



PHARMACIE 1ère année  
Cours de Biologie Cellulaire (2021-2022\_S2)



# La membrane plasmique: composition biochimique

Présentée par TOURE Dinkorma Ouologuem, PharmD, PhD

Bamako 27 Septembre 2022

# OBJECTIFS

1. Citer les composants biochimiques de la membrane plasmique
2. Décrire l'organisation des composants biochimique de la membrane plasmique
3. Représenter schématiquement les principaux constituants de la membrane plasmique
4. Décrire 4 propriétés caractéristiques de la membrane plasmique

# PLAN

1. Généralités
2. Les lipides membranaires
3. Les protéines membranaires
4. Le glycocalyx
5. Les propriétés des membranes
6. Synthèses des composantes de la membrane
7. Conclusion

# 1. GÉNÉRALITÉS

# 1. Généralités

- Chaque cellule est délimitée par une membrane qui constitue une enveloppe protectrice appelée **membrane cytoplasmique** ou **plasmalèmme**, ou encore **membrane plasmique**
- La membrane plasmique est la frontière entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule

# 1. Généralités

- Contrairement aux cellules procaryotes, les cellules eucaryotes renferment des **organites cellulaires** encore appelés **organelles**
- Ces organites sont également délimités par des **membranes biologiques**
- La membrane des organites est la frontière entre l'intérieur de l'organite et le cytoplasme

# 1.1. Définition

**La membrane cellulaire** est une **structure mince** formée par des **macromolécules** assemblées sous forme d'une **couche** qui enveloppe une cellule ou ses organites cellulaires, et **sépare le contenu** de la cellule ou des organites **de l'environnement direct**.

# 1.2. Organisation générale de la membrane plasmique

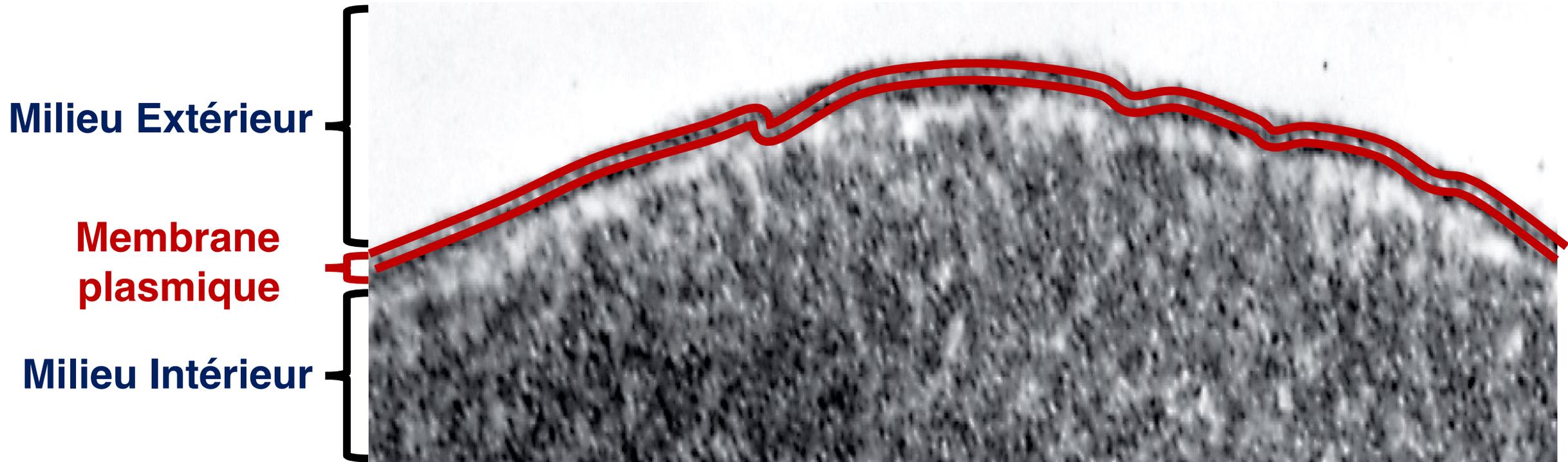


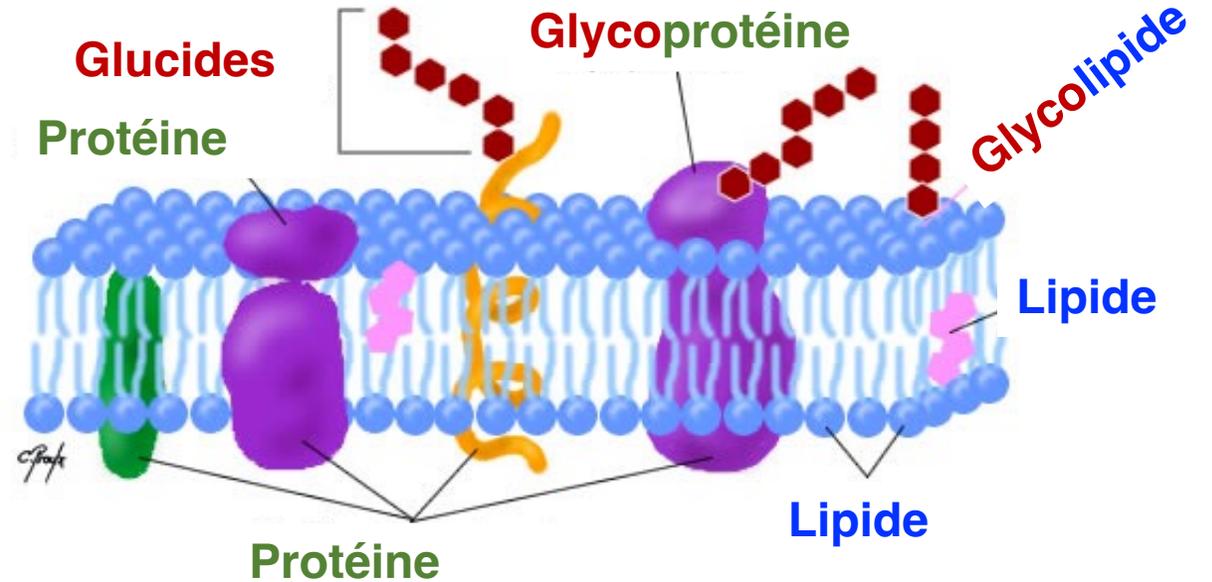
Image de Microscopie électronique de la membrane plasmique

# 1.2. Organisation générale de la membrane plasmique

- Epaisseur: 7 à 8 nm
- **Deux feuillets** visibles au microscope électronique :  
**Double feuillet lipidique**
- Présence de **protéines**
- Un « **cell coat** » = glycocalyx, feutrage de fibrilles constituées par des glucides

# 1.3. Composition biochimique de la membrane plasmique

	<b>Membrane plasmatique</b>
Lipide	40%
Protéine	52%
Glucide	8%



# 1.3. Composition biochimique de la membrane plasmique

	<b>Membrane plasmatique</b>	<b>Membrane des organites</b>
Lipide	40%	30 %
Protéine	52%	70 %
Glucide	8%	-

# 1.4. Intérêt

- Les membranes sont indispensables à la vie
- La membrane plasmique régule les substances qui peuvent entrer et sortir de la cellule et assure ainsi le maintien d'un milieu interne différent du milieu externe
- La composition biochimique de chaque membrane est très spécifique et cette composition est maintenue tout au long de la vie d'une cellule

# 1.4. Intérêt

- Des changements de cette composition entraînent des anomalies dans les fonctions des membranes et est la cause de nombreuses pathologies



**La mucoviscidose**  
(Pathologie du tube digestif et de l'appareil respiratoire)

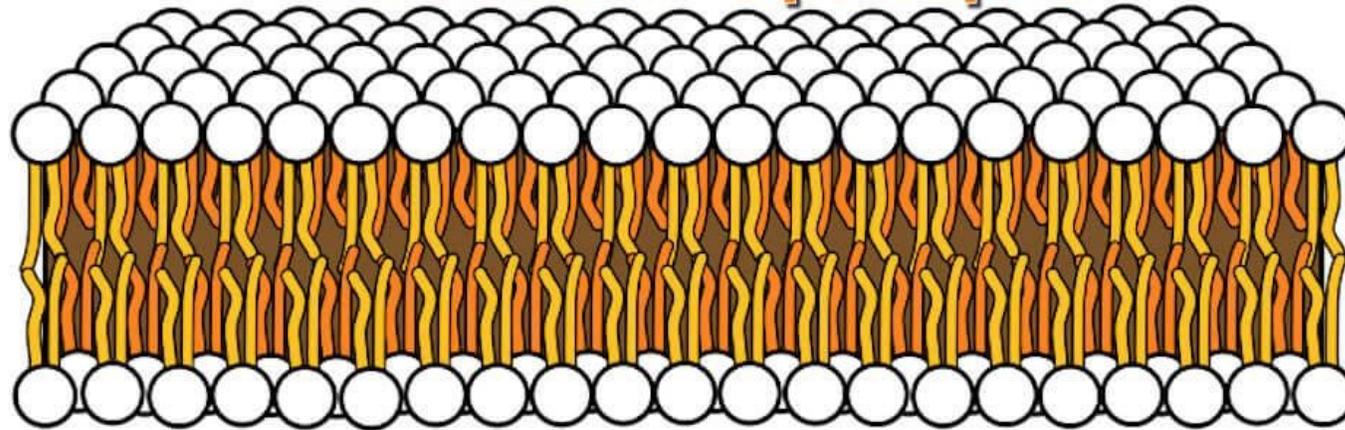


**Le syndrome de Liddle**  
(Pathologie rénale)

# 2.

## LES LIPIDES MEMBRANAIRES

bicouche lipidique



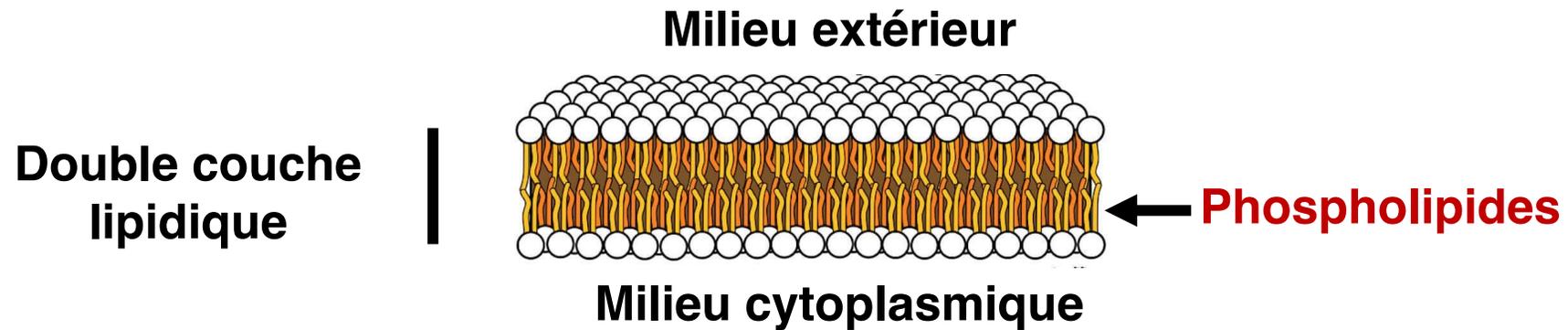
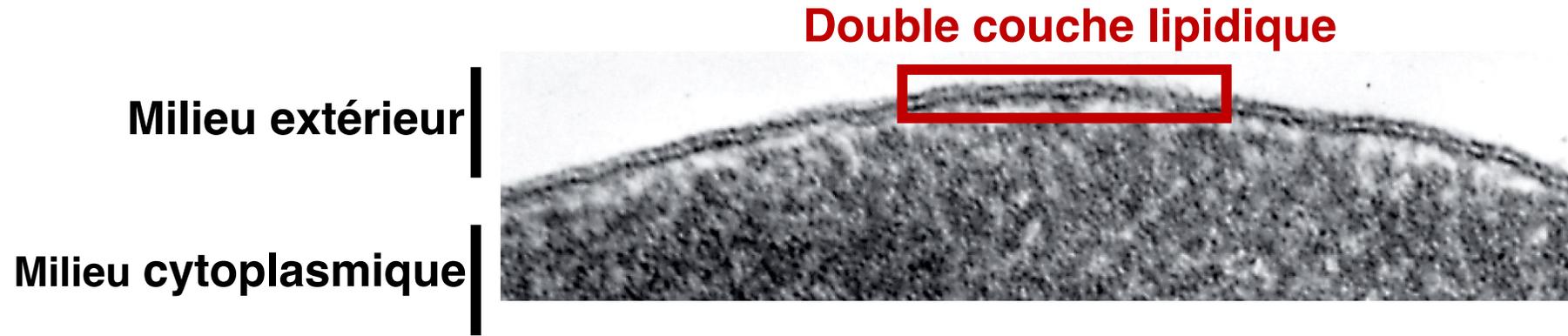
gnu - [www.aquaportail.com](http://www.aquaportail.com)

## 2. Les lipides membranaires

Les principaux lipides présents dans les membranes sont:

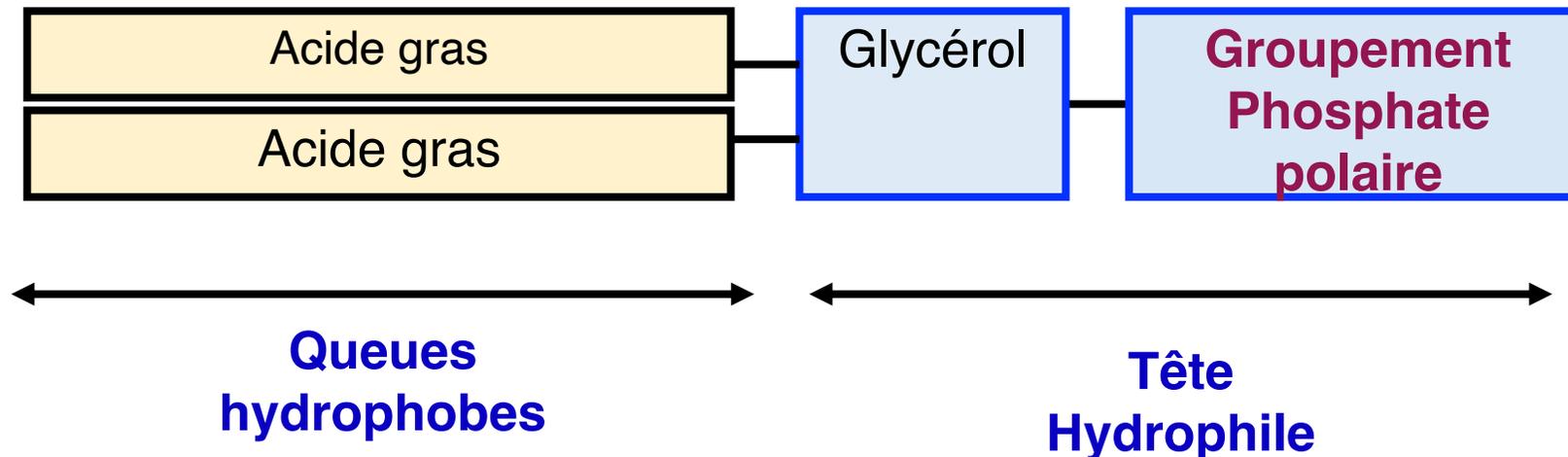
- **Les phospholipides**
- **Le cholestérol**
- **Les glycolipides**

# 2.1. Les phospholipides



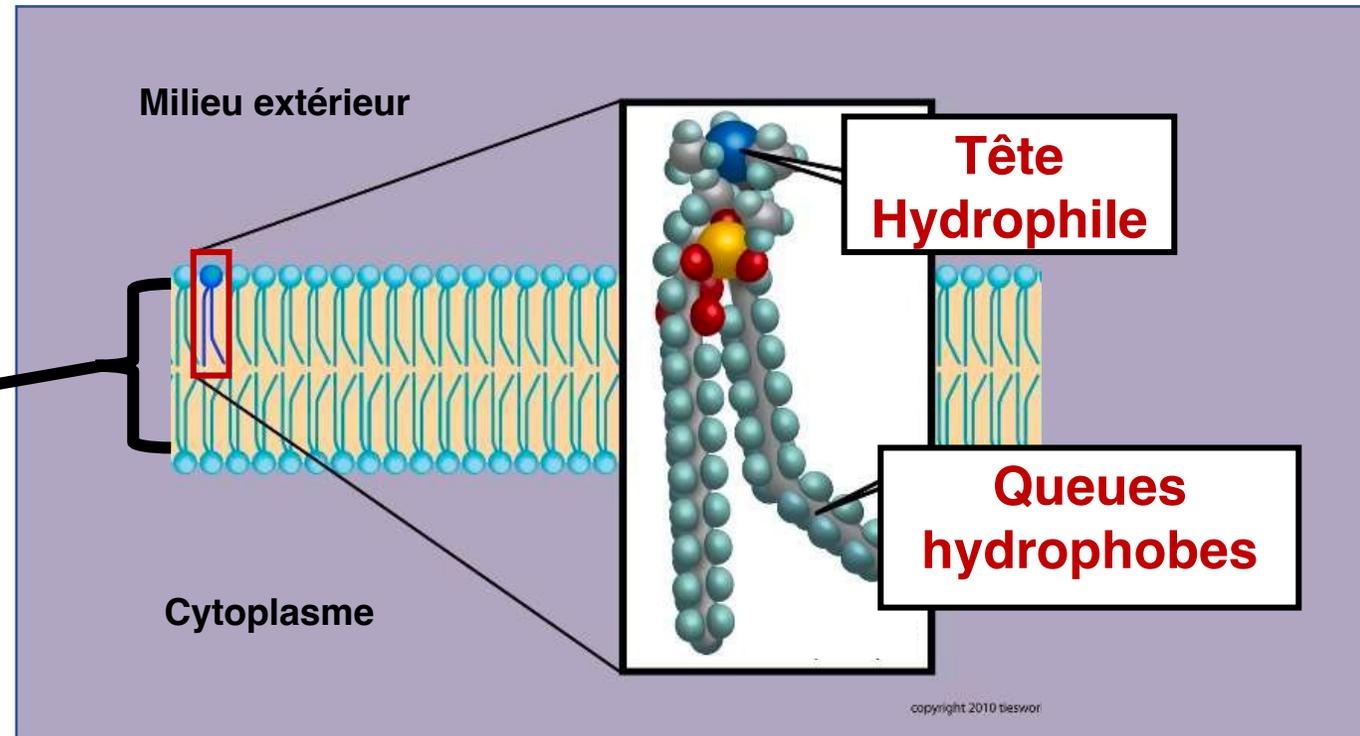
## 2.1. Les phospholipides

Un phospholipide est un **lipide amphiphile** composé d'un **glycérol** lié à **deux acides gras** et à un **groupement phosphate**.



## 2.1. Les phospholipides

- Le regroupement des **queues hydrophobes** permet la formation d'un **cœur hydrophobe**
- Les **têtes hydrophiles** (glycérol + groupement phosphate) sont en contact avec les milieux aqueux.



Représentation schématique d'un phospholipide à l'intérieur d'une bicouche lipidique.

## 2.1. Les phospholipides

- **Les acides gras** (chaines carbonées de 14-24 carbones) rattachés au glycérol peuvent varier, mais en général, l'un des deux acides gras du phospholipide est saturé
- **Le phosphate** peut être rattaché à différents **groupes chimiques** qui vont déterminer le nom du phospholipide

## 2.1. Les phospholipides

Les phospholipides portent le nom du groupement polaire:

- Phosphatidyl**éthanolamine** (PE)
- Phosphatidyl**sérine** (PS)
- Phosphatidyl**choline** (PC)
- Phosphatidyl**glycérol** (PG) = sphingosine
- Phosphatidyl**inositol** (PI) (molécule de signalisation, communication cellulaire)

# 2.1. Les phospholipides

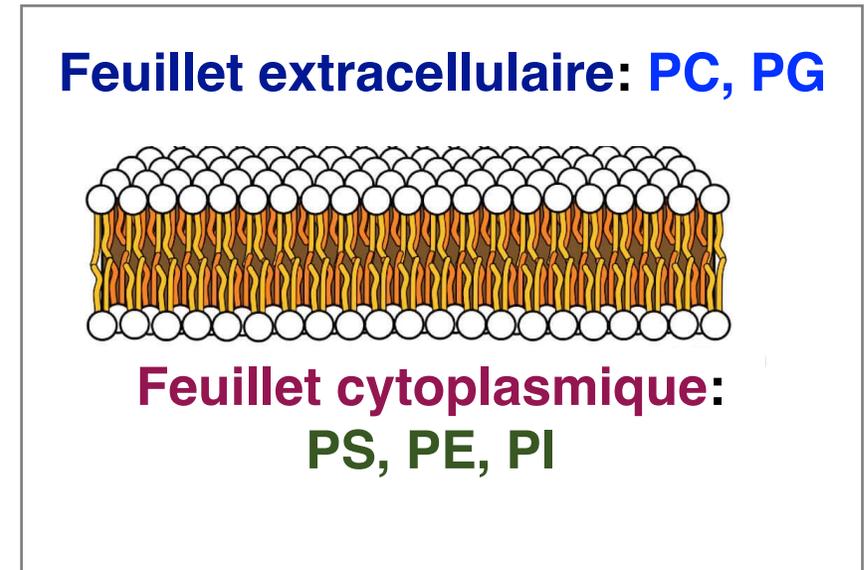
Les phospholipides ont une **Distribution asymétrique**:

## ❖ Feuillet externe:

- Phosphatidylcholine (PC)
- Phosphatidylglycérol (PG)

## ❖ Feuillet interne:

- Phosphatidylsérine (PS),
- Phosphatidyléthanolamine (PE)
- phosphatidylinositol (PI)



## 2.2. Le cholestérol

Le cholestérol est un **lipide amphiphile** composé d'un **noyau stérol** (comportant 4 cycles) portant à son **extrémité hydrophile** une **fonction hydroxyle** et à son **extrémité hydrophobe** une **chaîne carbonée**

## 2.2. Le cholestérol

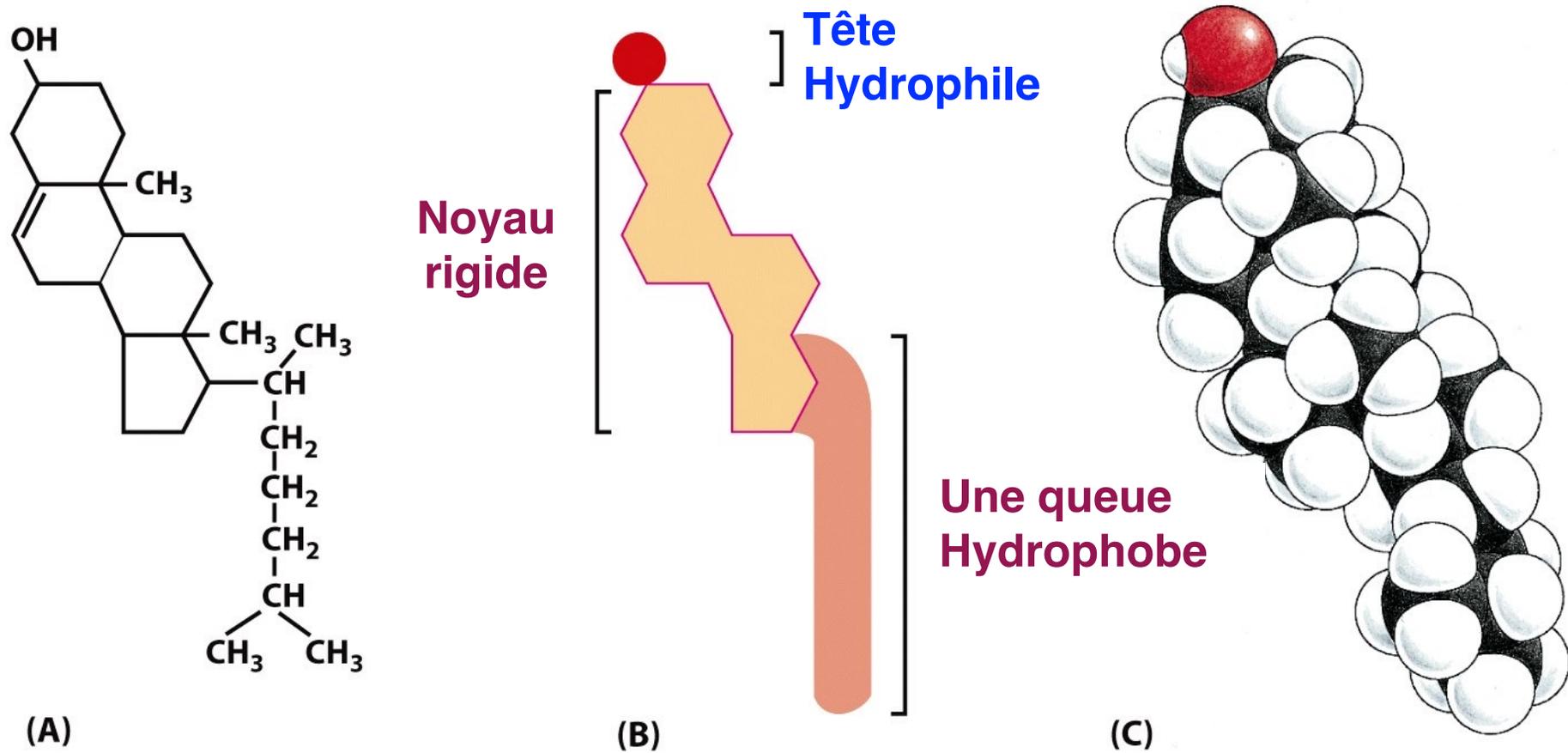


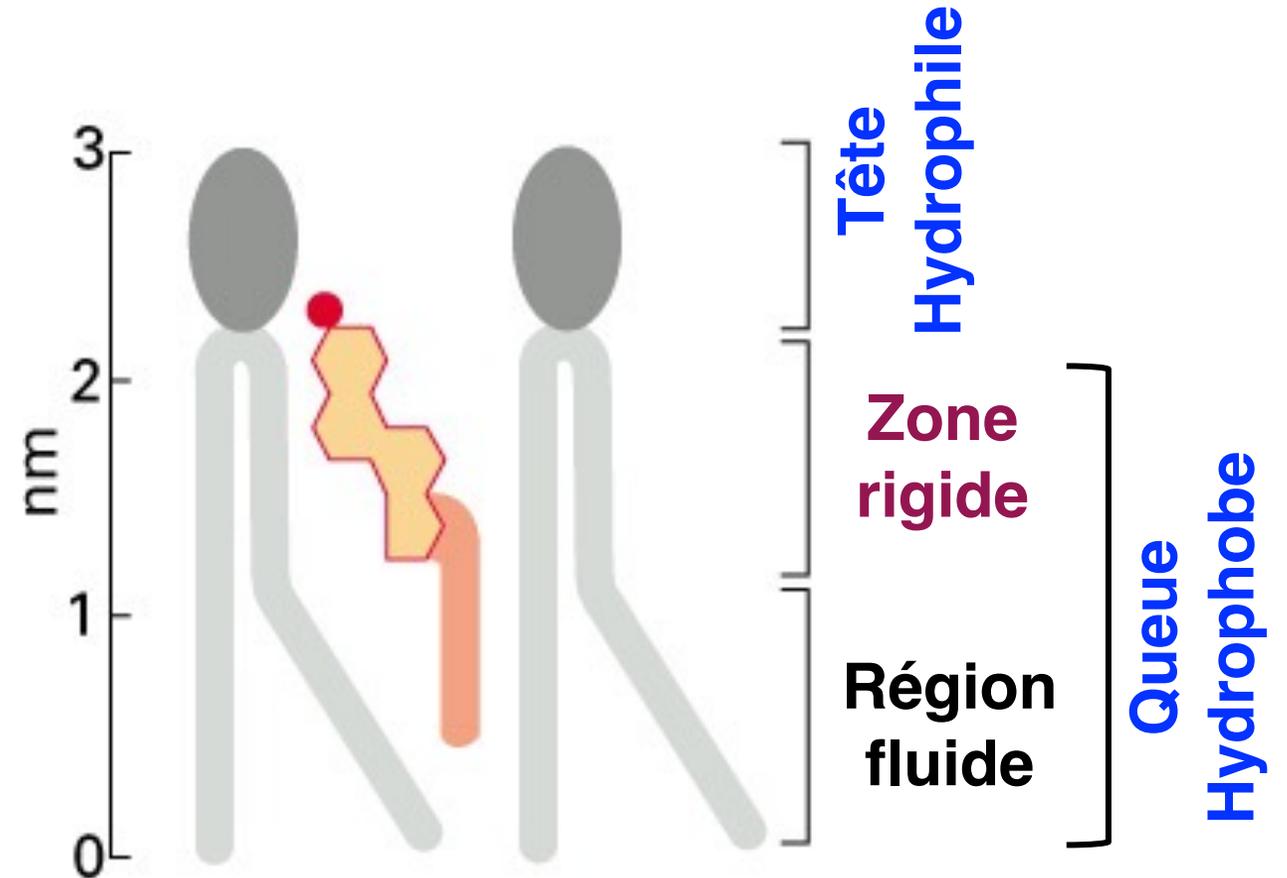
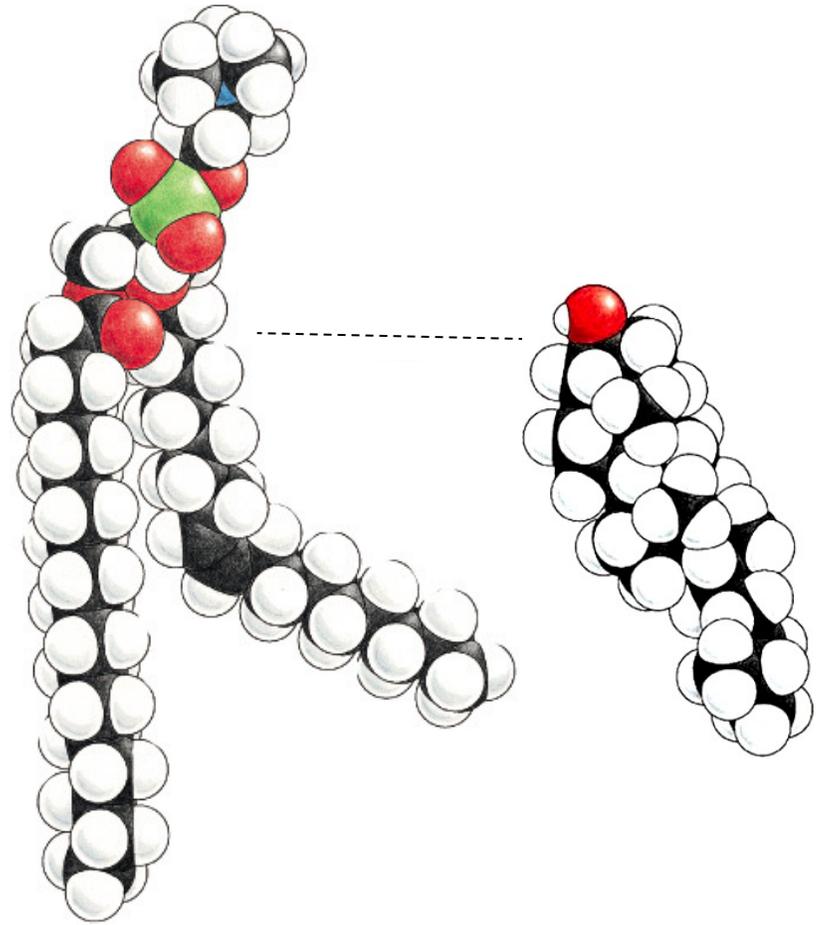
Figure 10-4 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

## 2.2. Le cholestérol

Dans la couche double lipidique :

- La tête polaire est tournée vers la surface et est en contact avec le milieu extérieur ou cytoplasmique
- Le noyau stérol et la chaîne carbonée sont situés en profondeur dans la double couche lipidique et interagissent avec les chaînes d'acides gras des phospholipides

## 2.1.2. Le cholestérol



## 2.1.2. Le cholestérol

- Le cholestérol est un constituant lipidique constant de la membrane plasmique des cellules animales.
- Le cholestérol est absent chez les cellules végétales
- Le cholestérol s'associe aux phospholipides et aux protéines.
- Un enrichissement local de la membrane plasmique en cholestérol conduit à la formation de **radeau lipidique** (zone plus épaisse, très rigidifiée et peu fluide)

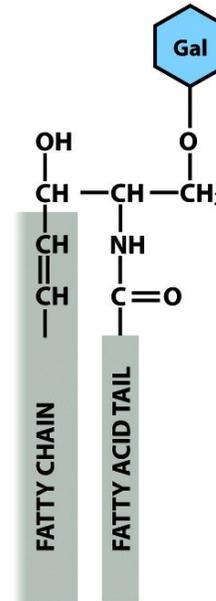
## 2.1.3. Les glycolipides

- Un glycolipide est composé d'un ou de plusieurs glucides liés de manière covalente au groupement hydroxyle d'un lipide.
- **Les glycolipides ont une distribution asymétrique**: ils sont essentiellement présents au niveau de la couche externe de la membrane plasmique (face extracellulaire)

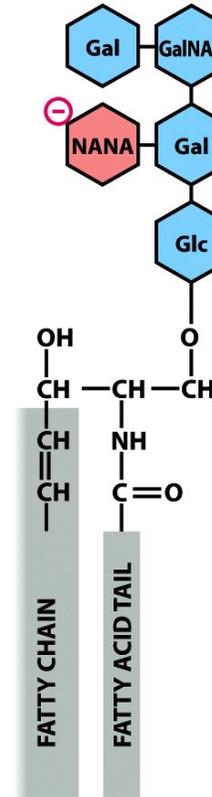
## 2.1.3. Les glycolipides

Exemple de glycolipides:

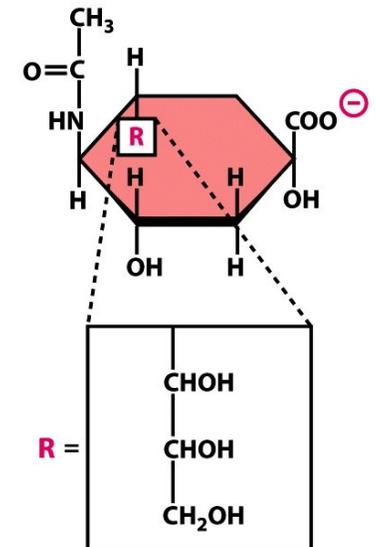
- les galactolipides
- les glycolipides neutres
- les gangliosides
- Les gangliocérébrosides



(A) galactocerebroside



(B)  $G_{M1}$  ganglioside



(C) sialic acid (NANA)

## 2.1.3. Les glycolipides

Les glycolipides sont impliqués dans:

- les interactions cellule-cellule,
- les réactions immunitaires (ex: Antigènes)
- jouent aussi le rôle de récepteurs membranaires

**3.**

# **LES PROTEINES MEMBRANAIRES**

# 3. Les protéines membranaires

- Les protéines assurent une grande partie des **rôles des membranes biologiques**
- Les protéines permettent la **spécialisation de la membrane =>** diversité des fonctions membranaires

# 3. Les protéines membranaires

On distingue plusieurs catégories de protéines en fonction de leur position membranaire

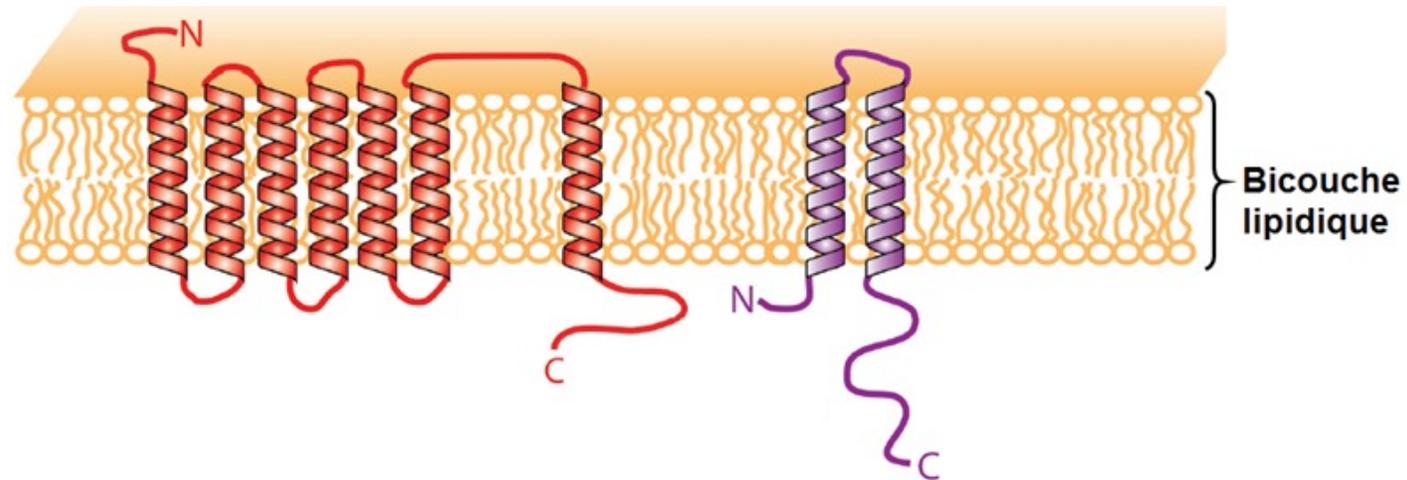
- Les protéines transmembranaires
- Les protéines ancrées aux lipides
- Les protéines périphériques externes

# 3.1. Les protéines transmembranaires

- Elles traversent intégralement la membrane grâce à l'existence d'au moins **un domaine hydrophobe** (~ 20-25 acides aminés hydrophobes organisés en hélice alpha  $\alpha$  )
- Elles sont aussi appelées **protéines intrinsèques**
- Ce type de protéine peut traverser la membrane une fois (**biotopique**) ou plusieurs fois (**polytopique**).

# 3.1. Les protéines transmembranaires

- Une grande variabilité existe quant au nombre de traversées membranaires et à l'orientation de la protéine (position intra ou extracellulaire des extrémités **N-terminale** et **C-terminale**)



# 3.1. Les protéines transmembranaires

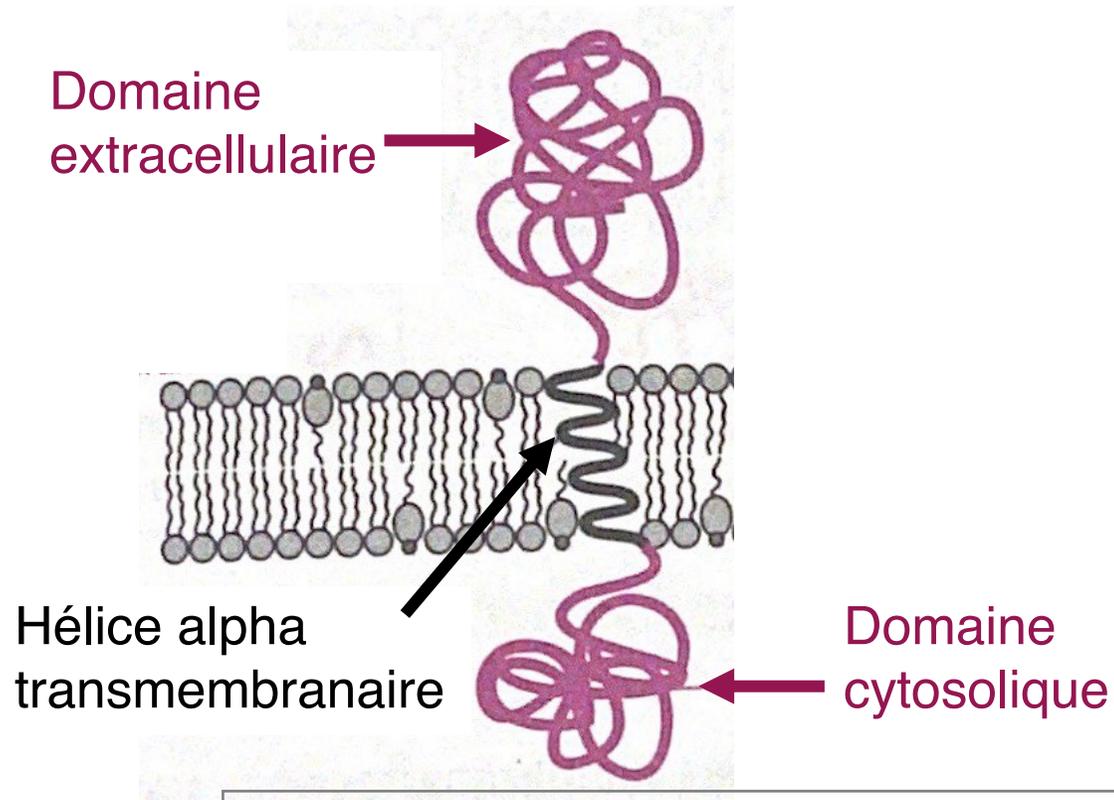
Les protéines transmembranaires se caractérisent par leurs **propriétés amphiphiles**:

- 2 extrémités hydrophiles
- Au moins une partie hydrophobe qui traverse la membrane

# 3.1. Les protéines transmembranaires

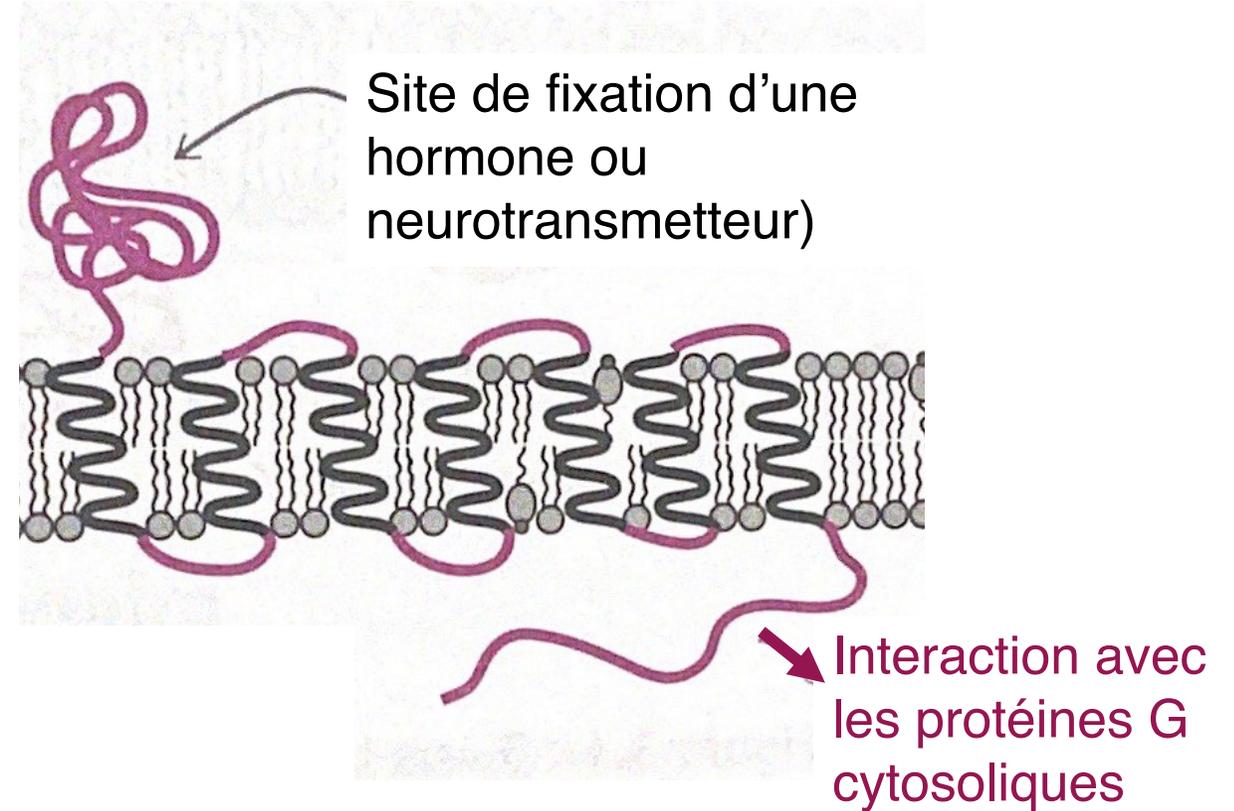
## Glycophorine

(membrane plasmique des hématies)



## Récepteur à 7 traversées membranaire

(récepteur couplé aux protéines G)



Acides aminés hydrophobes membranaires



Acides aminés hydrophiles extramembranaires

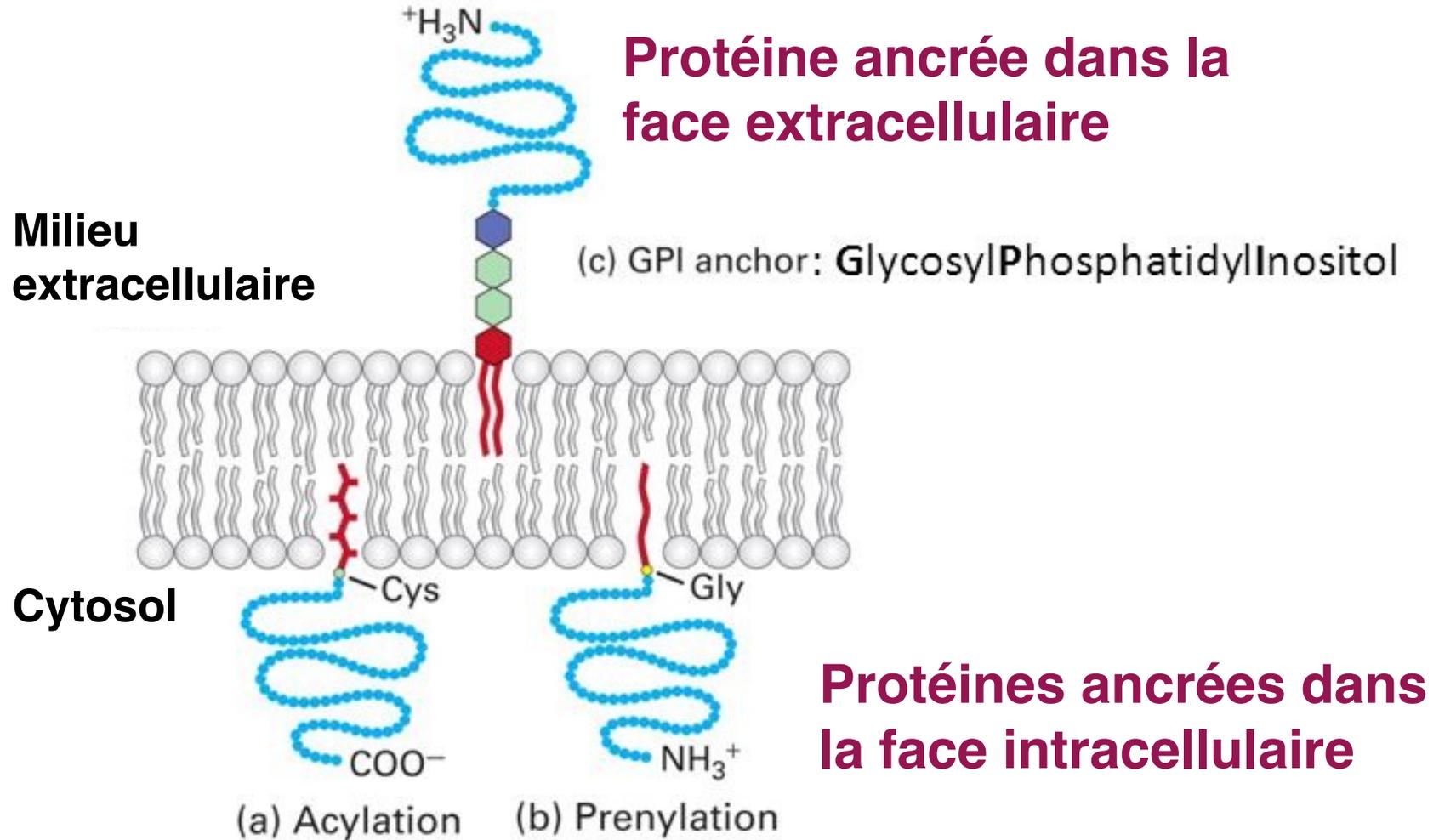
## 3.2. Les protéines ancrées aux lipides

Ce sont des protéines qui sont liées à la membrane par l'intermédiaire d'un lipide via des liaisons covalentes:

- **Protéines Acylées / Myristole** (Protéine + acide gras);
- **Protéines Prénylées** (Protéine + alcool gras),
- **Protéines Glypiées** (Protéine + Phospholipide GPI, glycosylphosphatidylinositol) sont toujours localisées sur le feuillet externe

# 3.2. Les protéines ancrées aux lipides

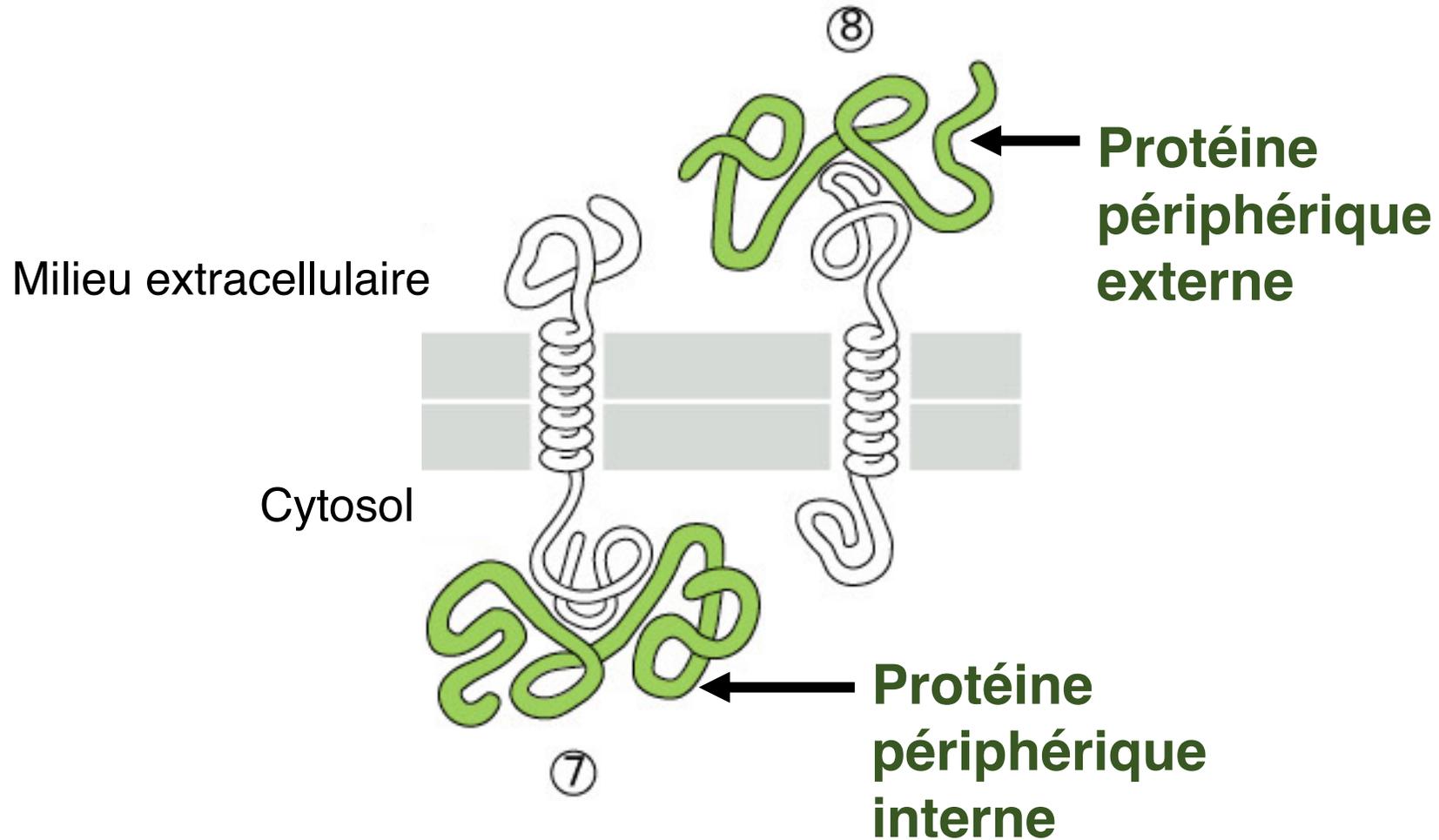
Les protéines ancrées ont une distribution asymétrique



## 3.3. Les protéines périphériques externes

- Les protéines périphériques externes sont **entièrement localisées en dehors de la bicouche lipidique**
- Les protéines sont liées à la double couche lipidique par des liaisons faibles (liaisons électrostatiques, hydrogènes) unissant ces protéines aux régions hydrophiles de la bicouche lipidique

# 3.3. Les protéines périphériques externes



## 3.4. Quelques fonctions des protéines membranaires

Les protéines membranaires interviennent dans:

- La spécificité membranaire
- Le transport des substances
- La réception d'information et la communication intracellulaire
- La reconnaissance cellulaire (activité antigénique)
- La formation des jonctions Cellule-Cellule, Cellule-Matrice extracellulaire
- Etc...

**4.**

# **LE GLYCOCALYX**

## 4.1. Définition du glycocalyx

Le **glycocalyx**, signifiant littéralement "enveloppe de sucre », est un **réseau de polysaccharides** présent sur la face extracellulaire de la membrane plasmique. Le glycocalyx qui est constitué par l'ensemble des glycoprotéines et glycolipides membranaires.

## 4.2. Les fonctions du glycocalyx

- Les protéines de la membrane plasmique et les lipides membranaires peuvent être **glycosylées** => **glycoprotéines et les glycolipides**
- Le **glycocalyx** = « cell coat » ou manteau cellulaire
- Il est renouvelé en permanence

## 4.2. Les fonctions du glycocalyx

Le **glycocalyx** permet :

- Permet de maintenir une hydratation de la face externe de la membrane plasmique (caractère hydrophile des oses) = protection de la membrane plasmique
- Permet d'établir l'identité cellulaire (ex: groupes sanguins ABO, rhésus)
- confère la charge cellulaire négative de la membrane plasmique (acide sialique)

**5.**

# **PROPRIÉTÉS DES MEMBRANES**

# 5. Les propriétés des membranes

Les membranes sont caractérisées par 4 propriétés:

- 1. Perméabilité sélective**
- 2. Fluidité membranaire**
- 3. Asymétrie dans la distribution des constituants membranaires**
- 4. Présence de microdomaines**

# 5.1. La perméabilité sélective

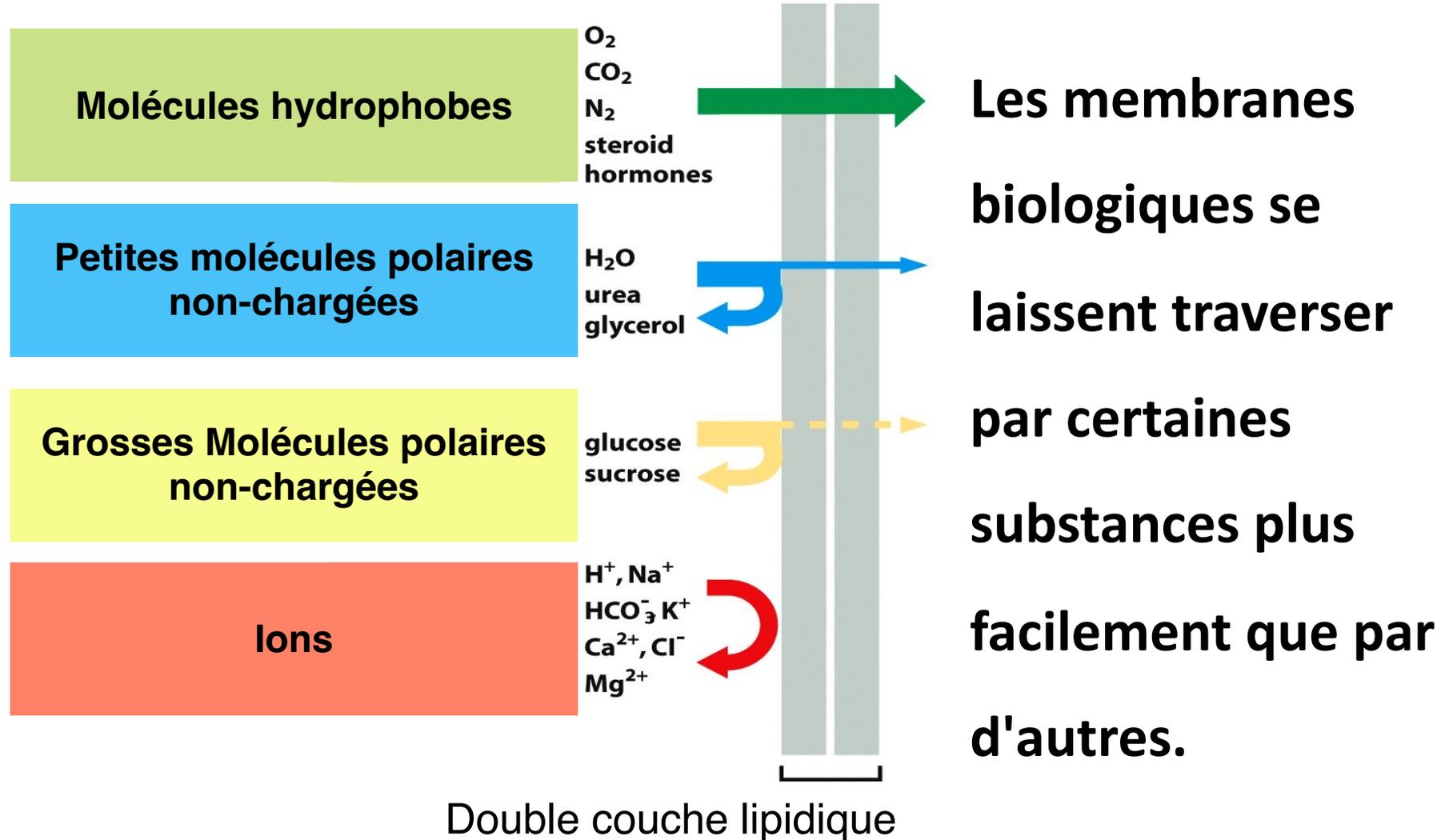


Figure 11-1 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

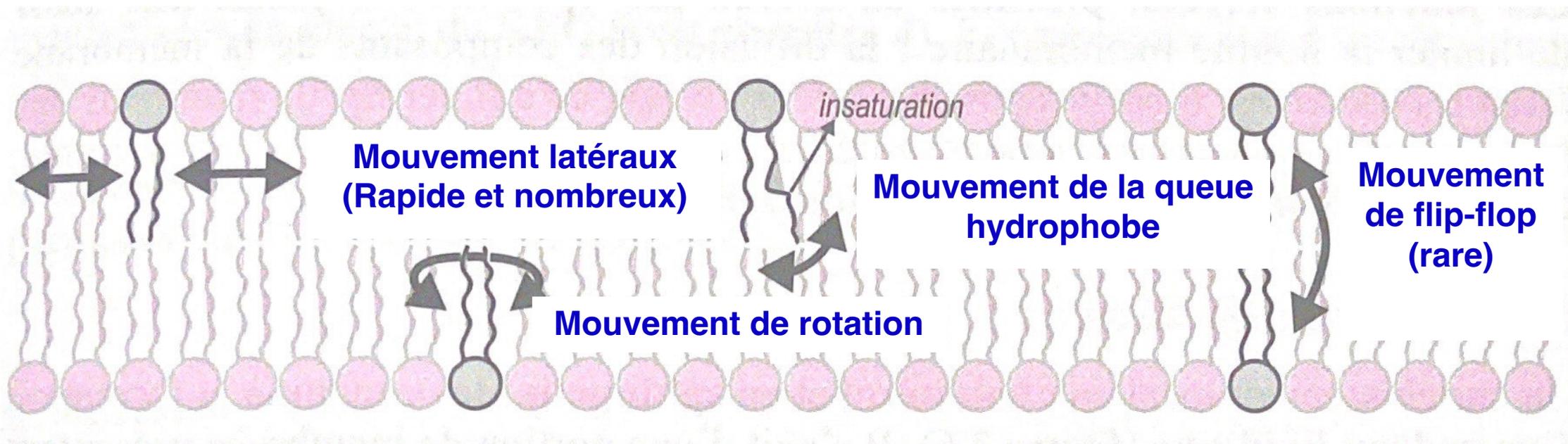
# 5.1. La perméabilité sélective

<b>Molécules</b>	<b>Perméabilité</b>
Gaz et molécules hydrophobe (benzène, O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , NO, ..)	Elevée
Petites molécules polaires non chargées (H <sub>2</sub> O, urée, éthanol, glycérol..)	Moyenne
Grosses molécules polaires non chargées (glucose, saccharose...)	Très faible
Molécules polaires chargées (Acides aminés, ATP...)	Imperméabilité
Ions minéraux (H <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , ...)	Imperméabilité

## 5.2. La fluidité membranaire

- La structure de la membrane plasmique est fondée sur des liaisons faibles => permet **mouvement des protéines et des lipides membranaires**
- Consiste en des **déplacements latéraux aléatoires et rapides** des constituants de la membrane

## 5.2. La fluidité membranaire



**Les mouvements des lipides à l'origine de la fluidité membranaire**

## 5.2. La fluidité membranaire



## 5.2. La fluidité membranaire

La fluidité latérale au sein des membranes dépend particulièrement de la nature des chaînes hydrophobes des phospholipides:

- Plus ces chaînes sont courtes et/ou insaturées, plus la fluidité est importante => facilite le déplacement latérale au sein de la membrane
- Le cholestérol présente un effet tampon par rapport à la fluidité et à la température

## 5.2. La fluidité membranaire

Le cholestérol présente un effet tampon par rapport à la fluidité et à la température:

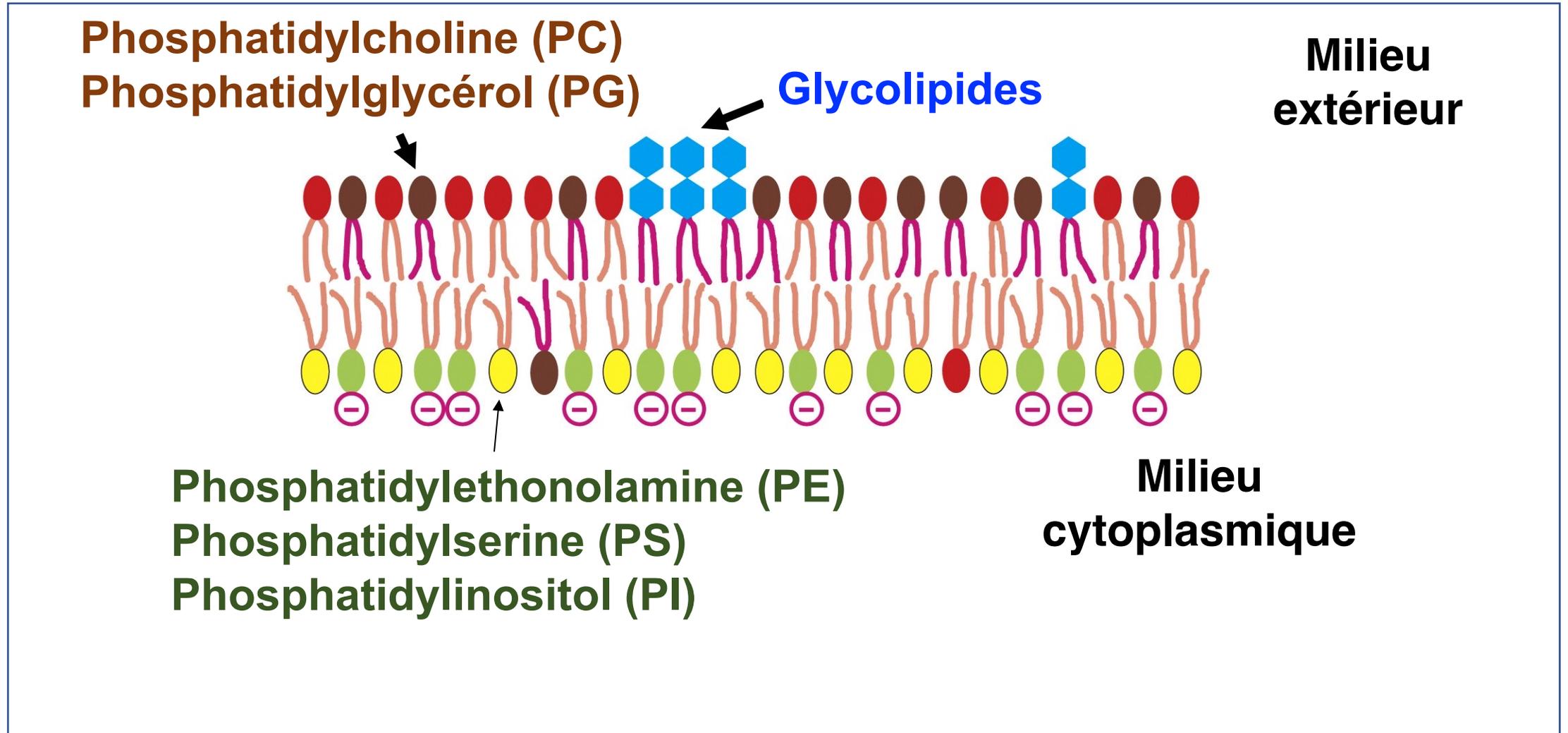
- Aux faibles températures, le cholestérol déstabilise la structure membranaire et augmente la fluidité
- Aux températures élevées il stabilise la structure membranaire et diminue la fluidité
- Le cholestérol permet ainsi de maintenir une fluidité stable quelle que soit la température

## 5.3. La distribution asymétrique des constituants de la membrane

Certains composants de la membrane ne sont pas répartis uniformément entre les deux feuillets, on parle de distribution asymétrique:

- Les phospholipides ne sont pas uniformément reparti entre les deux feuillets
- Les glycolipides et les glycoprotéines sont exclusivement présent sur le feuillet externe
- Les protéines ancrées GPI sont exclusivement présent sur le feuillet externe

## 5.3. La distribution asymétrique des constituants de la membrane



## 5.4. Les microdomaines membranaires

### Radeaux lipidiques:

- Ce sont de petites régions de la membrane plasmique **riche en cholestérol**;
- Se caractérise par une fluidité très réduite
- Ces structures sont rigides et constituent des zones privilégiées pour la localisation et l'activité de certaines protéines qui y sont intégrées;
- ils représentent entre 10 % et 30 % de la surface membranaire

**6.**

**SYNTHESE DES COMPOSANTES DE  
LA MEMBRANE**

## 6. La synthèse des composés membranaires:

La synthèse des constituants membranaires se déroule à l'intérieur de la cellule:

- Les lipides sont synthétisés dans le Réticulum Endoplasmique Lisse (REL)
- Les protéines sont synthétisés dans le Réticulum Endoplasmique granuleux (REG)

## 6. La synthèse des composés membranaires:

- Les cellules humaines ne sont pas capables de synthétiser tous les acides gras. Cas de l'acide linoléique qui est acide gras essentiel;
- Les cellules animales ne sont pas capables de synthétiser 9 des 20 acides aminés.
- Ces éléments doivent être apportés par l'alimentation

# 7. CONCLUSION

# 7. Conclusion

- La membrane cellulaire, formée par des macromolécules, enveloppe une cellule ou ses organites cellulaires, et sépare le contenu de la cellule ou des organites de l'environnement direct.
- Les membranes assurent la compartimentation de la cellule
- La membrane plasmique est constituée de phospholipides, cholestérol, glycolipides, protéine membranaires et glycoprotéines
- Les composantes de la membrane plasmiques selon leur nature ont une distribution spécifique sur les feuillettes de la double couche lipidiques

# 7. Conclusion

- La membrane plasmique a des propriétés caractéristiques: perméabilité sélective, fluidités, distribution asymétrique de certaines composantes membranaires, existence de microdomaines au sein de la membrane
- Les lipides membranaires sont synthétisés au niveau du REL
- Les protéines membranaires sont synthétisées au niveau du REG
- Certains composants ne peuvent pas être synthétisés *de novo* et ils doivent nécessairement provenir de l'alimentation

# RÉFÉRENCES

1. Abrégés de Biologie Cellulaire de Marc Maillet, 9<sup>ème</sup> ou 10<sup>ème</sup> Edition; chez MASSON
2. Molecular Biology of the Cell, 6th Edition de Bruce Alberts
3. Pass Biologie cellulaire **EDISCIENCE**