

2. LES TRANSPORTS MEMBRANAIRES

2.1 La membrane plasmique

2.2 Types de transport à travers la membrane plasmique

- **Transports passifs**
- **Transports actifs**
- **Transports vésiculaires**

2.3 L'osmose

2.1 La membrane plasmique

2.1.1 Propriétés générales

La membrane plasmique peut être vue comme une *mosaïque de protéines* qui flottent dans une *bicouche fluide de lipides*.

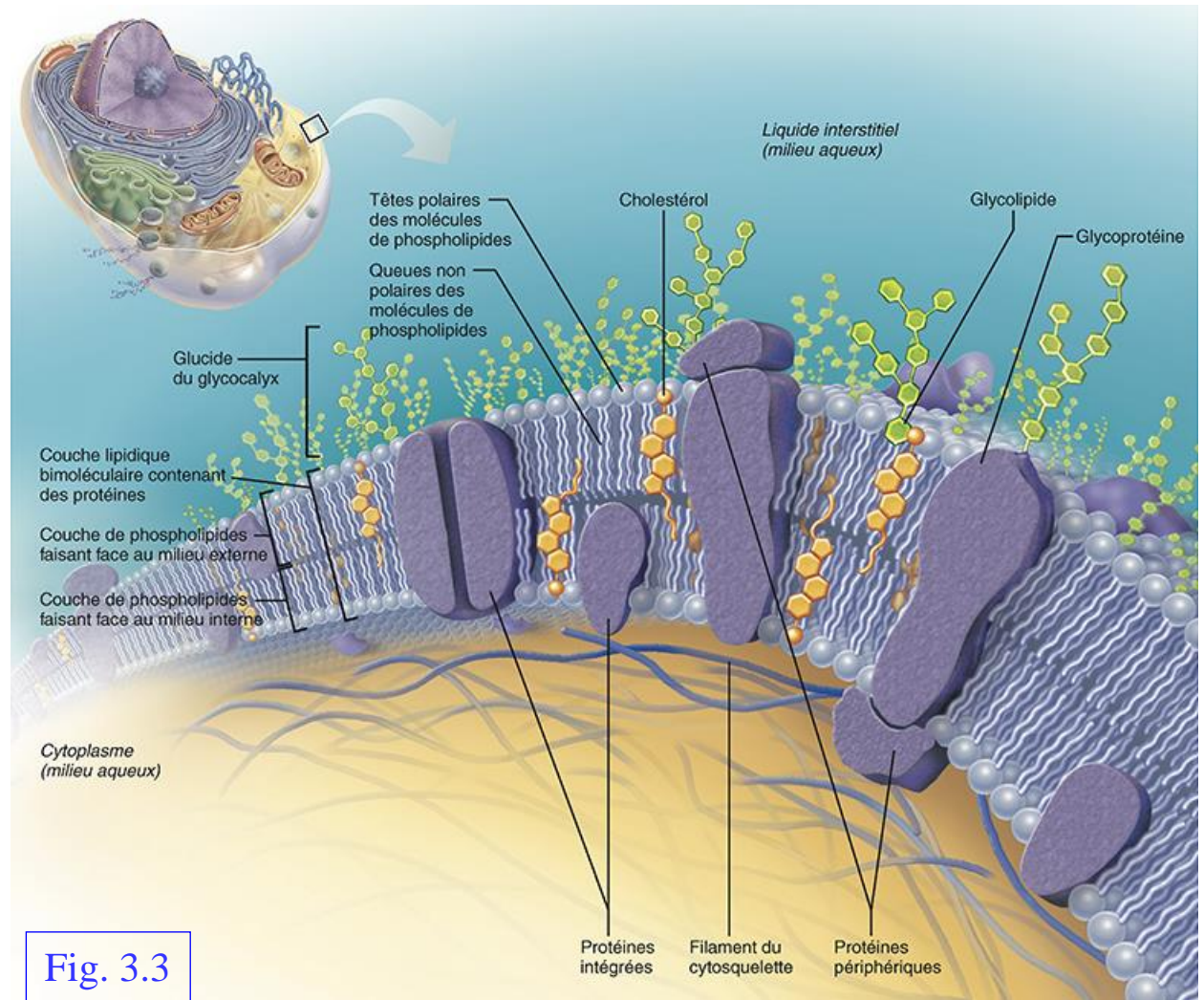
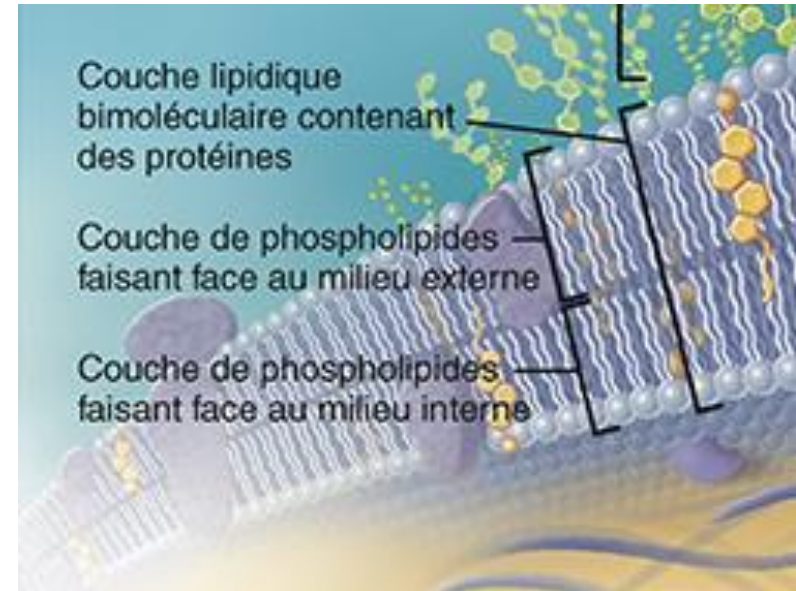


Fig. 3.3

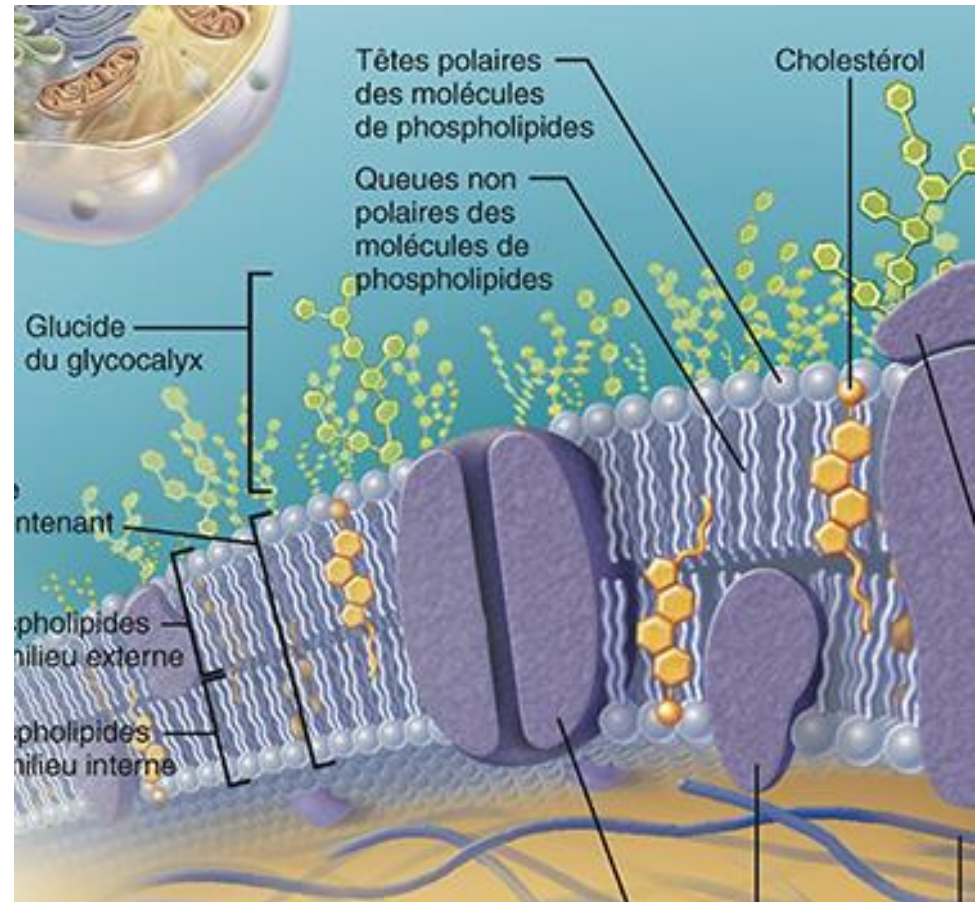
2.1.2 La bicouche lipidique de la membrane plasmique

- ✓ Consiste principalement en une double couche de **phospholipides**. Cet arrangement spontané en deux couches parallèles provient des propriétés des phospholipides, molécules qui ont deux régions :
 - Une région *hydrophile*, la “tête polaire”, qui est chargée et attirée par l’eau.
 - Une région *hydrophobe*, la “queue non polaire”, composée des longues chaînes d’acides gras insolubles dans l’eau et qui s’alignent vers le centre de la membrane, éloignées des molécules d’eau.
- ✓ Perméable aux molécules non polaires et liposolubles (ex.: O_2 , CO_2) mais imperméable aux ions (ex.: Na^+ , Cl^-) et molécules polaires (ex.: glucose).
- ✓ La bicouche est de nature *fluide* : les phospholipides sont mobiles et peuvent diffuser latéralement le long de leur couche.
- ✓ Fonctions de la bicouche de lipides :
 - Elle forme la structure de base de la membrane plasmique.
 - Elle est responsable de la fluidité de la membrane.
 - Elle constitue une barrière très hermétique aux molécules qui ne sont pas solubles dans les lipides (ex.: ions, molécules polaires tels les sucres).



- **Cholestérol :**

- Lipide dont la structure en anneau s'insère entre les phospholipides.
- Peut constituer jusqu'à 20% de la quantité totale en lipides d'une membrane plasmique.
- Fonction du cholestérol :
"stabilise" la membrane en diminuant la mobilité des molécules de phospholipide tout en empêchant leur interaction. Absolument essentiel pour maintenir l'intégrité de la membrane.



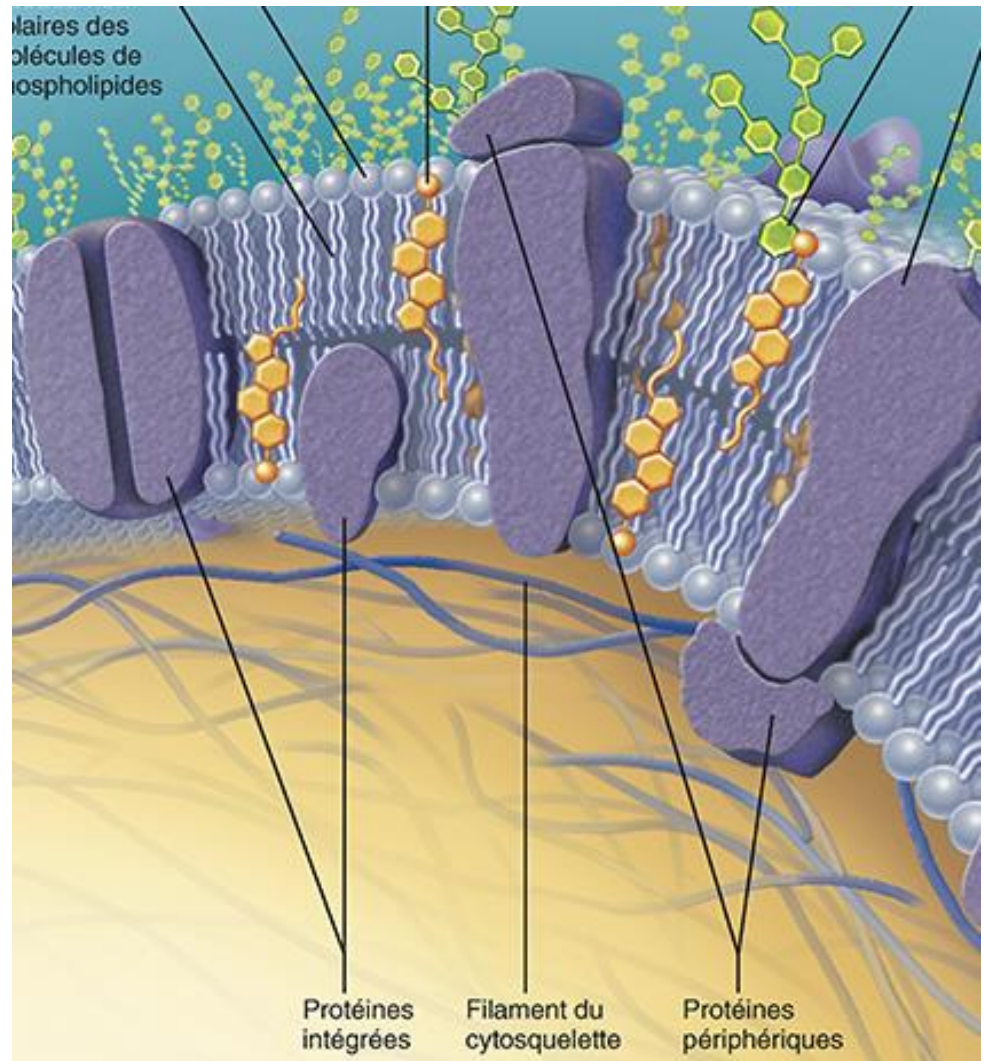
- **Glycocalyx :**

- Recouvre la surface externe de la membrane plasmique; riche en *glycoprotéines* et *glycolipides*.
- Fonctions du glycocalyx :
 - Constitue un ensemble de marqueurs pour la reconnaissance entre cellules.
 - Sert d'adhésif entre les cellules.

2.1.3 Les protéines membranaires

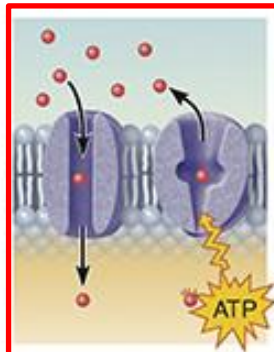
Deux types :

- **Protéines périphériques :**
Situées à la surface (cytoplasmique ou extracellulaire) de la membrane.
- **Protéines intégrées :**
Insérées dans la bicouche lipidique
 - **Protéines transmembranaires :**
Protéines intégrées qui traversent complètement la membrane plasmique



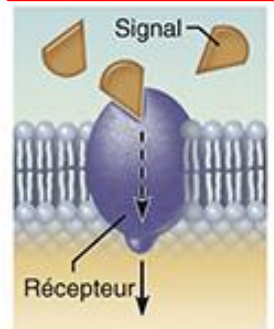
2.1.3 Les protéines membranaires

Fonctions :



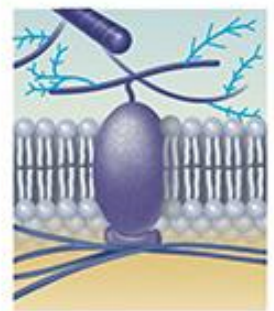
(a) Transport

Une protéine transmembranaire (à gauche) forme parfois un canal hydrophile qui est sélectif pour un certain soluté dont il assure le passage à travers la membrane. Certaines protéines de transport (à droite) hydrolysent l'ATP ; cette source d'énergie leur permet de faire passer des substances à travers la membrane de façon active, comme le ferait une pompe.



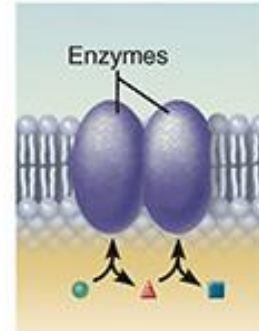
(b) Récepteur pour la transduction des signaux

Certaines protéines membranaires en contact avec le milieu extracellulaire comportent un site de liaison doté d'une forme spécifique ; ce site permet à un messenger chimique, telle une hormone, de s'unir à ces protéines. Ce signal extérieur peut provoquer un changement de conformation de la protéine et amorcer ainsi une suite de réactions chimiques à l'intérieur de la cellule.



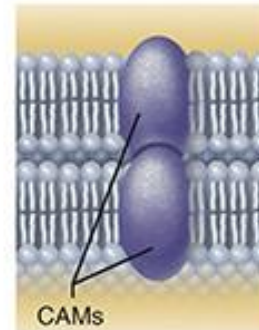
(c) Fixation au cytosquelette et à la matrice extracellulaire

Certains éléments du cytosquelette (structure de soutien interne de la cellule) ainsi que la matrice extracellulaire sont parfois ancrés à des protéines membranaires, permettant ainsi à la cellule de garder sa forme et déterminant l'emplacement de certaines protéines sur la membrane.



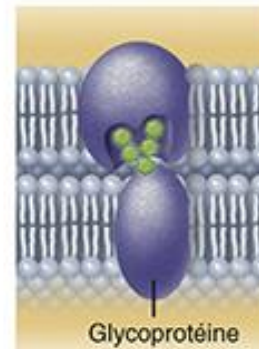
(d) Activité enzymatique

Quelques-unes des protéines enchâssées dans la membrane sont des enzymes dont le site actif est en contact avec les substances présentes dans la solution adjacente. Dans certains cas, plusieurs enzymes d'une même membrane travaillent de concert et catalysent les étapes successives d'une même voie métabolique, comme dans cette illustration (de gauche à droite).



(e) Jonctions intercellulaires

Les protéines membranaires de cellules adjacentes peuvent être reliées entre elles et former ainsi divers types de jonctions intercellulaires. Certaines protéines (CAM) de ce groupe forment des sites de liaisons transitoires qui guident la migration des cellules et d'autres interactions entre celles-ci.



(f) Reconnaissance entre cellules

Certaines glycoprotéines (protéines liées à de courtes chaînes de glucides) jouent le rôle d'étiquettes que d'autres cellules peuvent reconnaître.

Figure 3.4 Les protéines membranaires assurent de nombreuses fonctions. Il arrive qu'une même protéine exécute plusieurs de ces tâches.

2.2 Types de transport membranaire

Section 2.2

Animation à visionner sur le site de Pearson-ERPI :

- ***Les transports membranaires***

https://media.pearsoncmg.com/intl/streaming/erpi/etext/erpi_animations_biologie/bioflix/transport_membranaine.mp4

2.2 Types de transport membranaire

2.2.1 Perméabilité membranaire et gradients de concentration

- La membrane plasmique forme une barrière à **perméabilité sélective** entre le liquide extracellulaire et le liquide intracellulaire.
- Protéines intégrées qui agissent comme canaux ou transporteurs :
 - Permettent le passage spécifique d'ions ou molécules membrane à travers la membrane, ce qui lui confère sa propriété de perméabilité sélective.
 - En grande partie responsables des **gradients de concentration** des solutés de part et d'autre de la membrane.

Concentrations typiques de quelques solutés des liquides extracellulaire et intracellulaire

	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Glucose	pH
Extracellulaire	142 mM	4 mM	1.2 mM	105 mM	24 mM	5 mM	7.4
Intracellulaire	10 mM	140 mM	0.0001 mM	4 mM	10 mM	0-1 mM	7.0

Quel est le sens du gradient de concentration des ions H⁺, sont-ils plus concentrés à l'intérieur ou à l'extérieur ?

Transports membranaires passifs et actifs

2.2.2 Transports passifs

i) Caractéristiques générales des transports passifs :

Ne requièrent pas de dépense d'énergie de la part de la cellule.

– Deux types majeurs :

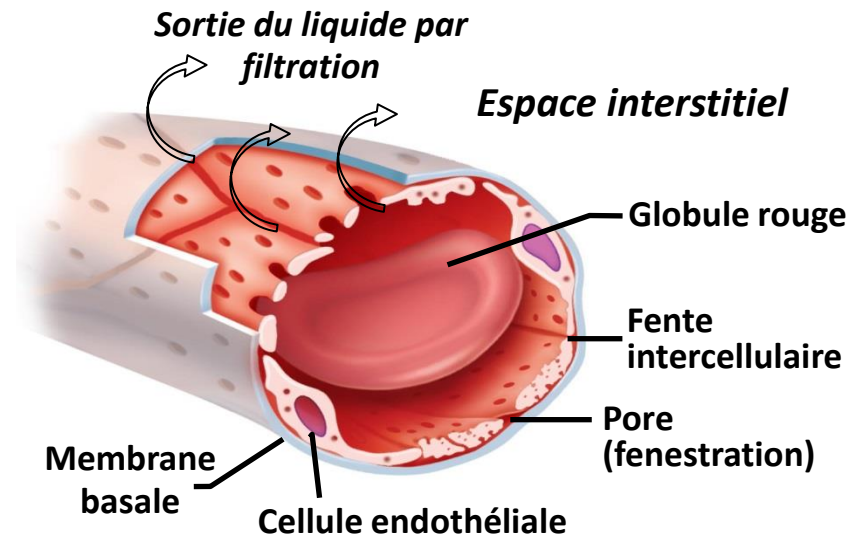
- ***Diffusion***: déterminée par les ***gradients de concentration***
- ***Filtration***: déterminée par les ***gradients de pression***

• Filtration

- ✓ Se produit sous l'effet d'un **gradient de pression** plutôt que de concentration.
- ✓ Se produit à travers des **parois multicellulaires** plutôt qu'à travers la membrane plasmique.
→ Généralement des épithéliums simples squameux tel l'endothélium des capillaires sanguins.
- ✓ La filtration est généralement **très peu sélective**. L'eau et les solutés passent en vrac entre les cellules (« fentes intercellulaires ») ou à travers des pores (« fenestrations »). Seules les macromolécules telles les protéines ne passent pas.

Exemple. La filtration dans les tissus vascularisés pour permettre l'échange de liquide entre le sang et l'espace interstitiel. → Pression sanguine générée par le cœur.

Filtration du plasma à travers la paroi d'un capillaire. La sortie du liquide par les fentes intercellulaires et les pores est provoquée par la pression sanguine dans le capillaire. Notez la dimension microscopique d'un capillaire (diamètre de l'ordre de celui d'un globule rouge). La paroi des capillaires est constituée de cellules endothéliales et de leur membrane basale.



Transports passifs

ii) Diffusion

- « Tendance qu'ont les molécules et les ions à se répandre dans l'environnement. »
- Due à l'*énergie cinétique* des molécules et ions (ils sont en mouvement constant).

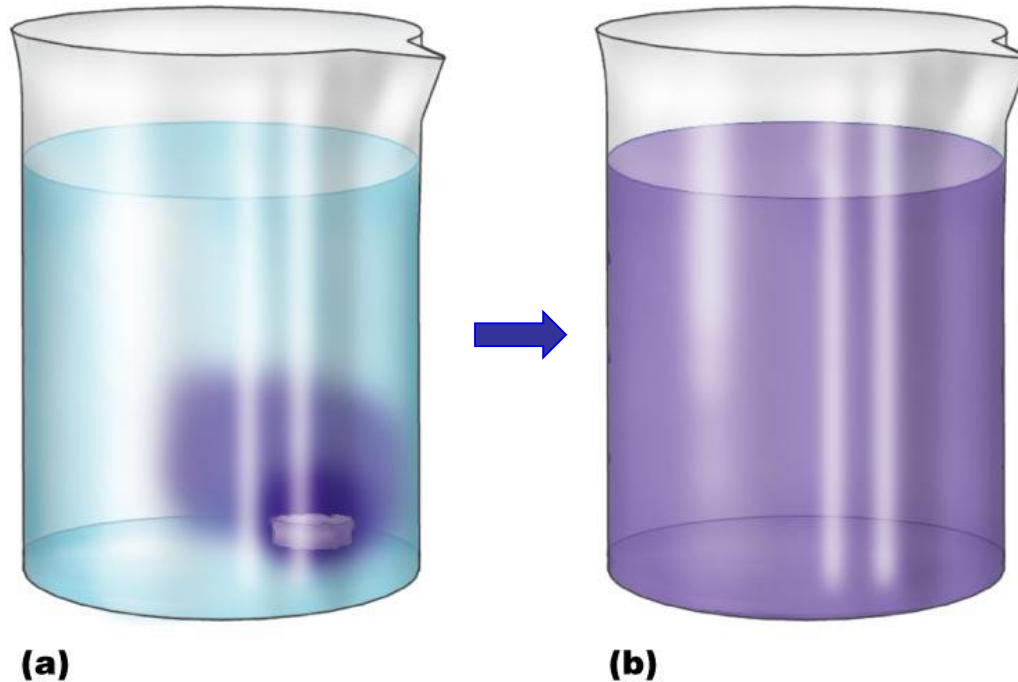


Fig. 3.6

Diffusion

- Le mouvement net des solutés est déterminé par leur *gradient de concentration* :
 - Avec la diffusion, le mouvement net suit le gradient de concentration, de la concentration la plus élevée à la concentration la plus faible.

Exemple :

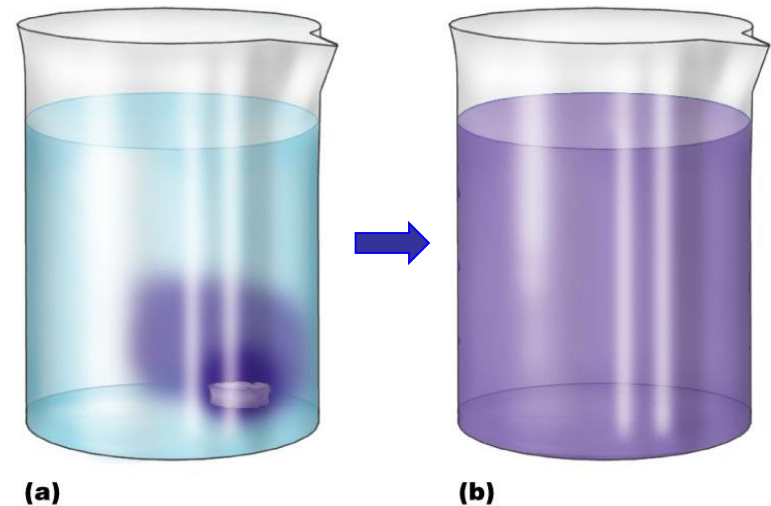
Le glucose diffuse spontanément à l'intérieur de la plupart des cellules parce que $[\text{glucose}]_{\text{ext}} > [\text{glucose}]_{\text{int}}$ (le glucose, une fois à l'intérieur des cellules, est rapidement métabolisé).

NOTE : Par convention, les crochets sont utilisés pour désigner les concentrations :

$[\text{glucose}]_{\text{ext}}$ = concentration extracellulaire de glucose

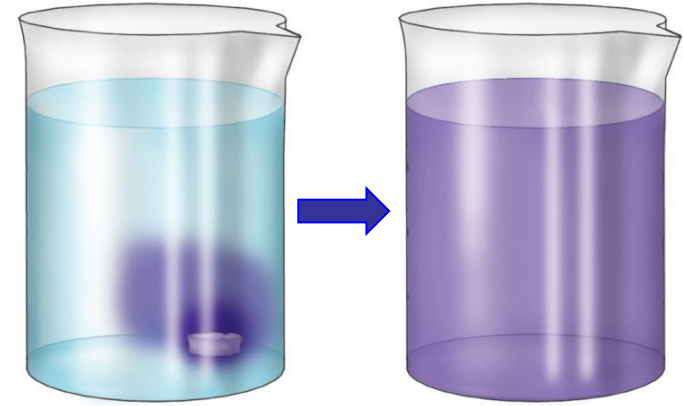
$[\text{glucose}]_{\text{int}}$ = concentration intracellulaire de glucose

- Si le gradient entre deux régions est égal à zéro, il n'y a pas de diffusion nette de molécules. Ces molécules sont toujours en mouvement, mais elles se déplacent également dans toutes les directions et le gradient de concentration demeure nul.



Diffusion

- 4 facteurs qui influencent la vitesse de diffusion :
 - **Gradient de concentration** :
 $\uparrow \text{gradient de } [] \Rightarrow \uparrow \text{vitesse}$
 - **Température** : $\uparrow T^\circ \Rightarrow \uparrow \text{vitesse}$
 - **Taille des molécules** : $\downarrow \text{taille} \Rightarrow \uparrow \text{vitesse}$
 - **Perméabilité membranaire**: $\uparrow \text{perméabilité} \Rightarrow \uparrow \text{vitesse}$



NOTES :

La vitesse de diffusion est définie comme étant le nombre de molécules qui traversent une région donnée, ou une membrane, par unité de temps (et non une distance par unité de temps). Si le gradient de concentration est égal à zéro, il n'y a pas de mouvement net et la vitesse de diffusion est égale à zéro.

La perméabilité membranaire est la facilité avec laquelle des molécules ou ions peuvent traverser une membrane. La perméabilité dépend des propriétés de la membrane: plus la perméabilité est grande, plus la diffusion nette à travers la membrane est grande.

Parmi les 4 facteurs, lequel ou lesquels sont utilisés par les cellules pour contrôler la vitesse de diffusion des solutés à travers leur membrane ?

iii) Types de diffusion

4 types :

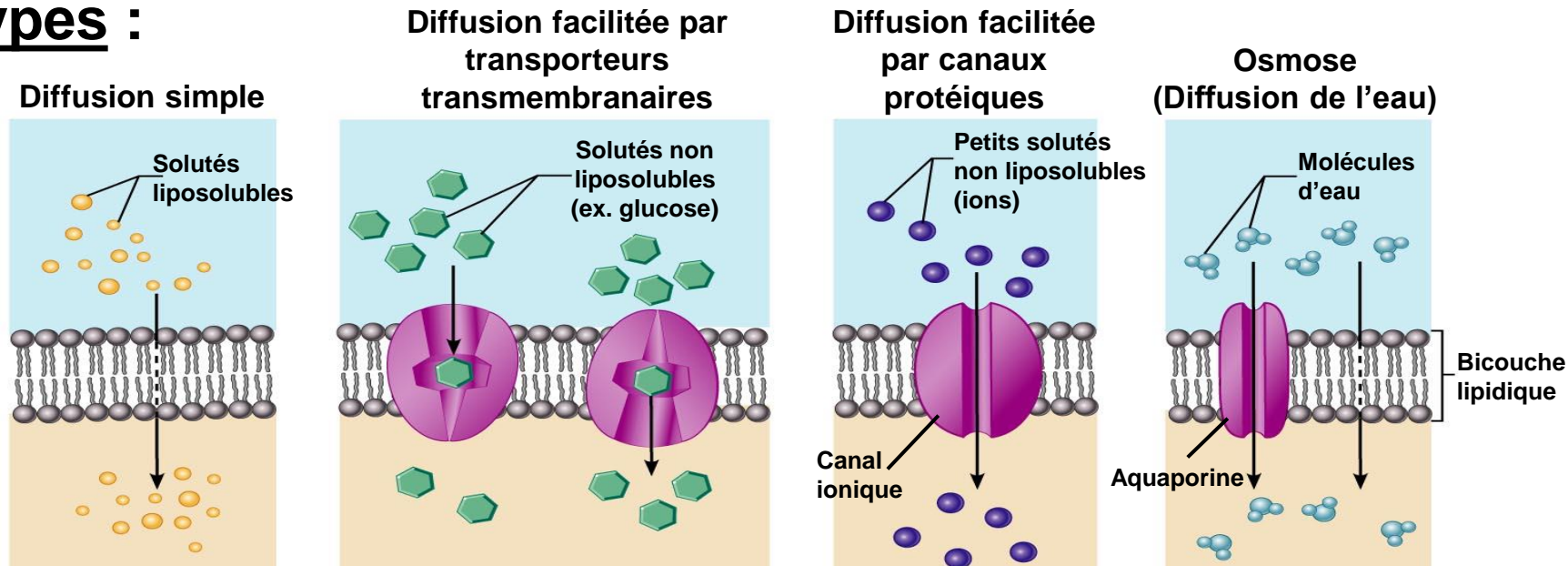


Fig. 3.7

- **Diffusion simple**
 - Diffusion de substances qui passent directement à travers la bicouche lipidique.
 - Mouvement des substances non polaires et liposolubles.
Ex.: O_2 , CO_2 , stéroïdes, vitamines liposolubles, alcool...
- **Diffusion facilitée : i) par transporteurs membranaires, ii) par canaux protéiques**
 - Se font par l'intermédiaire de protéines transmembranaires.
 - Permettent le mouvement d'ions et de petites molécules polaires.
Ex.: glucose, acides aminés, Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , ...
- **Osmose : Diffusion du solvant (eau)**
 - Se produit par diffusion simple et, surtout, par diffusion facilitée par canaux protéiques, les aquaporines.

Les deux types de diffusion facilitée

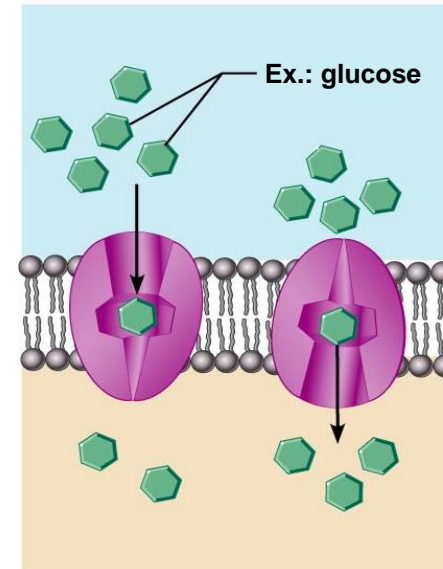
- **Diffusion facilitée par transporteurs transmembranaires :**

- Protéines intégrées qui transportent certaines molécules trop larges pour passer à travers des canaux protéiques
Ex.: transport de glucose et d'acides aminés.
- Impliquent une liaison *spécifique* et *réversible* de la molécule avec le transporteur; la translocation de la molécule se produit par des changements de conformation du transporteur.

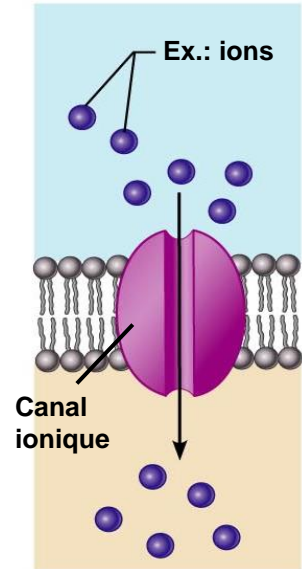
- **Diffusion facilitée par canaux protéiques :**

- Protéines intégrées qui forment des canaux permettant le passage de petits ions (canaux ioniques) ou de molécules d'eau (aquaporines).

Diffusion facilitée par transporteurs transmembranaires



Diffusion facilitée par canaux protéiques



Principale caractéristique de la diffusion facilitée: la spécificité

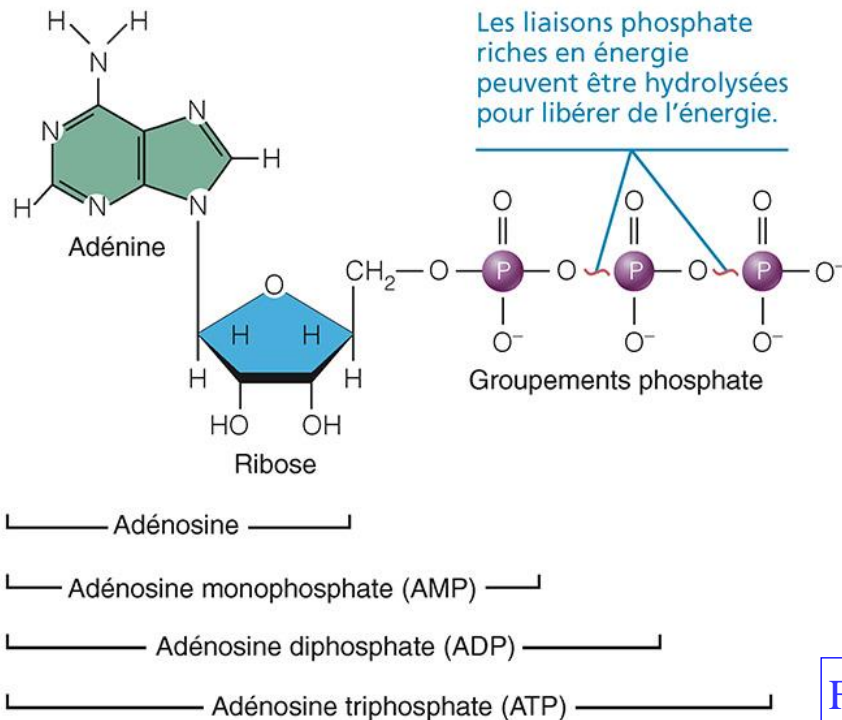
- Les transporteurs ou canaux protéiques sont généralement spécifiques à une substance donnée ; permet un contrôle cellulaire des mouvements transmembranaires.
- La perméabilité membranaire aux ions et petites molécules polaires dépend du nombre de transporteurs ou canaux dans la membrane.
Ex.: L'insuline augmente la perméabilité au glucose des cellules en augmentant le nombre de transporteurs au glucose dans leur membrane plasmique.

2.2.3 Transports actifs

i) Caractéristiques générales des transports actifs

- Requièrent de l'énergie cellulaire.
- Se font par l'intermédiaire de transporteurs protéiques qui se combinent *spécifiquement* et *réversiblement* avec les substances transportées
- Entraînent le mouvement de solutés contre leur gradient de concentration.
 - *Pompes à solutés* \Rightarrow requièrent l'apport d'énergie cellulaire.
- Deux types de transport actif, selon la source d'énergie:
 - ***Transports actifs primaires***: utilisent directement l'ATP.
 - ***Transport actifs secondaires***: utilisent l'énergie emmagasinée dans les gradients de concentration des certains ions (en particulier le gradient des ions Na^+), plutôt que l'ATP.

ii) Transports actifs primaires : utilisent directement l'ATP



ATP : nucléotide avec 2 groupements phosphate additionnels:

- Sucre = Ribose
- Base azotée = Adénine
- 3 groupements phosphate en tout

Adénosine : Adénine + Ribose

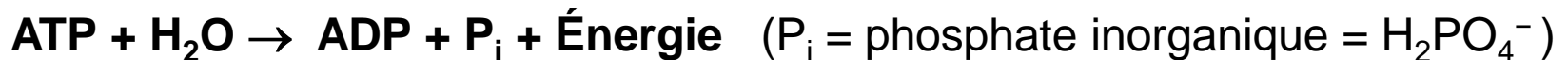
AMP (Adénosine monophosphate) :
Adénosine + 1 groupement phosphate

ADP (Adénosine diphosphate) :
Adénosine + 2 groupements phosphate

Fig. 2.23

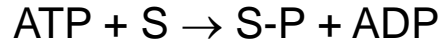
Énergie emmagasinée dans les liaisons phosphate de l'ATP :

Les liaisons entre les groupements phosphate sont instables. Lorsque ces liaisons se rompent par hydrolyse, elles libèrent de l'énergie :



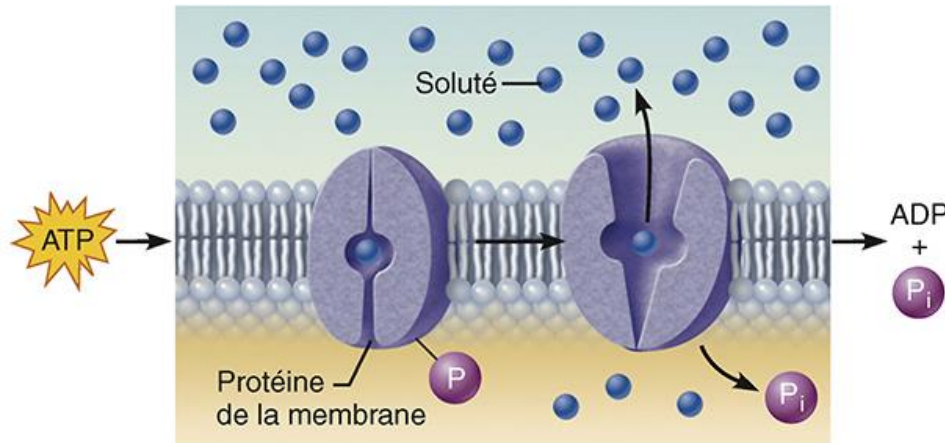
Utilisation de l'ATP pour les transporteurs actifs primaires

L'énergie provenant de l'hydrolyse de l'ATP peut être utilisée en transférant le groupement phosphate ainsi libéré sur une autre molécule. C'est le processus de *phosphorylation* (qui se fait via des réactions enzymatiques) :



(S = substrat; S-P = substrat phosphorylé)

La molécule phosphorylée (S-P) est ainsi activée, riche en énergie. Elle est capable à son tour de générer un « travail cellulaire », dans ce cas, un transport des solutés contre leur gradient de concentration.



(a) **Travail de transport** : L'ATP assure la phosphorylation des protéines de transport et les active pour faire passer certains solutés (ions, par exemple) à travers la membrane cellulaire.

Fig. 2.24

Note : tous les transporteurs actifs primaires sont des **ATPases** (enzymes qui hydrolysent l'ATP).

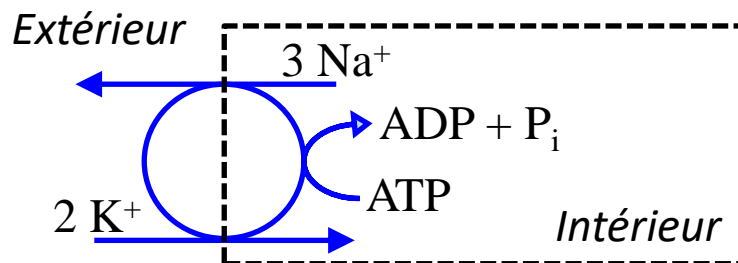
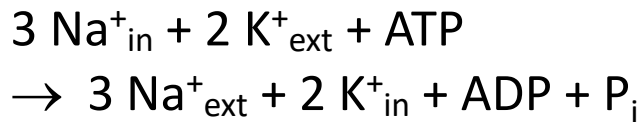
Transports actifs primaires

Dans les cellules humaines, il existe 3 types de transports actifs primaires :

- **$\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase (pompe à Na-K)** : contrôle les concentrations intracellulaires de Na^+ et K^+ ; retrouvée dans la membrane plasmique de la très grande majorité des cellules (y compris les globules rouges).
- **Ca^{2+} ATPase (pompe à calcium)** : utilisée pour faire sortir les ions Ca^{2+} à l'extérieur des cellules ou encore pour emmagasiner ces ions à l'intérieur d'organites cellulaires (tel le réticulum endoplasmique lisse); abondante dans les cellules musculaires.
- **H^+ ATPase et $\text{H}^+\text{-K}^+$ ATPase (pompes à protons)** : rejettent activement les ions H^+ dans l'espace extracellulaire; retrouvées dans des cellules spécialisées du rein et de l'estomac. La $\text{H}^+\text{-K}^+$ ATPase est ainsi responsable de l'acidification de la lumière de l'estomac lors de la digestion d'aliments.

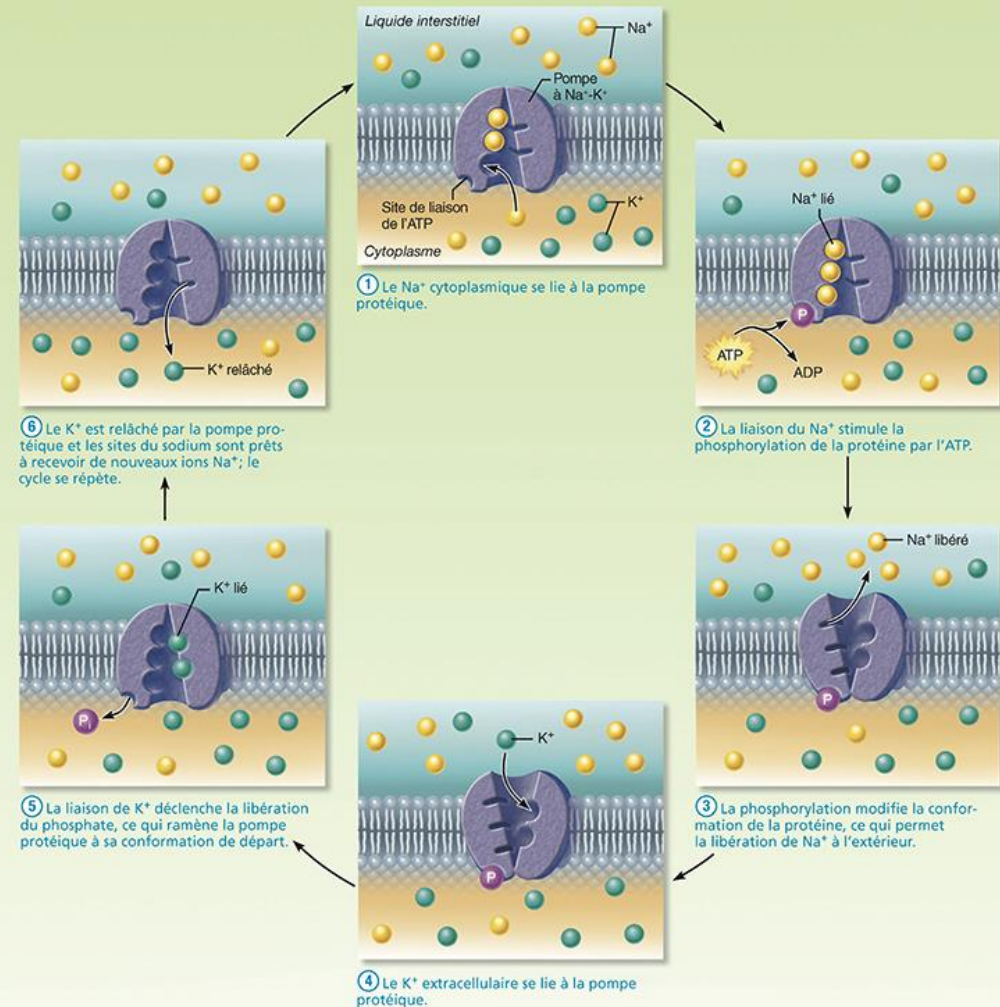
- La $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase pompe le Na^+ à l'extérieur et le K^+ à l'intérieur (i.e. contre leur gradient de concentration).
- 3 ions Na^+ sont pompés à l'extérieur en échange de 2 ions K^+ qui sont pompés à l'intérieur.
- La phosphorylation de la pompe entraîne un changement de conformation de la protéine, ce qui provoque une translocation des ions.

Réaction nette:



Fonctionnement de la $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase

Le transport actif primaire est le processus au cours duquel des ions traversent les membranes cellulaires contre un gradient électrochimique à l'aide de l'énergie fournie directement par l'ATP. Le fonctionnement de la pompe à sodium et à potassium est un exemple important du transport actif primaire.

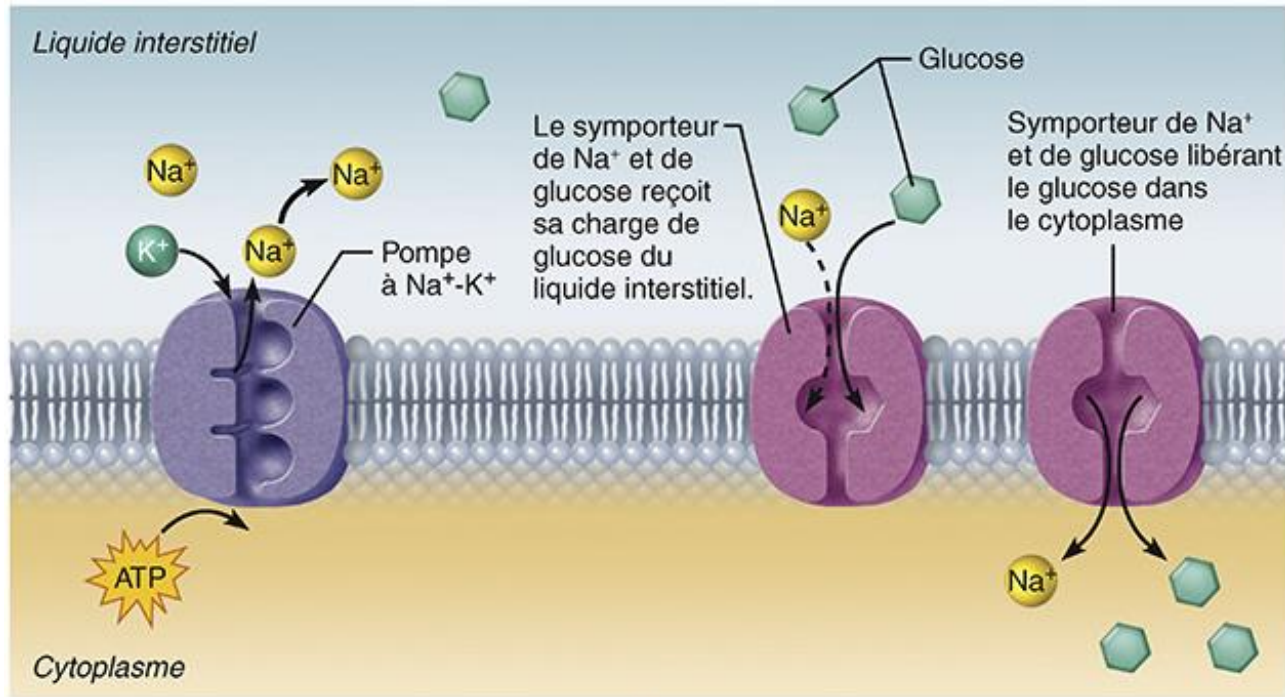


iii) Transports actifs secondaires :

- Source d'énergie: gradients de concentrations de certains ions (ex.: Na^+)
⇒ Ne sont PAS des ATPases.
- Le gradient $[\text{Na}^+]$ est très élevé ($[\text{Na}^+]_{\text{ext}} \gg [\text{Na}^+]_{\text{in}}$)
⇒ Tendance des ions Na^+ à diffuser spontanément à l'intérieur
⇒ Source d'énergie:
L'entrée des ions Na^+ est couplée au transport d'une autre substance contre son gradient de concentration.
⇒ Au moins 2 sites de liaison différents sur le transporteur protéique :
 - un site pour Na^+
 - un site pour la substance activement transportée.
- Deux types de transports actifs secondaires :
 - **Symport** (ou **cotransport**) : substance transportée dans la même direction que le Na^+ .
Ex.: Symport Na^+ -glucose dans l'intestin, symports Na^+ - acides aminés.
 - **Antiport** (ou **échangeur**) : substance transportée dans le sens opposé au mouvement du Na^+ .
Ex.: les échangeurs Na-Ca et Na-H permettent de faire sortir activement les ions Ca^{2+} et H^+ .

Transports actifs secondaires :

▪ Exemple : le symport Na-glucose

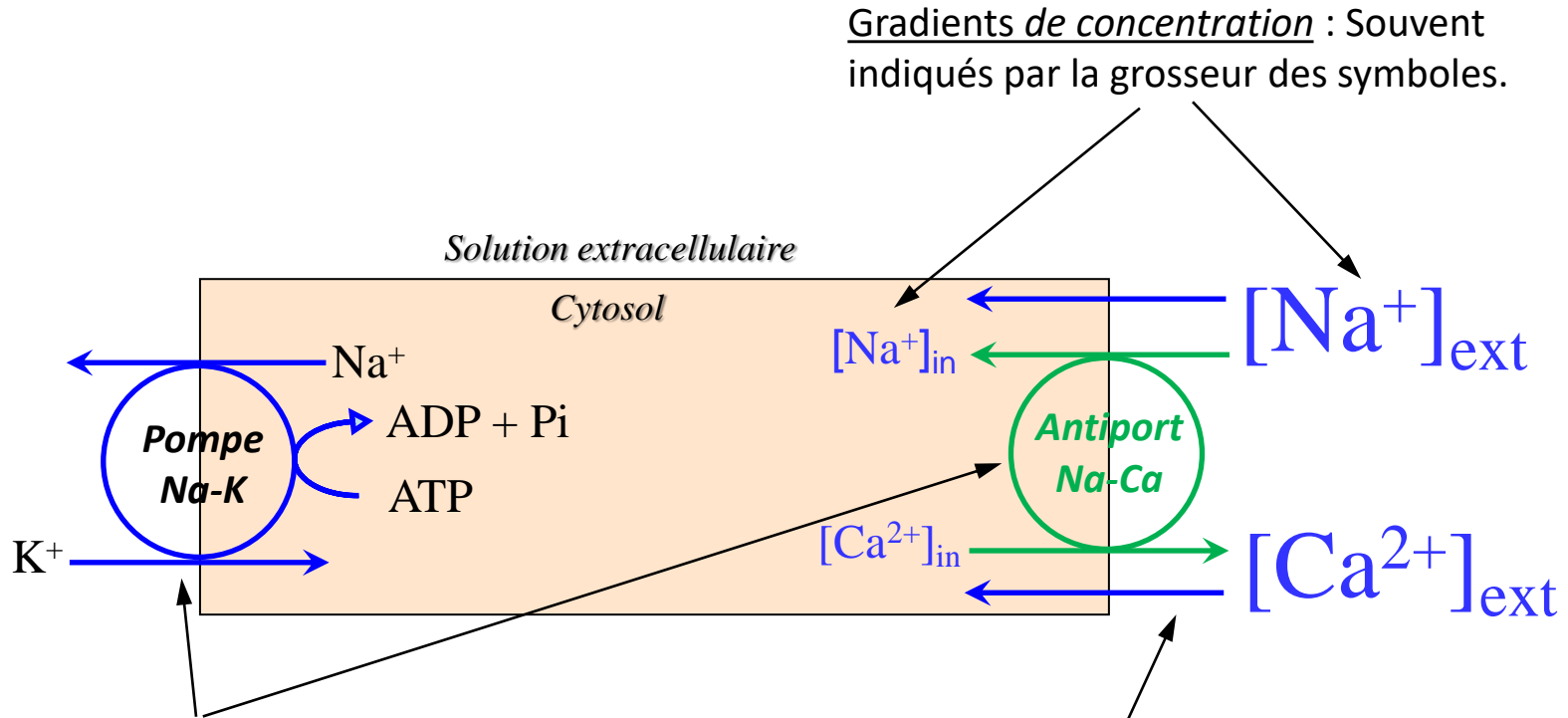


① La pompe à sodium et à potassium, qui fonctionne en consommant de l'ATP, emmagasine de l'énergie en créant un fort gradient de concentration favorisant l'entrée d'ions Na⁺ dans la cellule.

② Le Na⁺ retourne dans la cellule par diffusion en empruntant un cotransporteur protéique situé dans la membrane, entraînant avec lui du glucose contre le gradient de concentration de ce dernier.

2.2.4 Conséquences d'une inhibition de la pompe Na-K

Note à propos des symboles utilisés pour décrire les transports membranaires :

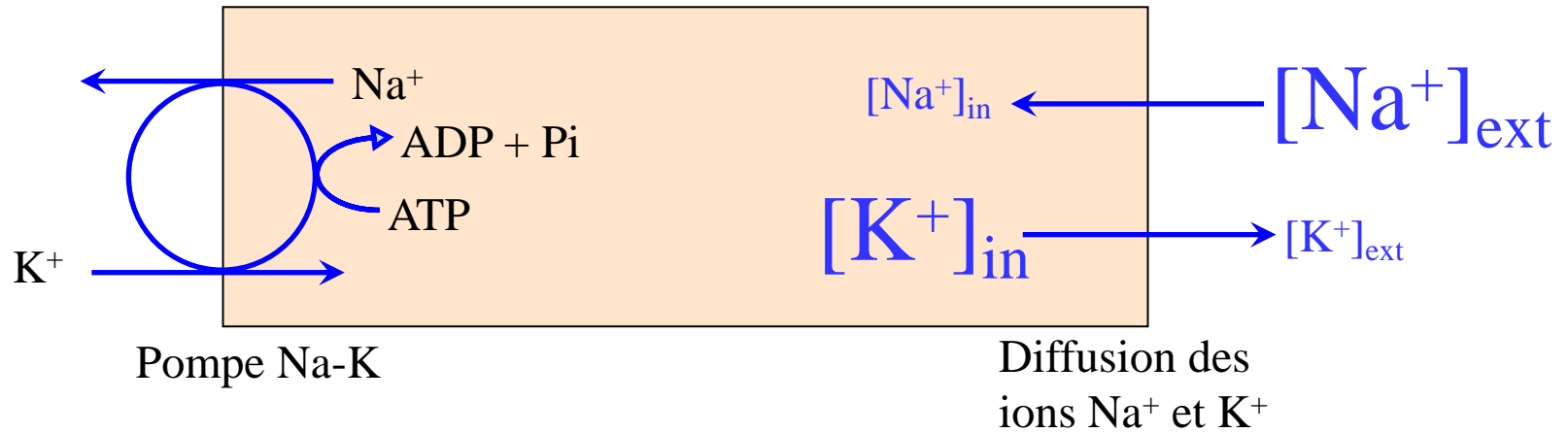


Transports actifs (primaire ou secondaire) :
Représentés par un cercle avec des flèches qui indiquent les substances transportées.
Pour les transports actifs primaires, on ajoute aussi la réaction d'hydrolyse de l'ATP.

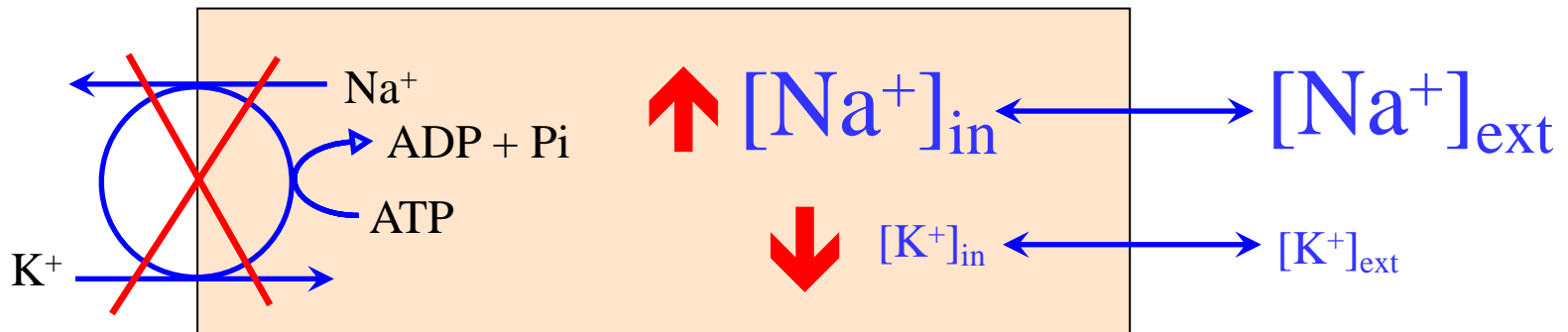
Diffusion (simple ou facilitée) :
Représentée par une flèche unique qui indique la direction du soluté.

2.2.4 Conséquences d'une inhibition de la pompe Na-K

a) Sur les gradients $[Na^+]$ et $[K^+]$:



Si inhibition de la pompe Na-K? \Rightarrow Perte des gradients $[Na^+]$ et $[K^+]$



Qu'est-ce qui pourrait causer une inhibition de la pompe Na-K?

Conséquences d'une inhibition de la pompe Na-K

b) Sur les transports actifs secondaires :

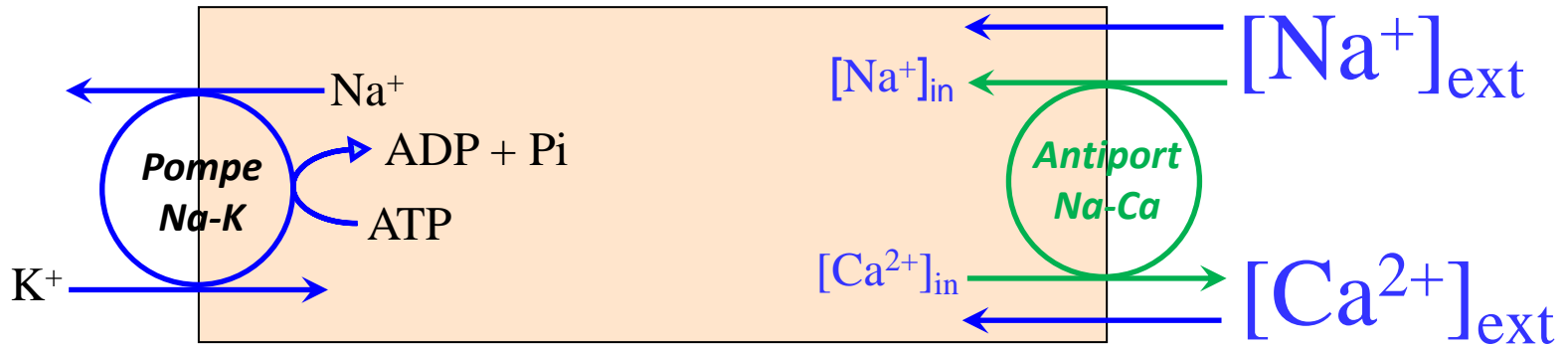
Les transports actifs secondaires cesseraient ultimement de fonctionner suite à une inhibition de la pompe Na-K parce que leur activité dépend du gradient $[Na^+]$, lequel est normalement maintenu par cette pompe. Sans leur gradient de concentration, les ions Na^+ n'ont pas tendance à entrer spontanément dans la cellule, causant ainsi l'arrêt des transports actifs secondaires. (Autrement dit, une dissipation du gradient de concentration des ions Na^+ causerait une perte de l'énergie utilisée pour les transports actifs secondaires).

Ainsi, suite à une inhibition de la pompe Na-K :

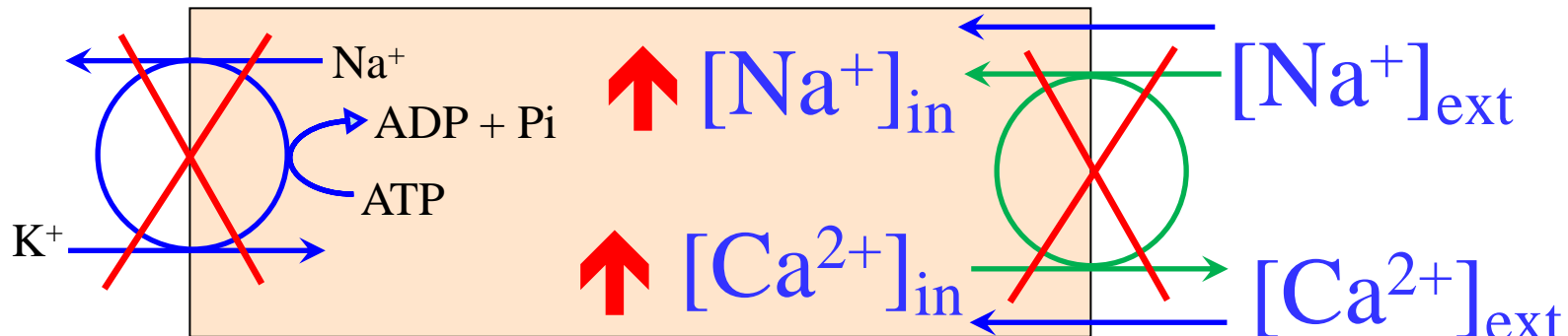
- le glucose ne pourrait plus être activement absorbé par les cellules intestinales;
- les concentrations intracellulaires de Ca^{2+} augmenteraient dans les cellules qui utilisent l'antiport Na-Ca pour rejeter les ions Ca^{2+} ;
- le pH intracellulaire diminuerait dans les cellules qui utilisent l'antiport Na-H.

Conséquences d'une inhibition de la pompe Na-K

b) Sur les transports actifs secondaires : Ex.: ANTIPOINT Na-Ca



Si inhibition de la pompe Na-K? $\Rightarrow \uparrow [\text{Ca}^{2+}]_{\text{intracellulaire}}$



Les ions H^+ de la majorité des cellules sont activement expulsés par l'antiport Na-H. Que deviendrait le pH intracellulaire dans le cas d'une inhibition de la pompe Na-K ?

2.2.5 Les transports vésiculaires

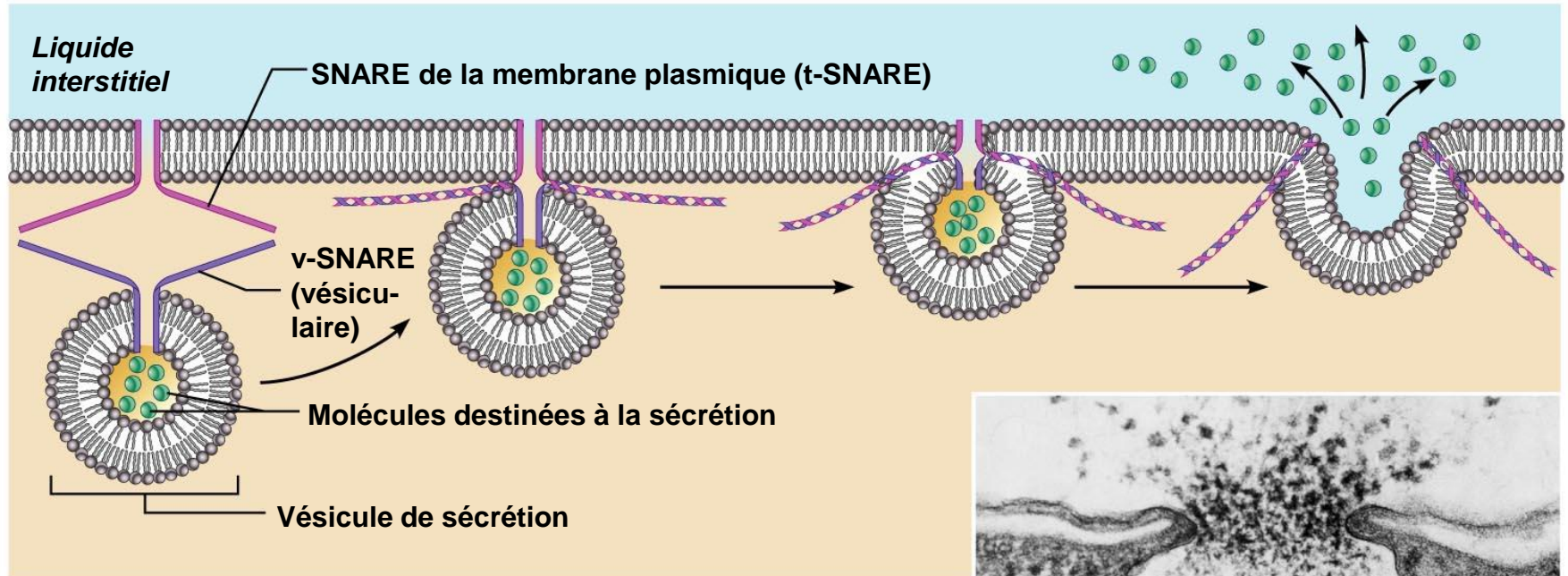
i) Caractéristiques générales :

- ✓ Utilisés pour le transport de grosses molécules, particules et liquides à travers les membranes plasmiques.
- ✓ Mécanismes actifs : utilisent de l'ATP comme source d'énergie
- ✓ 2 principaux types :
 - ***Exocytose***
 - ***Endocytose***

Les transports vésiculaires

ii) Exocytose

Mouvement de substances de l'intérieur de la cellule à l'espace extracellulaire.

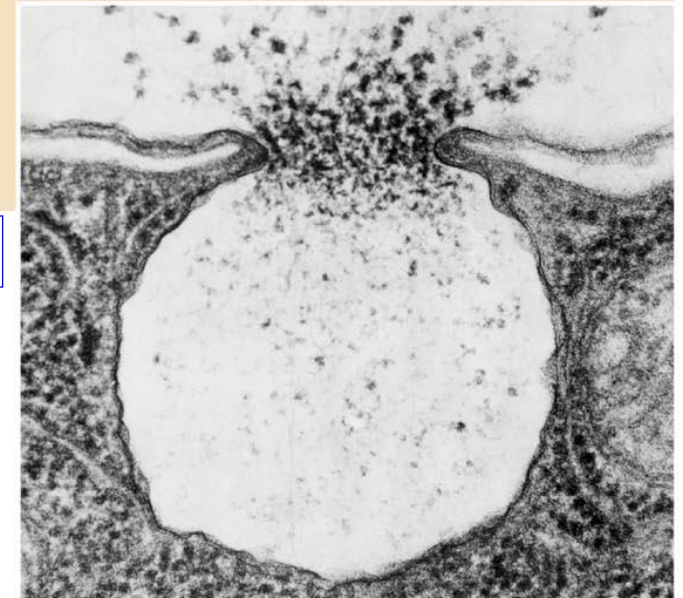


(a)

Fig. 3.14

Exemples de substances sécrétées par exocytose :

- Hormones
- Neurotransmetteurs
- Sécrétions de glandes exocrines
- Déchets cellulaires



(b)

iii) Endocytose

Mouvement de substances de l'espace extracellulaire à l'intérieur de la cellule.

- Les substances qui entrent dans la cellule sont enveloppées dans une vésicule formée à partir de la membrane plasmique.

▪ **Clathrine :**

- Protéine qui recouvre la surface des vésicules.
- Cause un repli vers l'intérieur de la membrane plasmique pour produire des vésicules :
 - Les molécules de clathrine s'attachent d'abord à la surface interne de la membrane plasmique. Ceci crée une invagination de la membrane, un *puits tapissé de clathrine*, qui constitue le point de départ pour la formation de la vésicule.

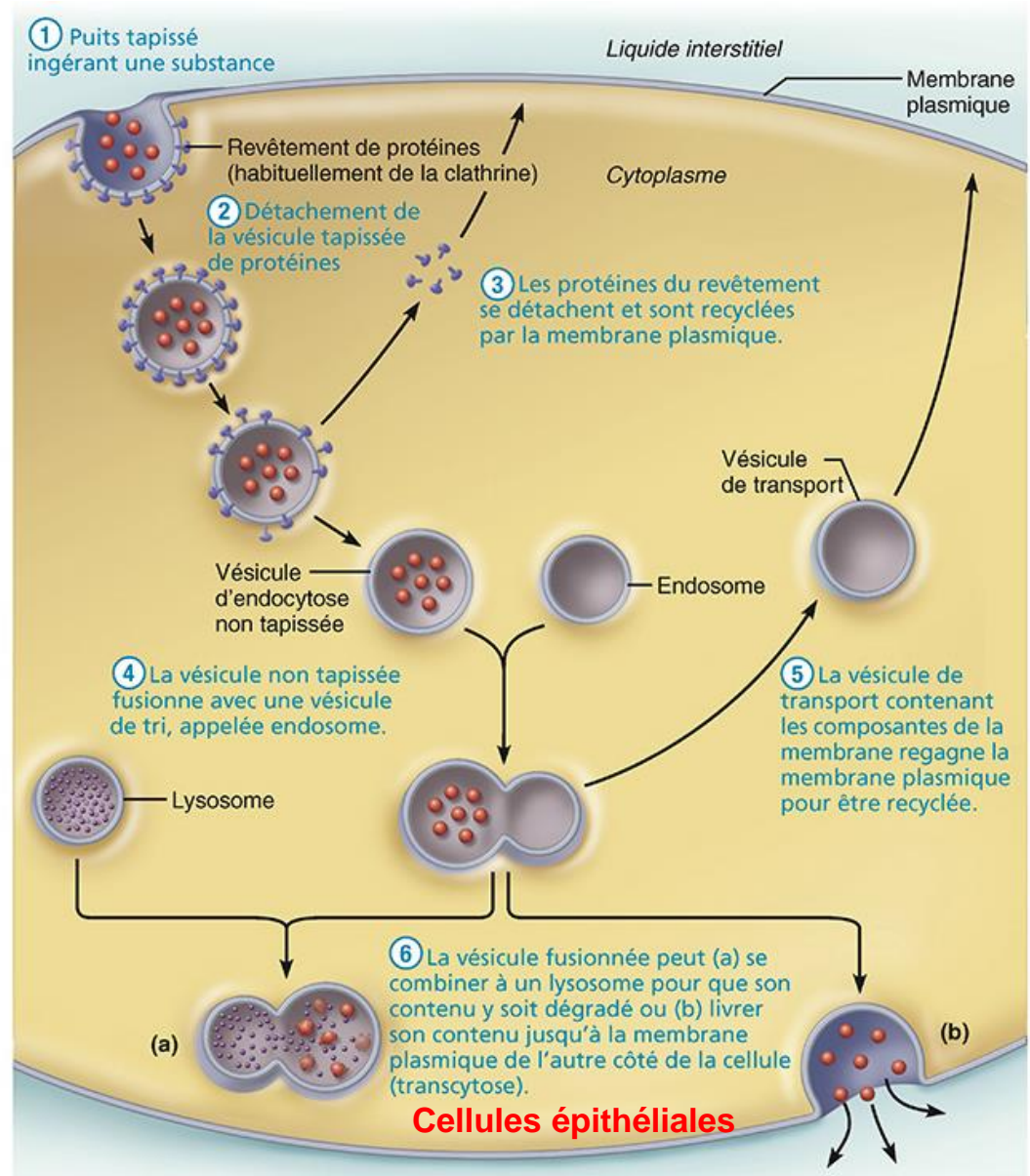
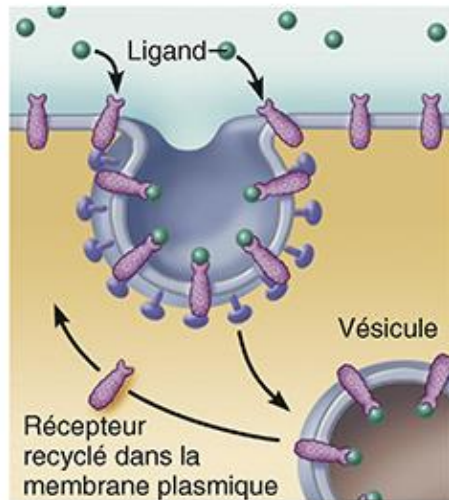


Fig. 3.12

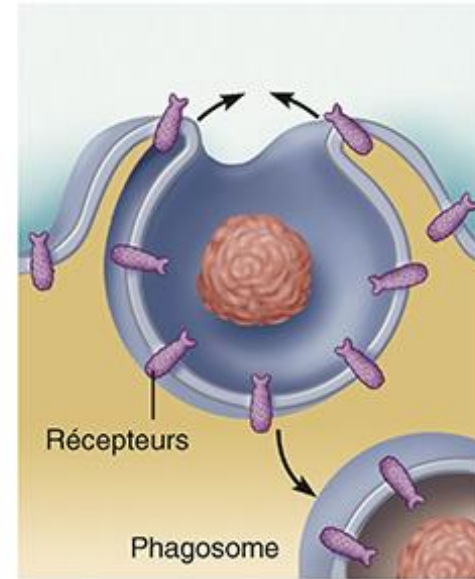
3 types d'endocytose :

- **Phagocytose**
- **Pinocytose**
- **Endocytose par récepteurs interposés**



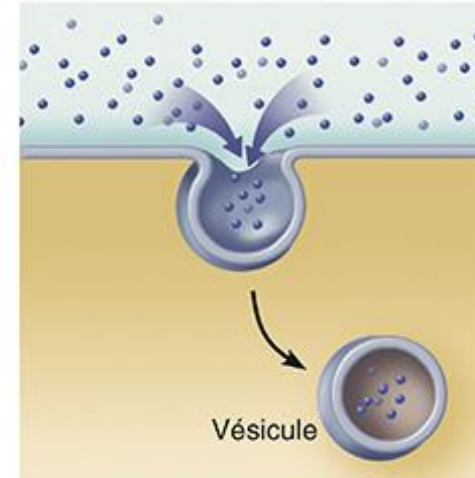
(c) **Endocytose par récepteurs interposés**
Des substances extracellulaires se lient à des récepteurs protéiques spécifiques dans les régions des puits tapissés, ce qui permet à la cellule d'ingérer et de concentrer certaines substances (ligands) dans des vésicules tapissées de protéines. Les ligands peuvent être ensuite simplement libérés à l'intérieur de la cellule. Il arrive aussi que, après avoir perdu son revêtement de protéines, la vésicule fusionne avec un lysosome dont les enzymes dégradent le ligand. Les récepteurs sont recyclés dans la membrane plasmique pour former des vésicules.

Figure 3.13 Comparaison des trois types d'endocytose.



(a) **Phagocytose**

La cellule englobe une grosse particule en formant des pseudopodes (« faux pieds ») qui entourent la cellule d'un sac membranaire appelé phagosome. Le phagosome se combine avec un lysosome. Le contenu non digéré reste dans la vésicule (alors appelée corps résiduel) ou en est éjecté par exocytose. La vésicule peut être recouverte ou non de protéines, mais elle comporte des récepteurs qui sont capables de se lier à des microorganismes ou à des particules solides.

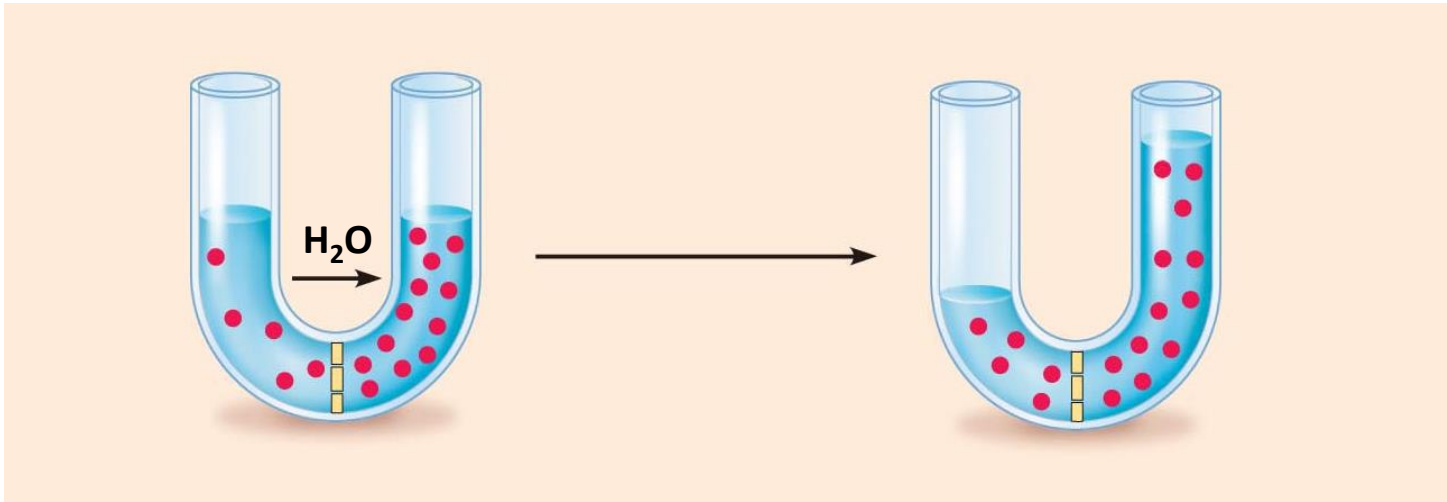


(b) **Pinocytose**

La cellule englobe des gouttelettes de liquide interstitiel contenant des solutés pour former de petites vésicules. Aucun récepteur n'entre en jeu, alors le processus n'est pas spécifique. La plupart des vésicules sont recouvertes de protéines.

2.3 Osmose

Mouvement net d'un solvant (eau) à travers une membrane à *perméabilité sélective*.



2.3.1

Deux conditions pour que l'osmose se produise :

- i. Gradient de concentration
- ii. Membrane imperméable à certains solutés

Conditions requises pour que l'osmose se produise :

i) La concentration de l'eau doit être différente de part et d'autre de la membrane;

l'eau diffuse alors de la région dont la concentration de l'eau est la plus élevée à la région dont la concentration en eau est la plus faible.

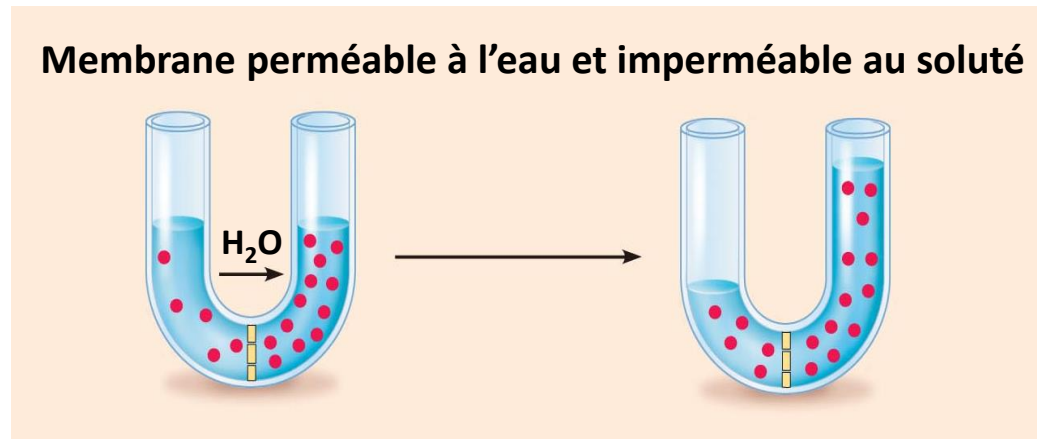
La concentration de l'eau est inversement reliée à celle des solutés: i.e. la concentration en H_2O diminue avec une augmentation du nombre total de molécules de solutés.

Ex.: Dans l'eau pure, $[H_2O] = 55,5$ mole/L.

Dans une solution contenant 0.1 mole/L glucose, des molécules d'eau sont remplacées par le glucose, et $[H_2O] \approx 55,5 - 0.1 = 55,4$ mole/L

Dans cette situation, l'eau diffuserait de la région en eau pure à la région contenant du glucose.

➤ **Ainsi, l'eau diffuse de la région la plus diluée à la région la plus concentrée.**

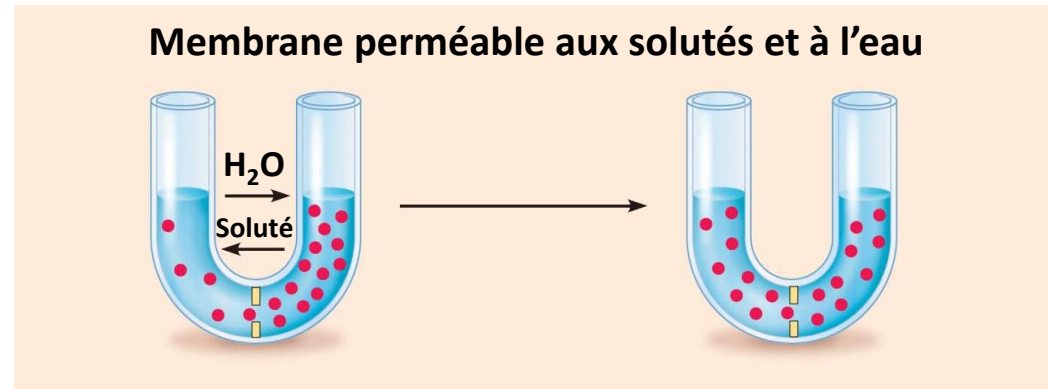


Conditions requises pour que l'osmose se produise :

ii) La membrane doit être perméable à l'eau mais imperméable à certains solutés.

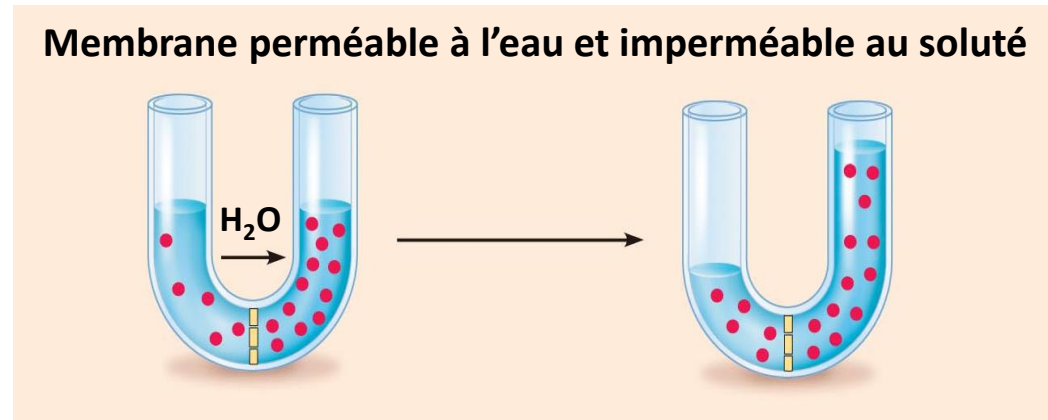
Si la membrane était perméable à tous les solutés, la diffusion de ces solutés se ferait jusqu'à ce que leurs concentrations deviennent les mêmes de chaque côté de la membrane.

→ Aucune osmose ne se produirait une fois l'équilibre atteint.



Par contre, si certains solutés ne peuvent diffuser à travers la membrane, il se crée un mouvement net d'eau vers le compartiment le plus concentré en solutés.

→ Osmose



À noter :

- 1) Le mouvement net d'eau crée une pression mesurable sur la membrane. Cette pression est appelée « *pression osmotique* ».
- 2) Les ions tel le Na^+ peuvent diffuser à travers les membranes. Cependant, ils sont immédiatement retournés par des mécanismes de transports actifs, de sorte que ces ions se comportent comme s'ils n'étaient pas *diffusibles*.

2.3.2 *Osmolarité* : concentration totale de tous les solutés dans une solution; l'unité est *osmol/L*.

Exemples:

- L'osmolarité d'une solution contenant 0.1 mole/L glucose = 0.1 osmol/L (= 100 mosmol/L)
- L'osmolarité d'une solution contenant 0.1 mole/L NaCl = 0.2 osmol/L
(Le NaCl s'ionise en Na^+ + Cl^- en solution, ce qui donne un total de 0.2 osmol/L)

Osmolarité des solutions physiologiques :

Concentrations typiques de quelques solutés des liquides extracellulaire et intracellulaire							
	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Cl^-	HCO_3^-	Glucose	Concentration totale calculée
Extracellulaire	142 mM	4 mM	1,2 mM	105 mM	24 mM	5 mM	281,2 mOsm/L
Intracellulaire	10 mM	140 mM	0,0001 mM	4 mM	10 mM	0-1 mM	164,5 mOsm/L

Osmolarité extracellulaire = Osmolarité intracellulaire \approx 300 mOsm/L

Comment expliquer la grande différence entre l'osmolarité intracellulaire mesurée (300 mOsm/L) et celle calculée dans le tableau (164,5 mOsm/L) ?

En résumé :

L'osmose se produit quand l'osmolarité entre deux régions diffère ; l'eau se déplace de la région ayant la plus faible osmolarité à la région ayant l'osmolarité la plus élevée. Inversement, l'osmose ne se produit pas lorsque l'osmolarité est la même des deux côtés de la membrane.

Les cellules ont une membrane plasmique flexible et leur volume changerait si l'osmolarité intracellulaire était différente de l'osmolarité extracellulaire.

→ **En conditions normales :**

Osmolarité intracellulaire = Osmolarité extracellulaire \approx 300 mOsmol/L.

2.3.3 *Tonicité*

Capacité d'une solution de modifier la forme des cellules en agissant sur leur volume d'eau interne.

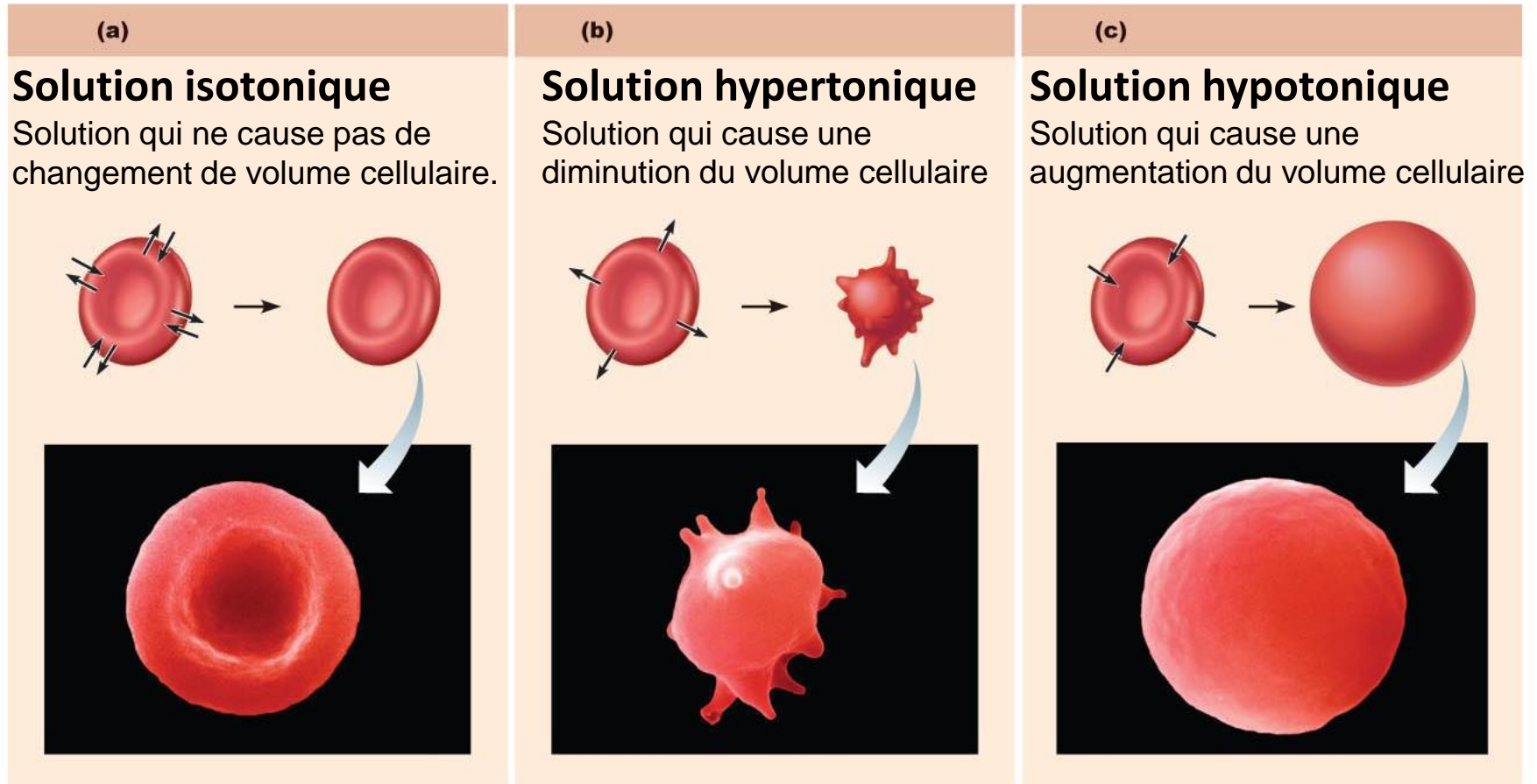


Fig. 3.9

- Une solution NaCl 0,9% est isotonique, pourquoi ?
- Une solution de 300 mM NaCl est hypertonique, pourquoi ?

2.3.4 Exemples physiologiques de l'osmose

- L'eau douce est hypotonique, qu'est-ce à dire ?
- Une déshydratation déclenche la soif ; comment ?
- Une inhibition des pompes Na-K d'une cellule causerait son gonflement, pourquoi ?

L'eau douce est hypotonique, qu'est-ce à dire ?

L'eau douce a une osmolarité inférieure à 300mOsm/L, ce qui la rend hypotonique. Cette propriété lui permet d'être facilement absorbée par osmose dans les intestins dont les cellules et la circulation sanguine ont une osmolarité de 300 mOsmol/L. Inversement, l'ingestion d'une grande quantité d'eau de mer (osmolarité ≈ 1000 mOsmol/L) nous ferait perdre de l'eau par les intestins à cause d'un effet osmotique inversé.

Une déshydratation déclenche la soif ; comment ?

La perte d'eau sans perte parallèle de solutés entraîne une augmentation de l'osmolarité sanguine, laquelle cause une diminution du volume des cellules. Le signal de la soif est en grande partie déclenché par cette diminution du volume de cellules spécialisées de l'encéphale qui agissent comme "osmorécepteurs".

Une inhibition des pompes Na-K d'une cellule causerait son gonflement, pourquoi ?

La raison est que, en absence de transports actifs, les ions ne se comportent plus comme s'ils étaient non diffusibles. D'un autre côté, les macromolécules intracellulaires non diffusibles, telles les protéines demeurent à l'intérieur des cellules. Le résultat serait donc une augmentation de l'osmolarité intracellulaire (principalement due à une entrée de Na^+ et de Cl^-), et l'entrée conséquente d'eau suite à cette augmentation d'osmolarité. L'une des caractéristiques des cellules nécrosées (cellules mortes) est leur gonflement.