**Les membranes cellulaires**

* I) Composition des membranes
	+ 1) Diversités des lipides membranaires
		- a) Phospholipides
		- b) Glycolipides
		- c) Cholestérol
	+ 2) Diversités des protéines membranaires
		- a) Les protéines extrinsèques
		- b) Les protéines ancrées dans les acides gras
		- c) Les protéines transmembranaires
	+ 3) Diversités des glucides membranaires
* II) Propriétés des membranes
	+ 1) Auto-assemblage des lipides
	+ 2) Asymétrie membranaire
	+ 3) Fluidité membranaire
* III) Différenciation de la membrane plasmique
	+ 1) La bordure en brosse
	+ 2) Les microvillosités isolées
	+ 3) Les intra-digitations

Les membranes cellulaires sont des doubles couches phospholipidiques dans lesquelles s’insèrent de manière **asymétrique** et **inhomogène** d’autres structures les caractérisant.

La membrane délimitant la cellule est appelée **membrane plasmique**et les membranes des organites sont appelées par le nom de l’organite concerné (membrane nucléaire, membrane mitochondriale, etc.).

En microscopie électronique on observe une tri-lamination de la membrane : un **feuillet clair** de 3 nm (environ 2 fois la longueur d’une chaîne d’acide gras) entouré par 2 **feuillets sombres** de 2,5 nm chacun ; l’épaisseur totale est donc d’environ **8 nm**. Ceci a permis de mettre en évidence la structure en bicouche phospholipidique de la membrane plasmique.



**I) Composition des membranes**

Les membranes sont constituées (en poids sec de membrane) de **40%** de **lipides**, **52%** de **protéines** et**8%** de **glucides**. En prenant en compte la différence de poids existant entre ces classes de molécules, on compte **50 molécules de lipides par molécule de protéine**.

**1) Diversités des lipides membranaires**

Au sein de la membrane les lipides sont présents sous différentes formes ; parmi elles on compte les phospholipides, les glycolipides et le cholestérol.

**a) Phospholipides**

Les phospholipides présentent tous une tête hydrophile (phosphate et groupement spécialisé) et une queue hydrophobe (glycérol et acides gras). On distingue deux types de phospholipides :

* Les **glycérophospholipides** correspondent à l’association de glycérol, de deux acides gras, d’un acide phosphorique et d’alcools ou d’acides aminés (*cf. cours de biochimie*). Les alcools ou les acides aminés donnent l’identité et la caractéristique du glycérophospholipides. Parmi les acides aminés on trouve la sérine et parmi les alcools on trouve l’inositol, l’éthanolamine et la choline ; on obtient ainsi la phosphatidyl-sérine, le phosphatidyl-inositol, la phosphatidyl-éthanolamine et la phosphatidyl-choline.
* Les **sphingophospholipides** correspondent à l’association de sphingosine, d’acide gras, d’acide phosphorique et d’alcool ou d’acides aminés ; on obtient ainsi la sphingomyéline (par association de la choline).

**b) Glycolipides**

Les glycolipides sont de deux types, on trouve les **glycéroglycolipides** et les **sphingoglycolipides**. Il est intéressant de préciser que les glycolipides des membranes des érythrocytes (globules-rouges), définissent le groupe sanguin de l’individu.

**c) Cholestérol**

Le cholestérol est uniquement présent dans les membranes des cellules animales, en effet, il est absent des cellules végétales et des bactéries. Le cholestérol est composé d’un noyau stéroïde hydrophobe, d’une queue hydrophobe et d’une fonction alcool hydrophile. La molécule est donc amphiphile, représente environ un quart des lipides membranaires et influence la fluidité membranaire (*cf. cours de biochimie*).

**2) Diversités des protéines membranaires**

Les protéines membranaires ont des rôles bien spécifiques au sein de la double couche phospholipidique : récepteurs, transporteurs, adhérence cellulaire, catalyse enzymatique, messagers intracellulaires, etc. Chaque protéine possède une extrémité N-terminale et une extrémité C-terminale (*cf. cours de biologie moléculaire – Traduction*). Les protéines sont ancrées de différentes manières dans la membrane.

**a) Les protéines extrinsèques**

Les protéines extrinsèques sont localisées en dehors de la bicouche phospholipidique et sont ainsi soit entièrement intracellulaire, soit entièrement extracellulaire. Elles interagissent avec la membrane, par des liaisons électrostatiques de types liaisons hydrogènes et liaisons de Van der Waals, au niveau de domaines caractéristiques de protéines transmembranaires ou de lipides. Ces interactions étant faibles, elles sont rompues facilement par des variations de forces ioniques et de pH.

**b) Les protéines ancrées dans des acides gras**

Les protéines périphériques ancrées dans les lipides sont de deux types :

* Ancrées sur les **glyco-phosphatidyl-inositol** (**GPI**) qui correspondent à l’association d’une phospho-éthanol-amine sur des sucres, eux-mêmes ancrés sur un phosphatidyl-inositol. Ces protéines sont présentent sur la face extracellulaire de la membrane.
* Ancrées à la membrane par l’intermédiaire d’acide gras (acide palmitique et acide myristique). Ces protéines sont présentent sur la face intracellulaire de la membrane.

**c) Les protéines transmembranaires**

Les protéines transmembranaires traversent les deux feuillets de la membrane. Ces protéines sont liées de manière stable à la membrane avec l’environnement hydrophobe de la face interne de la membrane, par les acides aminés apolaires de leurs hélices α. Elles ne peuvent ainsi être séparées de la double couche phospholipidique (et donc étudiées) que par l’action de détergents.

**3) Diversités des glucides membranaires**

La grande majorité des glucides membranaires sont sous forme de glycoprotéines et une petite partie sous forme de glycolipides. Au niveau de la membrane les glucides n’existent pas à l’état libre, ils sont liés à des protéines, par des **liaisons N-glycosidiques** (le plus souvent) et des **liaisons O-glycosidiques**, sous forme de petites glycoprotéines ou de protéoglycanes.

* Les **glycoprotéines** contiennent des polysaccharides courts, souvent ramifiés et n’excédant pas 50% du poids moléculaire de la glycoprotéine. Le sucre terminal est souvent de l’acide sialique chargé négativement.
* Les **protéoglycanes** sont également des glycoprotéines, mais qui contiennent des polysaccharides à chaîne longue composée d’unités disaccharidiques répétées à l’infini, représentant jusqu’à 90% du poids moléculaire globale. Souvent un des deux sucres de l’unité est aminé, on parle alors de **glyco-amino-glycane** (ou **GAG**) dont le plus simple est l’**acide hyaluronique**.

Pour information, les protéoglycanes sécrétoires composent la matrice extracellulaire (tissu conjonctif, cartilage, etc.) et sont différents des protéoglycanes cellulaire.

**II) Propriétés des membranes**

**1) Auto-assemblage des lipides**

Les phospholipides, dus à leurs propriétés physico-chimiques, s’assemblent de manière automatique en différentes sortes de structures suivant l’environnement :

* Les **monocouches** sont des couches mono-moléculaires dont les têtes hydrophiles sont dirigées vers le milieu aqueux et les queues hydrophobes vers le milieu lipidiques.
* Les **micelles** sont des formations sous la forme de gouttelettes rondes, où dans un milieu aqueux les têtes hydrophiles sont dirigées vers l’extérieur de la sphère et les queues hydrophobes sont dirigées vers l’intérieur (dans un milieu lipidique la conformation est inverse).
* Les **bicouches phospholipidiques** permettent la formation de vésicules sphériques appelées **liposomes**. Les bicouches phospholipides rentrent dans la formation des bicouches membranaires. Pour information, les liposomes sont actuellement utilisés en thérapeutique pour encapsuler des substances médicamenteuses.



[Production Mariana RUIZ (LadyofHats)](http://commons.wikimedia.org/wiki/User%3ALadyofHats)

**2) Asymétrie membranaire**

Toutes les membranes biologiques sont constituées de feuillets dont les compositions lipidiques sont différentes, sauf le cholestérol qui se trouve en quantité équivalente dans l’un ou l’autre des feuillets, pouvant basculer facilement de l’un à l’autre.

* Le **feuillet interne** est caractérisé par les **phosphatidyl-sérine** (amphotère) et **phosphatidyl-éthanol-amine** (charge négative).
* Le **feuillet externe** est caractérisé par la **sphingomyéline** (charge négative) et la **phosphatidyl-choline**(charge négative).

L’asymétrie des lipides entraîne ainsi une asymétrie de la charge globale de chaque feuillet. On visualise également une asymétrie des protéines présente dans la double couche phospholipidique ; ces protéines participent à caractériser les propriétés de la membrane, que cela soit du côté intracellulaire ou extracellulaire.

La plus grande asymétrie est celle présente au niveau des glucides, en effet tous les motifs glucidiques sont localisés sur le feuillet externe de la membrane plasmique. Pour les organites intracellulaires les sucres sont dirigés vers la lumière de l’organite. « L’arbre glucidique » présent au niveau du feuillet externe de la membrane plasmique forme ce que l’on appelle le **glycocalix**.

**3) Fluidité membranaire**

La mobilité des lipides est nécessaire pour l’activité cellulaire. Ils peuvent se mouvoir de différentes manières au sein de la membrane : rotation, diffusion latéral et flip flop (passage d’un feuillet à l’autre).
Certaines protéines vont être bloquées par des structures intracellulaires ou extracellulaires par des interactions protéines-protéines ou interactions avec le cytosquelette.
La fluidité membranaire intervient dans différentes fonctions cellulaires : absorption, sécrétion, protection, adhérence, communication, interaction avec la matrice, etc.
La fluidité est influencée par différents facteurs, des facteurs externes comme la température (une augmentation de la température entraîne la fluidification de la membrane) et des facteurs internes :

* La composition en acides-gras : **Plus les chaînes carbonées des acides-gras sont courtes et insaturées plus la membrane est fluide**.
* La proportion de cholestérol : **Le cholestérol renforce la solidité et rigidité membranaire et correspond jusqu’à 50% des lipides totaux de la membrane**.
* Le nombre de protéines : **Les protéines diminuent la fluidité membranaire**.

**III) Différenciation de la membrane plasmique**

On distingue 3 principaux types de différenciation de la membrane plasmique, qui touche des pôles différents de la cellule concernée.

**1) La bordure en brosse**

La bordure en brosse est un rassemblement de **microvillosités** qui touche la membrane plasmique du **pôle apical** des cellules, permettant une augmentation de la surface d’échanges des cellules épithéliales (entérocytes, tubules rénaux, etc.).

Les microvillosités sont constituées de **faisceaux** de microfilaments d’actines, parallèlement par rapport à l’axe de la microvillosité. A la base de la microvillosité on trouve des filaments intermédiaires qui s’orientent de manière perpendiculaire par rapport aux microvillosités. La structure des faisceaux est permise grâce aux**villines** et **fimbrines** qui unissent les microfilaments d’actines entre eux (*cf. chapitres microfilaments d’actines*). Les faisceaux sont fixés à la membrane à l’aide de protéines contractiles : les **myosines 1** latéralement et les**myosines 5** à la pointe de la microvillosité.

**2) Les microvillosités isolées**

Les microvillosités peuvent être distantes les unes des autres, on parle de microvillosités isolées. Ces dernières sont notamment visibles au niveau des polynucléaires (ou globules-blanc ou leucocytes) lors de la diapédèse (*cf. cours d’immunologie – « Immunité innée »*).

**3) Les intra-digitations**

Les intra-digitations correspondent à des replis de la membrane plasmique au niveau du pôle basal des cellules épithéliales, le plus souvent au niveau de cellules qui sont sujettes à des échangent d’eau et de minéraux de manière bidirectionnelle avec la matrice extracellulaire.