

II.1.1 Les lipides membranaires

1° Architecture

Les lipides membranaires forment une bicouche qui fut mise en évidence en 1925. Des lipides extraits d'une hématie par l'acétone, formèrent sur l'eau le double de la surface totale de l'hématie. Etant donné que la membrane plasmique est la seule membrane que possède l'hématie, les expérimentateurs conclurent que les lipides membranaires sont arrangés en bicouche continue. Ceci est confirmé par des méthodes plus récentes (Exemple 1: diffraction des rayons-X. Exemple 2: cryofracture qui permet de séparer les deux feuillets constituant toutes les membranes cellulaires)

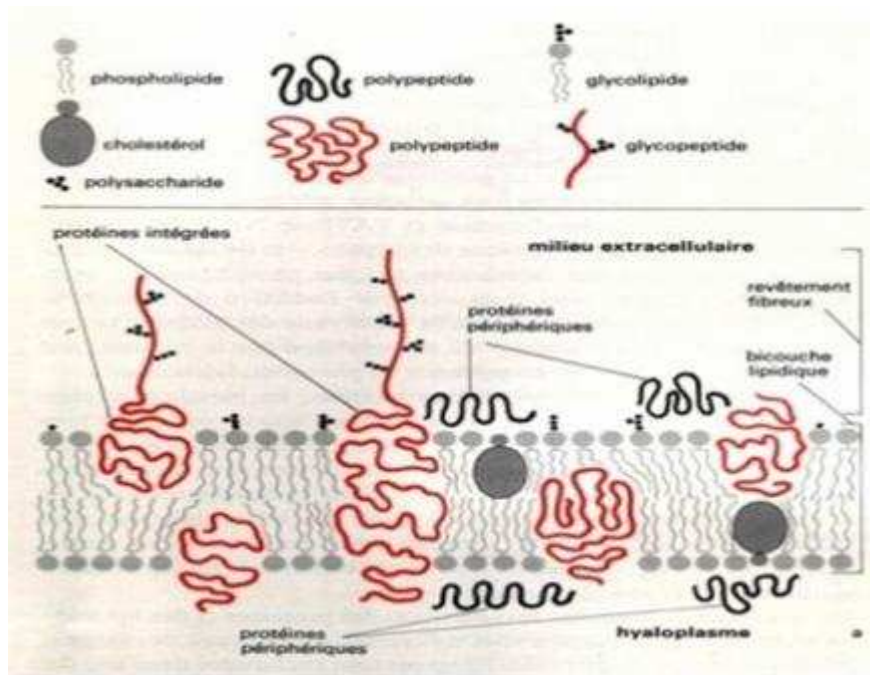


Figure 3: La membrane plasmique montrant la bicouche lipidique

2° Les Différents types de lipides membranaires

Les membranes cellulaires contiennent trois types de lipides membranaires: les phospholipides, le cholestérol et les glycolipides.

A- Les phospholipides : (= glycérophosphatides = phosphoglycérides)

Ce sont des dérivés du glycérol-3-phosphate. Les plus représentés dans la membrane sont la phosphatidylcholine et la phosphatidyléthanolamine. Ce sont donc la classe la plus abondante qui représente 55% des lipides membranaires.

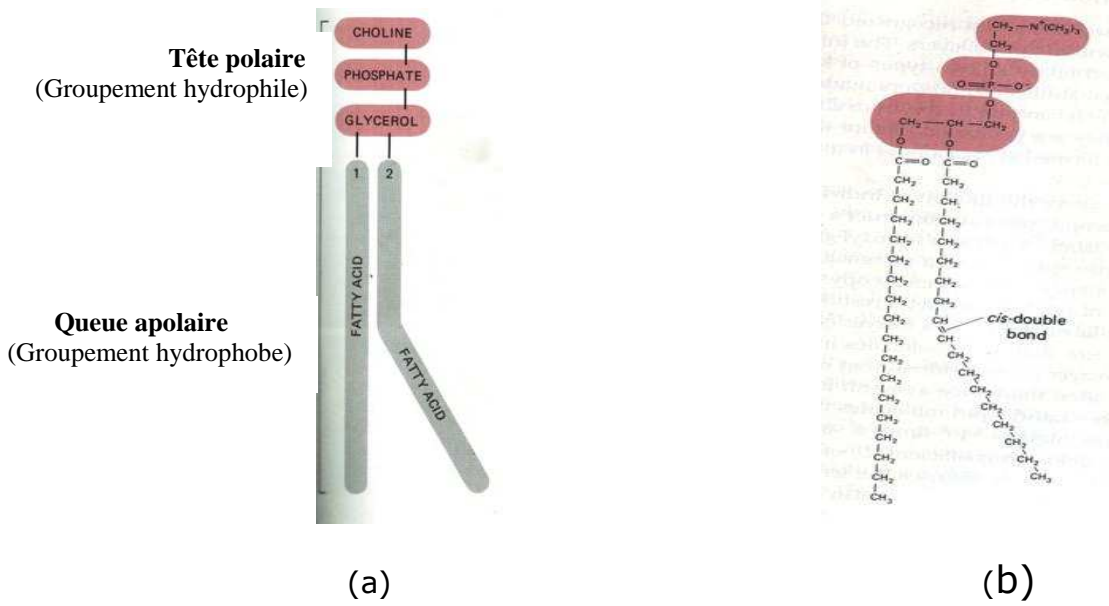


Figure 4.1 Les parties d'un phospholipide, la phosphatidylcholine. a) = représentation schématique; b) = Formule

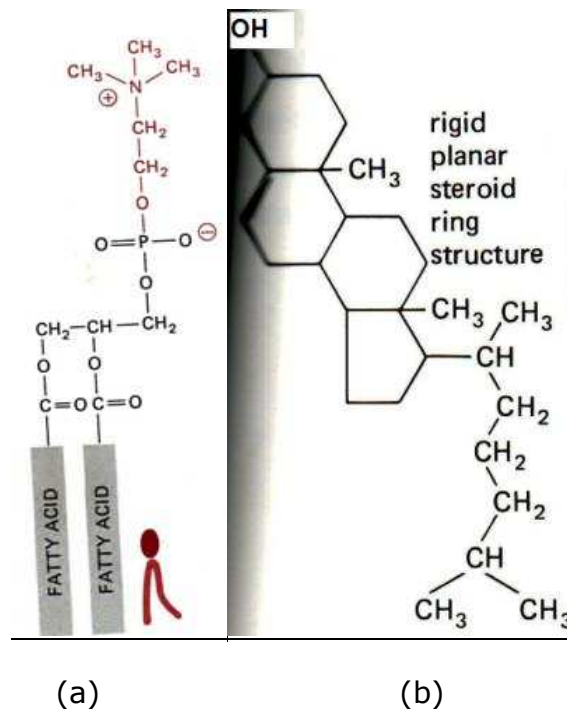


Figure 4.2: Structure de la phosphatidylcholine (a) et du cholesterol (b): Notez bien les têtes polaires hydrophiles, les queues non polaires hydrophobes, et les chaînes aliphatiques composée des acides gras = (chaîne hydrocarbonée).

Rappel : La Phosphatidylcholine = lecithine est très important dans les membranes des cellules nerveuses (acides gras = groupe palmitoyl, saturé & groupe oleoyl insaturé)

B - Le cholestérol

C'est un dérivé d'un alcool cyclique appelé stérol (25% des constituants membranaires).

C - Les glycolipides (ou cérébrosides)

Ce sont des lipides complexes dérivés de la sphingosine. Les plus connus sont:

- La **sphingomyéline** présente en grande quantité dans les gaines de myéline et les hématies
- Les **cérébrosides** abondants dans les cellules du système nerveux central
- Les **gangliosides** abondants dans les cellules de la substance grise de l'encéphale.

Composition lipidique approximative de différentes membranes cellulaires (Pourcentage de lipides totaux par rapport au poids)

	Hépatocyte	Erythrocyte	Myéline	Mitochondrie: membrane externe et interne	Réticulum Endoplasmique	E. coli
Cholestérol	17	23	22	3	6	0
Phosphatidyléthanolamine	7	18	15	35	17	70
Phosphatidylsérie	4	7	9	2	5	trace
Phosphatidylcholine	24	17	10	39	40	0
Sphingomyéline	19	18	8	0	5	0
Glycolipides	7	3	28	trace	trace	0
Autres	22	13	8		27	30

3° Propriétés de la bicouche lipidique

A- Polarité

Phospholipides, cholestérol et glycolipides sont insolubles dans l'eau comme tous les lipides. De plus, ils sont dits amphipathiques (=amphiphiles=bipolaires) car possèdent un groupe polaire ou hydrophile (qui aime l'eau) et un groupe apolaire ou hydrophobe (qui n'aime pas l'eau). A l'exemple de la **phosphatidylcholine** ; C'est leur nature amphipathique qui leur permet en solution aqueuse de former des **micelles** (particules de 1 à 3000nm formées d'un agrégat de molécules semblables, en suspension dans un fluide) ou plus spontanément une bicouche. Les têtes hydrophiles des molécules amphipathiques ont tendance à s'exposer à l'eau de façon à présenter les queues hydrophobes vers l'intérieur. Les bicouches lipidiques à leur tour tendent à former des compartiments clos pour limiter le contact entre les queues hydrophiles et l'environnement aqueux. Ce sont des **liposomes** (25 nm). Cette aptitude a fait de ces molécules des constituants idéaux pour la formation des membranes cellulaires.

B- Fluidité

La fluidité de la membrane est maintenue par divers facteurs:

1°) - Les mouvements moléculaires

Les molécules individuelles de lipides sont capables de diffuser librement à travers la bicouche lipidique. Ceci peut être démontré par l'étude de bicouches synthétiques en forme de vésicules appelées **liposomes** et des bicouches planes ou **membranes noires**. La fluidité de la membrane lui est conférée par la structure de ses phospholipides.

Les chaînes lipidiques subissent divers types de mouvements à travers la membrane:

- Diffusion latérale
- Flexion
- Rotation et
- Flip-flop (changement de position des molécules d'un feuillet de la bicouche à l'autre).

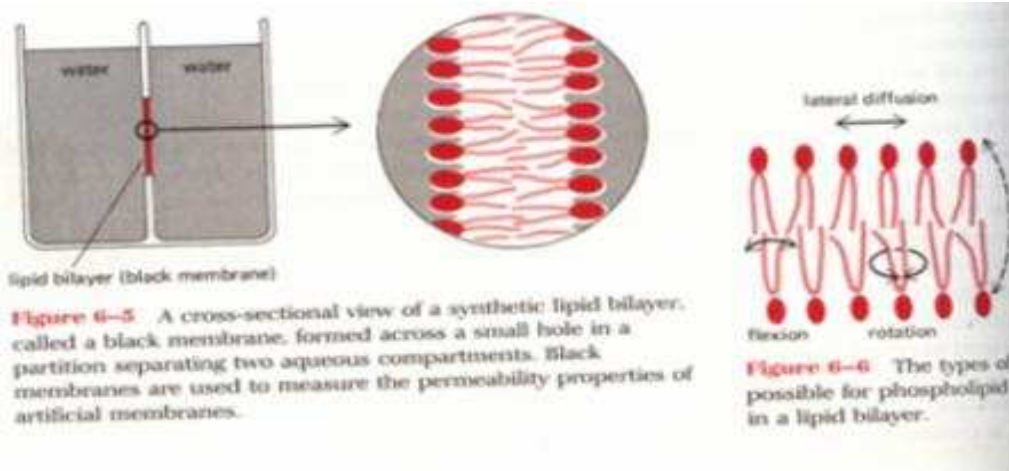


Figure 5: Mouvement des chaînes lipidiques

2°) - Les liaisons atomiques et la température

Les bicouches synthétiques constituées d'un seul type de phospholipide changent de l'état liquide à une forme cristalline plus rigide lorsque la température baisse jusqu'à un **point de congélation** caractéristique. Ce changement d'état est appelé **phase de transition**. L'augmentation du nombre de doubles liaisons (liaison double-cis) et celle du nombre de chaînes aliphatiques courtes entraînent la baisse du point de congélation (augmente la fluidité). Les bactéries, levures et organismes poïkilothermes maintiennent la fluidité de la membrane plasmique en synthétisant plus d'acides gras riches en liaisons double-cis pour corriger la baisse de fluidité due à la baisse de température du milieu.

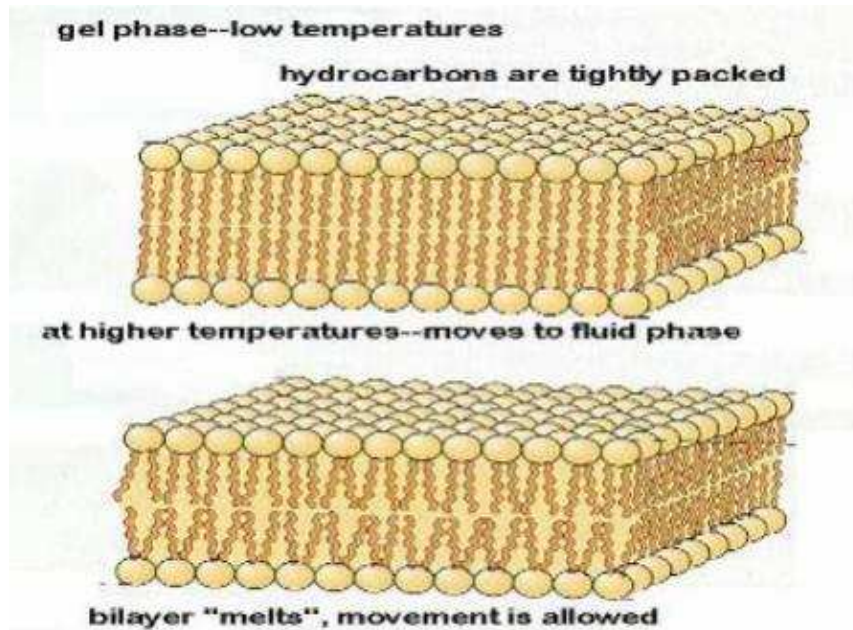


Figure 6 : Influence de la température sur la membrane plasmique

3°) - La quantité de cholestérol

Un autre déterminant de la fluidité membranaire est le cholestérol dont la quantité est presque égale à celle des molécules de phospholipides dans la membrane. La tête de cette molécule lipidique est réduite à un groupe hydroxyle (OH) relié à son extrémité polaire par un groupement stéroïde. Le groupement stéroïde du cholestérol entraîne une rigidité de la partie supérieure des chaînes aliphatiques, assurant ainsi la stabilité mécanique de la membrane.

4°) - La quantité de protéines

La fluidité de la membrane plasmique diminue avec l'abondance des protéines.

C- Asymétrie

La membrane plasmique est une structure asymétrique du fait que la composition chimique et les épaisseurs des 2 feuillets extra et intracellulaires sont différentes. Dans les membranes d'hématies par exemple, presque tous les lipides possédant la choline c-à-d phosphatidylcholine et sphingomyéline, se trouvent du côté externe alors que tous les phospholipides contenant un groupement aminé terminal (phosphatidyléthanolamine et phosphatidylsérine) se retrouvent à l'intérieur.

- La phosphatidylsérine étant négativement chargée, il y a une différence nette de charge entre les deux moitiés de la bicouche.

Les glycolipides sont uniquement présents à la surface des membranes plasmiques. Ils constituent environ 5% des lipides de la membrane externe. Les glycolipides se distinguent les uns des autres par leur groupement polaire constitué d'un ou de plusieurs résidus de sucre. Les glycolipides neutres sont les plus nombreux dans les cellules eucaryotes et procaryotes. Leur groupement apical polaire est constitué d'un à 15 sucres neutres (non chargés) suivant le type de cellule et l'organisme. Exemple: le galactocérobroside, principal glycolipide de la gaine de myéline est l'un des glycolipides membranaires les plus simples avec uniquement le galactose comme groupement apical polaire. Les glycolipides les plus complexes sont les gangliosides. Ils contiennent un ou plusieurs résidus d'acide sialique (encore appelé acide N-acetylneuraminique [NANA] qui leur

confèrent une charge nettement négative. Il y en a plus de 40 différents. Chez les mammifères, des propriétés antigéniques dépendent de nombreux gangliosides).

Exemple 1 – Le glycosylcéramide est un déterminant du groupe sanguin B.

Exemple 2 - Le ganglioside G_{M1} , glycolipide à la surface des cellules de l'épithélium intestinal est un récepteur de la toxine cholérique.

Les travaux sur la composition chimique et l'architecture de la membrane plasmique ont été menés sur les hématies. L'obtention de ces membranes se fait grâce à un choc osmotique.

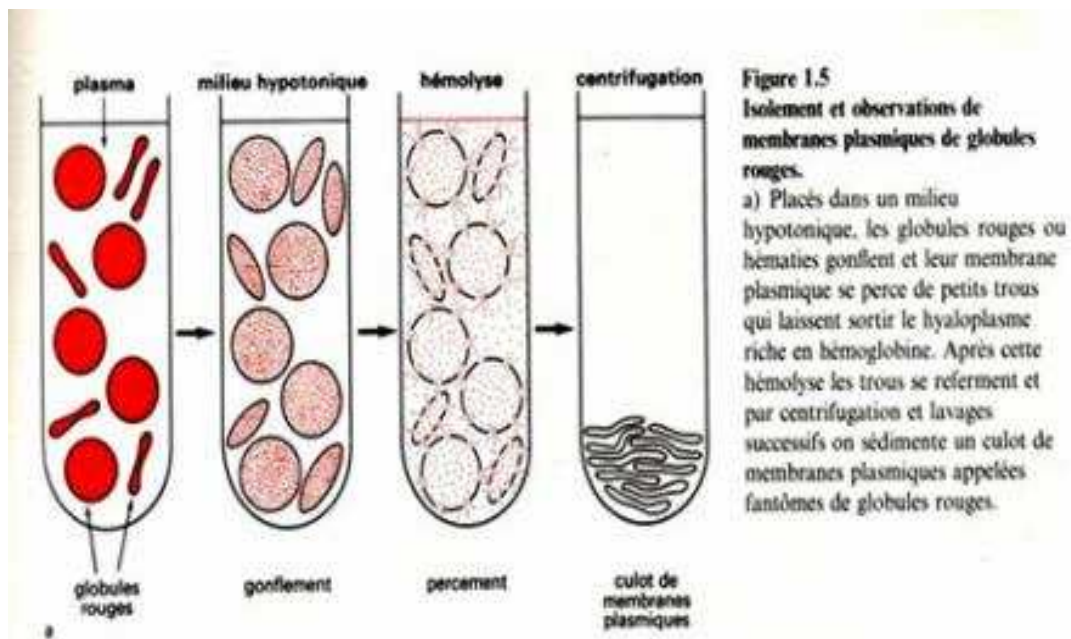


Figure 7: Isolement des membranes plasmiques de globules rouges