

Université Aboubekr Belkaïd- Tlemcen
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de Biologie

Master 1 Biochimie

Chapitre 2: Composition et dynamique des membranes biologiques

Pr. Boucherit-Otmani Zahia

Lipides membranaires

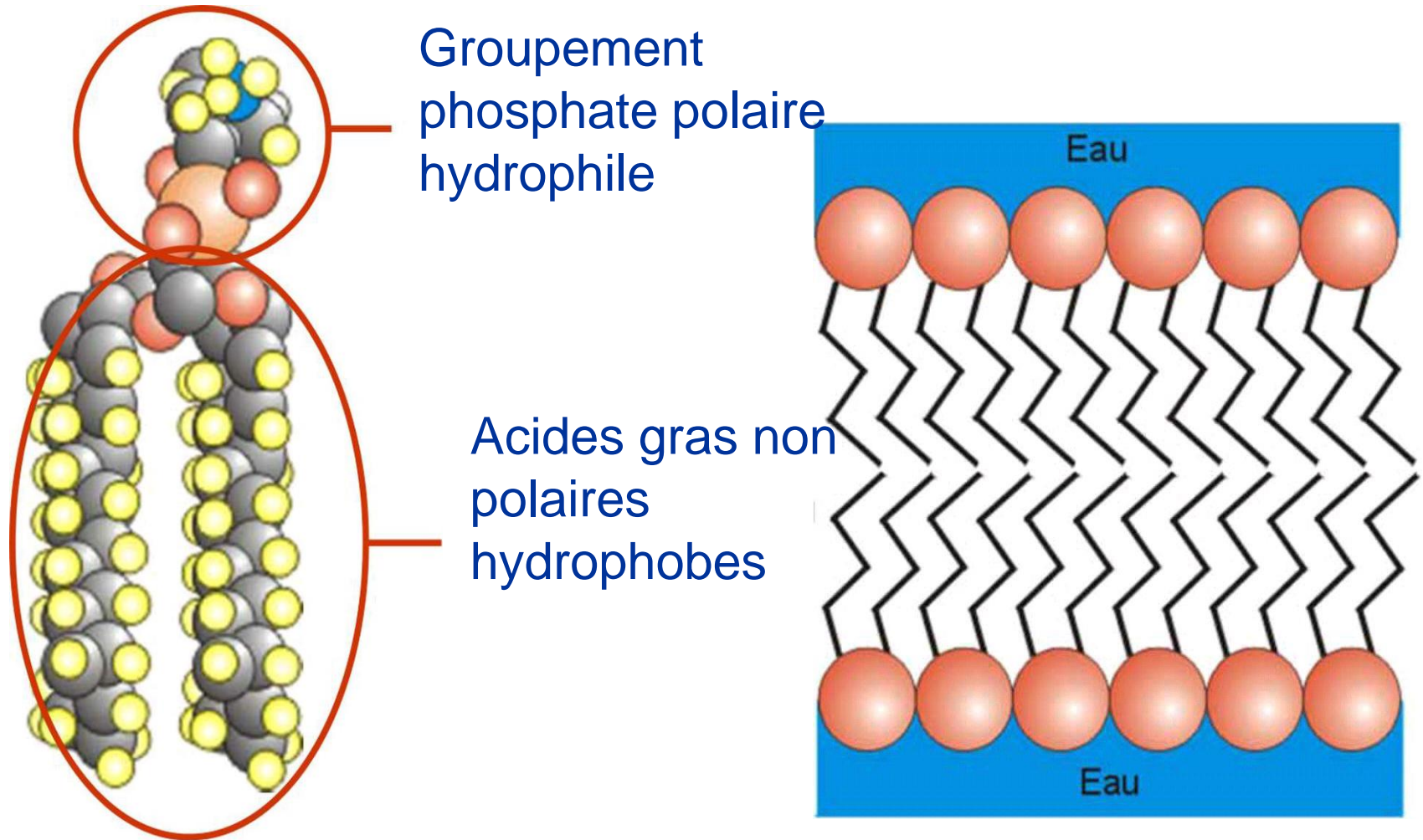
Les lipides de la membrane sont amphiphiles c'est-à-dire qu'ils possèdent un pôle Hydrophobe (orienté à l'intérieur de la bicouche) et un pôle hydrophiles (orienté soit vers le milieu aqueux extracellulaire, soit vers le milieu aqueux intracellulaire).

Les lipides ont une répartition asymétrique au sein de la membrane, sont mobiles et déterminent la fluidité membranaire.

Les lipides membranaires comprennent :

- Les phospholipides
- Les glycolipides
- Le cholestérol

Les lipides membranaires sont des molécules amphiphiles



Phospholipides

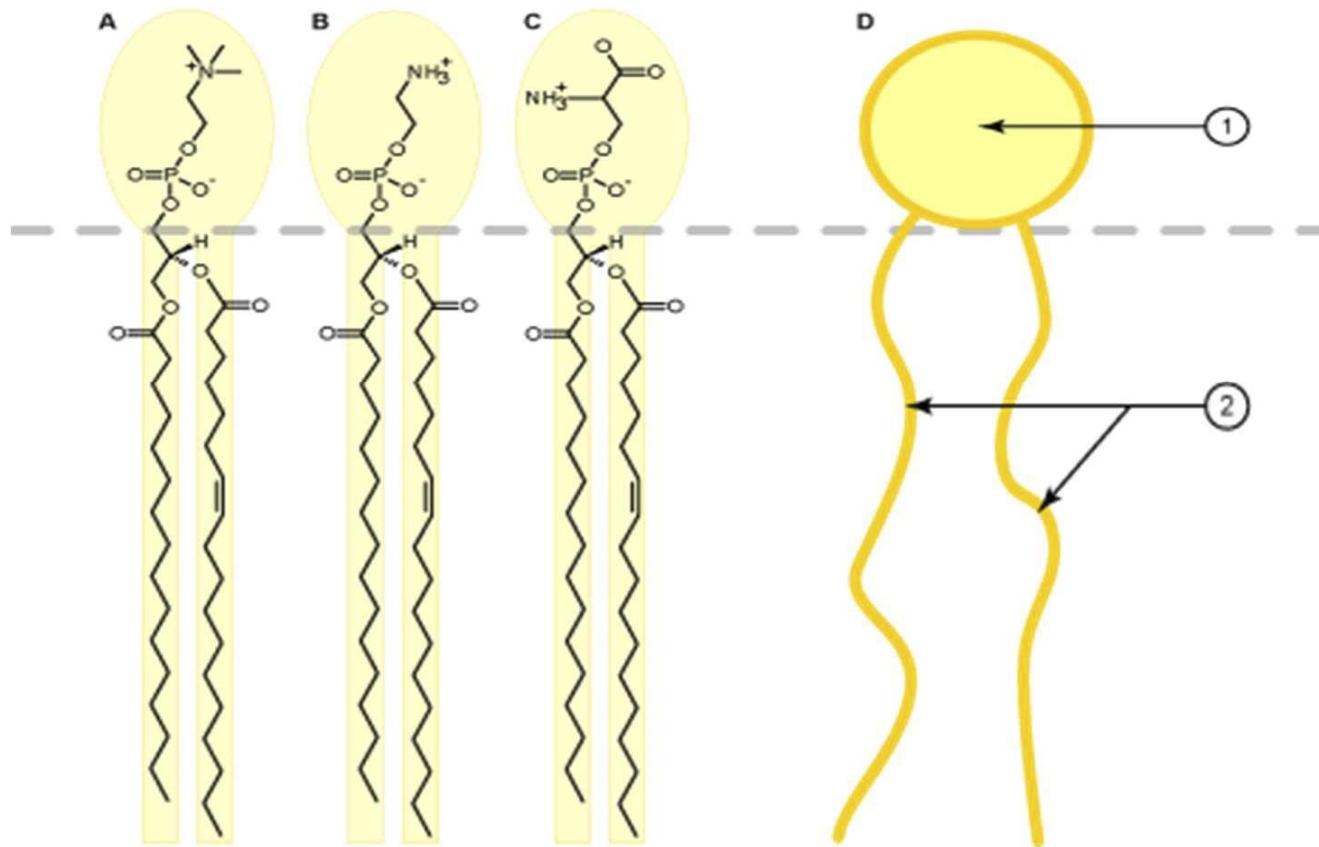
Ils présentent tous une tête hydrophile (phosphate et groupement spécialisé) et une queue hydrophobe (chaîne d'acides gras). On distingue 2 types de phospholipides :

- **Les glycérophospholipides** : association de glycérol, de deux acides gras, d'un acide phosphorique et d'alcool ou d'acide aminé. Les alcools ou l'acide aminé donnent l'identité et la caractéristique du glycérophospholipide.

Pour l'acide aminé, il s'agit de la sérine et pour les alcools on trouve l'inositol, l'éthanolamine et la choline ; on obtient ainsi les phospholipides suivants : phosphatidyl-sérine, phosphatidyl-inositol, phosphatidyl-éthanolamine et phosphatidyl-choline.

- **Les sphingophospholipides** : association de sphingosine, d'acide gras, d'acide phosphorique et d'alcool ou d'acide aminé ; on obtient ainsi la sphingomyéline (par association de la choline) .

Exemples de glycérophospholipides



A, B et C : tête hydrophile de respectivement :

Phosphatidyl-choline (A)

Phosphatidyl-sérine (A)

Phosphatidyl-éthanolamine

D : représentation schématique d'un phospho-glycéride (phospholipide à base de glycérol) :

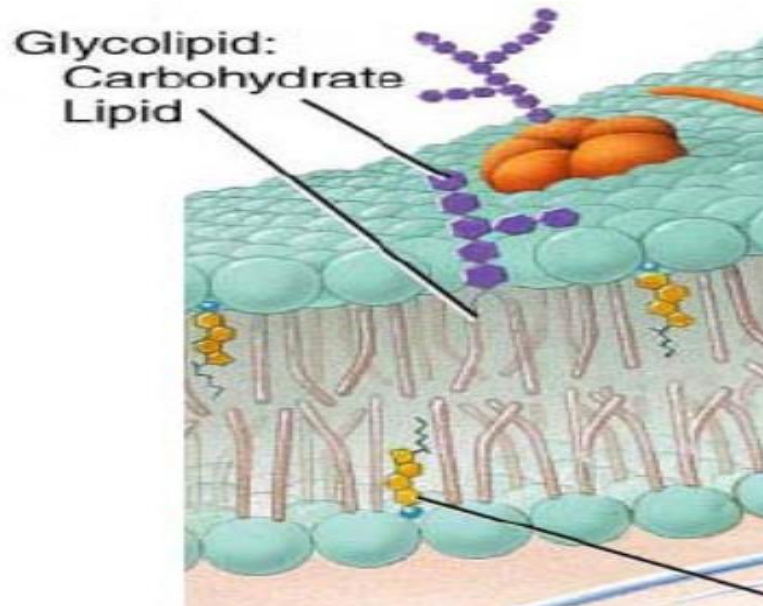
- **1** la tête hydrophile

- **2** : la queue hydrophobe (chaîne hydro-carbonée)

Glycolipides

Les glycolipides sont de deux types, les **glycérolipides** et les **sphingolipides**.

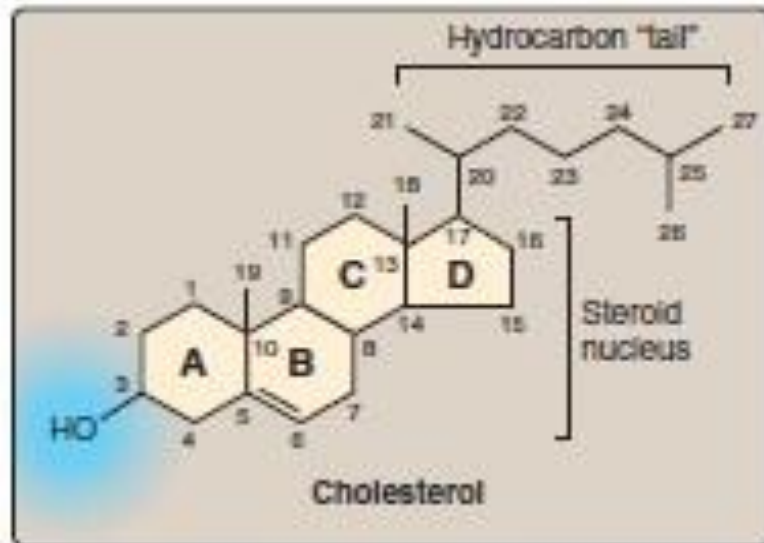
Les **glycolipides des membranes des érythrocytes** (globules rouges), déterminent le **groupe sanguin** des individus.



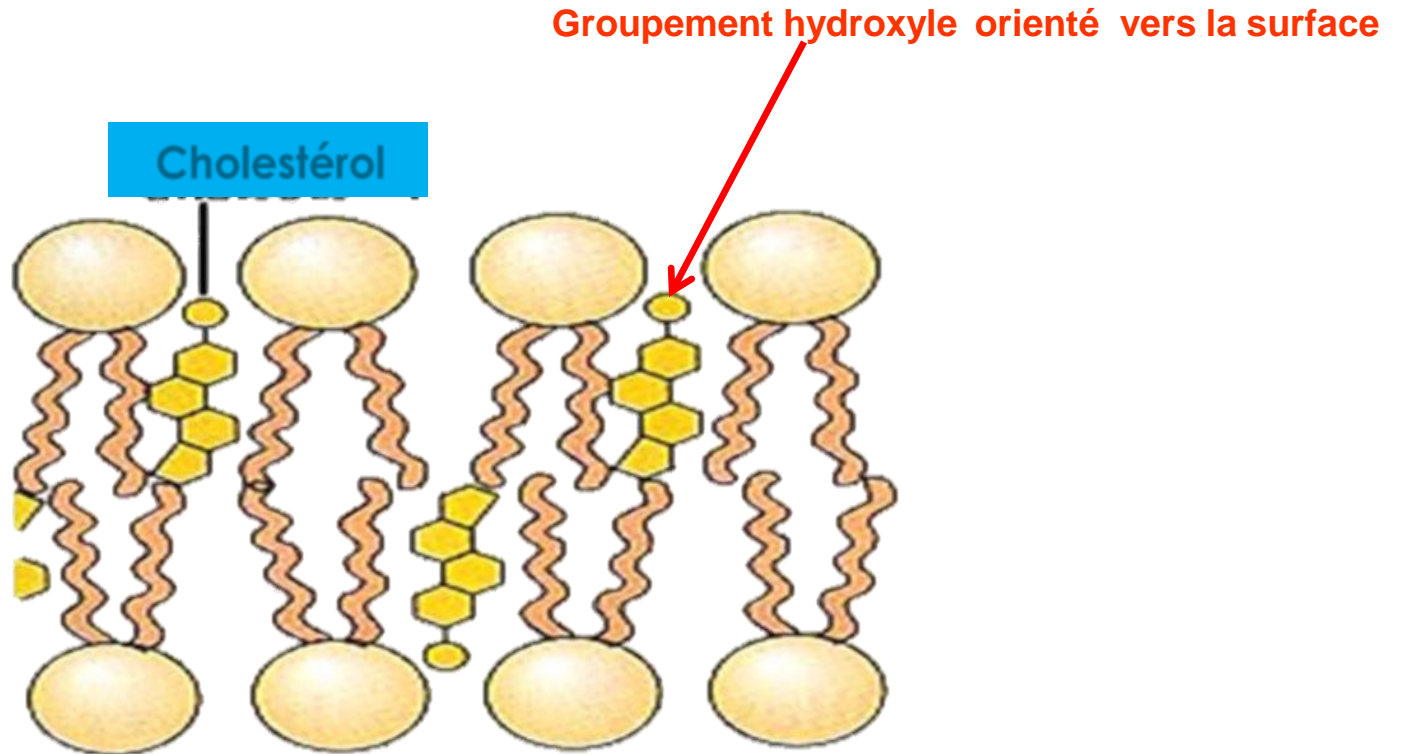
Cholestérol

Le cholestérol est uniquement présent dans les membranes des cellules animales (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 (il rigidifie la membrane à hautes températures et la fluidifie à basses températures)



Rôle du cholestérol membranaire



En s'intercalant entre les molécules de phospholipides, il stabilise les membranes en évitant une fluidité excessive

Répartition asymétrique des lipides

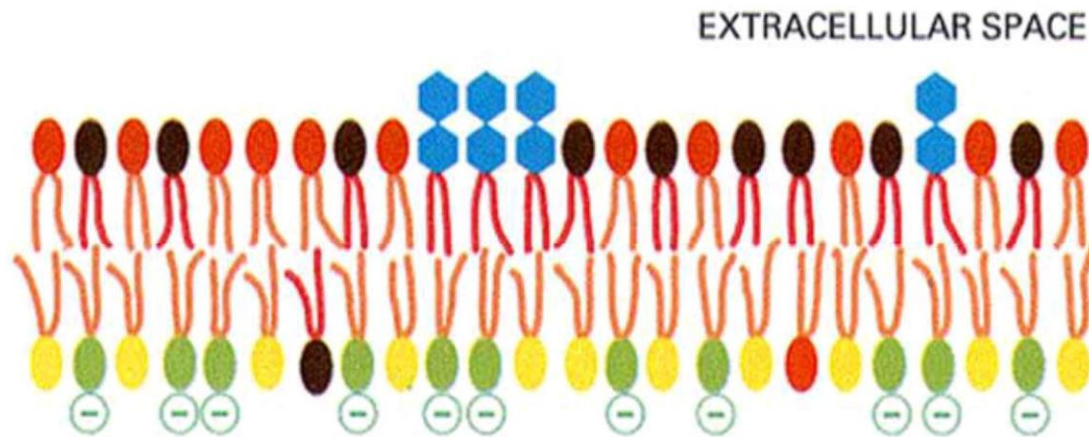
Toutes les membranes biologiques sont constituées de feuillets dont les compositions lipidiques sont différentes, sauf le cholestérol qui se trouve en quantité équivalente dans l'un ou l'autre des feuillets, pouvant basculer facilement de l'un à l'autre.

➤ **Le feuillet interne** : caractérisé par la présence des phosphatidylsérine, phosphatidyl-éthanolamine et phosphatidylinositol.

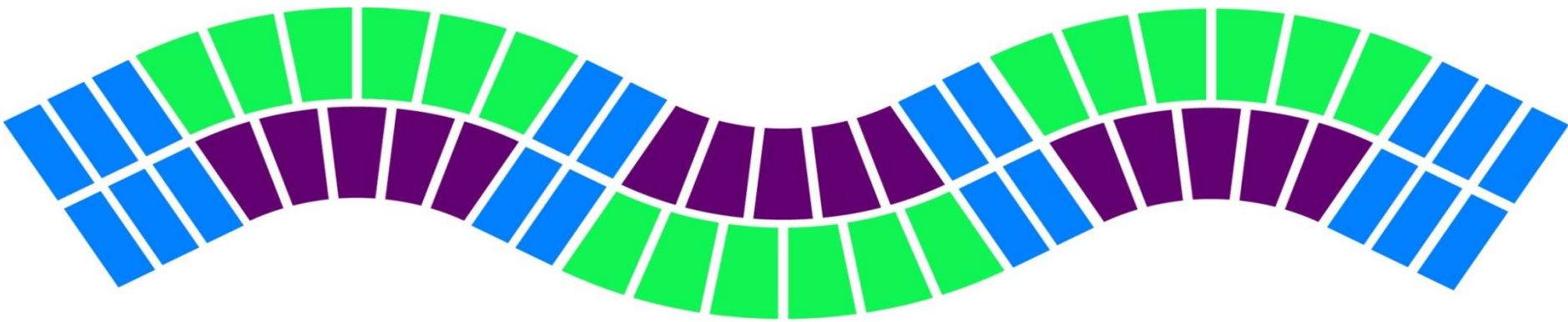
➤ **Le feuillet externe** : caractérisé par la présence des sphingolipides, phosphatidylcholine et les glycolipides.

La distribution des lipides au sein d'une membrane est asymétrique

exemple de la membrane plasmique

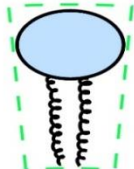


	<i>extérieur</i>	<i>intérieur</i>
Phosphatidylserine	0	100
Phosphatidylethanolamine	10	90
Phosphatidylcholine	90	10
Glycolipides	100	0
Cholestérol	75	25



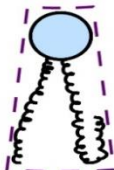
Cylinder (roughly equal head group and tail cross-sectional areas)

- no curvature preference
- e.g. phosphatidylcholine, sphingomyelin



Inverted cone (larger head group than tail cross-sectional area)

- prefers positive curvature
- e.g. lysophosphatidic acid, glycosphingomyelin



Cone (larger tail than head group cross-sectional area)

- prefers negative curvature
- e.g. cholesterol, phosphatidylethanolamine, diacylglycerol

Représentation schématique de la formation préférentielle des courbures des membranes en fonction de la forme des lipides

Composition lipidique des membranes

proportion en %	Membrane plasmique	Mitochondrie	Réticulum endoplasmique
<i>Phosphatidylethanolamine</i>	16	23	16
<i>Phosphatidylserine</i>	6	2	3
<i>Phosphatidylcholine</i>	17	50	55
<i>Phosphatidylinositol</i>	< 1	0	0
<i>Sphingomyéline</i>	17	5	3
<i>Glycolipides</i>	2	0	0
<i>Cholestérol</i>	45	<5	6

Composants lipidiques des membranes
cellulaires

Importance de l'asymétrie membranaire:

-Activité enzymatique de la protéine kinase C (PKC : protéine qui phosphoryle un substrat protéique). Cette enzyme utilise la phosphatidylsérine comme co-facteur.

La perte d'asymétrie et notamment l'exposition de la phosphatidylsérine sur le feuillet externe est un signal de mort cellulaire. (Apoptose)

Il est à noter qu'il existe aussi une asymétrie des :

- **Protéines** de la double couche phospholipidique ; ces protéines participent à caractériser les propriétés de la membrane du côté intracellulaire et extracellulaire.

- **Glucides**: Les motifs glucidiques sont localisés sur le feuillet externe de la membrane plasmique. Pour les organites intracellulaires les sucres sont orientés 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 glycocalyx (ou cell-coat).

Comment maintenir l'asymétrie membranaire

En limitant la mobilité des protéines



A : interactions entre protéines : auto-assemblage de gros agrégats

B : interactions avec des assemblages de macromolécules à l'extérieur de la cellule

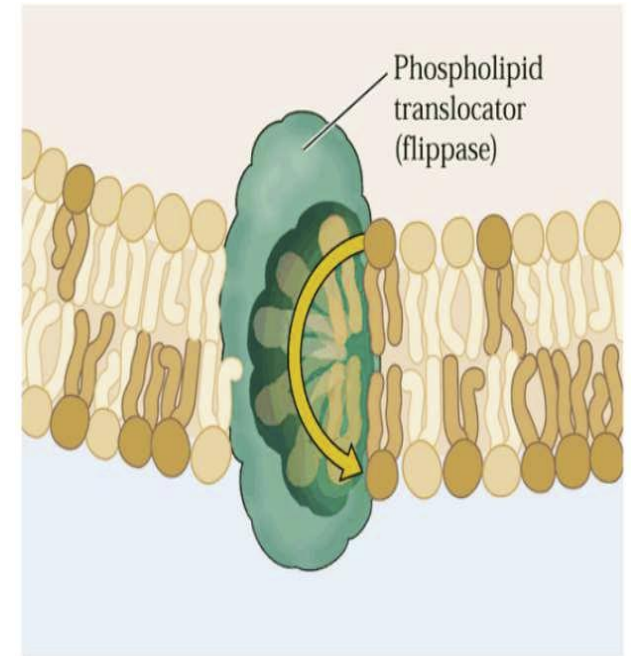
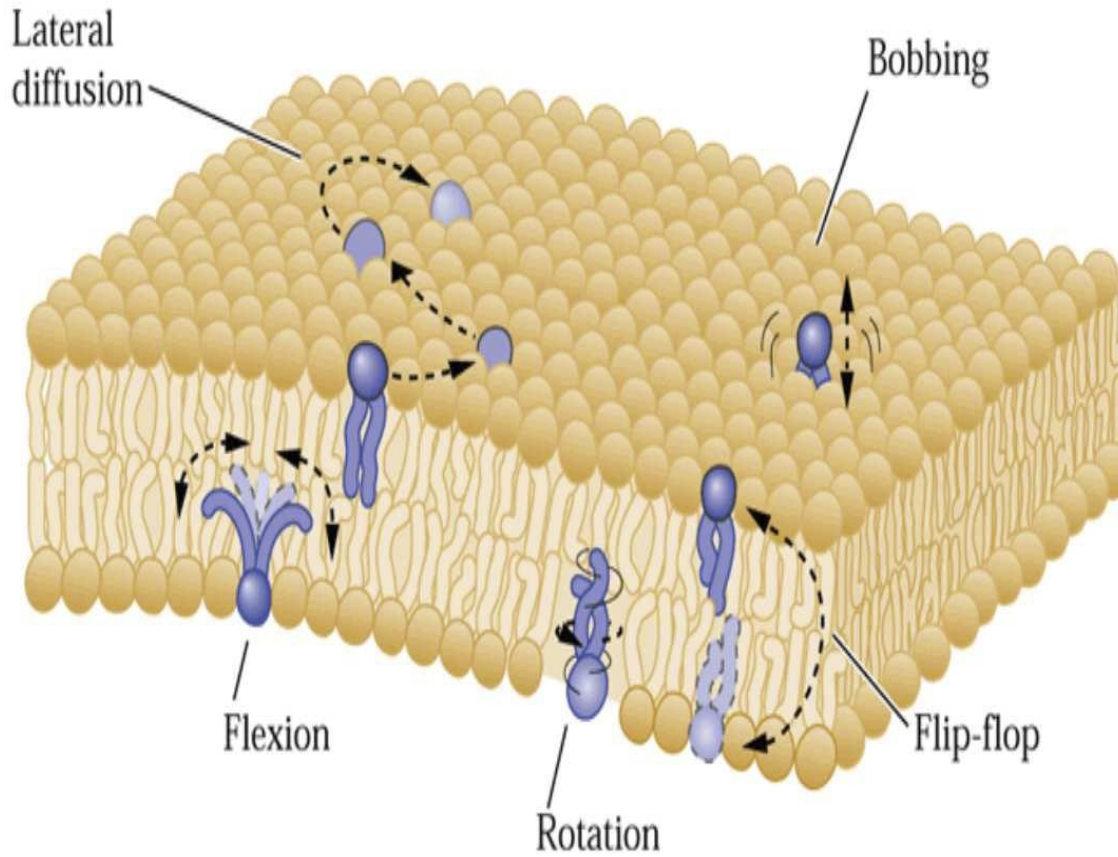
C : interactions avec des assemblages de macromolécules à l'intérieur de la cellule

D : interactions avec les protéines membranaires d'une autre cellule

Mobilité des lipides membranaires

La mobilité des lipides est nécessaire pour l'activité cellulaire. Ils peuvent se mouvoir au sein de la membrane plasmique par :

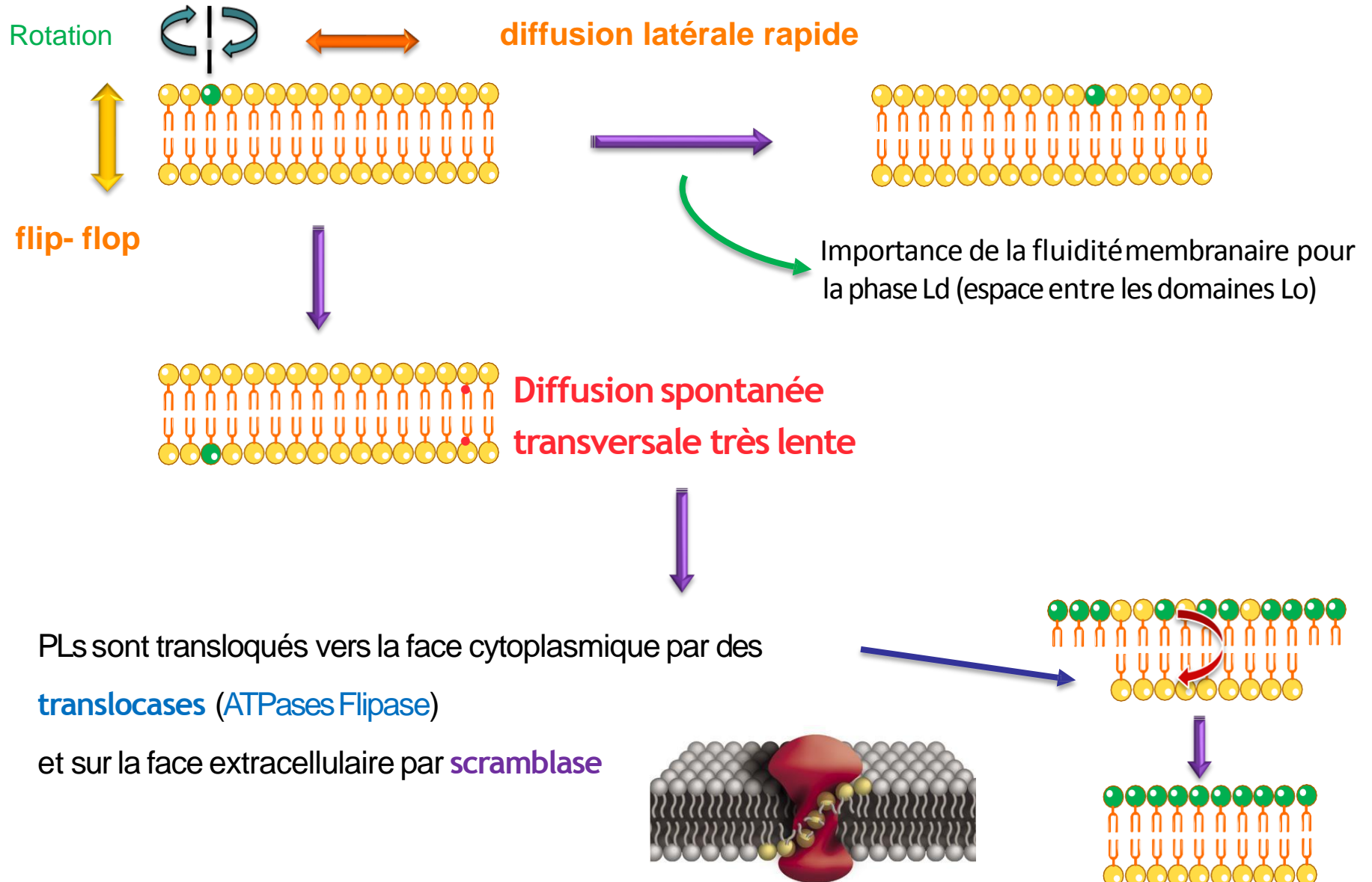
- **Rotation** rapide autour de leur axe.
- **Diffusion latérale** au sein d'un même feuillet (mouvement très fréquent : 10^7 /seconde)
- **Diffusion transversale** (flip flop : passage d'un feuillet à l'autre) qui est rare et lente.
- **Flexion** des chaînes d'acide gras des lipides.



Remarque :

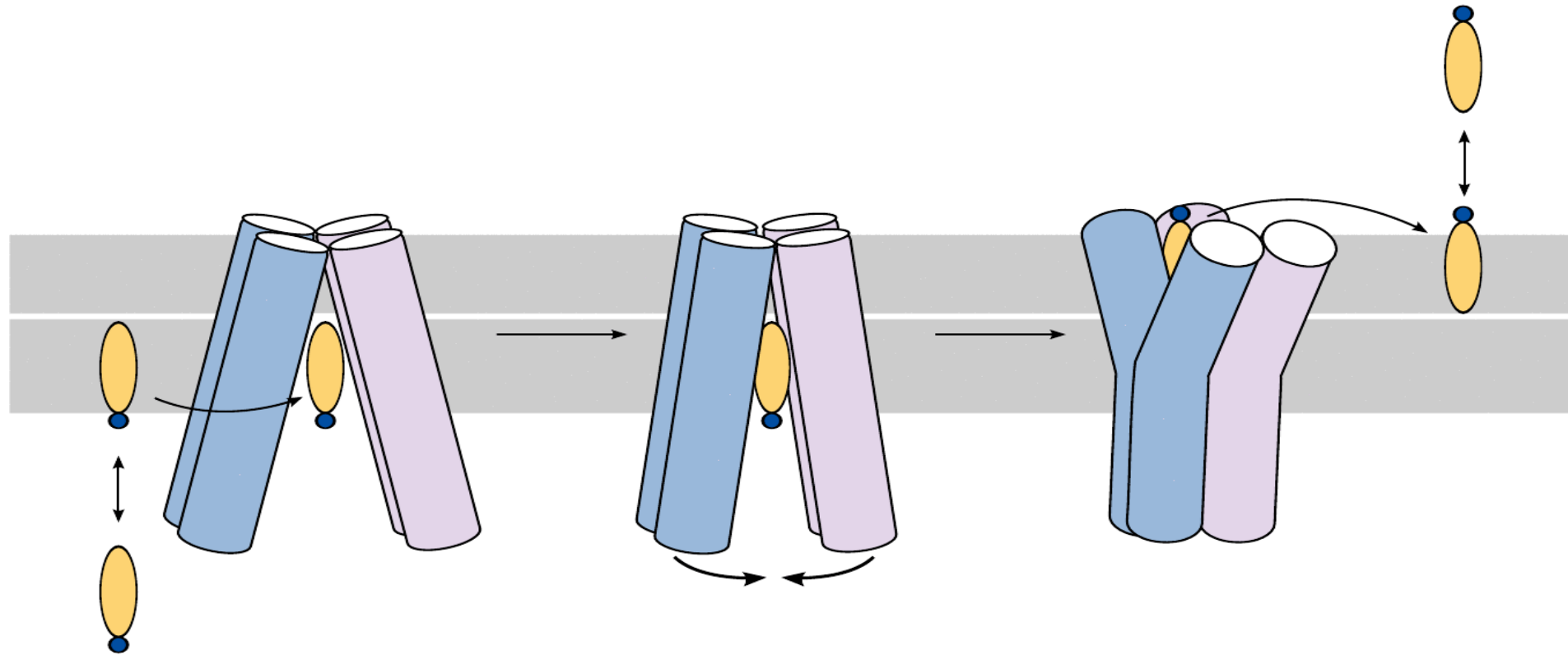
Le mouvement entre les deux couches (flip-flop) est très lent et doit être catalysé (flippase)

Les lipides sont mobiles à 37°C : diffusion latérale, transversale et rotationnelle



-Le flip-flop est catalysé par des flipases.

-Les queues hydrophobes des phospholipides peuvent également produire des mouvements de flexion (ou battement).



Les flippases : catalysent le transfert net de phospholipides spécifiques ou non d'un feuillet de la membrane vers l'autre feuillet. Les mouvements catalysés par ces enzymes nécessitent un apport d'énergie par **hydrolyse d'ATP** car les lipides sont transportés contre leur gradient de concentration :

- **les flippases-ATPases de type P_4** : transportent les lipides du feuillet externe (extracellulaire) vers le feuillet interne (cytoplasmique)
- **les flippases-Transporteurs de type «*ATP-binding cassette*»** (appelées **floppases**) transportent les lipides du feuillet interne vers le feuillet externe.

Remarque

Les flippases sont impliquées dans la création et le maintien de l'asymétrie des 2 feuillets de certaines membranes comme la membrane plasmique ou le réseau trans-Golgi des Eucaryotes.

Les flippases - ATPases de type P_4 catalysent la translocation de lipides spécifiques. Par exemple, la flippase d' amino-phospholipides des érythrocytes : est spécifique de la phosphatidylsérine et de la phosphatidyléthanolamine, mais les sphingomyélines et les phosphatidylcholines ne sont pas transportées

Fluidité membranaire

La fluidité membranaire intervient dans différentes fonctions cellulaires telles que, l'absorption, la sécrétion, le mouvement cellulaire, l'adhérence cellulaire, la communication cellulaire, l'interaction des cellules avec la matrice extra-cellulaire.

La fluidité est influencée par des facteurs externes comme la température (une augmentation de la température entraîne la fluidification de la membrane) et des facteurs internes à savoir :

- **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.

Conséquences de la fluidité membranaire :

- **Peut se réparer d'elle-même** : 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.
- **Peut varier facilement sa taille** : Si on ajoute des molécules de phospholipides, celles-ci se joignent aux autres et la membrane s'agrandit. Inversement, elle peut réduire sa taille si on enlève des molécules.
- **Permet à une sphère de se diviser** : Il suffit de resserrer l'équateur d'une sphère pour obtenir deux sphères.

