

## CHAPITRE N°3 : LA MEMBRANE PLASMIQUE

### Introduction

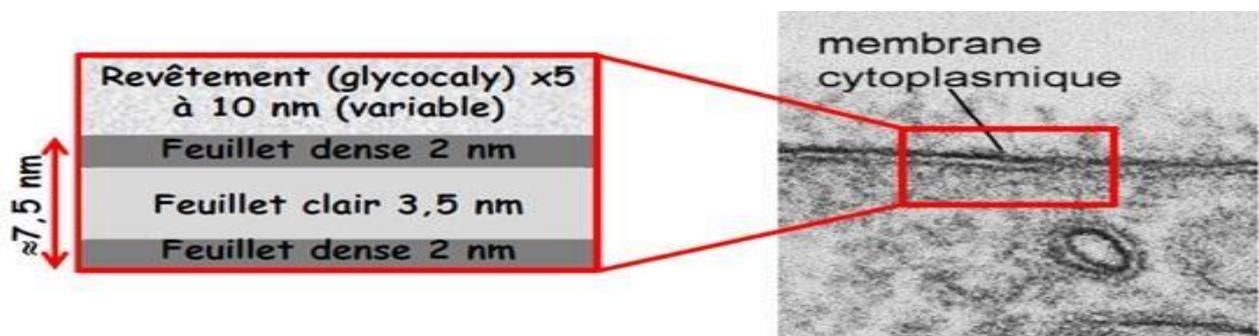
**Membrane cellulaire, cytomembrane**, ou membrane **plasmique, unitaire** ou encore **plasmalemma**, est une enveloppe **biologique** continue qui sépare le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire, elle **sépare mais n'isole pas la cellule de son environnement**, car elle interagit localement avec la matrice extracellulaire qui la baigne, avec la membrane cytoplasmique de cellule voisine. Cette enveloppe donne à la cellule sa forme. Si les cellules sont délimitées par **une membrane plasmique**, elles présentent d'autres membranes internes (organites), de structure voisine, les **biomembranes**.

L'étude de la membrane plasmique permet de définir une **structure membranaire générale** commune aux membranes cellulaires.

En fonction du type cellulaire ou de l'organite il y aura une structure de base commune avec des **variations de la proportion des composants**.

Cette **différence de structure** va induire une **différence de fonction**.

La membrane plasmique est formée de **trois feuillets superposés, idem pour les membranes des organites**.



La membrane plasmique est une structure de **7,5 nm épaisseur** formée de 3 feuillets superposés : Un **feuillet externe dense** de 2 nm  
Un **feuillet intermédiaire clair** de 3,5 nm Un **feuillet interne dense** de 2 nm

Elle est recouverte par un revêtement glucidique (le **glycocalyx**) d'une taille variable comprise entre 5 et 10 nm (cell-coat).

On parle de **2 héli-membranes**. Séparation en 2 au niveau du feuillet clair : feuillets extra – cytoplasmique + feuillet cytoplasmique.

Les membranes sont **indispensables à la vie**. Elles délimitent la **frontière** entre l'intérieur et extérieur et donc permettent le **maintien de la différence entre milieu** intérieur/milieu extérieur. Les activités métaboliques de la cellule dépendent de la stabilité des milieux délimités par les membranes.

La cellule met en place un **flux bidirectionnel** :

- **Importation** des molécules nécessaires à sa structure et à son fonctionnement
- **Evacuation** des produits toxiques dus au métabolisme

La membrane plasmique des cellules règle ce flux bidirectionnel de molécules grâce à sa **perméabilité sélective** due à sa composition chimique.

## 1.COMPOSITION CHIMIQUE

Elle est constituée très majoritairement de Lipides et de Protéines. Évalué, en moyenne, en poids sec la membrane plasmique est composée de :

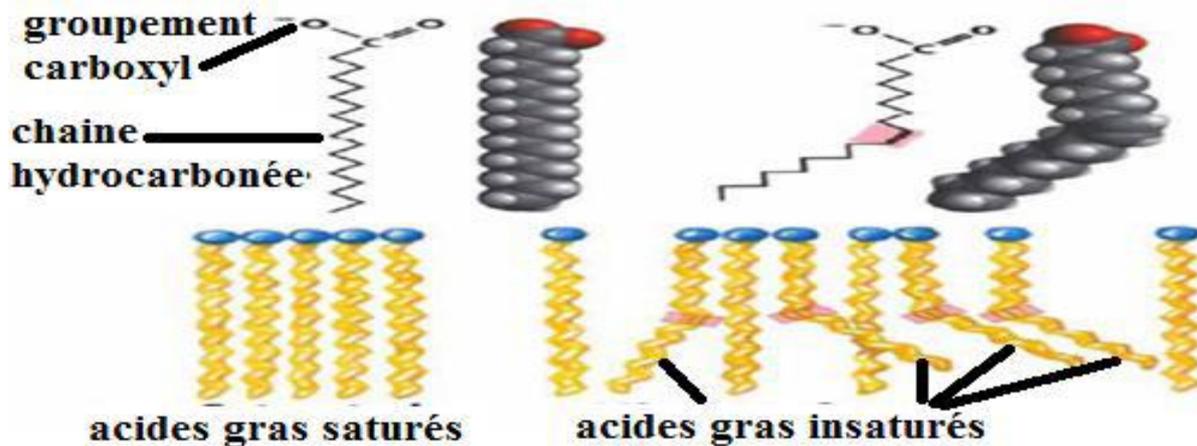
- 40% de lipides
- 50% de protéines
- 8% de glucides

Ces proportions varient d'une cellule à l'autre. Les glucides existent sous la forme de glycoprotéines et de glycolipides. Suivant les types de membranes, on compte de 10 à 100 molécules de lipides pour une molécule de protéine.

### 1.1.Les lipides

Les lipides confèrent à la membrane son squelette et sa structure caractéristique, ils ont la propriété de s'associer par des liaisons hydrophobes pour former une double couche lipidique.

**Les acides gras sont les constituants de base des lipides**, ce sont des acides carboxyliques caractérisés par une répétition de groupements méthyliques  $\text{-CH}_2\text{-}$  formant une chaîne carbonée. **Les acides gras naturels peuvent être saturés (possèdent une structure linéaire) ou insaturés (possédant dans leur chaîne carbonée une double liaison).**



Les lipides membranaires sont des molécules **amphiphiles** (amphipatiques) qui forment spontanément des bicouches en milieu aqueux. Une molécule amphiphile correspond à une molécule ayant extrémité **hydrophile ou polaire et une extrémité hydrophobe ou apolaire**.

### Différentes classes des lipides membranaires

On distingue trois catégories principales de lipides membranaires : les phospholipides, les glycolipides et les stérols (cholestérol); ces derniers ne répondent pas exactement à la définition classique des lipides mais sont des molécules apparentées au plan physicochimique.

#### 1.1.1. Les phospholipides

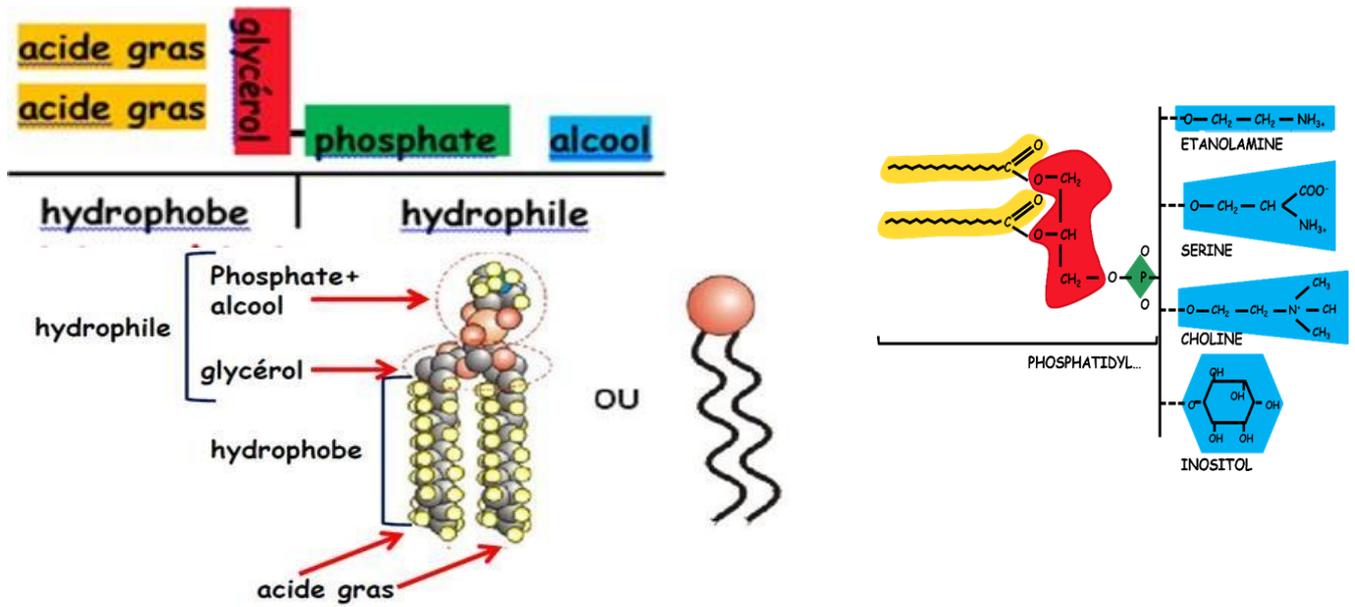
##### a) Glycéro phospholipides

Ils se rencontrent dans toutes les cellules vivantes, constituants indispensables des membranes biologiques.

Ils sont composés d'un **glycérol** sur lequel on fixe 2 **chaînes d'acide gras** et un groupement **phosphate** auquel s'ajoute un groupement **alcool** (choline, éthanolamine, inositol ou sérine).

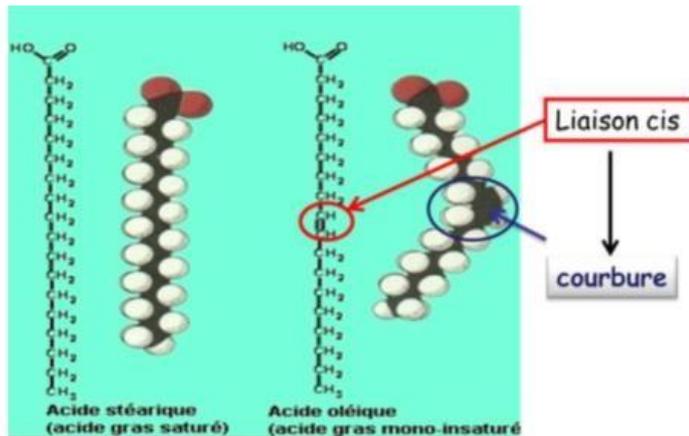
La queue formée des chaînes d'acides gras est hydrophobe tandis que la tête est hydrophile. Les phospholipides portent le nom du groupement alcool :

- Phosphatidyléthanolamine = PE
- Phosphatidylsérine = PS
- Phosphatidylcholine
- Phosphatidylinositol = PI

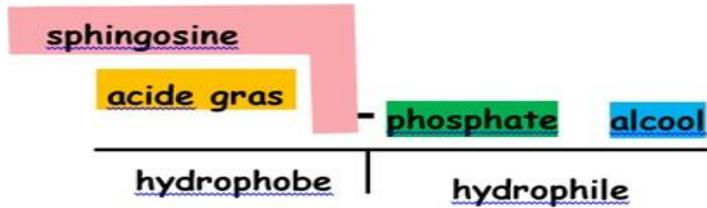


*Exemple de la phosphatidylcholine : molécule formée de choline, de phosphate, de glycérol et de 2 chaînes d'acide gras.*

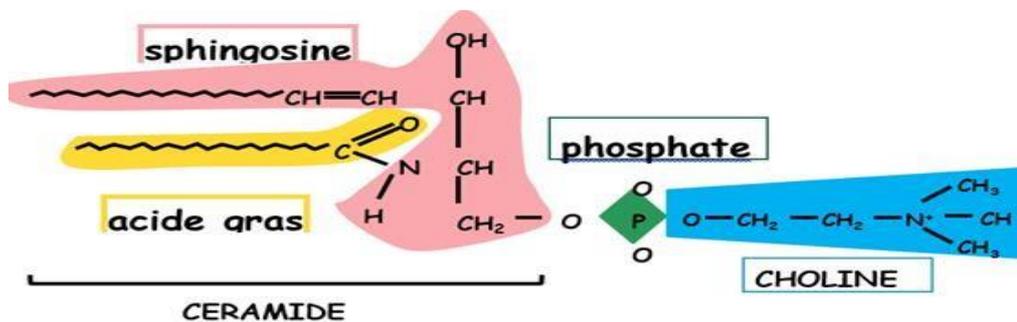
La formule générale des acides gras présents dans les phospholipides correspond à  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{N-COOH}$ . La longueur des acides gras des phospholipides est variable (14 à 24 atomes de carbone). Dans la membrane **des eucaryotes**, chaque molécule de phospholipide possède un acide gras saturé et un acide gras insaturé (double liaison) **avec une ou plusieurs liaisons cis (courbure importante pour la perméabilité de la membrane)**. Les liaisons entre les queues d'acide gras sont le fait de liaisons hydrophobe et de force de Van der Waals.



**b/Les phospholipides : sphingophospholipides**



Un sphingophospholipide est composé d'une céramide (sphingosine associée à un AG), d'un phosphate (hydrophile) et d'un alcool.



**1.1.2. Les glycolipides : sphingolipides**

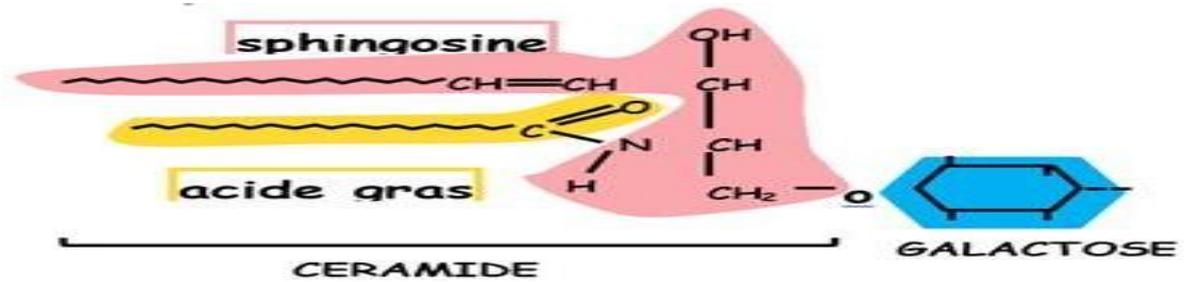
Les glycolipides sont des molécules peu abondantes (moins de 5 % des lipides membranaires). Elles sont composées d'une partie lipidique qui est insérée dans la bicouche et d'un groupement oligosaccharidique situé à l'extérieur de la membrane.

Il n'y a pas de glycolipide dans le feuillet lipidique interne.

Les glycolipides ont un rôle dans les interactions cellule-cellule et de récepteurs pour des substances extracellulaires.



*Ex : galactocérébroside, un constituant majeur de la myéline (gaine des nerfs) : interaction myéline-axone.*



**1.1.3. Les stéroïdes (cholestérol chez les animaux)**

Les stéroïdes sont représentés par le **cholestérol** (animal), l'**ergostérol** (végétal).

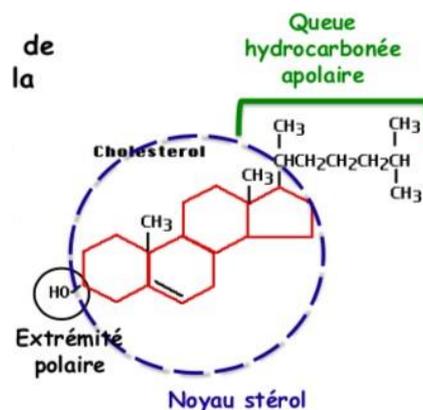
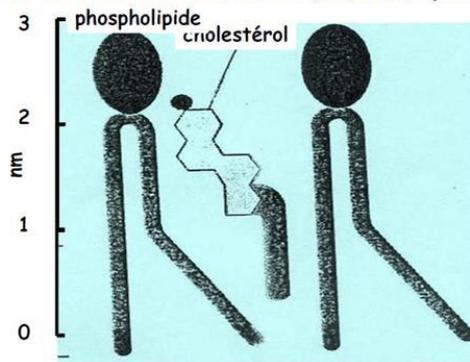
Le cholestérol très abondant dans les membranes plasmiques des eucaryotes (il est absent chez les procaryotes).

La molécule de cholestérol a une extrémité polaire (radical OH du premier cycle carbonique), un noyau central rigide (la structure polycyclique) et une extrémité apolaire.

Le cholestérol est un lipide de structure. Il exerce plusieurs rôles au sein de la membrane :

- La rendant moins déformable (plus rigide)
- En diminuant sa perméabilité aux petites molécules hydrosolubles
- Il est très concentré dans les cellules eucaryotes.

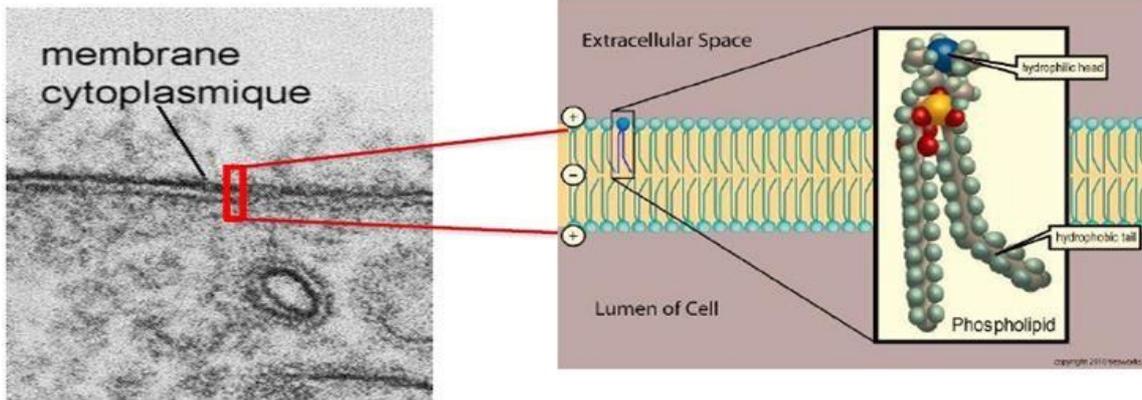
*Emplacement du cholestérol dans la membrane plasmique*



## Caractéristiques des lipides membranaires

### 1. Le caractère Amphiphiles (propriété physico-chimique à la base de l'organisation des lipides membranaires en bicouche) :

La structuration des membranes est la conséquence directe de l'auto-organisation des lipides liée à leur caractère **amphiphile**.



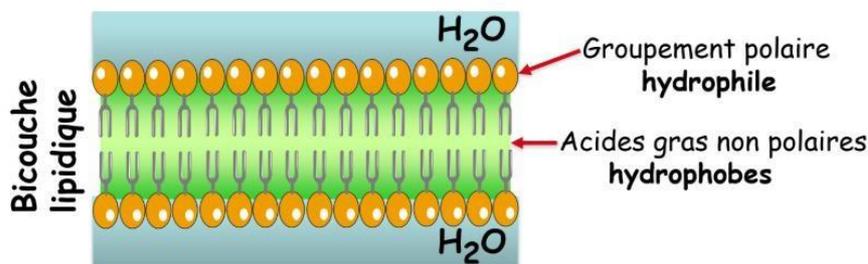
Placées dans de l'eau, les molécules de phospholipides ont tendance à former une couche **monomoléculaire** OU seules les portions hydrophiles sont en contact avec l'eau.

Si on « force » les lipides à se mélanger à l'eau, ils forment alors une **double couche moléculaire** : les acides gras hydrophobes se font face alors que les portions hydrophiles demeurent en contact avec l'eau.

Il se forme ainsi une **membrane de l'épaisseur des deux couches de molécules**. La membrane plasmique s'organise en une **bicouche lipidique**.

La cohésion des phospholipides membranaires est due à :

- Des liaisons de Van der Waals entre les acides gras (s'exercent lorsque deux atomes sont suffisamment proches : contact partiel entre les nuages d'électrons)
- Des interactions hydrophobes entre les acides gras
- Des liaisons ioniques entre les zones polaires

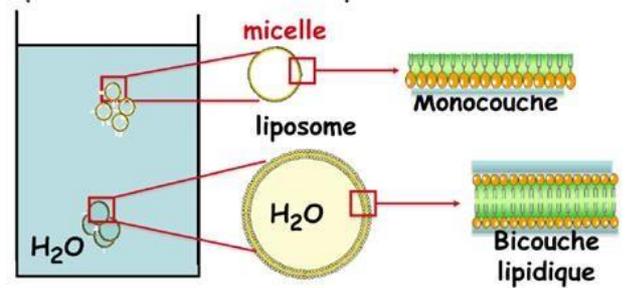


**A/Micelles et liposomes**

Les phospholipides peuvent aussi former une simple couche enrobant de petites gouttelettes de lipides.

Ces structures, appelées **micelles**, permettent aux lipides de demeurer en suspension dans l'eau. La micelle n'est constituée que **d'une seule couche de lipides**.

Les bicouches de lipides membranaires sont capables d'autoassemblage et d'autofermeture en présence d'un milieu aqueux.



Une émulsion de phospholipides dans l'eau donne des **liposomes**, petites sphères entourées par une **bicouche lipidique**.

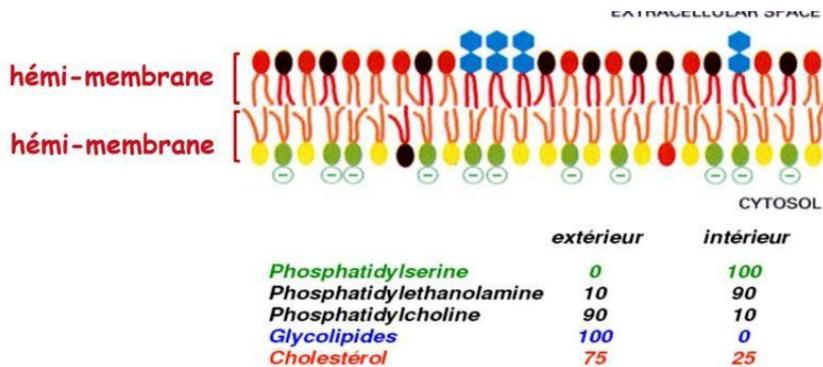
On peut synthétiser artificiellement des liposomes (très proche de la composition de la bicouche lipidique de la cellule). On commence à les utiliser en médecine pour transporter certains médicaments vers les cellules.

Les liposomes peuvent **fusionner avec les membranes des cellules** et **déverser dans la cellule le médicament** qu'ils contiennent.

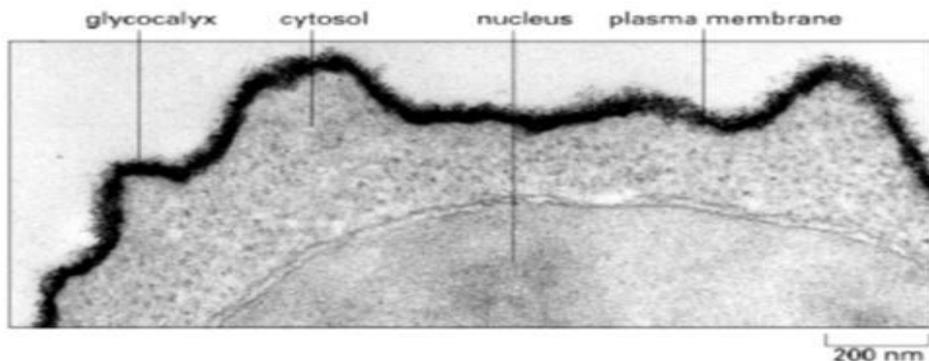
**2. La membrane est une structure fluide et asymétrique.**

**A) Les 2 héli-membranes sont asymétriques**

La répartition asymétrique des **lipides** de la membrane entraîne une polarité. Le feuillet interne est négatif.



De même, la distribution asymétrique des **glucides** au sein d'une même membrane est liée aux lipides et protéines membranaires. Ils sont exposés sur **le versant extérieur** de la membrane et constituent le glycocalyx.



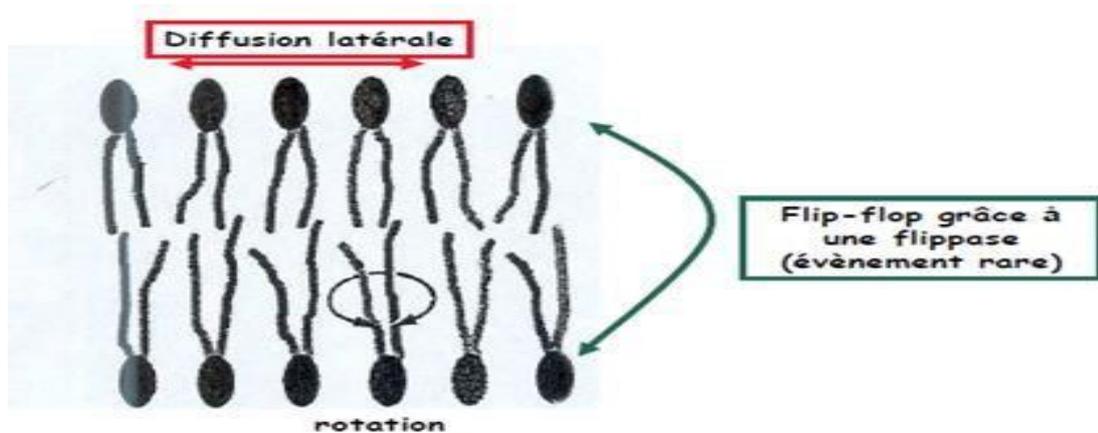
### **B) Les molécules sont mobiles dans la membrane**

(Les mouvements de diffusions latérales des protéines **mais surtout des lipides** sont à la base de **la fluidité membranaire**). Chaque molécule lipidique peut effectuer trois types de mouvements :

**1. Diffusion latérale** : chaque molécule lipidique peut se déplacer latéralement dans le plan de chaque couche, ces mouvements sont les plus fréquents et les plus rapides. Les phospholipides changent de position  $10^7$  fois par seconde avec une vitesse moyenne de  $2\mu\text{m}$  /seconde à  $37^\circ\text{C}$ .

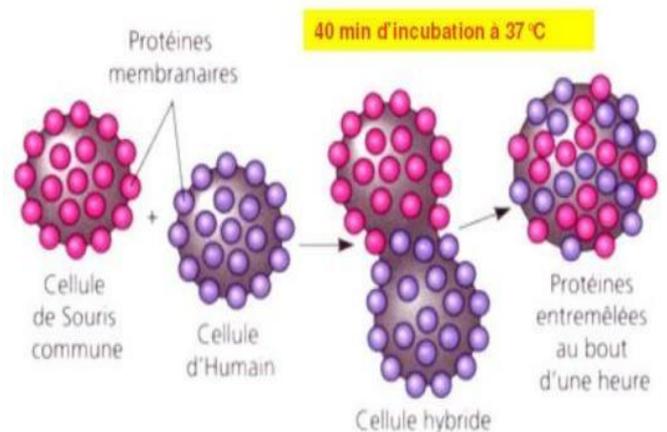
**2. Rotation sur place** : ces mouvements sont aussi fréquents et rapides

**3. Déplacement transversal ou en flip-flop**: La molécule lipidique passe d'une couche à l'autre, il s'agit d'un mouvement plus difficile, car il nécessite le retournement complet de la molécule et exige un apport énergétique (ATP) avec présence d'enzymes spécifiques les flipases. Un phosphoglycérolipide met 100 fois plus de temps à basculer que dans un mouvement latéral.



*Remarque :* Les protéines aussi ont un mouvement latéral, mais par ce qu'elles sont plus volumineuses, elles glissent plus lentement, certaines protéines ont un mouvement plus organisé, elles glissent le long des filaments du cytosquelette grâce aux protéines motrices cytoplasmiques elles même attachées au feuillet interne de la membrane plasmique.

Le mouvement des protéines dans la membrane est démontré par l'expérience des **hétérocaryons** : lorsque l'on fait fusionner deux cellules dont les protéines membranaires sont marquées (marqueur fluorescent), on observe, après environ 30 min, une répartition aléatoire, homogène des protéines des deux anciennes cellules au niveau de la nouvelle membrane. Les protéines lors de la création de la cellule hybride se sont déplacées pour former une membrane unique.



### Importance de la fluidité pour la membrane

- Si la membrane est percée ou déchirée, les molécules de phospholipides qui s'étaient écartées les unes des autres peuvent à nouveau se rapprocher et fermer l'ouverture ce qui permet à la membrane de se réparer d'elle-même
- La membrane peut varier facilement sa taille : Lors des différents phénomènes physiologiques **d'endocytose, les mouvements des cellules ou leurs croissance** l'ajout de nouvelles molécules de phospholipides, qui en se joignant aux autres, permettent à la membrane de s'agrandir. Inversement, elle peut réduire sa taille cas **de l'exocytose par exemple**, si on enlève des molécules.
- La fluidité permet à la cellule de se diviser : Il suffit de resserrer l'équateur de la sphère pour obtenir deux sphères.
- Pour les protéines membranaires : Grâce à la fluidité, les protéines peuvent s'unir à des zones de la membranes et former des structures solides (jonctions , les récepteurs , les synapses ).

### Facteurs influençant la fluidité membranaire

Le degré de fluidité des membranes est conditionné par des facteurs externes

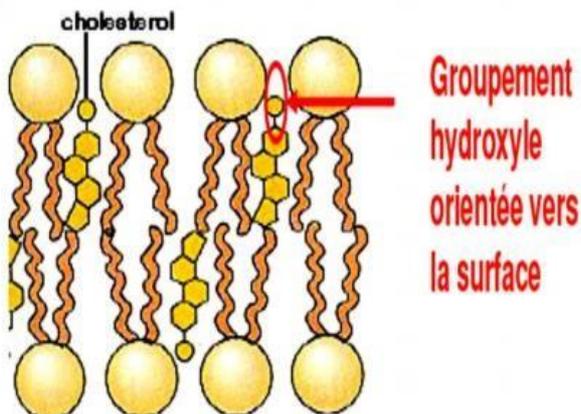
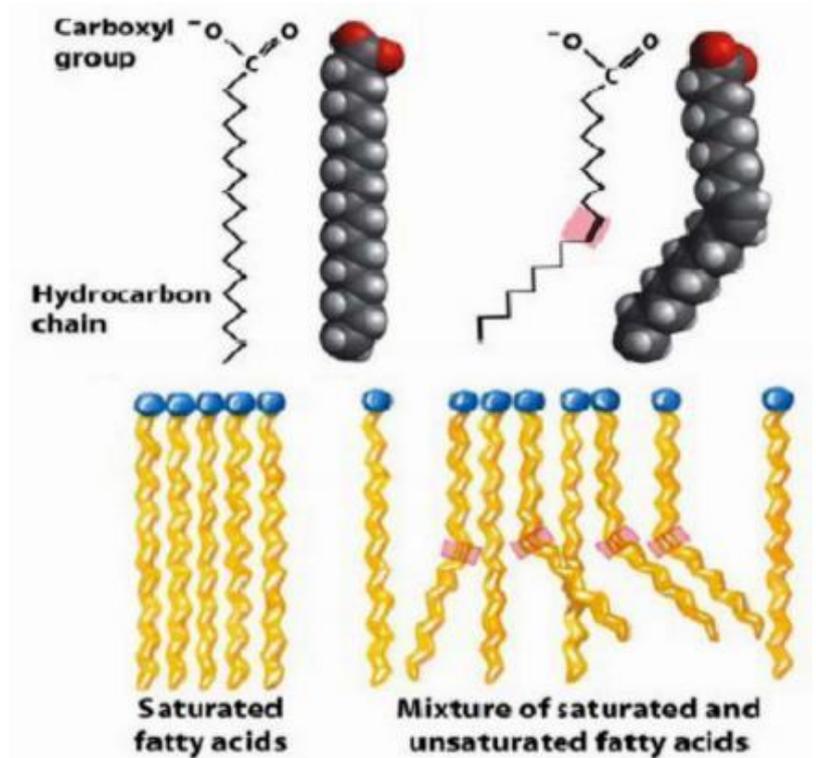
La fluidité des membranes est modulée par tous les facteurs agissant sur les interactions faibles notamment entre les chaînes d'acides gras. Les facteurs de la fluidité membranaire sont :

- La **température**
- Le nombre d'**Acides gras insaturés** (nombre de doubles liaisons)
- La **quantité de cholestérol**

La fluidité rend compte de certaines propriétés essentielles de la membrane. Elle est plus élevée au niveau de la couche interne de la bicouche du à la richesse de cette couche interne en phosphatidyléthanolamine (PE) et en phosphatidylsérine (PS). La couche externe de la bicouche est moins fluide du fait de l'abondance en phosphatidylcholine (PC) et en sphingomyéline.

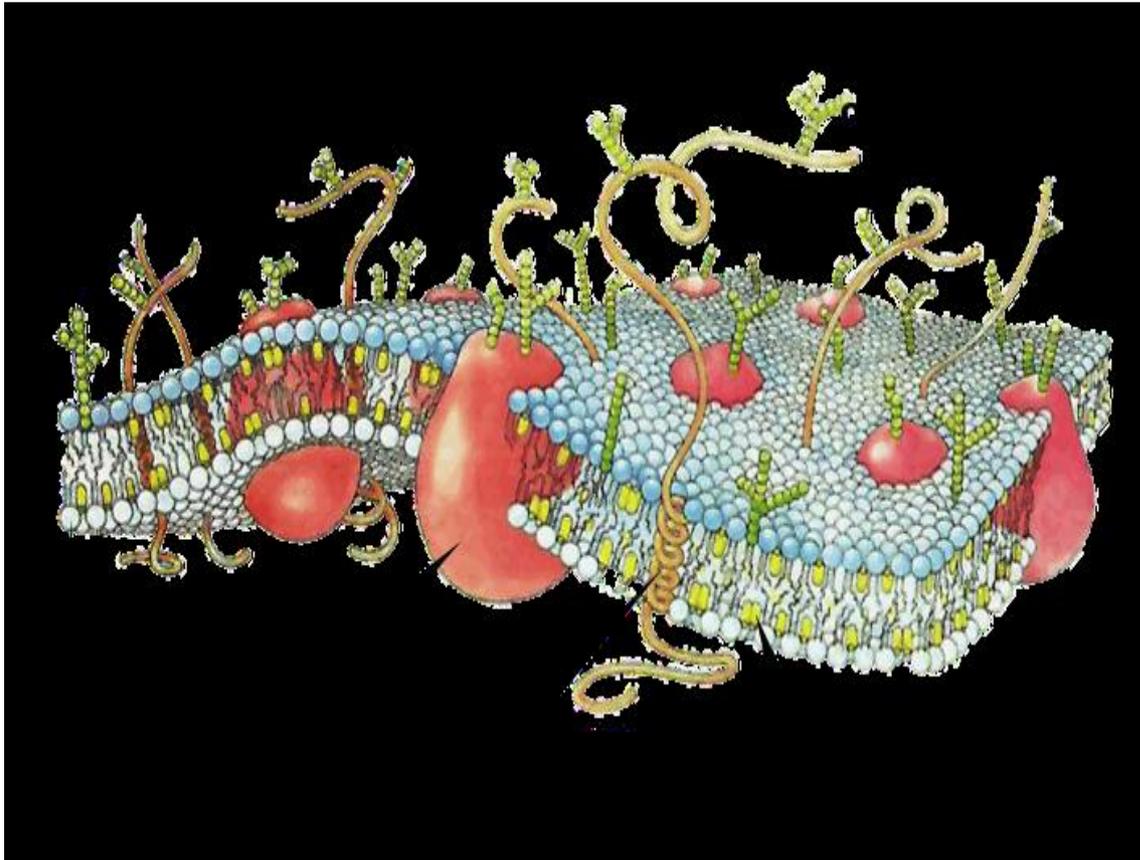
1. **La température** : la conformation des chaînes d'acides gras des lipides est très sensible à l'agitation thermique ; une élévation de la température entraîne une mobilité accrue et des déformations des chaînes d'acides gras des lipides, alors qu'à basse température ils sont étirés au maximum et en contact étroit. les corps gras sont solides à basse température et liquides au-delà d'une température caractéristique, qui est fonction de leur nature chimique

2. Les **acides gras** des phospholipides ont des **double liaisons** (l'angulation formée par la ou les liaisons cis gêne les interactions entre acides gras). Ainsi, les chaînes se repoussent (moins collées les unes aux autres). Plus il y a de doubles liaisons, plus les chaînes font des courbures ou des angulations et occupent un volume important dans l'espace. Une **membrane riche en acides gras insaturés** sera **plus fluide** et permettra le passage aux éléments nutritifs. Les doubles liaisons sur un acide gras gêne les interactions de Van des Waals.



3. La fluidité membranaire varie aussi avec **le taux de cholestérol**. Si le taux de cholestérol est élevé, il y a une rigidification de la membrane par les interactions cholestérol-phospholipides.

Le cholestérol, en s'intercalant entre les molécules de phospholipides, **stabilise les membranes** et évite une **excessive fluidité**. Un excès de cholestérol entraîne une diminution de la fluidité membranaire.



**Figure: Structure de la membrane plasmique**

Toutes les cellules, y compris les plus simples d'entre elles, les Bactéries, sont capables de réguler et d'adapter la composition lipidique de leurs membranes en fonction des conditions du milieu, afin de maintenir une fluidité optimale. Lorsque *Escherichia coli*, dont la température de croissance est normalement de 37 °C, est cultivée à 27 °C, on observe que la quantité relative des chaînes hydrocarbonées insaturées contenues dans ses lipides membranaires augmente significativement ; la fluidité est ainsi

Cette fluidité membranaire est due à l'architecture de la membrane : **modèle de la mosaïque fluide** de Singer et Nicholson (1970) :

- Deux couches de phospholipides (2 héli-membranes)
- Protéines à la surface et traversantes
- Glucides (polysaccharides) attachés aux lipides et aux protéines sur la face externe
- Cholestérol entre les phospholipides

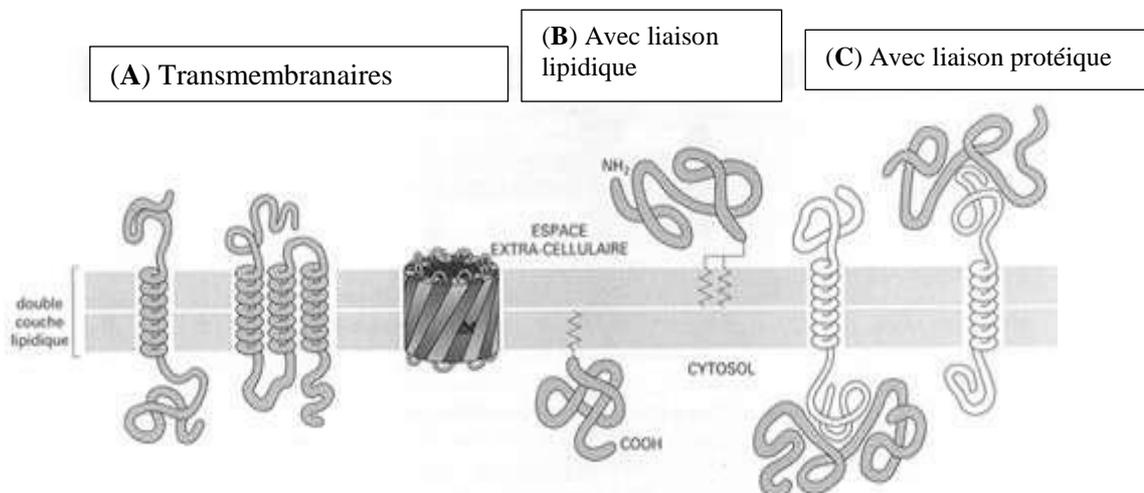
Dans ce modèle, la membrane est assimilée à un **fluide bidimensionnel**. Les protéines peuvent dériver comme des icebergs sur la mer.

### 1.2. Les protéines membranaires

Elles possèdent une extrémité aminoterminal extracellulaire (-NH<sub>2</sub>) et une extrémité carboxyle intracellulaire (COOH) et un corps hydrophobe.

Elles sont à l'origine de la diversité et de la spécificité de la cellule. Elles sont classées en 2 groupes :

- ✓ Les protéines périphérique ou extrinsèque (d, e) qui se situent à l'extérieur de la membrane et ne sont pas reliées directement à la membrane.
- ✓ Les protéines intégrales ou intrinsèques (a, b, c) qui sont transmembranaires ou attachées dans la membrane et en interaction directe avec les protéines du cytosol (transmission du signal, cytosquelette).



**Figure 1 : Associations possibles des protéines membranaires avec la bicouche lipidique.**

(A) Les protéines transmembranaires peuvent s'étendre à travers la double couche sous la forme d'une hélice  $\alpha$  unique, de plusieurs hélices  $\alpha$ , ou d'un feuillet  $\beta$  fermé (un tonneau  $\beta$ ). (B) Les autres protéines membranaires ne sont rattachées à la double couche que par une liaison covalente avec une molécule lipidique (lignes en zigzag rouges). (C) Finalement de nombreuses protéines ne sont rattachées à la membrane que par des interactions non covalentes relativement simples avec les autres protéines membranaires.

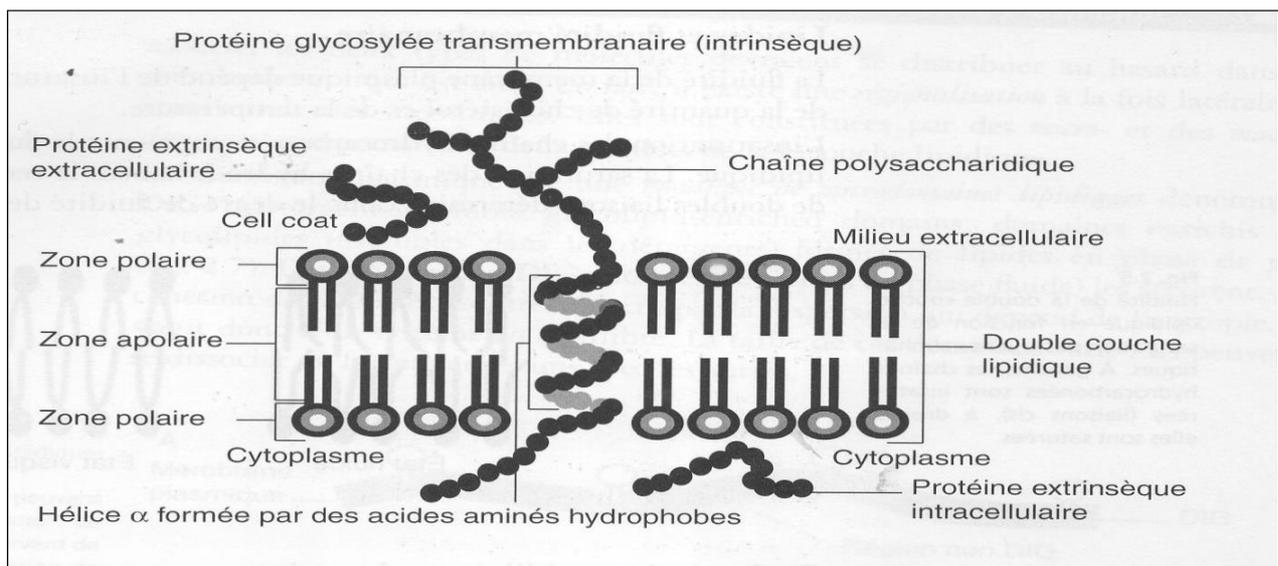
**Principaux rôles des protéines membranaires :**

Les protéines ont des fonctions multiples:

- ✓ **Protéines de structure:** ont un rôle de soutien, point d'ancrage pour les molécules de la matrice extracellulaire d'une part et de celles du cytosquelette d'autre part.
- ✓ **Protéines enzymatiques:** capables de transformer un substrat en un produit.
- ✓ **Protéines de transport:** transporteur.
- ✓ **Protéines de type récepteur :** d'informations externes, nécessaires à la communication inter Cellulaire.

**1.3.Les glucides**

sont représentés en faible quantité dans la membrane plasmique et se présentent sous deux formes, les glycolipides et les glycoprotéines associées au feuillet dense externe pour former le cell-coat. Les glucides participent à la charge négative de la membrane, par la présence de l'acide sialique.



Ce sont les résidus glucidiques associés aux lipides (glycolipides) et aux protéines (glycoprotéines). Ils sont toujours orientés à l'extérieur (hémi-membrane externe) de la cellule et participent au glycocalyx ou « cell coat ».

Ainsi on distingue :

- Les glycolipides : Chaines sucrées attachés aux lipides pouvant être trouvées dans les membranes, mais en faible quantité.
- Les **glycoprotéines et les Protéoglycans** : Chaines sucrées liées aux protéines, ils forment la plus grande partie de la masse des glucides membranaires.

### Fonctions du glycocalyx

- **Protection** de la cellule,
- **Adhésion** entre cellules voisines et/ou entre cellule et matrice extracellulaire,
- **Spécificité cellulaire** : marqueur de certaines cellules (ex. antigènes des groupes sanguins),
- **Reconnaissance** entre cellules pour l'organisation de tissus et
- **Inhibition de contact** : contrôle la division cellulaire.

## 3.ROLES PHYSIOLOGIQUES DE LA MEMBRANE PLASMIQUE

### 1. Contrôle des échanges entre le milieu extracellulaire et le milieu intracellulaire

#### 1.1. Echanges sans déformation de la membrane plasmique

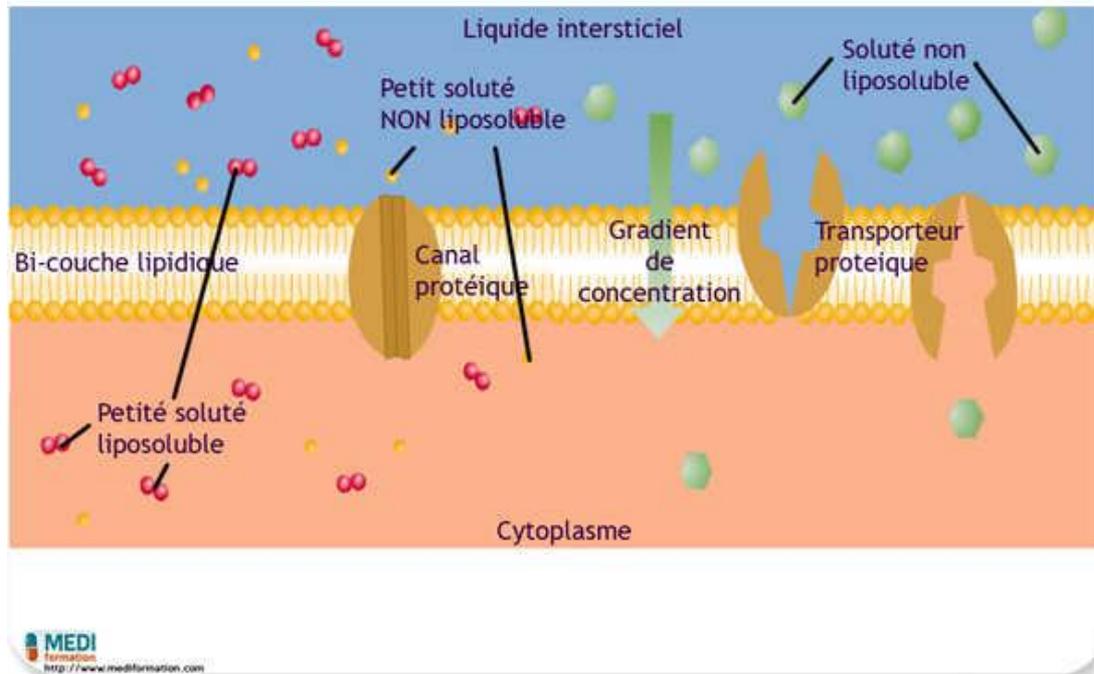
Il s'agit de transports de petites molécules, sans intervention du cytosquelette. Ils sont de deux types, le transport passif et le transport actif.

#### a. Transport passif

Les molécules peuvent traverser la double couche lipidique par un mouvement spontané vers l'équilibre, sans apport d'énergie, **dans le sens du gradient de concentration**.

- **par diffusion** : la diffusion est le mouvement des molécules d'une zone où elles sont en concentration élevée vers une zone où elles sont en faible concentration
  - **diffusion simple** lorsque qu'une molécule de petite taille (souvent liposolubles) traverse directement la bicouche phospholipidique (exemples : oxygène, dioxyde de carbone, urée, graisses...).
  - **diffusion facilitée** lorsque la molécule doit utiliser une protéine transmembranaire pour être transportée (souvent hydrosolubles).
- **par osmose** : c'est le processus de la diffusion de l'eau dans différents milieu. Lorsqu'il y a une différence de concentration entre le milieu intracellulaire et extracellulaire, les molécules d'eau se déplacent pour diluer le milieu le plus concentré en soluté jusqu'à ce qu'il y ait éventuellement équilibre des concentrations (**pression osmotique**) ;
  - Si le milieu extracellulaire et intracellulaire sont de même concentration, on dit que la solution est **isotonique**.
  - Si le liquide extracellulaire est moins concentré que la cellule, on dit que le milieu est **hypotonique**. La cellule se gorge alors d'eau (phénomène de **turgescence**) et gonfle.
  - Si le liquide extracellulaire est plus concentré que la cellule, on dit que le milieu est **hypertonique**. De l'eau diffuse hors de la cellule (phénomène de **plasmolyse**) et rétrécit.

## Diffusions SIMPLE et FACILITÉE

**b. Le transport actif**

Le transport actif exige de l'énergie (ATP) pour rendre la structure transporteuse capable de fonctionner **contre un gradient de concentration**. Il est utilisé principalement pour le transport des **macromolécules** (ex : glucose, acides aminés,...) ou des **électrolytes** (ex : sodium, potassium...). Ce transport nécessite **un transporteur protéique, souvent dénommé pompe**, situé au niveau de la membrane plasmique et qui assure le rôle d'un passeur.

*Exemple de la pompe  $Na^+/K^+/ATPase$  : la concentration en sodium ( $Na^+$ ) est supérieure à l'intérieur de la cellule, tandis que la concentration en potassium ( $K^+$ ) est supérieure dans le milieu extracellulaire. Grâce à la production d'ATP, la pompe antiport va pouvoir expulser des ions  $Na^+$  à l'extérieur en même temps d'intégrer des ions  $K^+$  à l'intérieur de la cellule.*

**b.1. Primaire** : appelé transport actif direct, il consomme de l'énergie obtenu par l'hydrolyse de l'ATP et se fait contre le gradient de concentration. Il fait intervenir des enzymes dites ATPases transmembranaires ou pompes (ex. pompe  $Na^2+/K^+$ , pompe à  $H^+$  et pompe à  $Ca^{2+}$ ).

**b.2. Secondaire** : contrairement au transport actif direct, celui-ci n'utilise pas l'énergie fournie par l'hydrolyse de l'ATP, c'est la différence de potentiel électrochimique qui est utilisée. Les deux principales formes sont :

- **Le symport** : les deux substances de nature différentes sont transportées dans la même direction (co-transport), l'une l'est dans le sens de son gradient de concentration (transport passif) et l'autre dans le sens opposé à son gradient de concentration (transport actif).

- **L'antiport** : transport de deux ou plusieurs substances de nature différentes dans des directions opposées (contre-transport). L'une est transportée dans le sens du gradient de concentration et l'autre contre gradient de concentration.

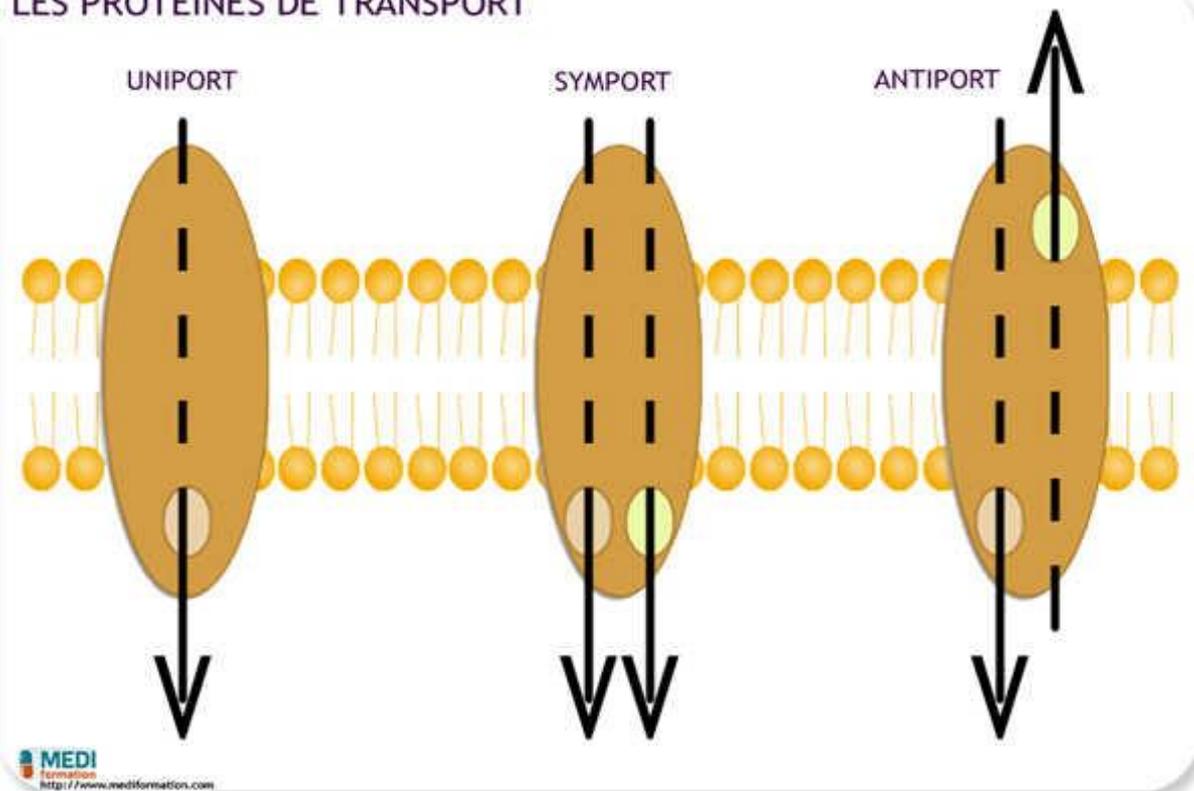
Trois types de transports actifs sont bien connus:

- La pompe  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  intervenant au niveau des hématies.
- La pompe  $\text{Ca}^{2+}$  permettant la contraction musculaire.
- Et la pompe  $\text{H}^+$  dont l'importance est dans la récupération de l'énergie de la respiration ( chapitre la mitochondrie).

### **Exemple: La pompe $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ATPase**

Par expérience on sait que la  $[\text{K}^+]_{\text{intra}}$  est toujours  $>$  à la  $[\text{K}^+]_{\text{extra}}$  et que la  $[\text{Na}^+]_{\text{intra}}$  est  $<$  à la  $[\text{Na}^+]_{\text{extra}}$ . Les échanges perméatifs tendent à ramener l'équilibre mais les proportions décrites sont conservés grâce au fonctionnement de la pompe Na-K. La pompe agit en pompant 2 ions  $\text{K}^+$  de l'extérieur vers l'intérieur et en enlevant 3 ions  $\text{Na}^+$  du milieu intracellulaire vers le milieu extracellulaire et par hydrolyse de l'ATP. L'échange réalisé est de type antiport. La pompe fonctionne d'après le même système que les protéines Ping-Pong.

### LES PROTEINES DE TRANSPORT



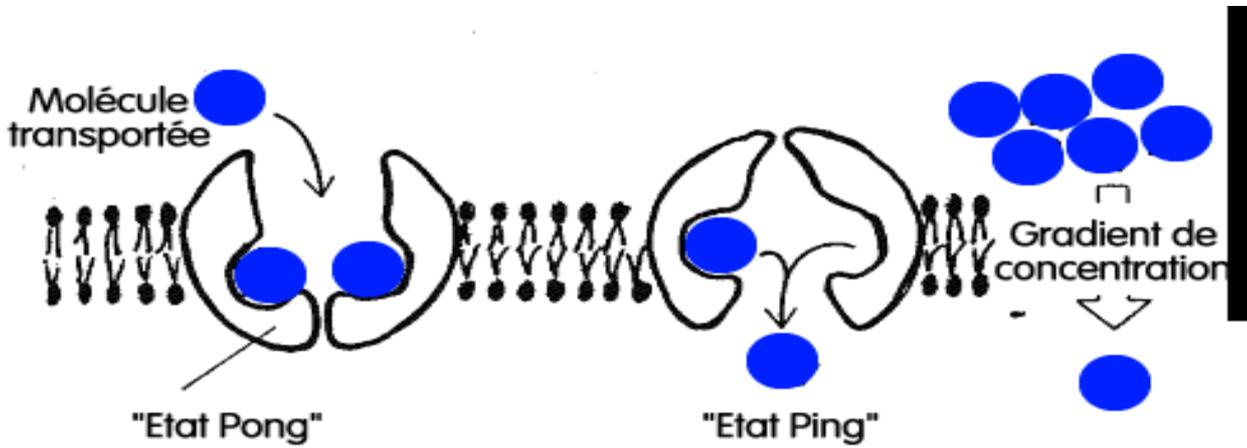


Figure 6: Protéines (Ping-Pong)

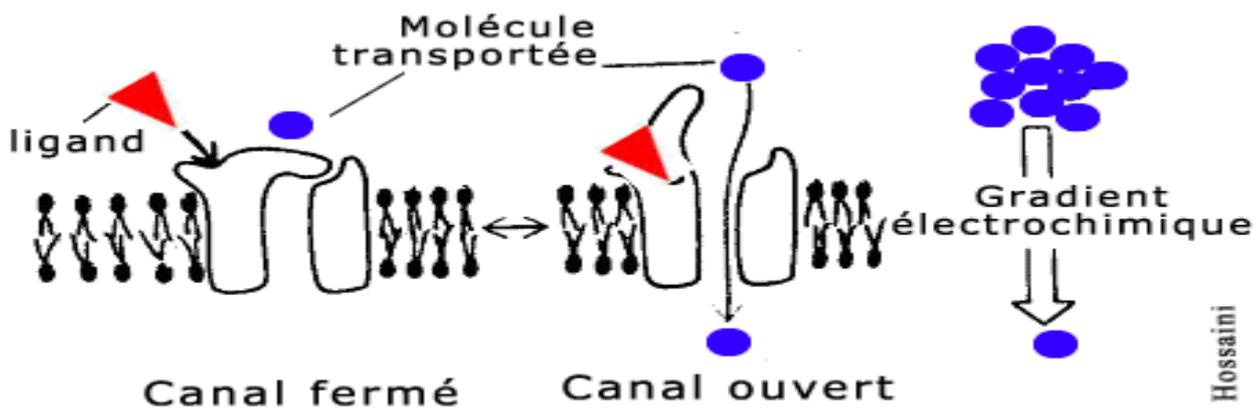
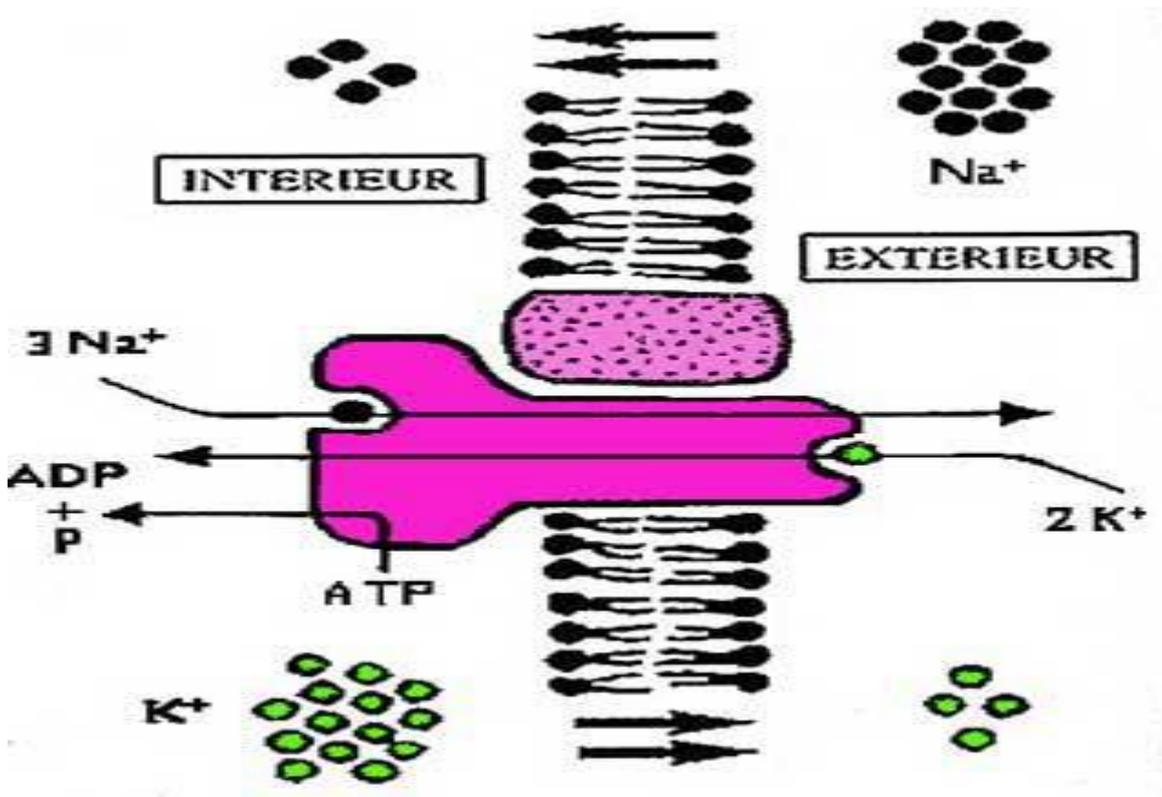


Figure 7: Protéines canaux ioniques

Figure 8: La pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>

## 1.2. Echanges avec déformations de la membrane plasmique

C'est le transport des grosses molécules ou particules avec intervention du cytosquelette, cas de l'endocytose et l'exocytose.

### a. Endocytose

L'endocytose se produit par invagination de la membrane plasmique. En s'invaginant elle capture des éléments pour former des vacuoles que l'on retrouve à l'intérieur de la cellule. Elle est de 2 types :

- La **phagocytose** correspond à la capture de particules solides plus ou moins grosses.
- La **pinocytose** correspond à la capture de petites quantités de liquide extra cellulaire.

### b. L'exocytose

L'exocytose permet aux substances intracellulaires d'être déversées dans le milieu extracellulaire. Les produits à rejeter sont emprisonnés dans des vacuoles puis déversés hors de la cellule. Il y a alors fusion de la membrane de la vacuole avec la membrane plasmique.

### **3.Spécialisations de la membrane plasmique**

- Sont des transformations morphologiques de la membrane plasmique parfois complexes.
- Confèrent à la cellule une fonction particulière.

#### **3.1.Spécialisations de la membrane plasmique apicale**

##### ***A.Microvillosités***

-Ce sont des expansions cytoplasmiques en doigts de gant de longueur variable (moins de 1µm) et de diamètre régulier (0.1µm)

- Renferment un axe formé de micro-filaments d'actines et de nombreuses protéines permettent l'association du cytosquelette avec les protéines membranaires.

-Interviennent dans les phénomènes d'absorption.

-Pouvant être isolées ou groupées :

- ✓ **Les microvillosités isolées** : sont
  - Distantes les unes des autres.
  - Caractérisées par une irrégularité de forme et une inégalité de taille et de diamètre.
- ✓ **Les microvillosités groupées**:
  - Recouvrent tout le pôle apical de la cellule.
  - Sont identiques dans la forme, la longueur et le diamètre.

**Ex: Le plateau strié des entérocytes (épithélium intestinal), et la bordure en brosse des tubes contournés du Rein.**

***b.Les cils vibratiles*** sont des expansions cytoplasmiques mobiles :

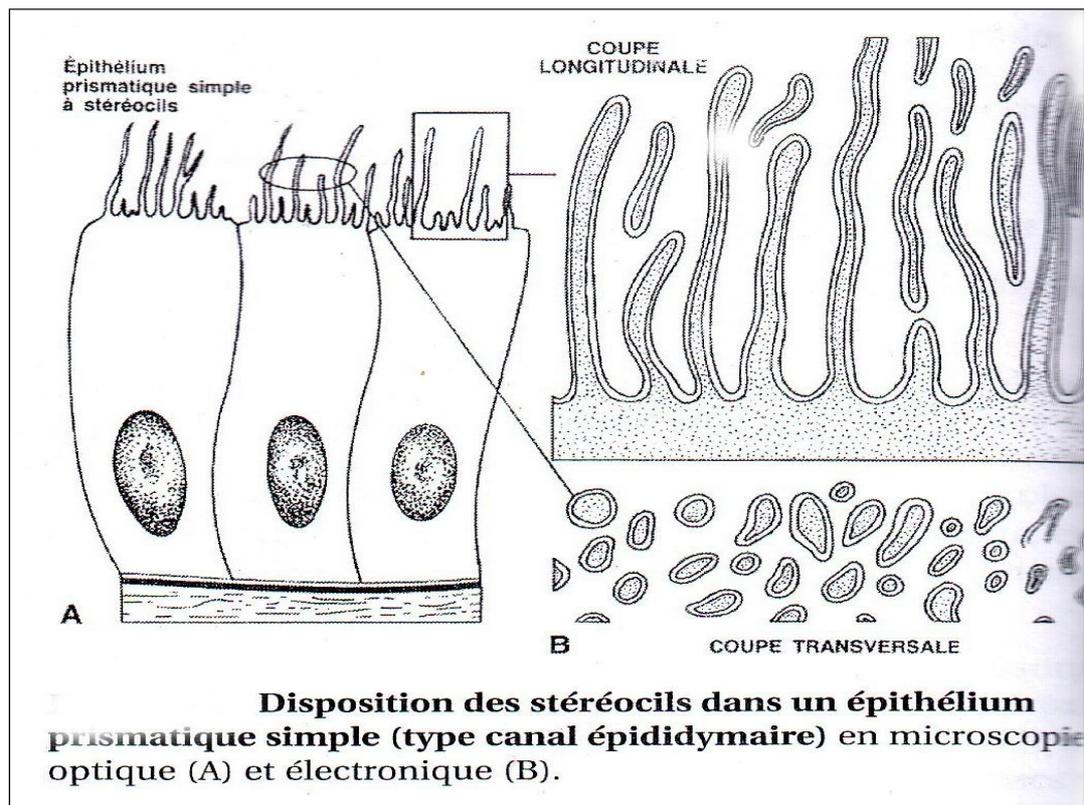
- Douées de mouvements pendulaires ou ondulants.
- possédant un squelette de microtubules et de protéines associées.
- Entraînant les particules et les liquides à la surface de l'épithélium.

**Ex: Epithélium respiratoire, Epithélium tubaire.**

***c.Les stéréocils*** : Ce sont des expansions :

- Immobiles.
- Ressemblant à de très longues microvillosités, mais dépourvus du cytosquelette d'actine.
- S'agglutinent par touffe à la surface.
- Guident l'évacuation du produit de sécrétion.

**Ex : Epithélium des voies excrétrices masculines : épидidyme.**



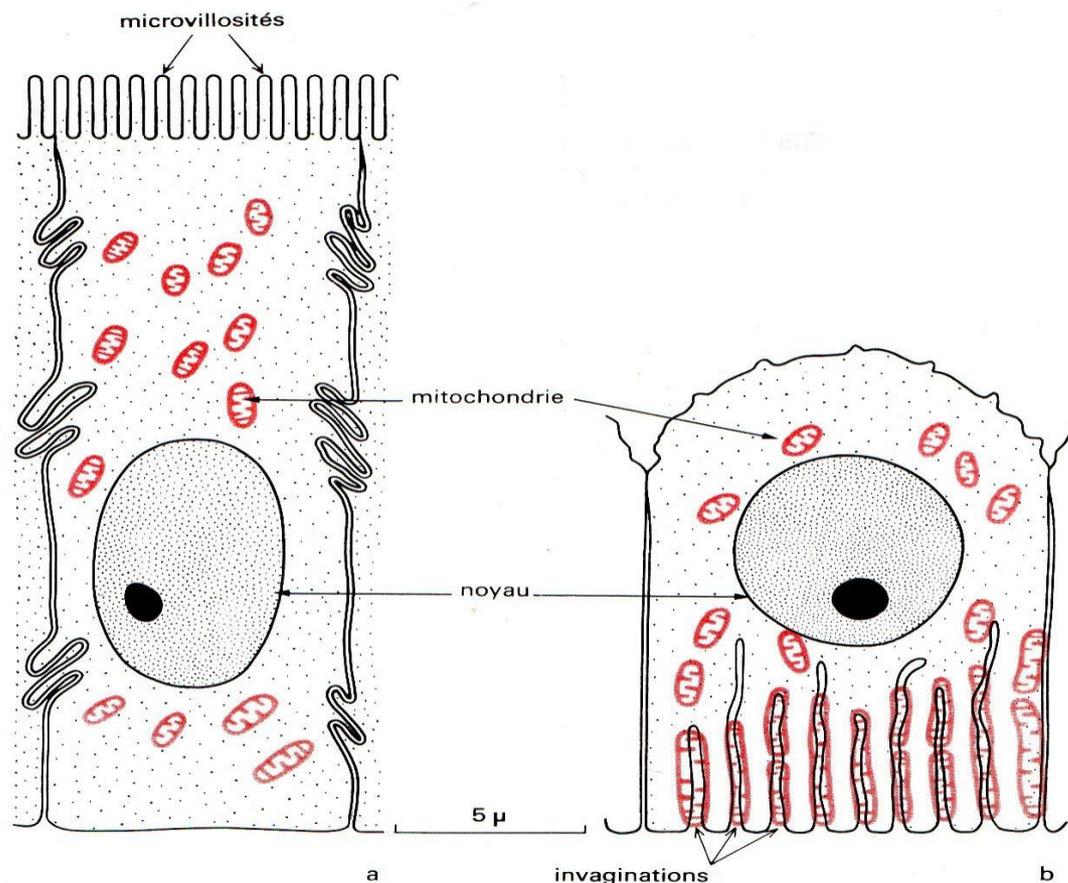
### 3.2. Spécialisation de la membrane basale:

La membrane basale dessine des invaginations plus ou moins profondes qui pénètrent dans le cytoplasme basal et divisent celui-ci en compartiments toujours ouverts vers le cytoplasme.

**Ex: cellules épithéliales impliquées dans les échanges actifs : cellules des tubes contournés du Rein.**

### 3.3. Les interdigitations :

- sont des interpénétrations de membranes latérales de cellules voisines.
- Souvent rectilignes et suivent des contours sinueux par place.
- Ces dispositifs permettent:
  - a. l'Adhésion des cellules.
  - b. leur cohésion.
  - c. et l'augmentation de la surface de la membrane cellulaire.



### Spécialisations de la membrane plasmique

a-Apicale

b-Basale

## 2. Transmission des informations

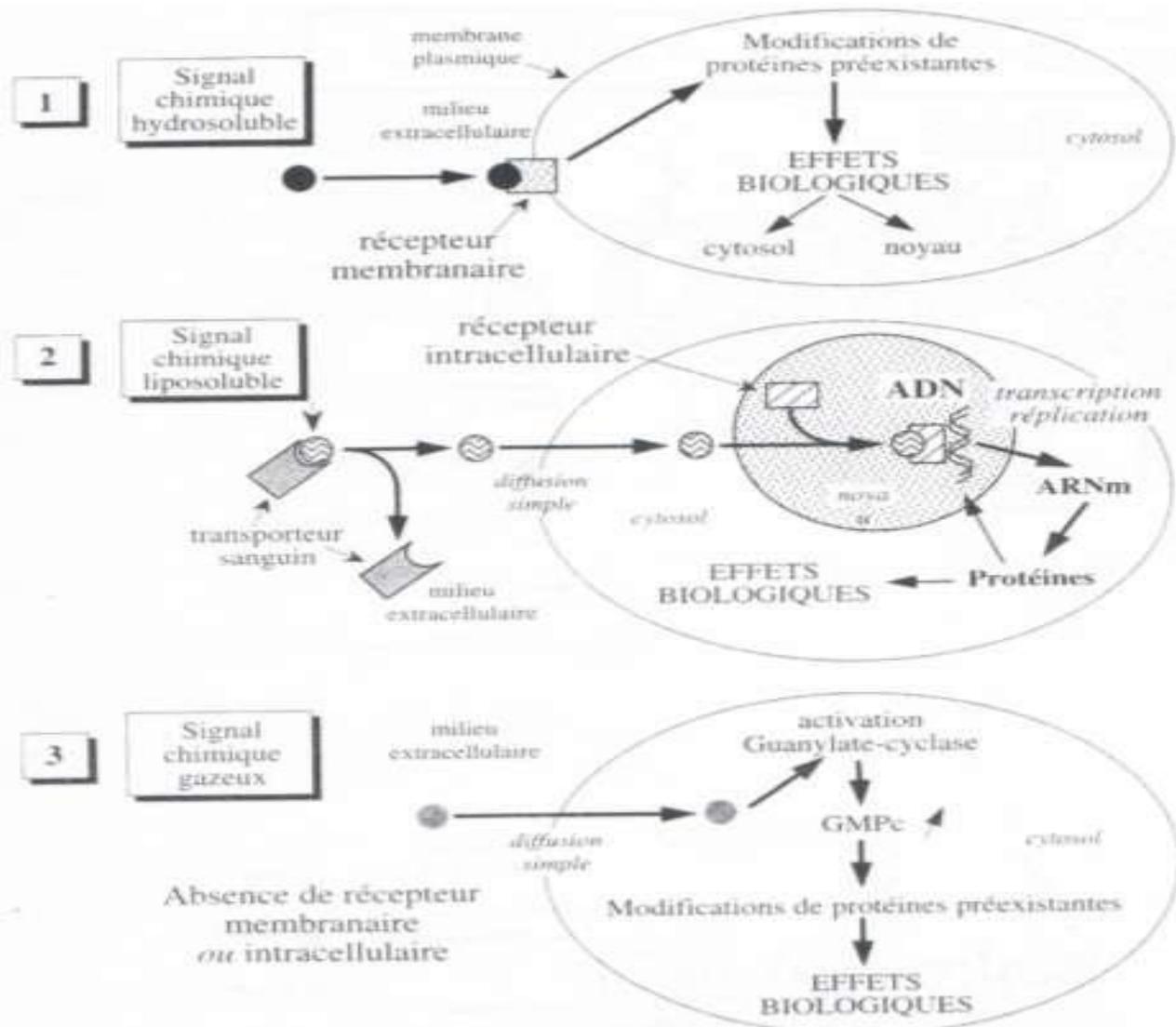
### 2.1. Information hormonale

Deux types d'hormones se trouvent impliquées (**figure 5**).

**a. Hormones hydrosolubles** : hormone de nature protéique ou glycoprotéique, elle ne traverse pas la membrane plasmique et se lie à des récepteurs spécifiques de la membrane de la cellule cible. Cette liaison induit l'intervention d'un second messenger (AMP cyclique) dans la réponse biologique (**figure 51**).

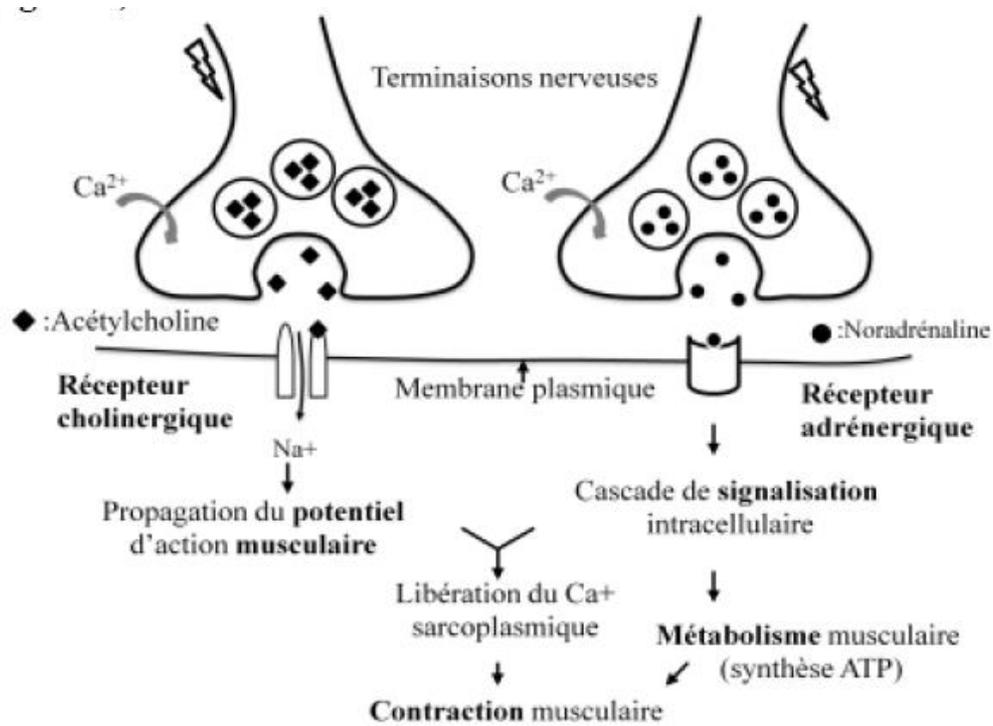
**b. Hormones liposolubles** : cas des hormones stéroïdes, capables de diffuser à travers la membrane de la cellule cible et produit directement une réponse biologique en agissant sur l'activité des gènes (**figure 52**).

### 2.2. Signal chimique gazeux (**figure 53**)



**Figure 5 :** Types de signaux chimiques (hydrosoluble, liposoluble et gazeux) à travers la membrane plasmique.

## 2.3. Information nerveuse



<sup>7</sup>  
Figure : Exemple d'une information nerveuse : jonction neuro-musculaire.