

CAHIER PASS

Biologiecellulaire

Les membranes cellulaires – Cours n°1
et 2

Table des matières

I.	LES MEMBRANES CELLULAIRES	3
A.	Fonctions membranaires	3
B.	Composition biochimique des membranes cellulaires	4
1.	Modèle d'étude de la membrane cytoplasmique	4
2.	Exemples de composition membranaire :	5
II.	LES LIPIDES MEMBRANAIRES	5
A.	Les phospholipides	5
1.	Structure générale d'un phospholipide	5
2.	Deux types de phospholipides	6
a.	Glycérophospholipides	6
b.	Les sphingolipides	8
c.	Le cholestérol	8
d.	Les glycolipides	9
B.	Organisation des lipides membranaires	10
1.	Expériences sur les phospholipides	11
2.	Modèle des liposomes = bicouche lipidique artificielle	12
3.	Asymétrie membranaire des lipides membranaires	12
4.	Dynamique des phospholipides dans les membranes	14
5.	Fluidité des membranes	15
6.	Domaines radeaux lipidiques (Lipids Rafts)	16
C.	Synthèse des phospholipides membranaires	18
1.	Synthèse et transport des phospholipides	18
2.	Cas des glycolipides	18
III.	LES PROTÉINES	19

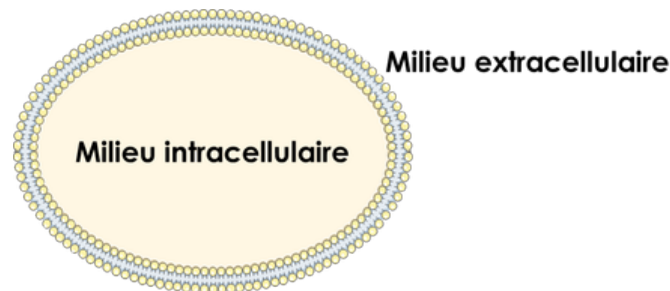
I. LES MEMBRANES CELLULAIRES

A. Fonctions membranaires

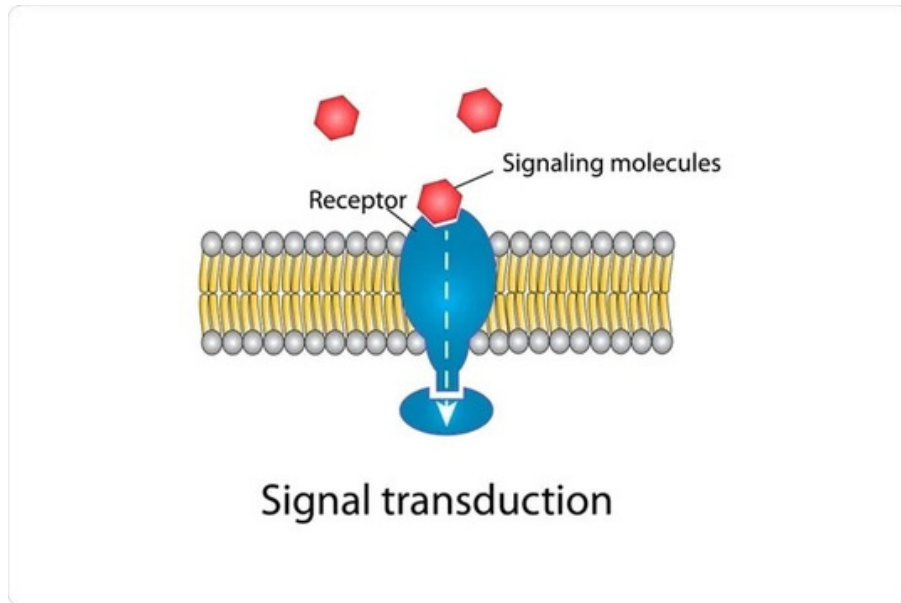
On va retrouver un certain nombre de structures délimitées par une membrane (ou double membrane) : le noyau, la mitochondrie, l'appareil de Golgi, le RE, les lysosomes, les endosomes etc...

Fonctions de la membrane plasmique :

- ❖ Cette membrane sert de **limite géographique** (spatiale), par *exemple* dans le cas de la membrane plasmique pour différencier le milieu intra du milieu extra cellulaire **(qui ont une composition différente)**



- ❖ Mais elle va jouer aussi un **rôle fonctionnel** comme l'enveloppe nucléaire où l'on retrouve la **réplication de l'ADN ainsi que la transcription**, contrairement à la traduction qui se fait dans le cytoplasme
- ❖ Elle sert de barrière qui va **empêcher les échanges de molécules d'eau trop important** entre les différents milieux, en possédant des transporteurs spécifiques. On parle de **barrière perméable**, ou il y aura une **répartition des ions** qui sera **différente** de part et d'autre de la membrane. Dans le milieu extra cellulaire, on trouvera une **concentration des ions Na⁺ plus importante que celle des ions K⁺**. Ça sera l'inverse dans le cytoplasme. Cette différence sera permise grâce à des transporteurs (protéines de type canal ou transporteurs actifs et la structure lipidique de la membrane). **L'entrée d'un glucose se fait grâce à une protéine car il est trop volumineux.**
- ❖ On retrouve des **activités biochimiques** à travers ces membranes qui, grâce à la **présence de récepteurs** membranaires va **entraîner la transduction du signal** pour créer un signal intracellulaire (grâce à la fixation de ligands)



❖ Il y a une possibilité **d'interactions cellule-cellule** ou entre une **cellule avec la MEC** (matrice extra cellulaire)

Les membranes internes :

❖ Pour les membranes mitochondriales, c'est le **siège de la production d'énergie** car on va retrouver la synthèse d'ATP au niveau de cette membrane

❖ Elles sont uniques sauf chez le noyau et la mitochondrie

❖ Elles ont une composition différente de la membrane plasmique et entourent les organites.

Donc les membranes ont un **rôle essentiel dans la cellule !!!**

B. Composition biochimique des membranes cellulaires

Les membranes sont composées principalement de **lipides** et de **protéines** et présence de sucres (glucides) en faible quantité.

Les **sucres sont toujours associés** soit :

À un **lipide** : on parle de **glycolipide**

À une **protéine** : on parle de **glycoprotéine**

Les lipides et les protéines seront retrouvés en tant que tel

1. Modèle d'étude de la membrane cytoplasmique

La membrane cytoplasmique des **hématies** (globules rouges ou érythrocytes).

Pourquoi le choix de ce modèle d'étude :

- GR sont **nombreux** dans l'organisme ;
- **Facilement accessibles** par prélèvement sanguin ;
- **Peu ou pas d'organites**, ne possèdent que des membranes cytoplasmiques, on parle de cellules « fantômes » : **absence de noyau et de mitochondrie**

2. Exemples de composition membranaire :

La composition **varie selon le type cellulaire** et selon le type de membranes (cytoplasmiques ou internes)

Globule rouge	50% protéines 42% lipides (retenir moins de 50%) 8% glucides (glycoprotéines + glycolipides)
Gaine de myéline (Membrane cytoplasmique des cellules nerveuses)	Forte proportion de lipides (80%) • Permet la propagation du PA (potentiel d'action)
Membrane mitochondriale interne	Forte proportion de protéines (80%) Ce sont les protéines de la chaîne respiratoire
Membranes interne (organites)	Pas de glucides !!!

II. LES LIPIDES MEMBRANAIRES

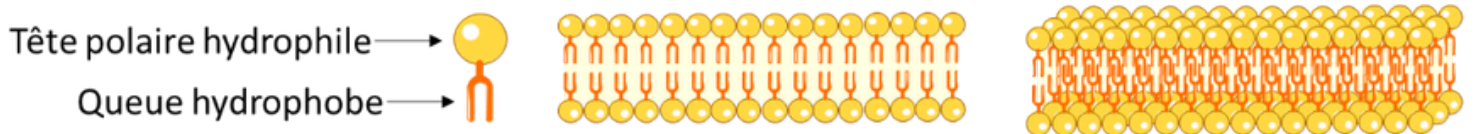
Trois types de lipides :

- Les **phospholipides** (55% des lipides membranaires du GB)
- Le **cholestérol**
- Les **glycolipides**

A. Les phospholipides

1. Structure générale d'un phospholipide

Phospholipides sont les **lipides membranaires les plus abondants** au sein des membranes cytoplasmiques



Phospholipides sont constitués de 2 parties :

- Tête polaire hydrophile
- Queue apolaire hydrophobe



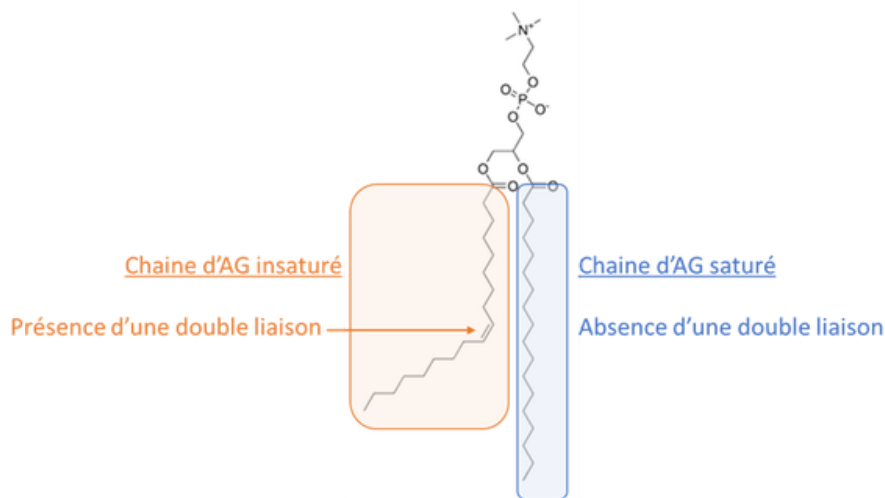
Molécule dite **amphiphile** ou **amphipathique** car molécule **polaire ET apolaire**

Polaire : possède des charges électriques
Apolaire : absence de charges électriques

Hydrophile : possède une forte affinité pour les molécules d'eau

Hydrophobe : aucune affinité pour les molécules d'eau

Tête polaire hydrophile	Zone apolaire hydrophobe
- Contenant des charges électriques créant une forte affinité pour les molécules d'eau - Cette tête polaire est orientée soit vers le milieu extracellulaire, soit vers le milieu intracellulaire (cytosol)	- Constituée de 2 chaînes d'acides gras (AG) - o AG : chaînes hydrocarbonées (contenant des carbones et des hydrogènes) - o Chaîne contenant entre 14 et 24 carbones - o Apolaire !!! - <u>Deux types de chaînes d'AG :</u> - o Chaîne saturée : rectiligne, sans double liaison - o Chaîne insaturée : présence d'une double liaison (configuration cis) formant une courbure ▪ Action sur la fluidité des membranes

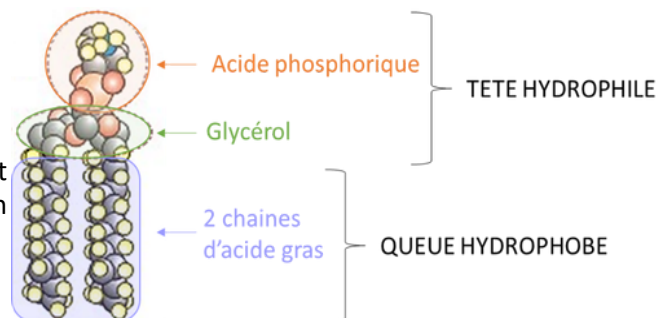


2. Deux types de phospholipides

a. Glycérophospholipides

Queue **hydrophobe** est composé de **deux chaînes d'AG**

Tête hydrophile contient un **glycérol** sur lequel est greffé un **acide phosphorique** (ou phosphate) et un **alcool**



ACIDE PHOSPHATIDIQUE = 2 AG + glycérol + acide phosphorique (phosphate)

GLYCEROPHOSPHOLIPIDE = ACIDE PHOSPHATIDIQUE + ALCOOL

4 types d'alcool peuvent se fixer sur l'acide phosphatidique donc **4 glycérophospholipides différents existent** :

Nature de l'alcool fixé	Nom du glycérophospholipide
Éthanolamine	Phosphatidyl éthanolamine
Sérine	Phosphatidyl sérine
Choline	Phosphatidyl choline
Inositol	Phosphatidyl inositol (rare)

NB: Le phosphatidylinositol est important, il intervient dans la **transduction du signal** et il est souvent glycosylé pour former le **GPI (glycosylphosphatidylinositol)**.

Le GPI aura un rôle dans l'**ancrage des protéines à la membrane**

Glycosylation : ajout d'un glucide via une liaison covalente

À pH physiologique (entre pH 7,2 et 7,4), ces **4 glycérophospholipides sont ionisés**, c'est-à-dire qu'ils présentent des charges électriques provenant :

- Soit de l'**acide phosphatidique** apportant une **charge négative**
- Soit de l'alcool et dans ce cas la **charge varie en fonction de l'alcool** (Cf. tableau ci-dessous)

	Charge acide phosphatidique	Charge alcool considéré	Charge globale
Phosphatidyl <u>choline</u>	Charge -	Charge + (azote)	Neutre
Phosphatidyl <u>éthanolamine</u>		Charge +	Neutre
Phosphatidyl <u>inositol</u>		Absente	Négative
Phosphatidyl <u>sérine</u>		Charge + (amine) Charge - (COO-)	Négative

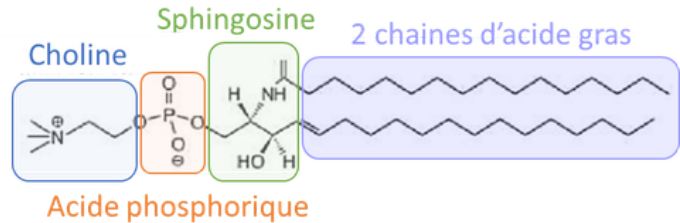
b. Les sphingolipides

Ils sont moins abondants que les glycérophospholipides

La molécule la plus fréquente des sphingolipides est la **sphingomyéline**

Celle-ci est composée :

- Une **tête hydrophile** :
 - o **Phosphate** associé à un alcool qui est la **choline (charge +)**
 - o **Absence de glycérol**
 - o Remplacé par un **amino-alcool** : la **sphingosine**
- **Queue hydrophobe** : 2 chaînes d'AG



Elle est **neutre** électriquement (charge négative du phosphate contrebalancée par la charge positive de la choline)



Proportion des phospholipides dans la membrane plasmique du globule rouge :

Phosphatidyléthanolamine = Sphingomyéline > Phosphatidylcholine > Phosphatidylsérine

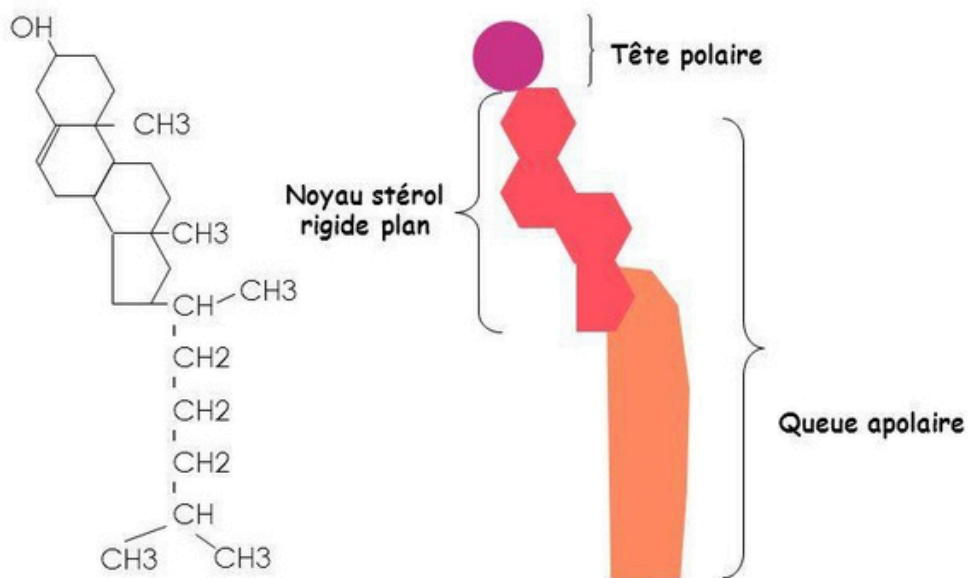
c. Le cholestérol

Molécule **essentiellement hydrophobe ++**, mais **amphiphile** grâce à la fonction -OH

Il n'est JAMAIS retrouvé chez les procaryotes.

Ils'agit d'une **molécule amphiphile** :

- La **partie polaire** est représentée par un -OH
- La **partie apolaire** : une **chaîne hydrocarbonée** et au-dessus **4 cycles** composants le **noyau stéroïde**
 - o Structure très **rigide**, réduit la fluidité des membranes

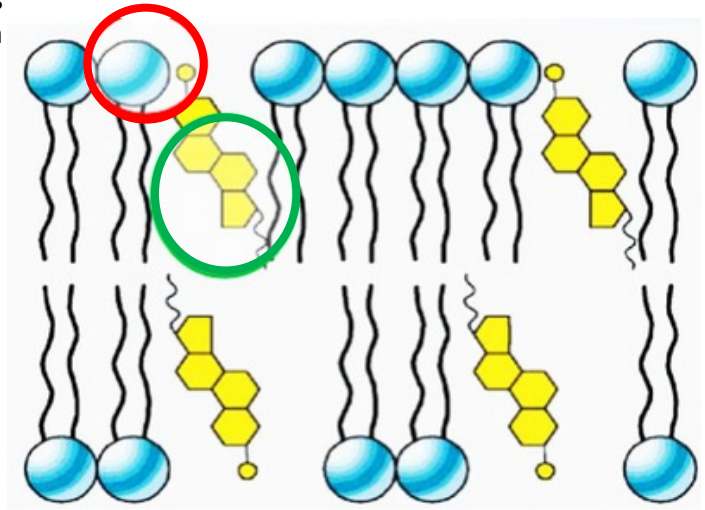


Le **cholestérol** s'insère dans les membranes entre les **phospholipides (PL)**, de manière hiérarchisée, grâce à sa tête-OH hydrophile :



- La **tête polaire** se trouve au niveau de la **tête hydrophile des phospholipides**
- Les **parties hydrophobes** se retrouvent de l'autre côté.

Le cholestérol a la capacité de s'insérer au niveau des membranes avec les régions hydrophiles. Il participe à la constitution des rafts (radeaux) lipidiques.



Il représente **jusqu'à 25%** de la **membrane des globules rouges**, mais est **très peu retrouvé** au niveau des **membranes internes**, et **non retrouvé** au niveau de la **membrane interne mitochondriale**.

Jamais de membranes composées uniquement de cholestérol

d. Les glycolipides

Surtout retrouvés en grande quantité dans les **cellules du système nerveux** (aussi au niveau des cellules intestinales).

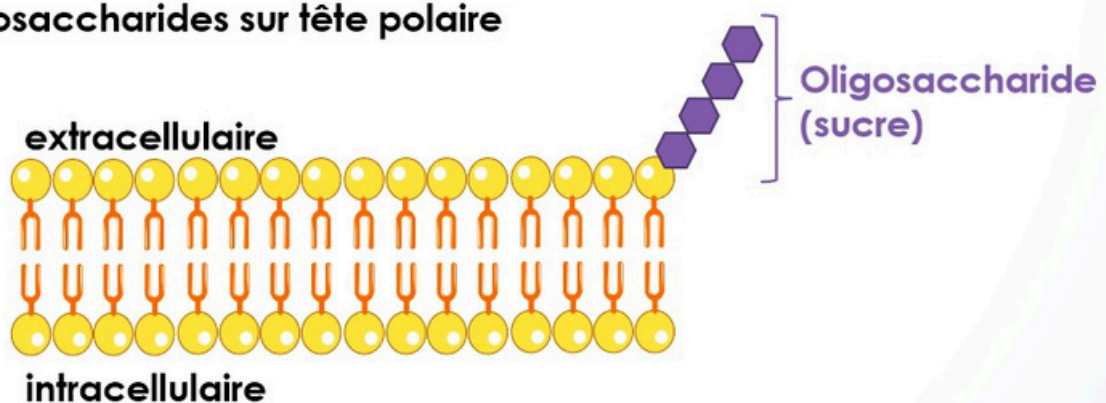
Ils vont également être impliqués dans l'**établissement du groupe sanguin**.

Ce sont des phospholipides auxquels se sont ajoutés des **oligosaccharides (sucres)** au niveau de la **tête polaire hydrophile**.

Cette partie sucrée (glucidique) est **toujours** du **côté extracellulaire** (il a annoncé que c'était un qcm facile).



oligosaccharides sur tête polaire



3 types différents de glycolipides :

Glycosylphosphatidylinositol (GPI)	- Capable de lier des protéines extracellulaires via sucres - Ancrage des protéines extracellulaires à la membrane plasmique
Cérébrosides	- Contiennent galactose - Composant important gaine de myéline - Galactocérébroside (interviennent dans les interactions des cellules nerveuses entre-elles)
Gangliosides	- Cellules intestinales (ex : <i>toxine du choléra qui va pouvoir fixer un de ces glycolipides (GM1) qui sera retrouvé à la surface de ces membranes intestinales</i>) - Rôles de récepteurs pour des substances extracellulaires

B. Organisation des lipides membranaires

La membrane plasmique possède une **organisation** sous forme de **bicouche phospholipidique**
Elle possède également une **asymétrie** entre la couche **interne** et la couche **externe**

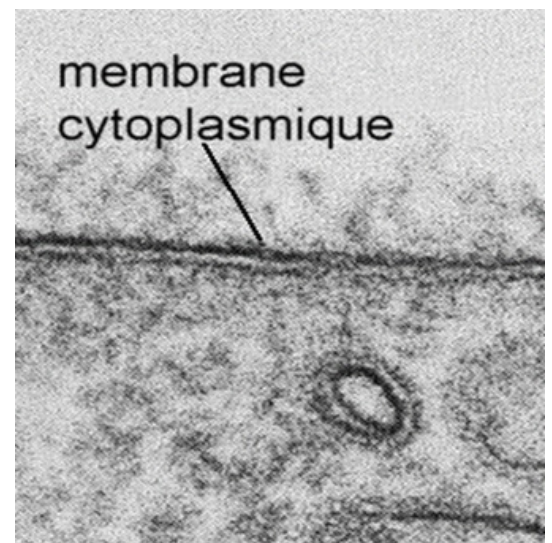
En microscopie électronique, la membrane plasmique a un aspect spécifique :

Composé de **3 feuillets** :

- **2 feuillets sombres** denses aux électrons correspondant aux **têtes hydrophiles** (côté intra- et extra-cellulaire)
- **1 feuillet clair central** correspondant aux **queues hydrophobes**

La membrane plasmique fait **environ 7 nm d'épaisseur**

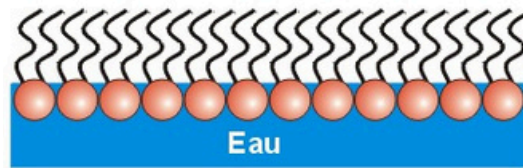
Cet aspect provient d'une **organisation bien particulière des lipides** dans ces membranes



1. Expériences sur les phospholipides

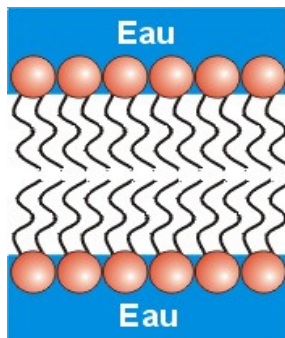
- **Expérience 1 :**

Si on verse les lipides dans l'eau, ils vont former une **monocouche** avec les **têtes hydrophiles en contact avec l'eau**



- **Expérience 2 :**

Si on mélange fortement ces phospholipides avec l'eau, ils vont s'organiser sous forme de **bicouche lipidique dû au caractère amphipathique**



Les **parties hydrophobes interagissent entre elles** par affinité.

Les **têtes hydrophiles** sont au contact de l'eau

On retrouve une zone hydrophobe claire, ainsi qu'une

- **Expérience 3 : Utilisation des hématies**

On calcule la surface de la membrane plasmique d'une ou plusieurs hématies.

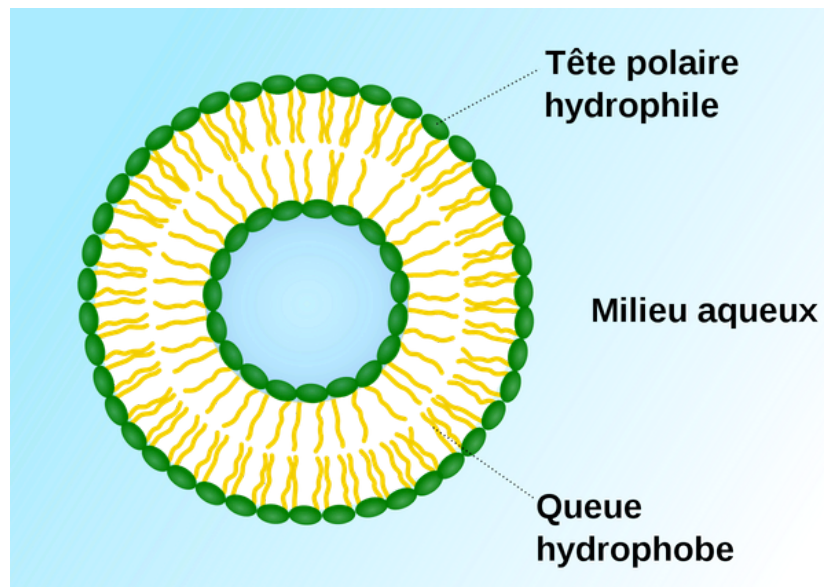
Ensuite, on solubilise les lipides grâce à l'acétone (solvant organique) et on les verse dans un récipient contenant de l'eau. Ils vont s'étaler pour former une monocouche.

Résultat : la couche obtenue mesure deux fois la taille de la membrane plasmique de l'ensemble des GR. On en déduit qu'il y a une organisation en double couche.



2. Modèle des liposomes = bicouche lipidique artificielle

Création de **sphère micrométrique composée d'une bicouche lipidique** se refermant sur elle-même, on les appelle les **liposomes**



Intérêt médical :

Peuvent **transporter des molécules** (médicaments)

Même composition que les membranes cellulaires permettant de **fusionner avec les membranes plasmiques pour déverser son contenu** au niveau des cellules cibles

On parle d'**agent de vectorisation** (ciblage d'une cellule particulière) qui permet de véhiculer des molécules. Transport à différents endroits de ce liposome en fonction de la solubilité de la molécule :

- Au **centre** du liposome, on retrouvera des **molécules hydrophiles**
- Au niveau de la **partie hydrophobe** des phospholipides, on trouvera des **molécules lipophiles**
- À **l'interface**, le liposome pourra **transporter les molécules amphiphiles (une partie hydrophile + une partie hydrophobe)**

Exemple : on utilise des antifongiques en clinique comme **l'amphotéricine B** qui est un ATB **antifongique** indiqué dans le cadre **d'infections**. Il sera utilisé avec des liposomes

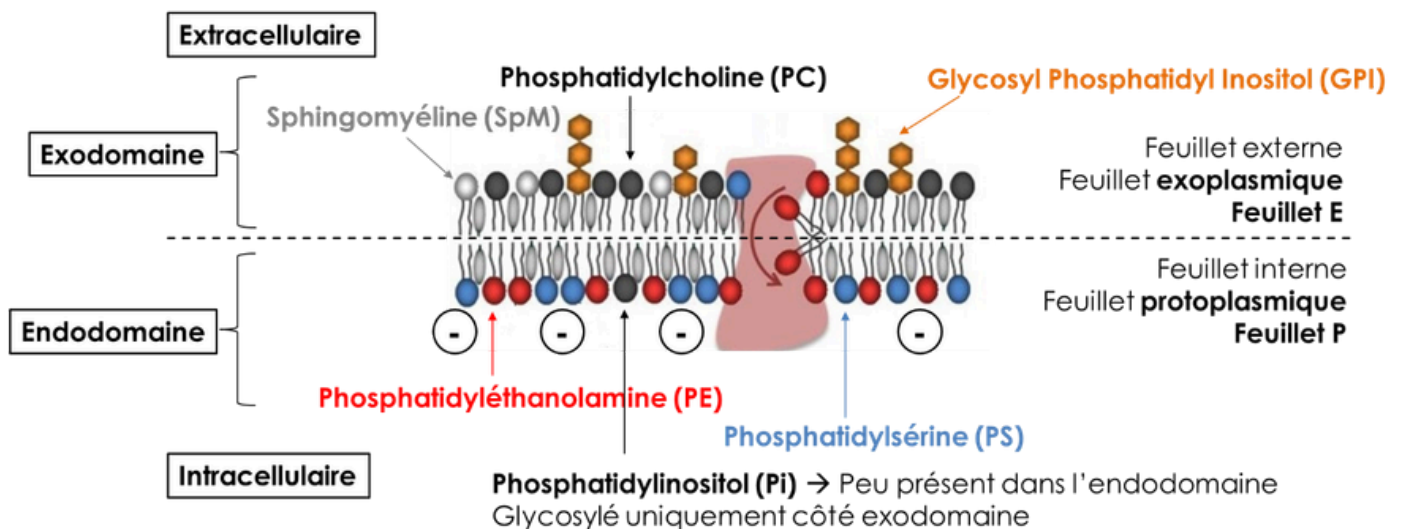
3. Asymétrie membranaire des lipides membranaires



- Présence d'un **feuillet externe** (feuillet **E**, feuillet **exoplasmique**) : les têtes hydrophiles sont au contact des molécules d'eau du **milieu extracellulaire**
- Présence d'un **feuillet interne** (feuillet **P**, feuillet **protoplasmique**) : les têtes hydrophiles sont au contact des molécules d'eau du **cytosol**

Répartition différente des phospholipides au niveau des deux feuillets :

Feuillet externe (Feuillet E)	- Phosphatidylcholine - Sphingomyéline - Motifs sucrés (GPI) - Cholestérol	
Feuillet interne (Feuillet P)	- Phosphatidylsérine (de manière physiologique) - Phosphatidyléthanolamine - Phosphatidylinositol - Cholestérol	Composition entraînant une charge globale plutôt négative sur le feuillet interne dans le but de fixer des protéines



- Rôle important dans la **signalisation cellulaire** :

❖ La **phosphatidylsérine (-)** va attirer le **calcium (+)** qui lui est **lié à une protéine kinase C (PKC)**. Cette **PKC** va se retrouver au niveau du **feuillet interne** des membranes cellulaires, qui va **activer des protéines** permettant la **contraction musculaire** en les **phosphorylant**.

Les protéines kinases phosphorylent +++

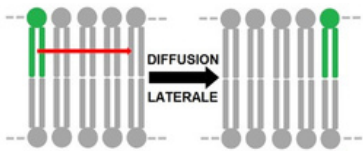
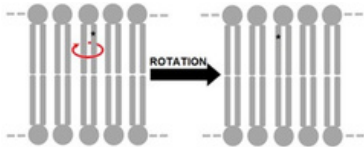
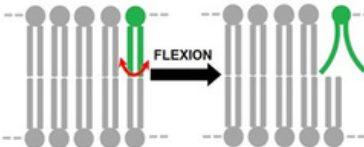
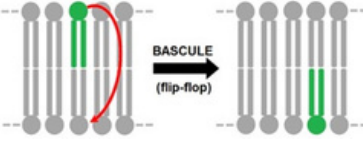
❖ Le **phosphatidylinositol** va recruter des **protéines kinases** également en les **fixant** comme la **PI3K** (**phosphatidyl inositol tri phosphate**) pour jouer un rôle également dans la **signalisation cellulaire**.

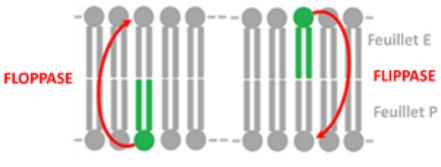
❖ La **phosphatidylsérine** qui est **physiologiquement** sur le **feuillet interne**, peut **basculer** sur le **feuillet externe** dans le cas de **l'apoptose** (translocation des PS).

4. Dynamique des phospholipides dans les membranes

Les lipides dans les membranes sont **continuellement en mouvement** à l'origine de la **fluidité des membranes** et à leurs fonctions.

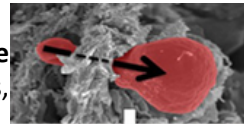
Les différents mouvements sont indispensables au bon fonctionnement de la membrane.

	Caractéristiques	Représentation
Diffusion latérale	Un PL peut se balader au sein du feuillet et dans le plan de ce feuillet. Concerne l'ensemble des lipides (feuillet E et P) Mouvement fréquent et rapide ($1\mu\text{m}/\text{sec}$) Mouvement indépendant dans chaque feuillet <i>Mise en évidence par la technique de FRAP *¹ (explication en page 5)</i>	
Rotation	Mouvement des PL tournant autour d'un axe passant par la tête hydrophile Mouvement indépendant dans chaque feuillet Fréquent et rapide Concerne l'ensemble des PL	
Flexion	Flexion latérale des chaînes AG hydrophobes (saturés ou insaturés) par rapport à la tête hydrophile Mouvement indépendant Fréquent et rapide Concerne l'ensemble des PL	
Diffusion transversale (ou transition Flip-Flop)	Conditionne la répartition asymétrique dans les membranes PL et cholestérol sont capables de traverser la partie hydrophobe et de <u>passer d'un feuillet à l'autre</u> (possible dans les deux sens) Décrit au niveau des membranes cytoplasmiques et du RE Pour le cholestérol : Rapide et fréquente car la tête hydrophile plus fine et enchâssé majoritairement dans la partie hydrophobe Pour les PL : Lent et rare car la tête hydrophile est volumineuse DONC intervention de protéines : - TRANSLOCASES :	

	○ Unidirectionnelles ▪ Flippase (vers l'intérieur): feuillet E vers P (ex : retour des PS côté intracellulaire) ▪ Floppase : feuillet P vers E ○ Spécifiques de chaque PL ○ ATP dépendante (hydrolyse de l'ATP en ADP) - SCRAMBLASES : ○ Non spécifiques ○ Bidirectionnelles ○ Ca²⁺ dépendante	 La Flippase elle flippe donc va vers l'intérieur de la cellule
--	--	---

5. Fluidité des membranes

Les membranes cellulaires sont fluides et ont la **capacité de se déformer** (ex : globules rouges) sans destruction des membranes, ainsi que d'avoir des échanges.



Déformation d'un globule rouge pour passer dans certains capillaires

Facteurs entraînant des modifications de la fluidité des membranes :

Température	37°C : favorise le mouvement moléculaire Plus la température augmente, plus la fluidité des membranes augmente	
	Diminution de la température : Diminution de la dynamique des PL • Aspect plus gélifié des membranes	
Composition en AG	AG insaturé	Courbure de la chaîne AG car présence d'une double liaison Augmentation de la fluidité des membranes
	AG saturé	Chaîne AG rectiligne Diminution de la fluidité (gélification)
	Longueur chaînes d'AG	Chaîne courte = Fluidité Longue chaîne = Diminution de la fluidité (gélification)
Quantité de cholestérol	Faible concentration de cholestérol = fluidité des membranes (car espacement des PL les uns des autres) Forte concentration : Interaction des noyaux stéroïdes du cholestérol entre eux Rigidification de la membrane	

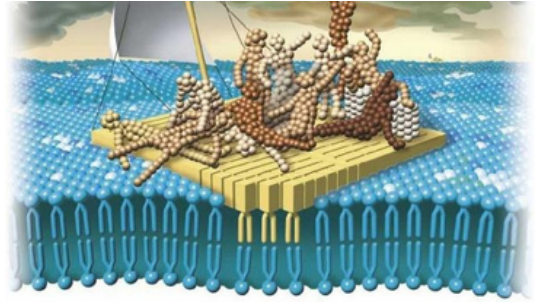
6. Domaines radeaux lipidiques (Lipids Rafts)

Appelés radeaux car ce sont des « structures qui vont flotter dans l'océan des lipides membranaires »

La répartition des lipides dans la membrane n'est pas homogène

Les radeaux lipidiques sont des **structures transitoires qui se forment et se désassemblent (demi-vie courte)**

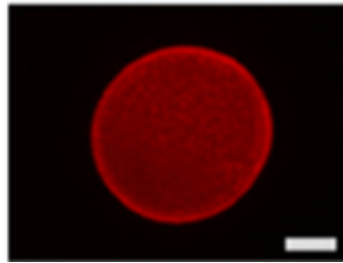
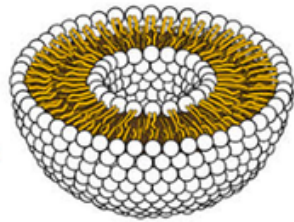
Retrouvées dans **les membranes plasmiques et les membranes internes** (ex : membrane mitochondriale)



Expériences de mise en évidence des domaines « lipids rafts » :

Expérience 1 :

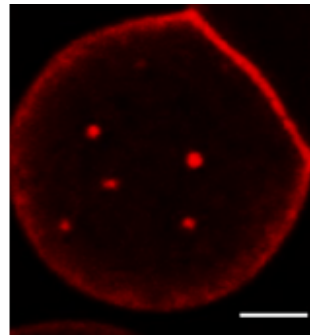
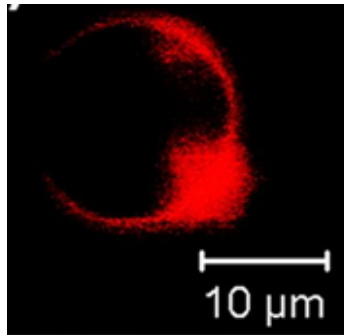
Formation d'un **liposome** composés de phospholipides dont la **sphingomyéline** marquée par un fluorophore. Liposome émet une **fluorescence rouge** observable en MOF



- Répartition homogène des sphingomyélines à la surface du liposome

Expérience 2 :

Même expérience que précédemment mais en **ajoutant du cholestérol**

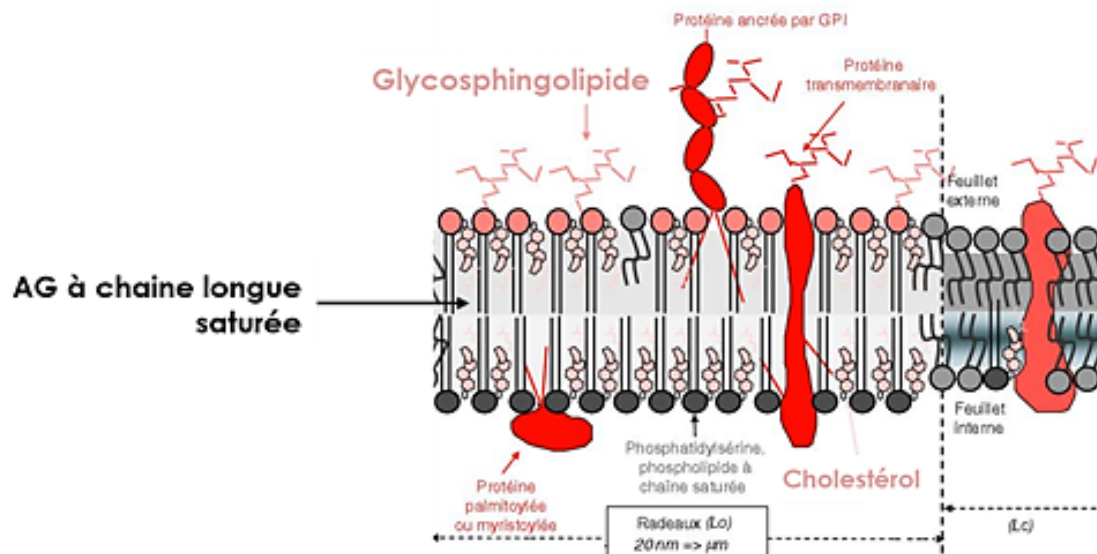


- Répartition hétérogène de la sphingomyéline dans le liposome
- Formation de **radeaux lipidiques composés** de cholestérol et de sphingomyéline

Composition spécifique des radeaux lipidiques :



- Grande quantité de **sphingolipides** (ex : sphingomyélines)
- Beaucoup de **cholestérol**
- Contiennent des phospholipides dont les **AG sont à chaînes longues et saturées** (rectiligne)



Propriétés de ces radeaux lipidiques :

- **Diminution de la fluidité** car **épaississement** de cette zone membranaire
- Structure très **rigide** car cholestérol et chaînes AG longues et saturées,
- **Perte de l'indépendance entre les deux feuillet**s, les deux feuillet forment un **bloc compact**, liés par des **liaisons hydrophobes**

Fonctions :

- Zone « **plateforme** » réunissant **des protéines** fonctionnant entre-elles
- Permettant **l'activation de l'ensemble de ces protéines** souvent impliquées dans le **transport membranaire** ou dans les voies de **signalisation**

Exemple : Au niveau des neurones, on va avoir la libération des neurotransmetteurs au niveau de ces radeaux lipidiques Propagation de l'influx nerveux

Taille de l'ordre de **50 nm** contenant **quelques dizaines de protéines**

C. Synthèse des phospholipides membranaires



1. Synthèse et transport des phospholipides

Synthèse à partir du **feuillet cytoplasmique du RE (feuillet P)**



Selon le type de PL, la mitochondrie peut être impliquée dans cette synthèse en interagissant avec le RE

Certains de ces **PL vont basculer sur l'autre feuillet**, c'est-à-dire le **feuillet luminal (feuillet E, dans la lumière) du RE** à l'aide de translocases :

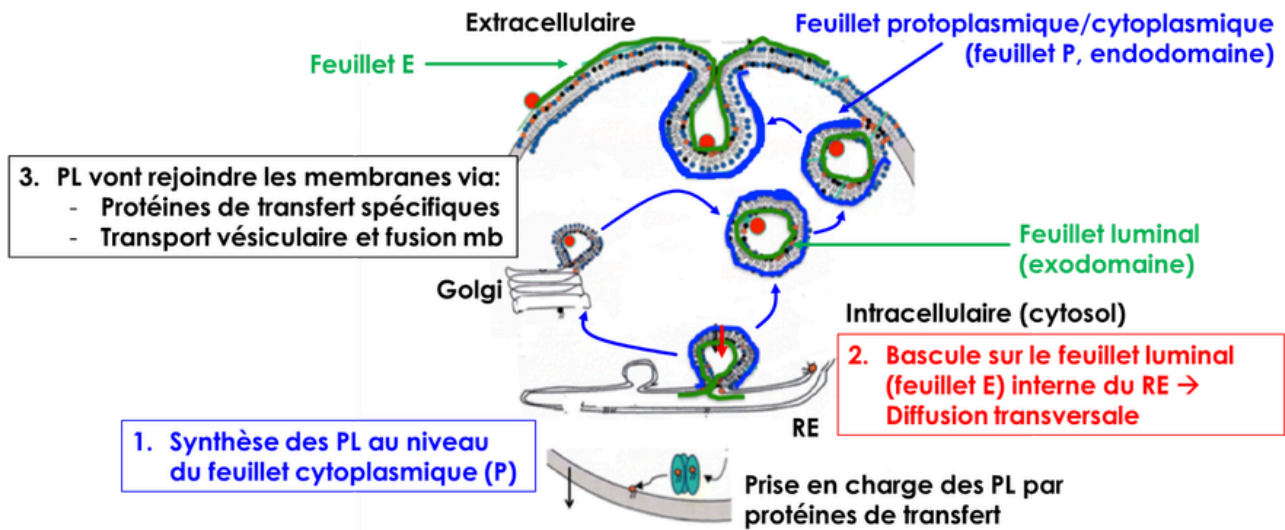
Puis, 2 possibilités :

- 1) PL pris en charge par des **protéines de transfert** vers **feuillet cytoplasmique** des autres membranes (interne ou cytoplasmique) par une **bascule**
- 2) **Bourgeonnement** d'une partie de cette membrane du RE formant une **vésicule** (véhiculées le long du cytosquelette) **et va fusionner avec la membrane cytoplasmique**
Les **PL du feuillet cytoplasmique du RE** (feuillet P, **bleu**) **vont se retrouver au niveau du feuillet cytoplasmique de la membrane plasmique**
Les **PL du feuillet luminal du RE** (feuillet E, **vert**) **vont se retrouver au niveau du feuillet extracellulaire de la membrane plasmique.**

2. Cas des glycolipides

La **glycosylation se fait dans la lumière de l'appareil de Golgi** donc **ne concerne que les PL présents au niveau du feuillet luminal** de l'appareil de Golgi.

- 1) La vésicule partant du RE va aller **vers l'appareil de Golgi** ;
- 2) Dans la lumière de l'appareil de Golgi, il va y avoir **l'addition de sucres uniquement au niveau du feuillet luminal** ;
- 3) Le **PL glycosylé sera transporté vers la membrane cytoplasmique par une vésicule** et on retrouvera ce **PL glycosylé sur le feuillet extracellulaire/externe** de la membrane plasmique.



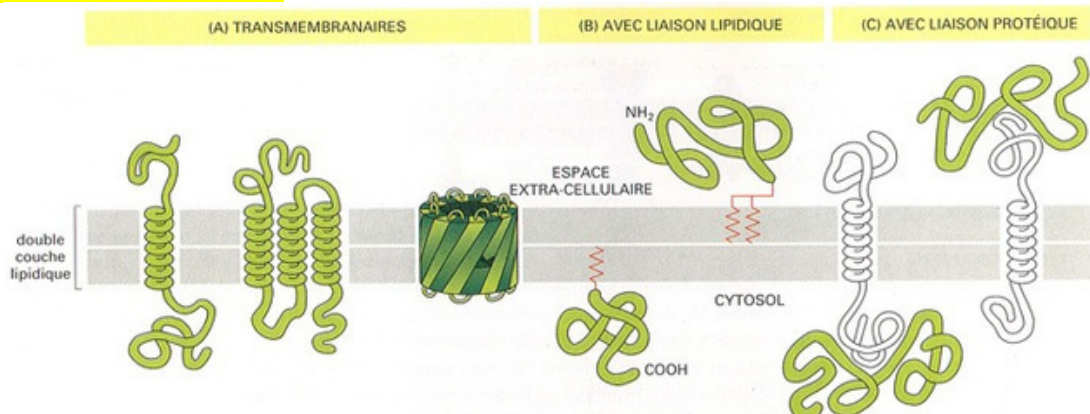
III. LES PROTÉINES

Les protéines vont varier selon le type cellulaire. On n'a pas d'altération de la membrane lipidique par les protéines.

3 types de protéines membranaires (2 grandes catégories):

- **Protéines membranaires intégrales (ou intrinsèques) :**
 - o **Protéines transmembranaires (TM) :**
 - Protéines traversant les membranes (structures en **hélice alpha** enchâssées dans la bicouche lipidique).
 - Ces protéines peuvent posséder **1 ou plusieurs domaines TM**. Et des domaines cytosoliques ou extracellulaires
 - L'interaction des protéines TM avec les PL se fait par des **liaisons non-covalentes**.
 - o **Protéines ancrées** (à l'aide d'un AG ou d'un groupement) soit au niveau du **feuillet interne, ou du feuillet externe** par des **liaisons covalentes**
- **Protéines membranaires périphériques (ou extrinsèques) :** association entre une protéine intégrale transmembranaire et une protéine périphérique par des **liaisons non covalentes** (faibles énergies)

Les protéines flottent dans un océan de lipides par les liaisons non covalentes. On estime qu'il y a 30 000 protéines par mm² de membrane.



Entrainement aux annales

Bien que le professeur ait changé, le cours n'a pas changé. Nous pensons donc que les qcms ne changeront pas non plus

Année 2016 – 2017

1. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'ancrage membranaire des protéines cytoplasmiques nécessite la présence de glycosyl phosphatidyl inositol (ou GPI) membranaire
- B. A pH physiologique, la tête polaire des phosphatidylsérines porte deux charges négatives et une charge positive
- C. Le feuillet externe de la membrane plasmique contient plus de cholestérol que le feuillet interne
- D. Les liposomes sont des bicouches lipidiques artificielles pouvant servir d'agent de vectorisation
- E. La glycosylation des lipides s'effectue dans le feuillet cytoplasmique de l'appareil de Golgi

Année 2017 – 2018

1. Parmi les propositions suivantes relatives à la membrane plasmique, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s)?

- A. Elle est composée uniquement de lipides et de protéines
- B. Chez les eucaryotes, chaque glycérophospholipide de la membrane comporte un acide gras saturé et un acide gras insaturé
- C. Le phosphatidylinositol joue un rôle important dans la transduction des signaux
- D. La monocouche interne de la membrane plasmique est chargée positivement
- E. Les mouvements de diffusion transversale des phospholipides sont indispensables pour la création et le maintien de l'asymétrie des phospholipides membranaires

Année 2018 – 2019

5. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Les sphingomyélines sont des phospholipides neutres électriquement
- B. Les phosphatidyléthanolamines basculent sur le feuillet externe de la membrane plasmique lors de l'apoptose
- C. Les phospholipides du feuillet interne de la membrane plasmique peuvent recruter des protéines impliquées dans la signalisation intracellulaire
- D. Les liposomes sont des bicouches lipidiques artificielles sphériques capables de fusionner avec la membrane plasmique
- E. Les gangliosides sont des glycolipides présents uniquement à la surface des cellules nerveuses

Année 2019 – 2020

6. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'enveloppe nucléaire est composée de deux membranes continues percées par des pores
- B. Le glycosylphosphatidylinositol (GPI) permet l'ancrage de protéines extracellulaires à la membrane plasmique
- C. Le cholestérol est présent en grande quantité dans la membrane des cellules procaryotes
- D. Les phospholipides neutres sont présents uniquement dans le feuillet interne de la membrane plasmique
- E. Les liposomes sont capables de fusionner efficacement avec les membranes plasmiques

Année 2020–2021

6. Parmi les propositions suivantes relatives aux membranes, cellulaires, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le caractère amphipathique des phospholipides est responsable de leur capacité à s'assembler en double couche
- B. Les têtes hydrophiles des phospholipides se regroupent spontanément à l'intérieur de la membrane
- C. La phosphorylation des phosphatidylinositols permet le recrutement de protéines cytoplasmiques à l'origine de la transduction de signaux
- D. Les raideaux lipidiques ou rafts sont des structures immobiles au sein des membranes plasmiques
- E. Les glycolipides permettent l'ancrage de protéines extracellulaires par liaisons covalentes

Année 2021–2022

6. Parmi les propositions suivantes relatives aux membranes cellulaires, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Les globules rouges ou hématies sont caractérisés par la présence en abondance de membranes internes
- B. Les membranes internes sont fortement glycosylées
- C. Le cholestérol est le composant majeur des membranes internes
- D. Les raideaux lipidiques ou rafts constituent des plateformes transitoires d'activation de protéines impliquées dans la signalisation
- E. Plus les phospholipides membranaires contiennent des acides gras saturés, moins la membrane est fluide

Année 2022–2023

5. Parmi les propositions suivantes relatives aux lipides membranaires, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La rotation des phospholipides est un mouvement rare nécessitant du calcium
- B. Les lipides diffusent latéralement dans les membranes
- C. La transition flip-flop est un mouvement fréquent qui consiste, pour un lipide, à passer du feuillet externe de la membrane vers le feuillet interne
- D. Température, composition en acides gras des phospholipides et quantité de cholestérol sont des facteurs influençant la fluidité membranaire
- E. Les lipides du feuillet luminal du réticulum endoplasmique sont retrouvés dans le feuillet exoplasmique de la membrane plasmique

CORRECTION

Année 2016 – 2017

1. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'ancrage membranaire des protéines cytoplasmiques nécessite la présence de glycosyl phosphatidyl inositol (ou GPI) membranaire
- B. A pH physiologique, la tête polaire des phosphatidylsérines porte deux charges négatives et une charge positive
- C. Le feuillet externe de la membrane plasmique contient plus de cholestérol que le feuillet interne
- D. Les liposomes sont des bicouches lipidiques artificielles pouvant servir d'agent de vectorisation
- E. La glycosylation des lipides s'effectue dans le feuillet cytoplasmique de l'appareil de Golgi

Réponses exactes : **BD**

- A. FAUX, L'ancrage membranaire des protéines **en extracellulaire** ou possédant un domaine extracellulaire nécessite la présence de glycosyl phosphatidyl inositol (ou GPI) membranaire
- B. VRAI
- C. FAUX, Le feuillet externe de la membrane plasmique contient ~~plus de~~ autant de cholestérol que le feuillet interne
- D. VRAI
- E. FAUX, La glycosylation des lipides s'effectue dans le feuillet **luminal** de l'appareil de Golgi

Année 2017 – 2018

1. Parmi les propositions suivantes relatives à la membrane plasmique, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Elle est composée uniquement de lipides et de protéines
- B. Chez les eucaryotes, chaque glycérophospholipide de la membrane comporte un acide gras saturé et un acide gras insaturé → **Non abordé dans le cours cette année**
- C. Le phosphatidylinositol joue un rôle important dans la transduction des signaux
- D. La monocouche interne de la membrane plasmique est chargée positivement
- E. Les mouvements de diffusion transversale des phospholipides sont indispensables pour la création et le maintien de l'asymétrie des phospholipides membranaires

Réponses exactes : **BCE**

- A. FAUX, présence de **glucides associés** aux protéines (glycoprotéines) ou aux lipides (glycolipides)
- B. FAUX
- C. VRAI
- D. FAUX, La monocouche interne de la membrane plasmique est chargée **négativement** (recrutement protéines)
- E. VRAI

Année 2018–2019

5. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Les sphingomyélines sont des phospholipides neutres électriquement
- B. Les phosphatidyléthanolamines basculent sur le feuillet externe de la membrane plasmique lors de l'apoptose
- C. Les phospholipides du feuillet interne de la membrane plasmique peuvent recruter des protéines impliquées dans la signalisation intracellulaire
- D. Les liposomes sont des bicouches lipidiques artificielles sphériques capables de fusionner avec la membrane plasmique
- E. Les gangliosides sont des glycolipides présents uniquement à la surface des cellules nerveuses

Réponses exactes : **ACD**

- A. VRAI
- B. FAUX, Les **phosphatidylsérines** basculent sur le feuillet externe de la membrane plasmique lors de l'apoptose
- C. VRAI
- D. VRAI
- E. FAUX, Les gangliosides sont des glycolipides présents uniquement à la surface des cellules **intestinales**

Année 2019 – 2020

6. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'enveloppe nucléaire est composée de deux membranes continues percées par des pores
- B. Le glycosylphosphatidylinositol (GPI) permet l'ancrage de protéines extracellulaires à la membrane plasmique
- C. Le cholestérol est présent en grande quantité dans la membrane des cellules procaryotes
- D. Les phospholipides neutres sont présents uniquement dans le feuillet interne de la membrane plasmique
- E. Les liposomes sont capables de fusionner efficacement avec les membranes plasmiques

Réponses exactes : **ABE**

- A. VRAI
- B. VRAI
- C. FAUX, Le cholestérol est **absent** dans la membrane des cellules procaryotes
- D. FAUX, Les **phosphatidylcholines** sont **présentes dans le feuillet externe** de la membrane plasmique.
- E. VRAI

Année 2020 – 2021

6. Parmi les propositions suivantes relatives aux membranes, cellulaires, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le caractère amphipathique des phospholipides est responsable de leur capacité à s'assembler en double couche
- B. Les têtes hydrophiles des phospholipides se regroupent spontanément à l'intérieur de la membrane
- C. La phosphorylation des phosphatidylinositols permet le recrutement de protéines cytoplasmiques à l'origine de la transduction de signaux
- D. Les radeaux lipidiques ou rafts sont des structures immobiles au sein des membranes plasmiques
- E. Les glycolipides permettent l'ancrage de protéines extracellulaires par liaisons covalentes

Réponses exactes : **AC**

- A. VRAI
- B. FAUX : Les **chaines hydrophobes** des phospholipides se regroupent spontanément à l'intérieur de la membrane
- C. VRAI
- D. FAUX : Les radeaux lipidiques ou rafts sont des structures **mobiles** au sein des membranes plasmiques
- E. FAUX : Les glycolipides permettent l'ancrage de protéines extracellulaires par liaisons **non covalentes (hydrophobes)**

Année 2021 – 2022

6. Parmi les propositions suivantes relatives aux membranes cellulaires, laquelle(lesquelles) est(sont) exacte(s) ?

- A. Les globules rouges ou hématies sont caractérisés par la présence en abondance de membranes internes
- B. Les membranes internes sont fortement glycosylées
- C. Le cholestérol est le composant majeur des membranes internes
- D. Les radeaux lipidiques ou rafts constituent des plateformes transitoires d'activation de protéines impliquées dans la signalisation
- E. Plus les phospholipides membranaires contiennent des acides gras saturés, moins la membrane est fluide

Réponses exactes : **DE**

- A. **FAUX, pas d'organites** dans les hématies
- B. **FAUX**, la glycosylation se fait au **niveau du lumen** (RE et Golgi) donc les membranes internes ne sont pas fortement glycosylées
- C. **FAUX**, le cholestérol est **peu présent** dans les membranes internes
- D. VRAI
- E. VRAI

Année 2022 – 2023

5. Parmi les propositions suivantes relatives aux lipides membranaires, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La rotation des phospholipides est un mouvement rare nécessitant du calcium
- B. Les lipides diffusent latéralement dans les membranes
- C. La transition flip-flop est un mouvement fréquent qui consiste, pour un lipide, à passer du feuillet externe de la membrane vers le feuillet interne
- D. Température, composition en acides gras des phospholipides et quantité de cholestérol sont des facteurs influençant la fluidité membranaire
- E. Les lipides du feuillet luminal du réticulum endoplasmique sont retrouvés dans le feuillet exoplasmique de la membrane plasmique

Réponses exactes : **BDE**

- A. **FAUX**, la rotation des phospholipides est un mouvement **fréquent ne nécessitant pas d'énergie**
- B. VRAI
- C. **FAUX**, la transition flip-flop est un mouvement **rare**
- D. VRAI
- E. VRAI, conservation de la topologie des membranes (cf. cours du Pr Lestavel) et le P toujours dans le cytoPlasme