



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE BATNA 2
FACULTE DE MEDECINE
DEPARTEMENT DE MEDECINE



Laboratoire de physiologie et d'explorations fonctionnelles
CHU BENFLIS TOUHAMI

Transports membranaires

Cours de physiologie générale
1^{ère} année médecine

Dr FERHI Salah
MCA en Physiologie

2023-24

Plan

*** Objectifs***** Introduction****I. Transports passifs****1. Diffusion simple****2. Osmose****3. Diffusion facilitée (assistée)****II. Transports actifs****1. Transport actif primaire****2. Transport actif vésiculaire***** Conclusion***** Références***** Objectifs***** Objectifs généraux**

- Décrire la relation entre la structure de la membrane cellulaire et ses fonctions multiples
- Comparer les différents type de diffusion par rapport à la source d'énergie, les substances transportées, la direction du transport et le mode de fonctionnement
- Comparer les différents type de transport actif selon la substance transporté, la direction du transport et le mécanisme général

*** Objectifs spécifiques**

- Citer les fonctions des différents composants de la structure de la membrane cellulaire
- Enumérez les modes de transport transmembranaires
- Dite la différence entre les transports passifs et actifs
- Citez le force motrice à l'origine de la diffusion simple
- Citer deux propriétés essentielle des molécules qui utilisent la diffusion simple pour pénétrer ou sortir de la cellule à travers la membrane cellulaire
- Définissez l'osmose
- Décrivez brièvement les quatre étapes de la diffusion facilitée
- Donner l'exemple type de la molécule naturelle qui utilise la diffusion facilitée pour pénétrer à l'intérieur de la cellule
- Dite la raison de la limitation de la diffusion facilitée
- Dite la différence principale entre le transport actif primaire et le transport actif vésiculaire
- Citer deux molécules physiologiques qui utilisent l'endocytose par l'intermédiaire d'un récepteur pour pénétrer en intracellulaire.

* Introduction

La membrane cellulaire est constituée essentiellement de protéines (presque la moitié de sa masse) et de lipides (Phospholipides et cholestérol) avec de faible quantité de sucre. Sa structure lipidique assure le passage de petites molécules liposolubles comme l'O₂. Mais c'est avec ses constituants protéiques spécifiques qu'elle assure la majorité des fonctions entre autres le transport de matières entre les milieux intra et extra cellulaire. Il s'agit notamment de molécules énergétiques comme le glucose ou de structure comme les acides aminés ou encore d'ions de différente nature, ainsi que de l'eau. Comme elle est en mesure de participer avec toute sa structure dans des processus de transport de matière en s'invaginant et formant des vésicules intra cellulaire d'une façon spécifique ou non spécifique. Le mode de transport vésiculaire est utilisé aussi pour libérer les produits de sécrétion de certaines cellules. Le cas particulier des macrophages démontre bien la capacité de la membrane cellulaire à ce mobilisé toute entière pour assurer sa fonction de défense contre des structures volumineuses comme les bactéries

I. Transports passifs

1. Diffusion simple

C'est le passage direct, entre les molécules phospholipidiques, de molécules non polaires, liposolubles, habituellement petites, mais peuvent être de tailles différentes (Ex: O₂, CO₂, acides gras, vitamines liposolubles, l'alcool et certains hormones), (Figure 1, (A)). Une exception est observée pour les molécules d'eau qui peuvent diffuser malgré qu'elles ne soient pas liposolubles mais à de très faibles quantités. Cela est lié à leur petites tailles.

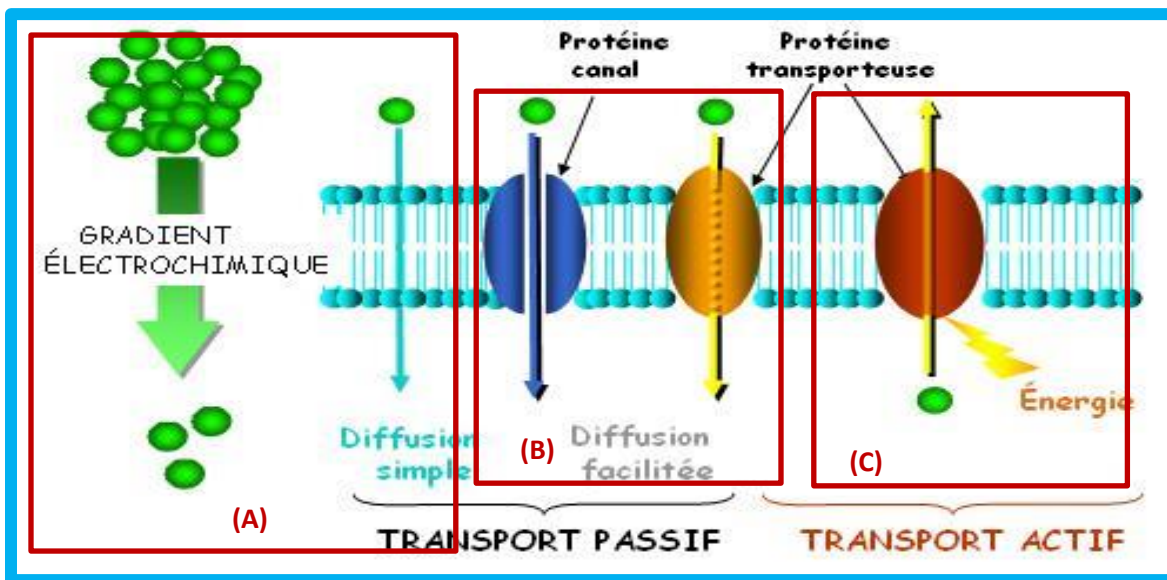


Figure 1 : Différents types de transports membranaires

La diffusion simple est possible grâce à l'effet du gradient de concentration. Les molécules diffusent du milieu où elles sont plus concentrées vers le milieu où elles sont les moins concentrées. La diffusion s'arrête et le flux net s'annule, quand on aura une égalisation de concentration de part et d'autre de la membrane cellulaire (figure 2).

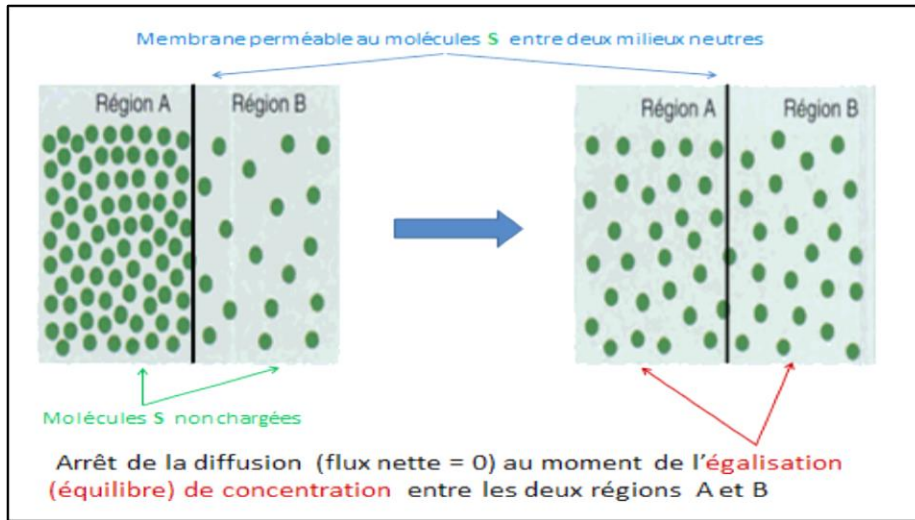


Figure 2 : Effet de la force de gradient de concentration sur la diffusion simple

Le débit de diffusion des molécules S dont le poids moléculaire PM (Figure 3) est influencé (dépendant) de plusieurs facteurs. Il s'agit de la surface de la membrane, de son épaisseur, de sa perméabilité pour les molécules S et de la différence de concentration de la substance S entre les deux milieux. L'effet de ces facteurs sont résumés dans le tableau de la figure 4.

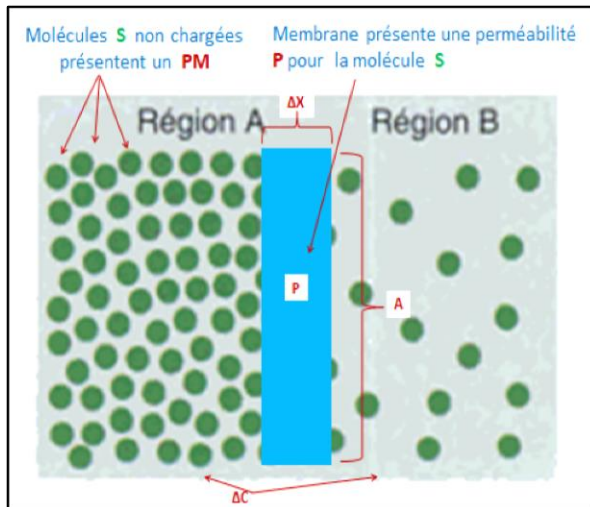


Figure 3 : Facteurs influents la diffusion

FACTEUR	EFFET SUR LA DIFFUSION NETTE
↑ de la différence de concentration (ΔC)	↑
↑ de la perméabilité de la membrane pour la substance (P)	↑
↑ de la surface de la membrane (A)	↑
↑ du poids moléculaire de la substance (PM)	↓
↑ de la distance à parcourir (épaisseur de la membrane) (ΔX)	↓

Sherwood, PHYSIOLOGIE HUMAINE, 2ème édition, De Boeck éditions, 2006

Figure 4 : Effet des facteurs sur la diffusion

2. L'osmose

L'osmose définit le passage des molécules d'eau seulement d'une façon passive à travers ses transporteurs spécifiques (pores ou aquaporines), suivant son propre **gradient de concentration**. Il est vrai aussi de dire qu'il passe vers le milieu où la concentration de la substance dissoute est la plus forte, donc dans le sens inverse du **gradient osmolaire**. L'osmose s'arrête quant-il n'y a plus de différence de concentration. Ce mécanisme est général dans l'organisme humain mais il plus retrouvé au niveau des membranes des érythrocytes et des cellules des tubules rénaux, permettant la régulation de l'eau de l'organisme pour ce deuxième cas.

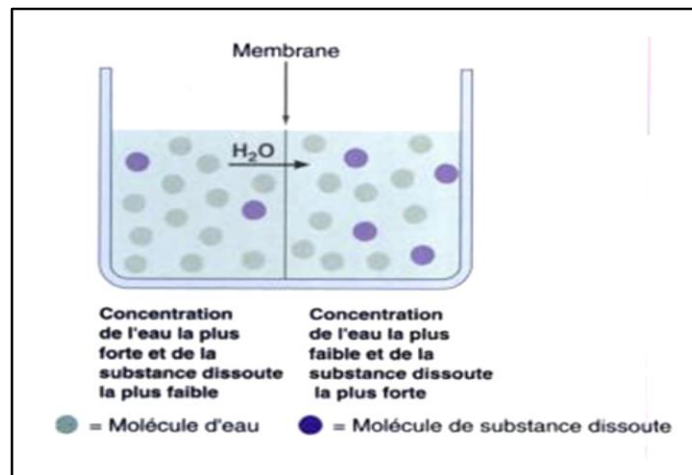


Figure 5 : phénomène d'osmose

2. La diffusion facilitée (assistée)

Elle signifie le passage par l'intermédiaire de **protéines membranaires spécifiques** dites **perméases (transporteurs ou canaux)** et **saturables**, de **volumineuses molécules non liposolubles** ou **polaires**, comme le glucose, (**figure 1 (B)**). Ce mode de transport se fait d'une façon passive, suivant leur **gradient de concentration**.

Le transport facilité par les canaux qui intéresse l'eau et les ions est ouvert à la circulation, dans les deux directions. Cependant, et surtout pour les ions il peut être contrôlé (ouvert ou fermé) selon des signaux chimiques ou électriques). Il est sélective, lié à la taille des canaux et la charges des acides aminés qui tapissent ces canaux.

4 étapes peuvent être identifiées pour décrire le mécanisme de ce passage pour des volumineuses molécules via un transporteur (**figures 6**)

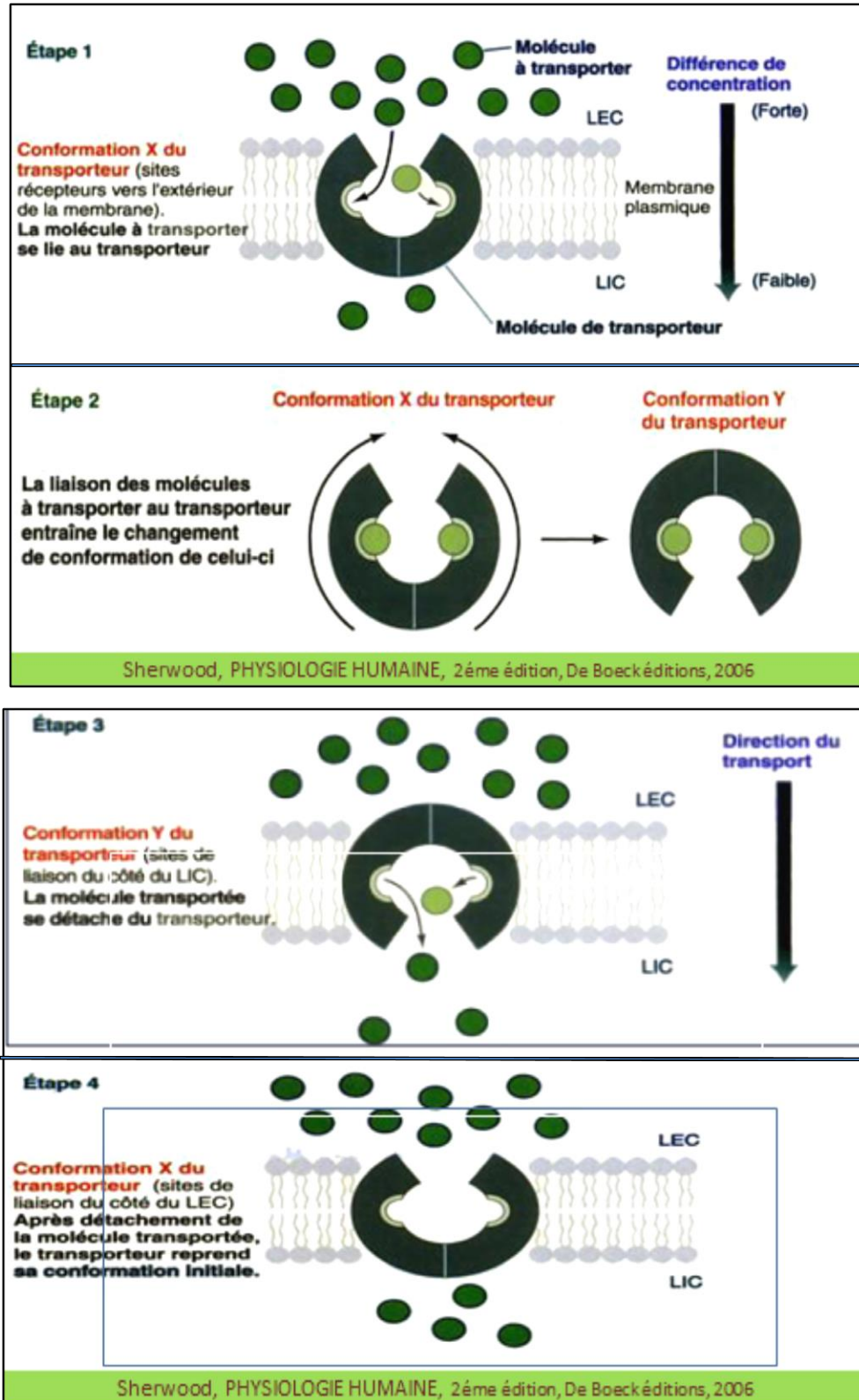


Figure 6 : 4 Etapes décrivant la diffusion facilitée via un transporteur

La **figure 7** objective la limite du transport facilitée par rapport à la diffusion simple. Cette limitation est liée à l'occupation de tous les transporteurs (dont le nombre est limité) par les molécules transportées.

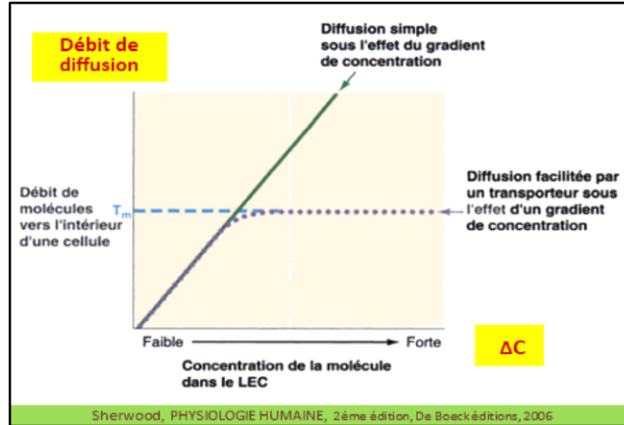


Figure 7: Taux maximal du débit de diffusion facilitée malgré l'augmentation de la différence de concentration (transport saturable)

II. Transports actifs

1. Transport actif primaire

Passage à travers des **canaux spécifiques** et **saturables**, de **petites molécules chargées** et **non liposolubles**, contre leur **gradient de concentration** et/ou **électrique**, avec **consommation d'énergie** (hydrolyse direct de l'ATP) Exemple : **Pompe Na/K ATPase** (figure 1(C)). Cette pompe travaille continuellement pour assurer le fonctionnement des cellules excitables en faisant sortir chaque fois 3 molécules Na^+ contre la pénétration de 2 molécules K^+ et avec hydrolyse d'une molécule d'ATP.

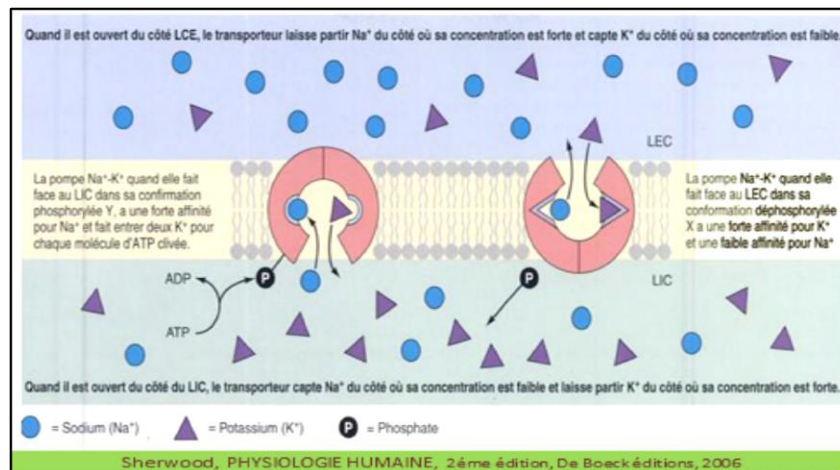


Figure 7: Transport actif primaire (Pompe $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$)

Dans ce contexte du transport actif des ions, la pompe assure une conservation d'une différence de concentration de part et d'autre de la membrane cellulaire. Cette énergie créée par la pompe est utilisée pour le transport couplé de deux molécules à la fois via un Co transport. Il s'agit à titre d'exemples du Cotransport Na^+ /glucose (symport) qui fait pénétrer à la fois le Na^+ et le glucose, et le Cotransport Na^+ / H^+ (antiport) qui fait pénétrer le Na^+ contre la sortie de l' H^+ . Ce type de transport peut être qualifié **d'actif secondaire**.

1. Transport actif vésiculaire

a. L'endocytose :

La membrane cellulaire est capable de s'invaginer pour constituer des vésicules intracellulaires. Ces vésicules contiennent du liquide extracellulaire avec ses constituants sans caractère de spécificité, c'est le cas de la pinocytose (**figure 8**). Ce type d'endocytose est qualifié de **<<Boisson de la cellule >>**. Ce mode est retrouvé dans la plupart des cellules. Il est essentiel dans le processus d'absorption dans le rein et l'intestin grêle.

Lorsque l'invagination est déclenchée par la liaison d'une molécule particulière extracellulaire via un récepteur membranaire spécifique extrêmement sélectif (**figure 9**), là on parle de d'endocytose par l'intermédiaire d'un récepteur (Rc). C'est le principal mécanisme d'endocytose. C'est une manière de faire pénétrer à l'intérieur de la cellule des molécules spécifiques présentes en quantité infimes dans le liquide interstitiel, comme la VitB12, le Fer, l'insuline, certains hormones, lipoprotéines à basse densité, ou virus de la grippe et la toxine diphtérique en situation de maladie.

Le cas particulier des globules blanc (macrophage) (**figure 10**) montre bien la capacité de la membrane cellulaire à se mobiliser avec ses pseudopodes (faux pieds) pour constituer finalement une vésicule phagocytaire en intracellulaire contenant des particules solides volumineuses (protéines, bactérie, débris cellulaire). Ce type d'endocytose est qualifié **<<Alimentation de la cellule >>**

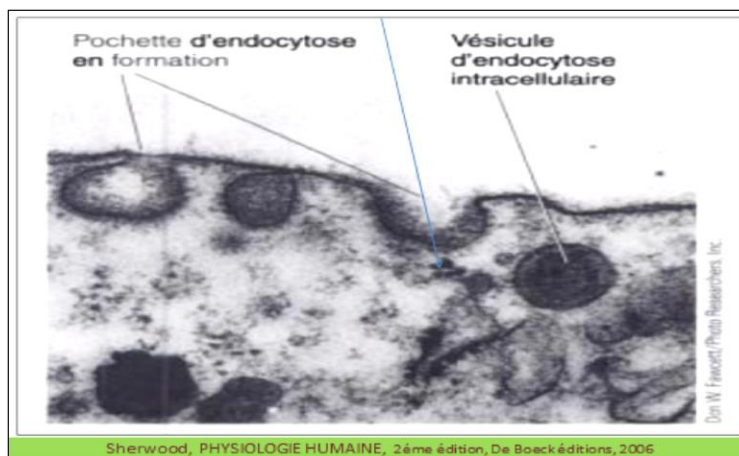


Figure 8 : Pinocytose

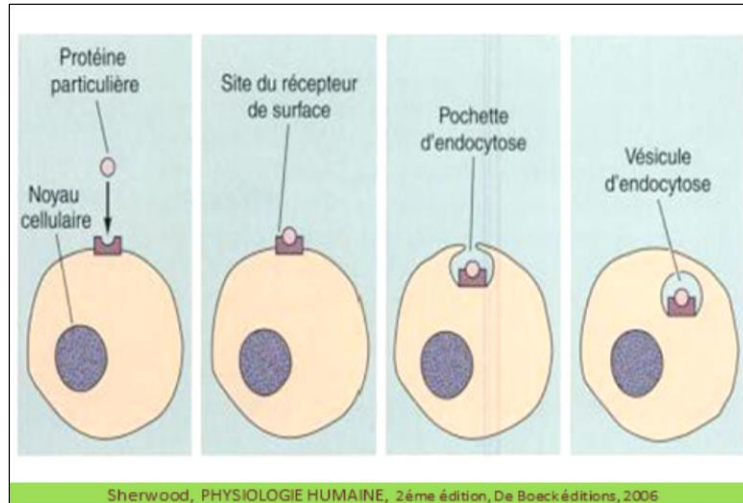


Figure 9 : Endocytose par l'intermédiaire d'un Rc

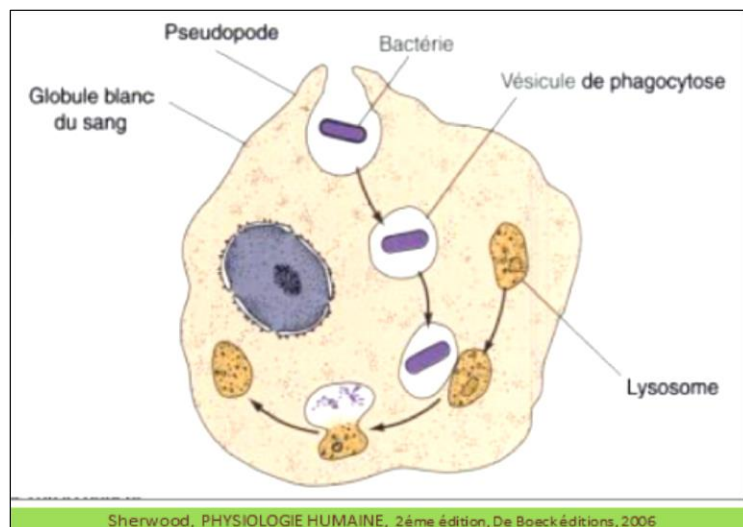


Figure 10 : Phagocytose

b. L'exocytose :

Il s'agit de grosses molécules (hormones, neurotransmetteurs, enzymes, mucus, déchets) fabriquées pour la plupart par des cellules spécifiques (sécrétrices). Ces molécules sont sécrétées après réception de stimuli spécifique nerveux ou hormonal.

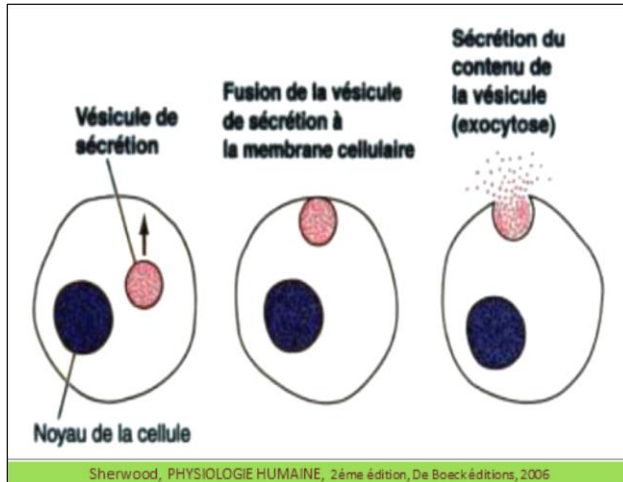


Figure 11 : Représentation schématique d'exocytose

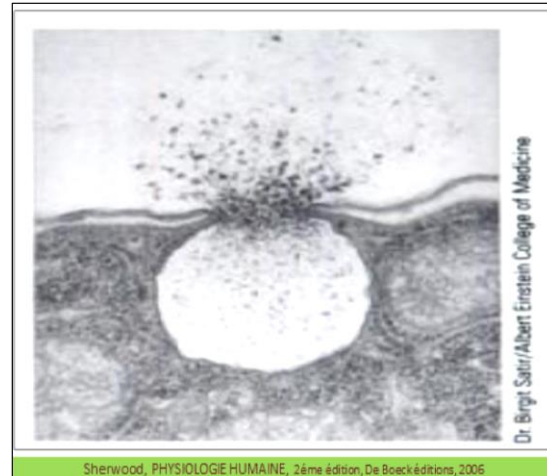


Figure 12 : Microscopie électronique d'une sécrétion par exocytose

* Conclusion

La membrane cellulaire est bien équipée pour assurer la survie cellulaire. Avec sa bicouche phospholipidique semi perméable elle assure l'intégrité du milieu intracellulaire tout en assurant des échanges de matières avec le milieu environnant extracellulaire. Ces échanges sélectifs sont surtout possibles grâce à des structures protéiques membranaires spécifiques. Si certains échanges sont passifs utilisant la différence de concentration comme force motrice notamment pour les substrats énergétiques et l'eau d'autres sont actifs consomment de l'énergie directement afin de maintenir surtout une répartition inégale de certains ions de part et d'autres de la membrane cellulaire. Une réparation nécessaire notamment pour le fonctionnement des cellules notamment excitables.

* Références

- Lauralee Sherwood, Physiologie humaine, 2^{ème} édition, de Boeck éditions 2006.
- Elaine N Marieb, Katja Hoehn, Anatomie et physiologie humaine. Adaptation de la 11^{ème} édition américaine par Sophie Dubé. Copyright by Pearson Education 2019.