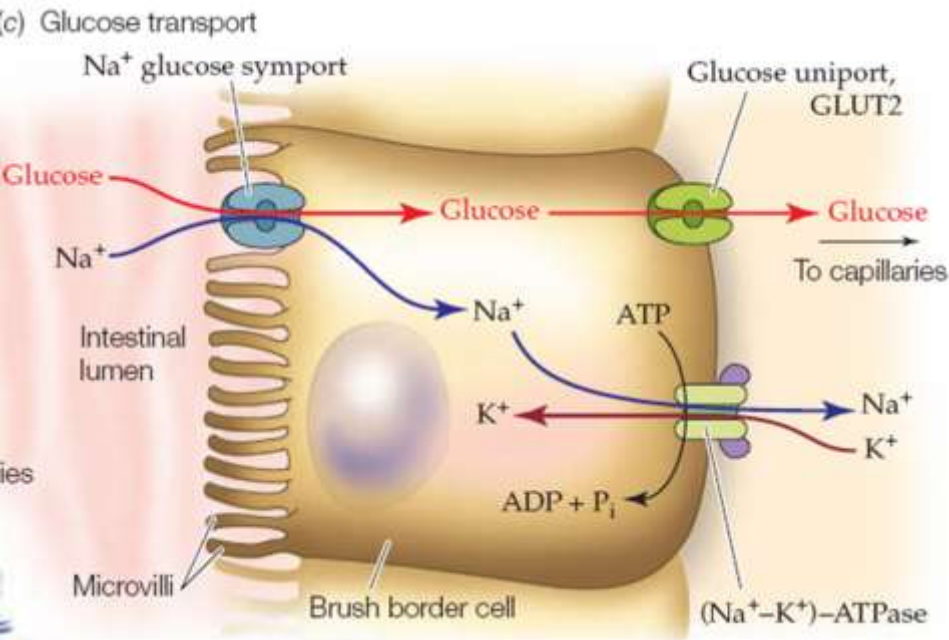
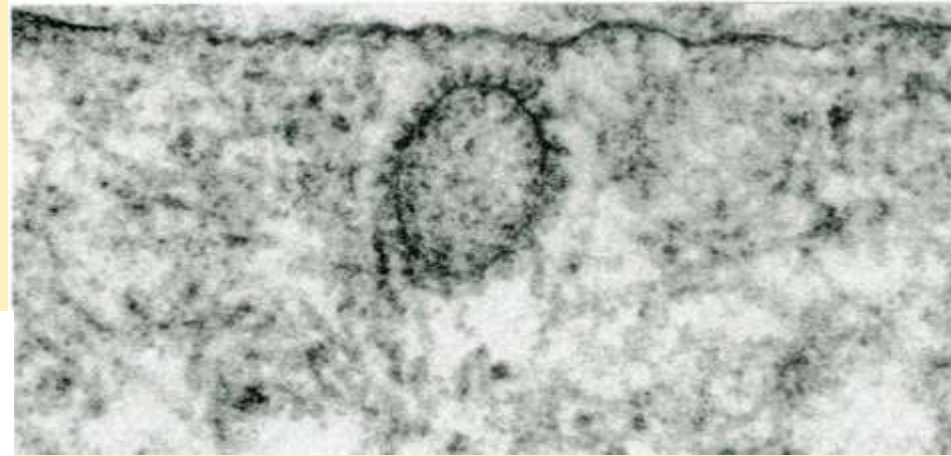
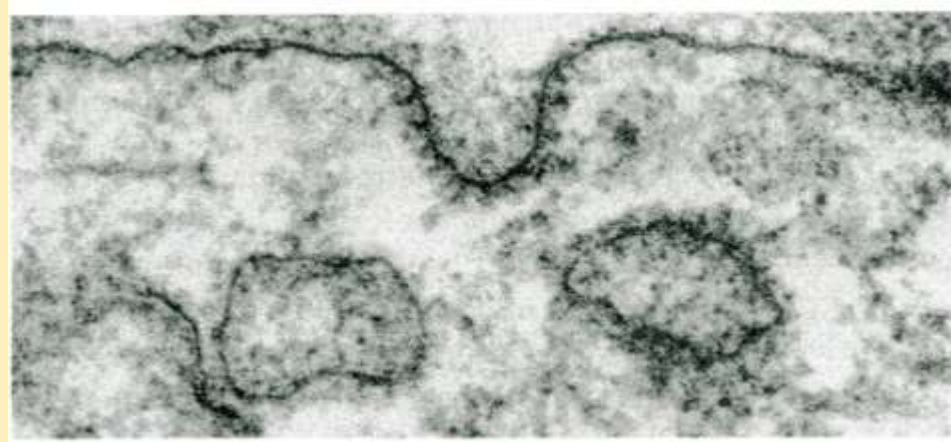
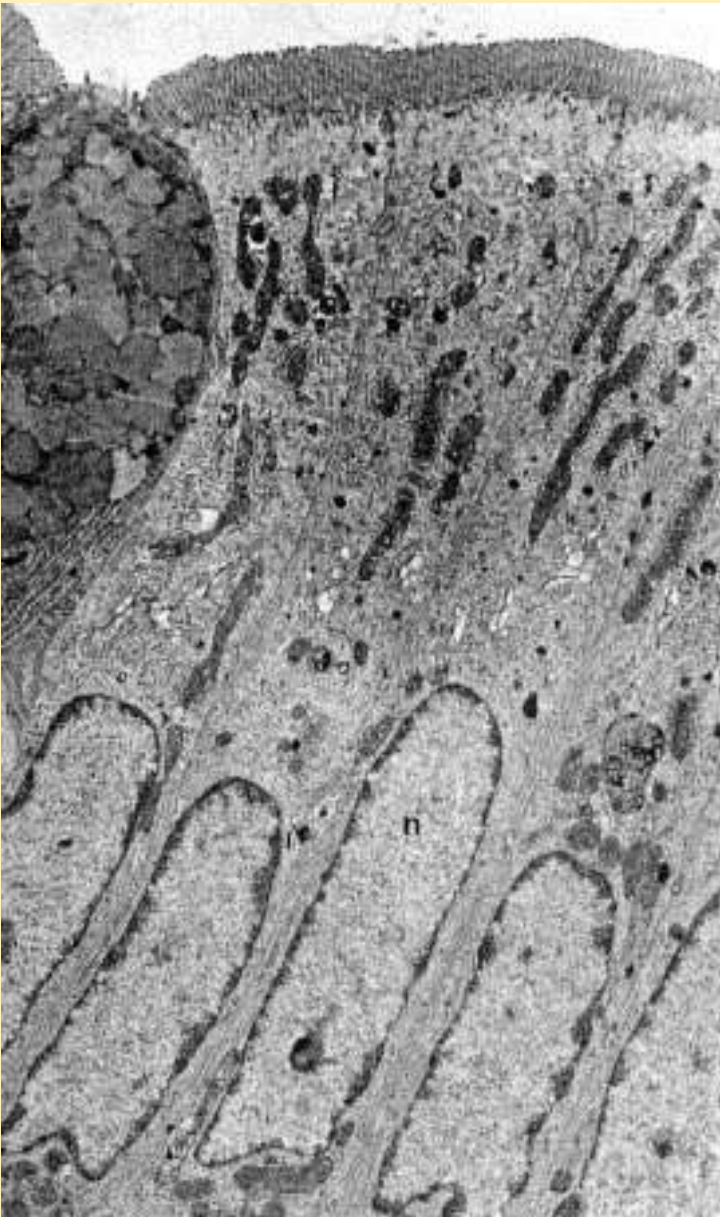


Chapitre I - B : Membranes et échanges membranaires

III – Membranes et échanges

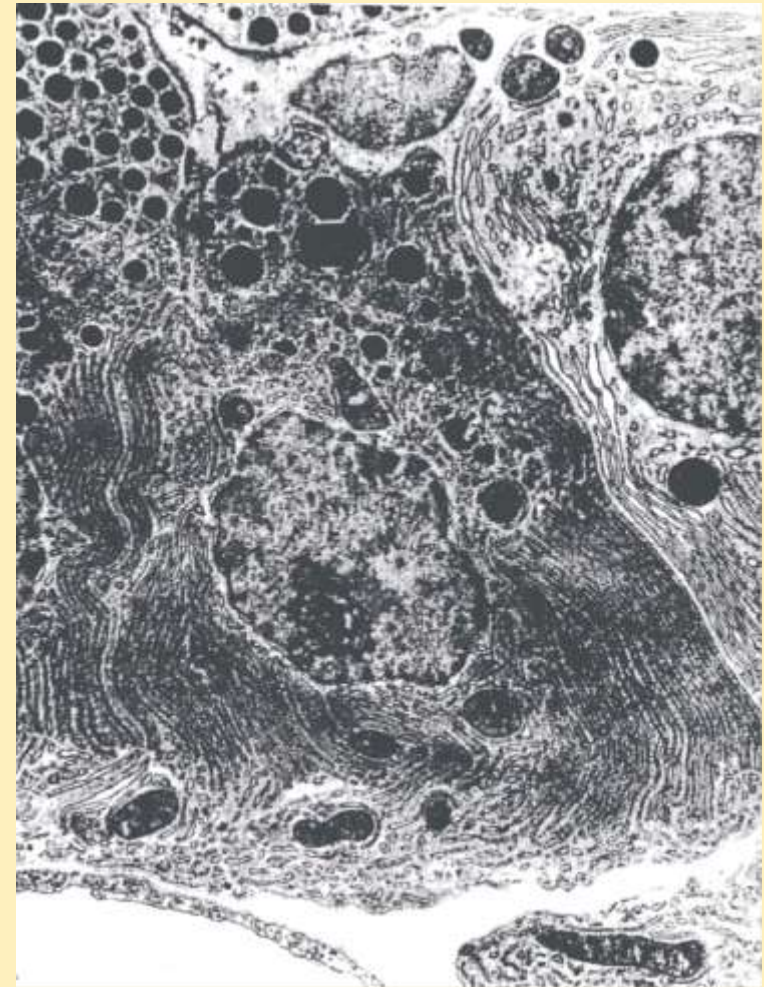


Un réseau endomembranaire important dans les cellules eucaryotes

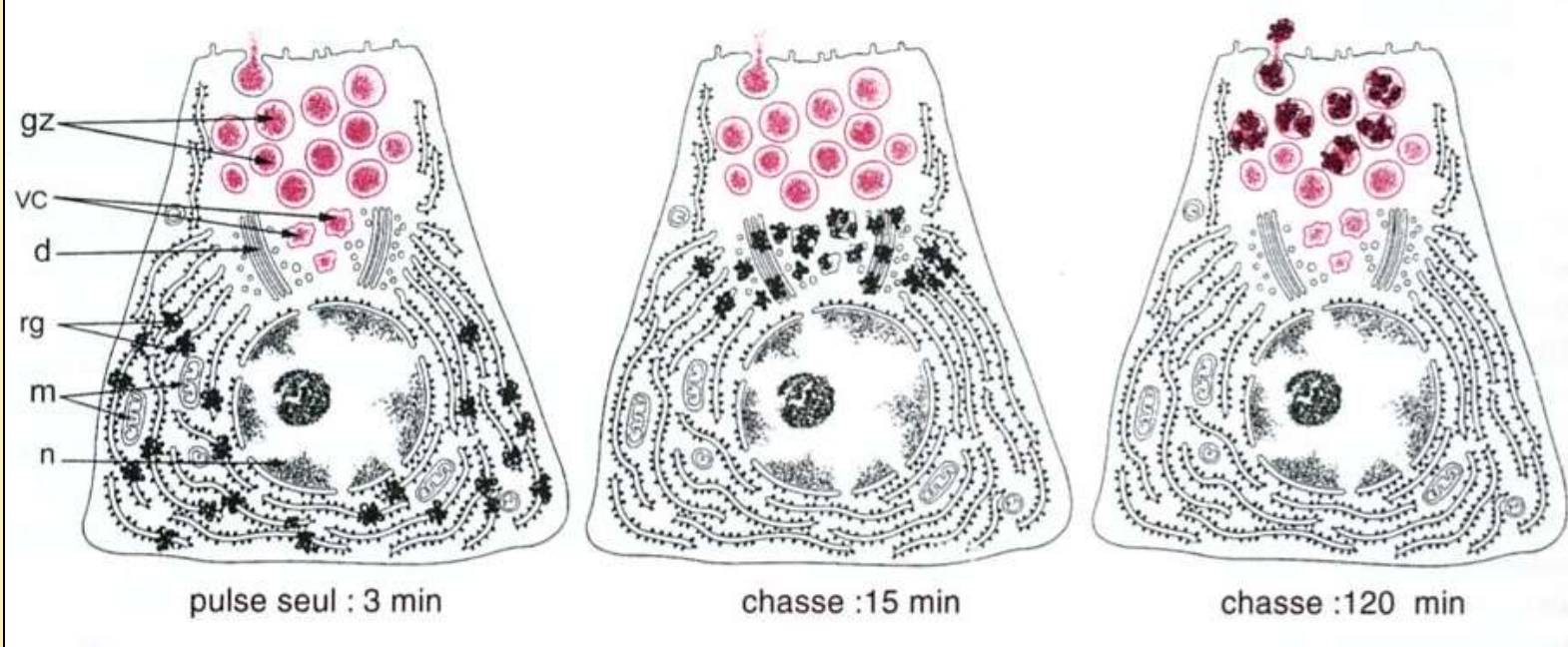


Entérocytes
(MET)

<http://coproweb.free.fr/pagphy/physioan/ch5s4.htm>

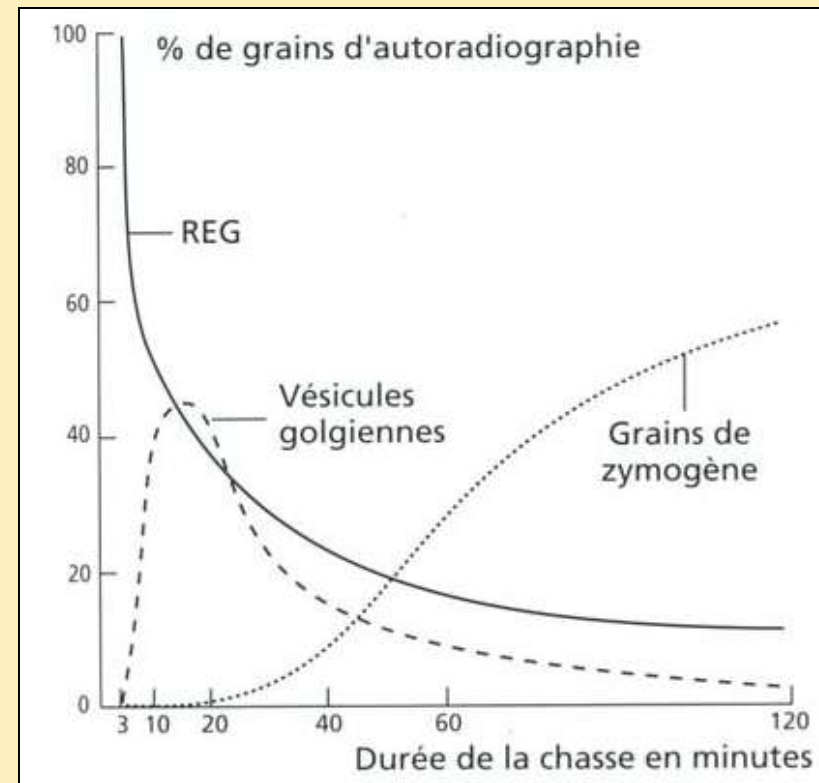


Cellule acineuse
pancréatique (MET)

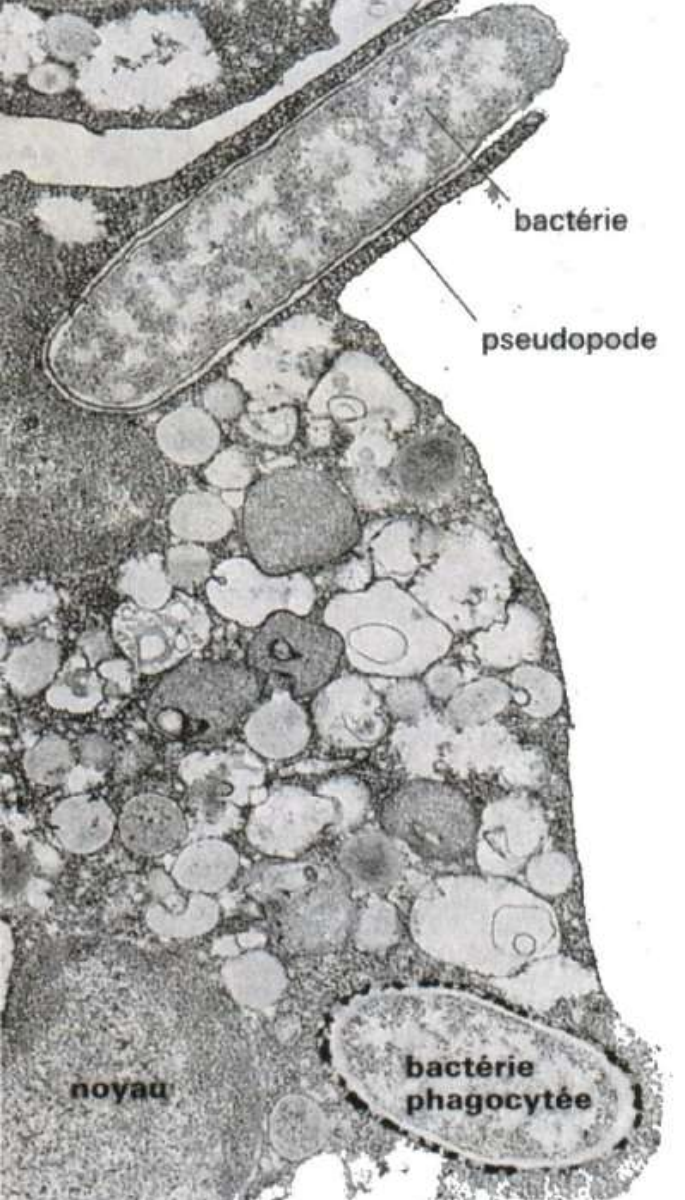


Document 25 : flux de matière et de membrane dans la cellule acineuse pancréatique (expériences de Palade).

(CALLEN JC, " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes ", Dunod Ed., 1999).

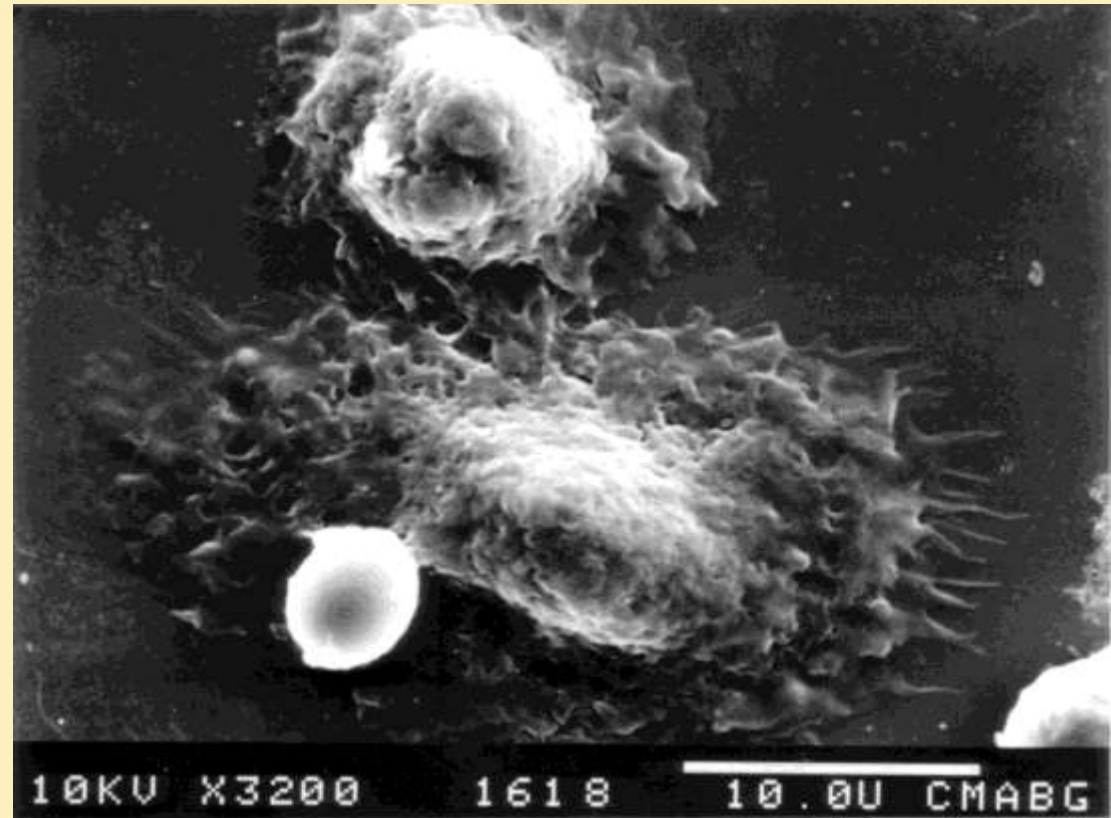


Des cellules spécialisées dans la phagocytose : les macrophages



Macrophage phagocytant une bactérie (MET x 18 000).

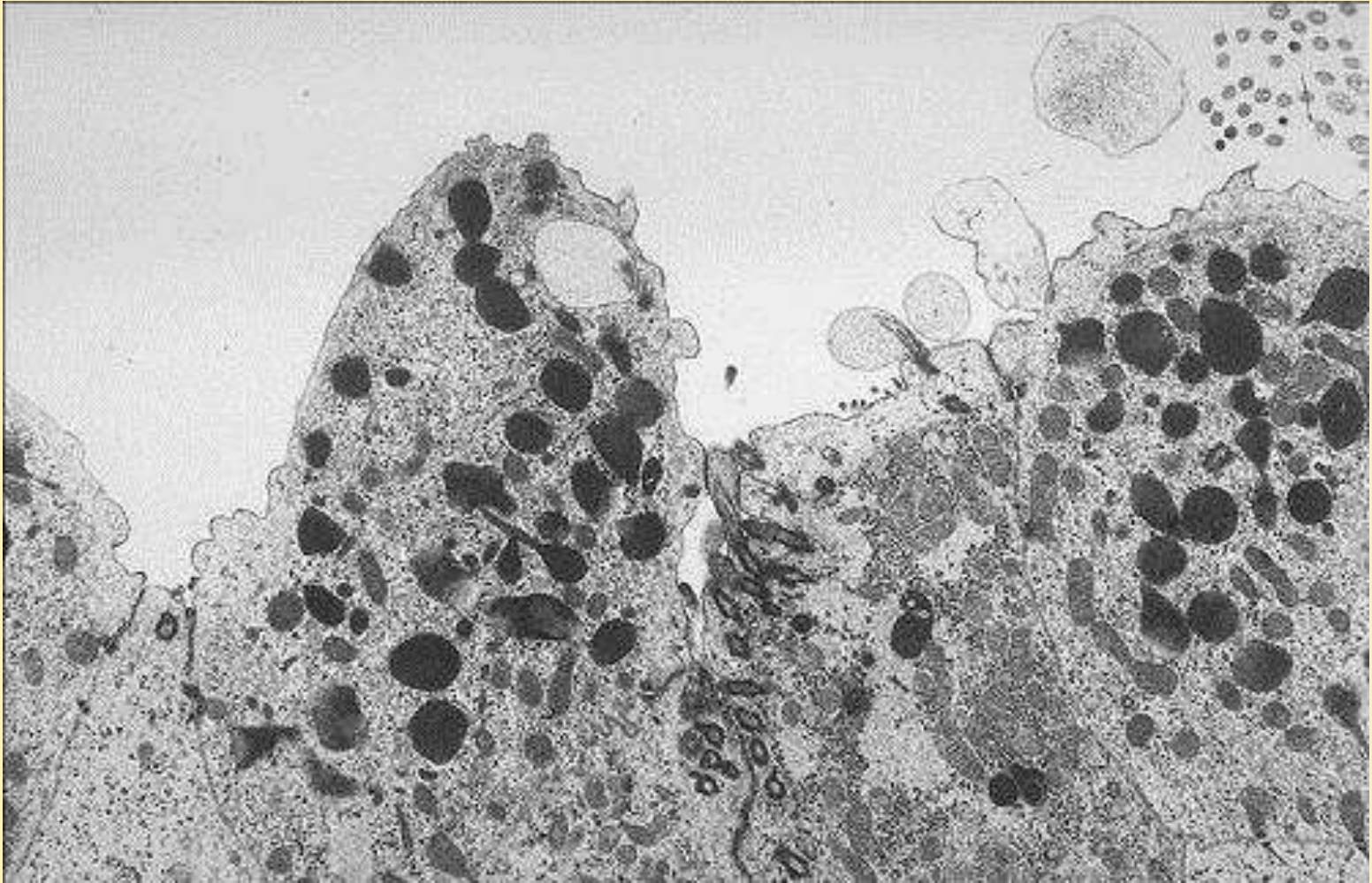
(Biologie Cellulaire - M. Maillet - Ed. Masson - 1981)



Deux macrophages et une levure vus en MEB.

(http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/photossq1/photos.php?RollID=images&FrameID=macrophage_levures1)

Des cellules qui sécrètent par bourgeonnement

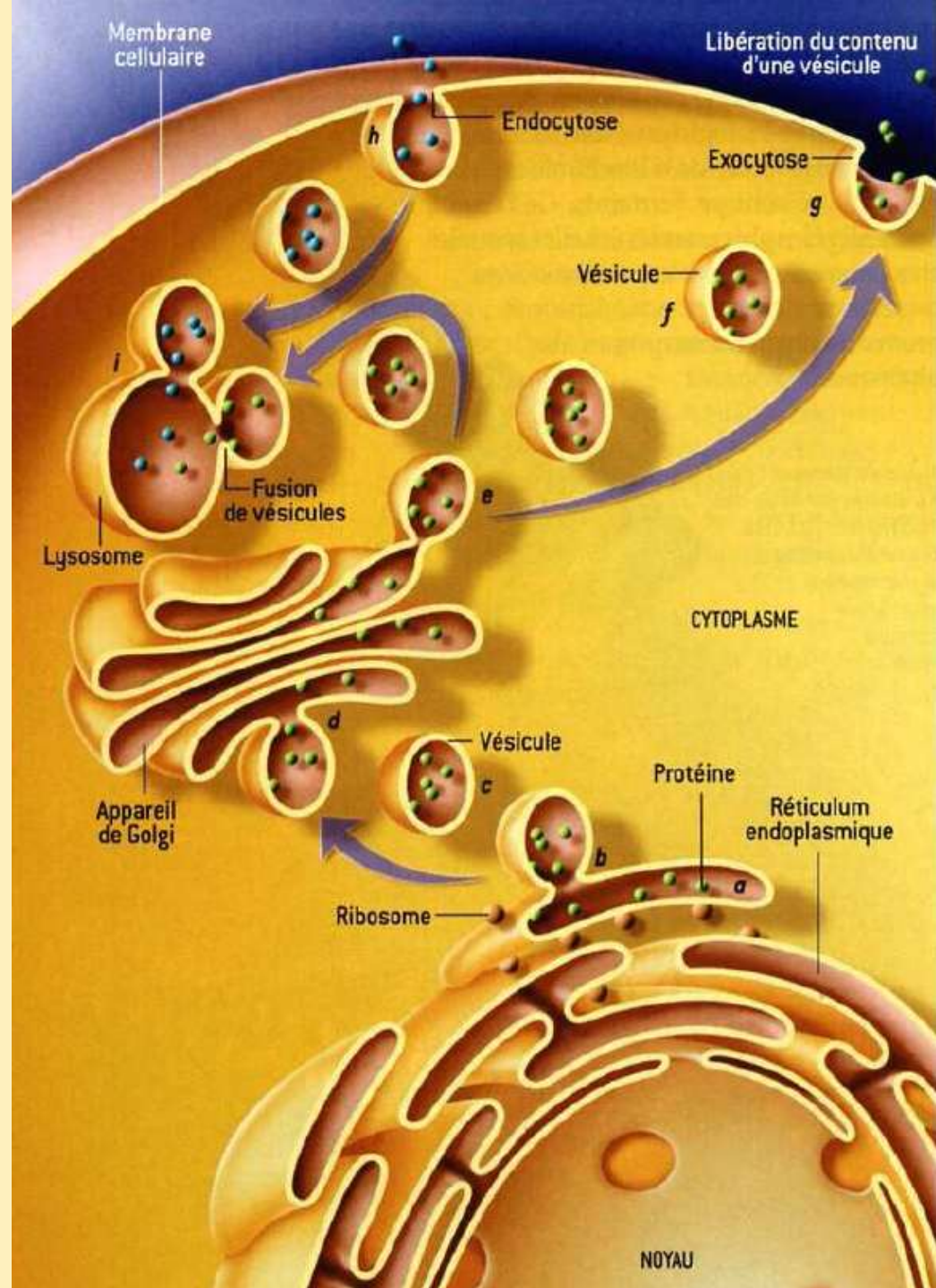


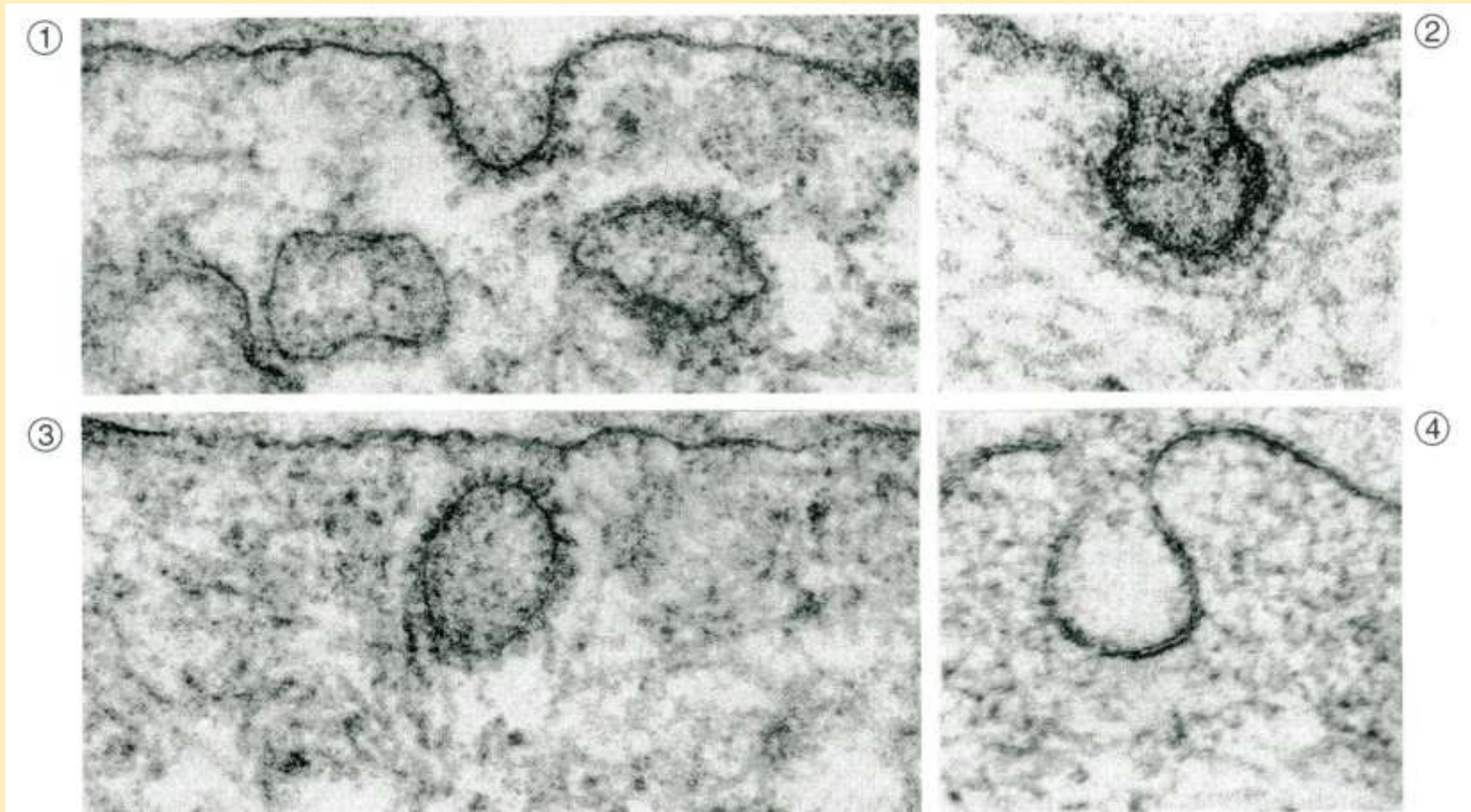
Cellules de la muqueuse respiratoire sécrétant des constituants du surfactant par bourgeonnement (MET).

(<http://www.isto.ucl.ac.be/safe/resp1.htm>)

Endocytose et exocytose dans la cellule

PLS n°355 mai 2007





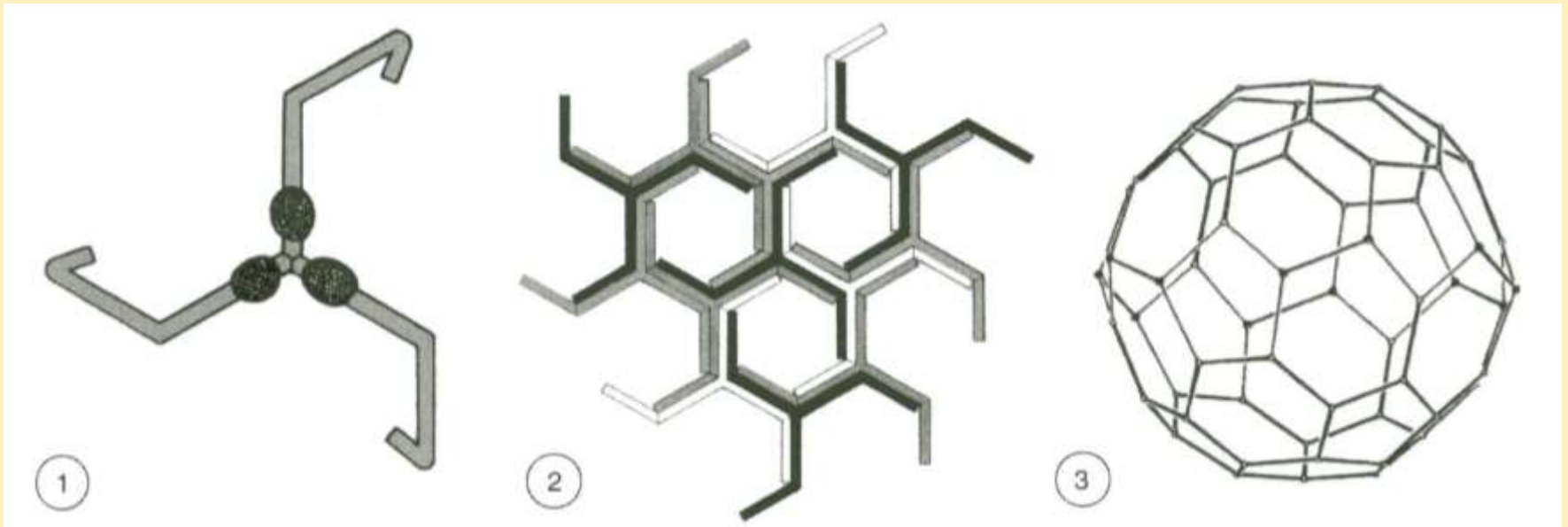
Document 26. M.E. illustrant le phénomène d'endocytose (x 100 000).

1 et 2 : vésicules d'endocytose en cours de pincement, recouvertes d'une enveloppe de clathrine.

3 : vésicule recouverte refermée, sous la membrane plasmique, avant qu'elle ait perdu son feutrage protéique.

4 : vésicule non recouverte de clathrine, à titre de comparaison.

(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).



Document 27. Schémas montrant l'organisation et le rôle de la clathrine.

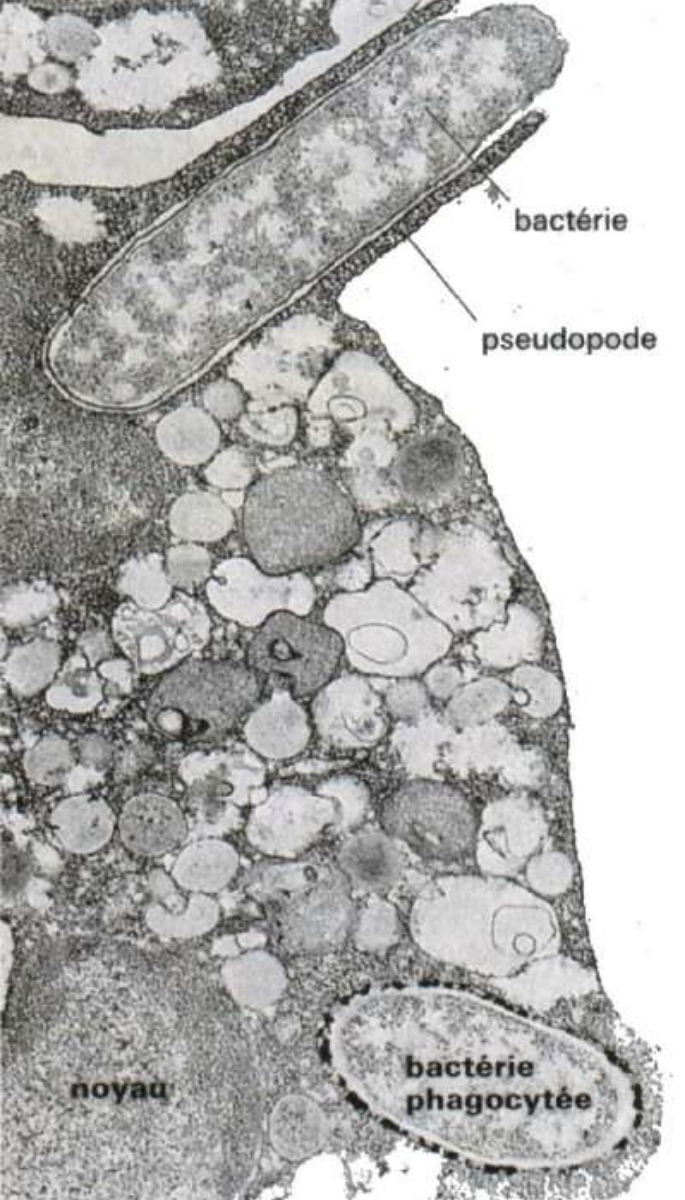
1 : structure tripartite d'une molécule de clathrine, formée de trois chaînes lourdes et de trois chaînes légères (triskélium).

2 : agencement des triskéliums de clathrine pour former un réseau hexagonal plan.

3 : organisation d'une cage sphérique formée d'hexagones et de pentagones, comme celles qui englobent les vésicules d'endocytose.

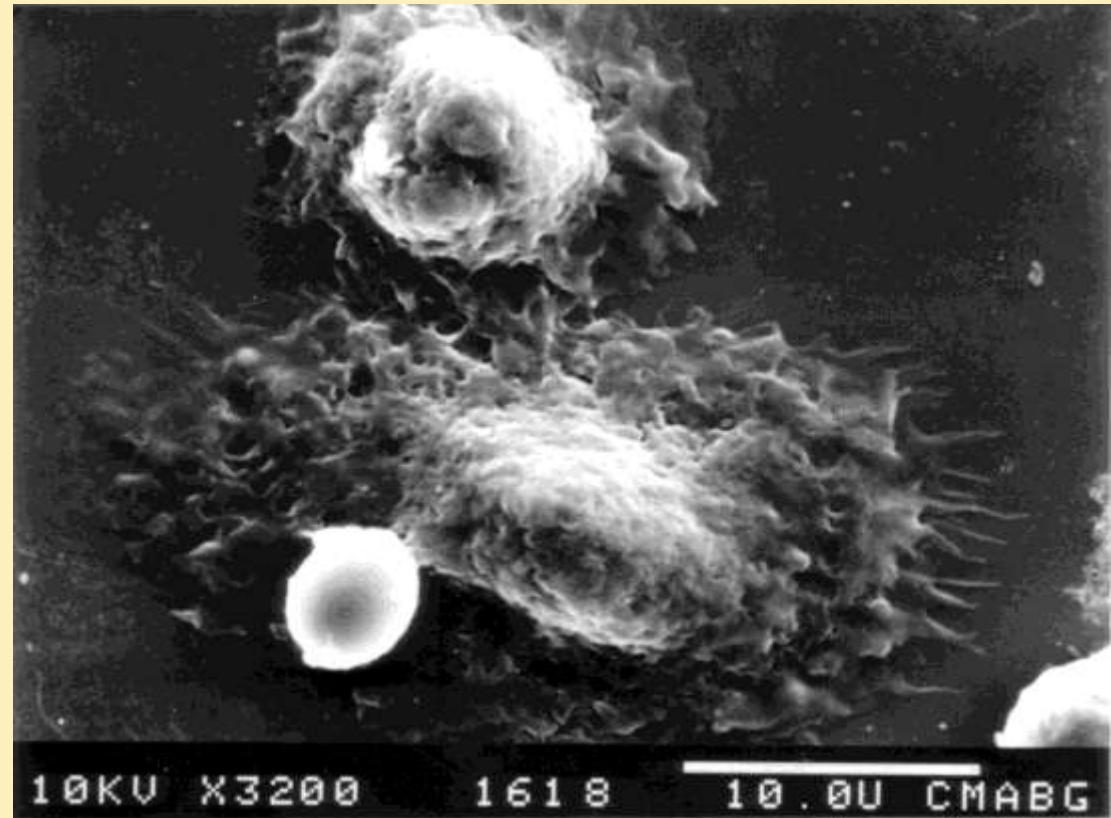
(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).

Des cellules spécialisées dans la phagocytose : les macrophages



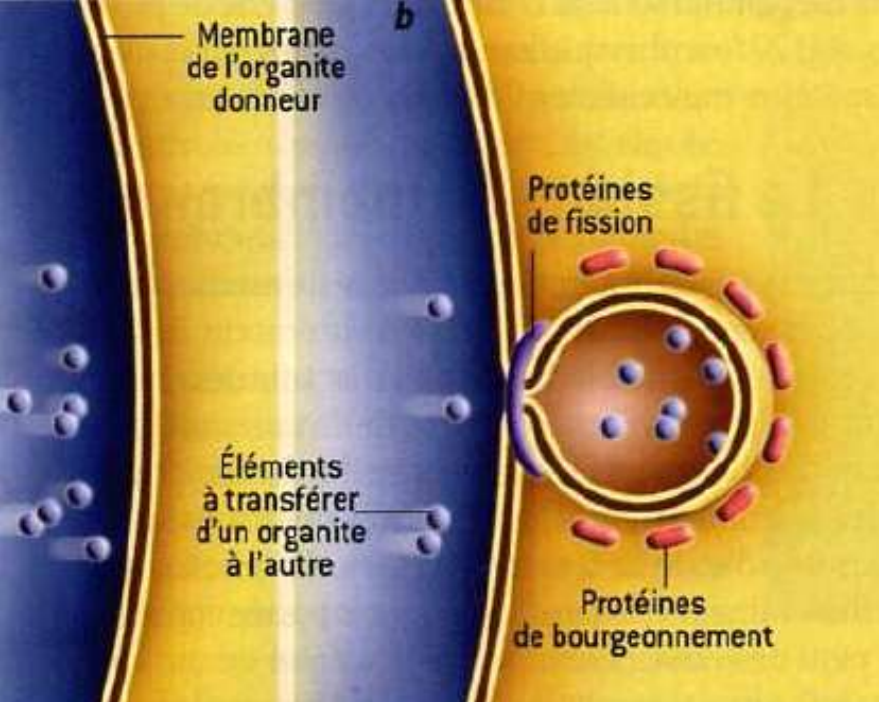
Macrophage phagocytant une bactérie (MET x 18 000).

(Biologie Cellulaire - M. Maillet - Ed. Masson - 1981)



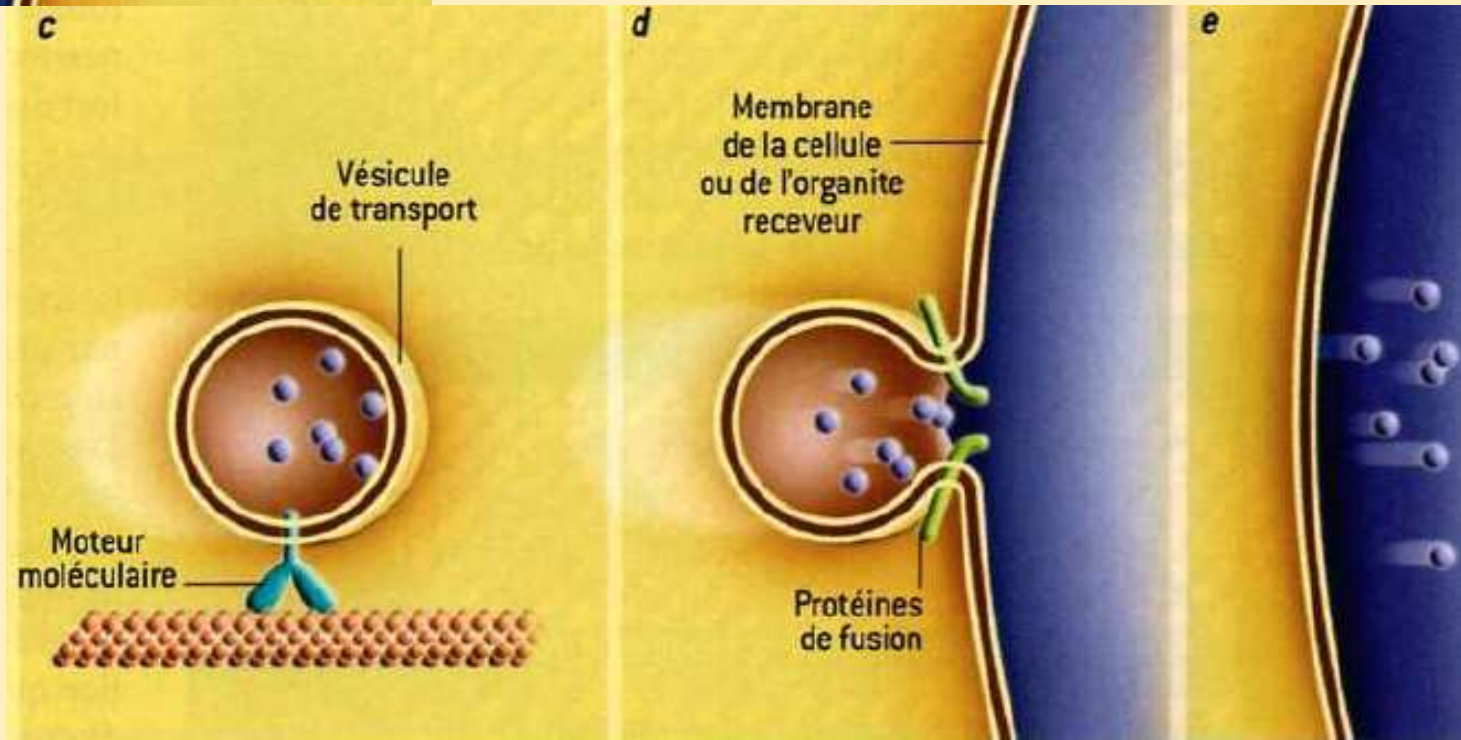
Deux macrophages et une levure vus en MEB.

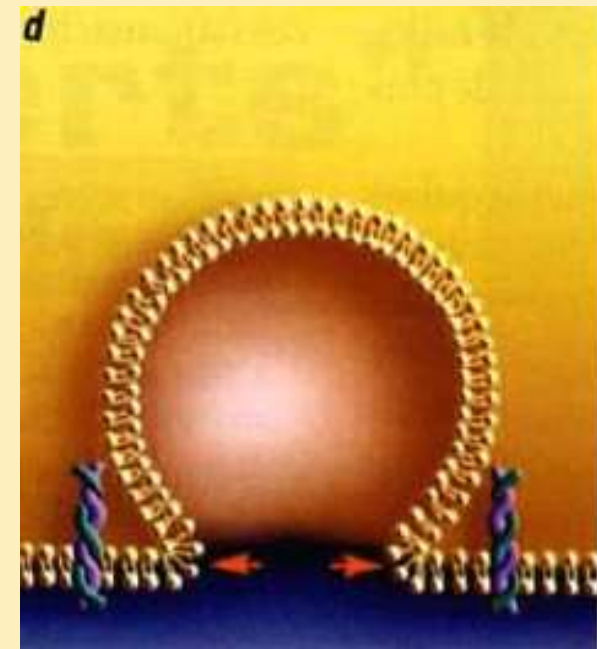
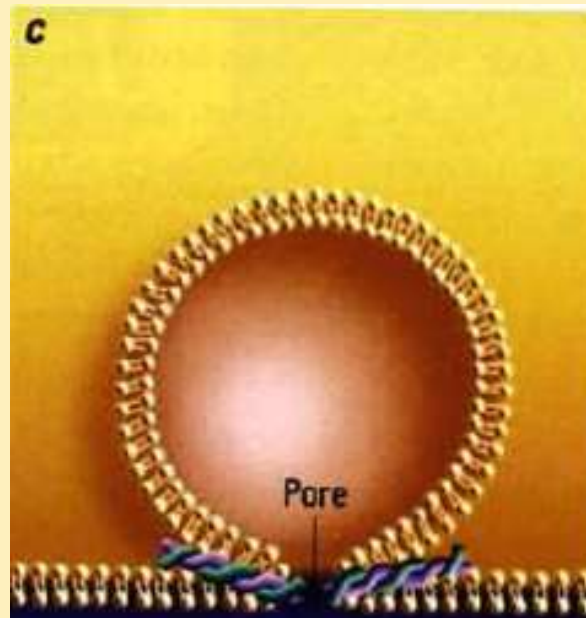
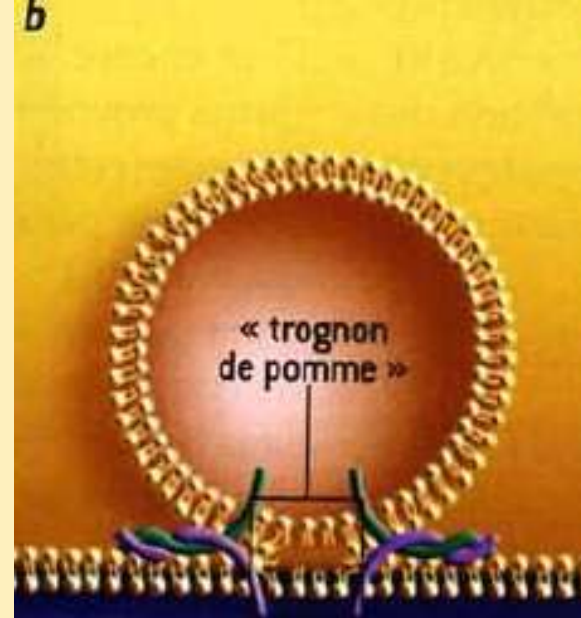
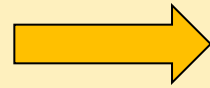
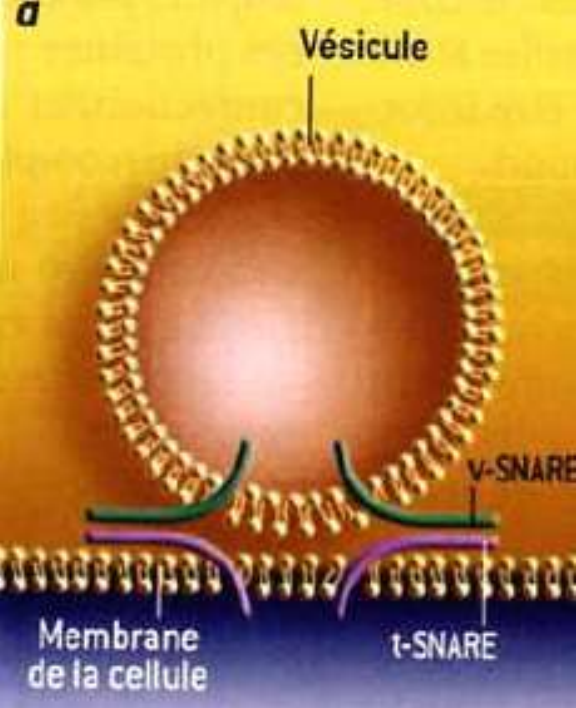
(http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/photossq1/photos.php?RollID=images&FrameID=macrophage_levures1)



Transfert d'un compartiment à l'autre et exocytose

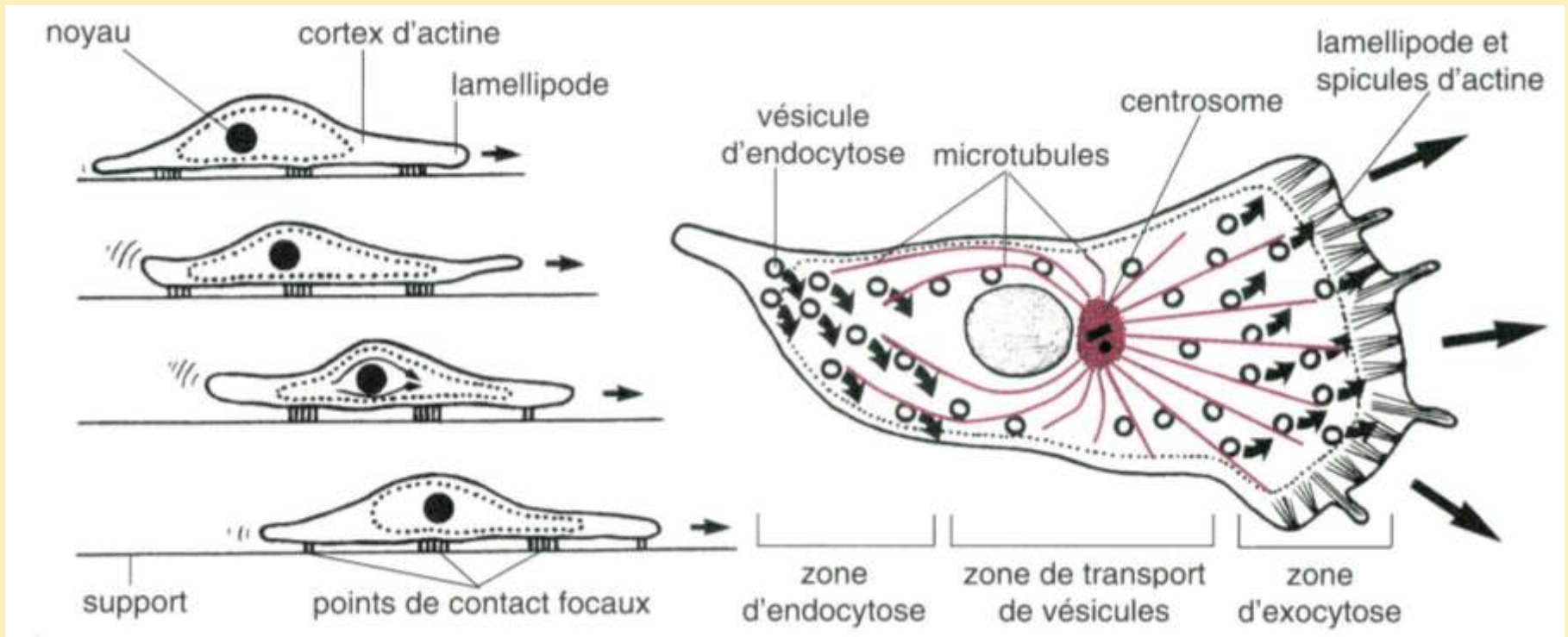
PLS n°355 mai 2007





Fusion des membranes

PLS n°355 mai 2007



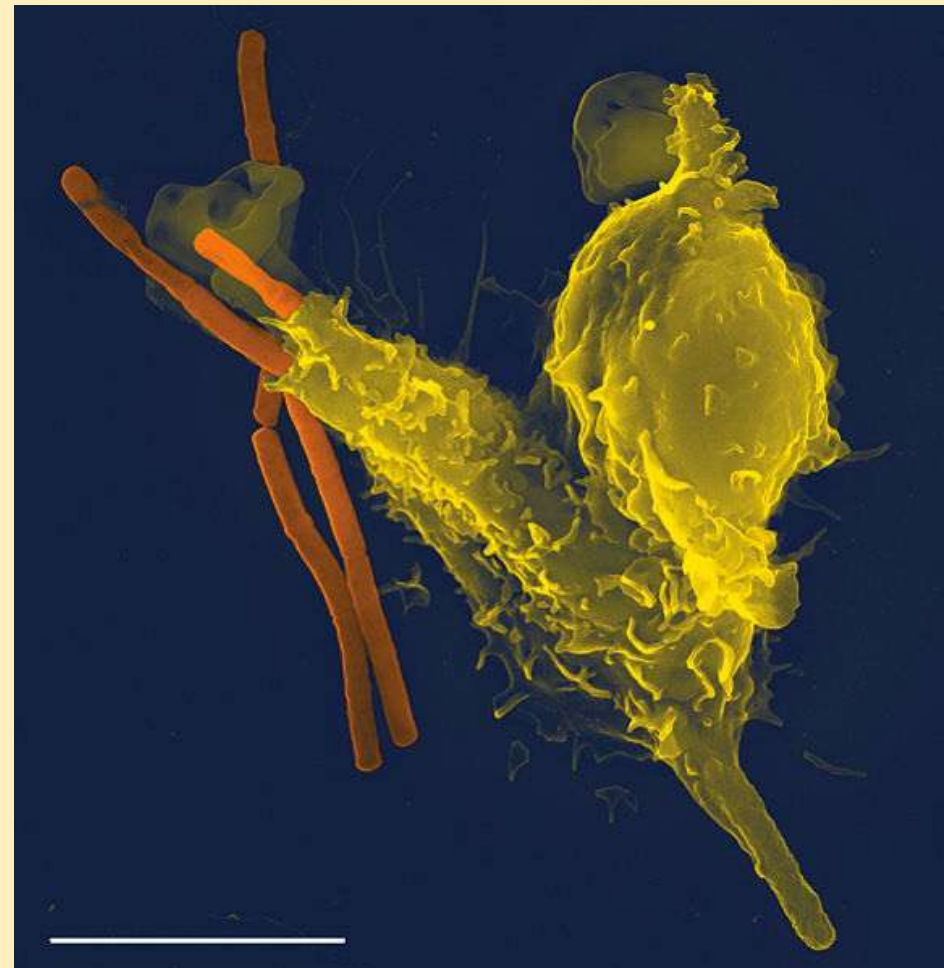
Document 28. Déplacement par reptation d'un fibroblaste en culture.

(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).

**Deux granulocytes
neutrophiles
entourés de nombreux
globules rouges (MO)**



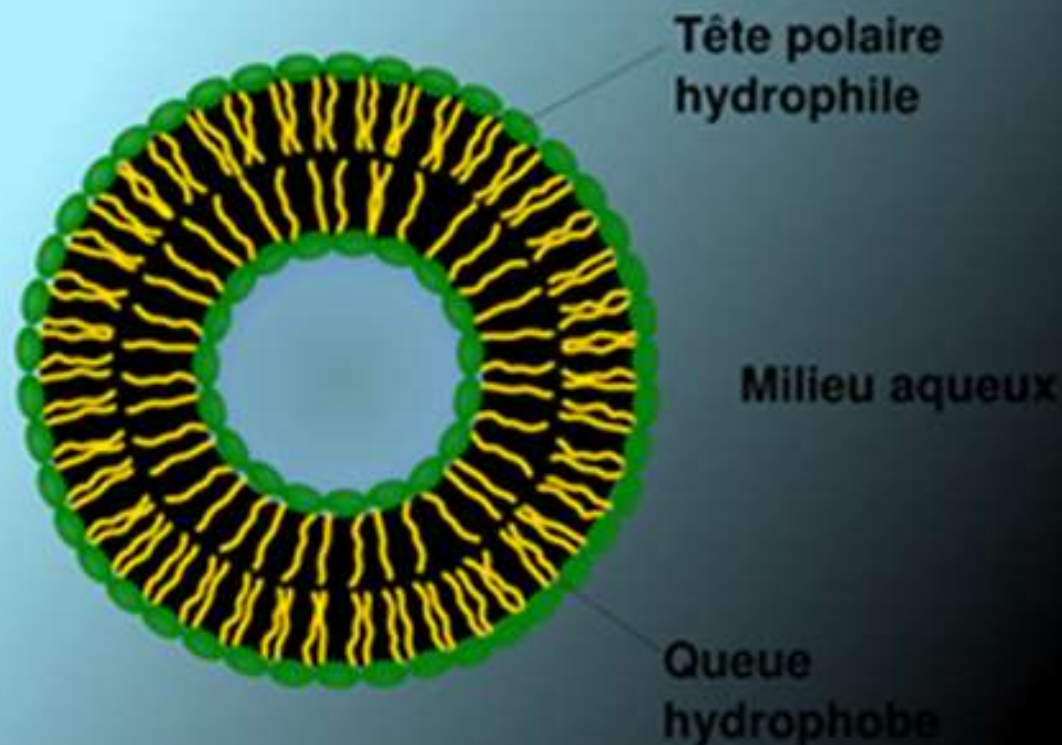
**Granulocyte neutrophile
(en jaune) phagocytant des
bacilles du charbon
(en orange) (MEB colorisé).
Barre d'échelle : 5 μ m**



Membranes et échanges transmembranaires

	Concentration du liquide interstitiel mM	Concentration du liquide intracellulaire mM
Na ⁺	140	15
K ⁺	4	150
Ca ²⁺	1	0.001
Mg ²⁺	1.5	12
Cl ⁻	110	10
HCO ₃ ⁻	30	10
P _i	2	40
Acides aminés	2	8
Glucose	5.6	1
ATP	0	4
Protéine	0.2	4

Document 30. Composition des liquides intracellulaire et interstitiel chez l'Homme.



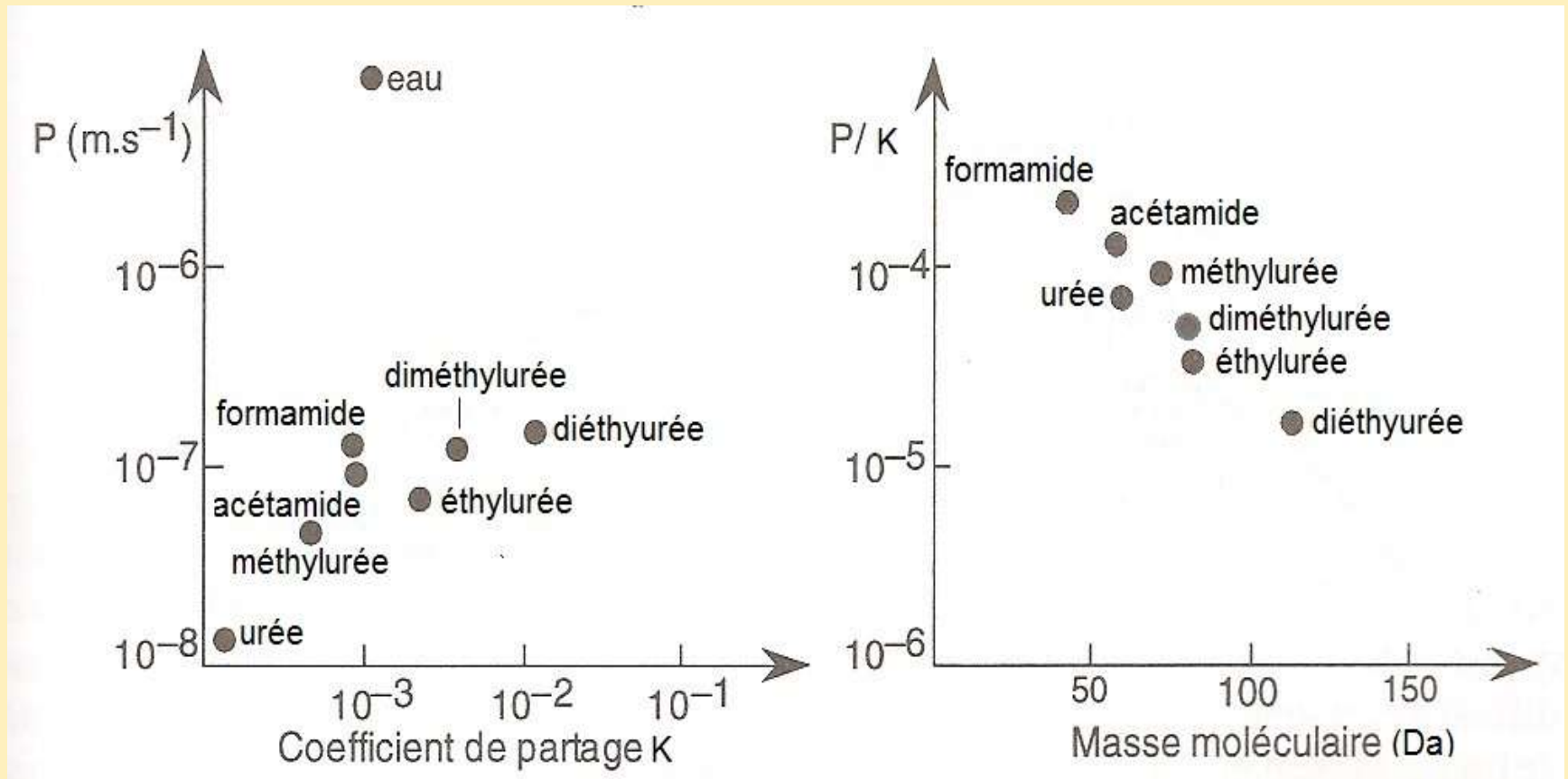
Un liposome

Les liposomes sont constitués à partir de phospholipides, ces derniers s'organisent en minimisant les interactions de leur chaîne hydrocarbonée avec l'eau. Ces systèmes miment les membranes biologiques et ont permis les premières études sur la perméabilité membranaire.

Utilisations actuelles:

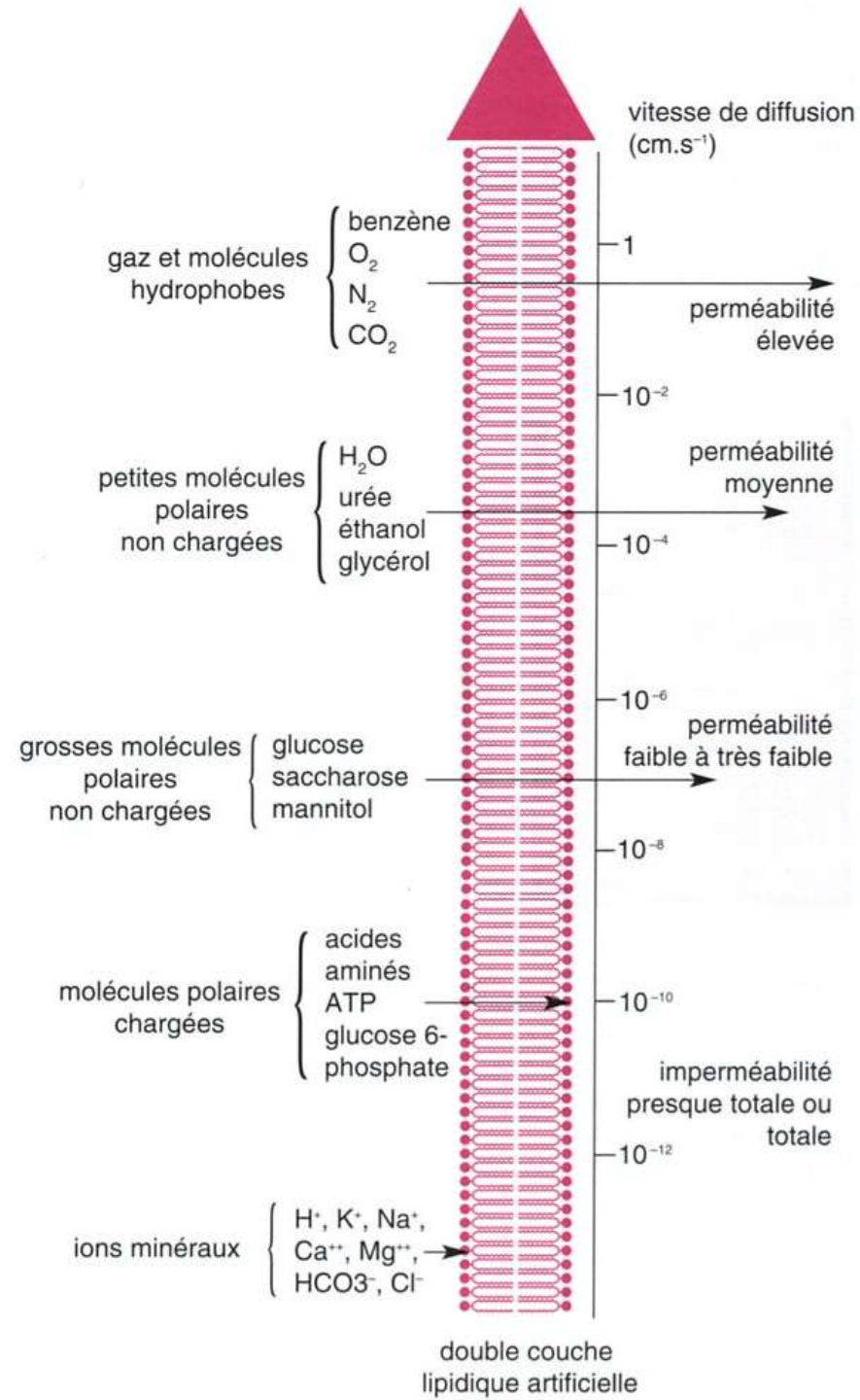
- en imagerie médicale par introduction de substances fluorescentes ou radiomarquées
- dans la recherche pharmaceutique comme vecteurs de médicaments, leur structure très proche de celle des membranes cellulaires leur permet de fusionner avec elles libérant des principes actifs.

Exercice 1 : les paramètres influençant la perméabilité membranaire



Document 29.
Diagramme montrant l'étendue des valeurs des coefficients de perméabilité (cm.s^{-1}) pour le passage de diverses catégories de molécules et d'ions à travers les bicouches lipidiques artificielles.

(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).



Première loi de Fick



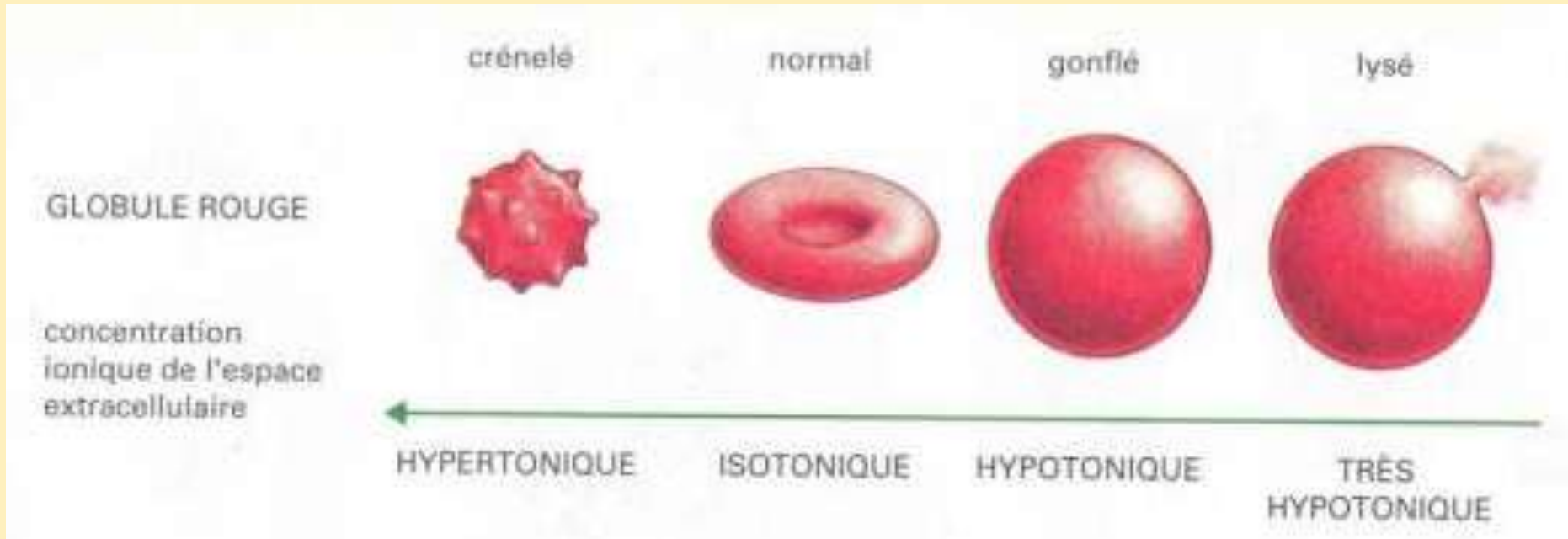
Adolph FICK

$$\Phi = -D \cdot S \frac{\partial C}{\partial x}$$

Φ en mole/s

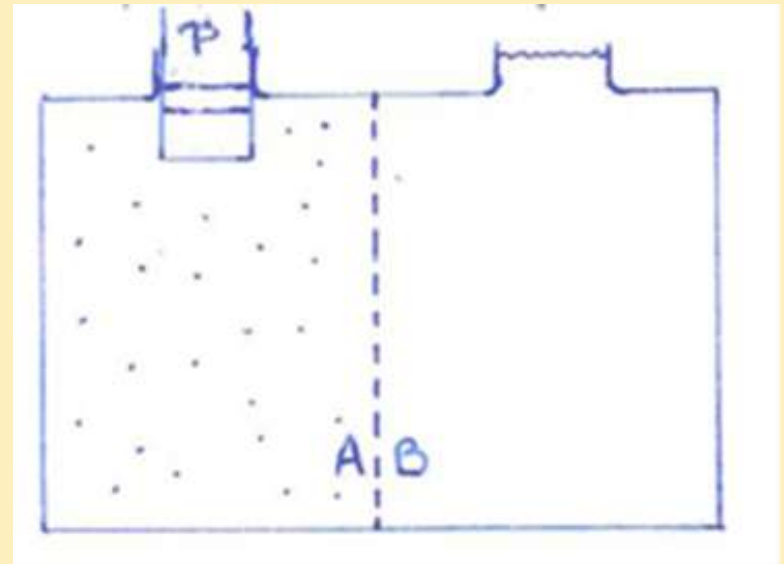
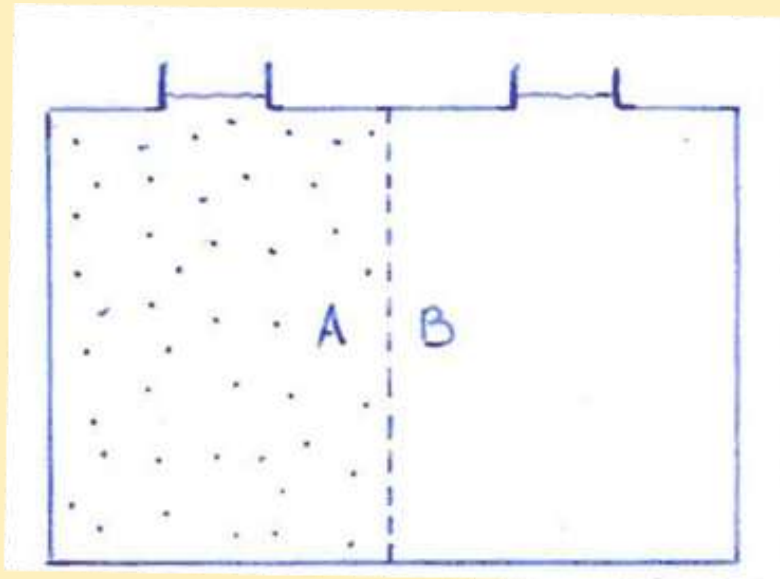
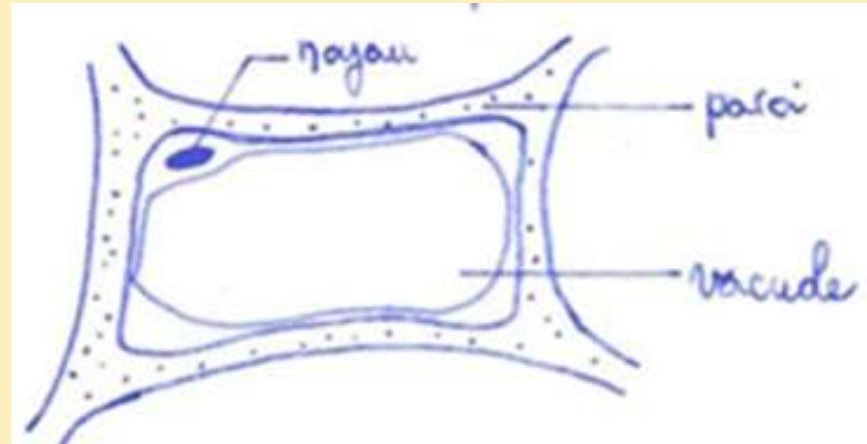
D en m^2/s , S en m^2 , x en m, C en mole/ m^3 :

Mise en évidence de mouvements d'eau à travers la membrane plasmique de l'hématie

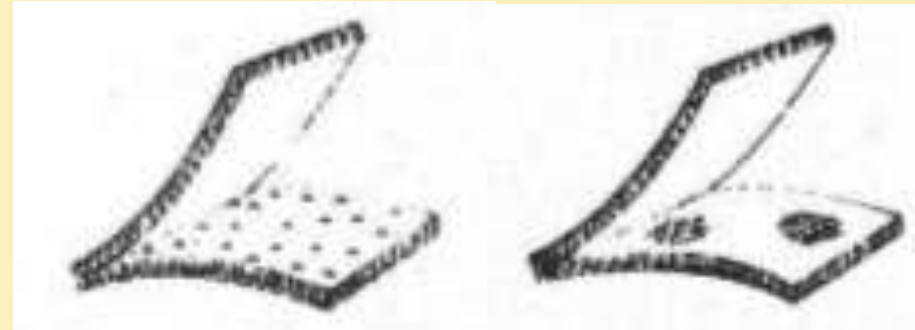
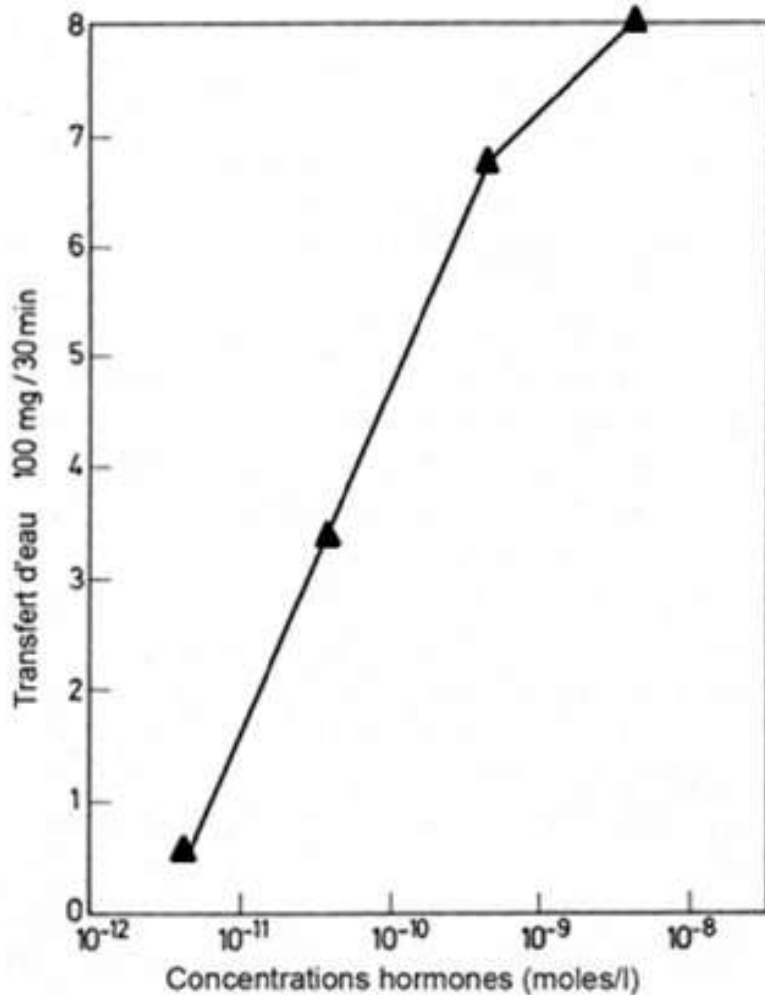


Osmose et potentiel hydrique

Mécanismes et thermodynamique des transferts d'eau à travers la membrane



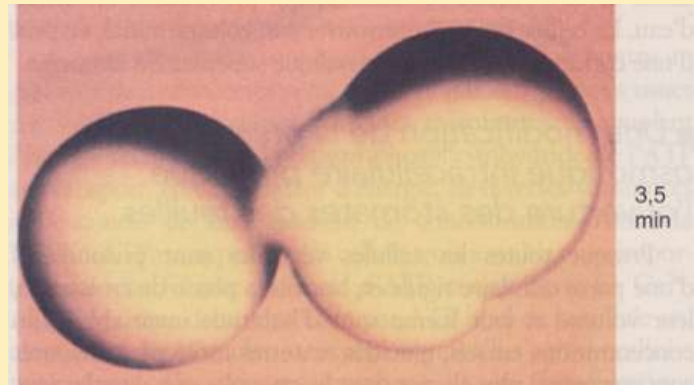
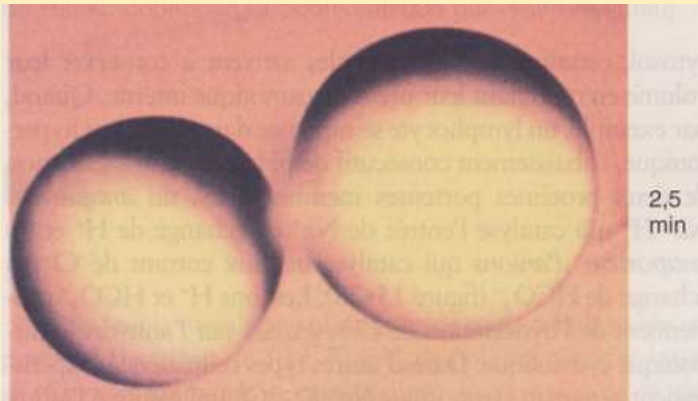
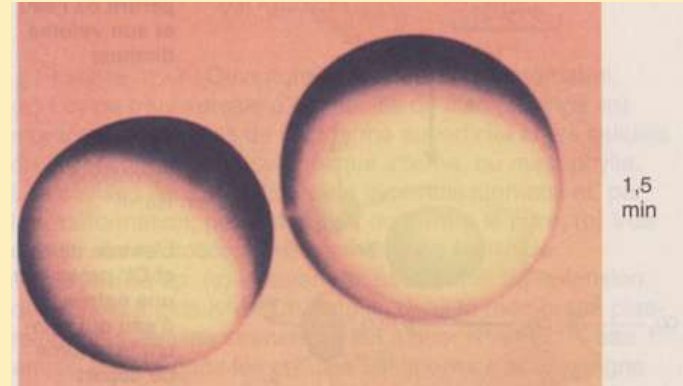
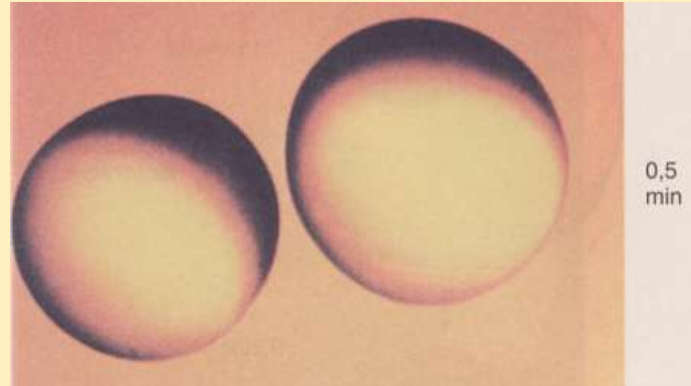
Effet de l'ADH (hormone antidiurétique) sur le transfert de l'eau à travers l'épithélium de la vessie de Grenouille



Interprétation des observations des membranes des cellules épithéliales en MET après cryofracture :

- A gauche : sans ADH.
- A droite : en présence d'ADH, les protéines intrinsèques s'agrègent en complexes qui pourraient représenter des structures en canaux.

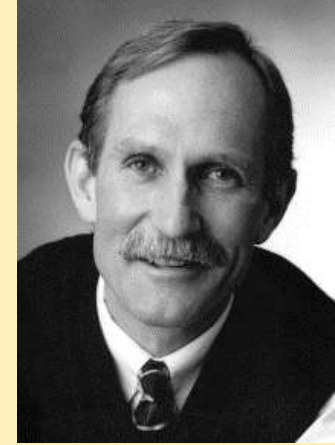
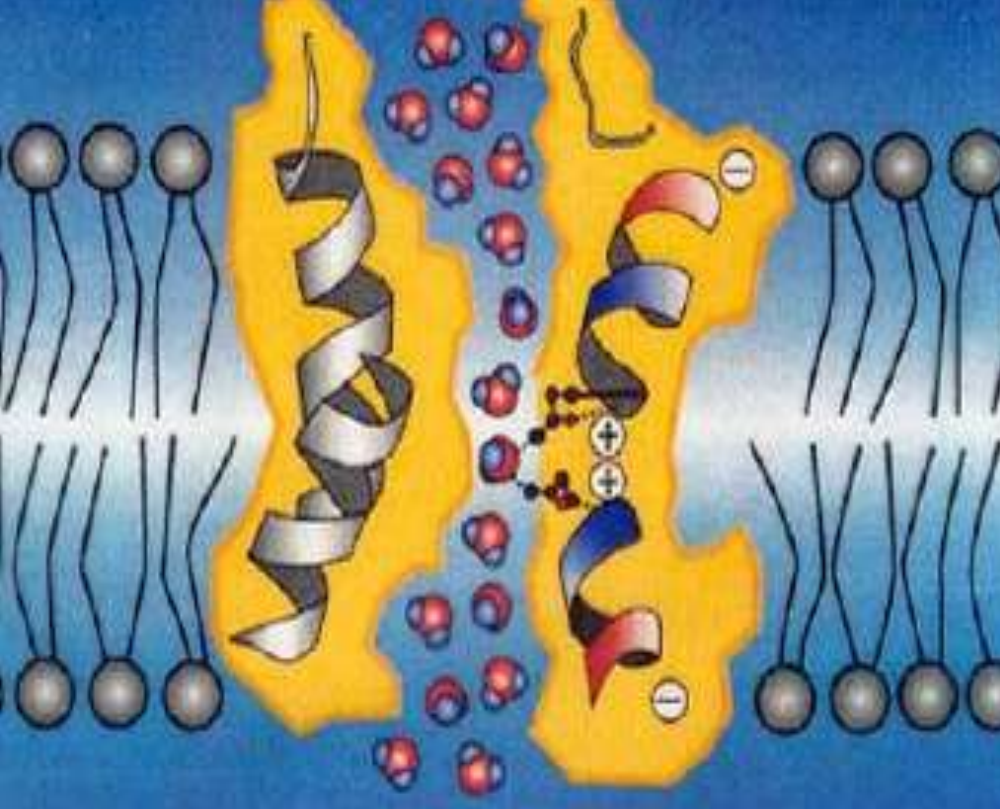
Accroissement de perméabilité à l'eau d'ovocytes de grenouilles exprimant l'aquaporine



À gauche : ovocyte normal.

À droite : ovocyte ayant reçu par microinjection de l'ARNm codant pour une aquaporine.

Les cellules sont transférées au temps 0 dans un milieu hypotonique.

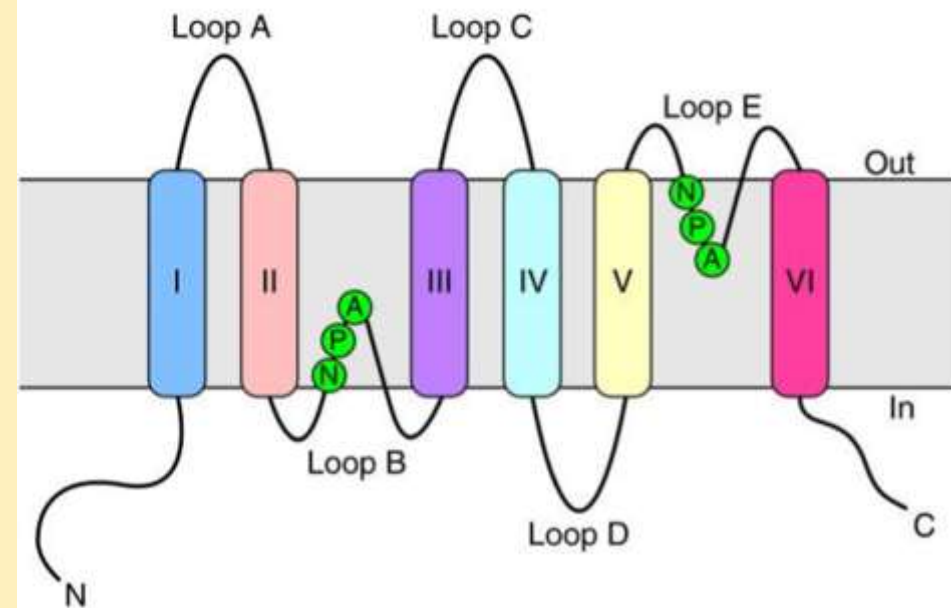


Peter Agre,
prix Nobel de
Chimie 2003

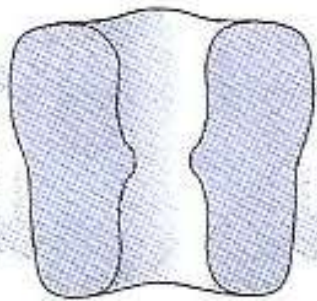
Modèle d'un pore
d'aquaporine constitué
de 4 protéines en forme
de canal.

<http://web.expasy.org/prolune/dossiers/011/>

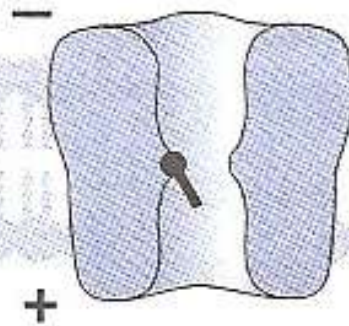
Document 31. Organisation d'un protomère d'aquaporine.



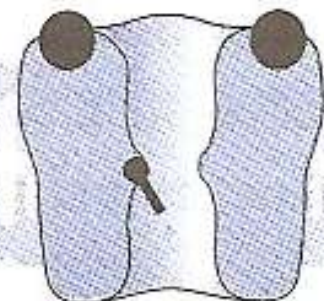
Les différents types de canaux ioniques



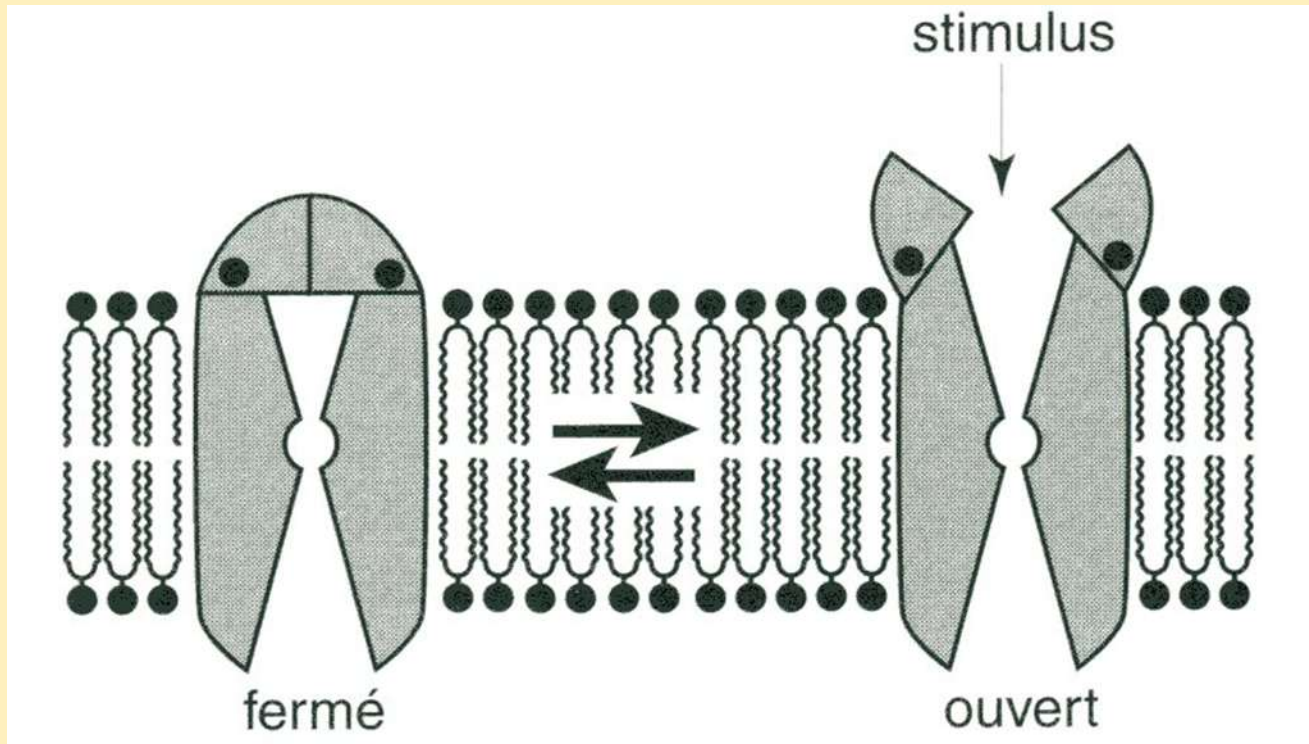
Canal à ouverture permanente



Canal à ouverture contrôlée par la tension



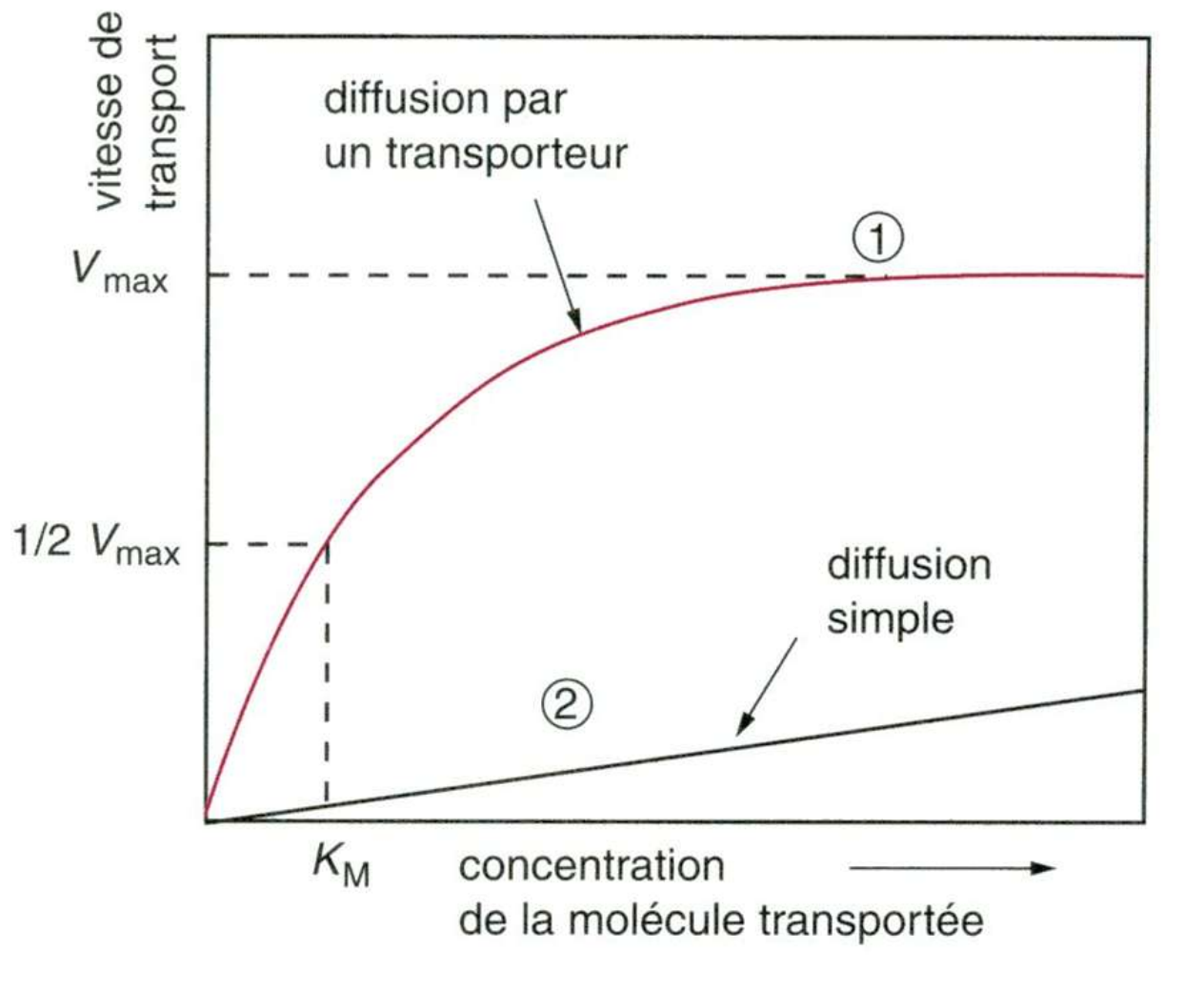
Canal à ouverture contrôlée par un ligand



Document 32. Représentation schématique des deux états possibles d'un canal ionique à ouverture contrôlée.

En général fermé, un tel canal s'ouvre sous l'action d'un stimulus électrique (dépolariation membranaire), chimique (fixation d'un ligand intra- ou extracellulaire) ou mécanique (vibration).

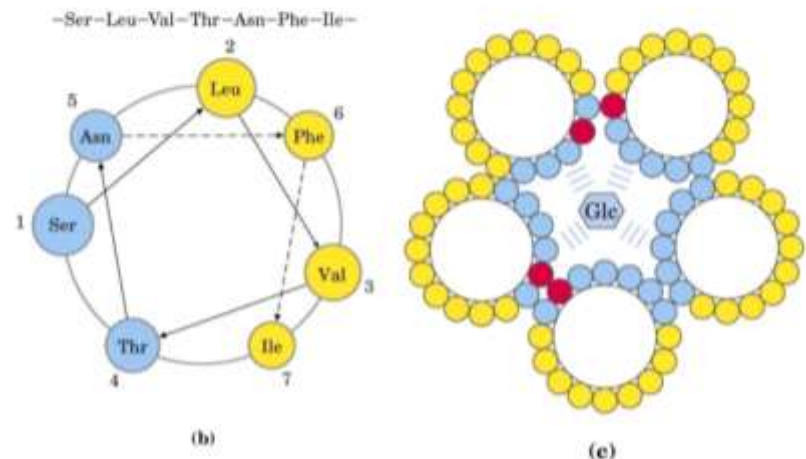
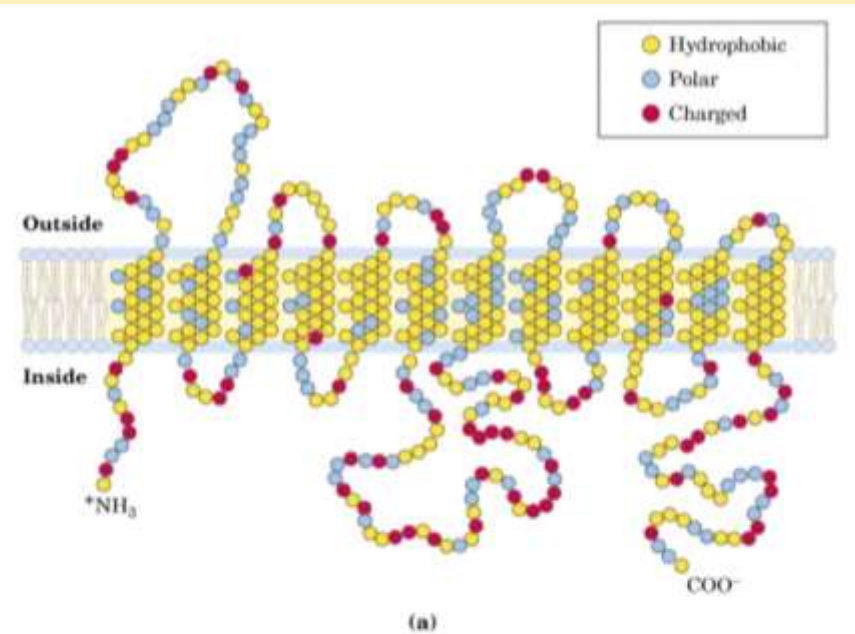
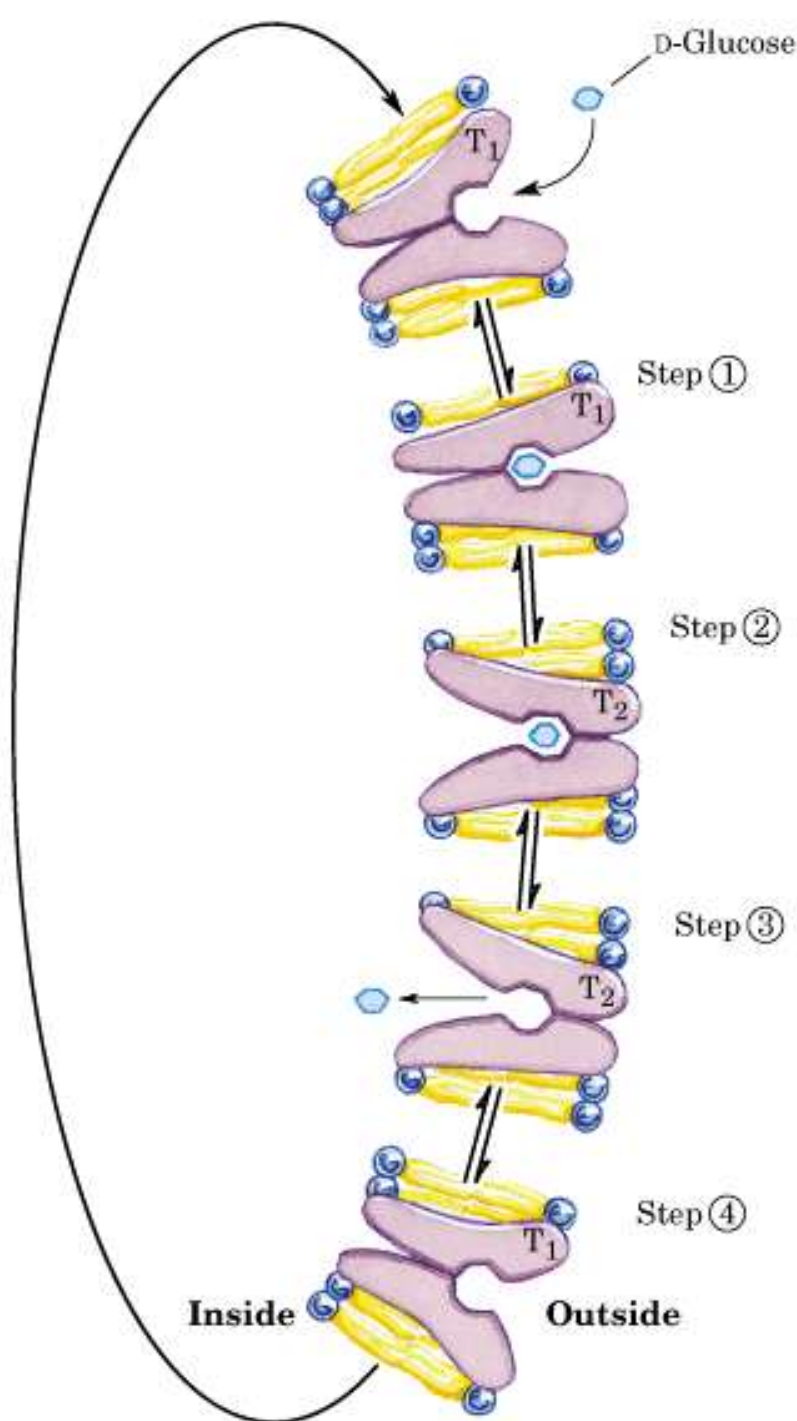
(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).



Document 33. Comparaison entre les vitesses de transport observées dans la diffusion facilitée par une perméase et dans la diffusion simple.

(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).

Structure et modèle de fonctionnement d'une perméase à glucose : GluT1 (GluT1 est présente dans presque toutes les cellules animales)



Exercice 2 : un contrôle hormonal de la perméabilité au glucose

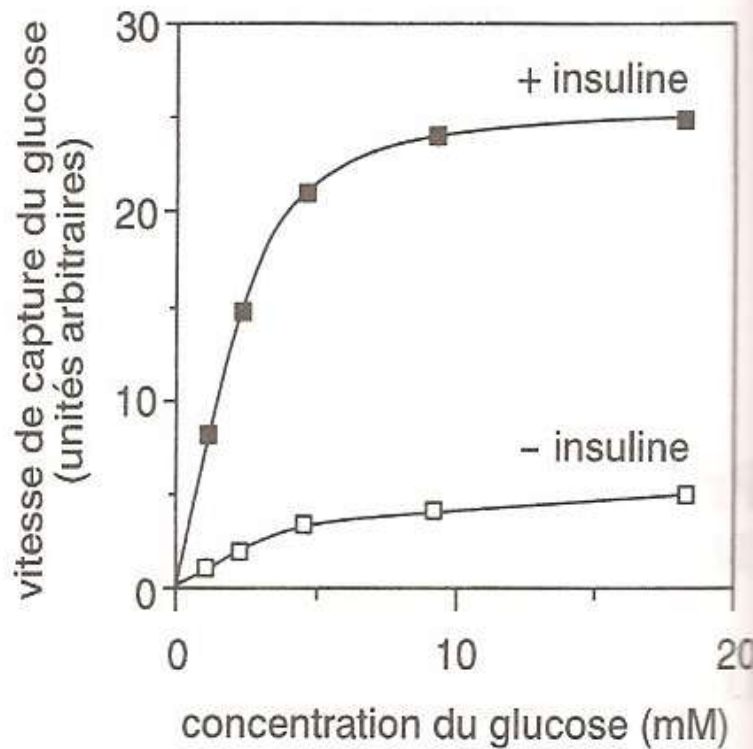
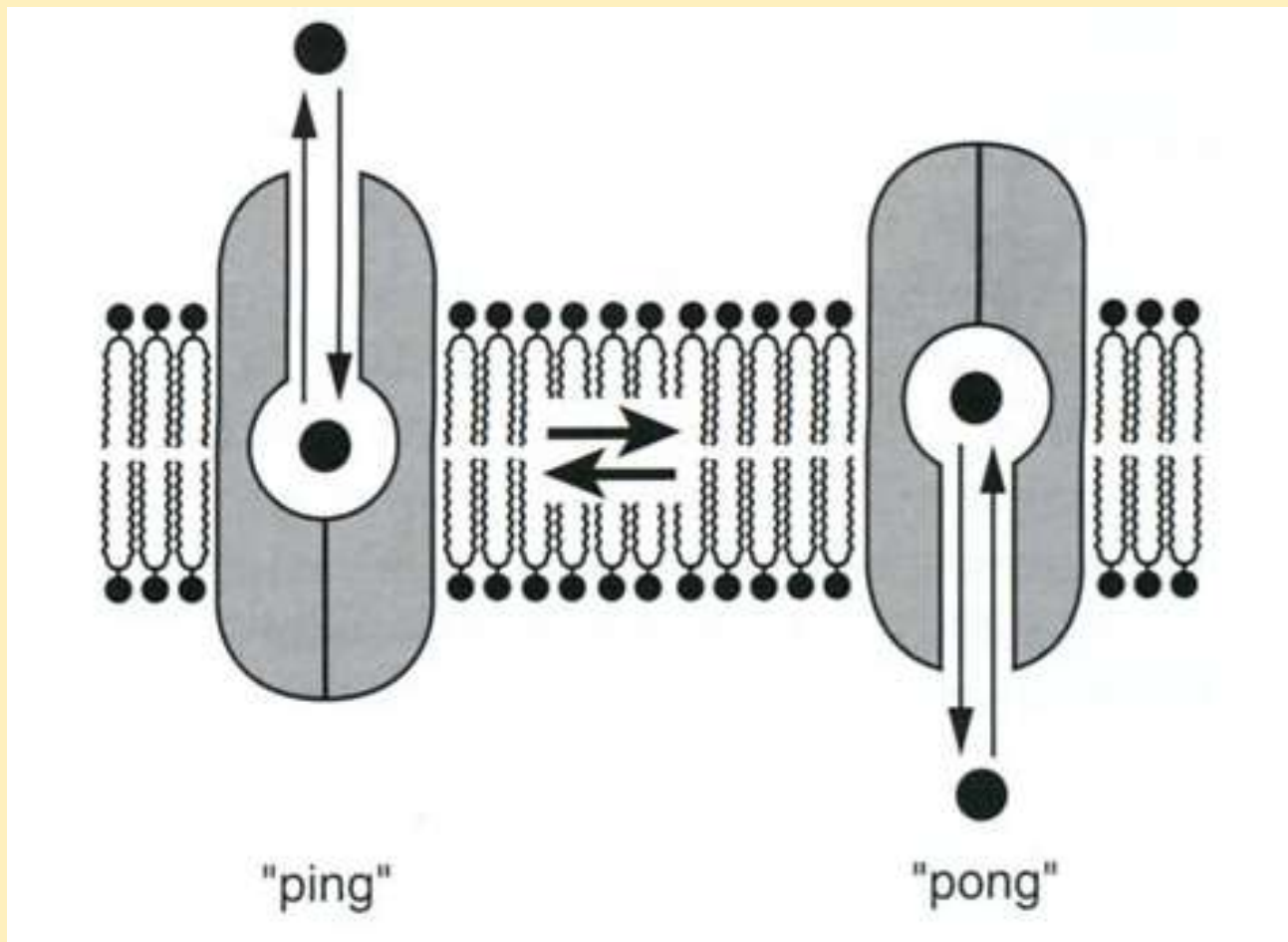


Figure 1. Effets de l'insuline sur la vitesse de « capture » du glucose par des cellules adipeuses.

Figure 2. Taux de transporteurs du glucose sur des membranes traitées ou non par l'insuline.

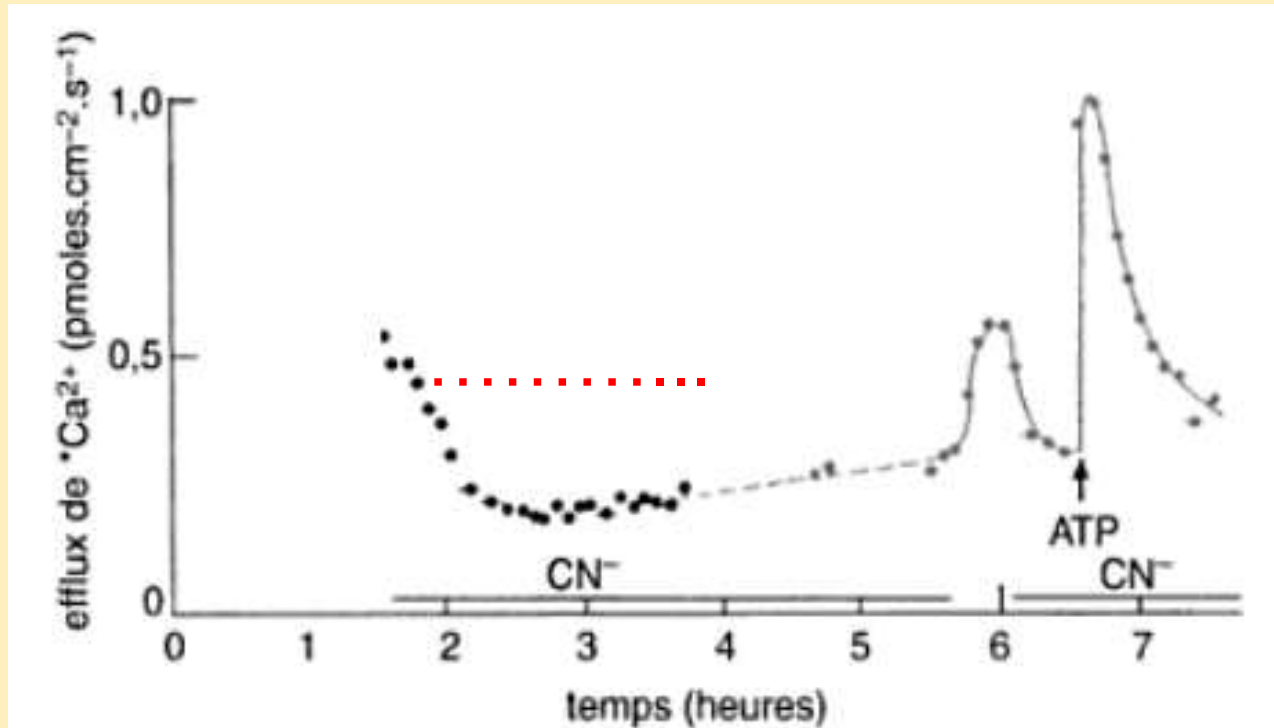
Fraction membranaire	³ H-Cytochalasine B liée (cpm/mg protéine vésiculaire)	
	Cellules non traitées (- Insuline)	Cellules traitées (+ Insuline)
Membrane plasmique	890	4 480
Endomembranes	4 070	480



Document 34. Modèle schématique illustrant le changement de conformation d'un transporteur de type perméase, et ses deux états alternatifs notés " ping " et " pong ".

(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).

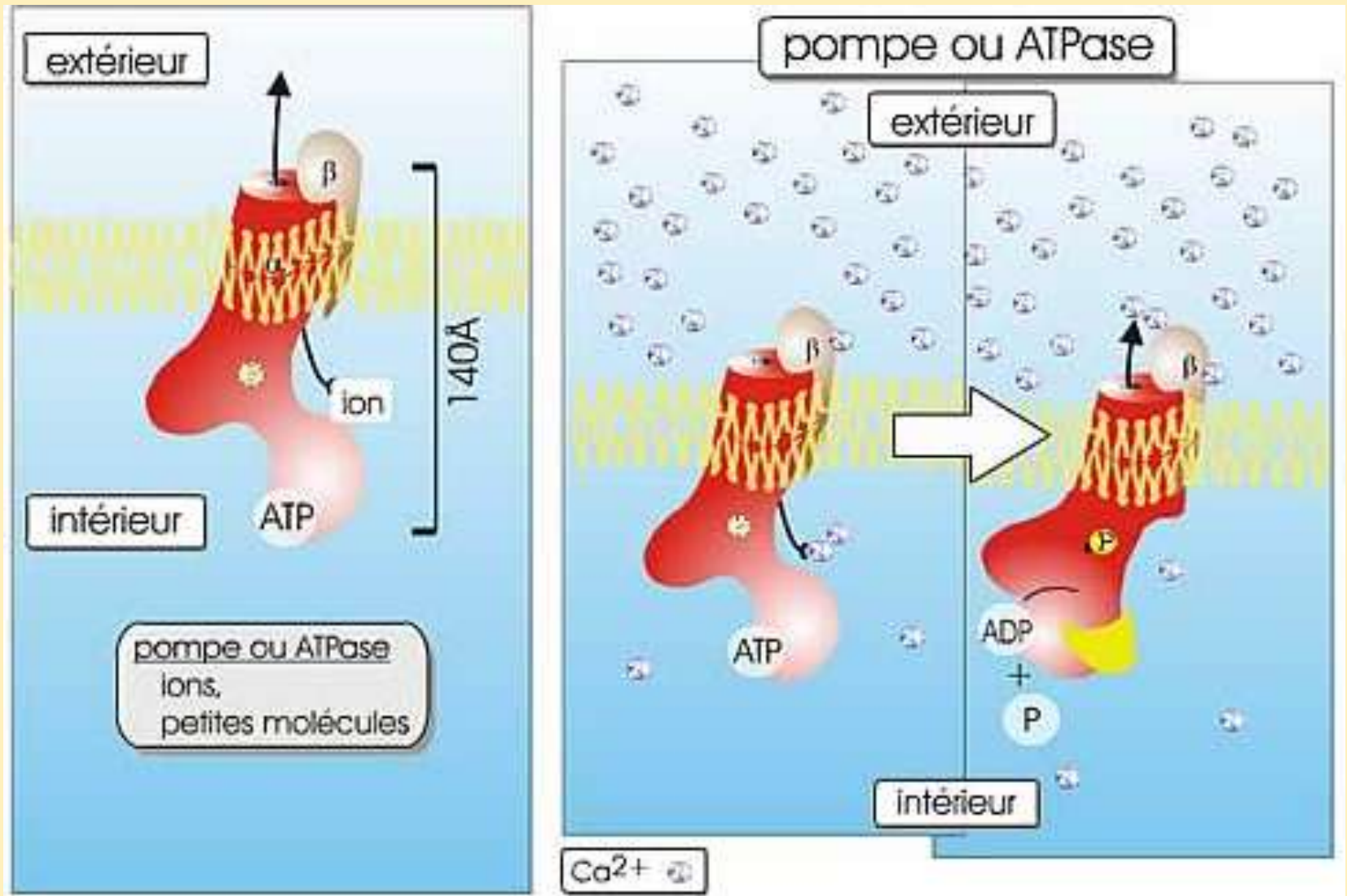
Transport actif primaire : Mise en évidence de la pompe Ca^{2+} ATPase



Document 35. Mesure de l'efflux de calcium de l'axone en utilisant le dispositif expérimental suivant :

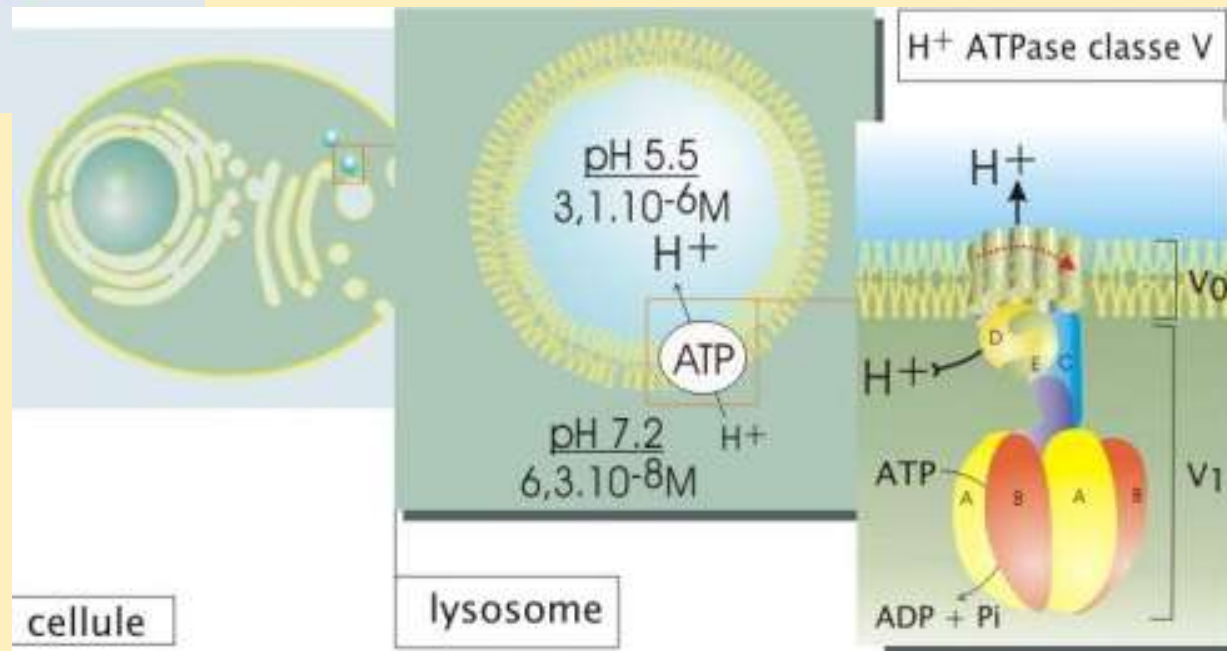
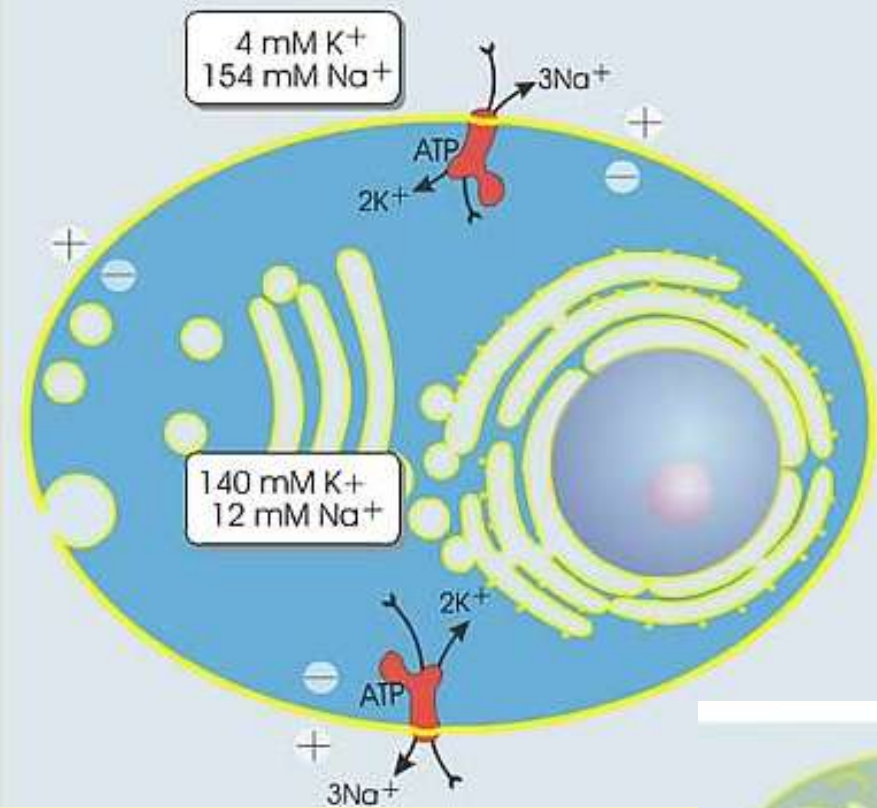
L'axone est chargé en ions $^{40}\text{Ca}^{2+}$ par microinjection, puis conservé dans une chambre froide le temps de l'homogénéisation de la répartition des ions tout le long de l'axone. Des échantillons du milieu extérieur sont collectés toutes les 2 à 5 min et le comptage radioactif est réalisé. Les flux sortants sont exprimés en $\text{pmoles.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$. En rouge : valeurs contrôle - En noir : en présence de cyanure, avec ou sans ATP

La pompe Ca^{2+} ATPase : modélisation



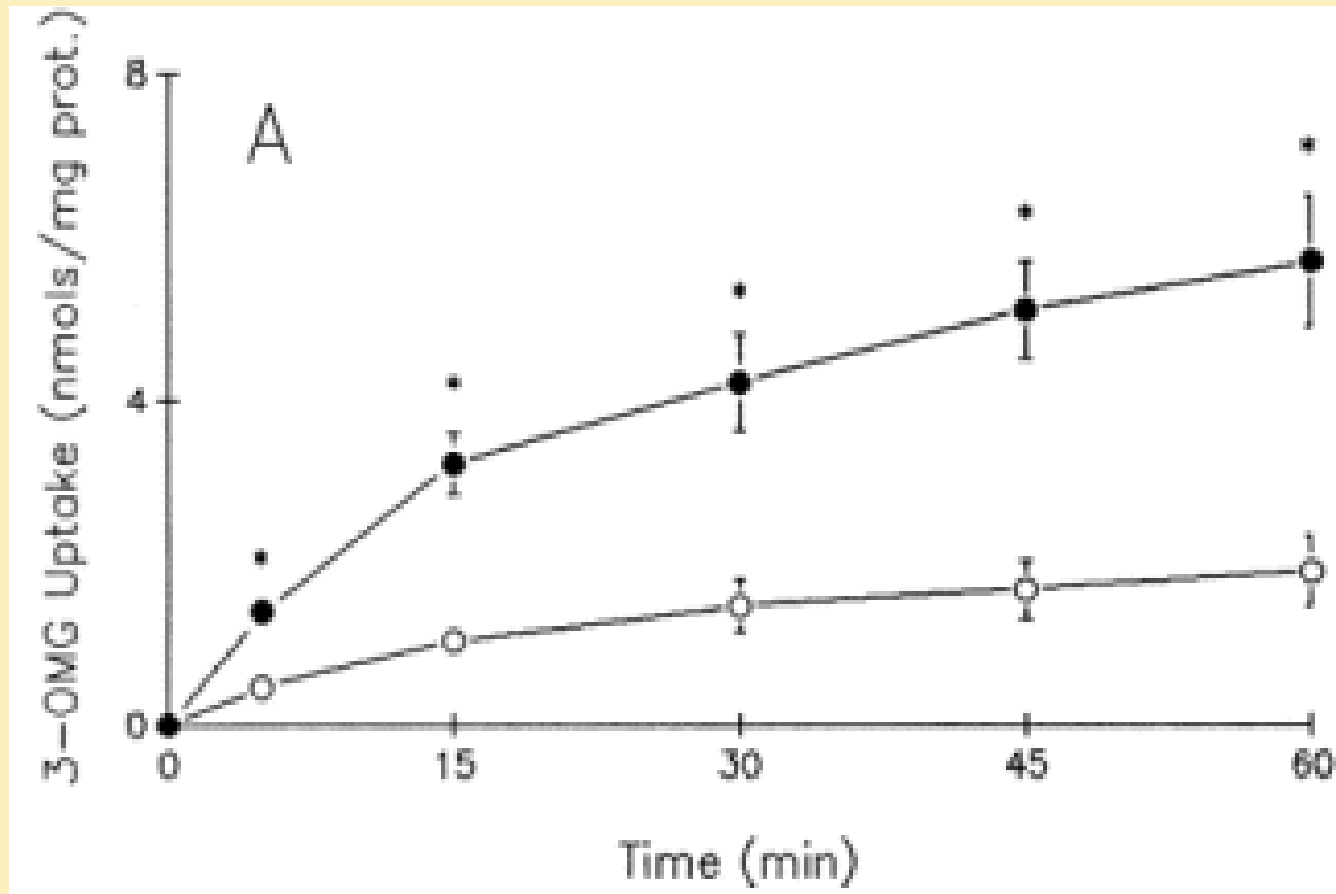
Transports actifs primaires

La pompe Na^+/K^+ ATPase

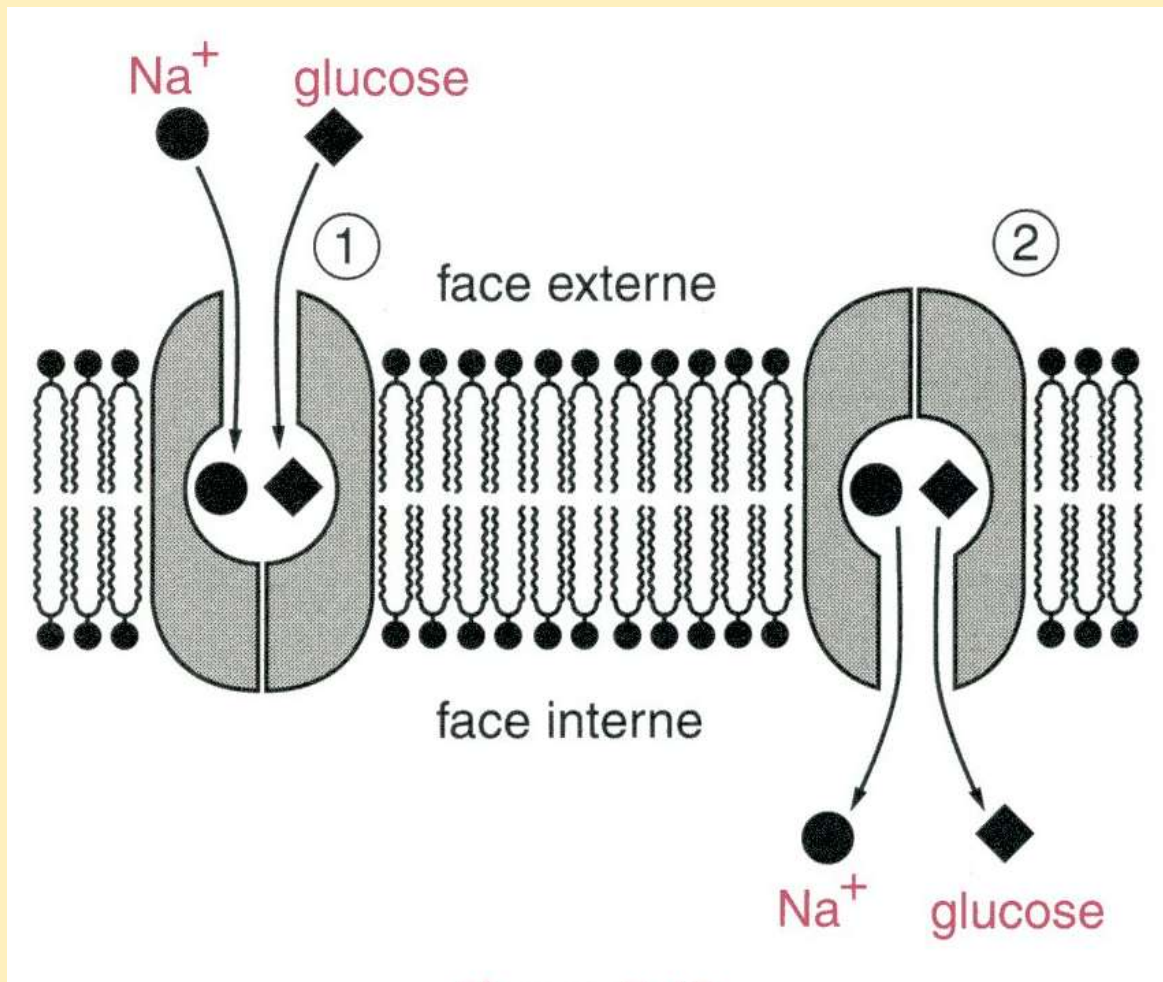


La pompe H^+ ATPase lysosomale

Effet de la concentration extracellulaire en Na^+ sur l'absorption de glucose par l'entérocyte

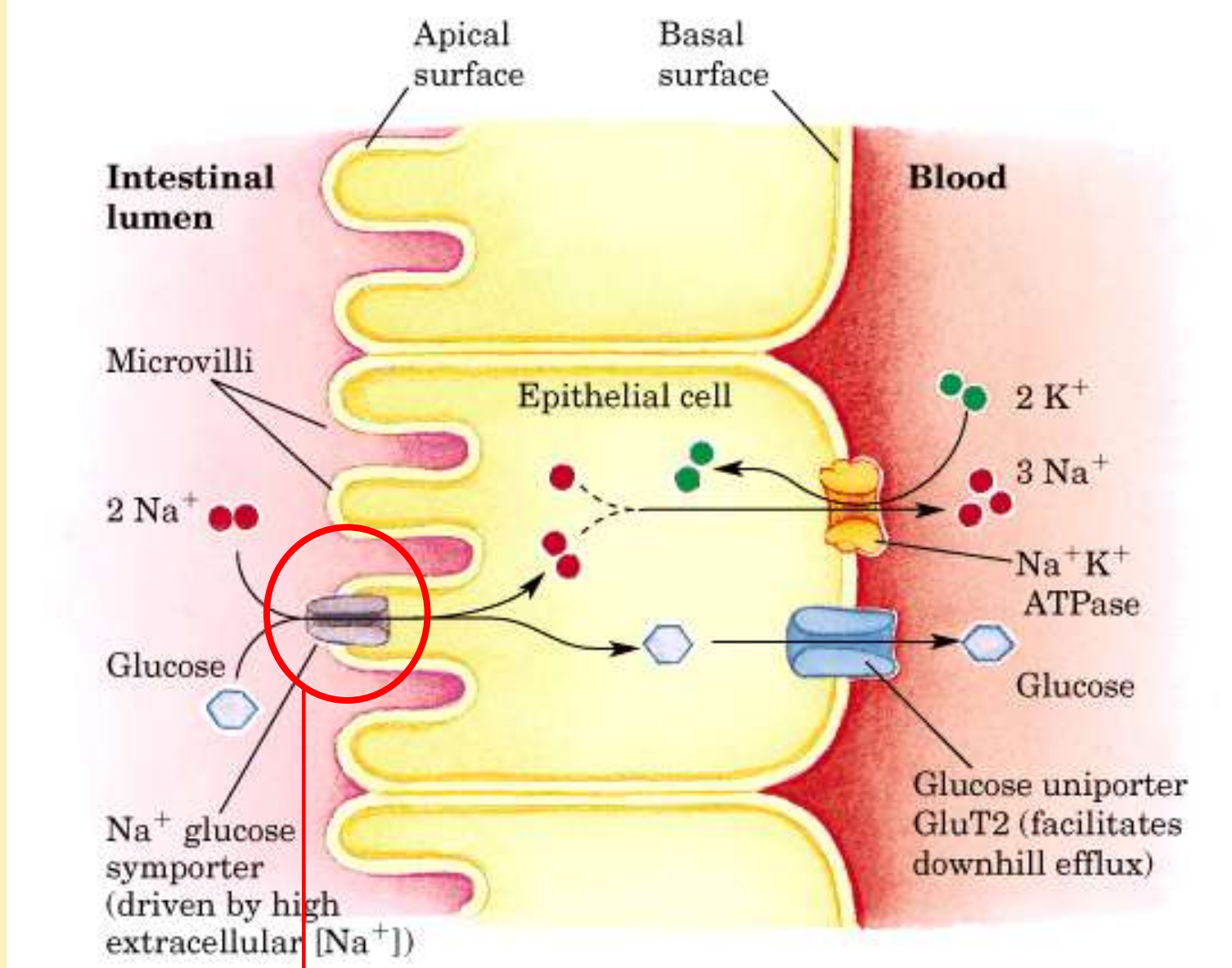


3 – OMG = 3 – O – méthyl – glucose, analogue du glucose
Cercles pleins : avec Na^+ ; cercle vides : sans Na^+ .



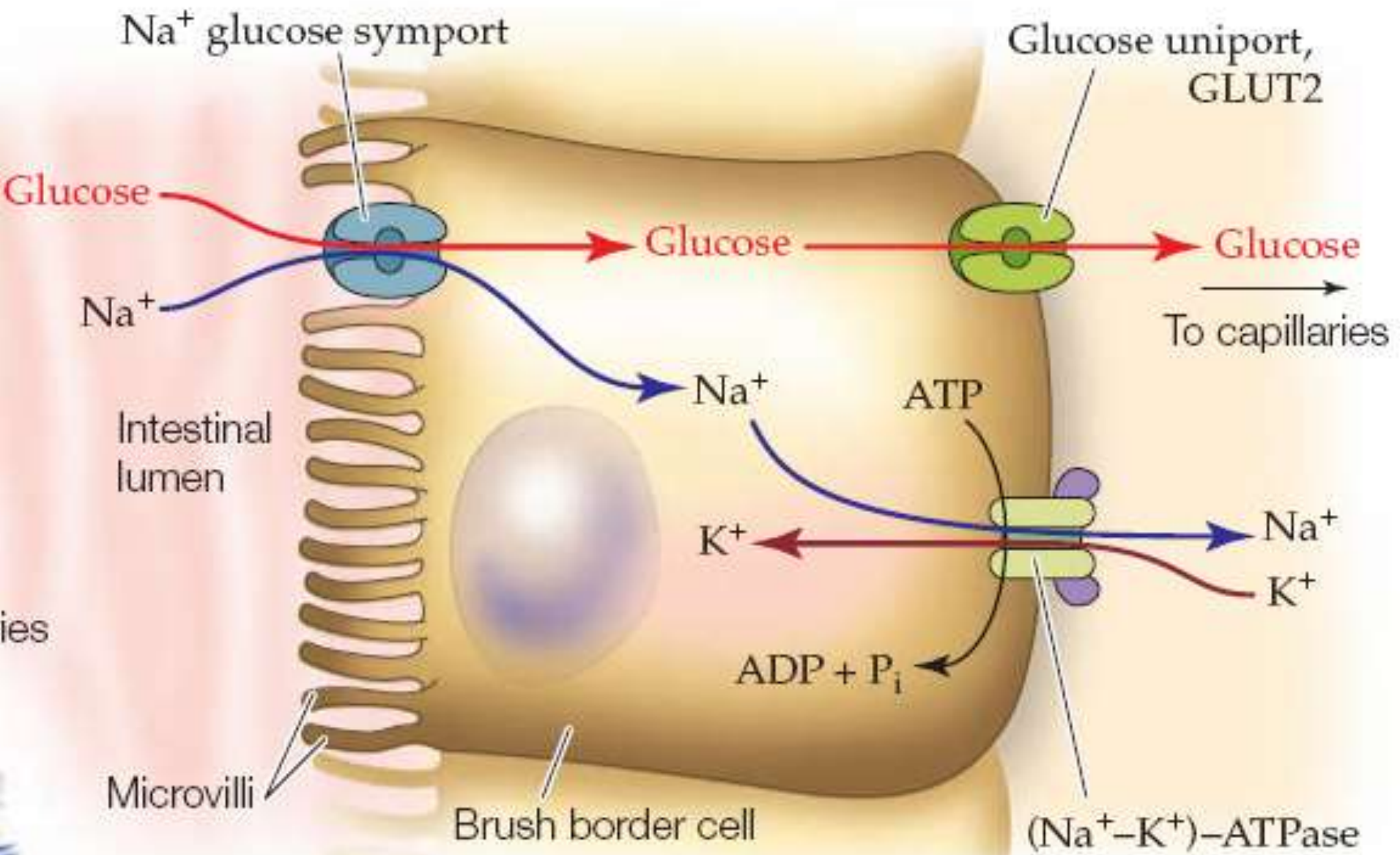
Document 36. Mode de fonctionnement d'un transporteur actif secondaire basé sur un gradient d'ions Na^+ .

(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).



Transport actif secondaire du glucose dans l'entérocyte
 (le symporteur est une pompe, mode de fonctionnement différent de gluT1)

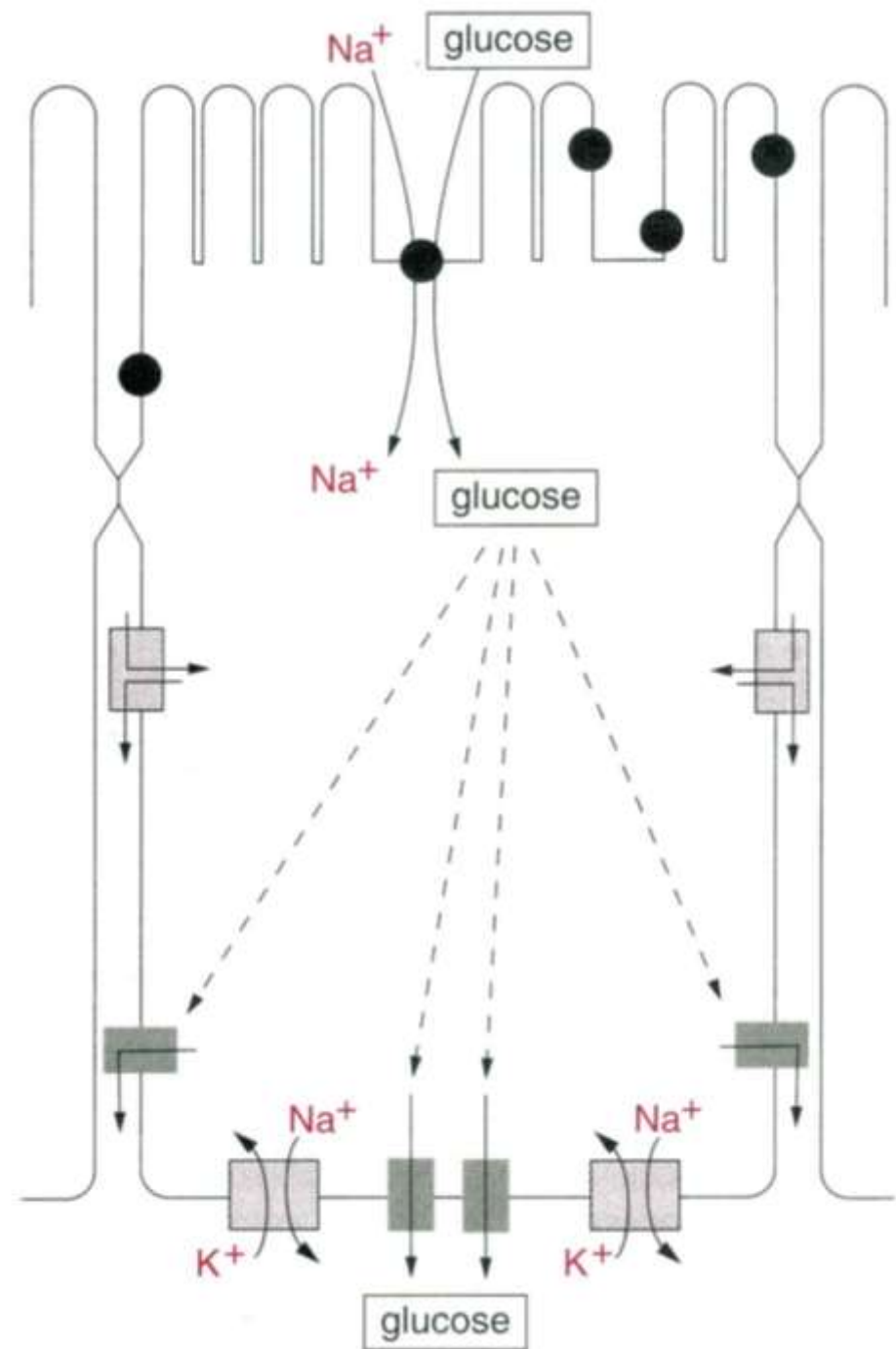
(c) Glucose transport



Document 37. Schéma illustrant le transport du glucose intestinal à travers un entérocyte.

Trois molécules porteuses sont en jeu, dont les distributions membranaires sont capitales pour assurer le passage unidirectionnel de ce composé à travers l'épithélium intestinal. Le symport Na^+ / glucose est localisé sur la face apicale absorbante, tandis que la pompe Na^+ / K^+ ATP dépendante et la perméase sont confinées dans la membrane basolatérale.

(CALLEN JC., " Biologie cellulaire : des molécules aux organismes " ; Dunod Ed., 1999).



	Diffusion	Transfert facilité	Transport facilité	Electro-diffusion	Transport actif primaire	Transport actif secondaire
Exemple étudié	urée				pompe $\text{Ca}^{2+}/\text{ATPase}$	
Aspects énergétiques	passif		passif			
Utilisation de protéines		aquaporine				
Spécificité	non				oui	
Saturation	non					
Fonctions associées	nutrition excrétion métabolisme					
Autres exemples	eau (osmose)					

Document 38. Un bilan de la diversité des modalités de franchissement membranaire.

	Diffusion	Transfert facilité	Transport facilité	Electro-diffusion	Transport actif primaire	Transport actif secondaire
Exemple étudié	urée	eau	glucose	ions	pompe Ca ²⁺ / ATPase	glucose
Aspects énergétiques	passif	passif	passif	passif	actif (ATP)	actif (gradient ionique)
Utilisation de protéines	NON	aquaporine	perméase	canal protéique	pompe	symporteur
Spécificité	non	oui	oui	oui	oui	oui
Saturation	non	non	oui	non	oui	oui
Fonctions associées	nutrition excrétion métabolisme	nutrition excrétion métabolisme	nutrition	excitabilité	nutrition excrétion excitabilité	nutrition excrétion
Autres exemples	- eau (osmose), - petites molécules non polaire (O ₂ , CO ₂ , acides gras)		petites molécules polaires (acides aminés...)	Na ⁺ K ⁺ Ca ²⁺	H ⁺ Na ⁺ /K ⁺	- petites molécules polaires : glucose, acides aminés - ions

Document 38. Un bilan de la diversité des modalités de franchissement membranaire.