



Cours de Biologie Cellulaire (2022-2023)



La membrane plasmique: Structure, composition et propriétés

Dinkorma Ouologuem / Aminatou Kone

Bamako le 26 Décembre 2023

FAPH

OBJECTIFS

1. Décrire la structure de la membrane plasmique
2. Décrire l'organisation des trois composantes biochimiques de la membrane plasmique
3. Représenter schématiquement deux principaux constituants de la membrane plasmique
4. Citer le lieu de synthèse des constituants de la membrane plasmique
5. Décrire les propriétés de la membrane plasmique

FAPH

PLAN

I- Généralités

- 1 - Définition
- 2 - Intérêt

II- Structure de la membrane

III- Composition Biochimique

1. Les lipides membranaires
2. Les protéines membranaires
3. Le glycocalyx

IV- Synthèses des composantes de la membrane

V- Les propriétés de la membrane

Conclusion

FAPFH

I. GÉNÉRALITÉS

FAPH

I.1. Définition

- Chaque cellule est délimitée par une membrane qui constitue une enveloppe protectrice appelée **membrane plasmique** ou **plasmalème** ou encore **membrane cytoplasmique**.
- C'est une **structure mince** formée par un assemblage de **macromolécules**
- La membrane plasmique est la frontière entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule.

FAPFH

I.2. Intérêt

- Les membranes sont indispensables à la vie cellulaire.
- La membrane plasmique régule les échanges de substances entre le milieu intérieur et le milieu extérieure de la cellule.
- Des changements de cette composition entraînent des anomalies dans les fonctions des membranes et est la cause de nombreuses pathologies

FAPPT

I.2. Intérêt

- **Clinique** : Canalopathies



Le syndrome de Liddle
(Pathologie rénale)

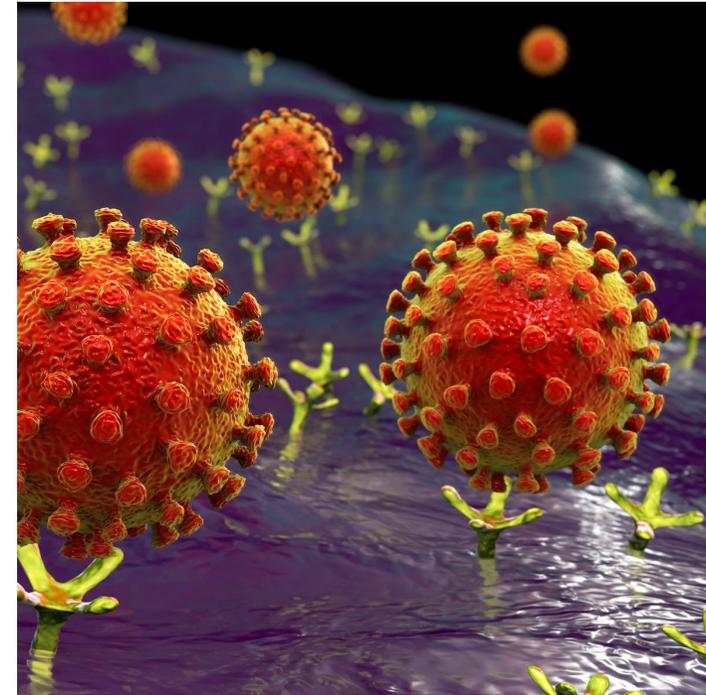
FAPFH

I.2. Intérêt

- **Thérapeutique et Vaccinal:**
les reconnaissances antigènes/récepteurs cellulaires



Le système ABO

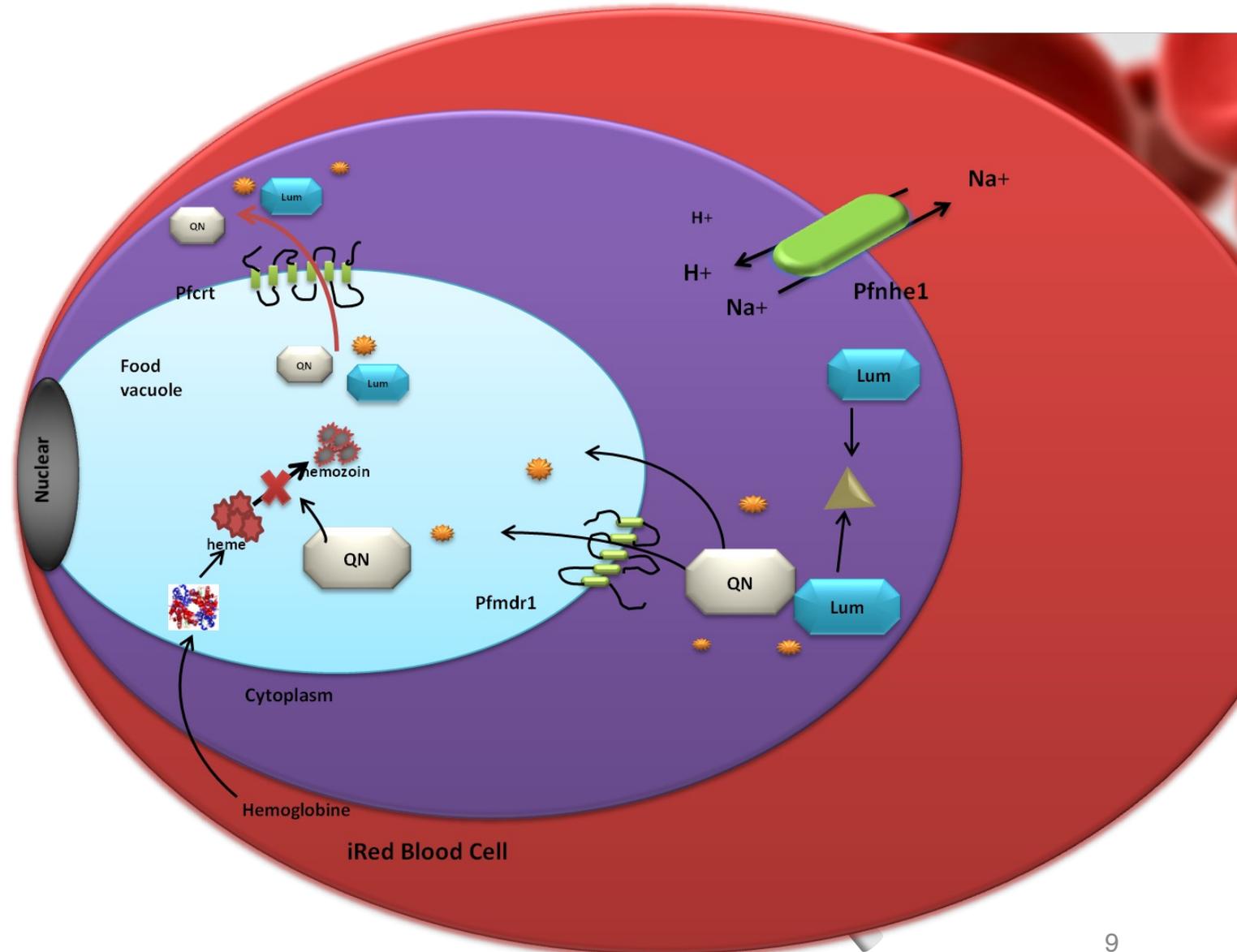


Invasion de la cellule humaine par le coronavirus

I.2. Intérêt

- **Recherche:** Le transport des médicaments vers les cibles des pathogènes

Immunohistochimie/fluorescence: marquage et localisation des composantes de la membrane



II. STRUCTURE DE LA MEMBRANE PLASMIQUE

FAPFH

II. Structure générale de la membrane plasmique

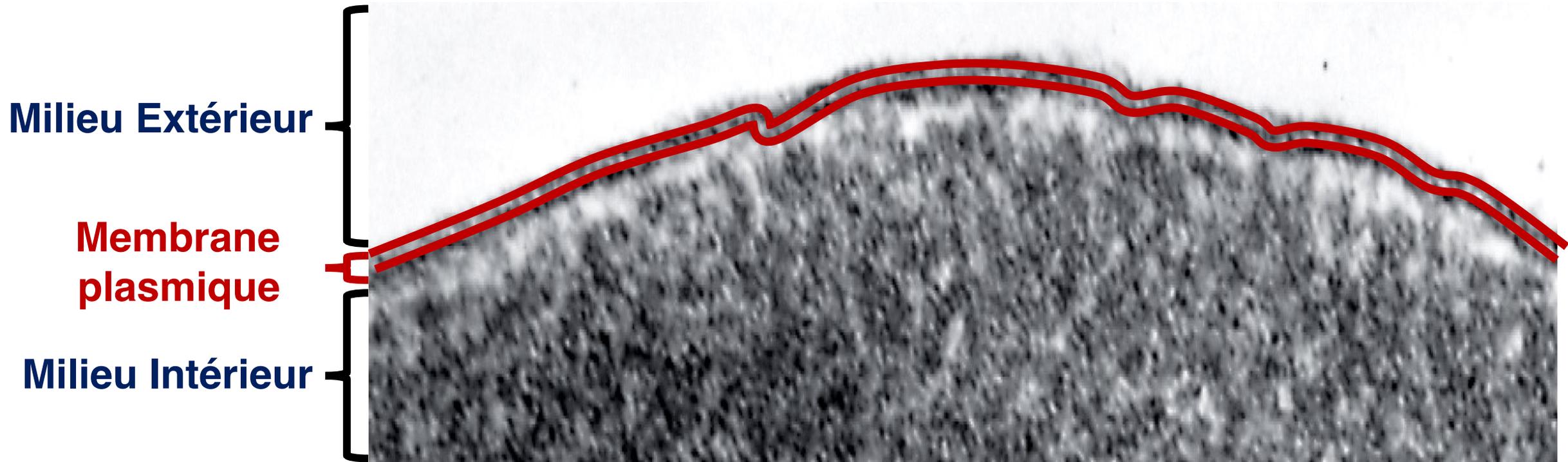


Image de Microscopie électronique de la membrane plasmique

II. Structure générale de la membrane plasmique

Epaisseur: 7 à 8 nm

Image de Microscopie électronique de la membrane plasmique

1. Cell coat. 2. Feuillet osmiophile externe de la membrane plasmique. 3. Feuillet osmiophile médian. 4. Feuillet osmiophile interne de la membrane plasmique. 5. Cytoplasme.



II. Structure générale de la membrane plasmique

Au microscope électronique:

- Epaisseur: 7 à 8 nm
- **Deux feuillet**s sombres séparés par un feuillet clair visible au
- Un « **cell coat** » = glycocalyx, feutrage de fibrilles constituées par des glucides

FAPPH

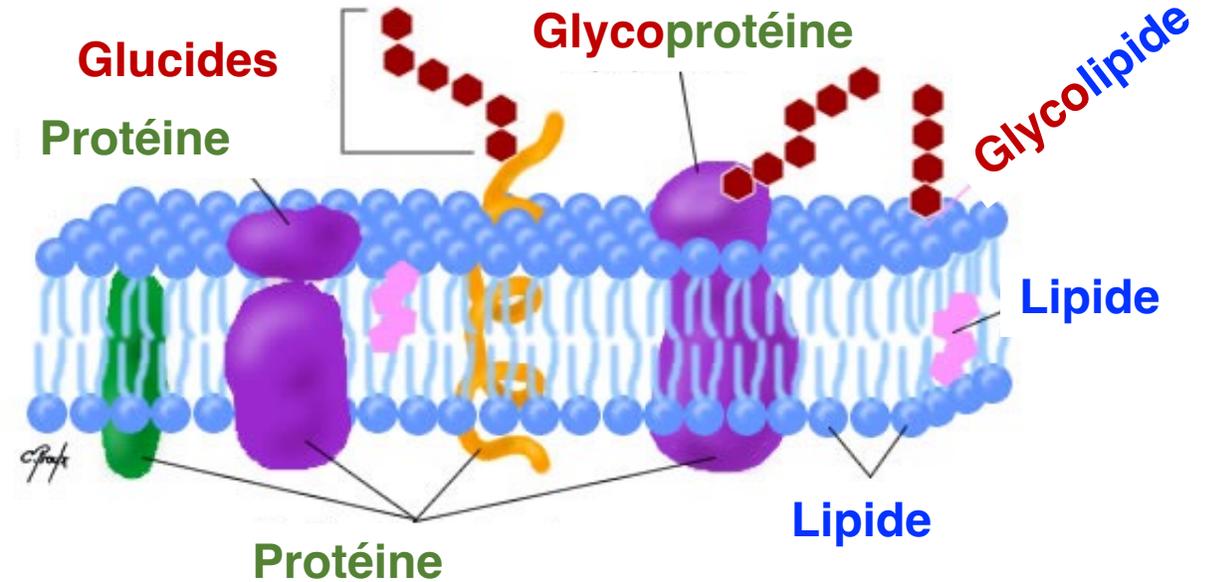
III.

La composition biochimique de la membrane plasmique

FAPFH

III. Composition biochimique de la membrane plasmique

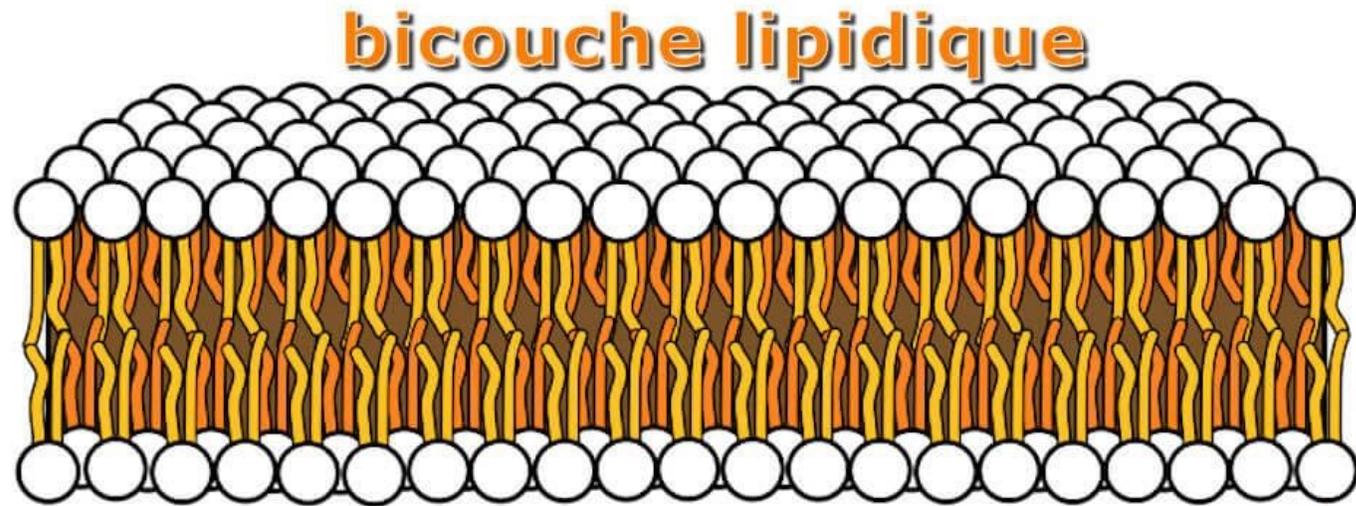
	Membrane plasmatique
Lipide	40%
Protéine	52%
Glucide	8%



La composition biochimique de chaque membrane est très spécifique et cette composition est maintenue tout au long de la vie d'une cellule

III.1.

LES LIPIDES MEMBRANAIRES



gnu - www.aquaportail.com

KAPTH

III.1. Les lipides membranaires

Les principaux lipides présents dans les membranes sont:

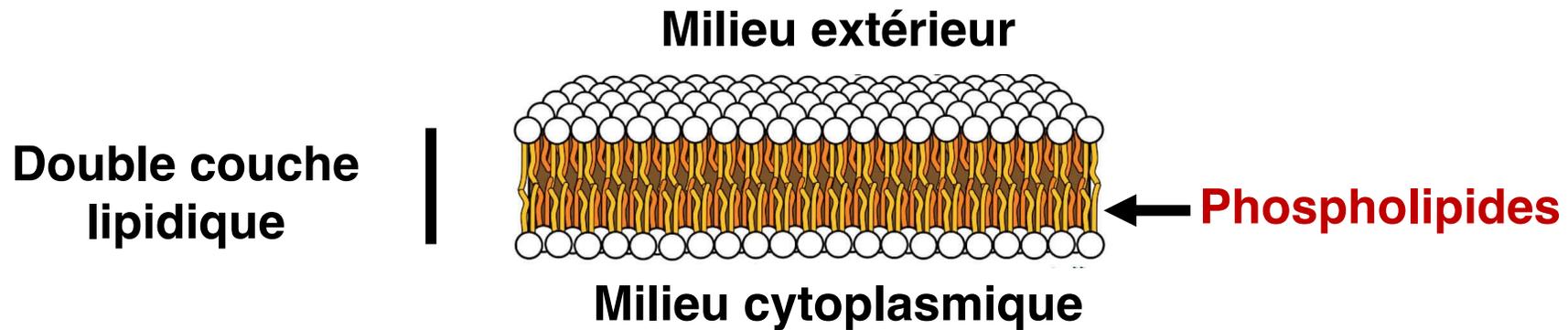
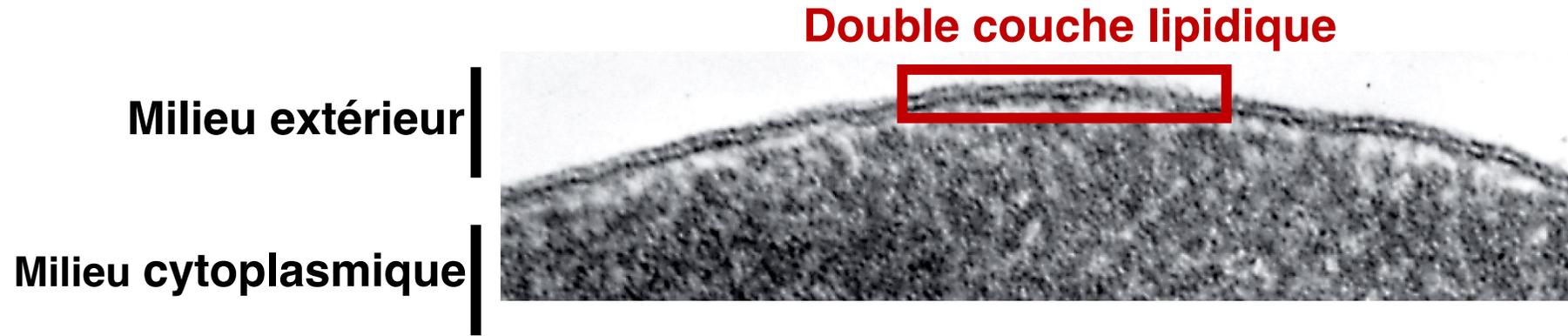
a- Les phospholipides

b- Le cholestérol

c- Les glycolipides

FAPFH

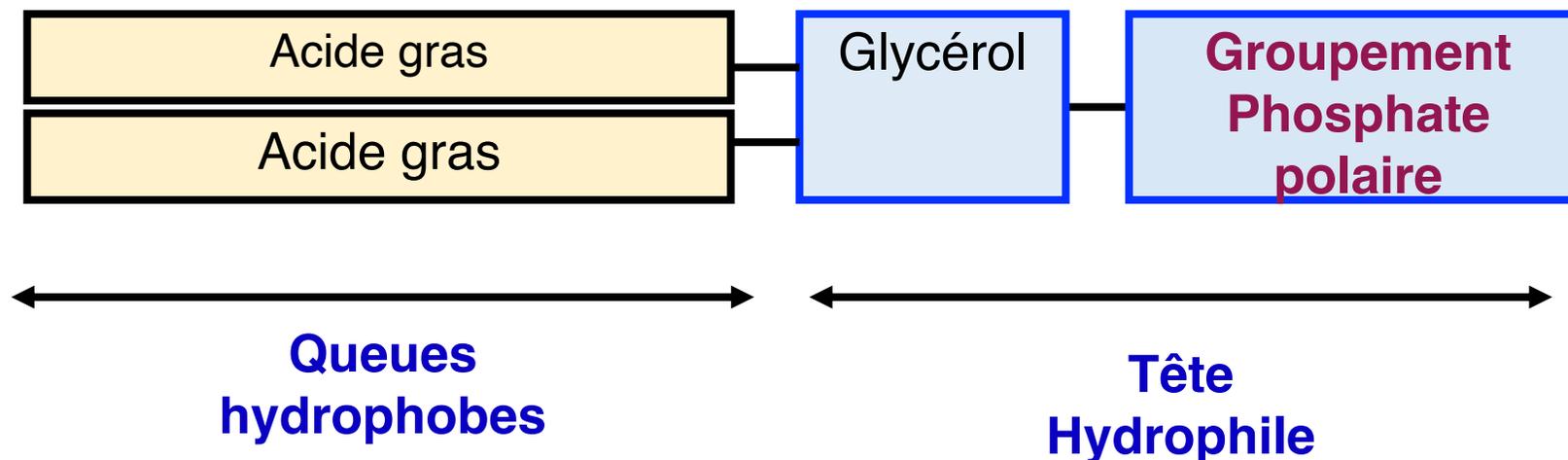
III.1.a. Les phospholipides



FAPF

III.1.a. Les phospholipides

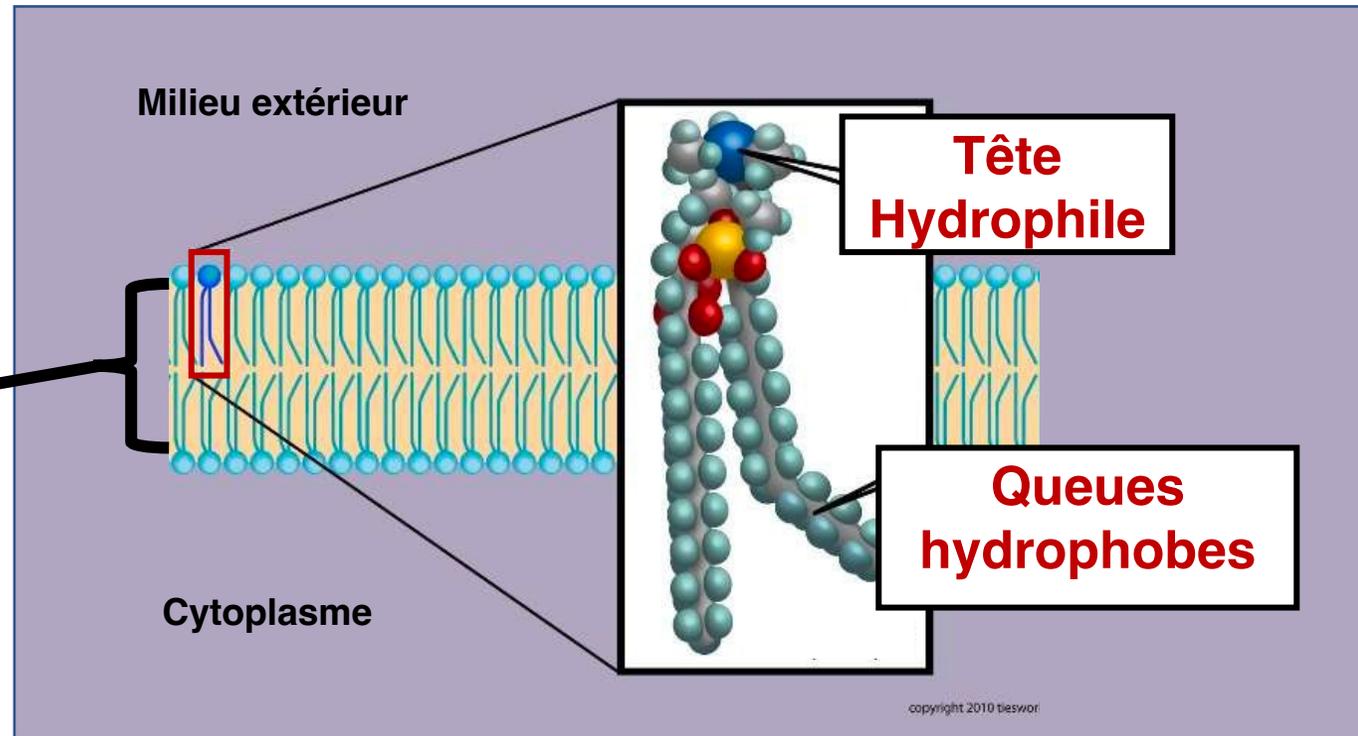
Un phospholipide est un **lipide amphiphile** composé d'un **glycérol** lié à **deux acides gras** et à un **groupement phosphate**.



FAPFH

III.1.a. 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.

III.1.a. 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

FAPPH

III.1.a. 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)

FAPFH

III.1.a. Les phospholipides

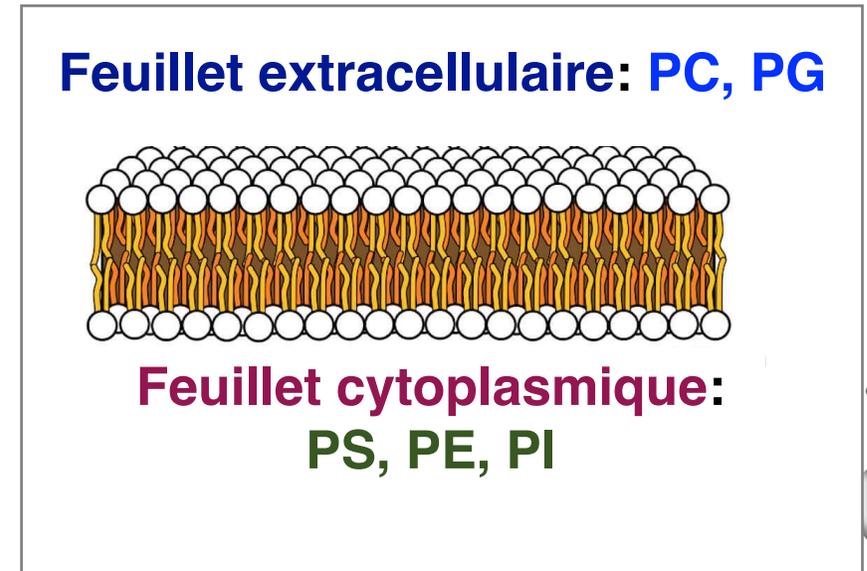
Les phospholipides ont une **distribution différente**:

❖ Feuillet externe:

- Phosphatidylcholine (PC)
- Phosphatidylglycérol (PG)

❖ Feuillet interne:

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



III.1.b. 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**

FAPFH

III.1.b. Le cholestérol

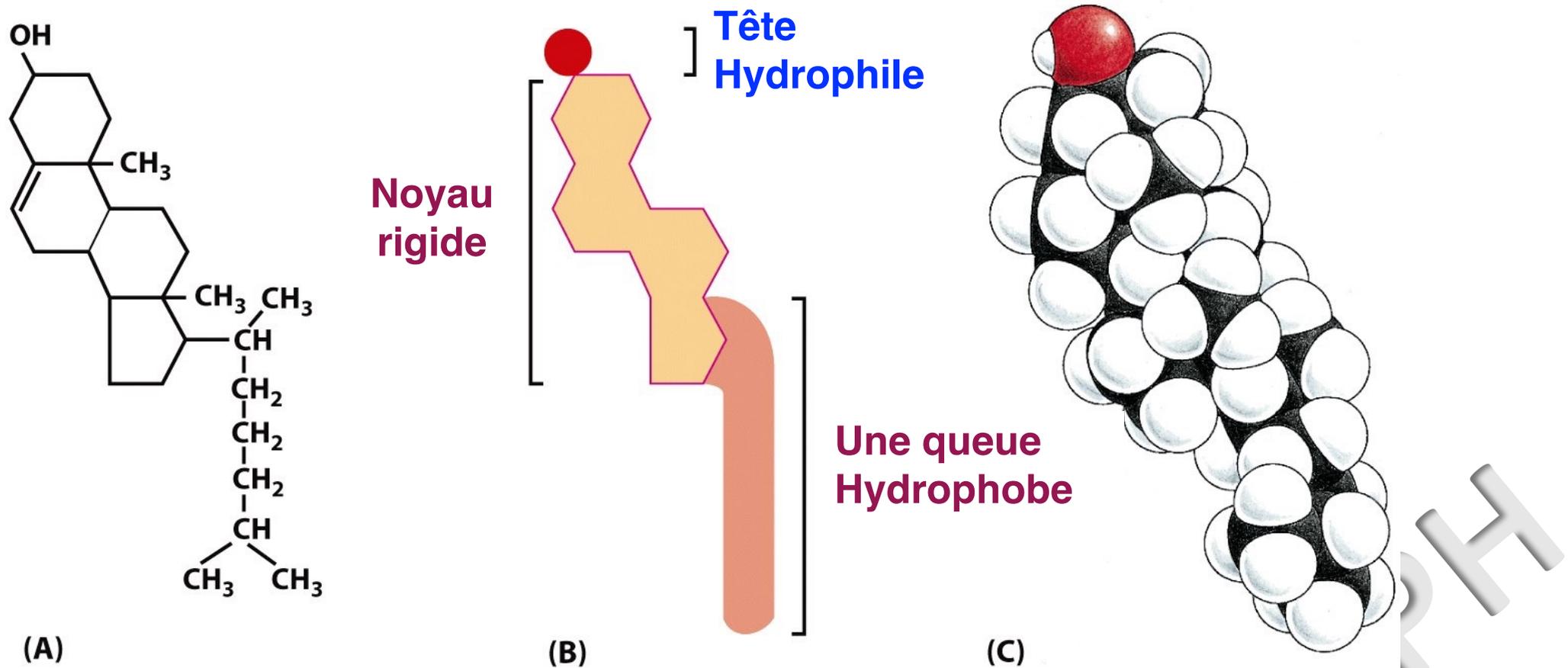
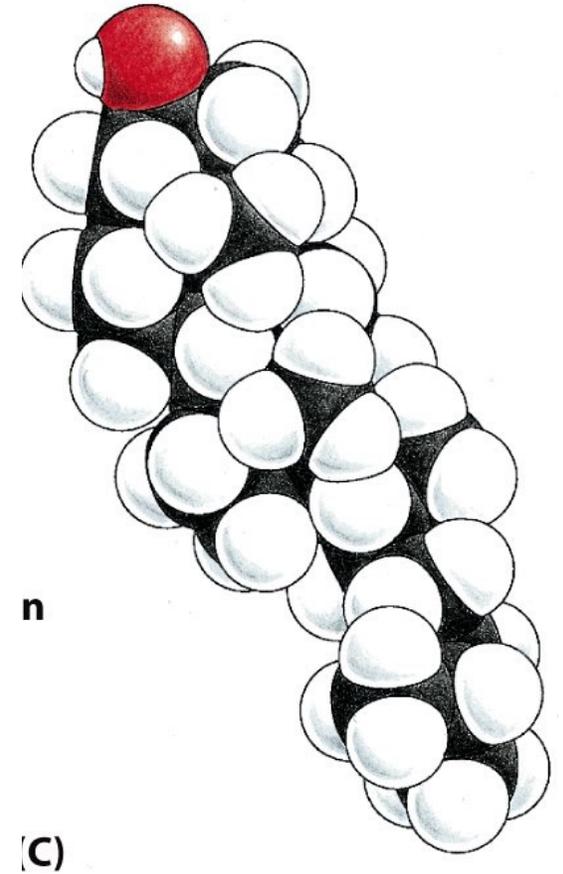


Figure 10-4 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

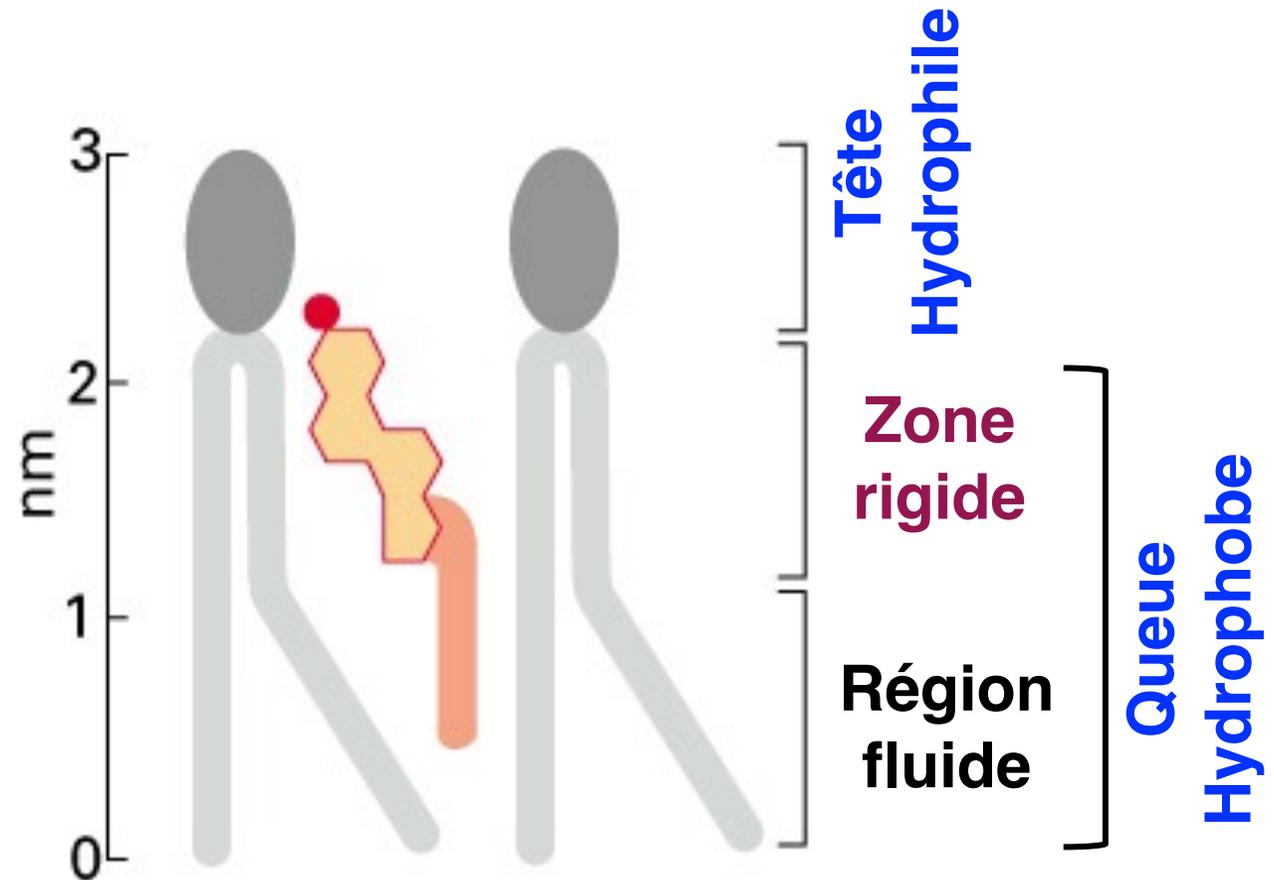
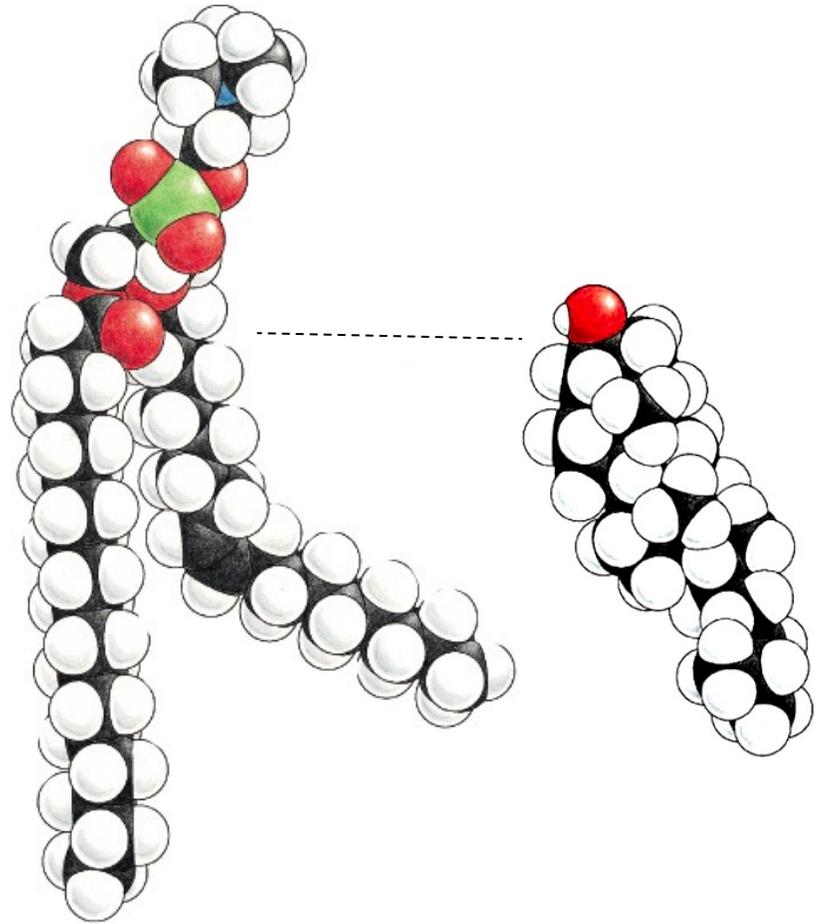
III.1.b. Le cholestérol

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



III.1.b. Le cholestérol



III.1.b. 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)

FAPFH

III.1.c. Les glycolipides

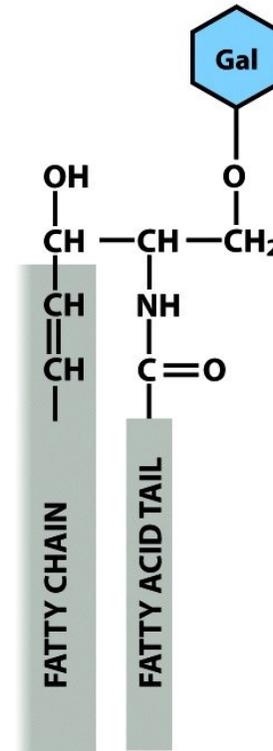
- Un glycolipide est composé d'un ou de plusieurs glucides liés de manière covalente au groupement hydroxyle d'un lipide.
- **Les glycolipides sont** essentiellement présents au niveau de la couche externe de la membrane plasmique (face extracellulaire)

FAPFH

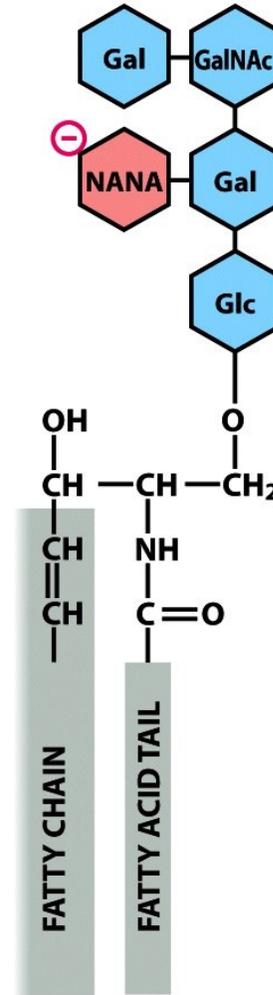
III.1.c. Les glycolipides

Exemple de glycolipides:

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



(A) galactocerebroside



(B) G_{M1} ganglioside



III.1.c. Les glycolipides

Les glycolipides sont impliqués dans:

- les interactions cellule-cellule,
- les réactions immunitaires (ex: Antigènes)
- jouent aussi le rôle de récepteurs membranaires
- Très abondant dans les cellules nerveuses

FAPFH

III.2.

LES PROTEINES MEMBRANAIRES

FAPFH

III.2 Les protéines membranaires

- Les protéines assurent une grande partie du **rôle de membrane plasmique.**
- Les protéines permettent la **spécialisation de la cellule**
- Leur diversité entraîne une diversité des fonctions membranaires

FAPFH

III.2. Les protéines membranaires

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

- Les protéines transmembranaires
- Les protéines ancrées aux lipides ou à ancrage lipidique
- Les protéines périphériques

FAPFH

III.2.1. 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 α)
- Elles sont aussi appelées **protéines intrinsèques**
- Ce type de protéine peut traverser la membrane une fois (**biotopique**) ou plusieurs fois (**polytopique**).

FAPFH

III.2.1. Les protéines transmembranaires

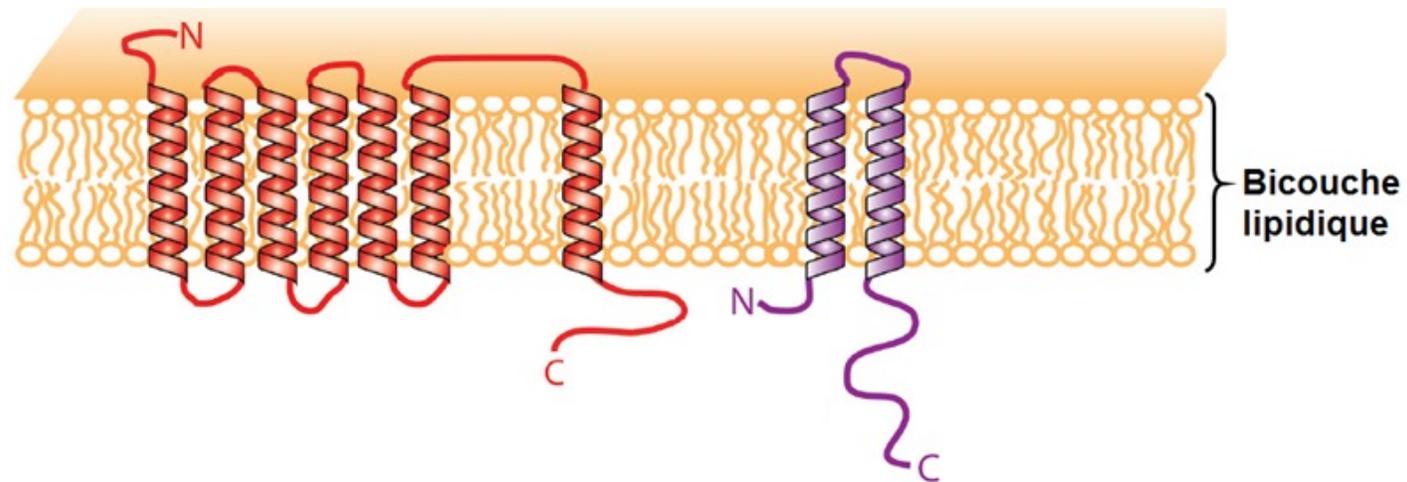
Les protéines transmembranaires se caractérisent par leurs **propriétés amphiphiles**:

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

FAPFH

III.2.1. 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**)

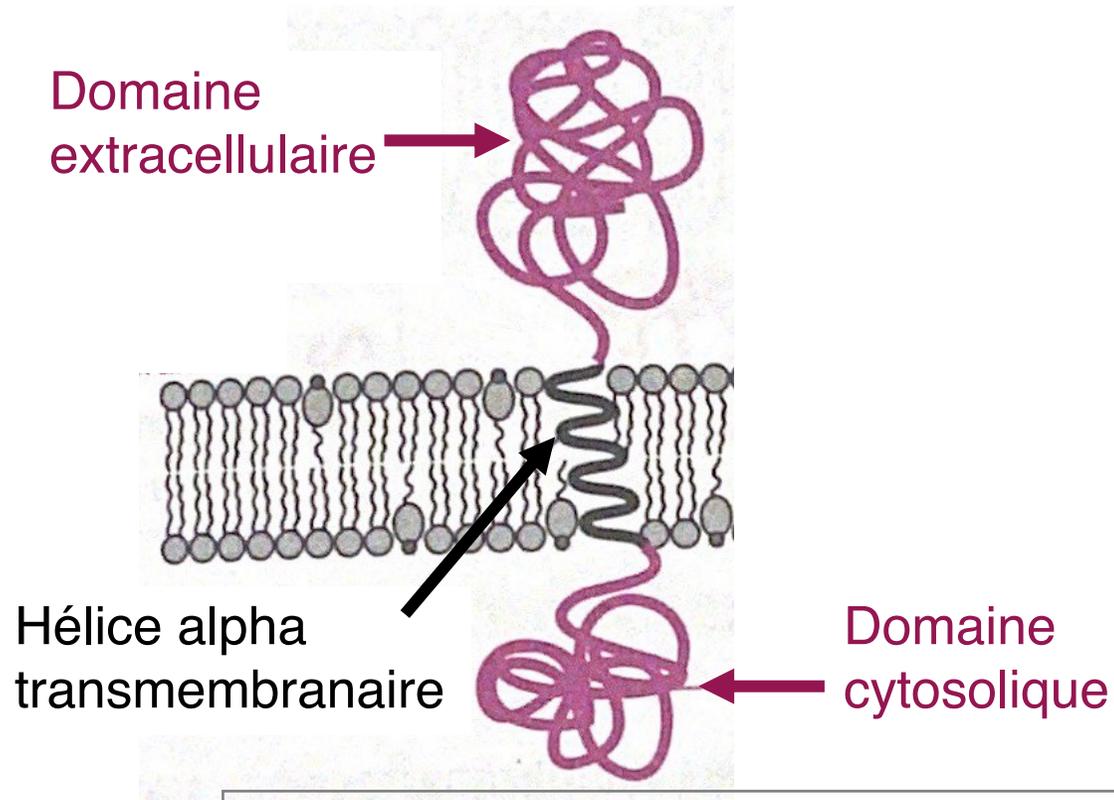


WAPPH

III.2.1. Les protéines transmembranaires

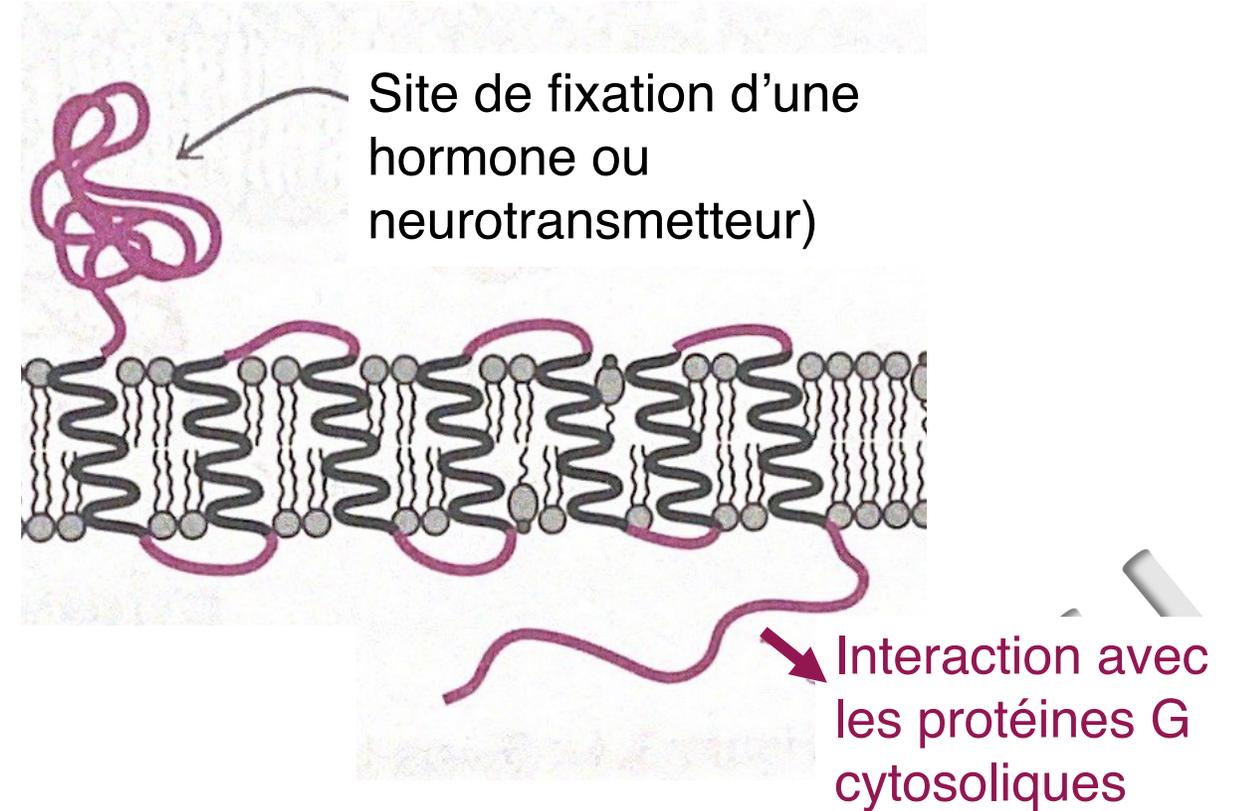
Glycophorine

(membrane plasmique des hématies)



Récepteur à 7 traversées membranaire

(récepteur couplé aux protéines G)



 Acides aminés hydrophobes membranaires

 Acides aminés hydrophiles extramembranaires

III.2.2 Les protéines ancrées aux lipides

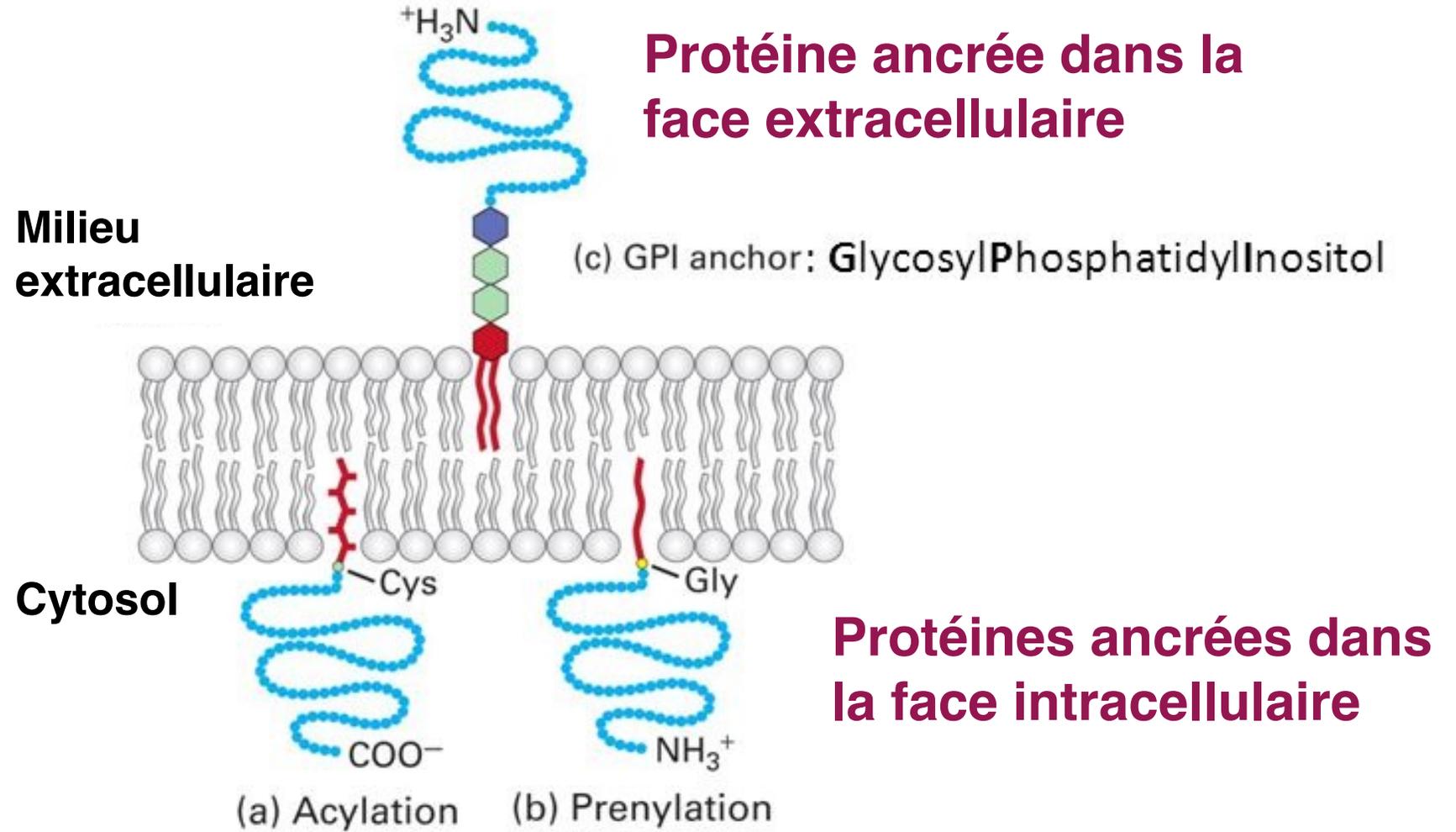
Ce sont des protéines qui sont liées à la membrane par l'intermédiaire d'un lipide via des liaisons covalentes:

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

FAPFH

III.2.2. Les protéines ancrées aux lipides

Les protéines ancrées ont une distribution de part et d'autre de la membrane



Protéine ancrée dans la face extracellulaire

(c) GPI anchor: **GlycosylPhosphatidylinositol**

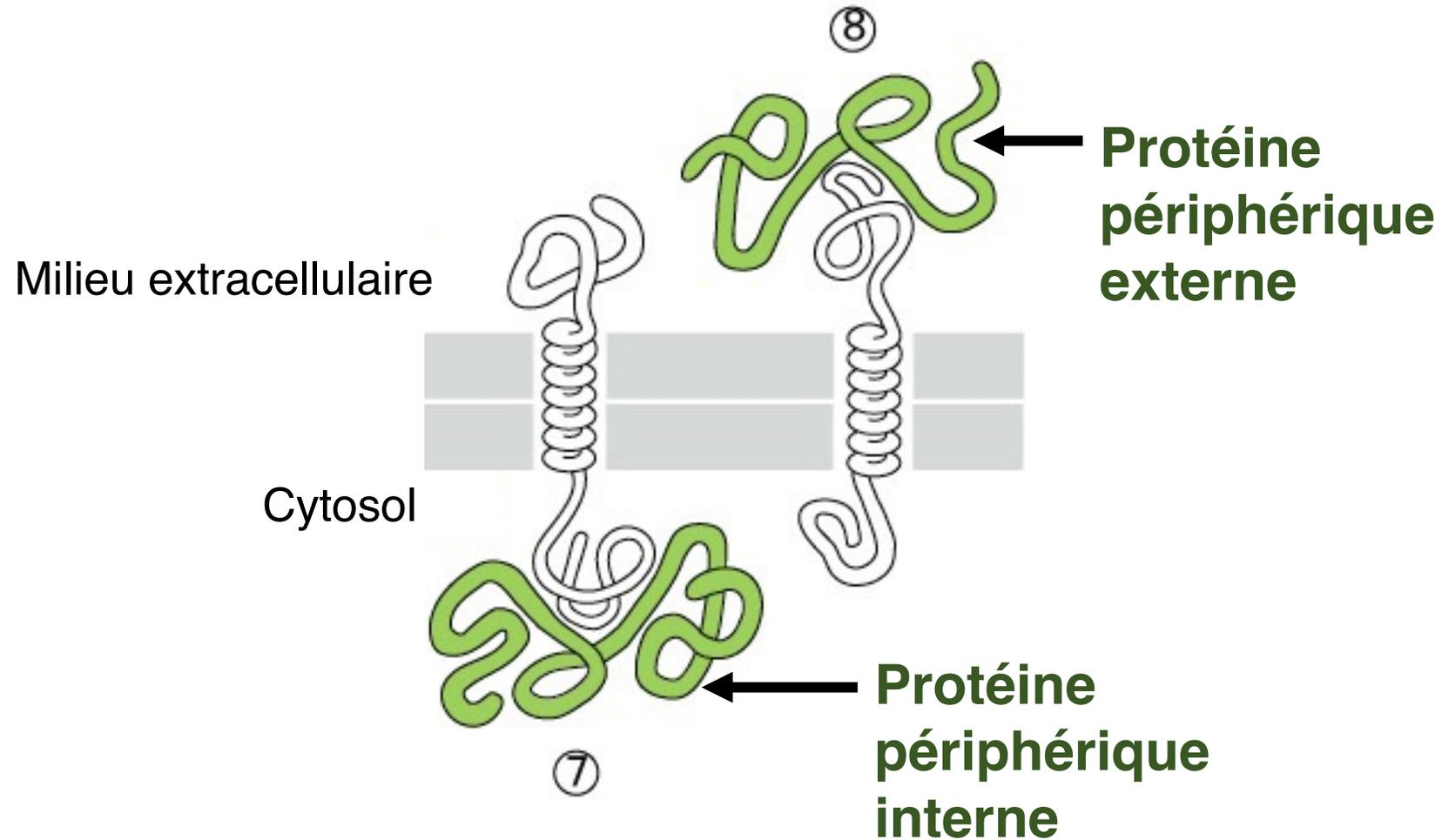
Protéines ancrées dans la face intracellulaire

III.2.3. Les protéines périphériques

- Les protéines périphériques 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
- Elles peuvent être liées au feuillet externe ou au feuillet interne

FAPTH

III.2.3 Les protéines périphériques



. Quelques fonctions des protéines membranaires

Les protéines membranaires interviennent dans:

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

FAAPH

III.3

LE GLYCOCALYX

FAPFH

III.3. Glycocalyx: définition

Le **glycocalyx**, signifie littéralement "enveloppe de sucre »

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

FAPFH

III.3. Glycocalyx: fonction

Le **glycocalyx** permet une protection de la membrane plasmique

- Hydratation de la face externe de la membrane plasmique (caractère hydrophile des oses
- confère une charge négative à la membrane plasmique (acide sialique)

FAPFH

IV. SYNTHESE DES COMPOSANTES DE LA MEMBRANE

FAPFH

IV. 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 synthétisées dans le Réticulum Endoplasmique granuleux (REG)

FAPPH

IV. 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 un acide gras essentiel des huiles végétales)
- Les cellules animales ne sont pas capables de synthétiser 9 des 20 acides aminés.
- Ces éléments doivent être apportés par l'alimentation

FAPFH

Autres membranes

- 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

	Membrane plasmique	Membrane des organites
Lipide	40%	30 %
Protéine	52%	70 %
Glucide	8%	-

V.

PROPRIÉTÉS DES MEMBRANES

FAPFH

V. 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**

FAPFH

V.1. La perméabilité sélective

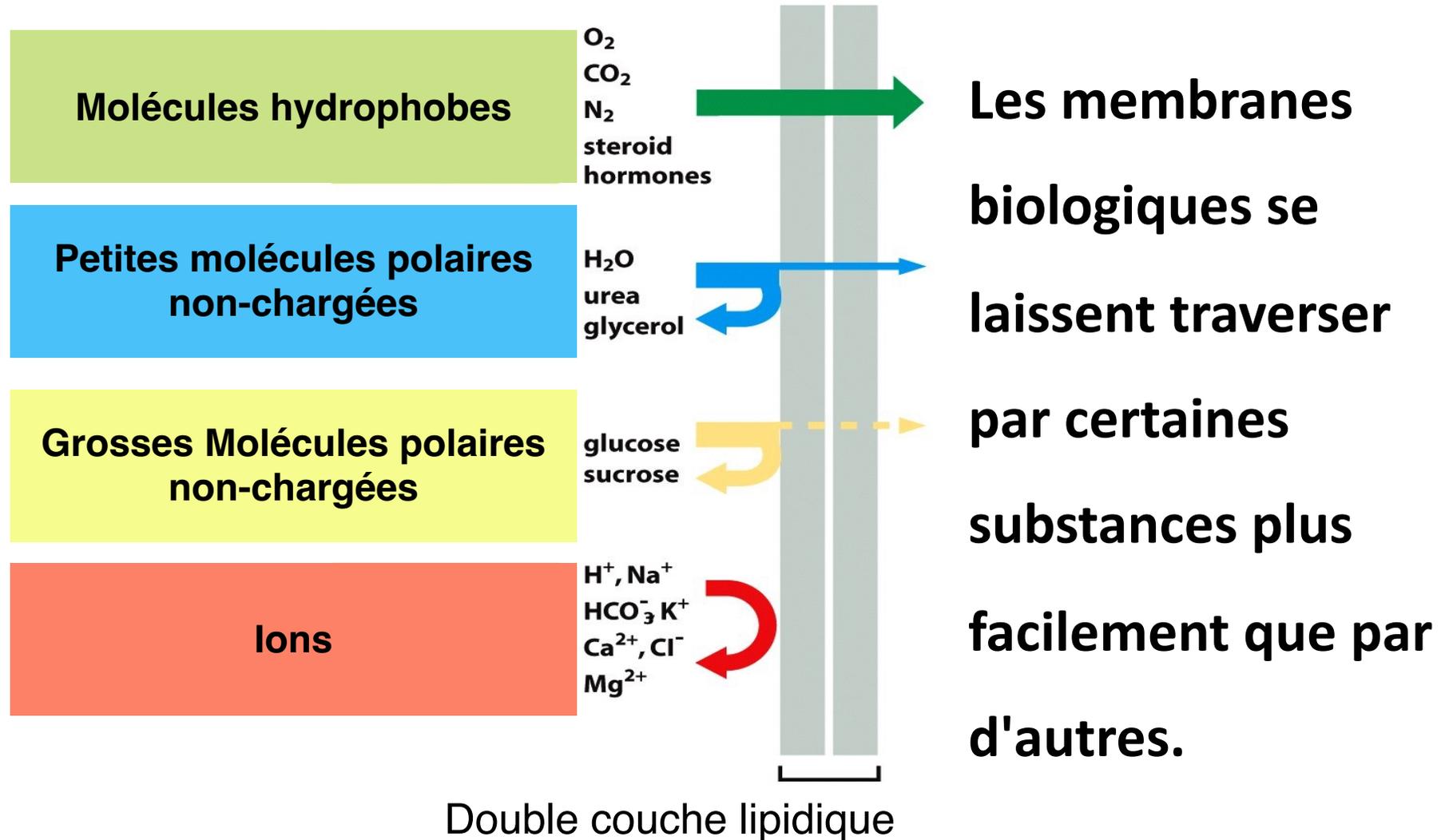


Figure 11-1 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)



V.1. La perméabilité sélective

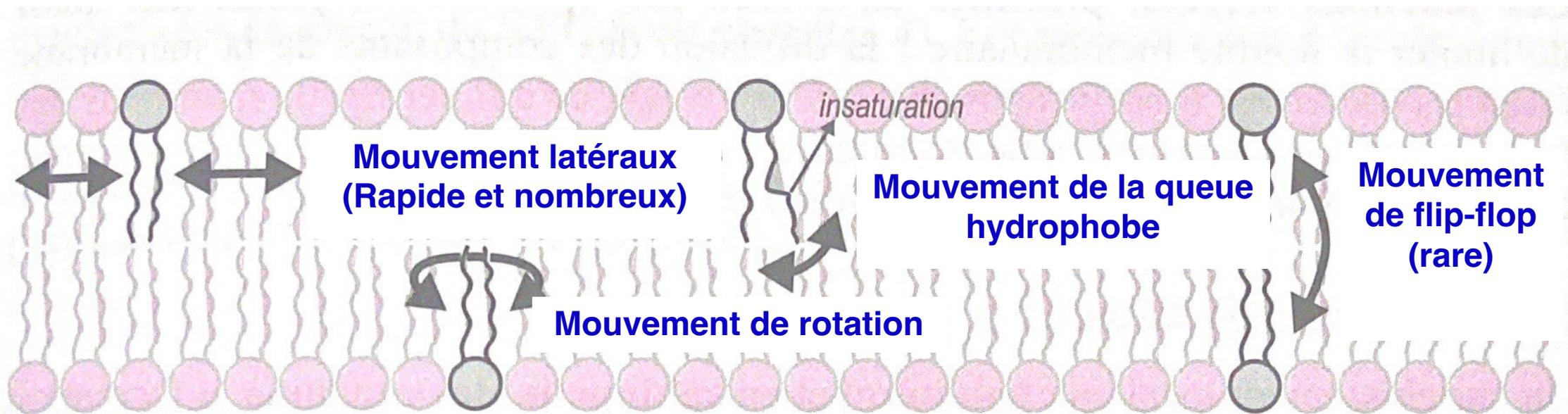
Molécules	Perméabilité
Gaz et molécules hydrophobe (benzène, O ₂ , CO ₂ , NO, ..)	Elevée
Petites molécules polaires non chargées (H ₂ O, urée, éthanol, glycérol..)	Moyenne
Grosses molécules polaires non chargées (glucose, saccharose...)	Très faible
Molécules polaires chargées (Acides aminés, ATP...)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

V.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

FAPFH

V.2. La fluidité membranaire



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

FA

V.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

FAPFH

V.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

FAPFH

V.3. La distribution asymétrique des constituants de la membrane

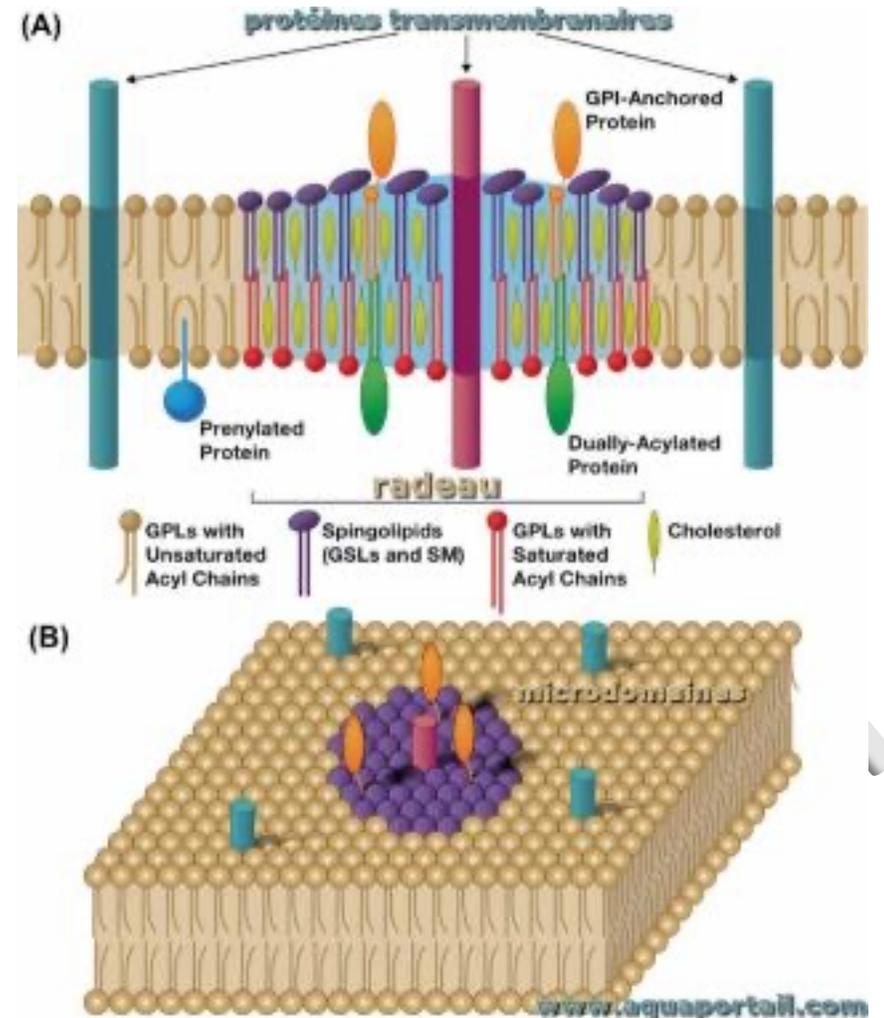
Certains composants de la membrane ne sont pas répartis uniformément entre les deux feuillets, on parle de distribution asymétrique:

- Les phospholipides ne sont pas uniformément répartis entre les deux feuillets
- Les glycolipides et les glycoprotéines sont exclusivement présent sur le feuillet externe
- Les protéines ancrées GPI disposées des deux côtés de la bicouche lipidique.

V.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



Résumé

FAPH

Résumé

- La membrane plasmique est une enveloppe qui sépare le contenu de la cellule de son environnement direct.
- La membrane plasmique est constituée de phospholipides, cholestérol, glycolipides, protéines membranaires et glycoprotéines
- Les composantes de la membrane plasmiques selon leur nature ont une distribution spécifique sur les feuilletts de la double couche lipidiques

FAPF

Résumé

- 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 composantes de la membrane plasmique sont synthétisées au niveau du REL et du REG dans le cytoplasme.

FAPH

RÉFÉRENCES

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

FAPH