# الأغشية البيولوجية : البنية والوظيفة

## Les membranes biologiques: Structures et fonctions

## مقدمـــة

•**الأغشية البيولوجية** Membranes biologiques عبارة عن طبقات مزدوجة من الفسفوليبيد Phospholipides تندرج بروتينات فيها بشكل غير متناظر وغير متجانس. يُطلق على الغشاء الذي يحد الخلية اسم غشاء الهيولي أو البلازمي ويُطلق على أغشية العضيات باسم العضية المعنية (الغشاء النووي ، غشاء الميتوكوندريا ، إلخ).

- **الغشاء البلازمي:**

1. يفصل بين الوسط الداخلي للخلية و الوسط خارجي للخلية
2. يتحكم في التبادلات بين الوسط داخل الخلايا والوسط خارج الخلية
3. يسمح بالتعارف الخلوي المتخصص ونقل المعلومات إلى الوسط الخارج الخلوي



## الأغشية البيولوجية

## Les membranes cellulaires

### الأغشية البيولوجية

•الأغشية ضرورية للحياة
•الحدود الفاصلة بين المحتوى الداخلي للخلية وخارجها
•تسمح للخلايا بالحفاظ على اختلاف الوسط الداخلي عن الوسط الخارجي
•تملك نفاذية جد اختيارية
•المركبات الرئيسية تتمثل في دهون وبروتينات

- **Les membranes sont indispensables à la vie**
- **Frontière l'intérieur et l'extérieur de la cellule**
- **Elles permettent aux cellules de maintenir un milieu interne différent du milieu extracellulaire**
- **Elles possèdent une perméabilité très sélective**
- **Les constituants principales sont les lipides et les protéines**

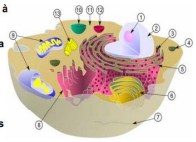


**Schéma d'une cellule et de ses membranes**

*2. Membrane nucléaire; 4. Vésicule; 5. Réticulum endoplasmique rugueux; 6. Appareil de Golgi; 8. Réticulum endoplasmique lisse; 9. Mitochondrie; 10. Vacuole; 11. Cytoplasme; 12. Lysosome*

### وظائف الاغشية البيولوجية

•**التجزئة** (الفصل بين الوسط الخارجي عن الداخلي للخلية
•**تبادل المعلومات** مع الخلايا الاخرى (المستقبلات الهرمونية، تقاطعات الفجوة)
•**تنظيم النقل** لـ : الآيونات ، البروتينات، السكريات، الدهون ، الخ)
•**الحركية الخلوية** (الارجل الكاذبة، الاطراح داخل–خارج خلوي)
•**ظاهرة التعارف** (المولدات الضد المتواجدة على السطح)
•**تنظيم الاستقلاب** (تحولات جينية داخل خلوية الى اشارات خارج خلوية)
•~~يوفر موقعًا للتفاعلات الكيميائية التي لا يمكن أن تحدث في بيئة مائية~~

### Fonctions des membranes biologiques

- La compartimentation (séparation de l'extérieur et l'intérieur de la cellule).
- Les échanges d'information avec d'autres cellules (récepteurs hormonaux, jonctions gap).
- La régulation du transport des ions, protéines, sucres graisses, etc..
- Les mouvements cellulaires (pseudopodes, endocytose-exocytose).
- Les phénomènes de reconnaissance (antigène de surface)
- La régulation du métabolisme (transduction intracellulaire des signaux extracellulaires)
- Procure un site pour les réactions chimiques ne pouvant pas se produire dans un environnement aqueux

# *Structure de la membrane plasmique*

## بنيّة الغشاء البـــــلازمي

En *microscopie optique* la membrane plasmique apparaît comme une limite fine entre milieu intra-cellulaire et milieu extracellulaire.

**بالمجهري الضوئي** ، يظهر غشاء البلازما كحدود دقيقة بين الوسط الخلوي والوسط خارج الخلية.

En *microscopie électronique à transmission (coloration positive)* on observe une tri-lamination de la membrane :

- un **feuillet clair** de 3 nm
- entouré par 2 **feuillets sombres** de 2,5 nm chacun ;
- l'épaisseur totale est donc d'environ **8 nm**.

**بالمجهر الإلكتروني النّافذ** (تلوين إيجابي) ، لوحظ تصفيح ثلاثي للغشاء:

– **ورقة** 3 نانومتر نيرة واضحة

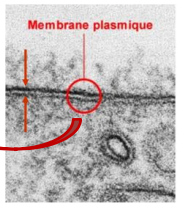
– محاطة **بطبقتين داكنتين** سمك كل منهما 2.5 نانومتر ؛

وبالتالي فإن السماكة الكلية حوالي 8 نانومتر.

هذا جعل من الممكن إظهار بنية طبقة الفسفوليبيد ثنائية الطبقة لغشاء البلازما.

Ceci a permis de mettre en évidence la structure en bicouche phospholipidique de la membrane plasmique.

- Épaisseur : 7 à 8 nm
- Deux feuillets visibles au microscope électronique






**COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE LA MEMBRANE PLASMIQUE**

La membrane est constituée de lipides, de protéines et de glucides. En effet dans la bi-couche phospholipidique sont intégrées des protéines qui peuvent être glycolysées (présence de chaînes sucrées). Certaines protéines (non intégrées dans membrane)l sont qualifiées de protéines périphériques ayant un lien chimique avec la membrane.

**Les membranes sont constituées (en poids sec de membrane) d'environ:**

- Lipides (Phospholipides et cholestérol) (~49%)
  – Forment le squelette des membrane
- Protéines (récepteurs, transporteurs, enzymes) (~43%)
  – Attachées plus au moins aux phospholipides
- Glucides (glycophospholipides et glycoprotéines) (~8%)

## التركيب البيوكيميائي للغشاء البلازمي

يتكون الغشاء من الدهون والبروتينات والكربوهيدرات.

في الواقع ، في طبقة ثنائية الفوسفوليبيد توجد بروتينات متكاملة يمكن أن تتكامل (وجود سلاسل سكرية).

تسمى بعض البروتينات (غير مدمجة في الغشاء) ببروتينات محيطية لها رابطة كيميائية تكافئية مع الغشاء.

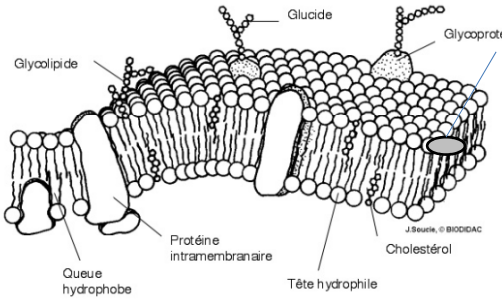
تتكون الأغشية (الوزن الجاف للغشاء) من:

- **دهون** (فوفوليبيدات وكولستيرول) (≈49%)
  تشكل هيكل الغشاء
- **بروتينات** (مستقبلات، نواقل ، إنزيمات) (≈43%)
  في غالب ترتبط بالفوسفوليبيدات
- **غلوسيدات** (سكريات فوسفوليبيدية و بروتينات سكرية) (≈8%)

## Modèle de la mosaïque fluide modèle de « Singer et Nicholson »(1970)

## نموذج الـ "الفسيفسائي المـائع" نموذج "Singer & Nicolson" ( 1970 )

- Deux couches de phospholipides
- Protéines à la surface et à travers
- Polysaccharides attachés aux lipides ou aux protéines
- Cholestérol entre les phospholipides



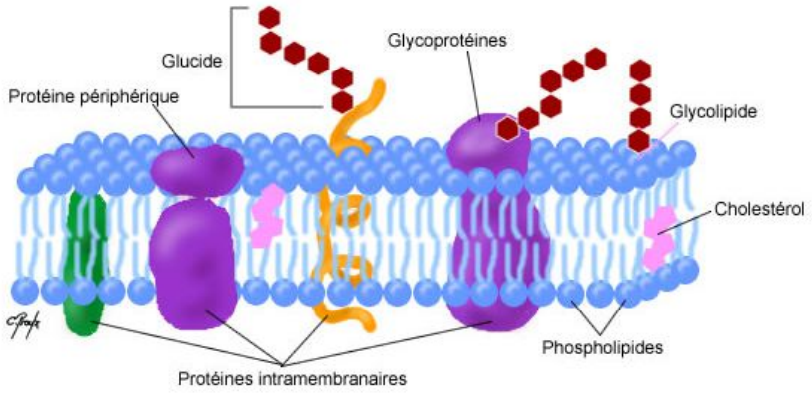

يوصف الغشاء بأنه "**فسيفسائي مائع**" (Singer & Nicolson، 1970) ، **فسيفسائي** بسبب التركيب غير المتجانس **والمائع** لأن مكوناته تتحرك باستمرار (لذلك فهو هيكل ديناميكي).

La membrane est décrite comme une «**mosaïque fluide »** (Singer & Nicolson, 1970), mosaïque car de composition hétérogène et fluide car ses constituants se déplacent constamment (donc c'est une structure dynamique).



## Composition des membranes

## تكوين الأغشية



## 1) Diversités des lipides membranaires

## 1) تنوع الأغشية الدهنية

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

Parmi les lipides membranaires il y a : **les phospholipides**, le **cholestérol** et les **glycolipides**.

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

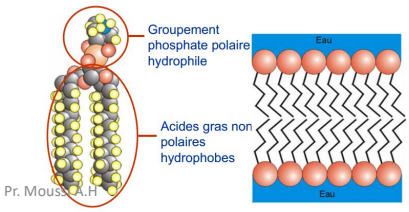
الدهون الغشائية هي **ثنائية القطب** بالنسبة للماء **amphiphiles**، أي لها قطب **كاره للماء** (موجه داخل الطبقة الثنائية) وقطب محب للماء (موجه إما نحو الوسط المائي خارج الخلية ، أو نحو الوسط. مائي داخل الخلايا).

من بين الدهون الغشائية هناك:

**الفسفوليبيدات**
**والكوليسترول**
**والجليكوليبيدات**

هذه الدهون لها **توزيع غير** متناظر(غير متماثل) داخل الغشاء ، وهي متحركة وتحدد **ميوعة الغشاء**.

**الدهون الغشائية هي جزيئات ثنائية القطب**




Pr. Moussi A.H

### a) Phospholipides

### أ) الفوسفوليبيدات

Les phospholipides présentent tous une tête hydrophile (phosphate et groupement spécialisé) et une queue hydrophobe (chaîne d'acides gras).

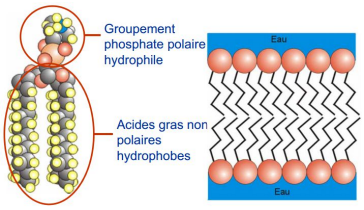
On distingue **2 types de phospholipides :**

1. Les **glycérophospholipides** correspondent à l'association de ***glycérol***, de ***deux acides gras***, ***d'un acide phosphorique*** et d'*alcool* **ou** *d'acide aminé*.
2. Les **sphingophospholipides** correspondent à l'association de ***sphingosine***, ***d'acide gras*** , ***d'acide phosphorique*** et d'alcool **ou** d'acides aminés ; on obtient ainsi la sphingomyéline

تحتوي جميع الدهون الفوسفورية على رأس محب للماء (فوسفات ومجموعة متخصصة) وذيل كاره للماء (سلسلة الأحماض الدهنية).

هناك **نوعان من الدهون الفوسفورية**:

1. **الفوسفوليبيدات الجليسيرية Glycerophospholipids** هي مزيج من **الجلسرول** ، و **2 أحماض دهنية** ، **وحمض الفوسفوريك** وكحول **أو** أحماض أمينية.
2. **Sphingophospholipids** هي مزيج من السفينغوزين والأحماض الدهنية وحمض الفوسفوريك والكحول **أو** الأحماض الأمينية ؛ وهكذا نحصل على السفينغوميلين




Pr. Moussi A.H

**b) Glycolipides (lipide liés à des sucres)**

Les glycolipides sont de deux types, on trouve les **glycéroglycolipides** et les **sphingo-glycolipides**.

**c) Cholestérol**

Le cholestérol est uniquement présent dans les membranes des cellules animales, en effet, 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.

**ب) الجليكوليبيدات** (الدهون المرتبطة بالسكريات)

الجليكوليبيدات من نوعين ، نجد **الجلسروجليكوليبيدات والسفينجو–جليكوليبيدات**.

**ج) الكوليسترول**

**الكوليسترول** موجود فقط في أغشية الخلايا الحيوانية ، في الواقع ، إنه غائب عن الخلايا النباتية والبكتيريا.
يتكون الكوليسترول من نواة ستيرويد كارهة للماء وذيل كاره للماء ووظيفة كحولية محبة للماء.
لذلك ، يكون الجزيء ثنائي القطب بالنسبة للماء amphiphile، ويمثل حوالي ربع دهون الغشاء ويؤثر على ميوعة الغشاء.



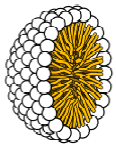
## Propriétés des membranes

**1) Auto-assemblage des lipides**

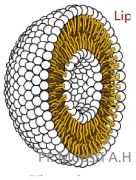
Les phospholipides, dus à leurs propriétés physico-chimiques, s'assemblent de manière automatique en différentes sortes de structures suivant l'environnement :

Les **monocouches**

Les **micelles**



Les **bicouches phospholipidiques** permettent la formation de vésicules sphériques appelées **liposomes**.




## خصائص الغشاء

**1) التجميع الذاتي للدهون**

تتجمع الفسفوليبيدات ، نظرًا لخصائصها الفيزيائية والكيميائية ، تلقائيًا في أنواع مختلفة من الهياكل اعتمادًا على الوسط:

**أحادي الطبقات**

**ميسيل**

تسمح **طبقات الفسفوليبيد الثنائية** بتكوين حويصلات كروية تسمى **الجسيمات الشحمية**.

## 2) Asymétrie membranaire

Toutes les membranes biologiques sont constituées de feuillets dont les compositions lipi-diques 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.

## 2) عدم تماثل (تناظر) الغشاء

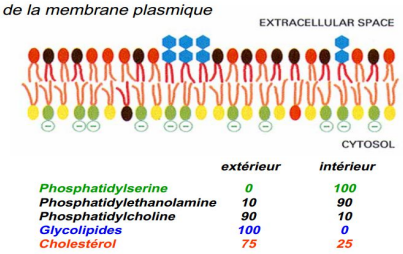
تتكون جميع الأغشية البيولوجية من صفائح ذات تركيبات دهنية مختلفة ، باستثناء الكوليسترول ، الذي يوجد بكمية مكافئة في إحدى **الوريقة** أو الأخرى ، والتي يمكن أن تنتقل بسهولة من واحدة إلى أخرى.

Le **feuillet interne** est caractérisé par les **phosphatidyl-sérine**, **phosphatidyl-éthanol-amine** et **phosphatidyl-inositol.**

Le **feuillet externe** est caractérisé par : les **sphingolipides**, **phosphatidyl-choline** et les **glycolipides**.

توزع الدهون غير متناظر وغير متماثل على وريقتي نفس الغشاء

*exemple de la membrane plasmique*




| | extérieur | intérieur |
|---|---|---|
| Phosphatidylserine | 0 | 100 |
| Phosphatidylethanolamine | 10 | 90 |
| Phosphatidylcholine | 90 | 10 |
| Glycolipides | 100 | 0 |
| Cholestérol | 75 | 25 |

تتميز **الوريقة الداخلية** بـ : **phosphatidyl-sérine, phosphatidyl-éthanol-amine و phosphatidyl-inositol.**

تتميز **الوريقة الخارجية** بما يلي: **sphingolipides, phosphatidyl-choline و glycolipides.**

Pr. Moussi A.H

### 3- Fluidité membranaire et la mobilité des lipides

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

1. par **rotation** rapide autour de leur axe.
2. par **diffusion latérale** au sein d'un même feuillet (mouvement très **fréquent** et **rapide**)
3. par **diffusion transversale** (flip flop : passage d'un feuillet à l'autre) qui est **rare** et **lente**.
4. par **flexion** des chaînes d'acide gras des lipides.

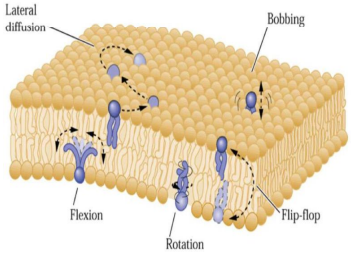
La fluidité membranaire intervient dans différentes fonctions cellulaires : absorption, sécrétion, protection, adhérence, communication, interaction avec la matrice, etc.

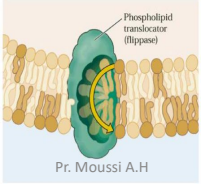
## 3– ميوعة الغشاء وحركية الدهون

حركة الدهون ضرورية للنشاط الخلوي. يمكنهم التحرك بطرق مختلفة داخل الغشاء:

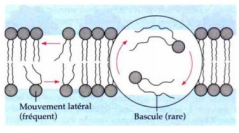
1. عن طريق **الدوران** السريع حول محورها.
2. عن طريق **الانتشار الجانبي** داخل نفس الوريقة (حركة جدّ **متكررة وسريعة**)
3. عن طريق **الانتشار المستعرض** (الوجه بالتخبط: المرور من وريقة إلى أخرى) وهو **نادر وبطيء**.
4. عن طريق **ثني** سلاسل الأحماض الدهنية للدهون.

تساهم ميوعة الغشاء في وظائف مختلفة للخلية : الامتصاص ، والإفراز ، والحماية ، والالتصاق ، والتواصل ، والتبادل مع الحشوة ، إلخ.




Pr. Moussi A.H



## 2) Les protéines membranaires

Les protéines membranaires ont des rôles bien spécifiques au sein de la double couche phospholipidique : récepteurs, transporteurs, adhérence cellulaire, catalyse enzymatique, transducteurs de signaux, etc.

Les protéines sont ancrées de différentes manières dans la membrane :

1. **Périphérique ou extrinsèque (d,e)**
Sont localisées en dehors de la bicouche phospholipidique
Sont accolées à la membrane

1. **protéine intégrées:** Intégrales ou intrinsèques
(a,b et c) dont certaines sont transmembranaires
et en interaction avec des protéines de cytosol (b)
(ce dernier type de protéine est impliqué dans la transmission de signal (hormone ..)

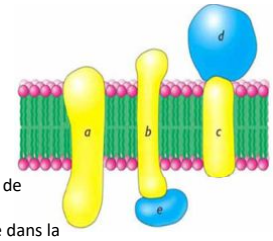
*Quelques exemples* de protéine transmembranaires : canaux ioniques, pompes ioniques, les récepteurs aux hormones et neurotransmetteurs, protéines d'adhésion.

## 2) البروتينات الغشائية

بروتينات الغشاء لها أدوار محددة للغاية داخل الطبقة المزدوجة للفوسفوليبيد: المستقبلات ، النواقل ، التصاق الخلية ، التحفيز الإنزيمي ، محولات الإشارة ، إلخ.

يتم تثبيت (رسو) البروتينات في الغشاء بطرق مختلفة:

1. **بروتينات محيطية أو خارجية (d,e):** تقع خارج طبقة ثنائية الفسفوليبيد . ومتصلة بالغشاء




2. **بروتينات متداخلة او متكاملة:** لا يتجزأ أو جوهري (a,b et c) وبعضها عبر الغشاء ويتفاعل مع بروتينات العصارة الخلوية (b)
(هذا النوع الأخير من البروتين يدخل في نقل الإشارات (هرمون ..)

بعض الأمثلة على بروتينات الغشاء: القنوات الأيونية ، ومضخات الأيونات ، ومستقبلات الهرمونات والناقلات العصبية ، وبروتينات الالتصاق.



## 3) Les glucides membranaires

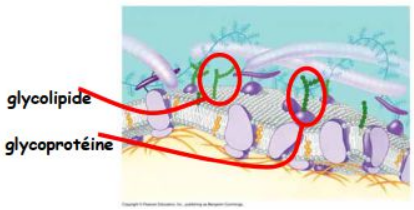
La grande majorité des glucides membranaires sont sous forme de glycoprotéines et une petite partie sous forme de glycolipides.

Au niveau de la membrane les glucides n'existent pas à l'état libre

- ils sont liés à des protéi
des lipides:

- Les **glycoprotéines**
- Les **glycolipides**

- ils sont **Exposés** à l'extèrieur de la cellule




## 3) الكربوهيدرات الغشائية

الغالبية العظمى من الكربوهيدرات الغشائية في شكل بروتينات سكرية وجزء صغير في شكل دهنيات سكرية.
على مستوى الغشاء ، لا توجد الكربوهيدرات في الحالة الحرة،

- ترتبط بالبروتينات أو الدهون:

- **البروتينات السكرية**
- **جليكوليبيدات**

- **يتجهون** الى الجهة الخارجية للخلية