

# Chapitre 2 : Membrane plasmique et transports membranaires

## 2.1. Membrane plasmique

Présentes chez tous les organismes vivants, les **membranes biologiques** sont des structures qui **limitent** les cellules ou les compartiments cellulaires et **régulent** les échanges de matière entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule, ou entre deux compartiments cellulaires par des transporteurs, bourgeonnement de vésicules, ... etc. Parmi elles, la membrane qui limite les cellules, appelée **membrane plasmique**, tient un rôle particulier puisqu'elle constitue à la fois la frontière d'une cellule et son interface d'interactions avec l'environnement. Les membranes des organites sont appelées par le nom de l'organite concerné : membrane nucléaire, membrane mitochondriale ... etc.

### 2.1.1. Définition

La **membrane plasmique**, aussi appelée **membrane cytoplasmique**, **membrane cellulaire** ou **plasmalemme**, est une structure **fluide**, **dynamique** et **asymétrique** séparant le milieu intracellulaire du milieu extracellulaire. Elle contrôle les échanges entre la cellule et son environnement.

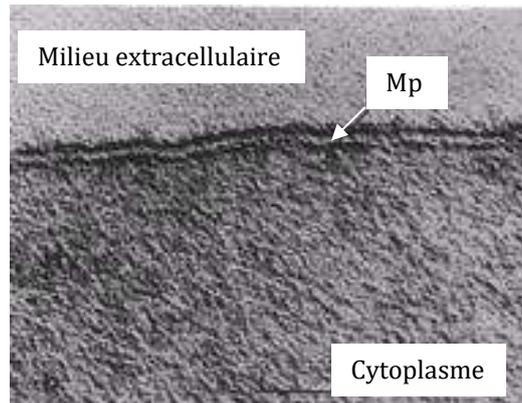
### 2.1.2. Rôles de la membrane plasmique

La membrane plasmique a des rôles variés, notamment :

- ◆ Constituer des limites, des barrières qui contrôlent la composition des cellules ;
- ◆ Régulation des échanges : il s'agit d'autoriser, tout en les maîtrisant, des échanges de matière, d'énergie ou d'informations entre cellule et extérieur de la cellule ;
- ◆ Participe aux mouvements cellulaires du muscle ou le flagelle du spermatozoïde, ...

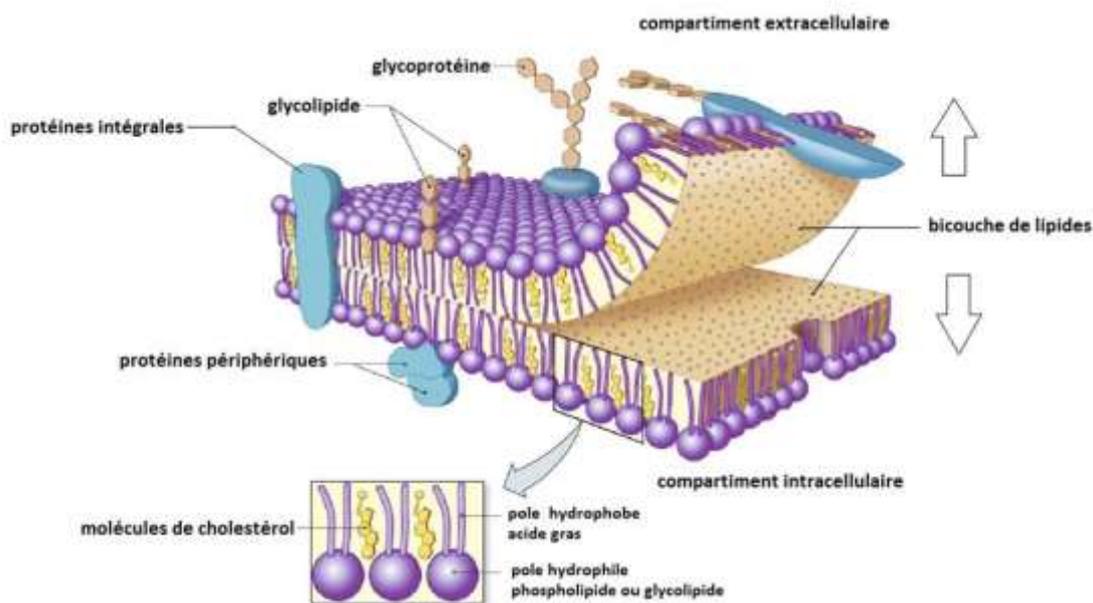
### 2.1.3. Structure de la membrane plasmique

- ◆ La membrane plasmique est formée de **trois feuillets** (couches). **Deux feuillets denses hydrophiles**, l'un externe et l'autre interne, de 20 à 25 Å d'épaisseur, intercalés par un **feuillet clair hydrophobe** de 35 Å d'épaisseur. Ainsi l'épaisseur moyenne de la membrane est de 7,5 nm.
- ◆ Cette structure est appelée **structure trilaminaire** ou **tri-stratifiée**. En microscopie optique, la membrane est quasi invisible, elle apparaît comme un trait qui délimite la cellule. En microscopie électronique, on peut observer directement sa structure.



**Figure 2.1.** Allure d'une membrane plasmique au MET.

Le modèle actuellement retenu de structure et d'organisation des membranes est celui de la « **mosaïque fluide** » proposé par SINGER & NICHOLSON en 1972. Fluide car les phospholipides et les protéines membranaires peuvent se mouvoir dans le plan de la membrane. De plus, la membrane est un corps parfaitement déformable dans les 3 directions de l'espace.



**Figure 2.2.** Structure de la membrane plasmique.

#### 2.1.4. Perméabilité de la membrane plasmique

La membrane plasmique présente une **perméabilité sélective**, autrement dit, elle se laisse traverser par certaines substances plus facilement que par d'autres.

- ◆ **Les substances hydrophobes** traversent rapidement la membrane, car elles se dissolvent dans la double couche lipidique.
- ◆ **Les petites molécules polaires** (comme H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>) grâce à leur petite taille, ces molécules polaires franchissent aussi la double couche lipidique.
- ◆ **Les grosses molécules et les ions** passent à travers la membrane grâce à des protéines de transport spécifiques.

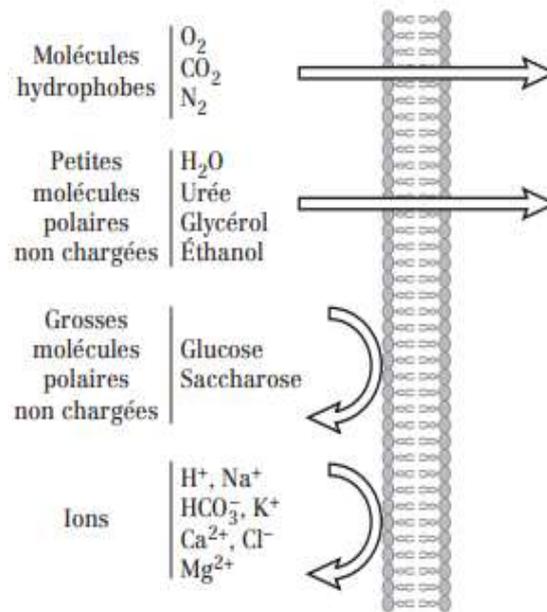


Figure 2.3. Perméabilité sélective de la membrane plasmique.

### 2.1.5. Composition chimique

La membrane plasmique est une **bicouche phospholipidique** composée principalement de **lipides** (environ 43%) et de **protéines** (environ 49%). On y trouve également des **glucides** (environ 8%) du côté extracellulaire, associés à des lipides (glycolipides) ou à des protéines (glycoprotéines) formant le **glycocalyx** (= cell coat). Sa composition chimique est **hétérogène**, elle varie d'un type cellulaire à un autre ou bien entre deux régions différentes de la cellule.

#### 2.1.5.1. Les lipides

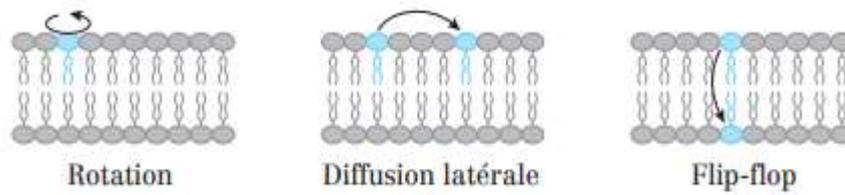
Les lipides forment la **structure** de la membrane plasmique. Ils sont de trois types :

**A. Les phospholipides** : présentent une **tête hydrophile polaire** (phosphate et groupement spécialisé) qui ont une forte affinité pour l'eau, et une queue **hydrophobe apolaire** (glycérol et acides gras) qui fuient l'eau. Ils sont ainsi appelés **amphiphiles**. Ils dérivent soit du glycérol (glycérophospholipides) ou de la sphingosine (sphingolipides).

#### Les mouvements des lipides dans la bicouche

Dans la membrane plasmique les lipides sont animés de mouvements permanents :

- 1. Diffusion latérale** : mouvements de déplacement latéraux.
- 2. Mouvements de rotation** : Les lipides tournent fréquemment sur eux-mêmes.
- 3. Mouvements de bascule ou flip-flop** : Les lipides passent d'une couche à l'autre.



**Figure 2.4.** Les trois types de mouvements des lipides membranaires.

**B. Le cholestérol :** régule la **fluidité** de la membrane (plus il est présent, moins la membrane est fluide) et contribue à la **stabilité** et au **maintien** de sa structure en s'intercalant entre les phospholipides (il est absent chez les végétaux, on trouve le **phytostérol**).

**C. Les glycolipides :** sont de deux types, les **glycéroglycolipides** et les **sphingoglycolipides**. Ils ressemblent aux phospholipides dans leur composition bien qu'ils soient dépourvus de phosphate.

#### 2.1.5.2. Les protéines membranaires

Les protéines membranaires assurent la plus grande partie des **fonctions** spécialisées de la cellule *vis-à-vis* de son environnement. Leur classification repose sur la façon dont elles sont disposées dans la membrane. On distingue trois types :

- A. Les protéines transmembranaires (intégrale) :** protéines qui s'intègrent dans la membrane en la traversant une ou plusieurs fois.
- B. Les protéines ancrées :** protéines traversant un seul feuillet, interne ou externe, de la membrane plasmique.
- C. Les protéines périphériques :** protéines qui sont situées sur un côté de la membrane ou l'autre, sans la traverser.

#### 2.1.5.3. Les glucides membranaires

Tous les eucaryotes portent des glucides sur le **feuillet externe** de leur membrane. On appelle **glycocalyx** ou **cell-coat** l'ensemble des petites chaînes glucidiques (oligosaccharides) portées par des protéines (cela forme des glycoprotéines) ou parfois des lipides (cela forme des glycolipides).

## 2.2. Transports membranaires

Pour vivre, la cellule a besoin de **prélever** des **aliments** dans le milieu extérieur et d'y **rejeter** les **déchets**. Ces substances pour être échangées entre l'hyaloplasme et le milieu extracellulaire doivent traverser la **membrane plasmique**. On appelle **perméabilité (sélective ou différentielle)** de la membrane, la propriété qu'elle possède de laisser passer des substances du milieu extracellulaire vers l'hyaloplasme ou inversement.

### 2.2.1. Définition

Le transport membranaire est le **passage** d'une **molécule**, d'un **ion** ou d'une **particule** à travers la **membrane plasmique**.

### 2.2.2. Types de transports membranaires

On peut distinguer deux types de transports membranaires selon l'utilisation ou non de l'énergie : le **transport passif** et le **transport actif**.

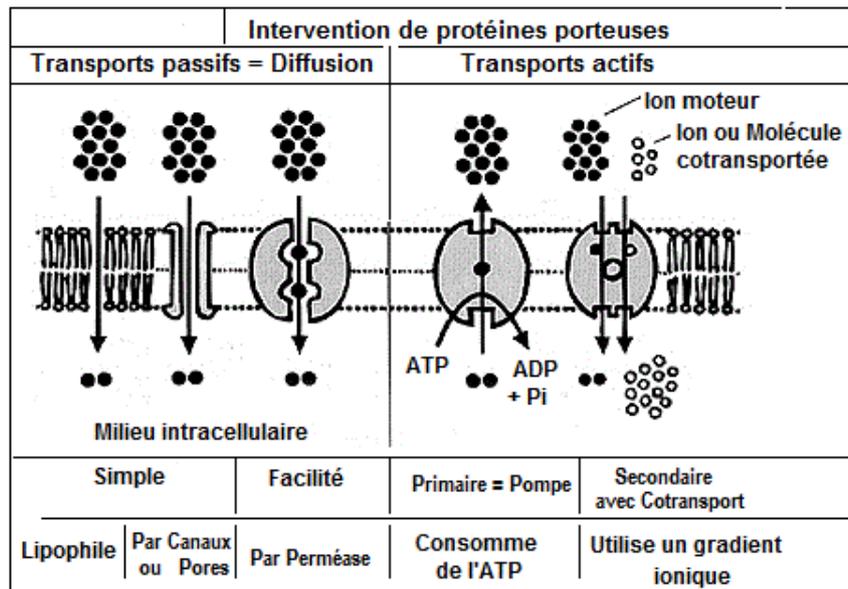


Figure 2.5. Illustration schématique des types de transports transmembranaires.

#### 2.2.2.1. Le transport passif

Le transport passif se fait **sans consommation d'énergie, en fonction des gradients de concentration** de la molécule transportée (du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré). Il peut être réalisé par :

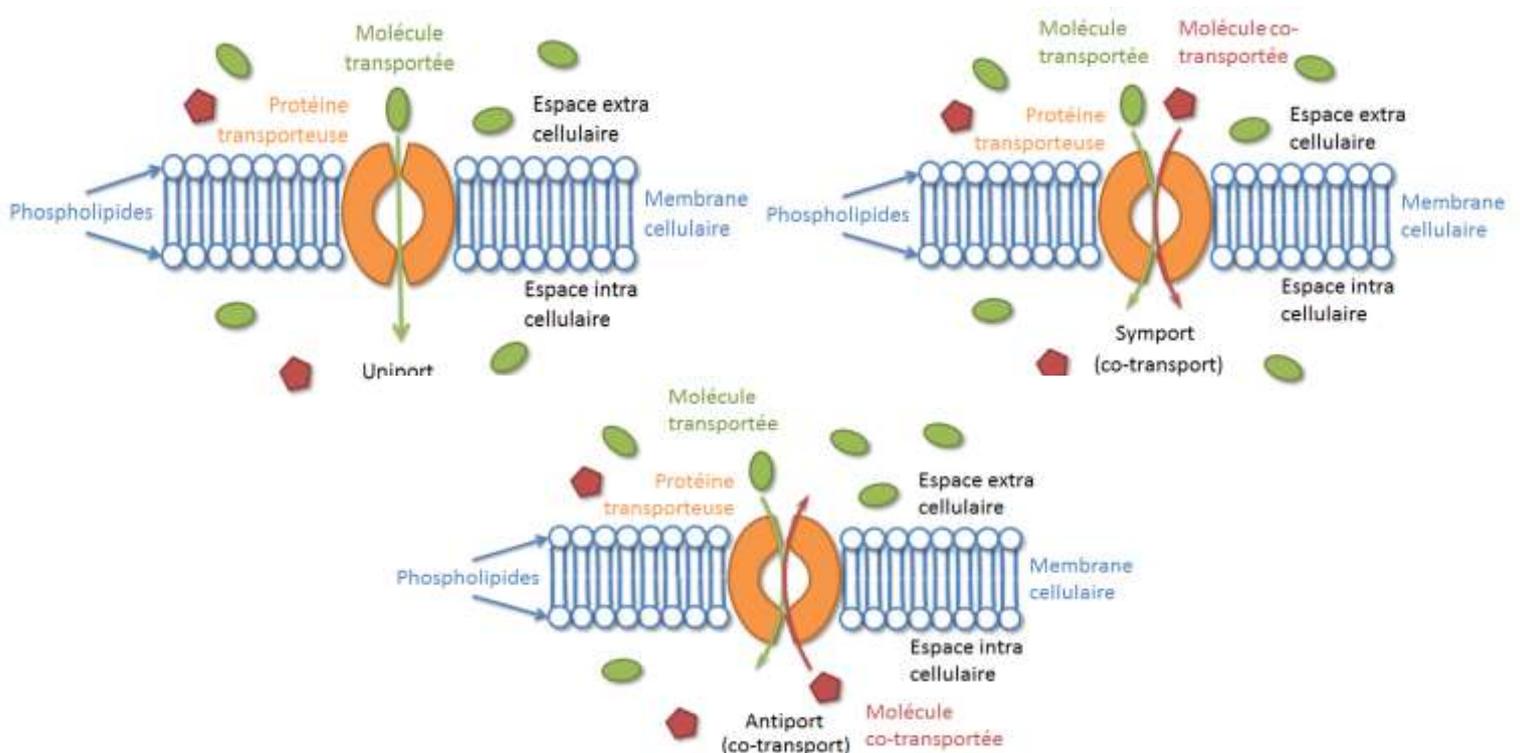
**A. Diffusion simple :** Se fait à travers la partie lipidique de la membrane plasmique (pas d'intervention des protéines membranaires). Cette diffusion se fait dans le sens du gradient. Elle intéresse les **molécules liposolubles**, les **molécules apolaires** et les **molécules de petite taille** (AG, les stéroïdes, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).

**B. Diffusion facilitée :** Il est toujours passif mais il fait intervenir des **protéines**, c'est un phénomène qui est spécifique et régulé. On distingue deux types : La diffusion à travers les **pores ioniques** et la diffusion à travers les **perméases**.

**B1. Diffusion à travers les pores ioniques :** Concerne des substances **non liposolubles** comme l'eau, électrolytes, hydrates de carbone. Les pores qui permettent le passage d'ions spécifiques sont appelés **canaux ioniques** dont le transport se fait **selon leur gradient électrochimique** et **ne réclame pas d'énergie**. Néanmoins, l'eau, molécule polaire, peut traverser librement dans les deux sens en empruntant des canaux spécifiques transmembranaires appelés : les **aquaporines**.

**B2. Diffusion à travers les perméases :** Se sont des protéines transmembranaires qui vont lier d'une manière spécifique la molécule à transporter qui va changer de conformation et qui va libérer la molécule à transporter de l'autre côté de la membrane.

- ◆ Le transporteur ou le canal transmembranaire peut assurer le passage d'une seule molécule à la fois, il s'agit d'un transport **uniport**.
- ◆ Lorsque le transporteur entraîne deux molécules il s'agit d'un co-transport,
  - ✓ Si les molécules sont transportées dans le même sens le co-transport est dit **symport**.
  - ✓ Si elles sont entraînées en sens inverse, c'est-à-dire si une molécule entre dans la cellule alors que l'autre en sort alors c'est un co-transport **antiport**.



**Figure 2.2.** Les modes de diffusion à travers les perméases.

## Osmose

C'est la **diffusion des molécules d'eau** à travers une membrane semi perméable en deux compartiments de concentration différente en solutés. Cette diffusion se fait de la **solution hypotonique** (la moins concentrée) vers la **solution hypertonique** (solution la plus concentrée) jusqu'à ce que les solutions soient **isotoniques** (de même concentrations). L'eau diffuse pour tenter un équilibre entre les deux milieux.

### 2.2.2.1. Les transports actifs

Le transport actif se fait **avec consommation d'énergie, contre le gradient de concentration** de la molécule transportée (du milieu le **moins concentré** vers le milieu le **plus concentré**). Il fait intervenir des **protéines spécifiques**. Il existe deux types :

**A. Transport primaire (les pompes) :** Utilisent l'énergie de l'hydrolyse de l'ATP pour faire traverser la membrane plasmique à la molécule (ATPases).

**B. Transport secondaire (les co-transporteurs) :** Sont des protéines transmembranaires qui couplent le passage de la **molécule** avec celui d'un **ion** (généralement  $H^+$  et  $Na^+$ ) : l'énergie, qui provient du déplacement de l'ion selon son gradient électrochimique, provoque le passage de l'autre substance contre son gradient propre (l'ATP n'est pas utilisée).

- ◆ **Les symports** les déplacent dans le même sens (co-transporteur  $Na^+$ /glucose dans les entérocytes ou les tubules proximaux des néphrons par exemple).
- ◆ **Les antiports** les déplacent dans les sens inverse (échangeurs anioniques  $HCO_3^-/Cl^-$ ).

### 2.2.2.3. Le transport vésiculaire

Certaines molécules et particules sont **trop grosses** pour franchir les membranes par des transporteurs membranaires. Leur transport va donc nécessiter des **mouvements** de la membrane plasmique pour **évacuer/ingérer** ces molécules.

Les **vésicules de transport** sont des structures **sphériques** formées à partir de la bicouche lipidique refermée sur elle-même. Ces vésicules peuvent contenir des molécules et de nombreuses protéines transmembranaires ou associées à la membrane qui assurent leur **formation**, leur **maintien**, leurs **déplacements** et leur **adressage** à travers la cellule.

On en distingue les types suivants : (1) **Endocytose** et (2) **Exocytose**.

**A. Endocytose :** Processus par lequel une cellule **absorbe** des **particules** ou des **solutés** en les englobant dans des **vésicules** par **invagination** de la **membrane plasmique**. On distingue plusieurs types d'endocytose selon les substances ingérées et leur taille.

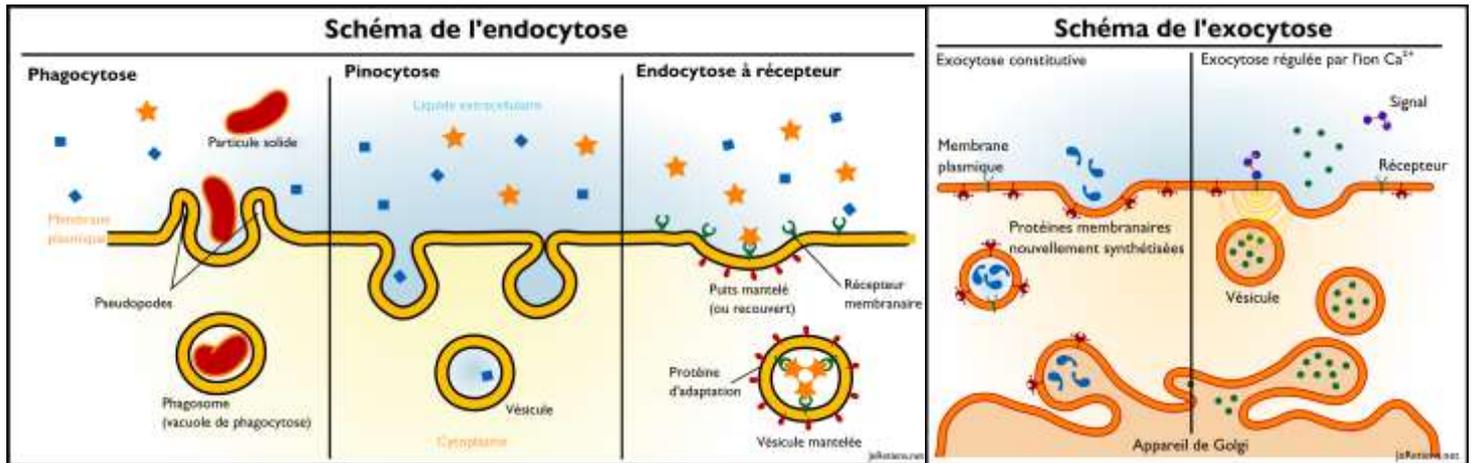


Figure 2.3. Illustration de l'endocytose et de l'exocytose.

**A1. Phagocytose :** Lors de la phagocytose (grec *phagein=manger*), des portions de la membrane plasmique et du cytoplasme s'**étendent** pour entourer un objet relativement gros ou **solide**, tel un amas de **bactéries** ou de **débris cellulaires**.

**A2. Pinocytose :** Lors de la pinocytose (grec *pinein=boire*), un petit repli de membrane plasmique englobe une **gouttelette de liquide** extracellulaire contenant des molécules dissoutes. La gouttelette entre dans la cellule à l'intérieur d'une minuscule **vésicule pinocytaire**.

**A3. L'endocytose par récepteurs :** Hautement **spécifique** et **très sélective**. Les récepteurs sont des protéines de la membrane plasmique qui ne se lient qu'à certaines substances. Les récepteurs et les substances qui y sont fixées entrent ensemble dans la cellule à l'intérieur d'une petite vésicule appelée **vésicule tapissée** ou **vésicule à manteau**.

## B. Exocytose

Il s'agit d'une **sécrétion/élimination** de molécules présentes dans la cellule. Les substances sont **enfermées** dans des **vésicules** qui **fusionnent** avec la membrane et **déversent** leur contenu dans le milieu extracellulaire (*exemple* : déchets, neuromédiateurs, hormones ...). La formation et le transport des vésicules sont des processus **consommateur d'énergie**.

Il existe deux types d'exocytose :

1. L'exocytose **constitutive** permet l'incorporation des protéines membranaires nouvellement synthétisées dans la membrane cellulaire lorsqu'il y a fusion de la vésicule pour le transport.
2. L'exocytose **régulée par l'ion  $Ca^{2+}$**  a lieu dans les synapses et permet la signalisation intraneuronale.