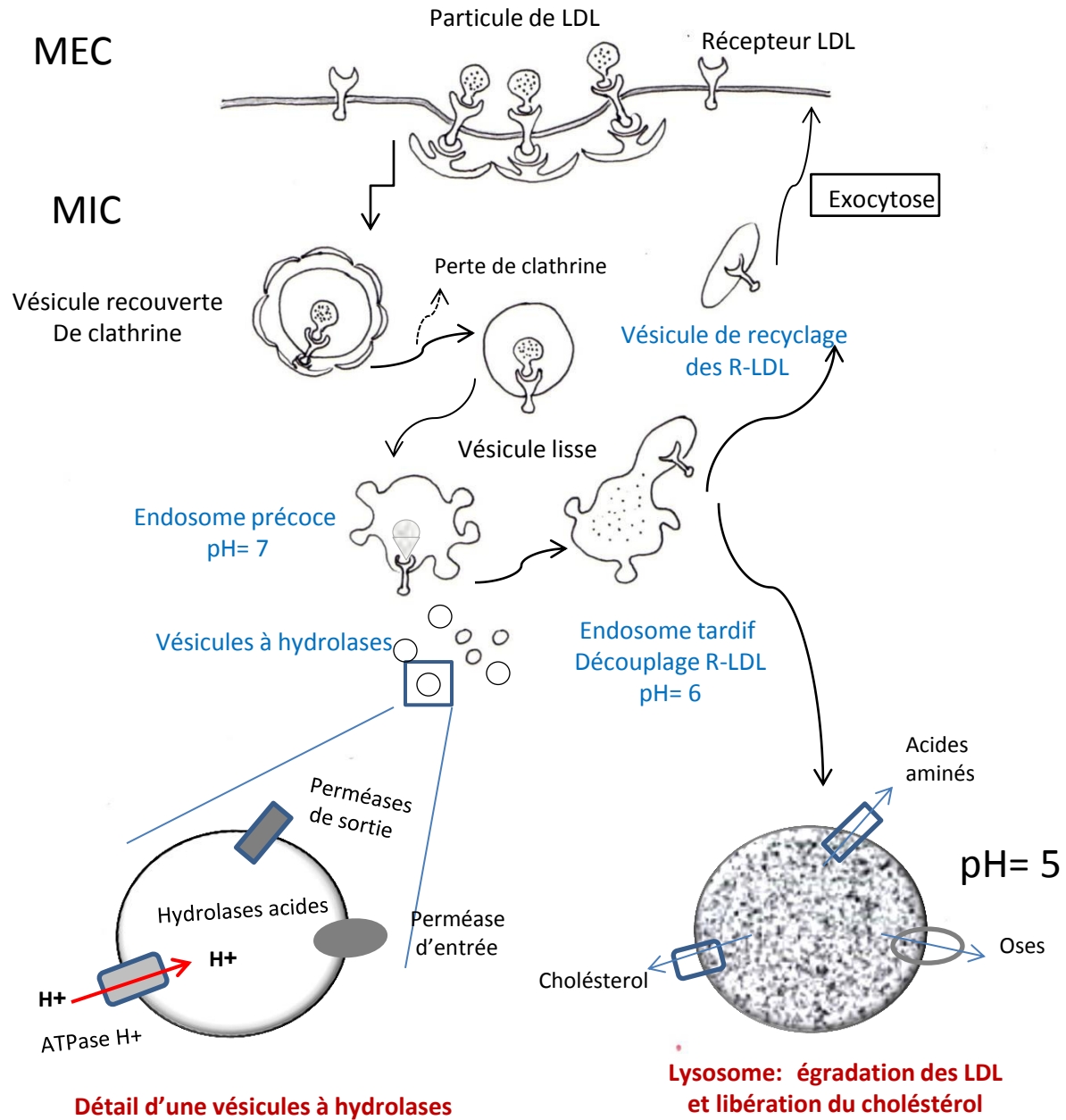
**EX: endocytose des particules de LDL: :
entrée du cholestérol dans les
différents types cellulaires**

Composition moléculaire de la particule de LDL

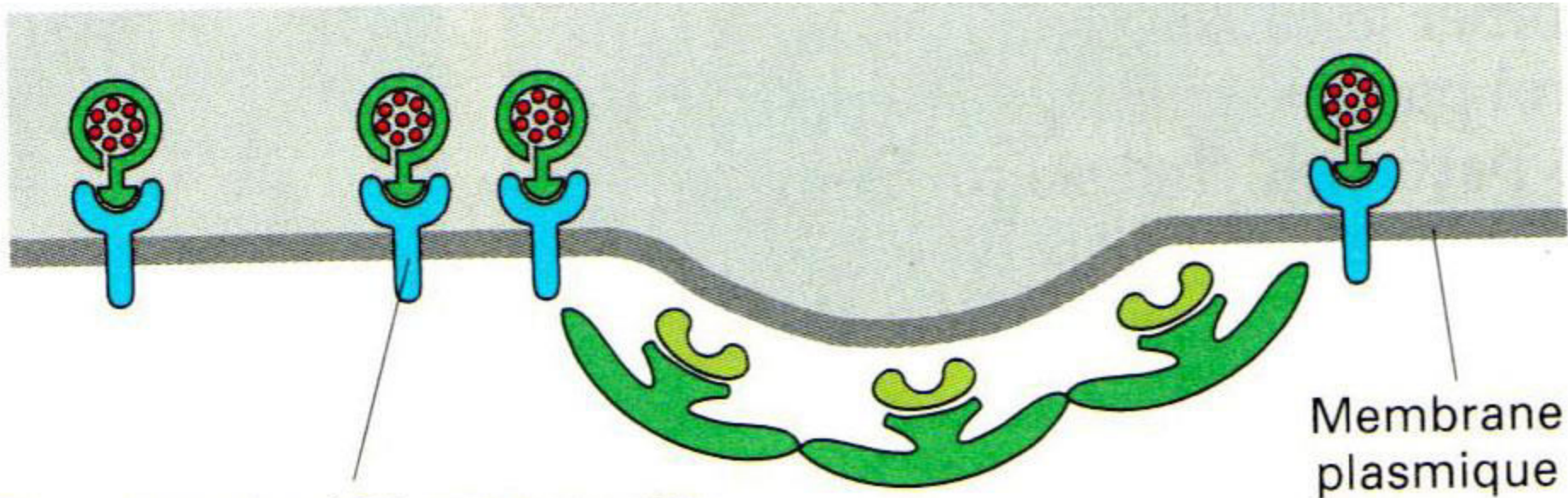


Les récepteurs de LDL sont regroupés dans les puits recouverts de clathrine





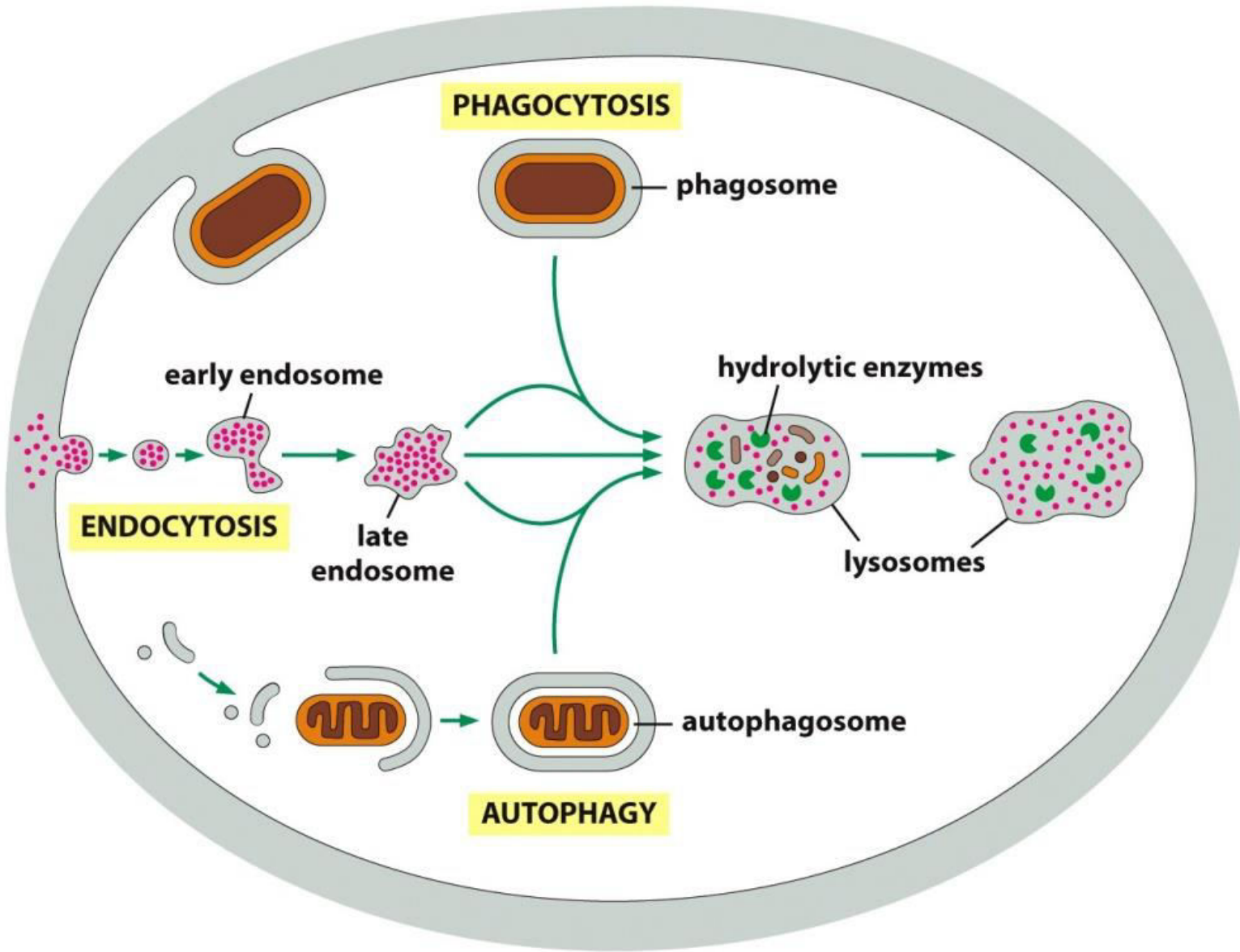
l'hypercholestérolémie familiale: une pathologie liée à l'altération des récepteurs de LDL



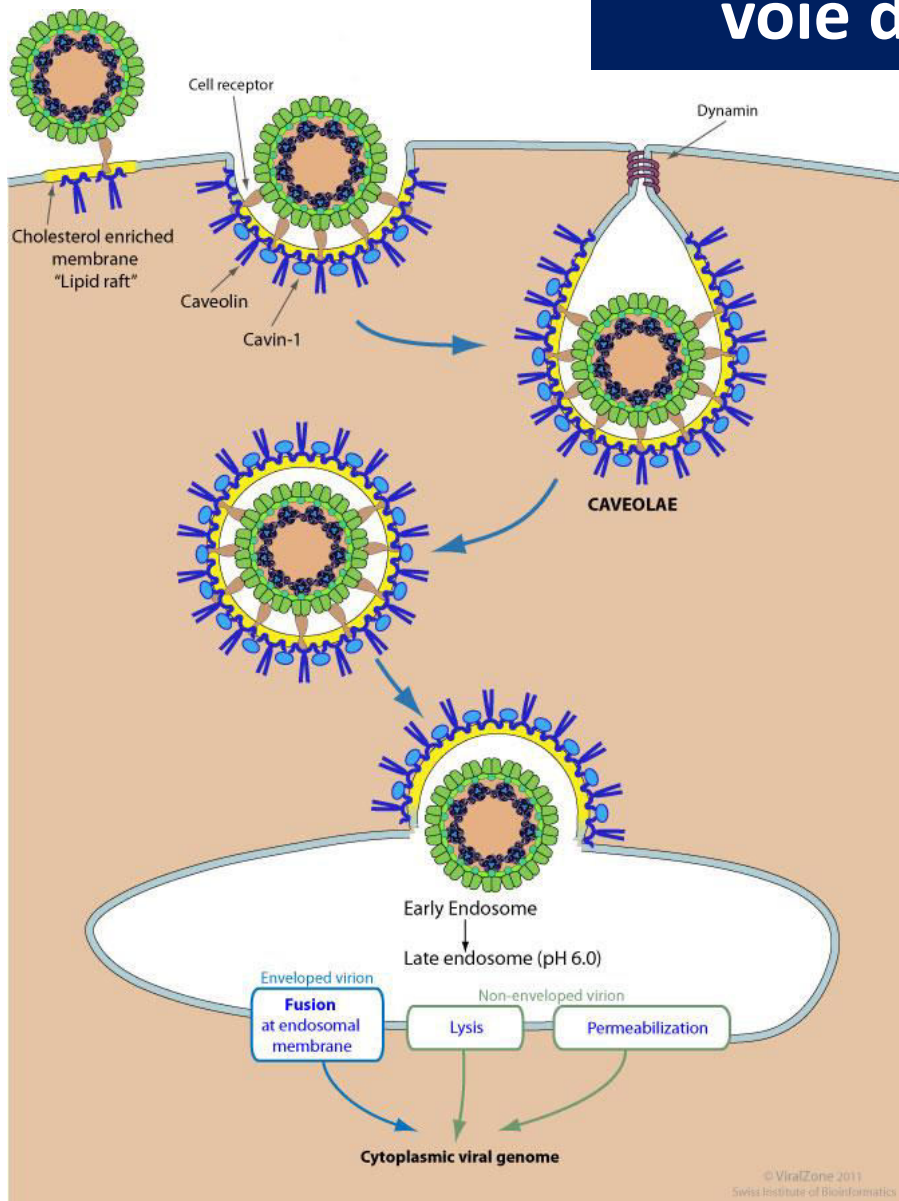
Récepteur des LDL avec un site anormal de fixation sur les puits recouverts

Membrane plasmique

Devenir des molécules internalisées dans la cellule



L'endocytose par récepteurs: voie d'infection virale



L'endocytose par récepteurs: Voie de signalisation

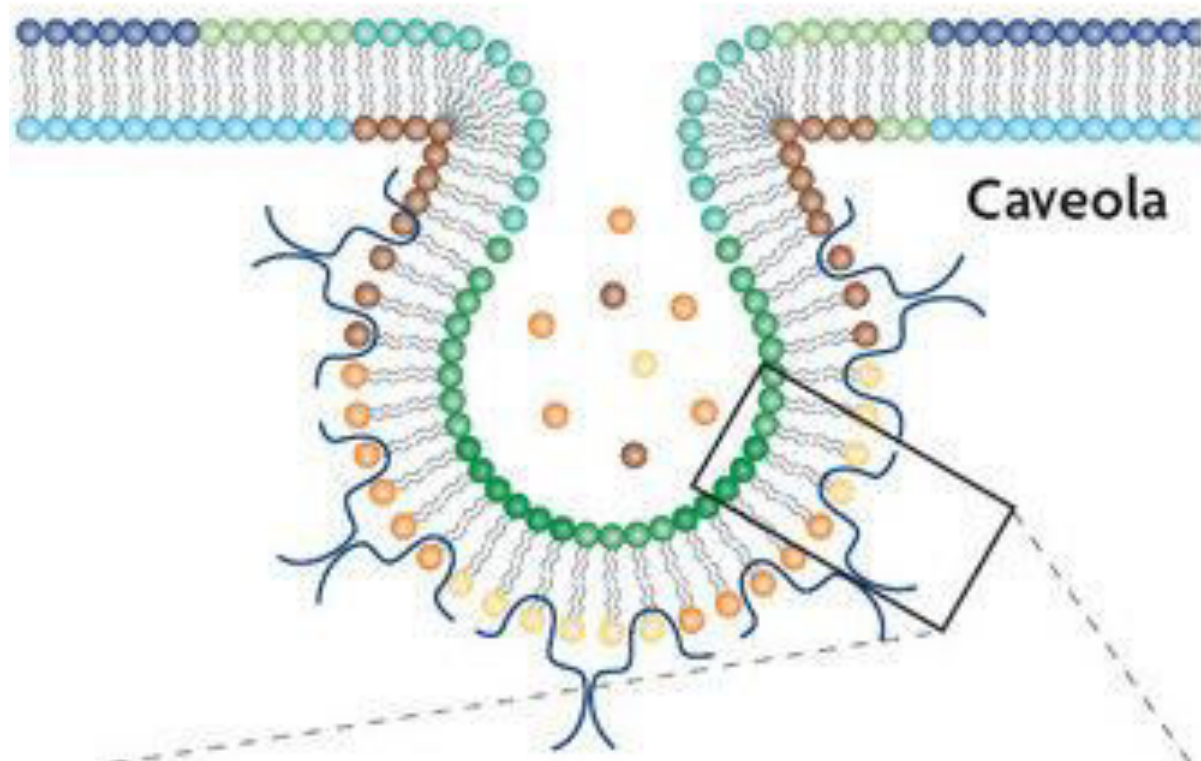
**Entrée du complexe :
ligand-R
Pour la signalisation
Ex: R- Insuline**

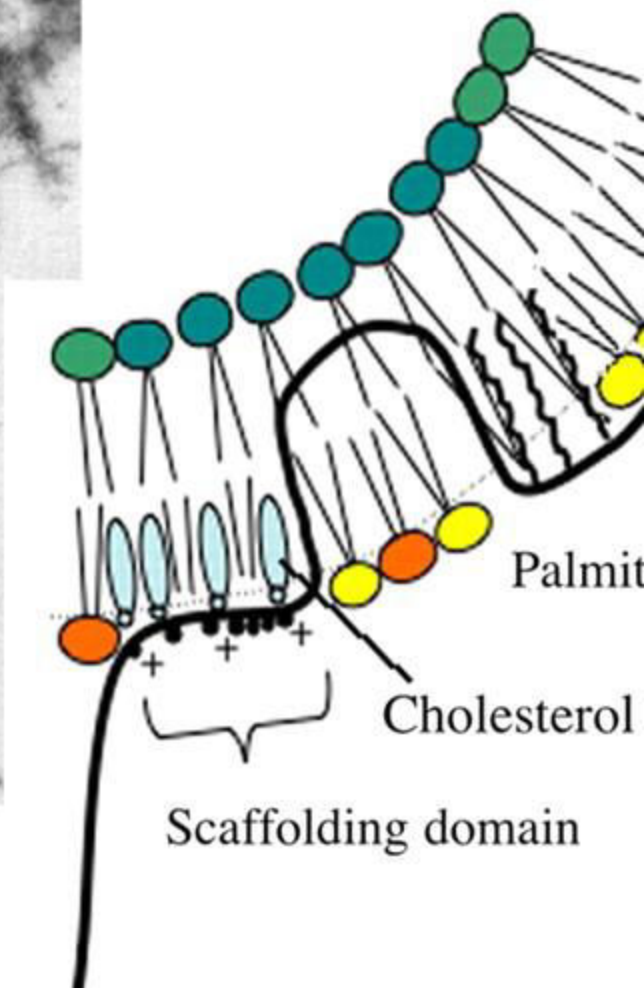
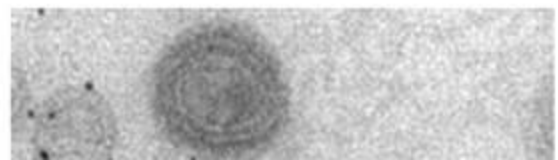
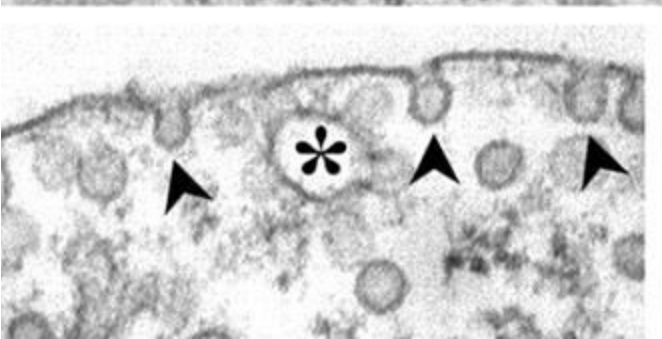
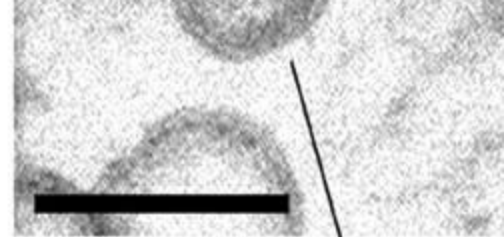
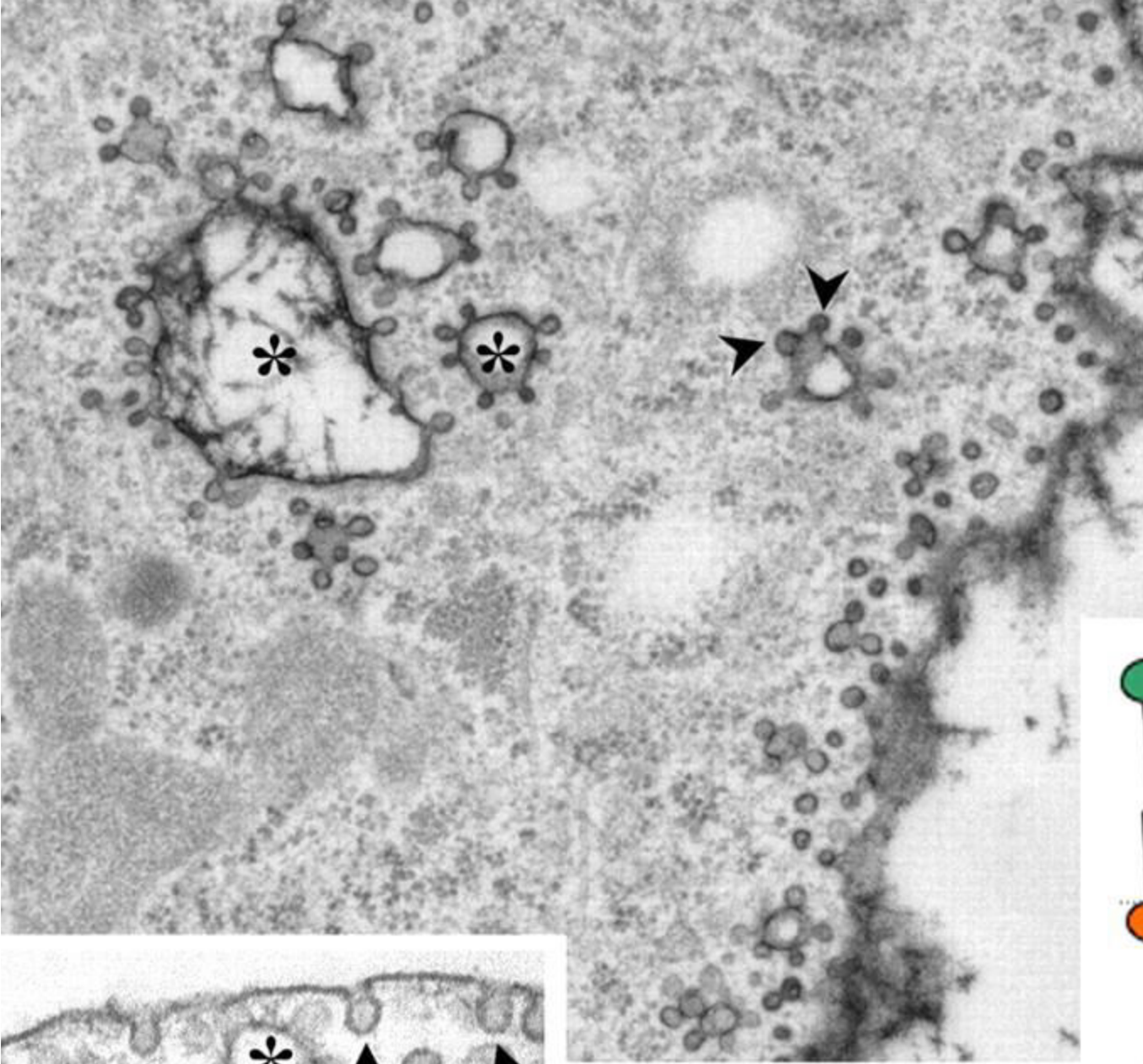
**Entrée du complexe :
ligand-R pour l'arrêt
de la signalisation
Ex: R- Glucagon**

Voir communication intercellulaire

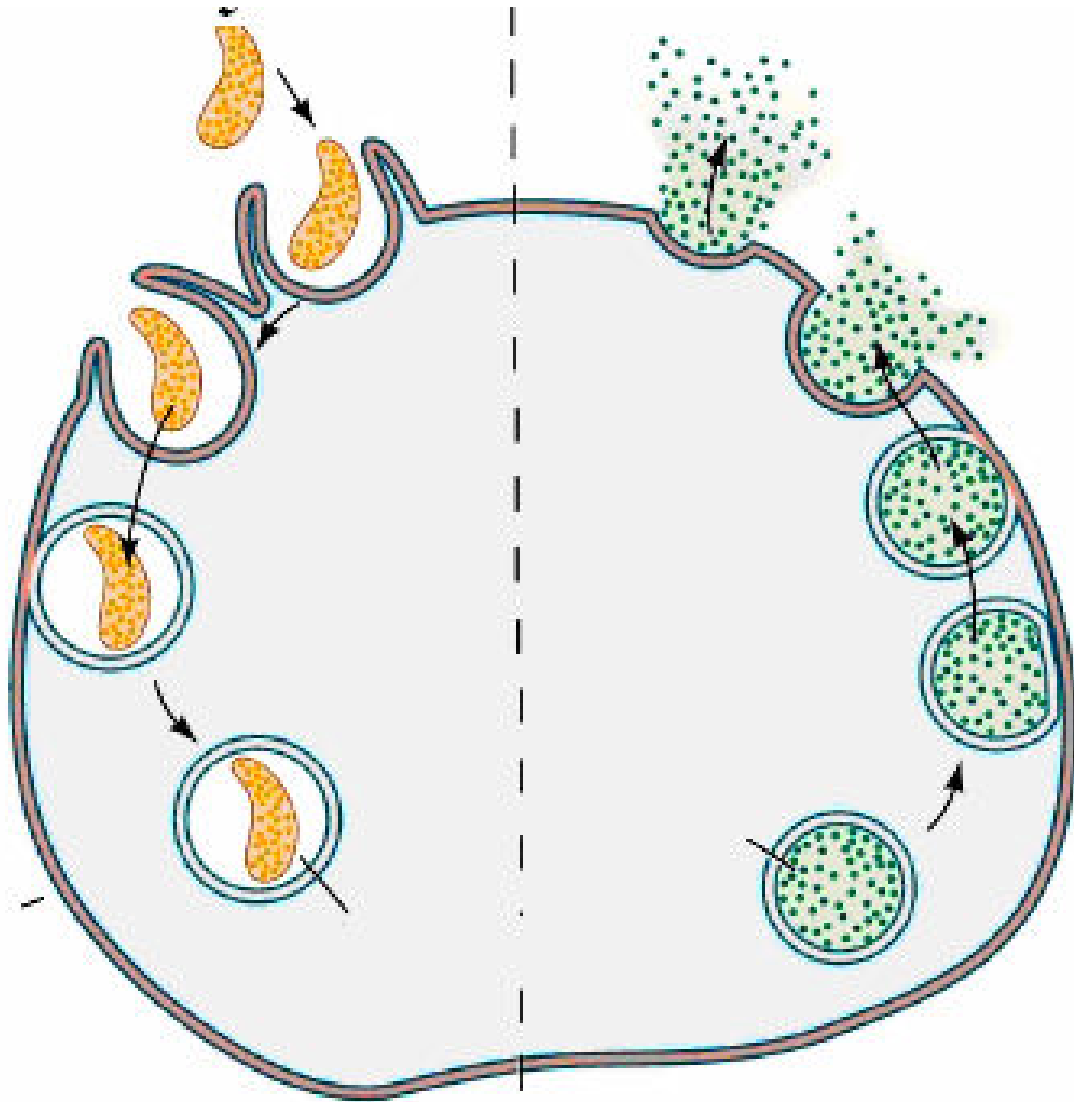
Non compris

Endocytose par récepteurs indépendante de la clathrine/ Dépendante de la cavéoline





Exocytose



Exocytose = Sortie

```
graph TD; A[Exocytose = Sortie] --> B[Constitutive]; A --> C[Régulée]; B --> D["▪ Permanente  
▪ Compensatrice de la pinocytose"]; C --> E["▪ A la demande  
▪ Obéit à un signal"];
```

Constitutive

- Permanente
- Compensatrice de la pinocytose

Régulée

- A la demande
- Obéit à un signal

Deux voies d'exocytose: constitutive & régulée

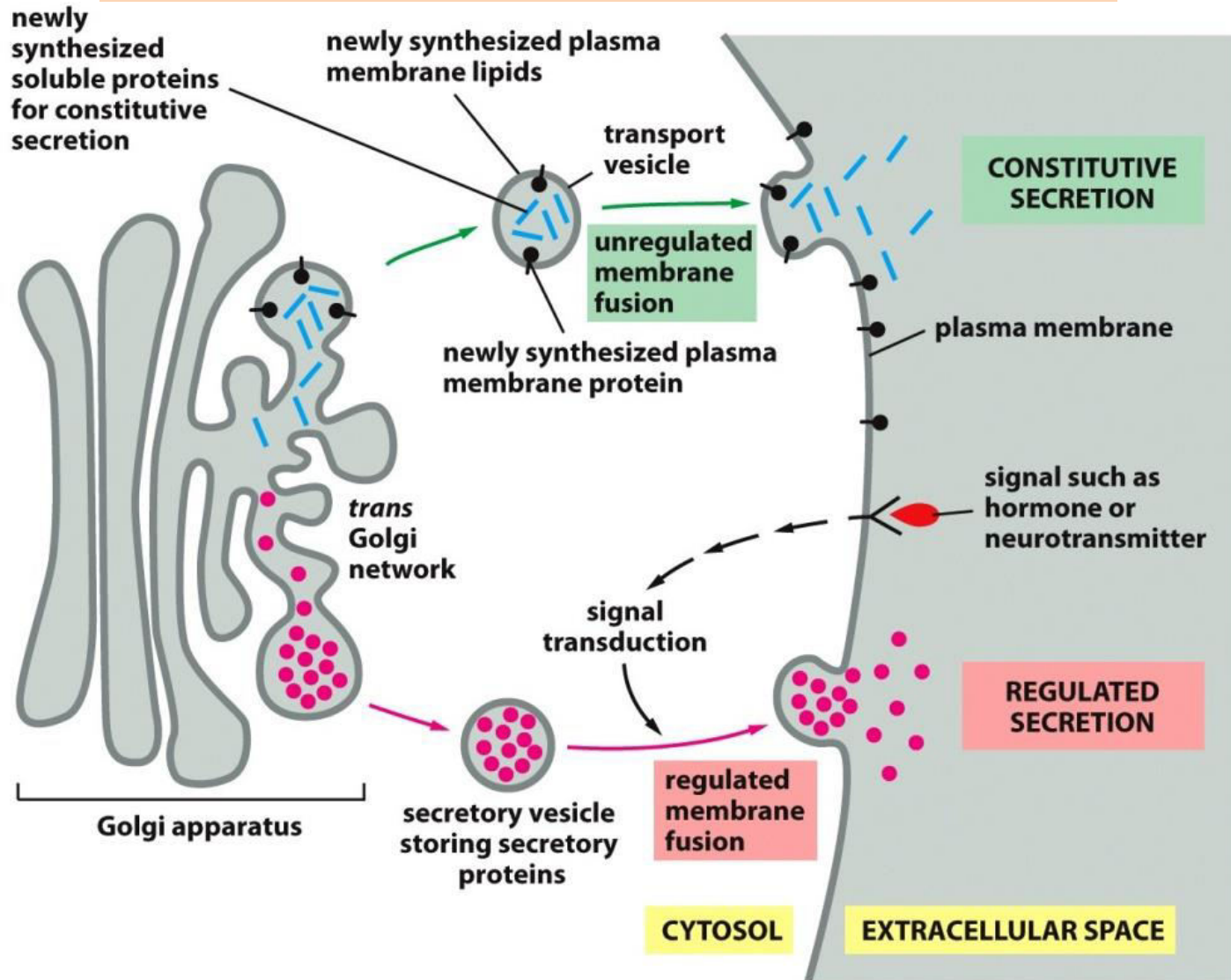
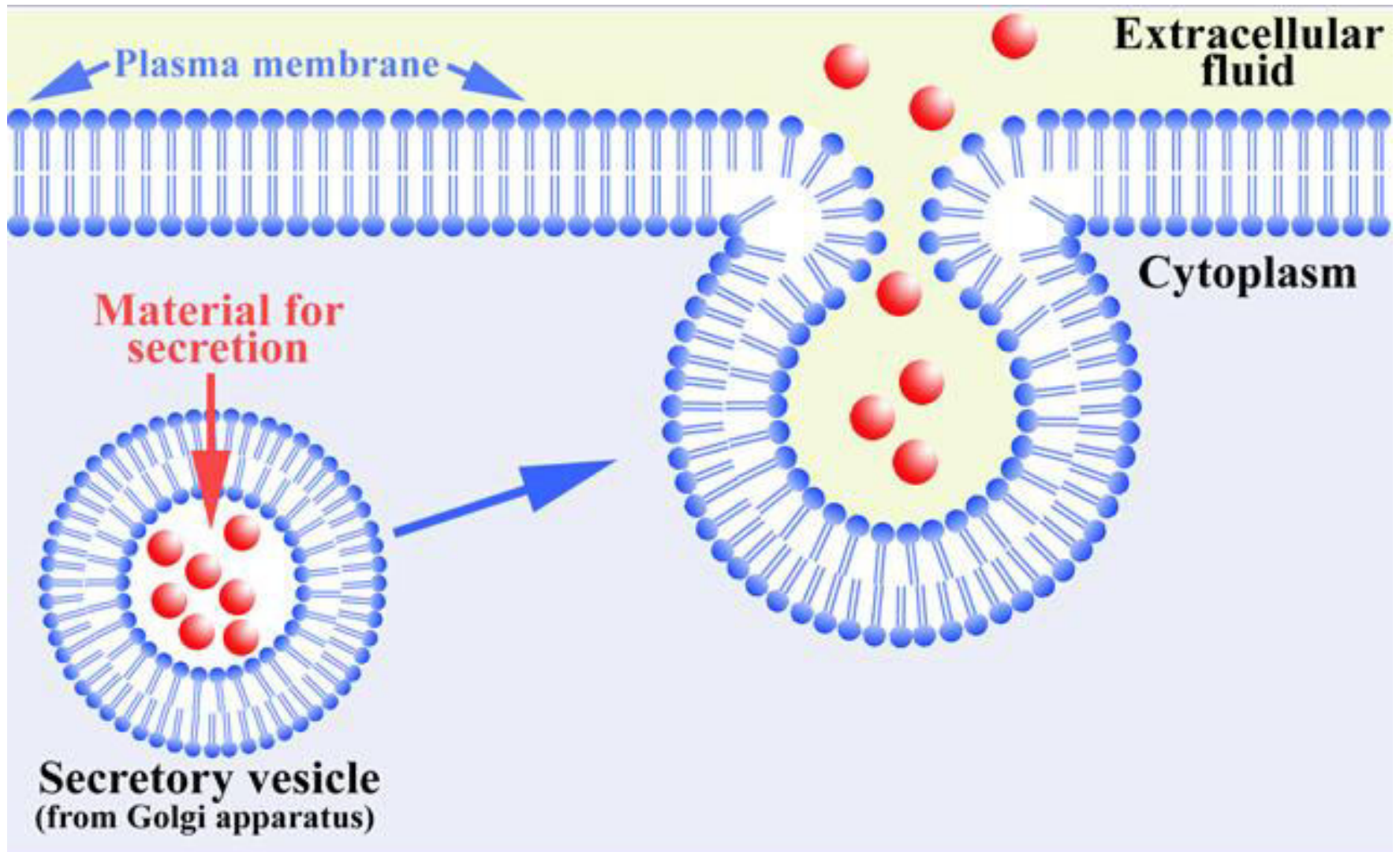
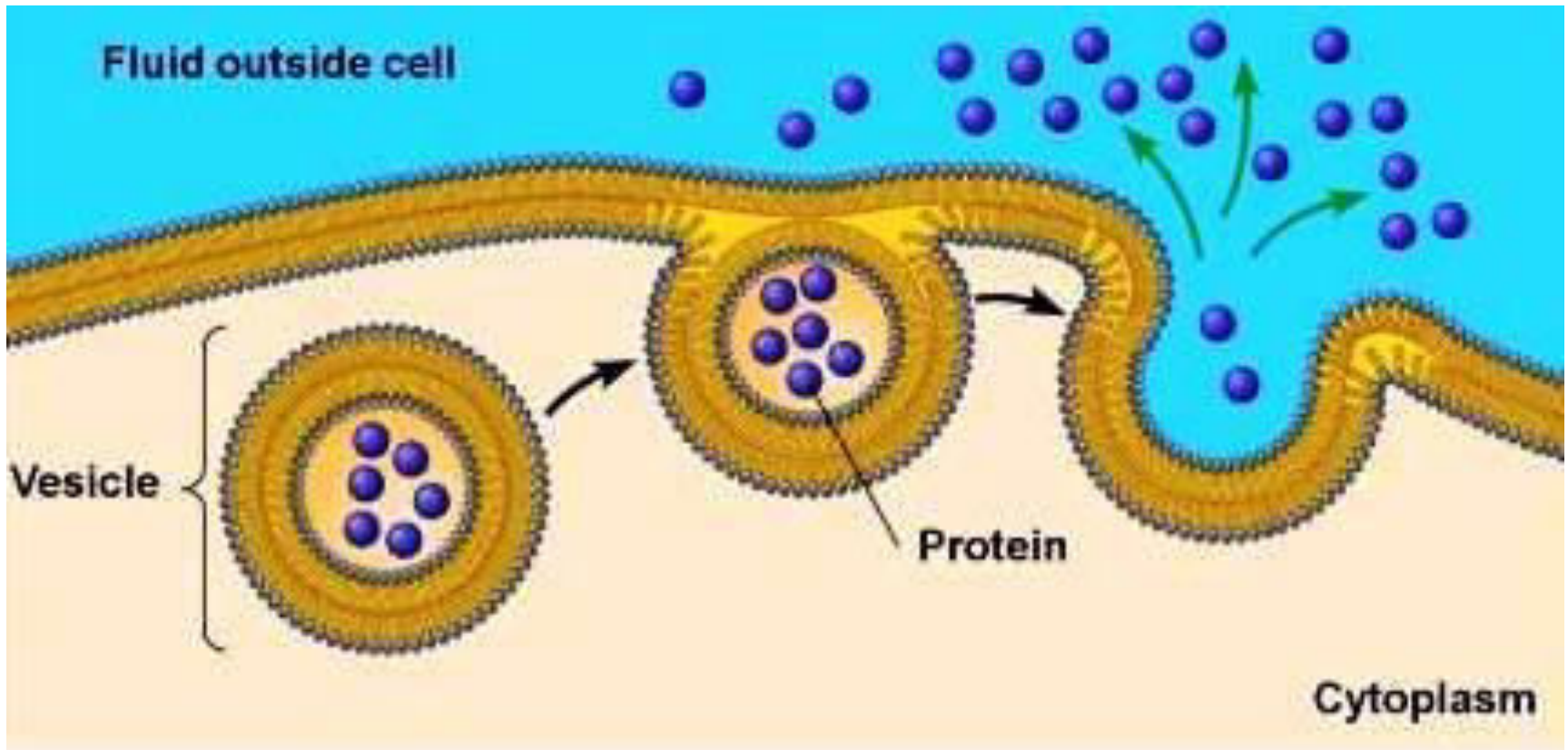


Figure 15-27 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

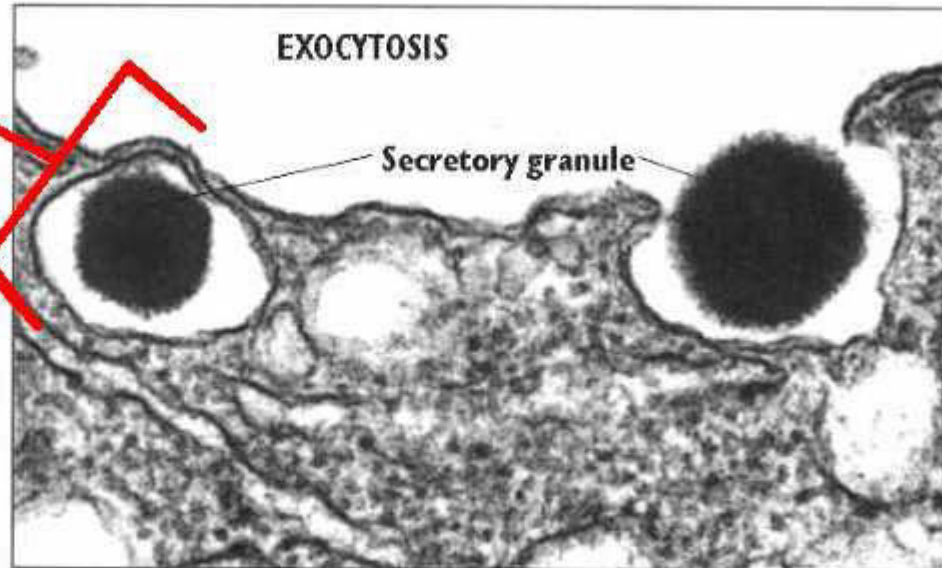
Fusion membranaire dans l'exocytose



Extrusion / excrétion du produit



fusion d'une vésicule
avec une membrane



vue au microscope électronique à transmission

Fin