

## **Chapitre III**

# **La membrane plasmique**

**Dr A. DEKAR / 2013 -2014**

# Plan

## A/ ASPECT ULTRASTRUCTURAL

### 1- Techniques de mise en évidence

#### 1-1. Coupes minces

#### 1-2. Répliques

### 2- Composition chimique

#### 2-1. Technique d'isolement

#### 2-2. Analyse biochimique

##### 2-2-1. les lipides / propriétés physico-chimiques / fonctions

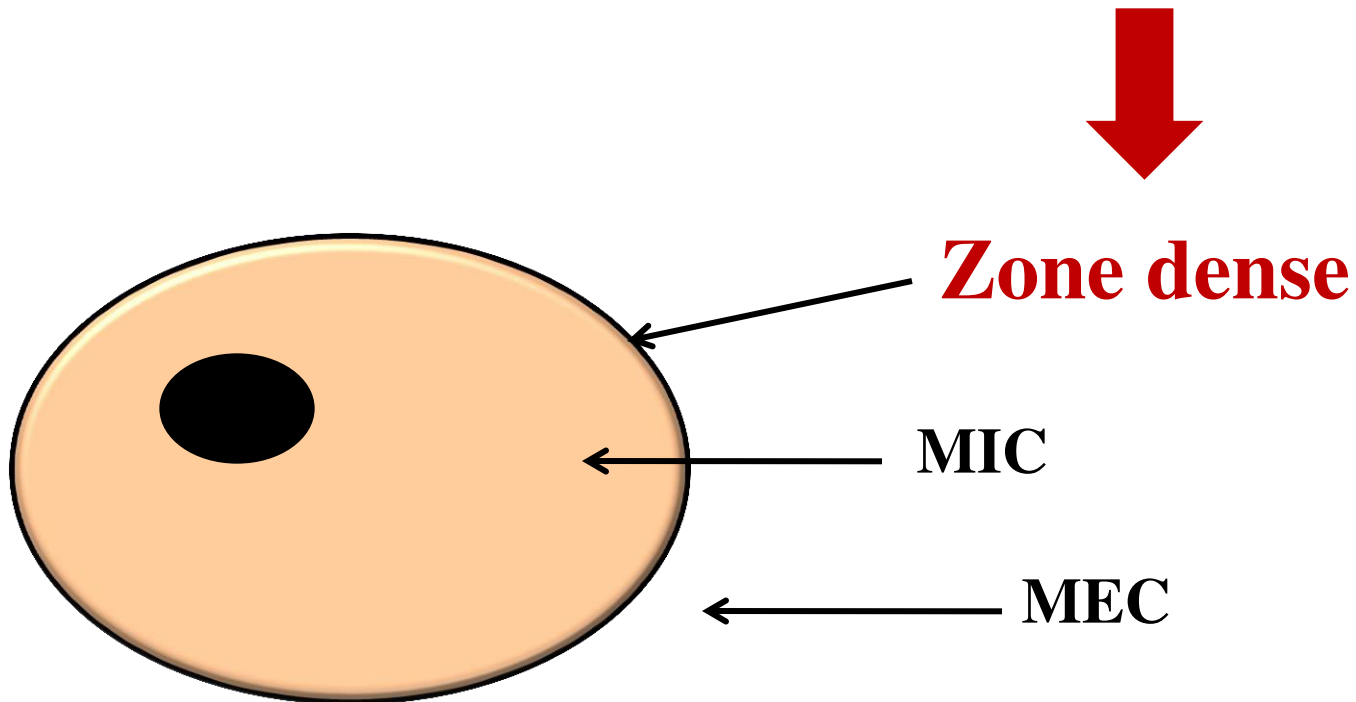
##### 2-2-2. les protéines/ propriétés physico-chimiques/ fonctions

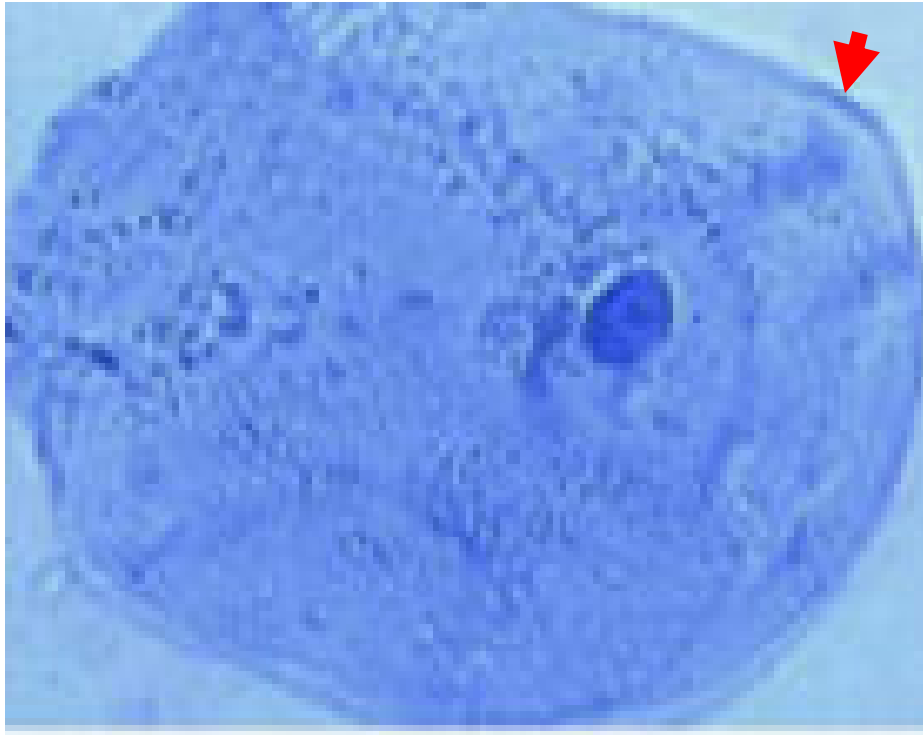
##### 2-2-3. les glucides/ fonctions

### 3- Architecture moléculaire

# 1. Aspect au microscope photonique

**Structure** de la membrane plasmique





Membrane plasmique

Cellule buccale au MP.

# Plan

## A/ ASPECT ULTRASTRUCTURAL

### 1- Techniques de mise en évidence

#### 1-1. Coupes minces

#### 1-2. Répliques

### 2- Composition chimique

#### 2-1. Technique d'isolement

#### 2-2. Analyse biochimique

##### 2-2-1. les lipides / propriétés physico-chimiques

##### 2-2-2. les protéines/ propriétés physico-chimiques

##### 2-2-3. les glucides

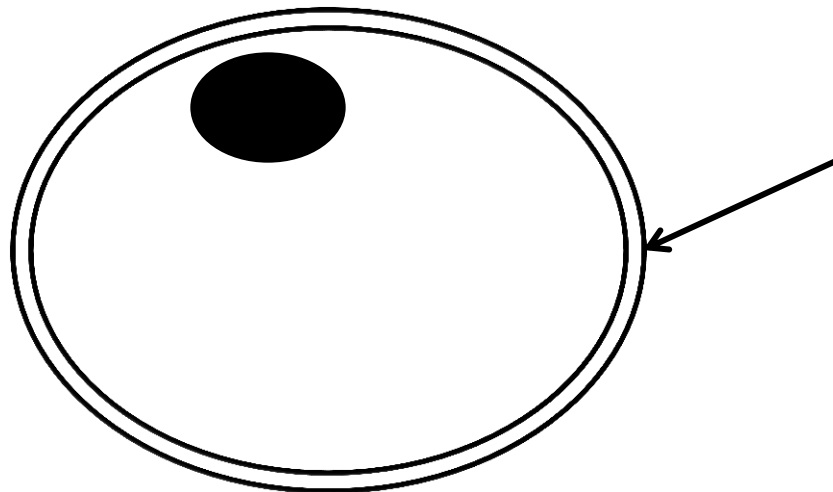
### 3- Architecture moléculaire

## 2. Aspect au microscope électronique à transmission (MET)

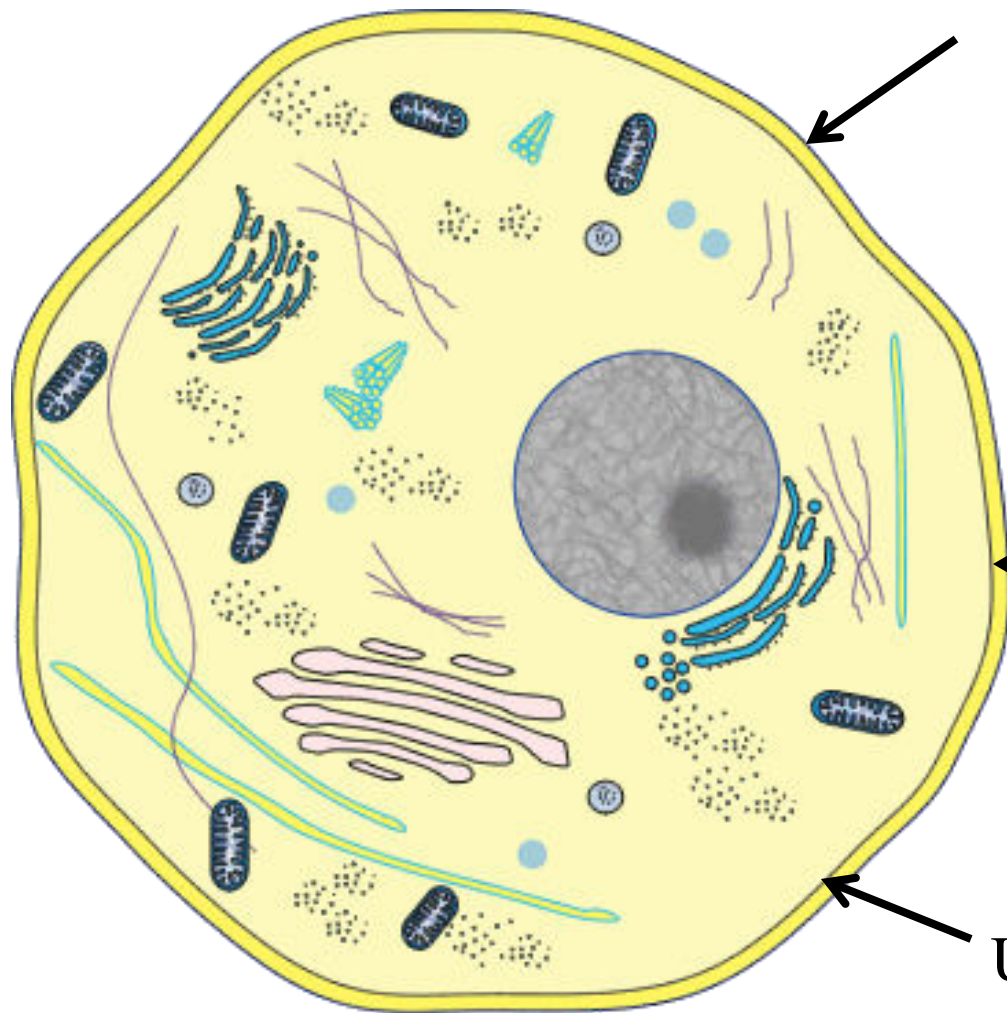
**Coupes minces + coloration positive**  
**Au fort grossissement**



**Ultra-structure de la membrane plasmique**



**Membrane formée**  
**de 3 feuillets /**  
**couches / strates**



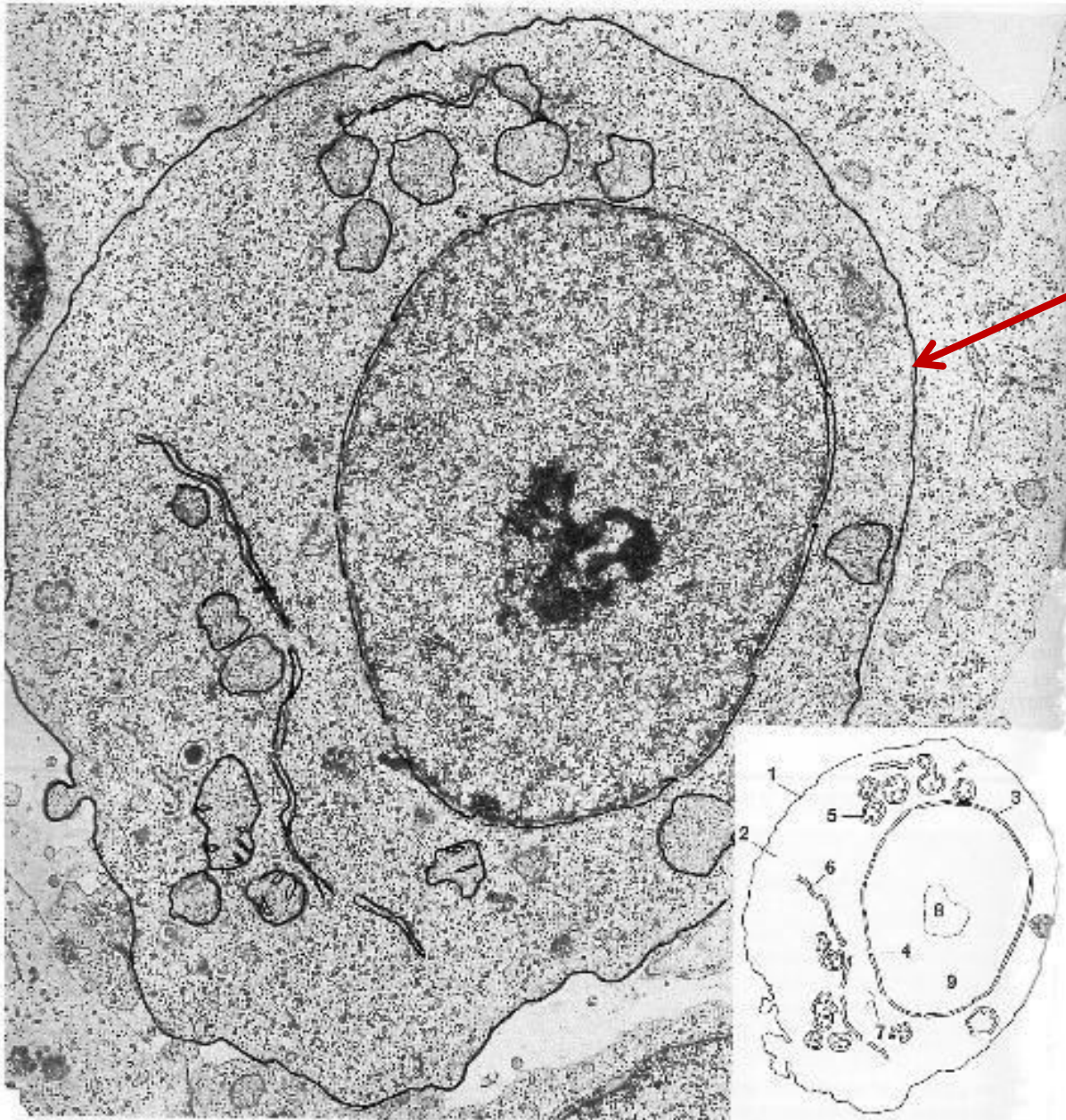
Un **feuillet externe**: dense aux électrons de 2 à 2,5 nm d'épaisseur

Un **feuillet intermédiaire**: clair de 3,5 à 4 nm d'épaisseur

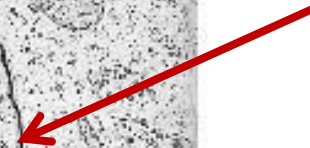
Un **feuillet interne**: dense aux électrons, 2 à 2,5 nm d'épaisseur

$$1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm} = 10^{10} \text{ \AA}$$

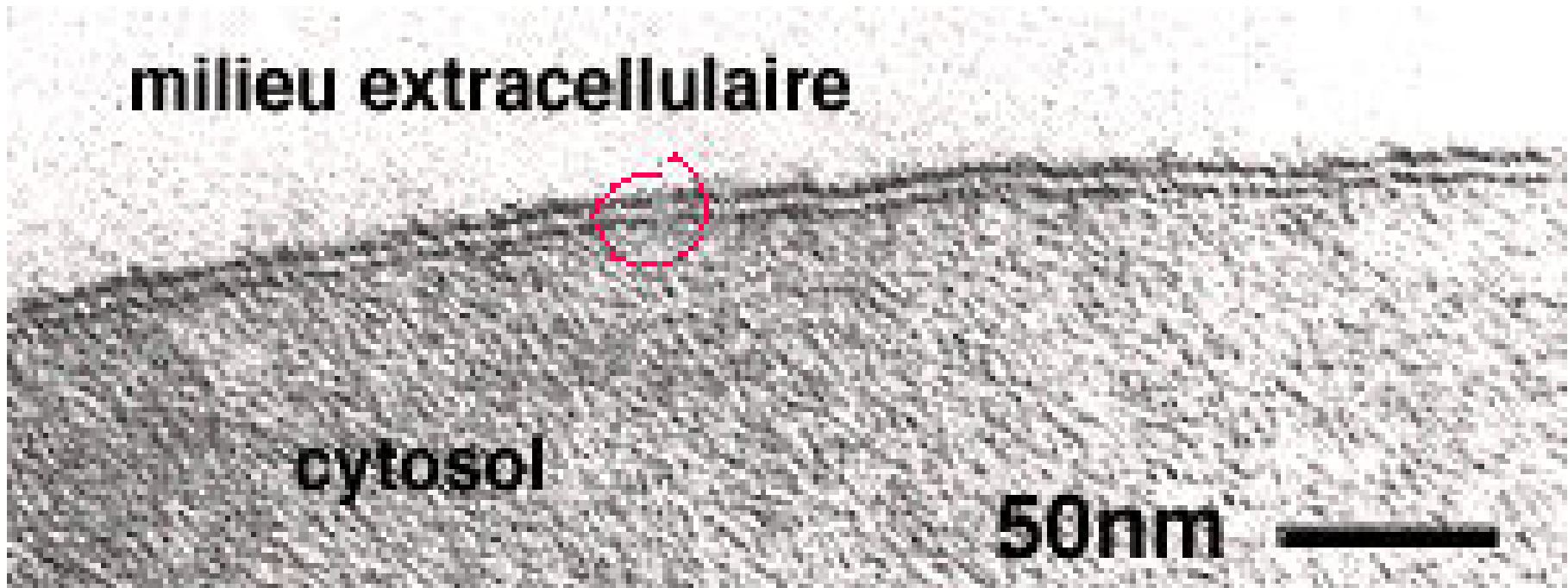
# Ultra-structure de la membrane plasmique au MET



**Membrane  
plasmique**

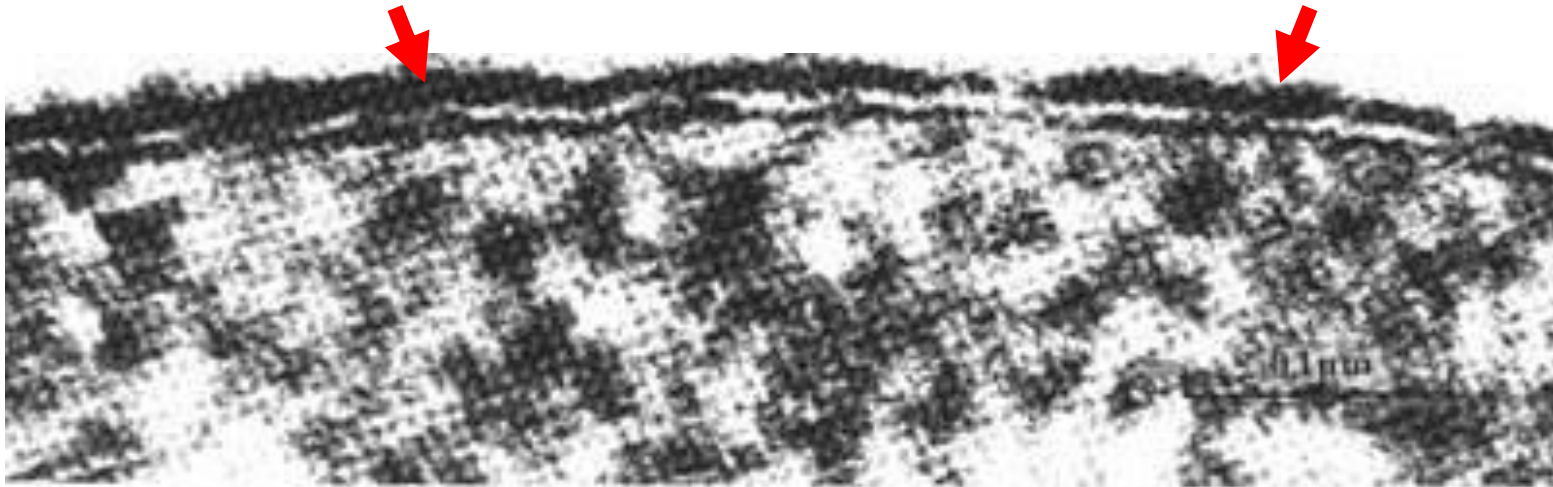






- Structure **tri-lamellaire**, ou **tri-stratifiée**.
  - Structure **commune** à toutes les **membranes biologiques**.
- ➔ Membrane **unitaire**.

**Feuillet = lamelle, partie ou strate**



- Feuillet dense externe souvent **plus épais** ( $> 2$  nm).
- Présence du **glycocalyx** qui varie selon le type cellulaire.
- Glycocalyx entraine une **asymétrie** de la membrane plasmique.

Glycocalyx = revêtement fibreux ou *Cell-coat*

# Asymétrie structurale

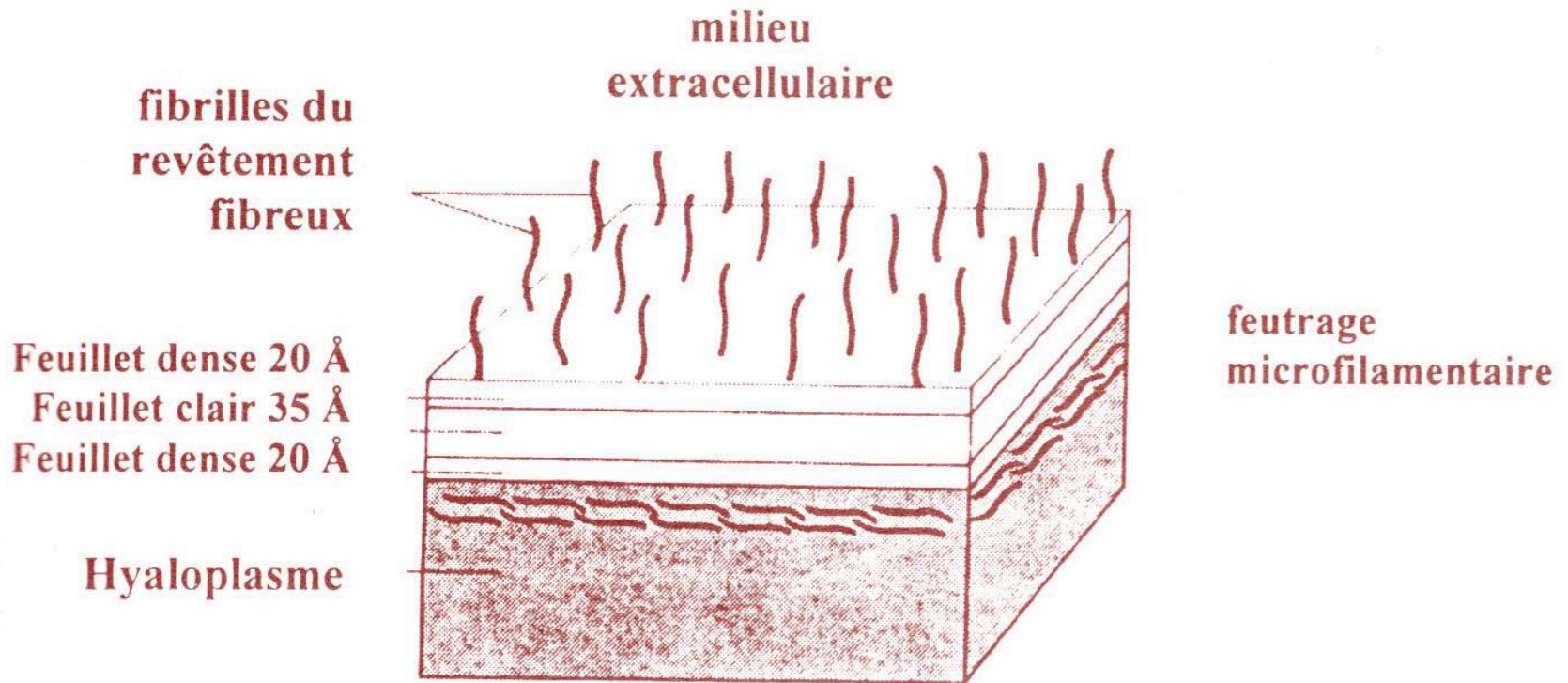


Schéma 1 : Ultrastructure de la membrane plasmique d'après les observations en microscopie électronique après coupe mince.

# Plan

## A/ ASPECT ULTRASTRUCTURAL

### 1- Techniques de mise en évidence

#### 1-1. Coupes minces

#### 1-2. Répliques

### 2- Composition chimique

#### 2-1. Technique d'isolement

#### 2-2. Analyse biochimique

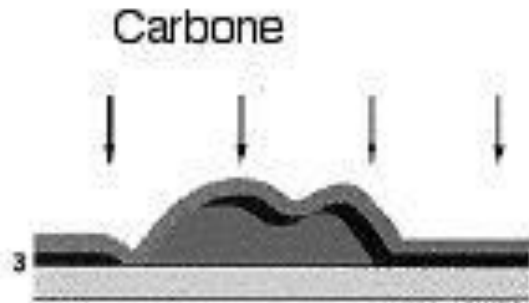
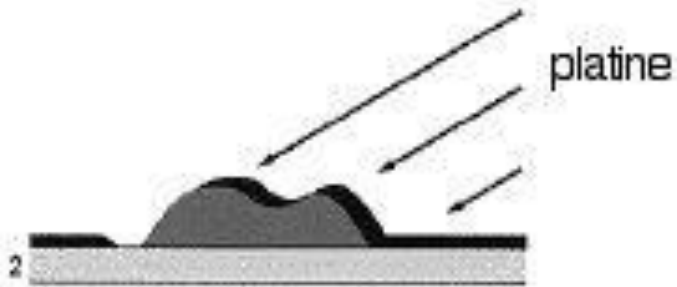
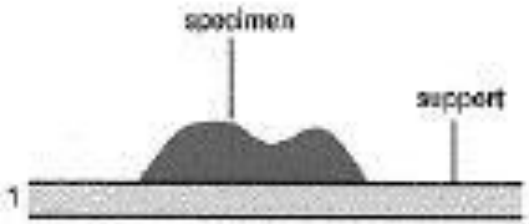
##### 2-2-1. les lipides / propriétés physico-chimiques

##### 2-2-2. les protéines/ propriétés physico-chimiques

##### 2-2-3. les glucides

### 3- architecture moléculaire

# Technique du cryodécapage



## Réplique

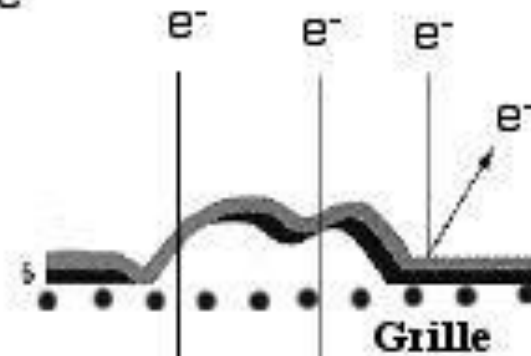
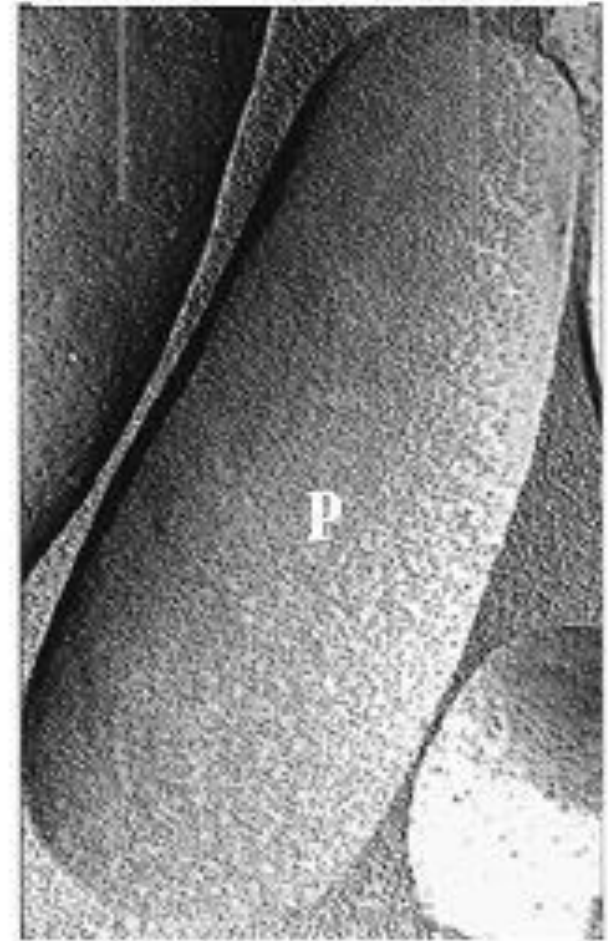
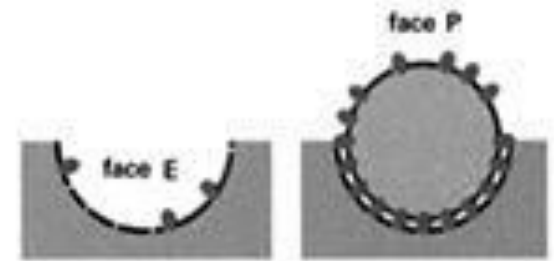


Image observée sur l'écran du microscope électronique.



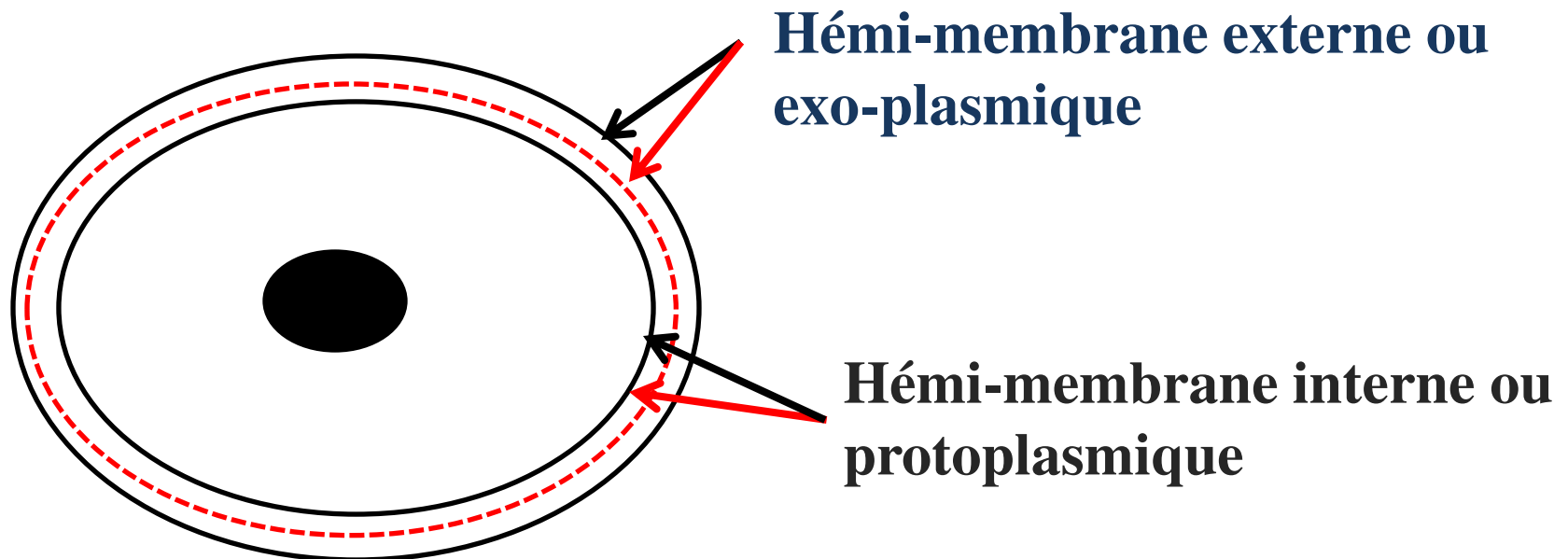
Globules rouges après cryofracture  
E : face exoplasmique.  
P : face protoplasmique.

### 3. Aspect au microscope électronique à balayage (MEB)

**Réplique** obtenue par la technique du **cryodécapage**

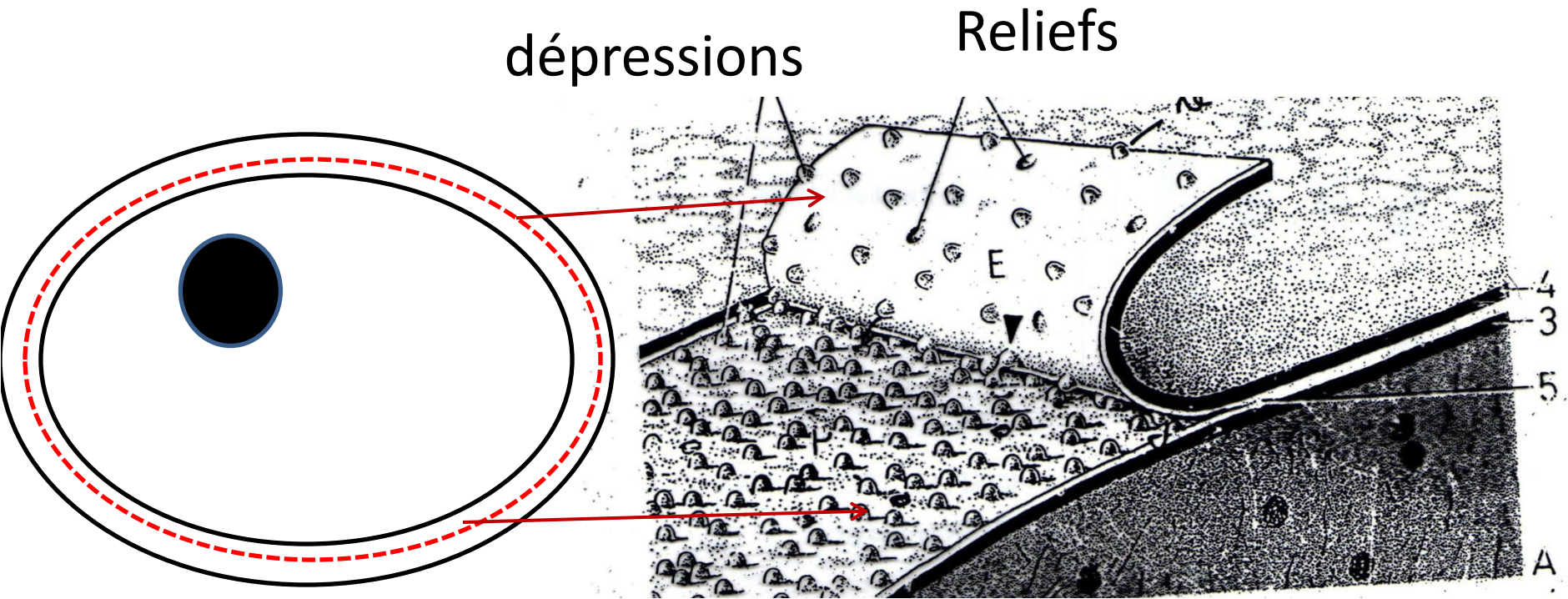


Membrane plasmique = **2 héli-membranes**



Héli-membrane = demi-membrane

# Représentation schématique des particules globulaires présentes sur les faces internes de la membrane plasmique



- **Particules globulaires intra-membranaires**
- **Répartition** et **densité** différentes entre les 2 hémimembranes ce qui entraîne une **asymétrie biochimique** membranaire.

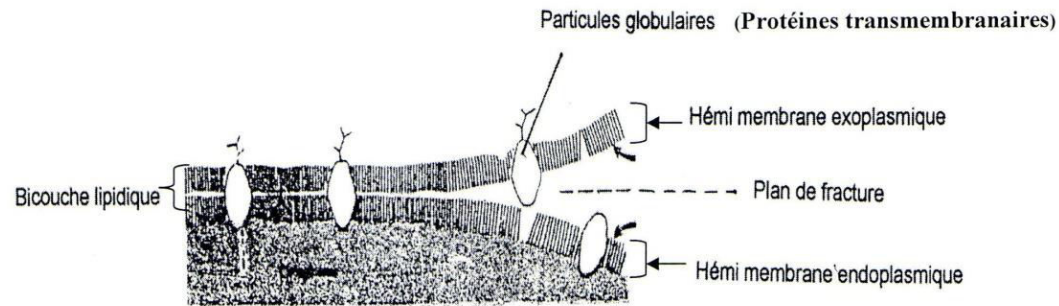
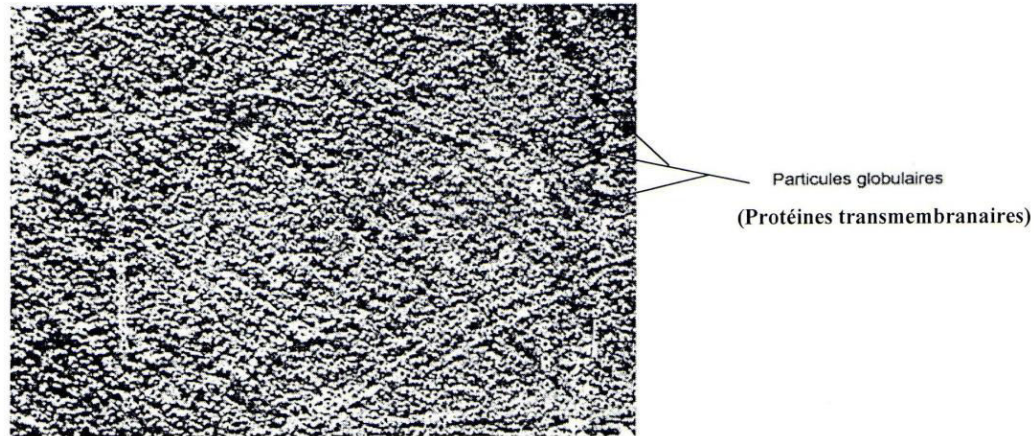


Schéma montrant une cryofracture de la membrane plasmique



Ultrastructure d'une réplique de la membrane plasmique  
Observée au MEB



**Schéma 2 : Observation des répliques de membrane plasmique après cryodécapage.**

**hémimembrane  
exoplasmique**

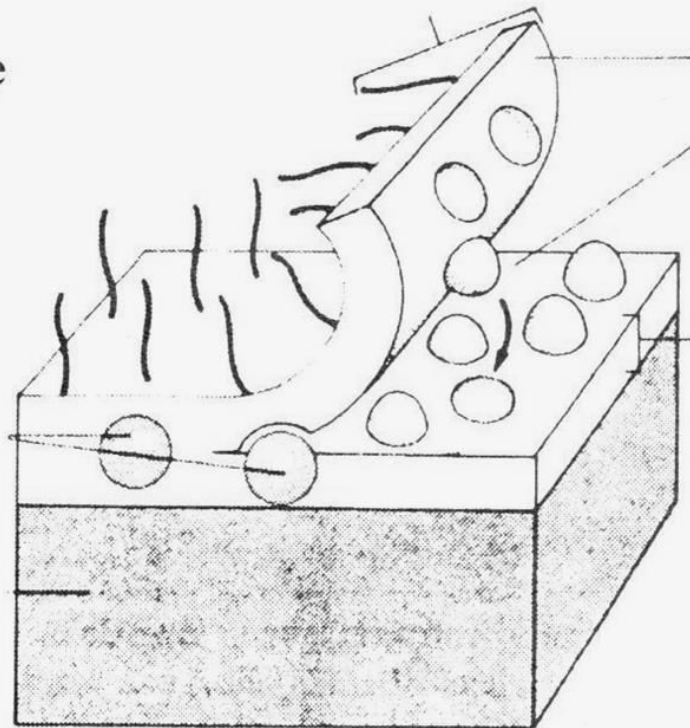
**Face E exoplasmique**

**Face P protoplasmique**

**Hémi  
membrane  
protoplasmique**

**Particules  
intramembranaires**

**hyaloplasme**



# Plan

## A/ ASPECT ULTRASTRUCTURAL

### 1- Techniques de mise en évidence

#### 1-1. Coupes minces

#### 1-2. Répliques

### 2- Composition chimique

#### 2-1. Technique d'isolement

#### 2-2. Analyse biochimique

##### 2-2-1. les lipides / propriétés physico-chimiques

##### 2-2-2. les protéines/ propriétés physico-chimiques

##### 2-2-3. les glucides

### 3- Architecture moléculaire

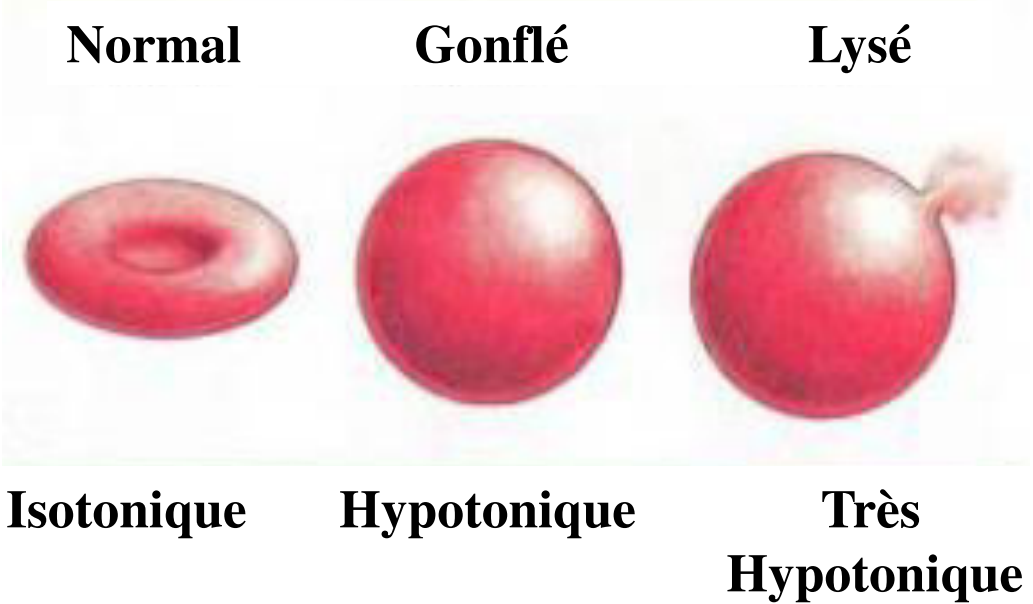
# Composition chimique

```
graph TD; A[Composition chimique] --> B[➤ Réalisée sur des hématies (globules rouges) cellules dépourvus des membranes internes]; A --> C[➤ Nécessite d'abord l'isolement des membranes Plasmiques de ces cellules]
```

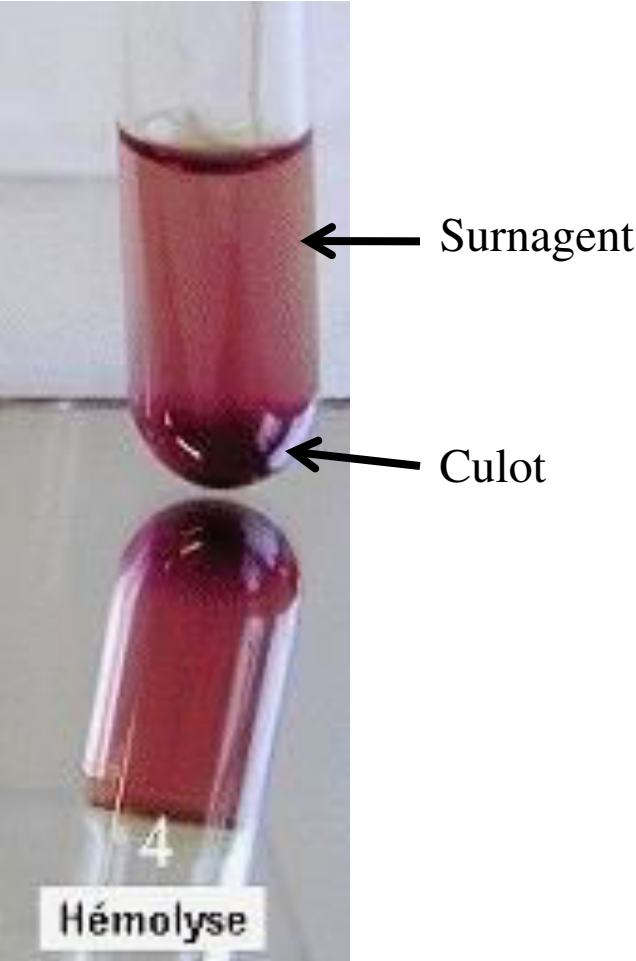
➤ Réalisée sur des hématies (globules rouges )  
cellules dépourvus  
des membranes internes

➤ Nécessite d'abord  
l'isolement des membranes  
Plasmiques de ces cellules

# 1. Isolement



## Centrifugation



**Le culot renferme les fragments de membranes = fantômes d'hématies**

**Analyse chimique**  
**Des culots de membranes**  
**(fantomes d'hématies)**



**chromatographie**



**électrophorèse**

## 2. Résultats de l'analyse biochimique

La membrane plasmique est constituée en moyenne de:

- **40% de lipides**
- **60% de protéines**
- **Très peu de glucides** (5 à 10%) associées aux lipides et aux protéines

# Plan

## A/ ASPECT ULTRASTRUCTURAL

### 1- Techniques de mise en évidence

#### 1-1. Coupes minces

#### 1-2. Répliques

### 2- Composition chimique

#### 2-1. Technique d'isolement

#### 2-2. Analyse biochimique

#### **2-2-1. les lipides / propriétés physico-chimiques / fonctions**

#### 2-2-2. les protéines/ propriétés physico-chimiques

#### 2-2-3. les glucides

### 3- architecture moléculaire

## a- Les Lipides

### Nature

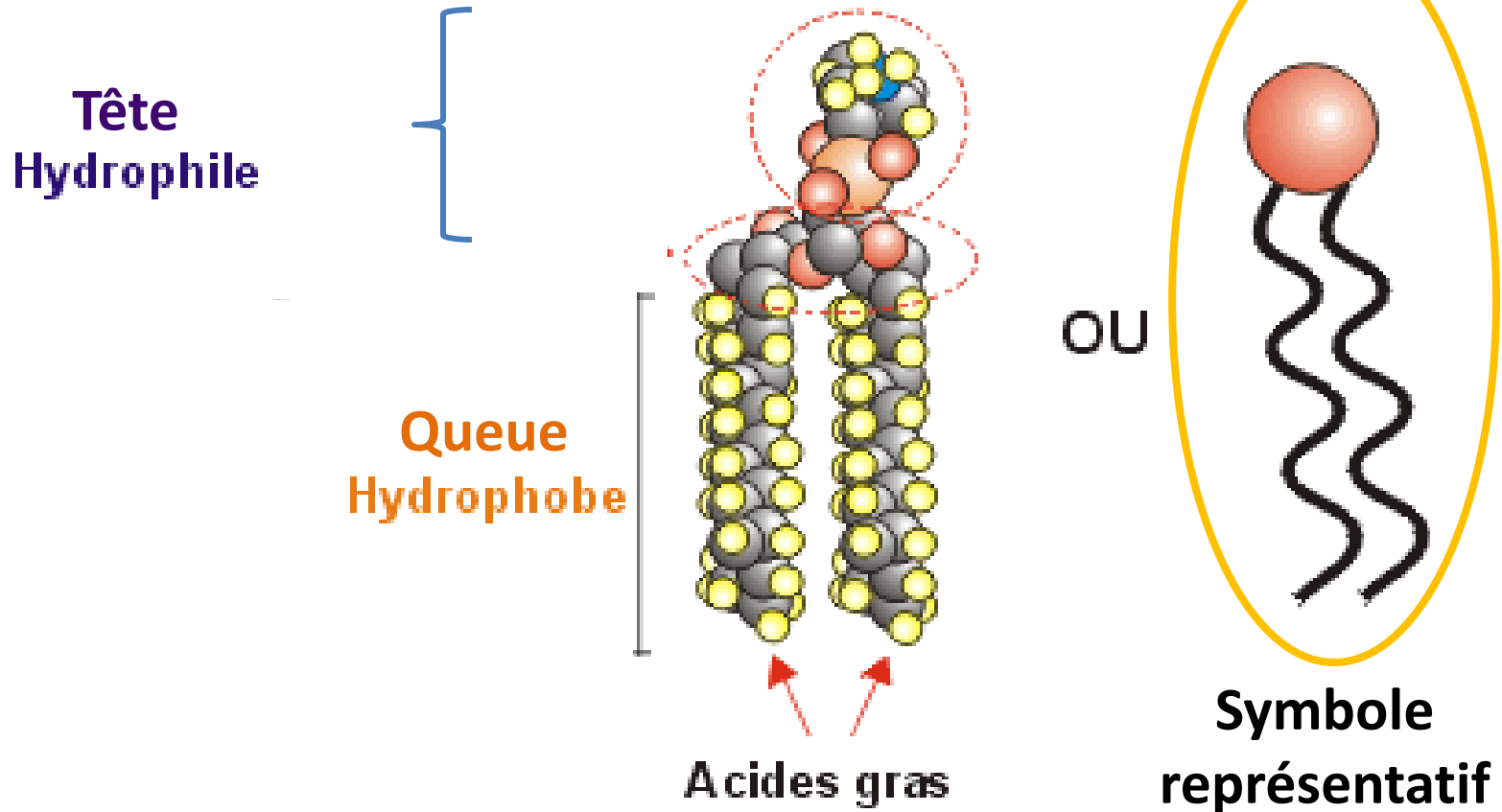
- **Phospholipides**
- **Cholestérol**
- **Glycolipides** (lipides liés à des chaînes glucidiques formant le glycocalyx).



# Les phospholipides



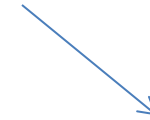
**Le phospholipide est une molécule amphiphile/ bipolaire**



# Les phospholipides



Deux groupes de phospholipides  
sont présents dans la membrane



## Les phosphoglycérides



- La tête est basée sur un groupement glycérol
- Majoritaires

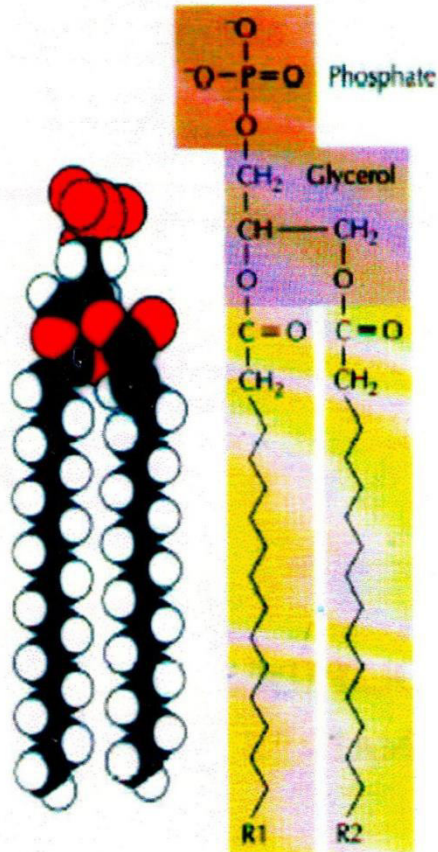
## Les sphingomyélines



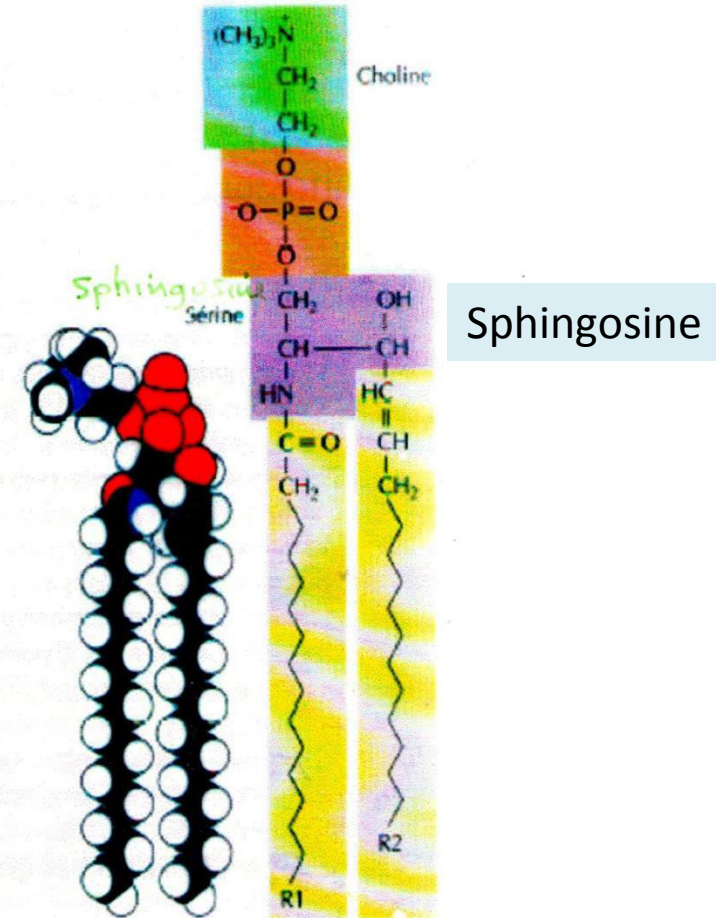
- La tête est basée sur une Sphingosine
- Concentrés dans les radeaux ( voir plus loin )

# Les phospholipides

## Phosphoglycerides



## Sphingomyéline



**Dans le groupe des phosphoglycérides les composants de la tête déterminent 4 variétés de phospholipidiques**

**Tête :  
glycerol + phosphate**

**Phosphatidyl  
inositol**

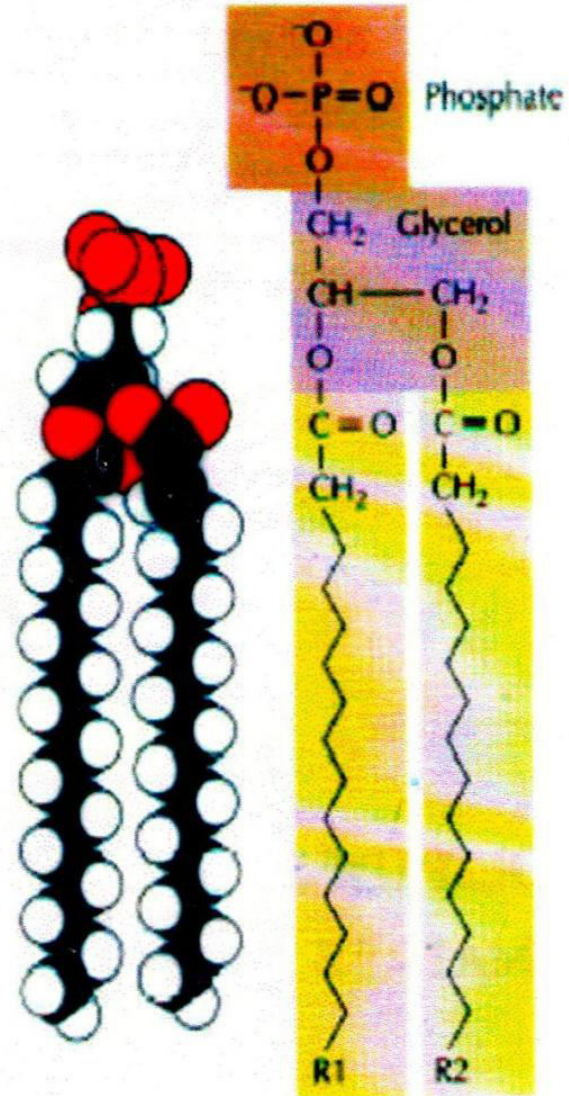
**Tête :  
glycerol + phosphate +  
amine (base)**

**Phosphatidyl  
Choline**

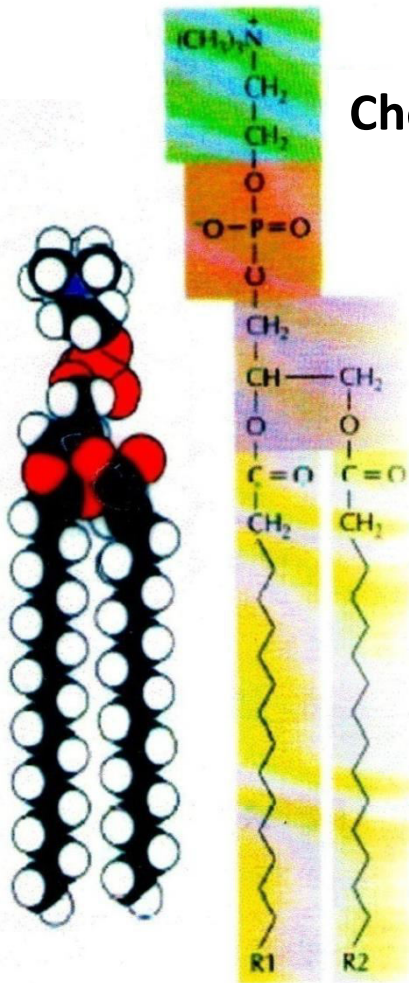
**Phosphatidyl  
Ethanolamine**

**Phosphatidyl  
Sérine**

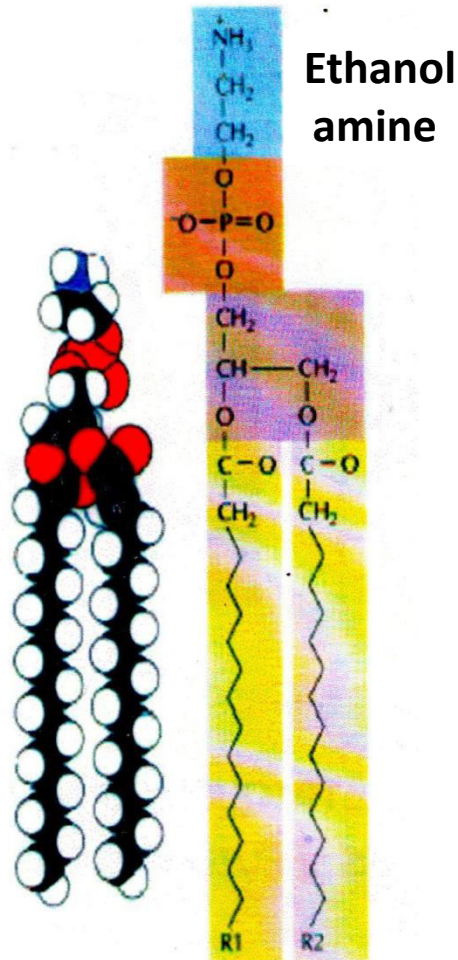
# Phosphatidyl inositol



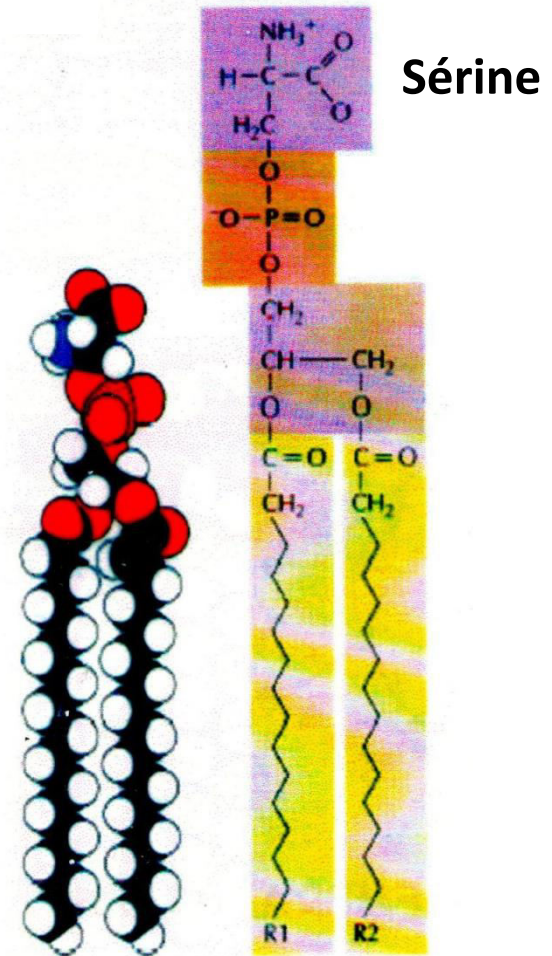
# Phosphatidyl choline



# Phosphatidyl Ethanolamine



# Phosphatidyl serine



# Propriétés physico-chimiques

```
graph TD; A[Propriétés physico-chimiques] --> B[Milieu aqueux]; A --> C[Dans un champs magnétique]; B --> D[Autoassemblage & autofermeture]; C -- RMN --> E[Fluidité];
```

Milieu aqueux

Dans un champs  
magnétique

Autoassemblage  
&  
autofermeture

RMN

Fluidité

Phospholipide + eau

1

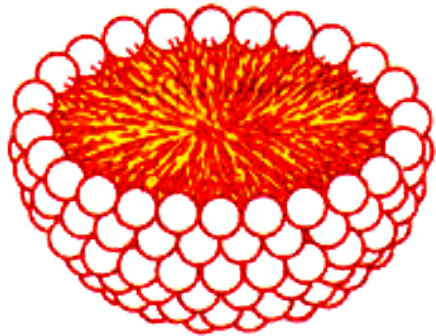


autoassemblage & autofermeture

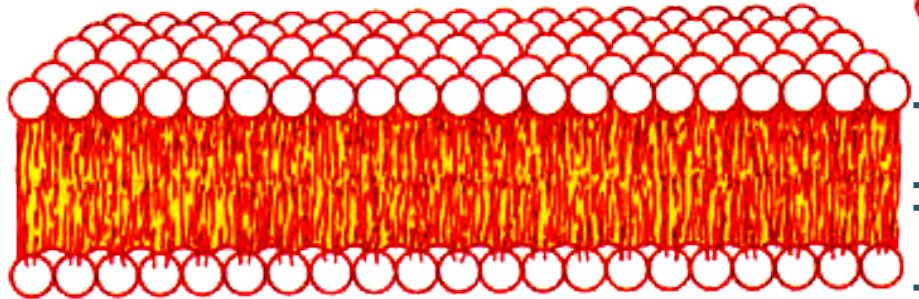
grâce au caractère amphiphile des phospholipides

**pôle hydrophile** aime l'eau

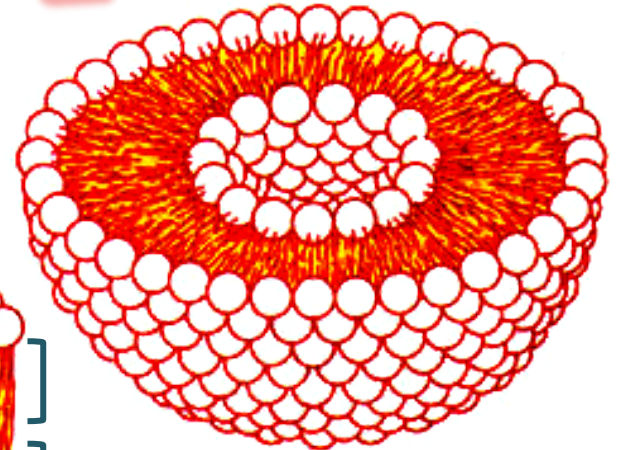
le **pôle hydrophobe** n'aime pas l'eau



micelle



Bicouche

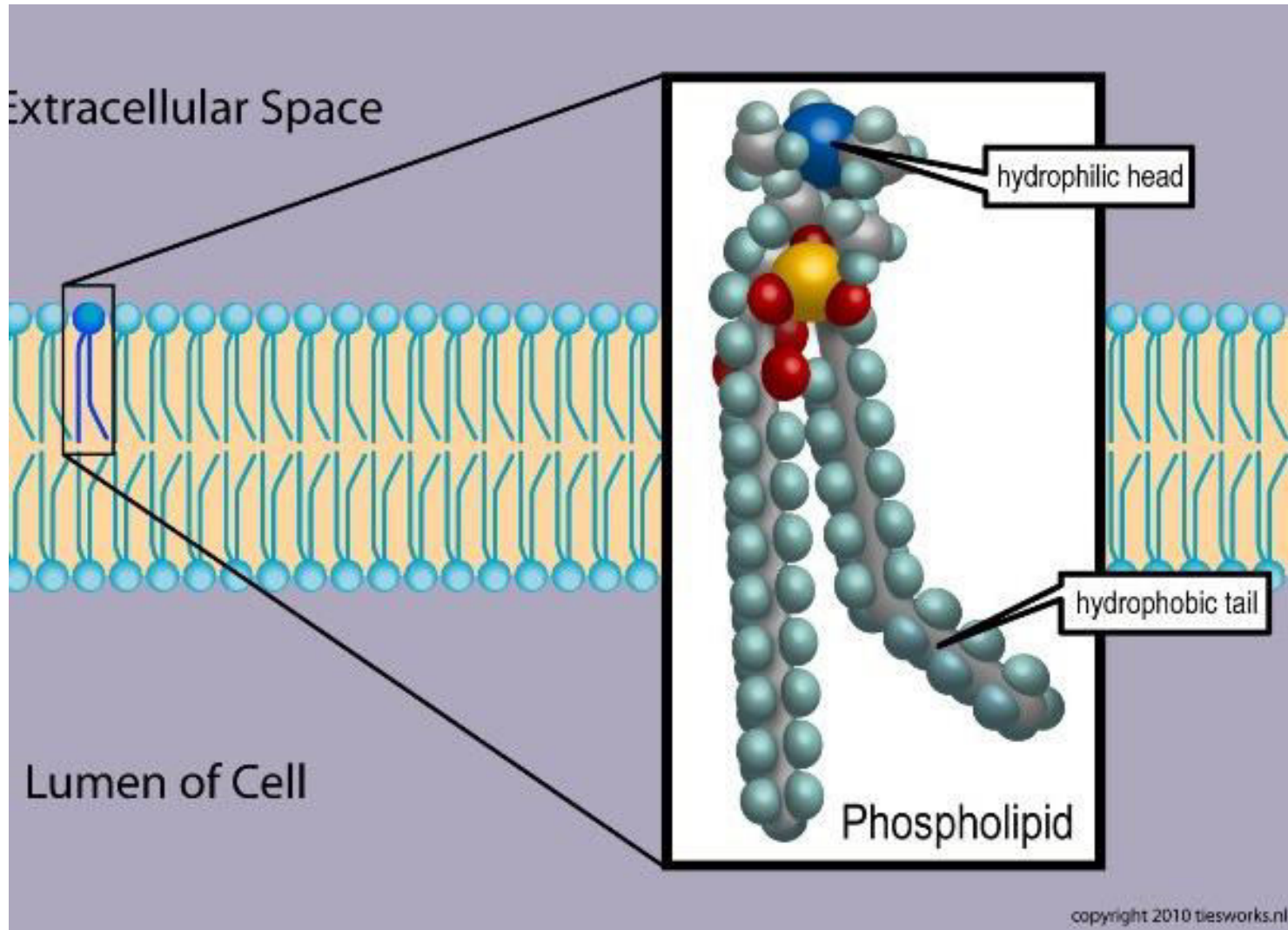


Liposome

A la base de la réalisation des membranes artificielles

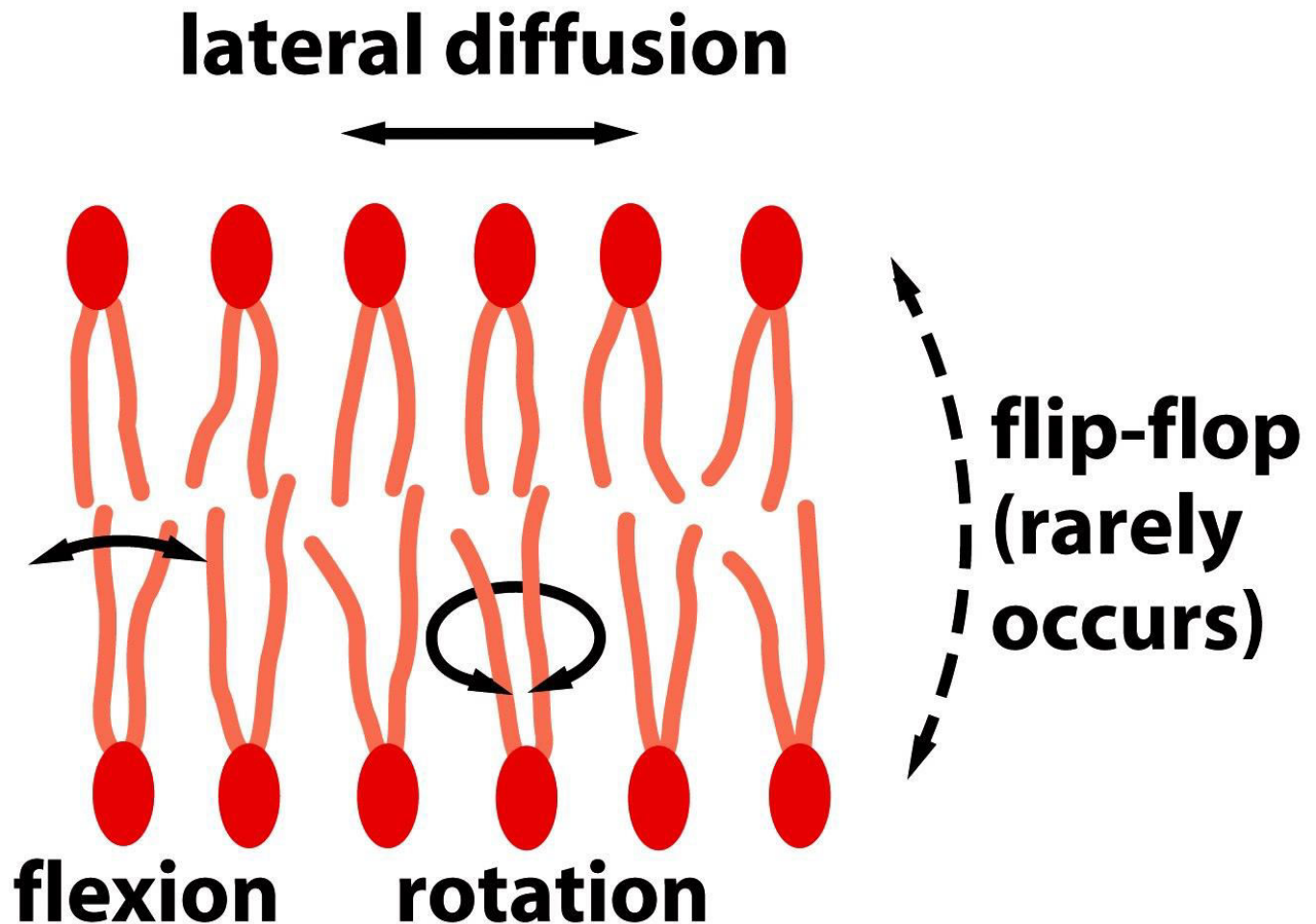


# Organisation des phospholipides dans la membrane plasmique

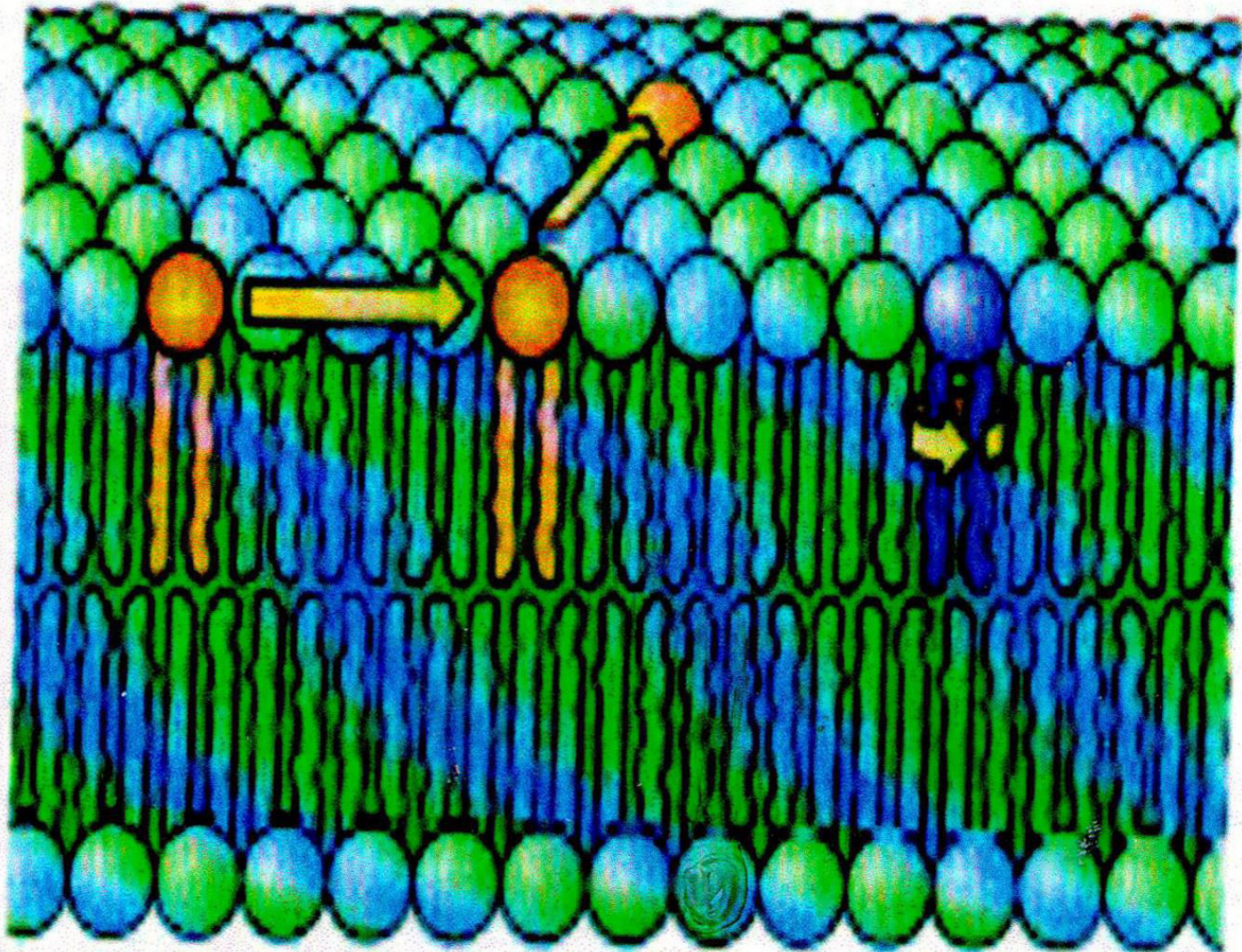


2

## Mobilité / fluidité des phospholipides

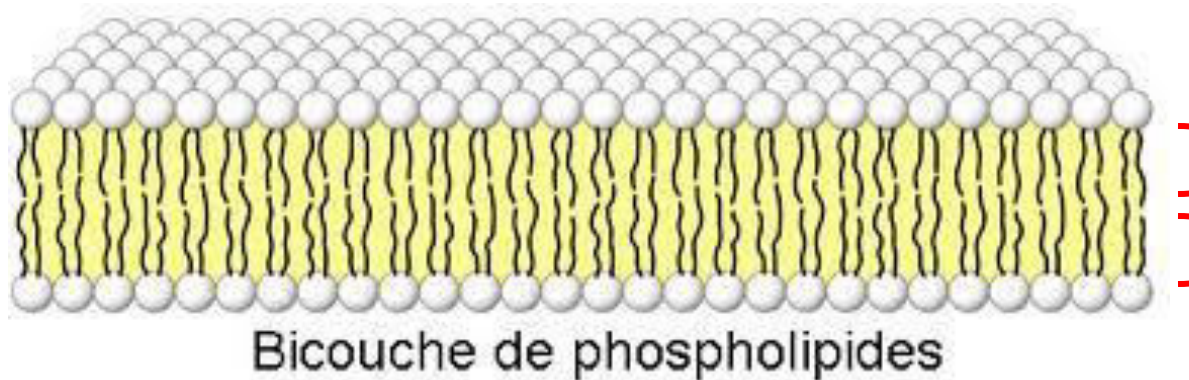


# Représentation du mouvement des phospholipides dans la bicouche



# Fonctions des lipides

- déterminent la structure de base en **bicouche lipidique** (commune à toutes les membranes biologiques).



- constituent une **barrière imperméable aux molécules hydrosolubles** (voir perméabilité )

# Différence de répartition des phospholipides entre les deux feuilletts membranaires

X = Choline → Phosphatidylcholine (lécithine)

X = Ethanolamine → Phosphatidyléthanolamine

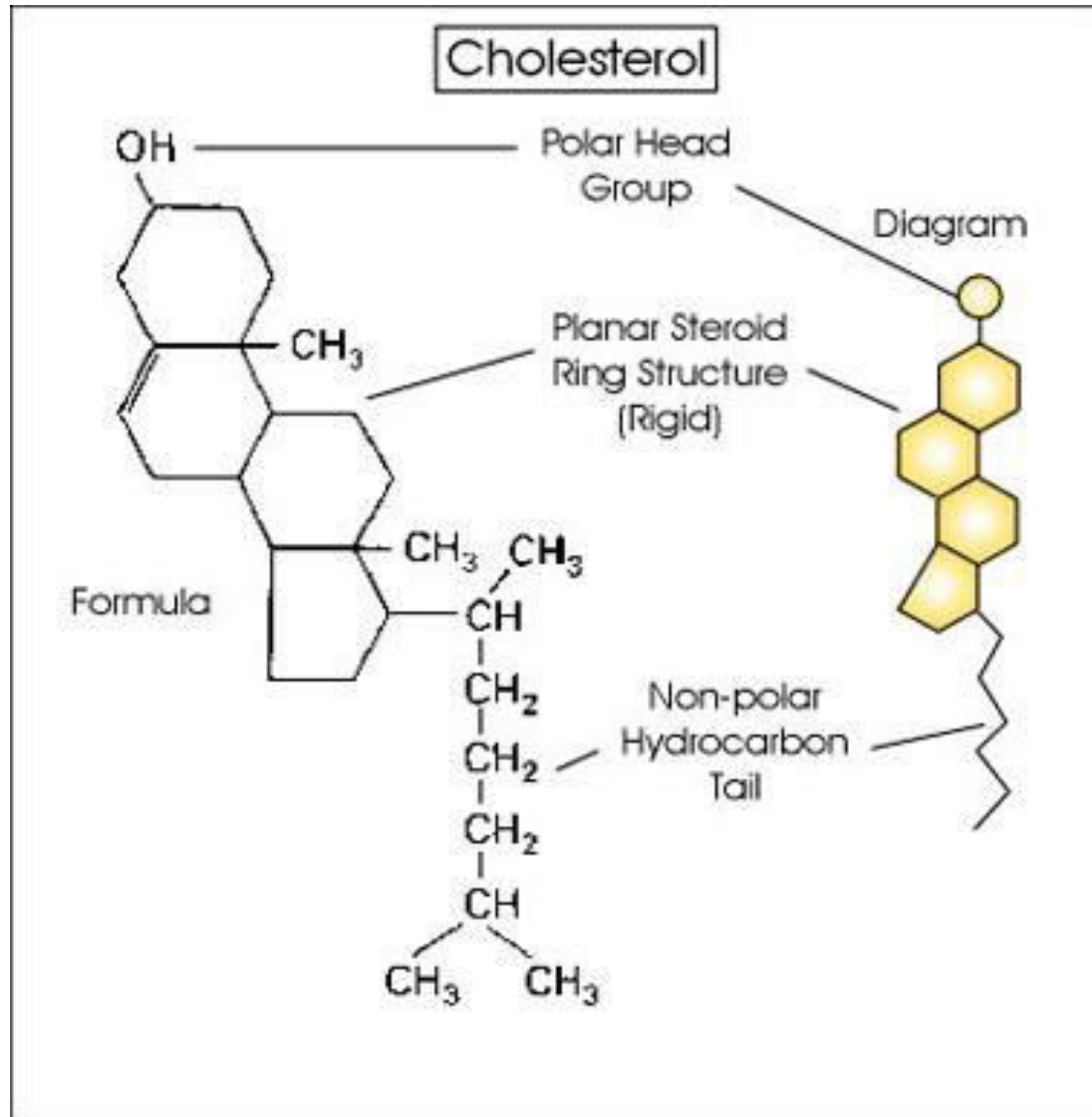
X = Sérine → Phosphatidylsérine

X = Inositol → Phosphatidylinositol

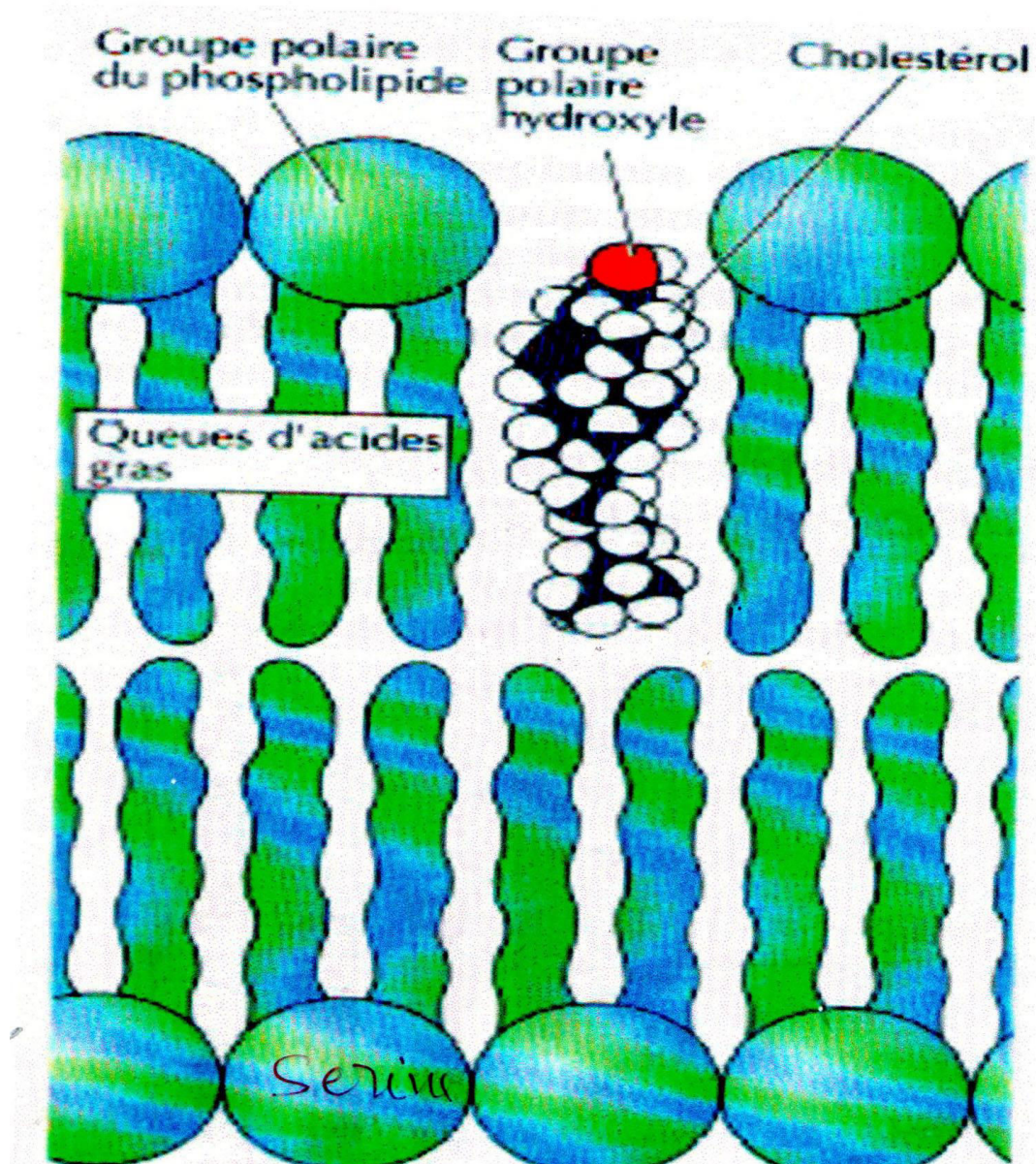
+ Sphingolipide à choline → Sphingomyéline

	Face Externe	Face Interne
PC	90	10
PE	10	90
PS	0	100
PI		++
Sphingomyéline -	95	5

# Molécule de cholestérol (25%)



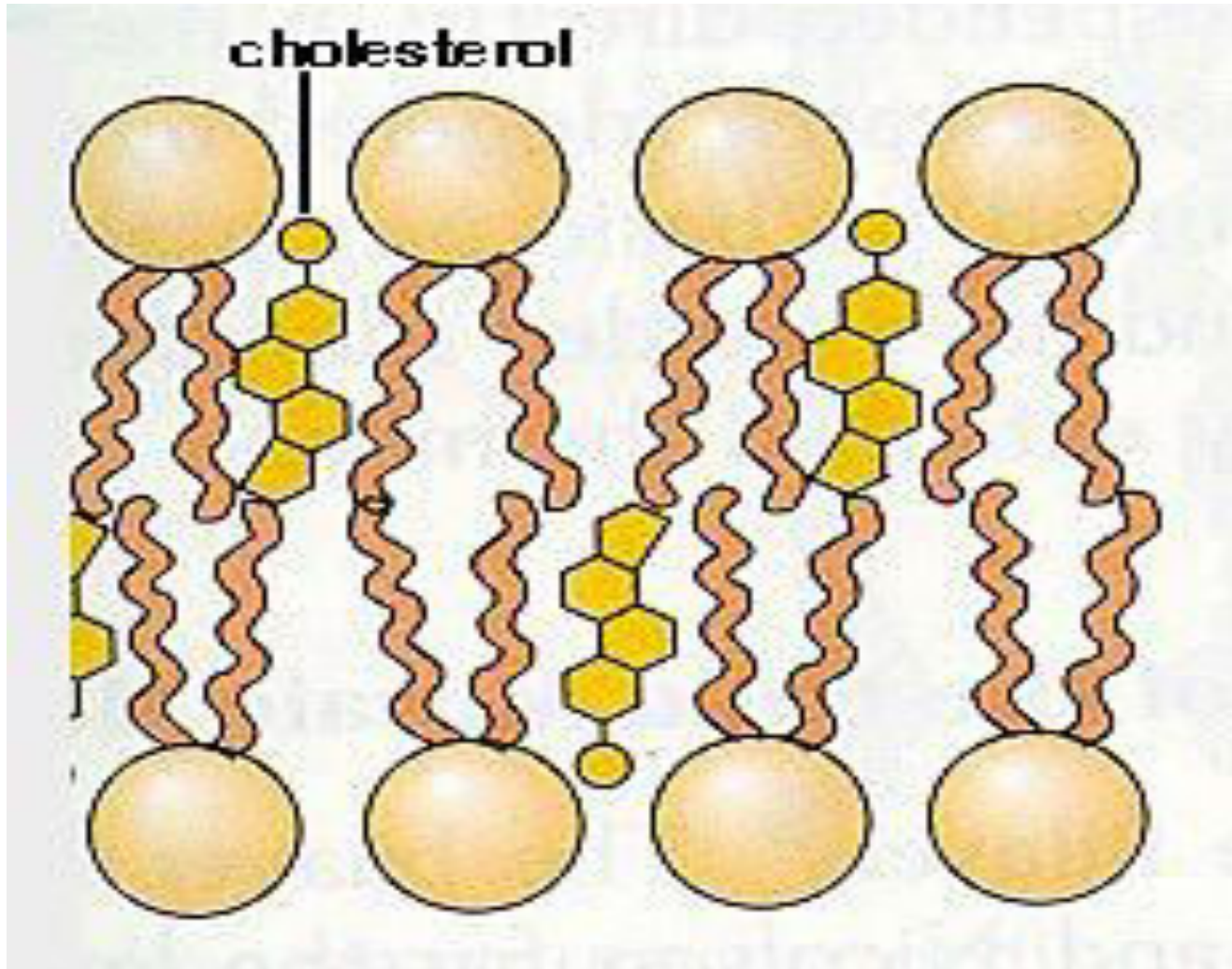
# Position du cholestérol au sein de la monocouche



# Interactions cholestérol – phospholipides

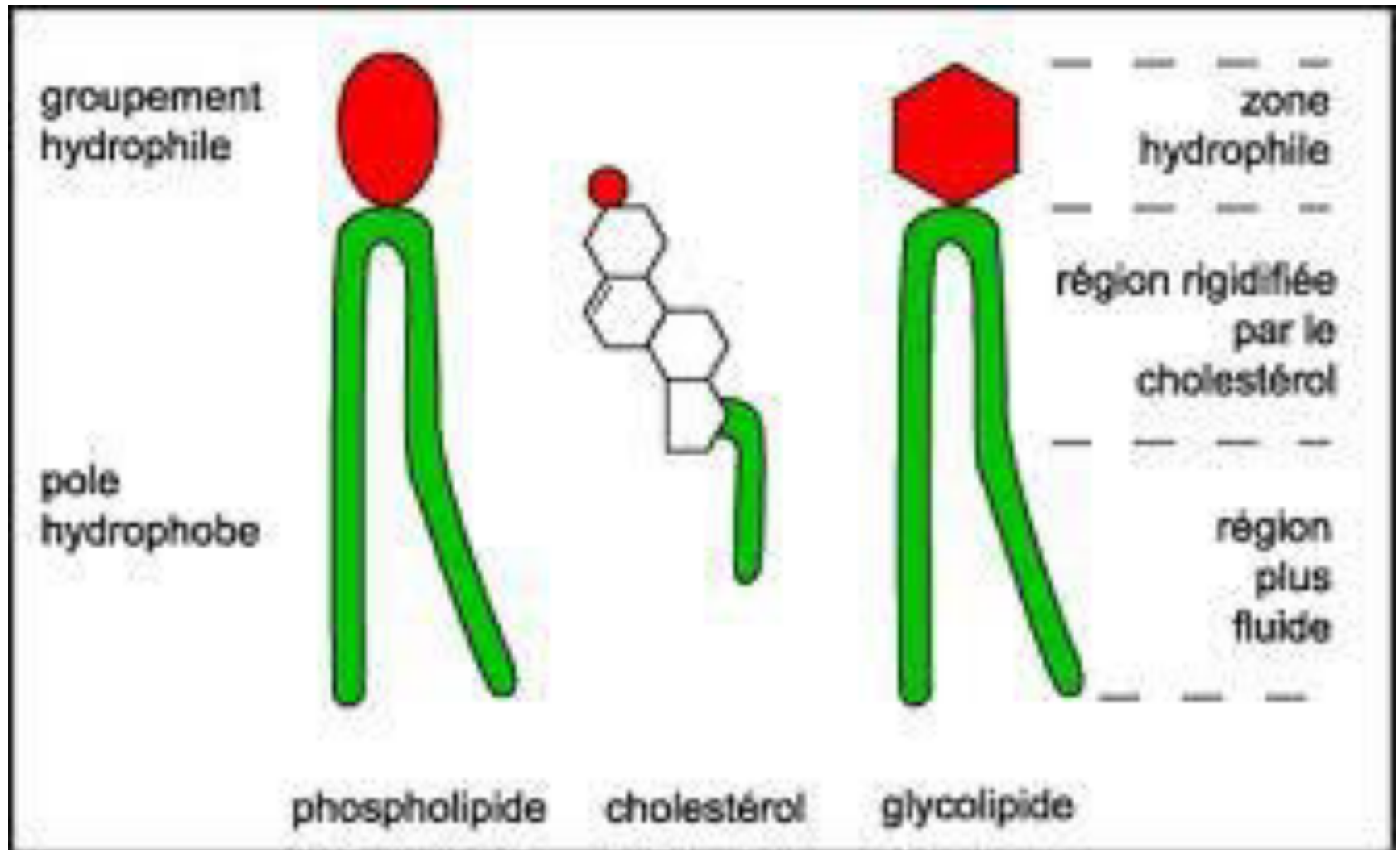


## Propriété de colmatage





# Le % du cholestérol contrôle la fluidité de la membrane et sa perméabilité



- **Stabilité mécanique de la membrane:** augmente avec l'importance du % en **cholestérol** et diminue avec celui des **acides gras insaturés**.

### Membrane stable

- % élevé en **cholestérol**
- donc importance en acides gras saturés

### Membrane fluide (instable)

- % élevé en acides **gras insaturés**
- peu de cholestérol et peu d'acides gras saturés

**Acide gras saturé pas de doubles liaisons.** Chaîne hydrocarbonnée rectiligne (droite)  
(ex: Acide Palmitique).

**Acide gras insaturé: avec doubles liaisons =** Chaîne hydrocarbonnée coudée ( en zig zag)  
(ex: Acide Arachidonique) .

# GLYCOLIPIDES

```
graph TD; A[GLYCOLIPIDES] --> B[Partie hydrophile]; A --> C[Partie hydrophobe]; B --> D[Un ose ou une chaîne d'oses]; C --> E[Queue d'acides gras]
```

Partie hydrophile

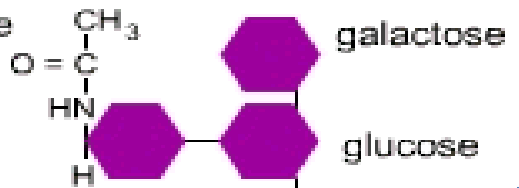
Partie hydrophobe

Un ose ou une chaîne d'oses

Queue d'acides gras

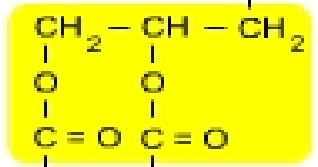
# Variétés de glycolipides

N-acetyl acide sialique

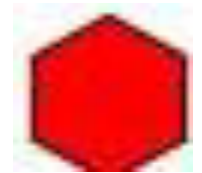
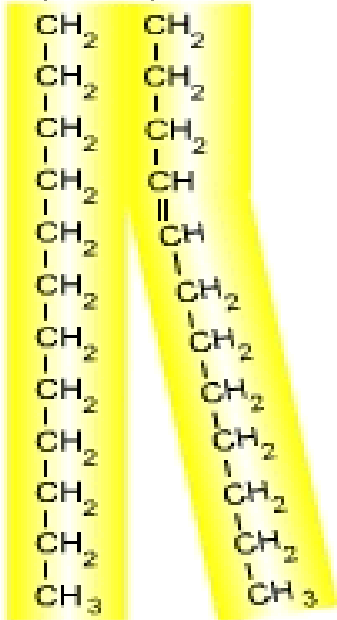


Une chaîne osidique

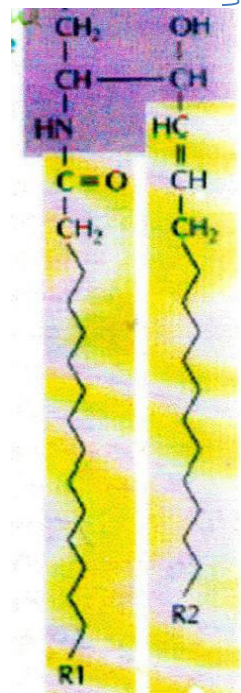
glycérol



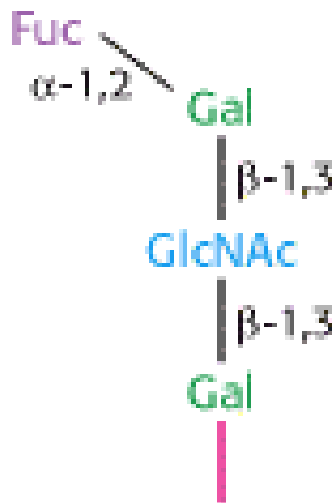
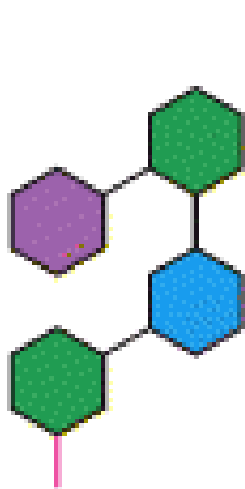
acides gras



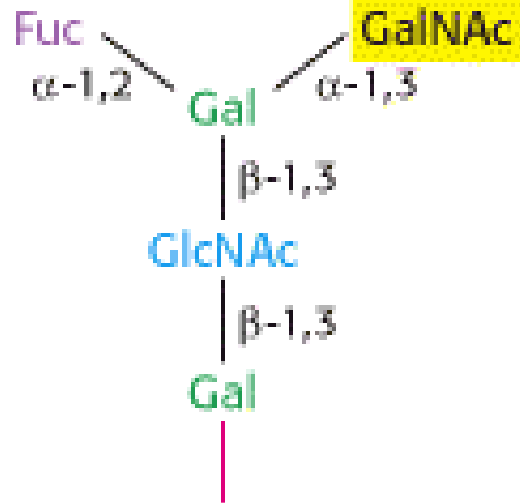
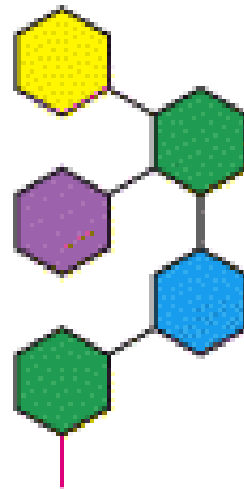
Un ose



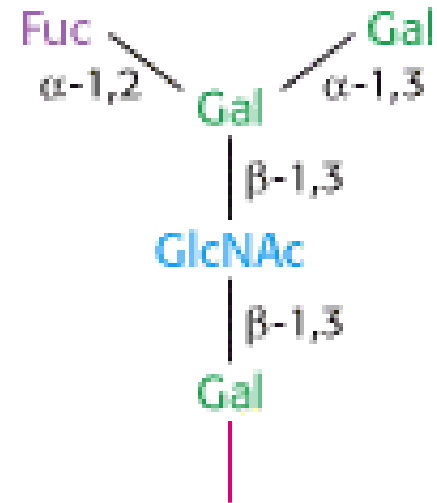
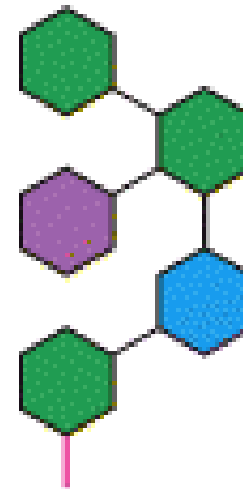
# Les glycolipides sont les déterminants antigéniques des groupes sanguins ABO



O antigen



A antigen



B antigen

# Plan

## A/ ASPECT ULTRASTRUCTURAL

### 1- Techniques de mise en évidence

#### 1-1. Coupes minces

#### 1-2. Répliques

### 2- Composition chimique

#### 2-1. Technique d'isolement

#### 2-2. Analyse biochimique

#### **2-2-1. les lipides / propriétés physico-chimiques / fonctions**

#### **2-2-2. les protéines/ propriétés physico-chimiques / Fonctions**

#### 2-2-3. les glucides

### 3- Architecture moléculaire

# Protéines membranaires

✓ Nature

✓ Variétés

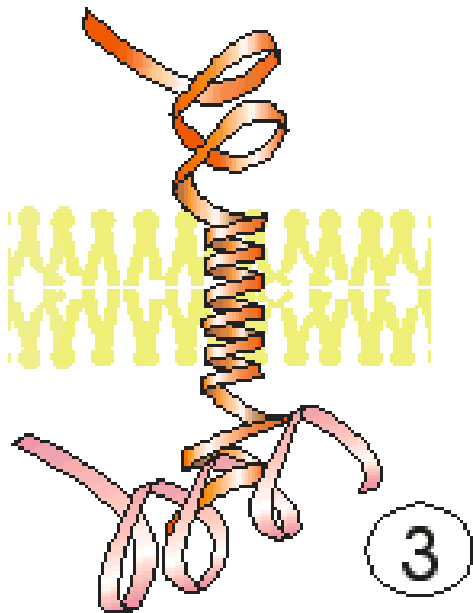
✓ Propriétés

✓ Fonctions

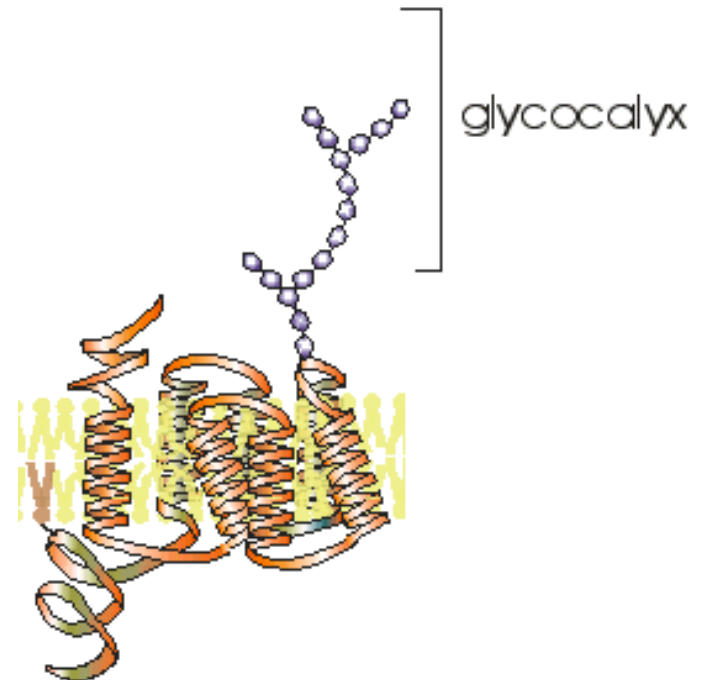
# Les Protéines

## Nature

- **Holoprotéines** (protéines pures)
- **Hétéroprotéines** (glycoprotéines = protéine + sucres)



**Holoprotéine**



**Hétéroprotéine**



Variétés

**2 modes d'organisation**

Intégrées  
(Intrinsèques)

Périphériques  
(Extrinsèques)

Totalement  
Bicouche

Partiellement  
Monocouche /Feuillet

Externes

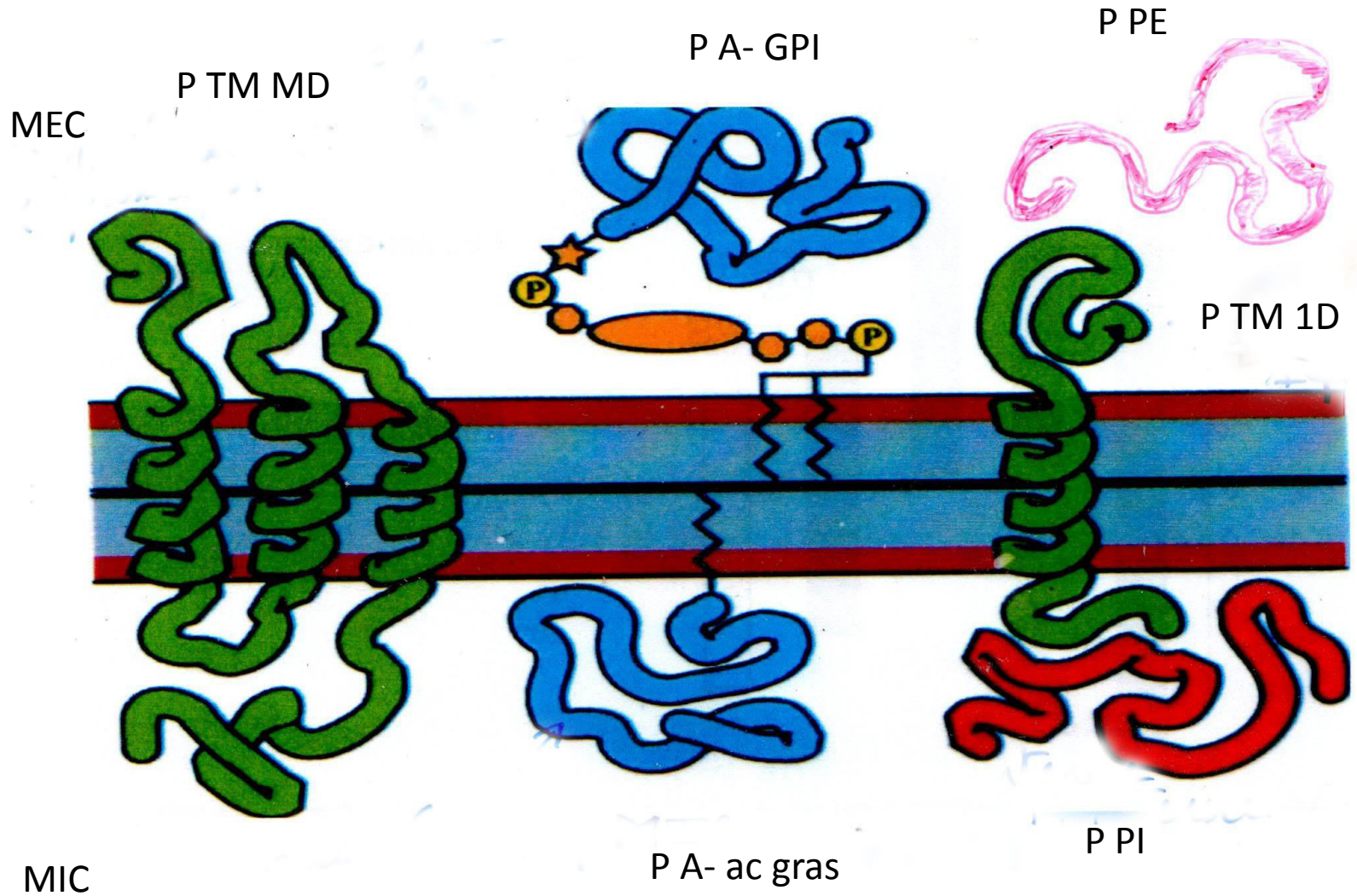
Interne

Protéines  
transmembranaires

Ancrée  
par AG

Ancrées par GPI  
groupement phosphatidyl-inositol

# Organisation des protéines et interactions avec la bicouche lipidique



# Protéines transmembranaires

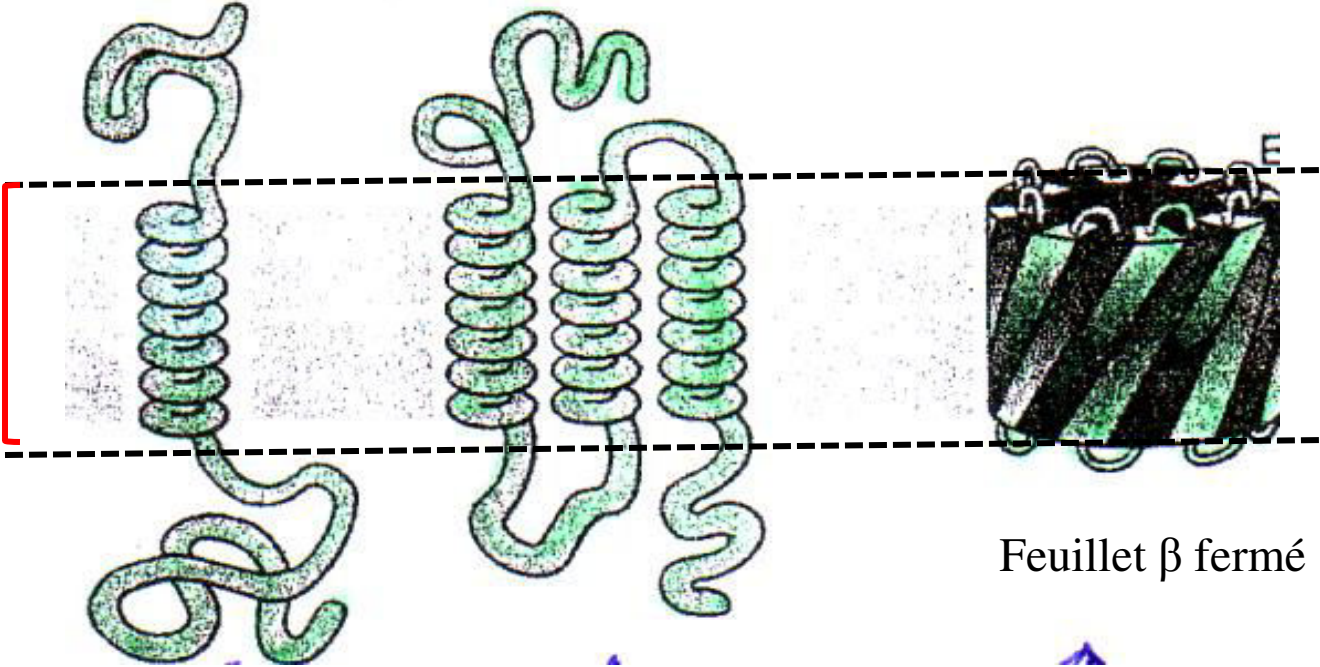
Hélice(s)  $\alpha$

Feuillet  $\beta$

1 domaine

Plusieurs domaines

Bicouche lipidique



Feuillet  $\beta$  fermé

# Protéines intégrées au feuillet dense :

**externe**

**Monocouche  
exoplasmique**

**interne**

**Monocouche  
protoplasmique**

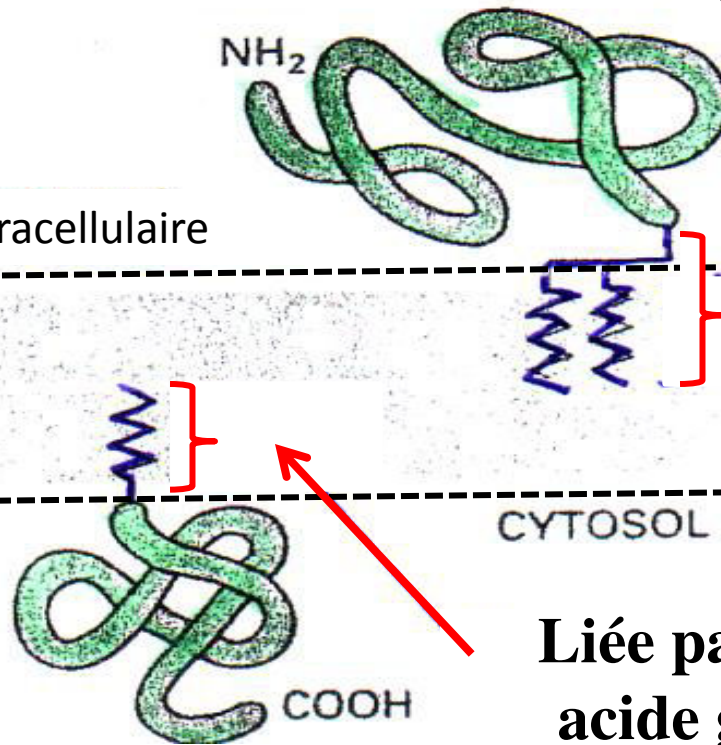
**Liée à un  
GPI**

Milieu extracellulaire

Bicouche  
lipidique

CYTOSOL

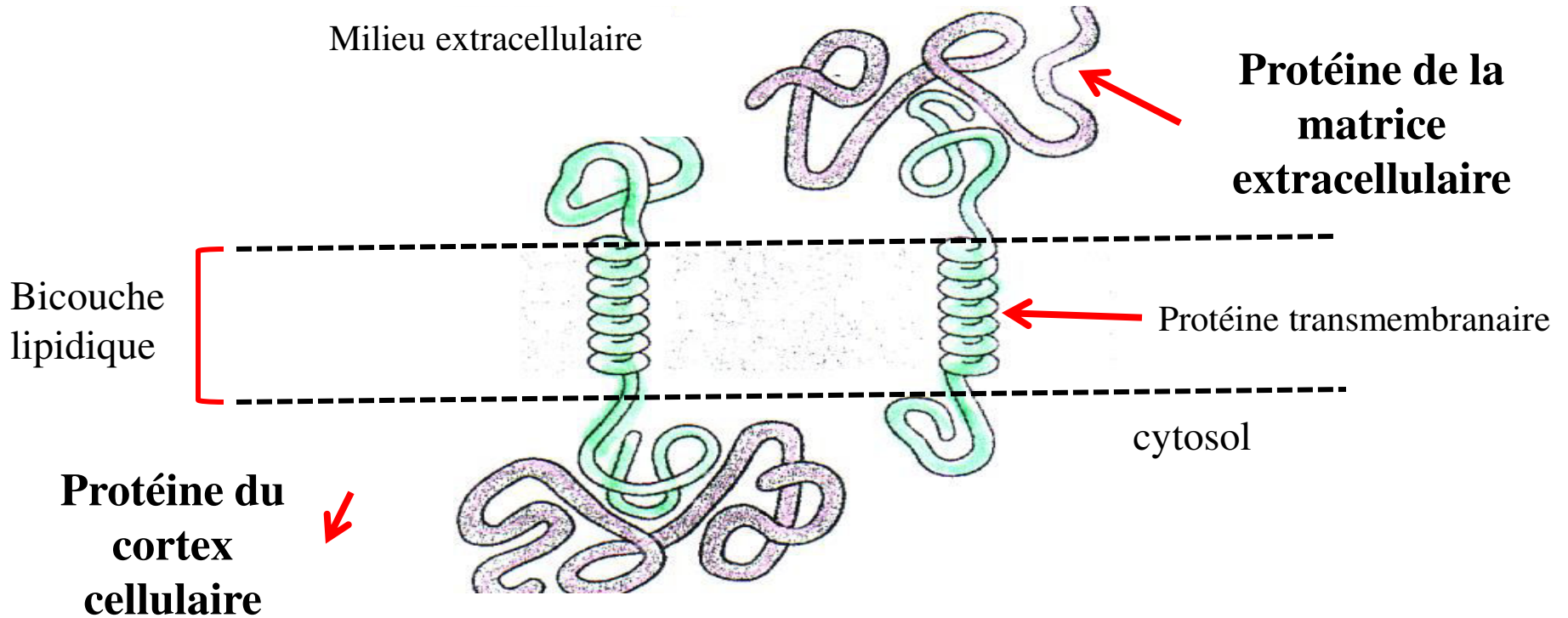
**Liée par un  
acide gras**



# Protéines périphériques (extrinsèques)

**Externes**  
**Extracellulaires**  
**Matricielles**

**Internes**  
**Hyaloplasmiques**  
**Cytosoliques**



# Propriétés

**Fluidité**

Hétérocaryon  
+  
Immunomarquage



Fluorescence

Alternance de la  
fluorescence à la surface  
De la membrane



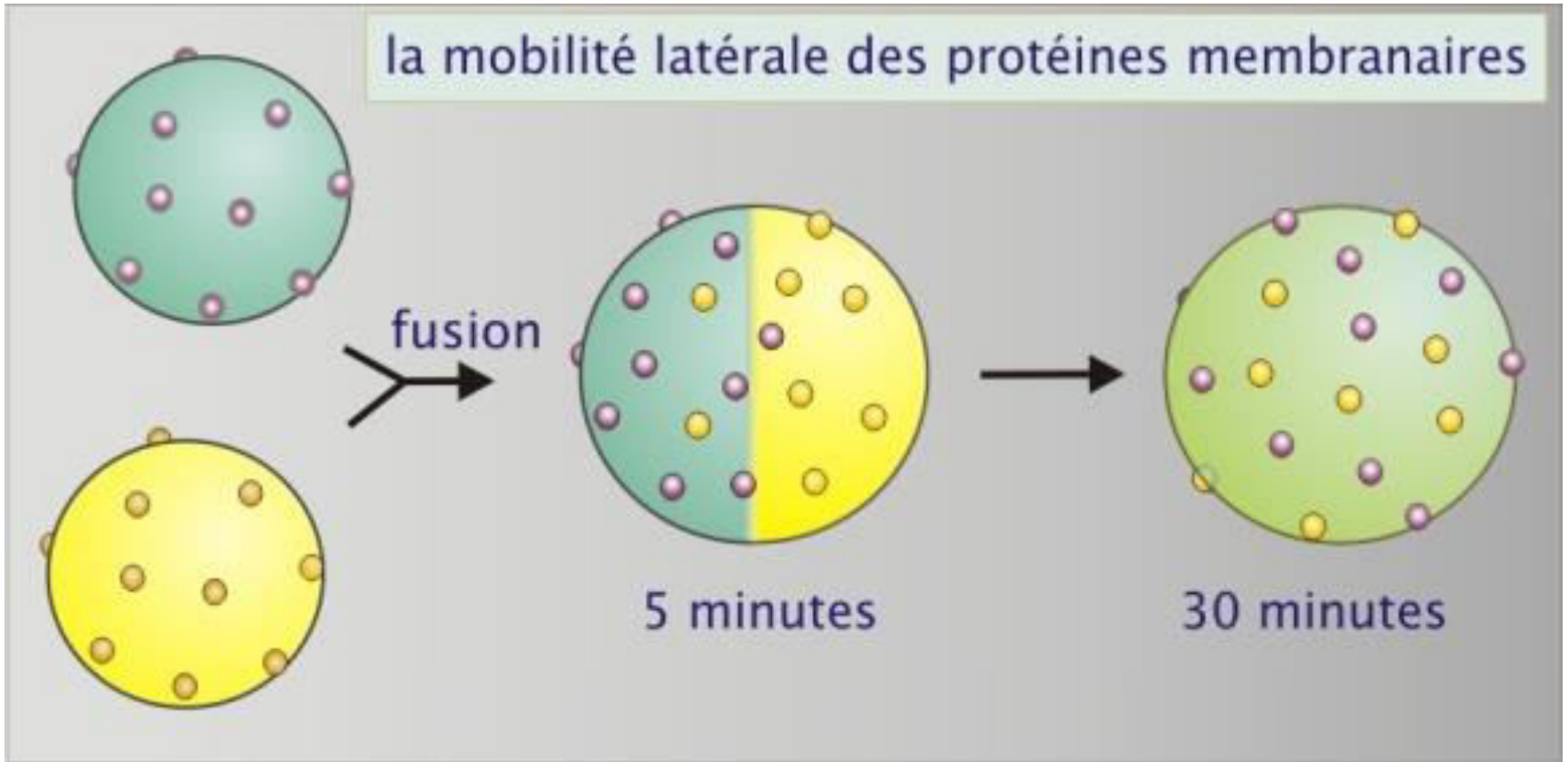
**Diffusion latérale**

**peu fréquents**

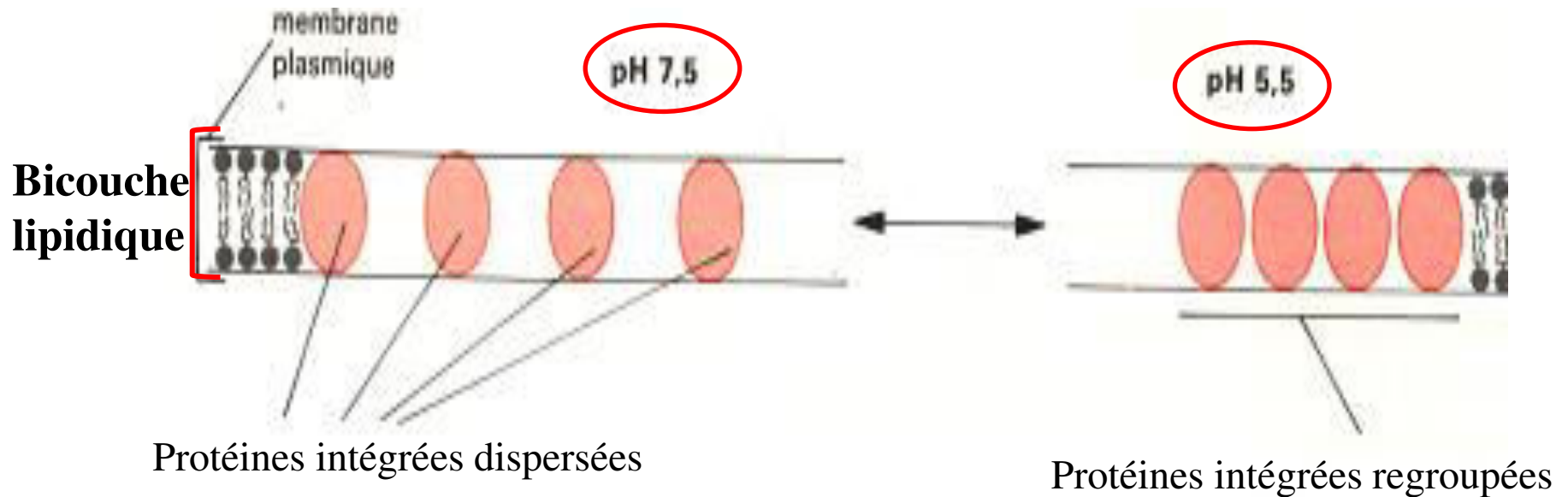
**lents**

## Mise en évidence de

la mobilité latérale des protéines membranaires



- **Fluidité membranaire est liée aux modifications du pH du milieu**



**Fluidité (par diffusion latérale) réversible**



# Mouvement des protéines dans le plan membranaire



**Protéines intégrées  
dispersées:**

**- dans un milieu à pH 7,5**



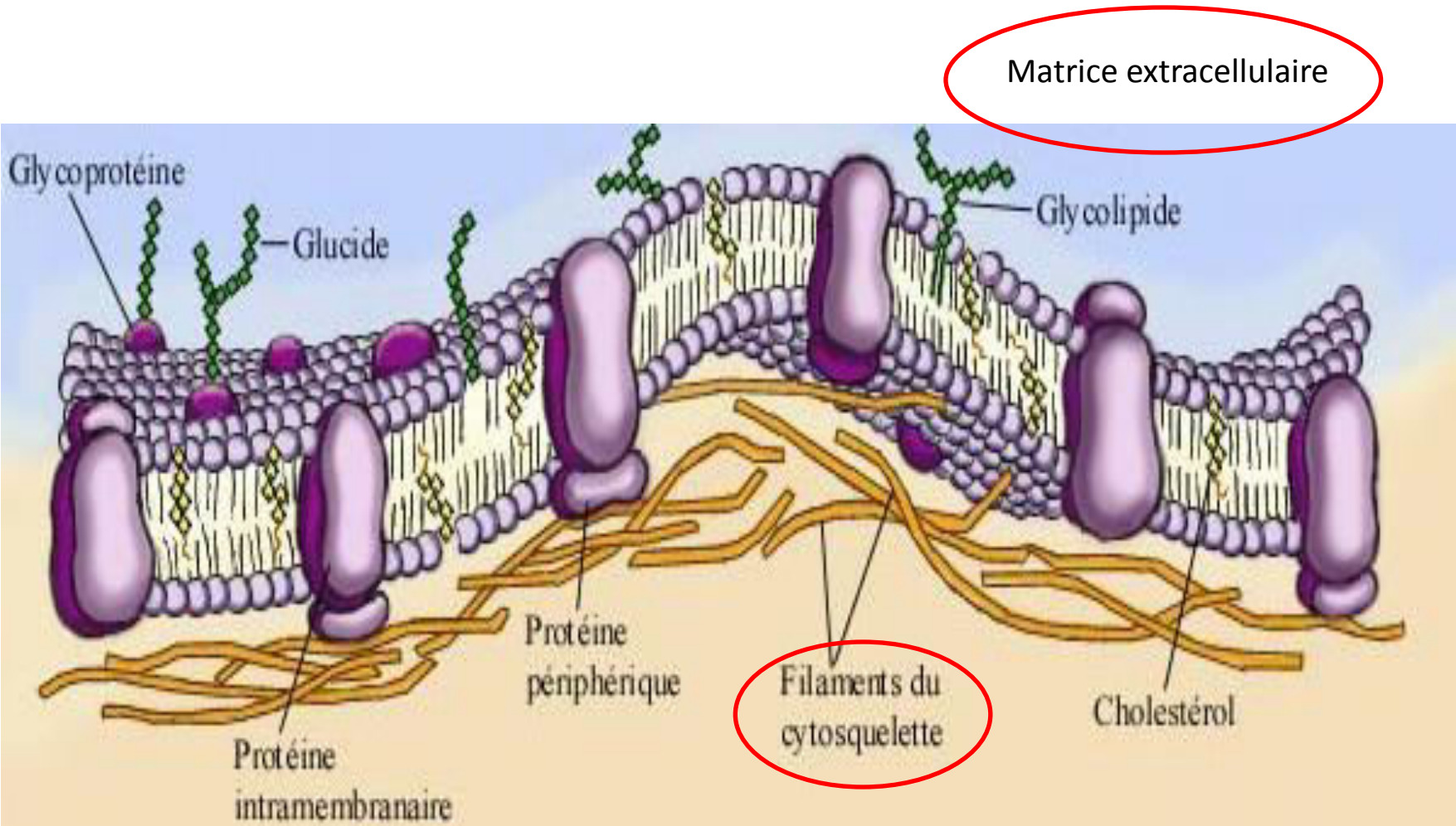
**Protéines intégrées  
regroupées en agrégats:**

**- dans un milieu à pH 5,5**

correspondent aux **particules globulaires** (Cryodécapage / MEB)  
mouvements réversibles = **diffusion latérale**

# • Asymétrie biochimique

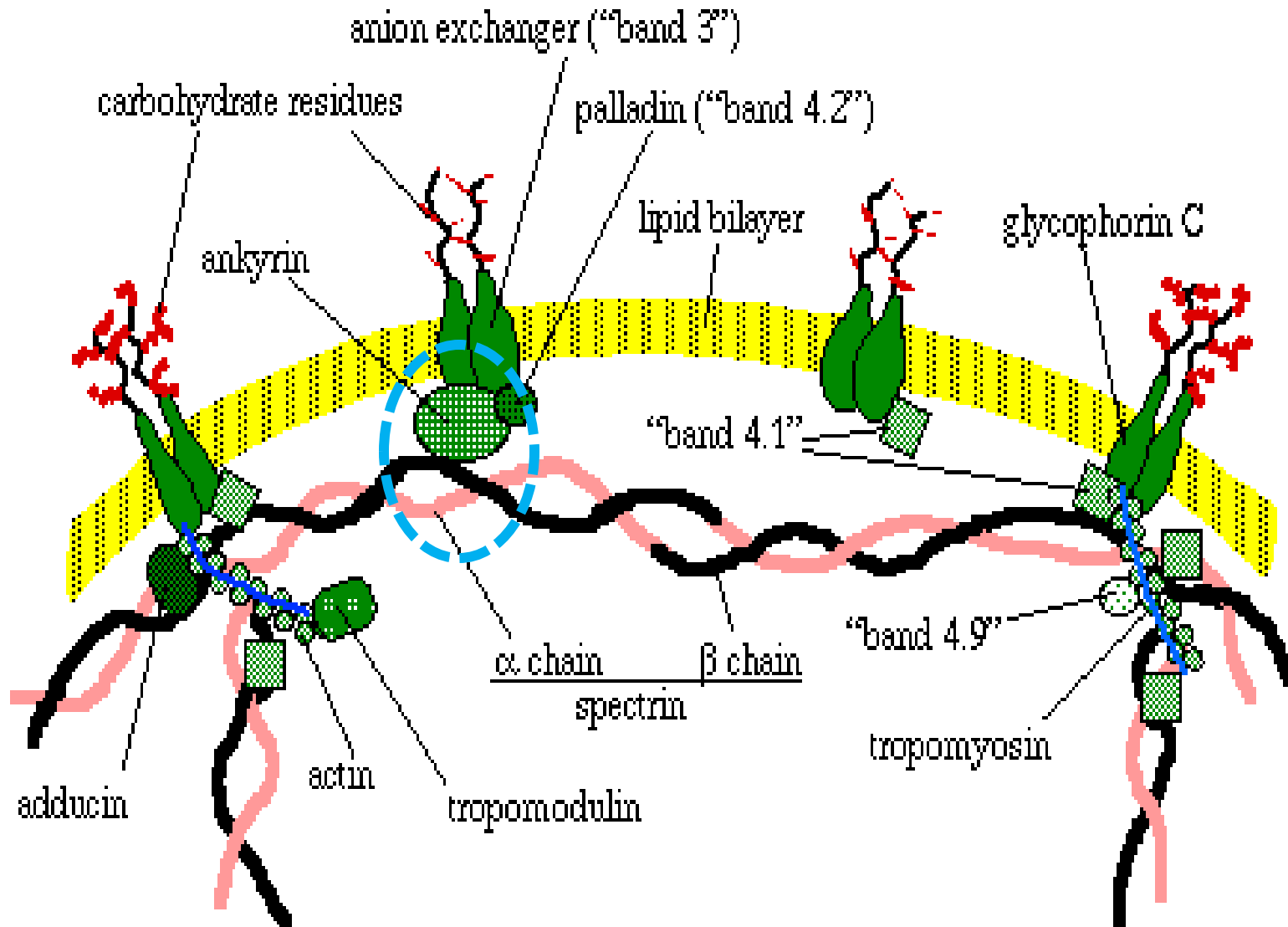
Répartition et densité des protéines différentes sur les deux faces → asymétrie



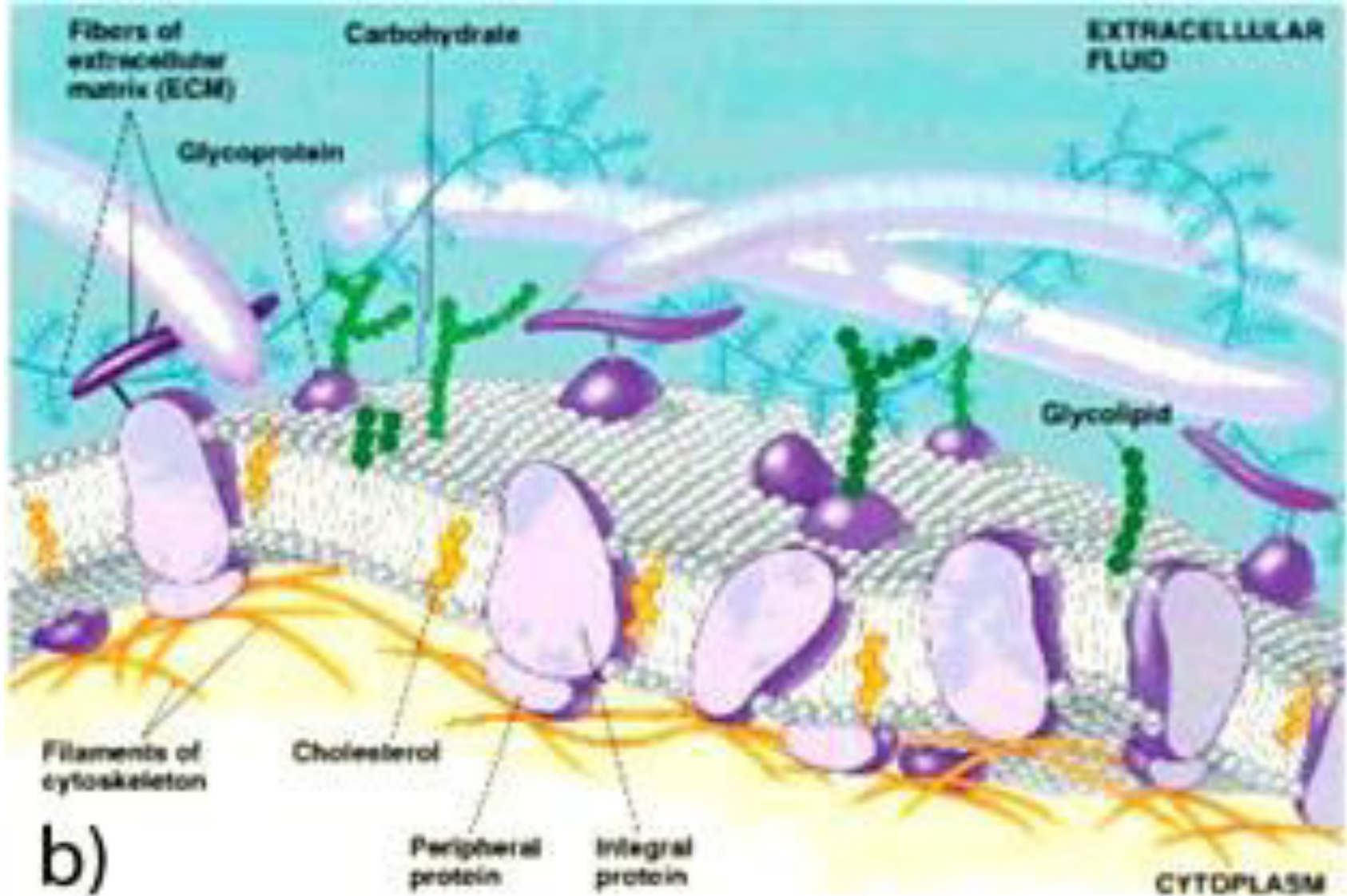
# Fonctions des protéines

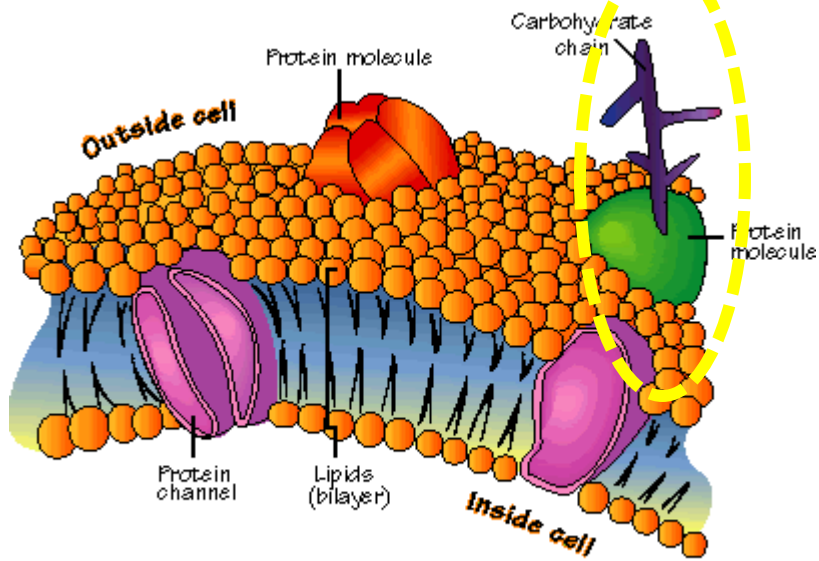
- **Structure:** les protéines périphériques assurent **ancrage** à la MEC et au cytosquelette.
- **Adhésivité cellule – cellule & cellule –MEC**
- **Transport:** (voir perméabilité)
- **Récepteur de signaux** (voir communications intercellulaires)
- **Enzymatique:** catalyse une réaction (substrat  $\longrightarrow$  produit)

# Interactions mb-cytosquelette

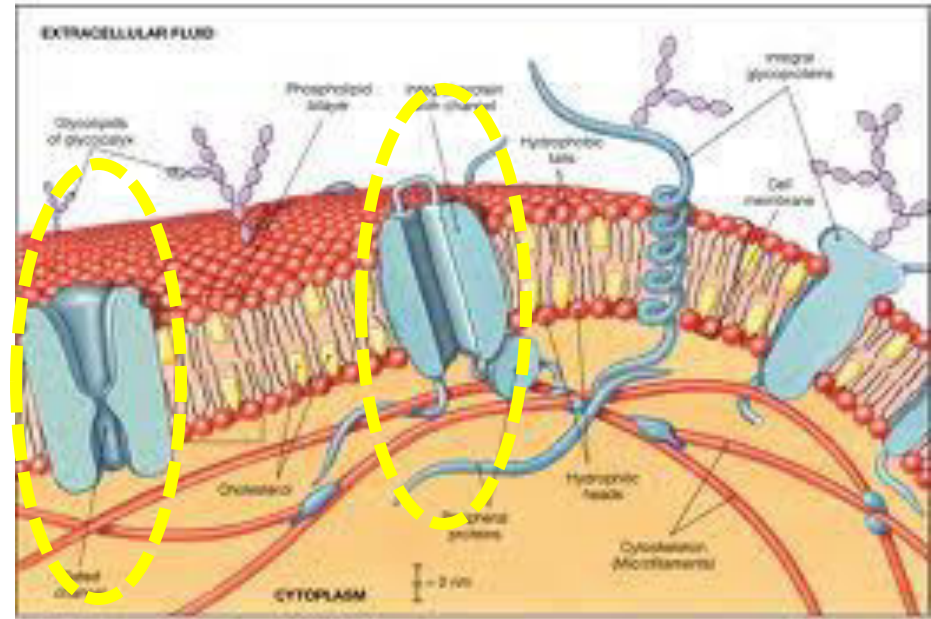


# Interaction mb- MEC & mb

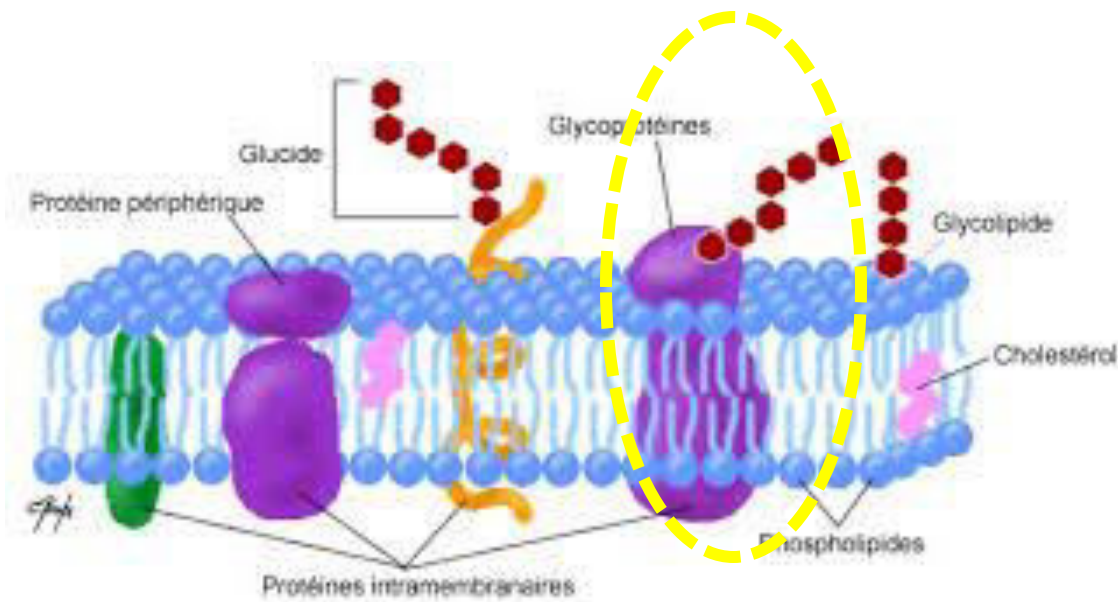




**Structure**



**transport**



**Enzyme**

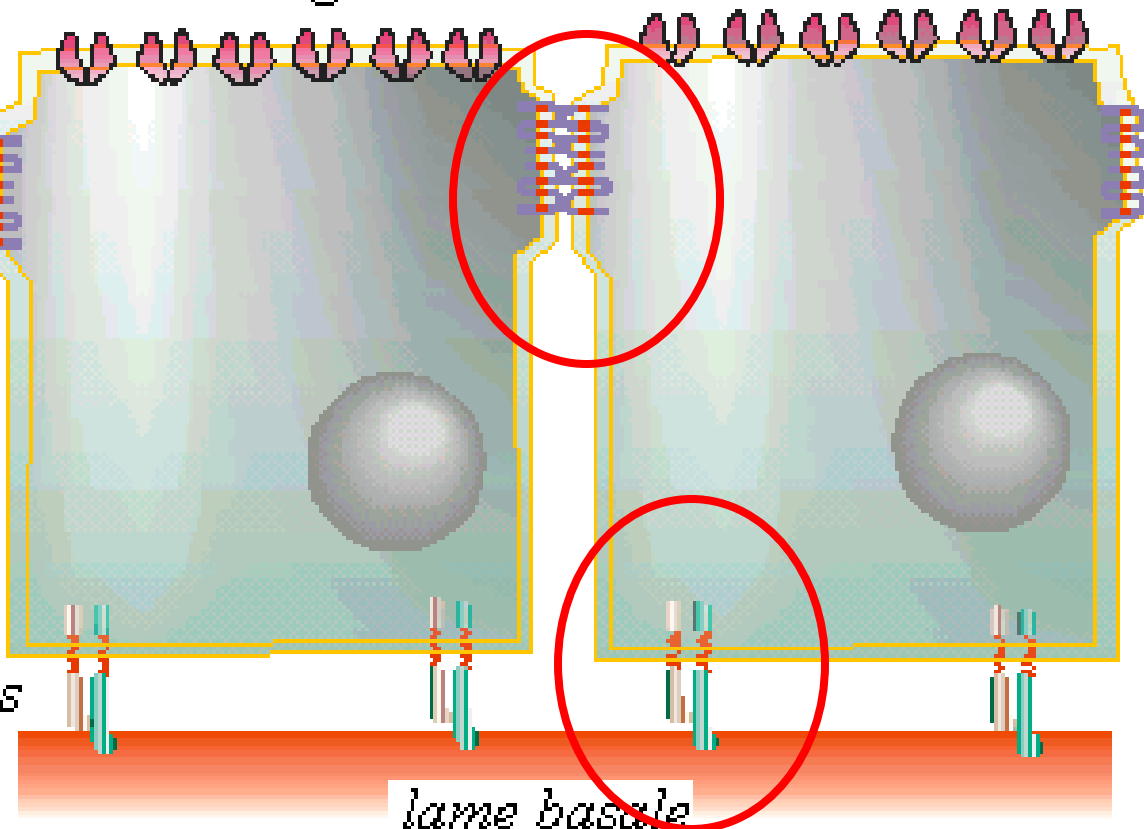
# Adhésivité

*transporteurs de Na<sup>+</sup>/glucose*

*jonction  
étanche*

*intégrines*

*lame basale*



# Plan

## A/ ASPECT ULTRASTRUCTURAL

### 1- Techniques de mise en évidence

#### 1-1. Coupes minces

#### 1-2. Répliques

### 2- Composition chimique

#### 2-1. Technique d'isolement

#### 2-2. Analyse biochimique

#### **2-2-1. les lipides / propriétés physico-chimiques / fonctions**

#### **2-2-2. les protéines/ propriétés physico-chimiques / Fonctions**

#### **2-2-3. les glucides**

### 3- Architecture moléculaire



# Les glucides

Nature

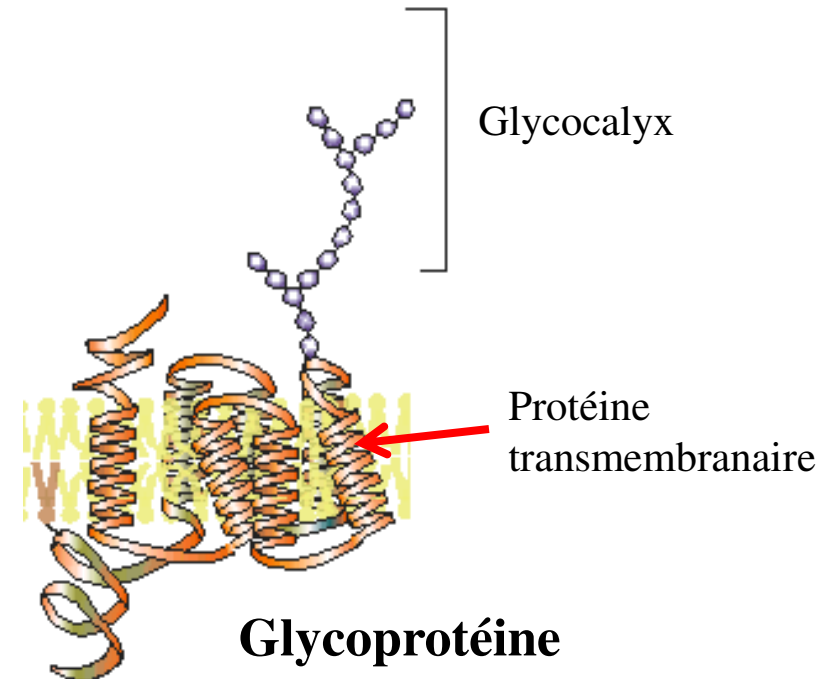
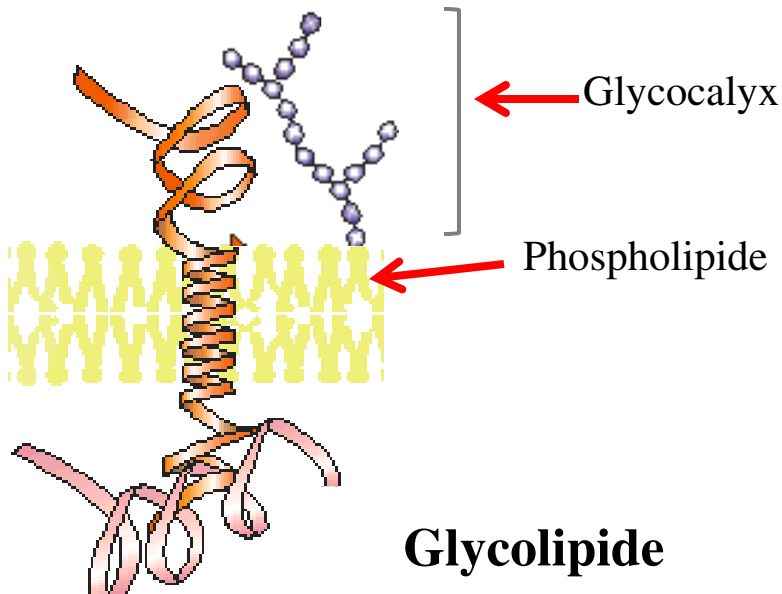
**Glycolipides**

(lipides + glucides)

**Glycoprotéines**

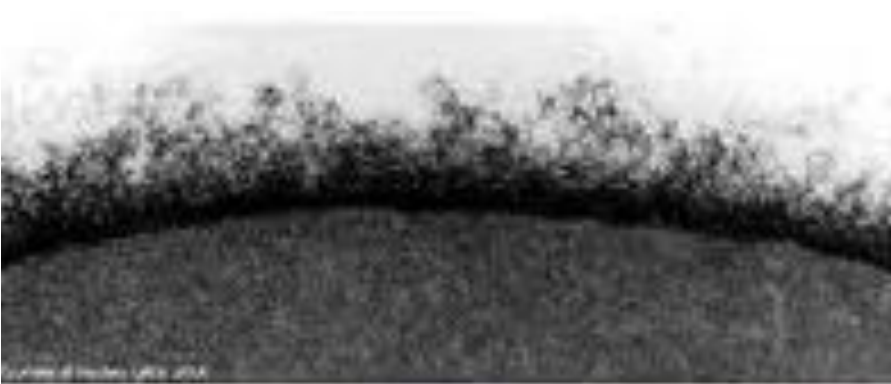
(protéine + glucides)

**Glycocalyx**

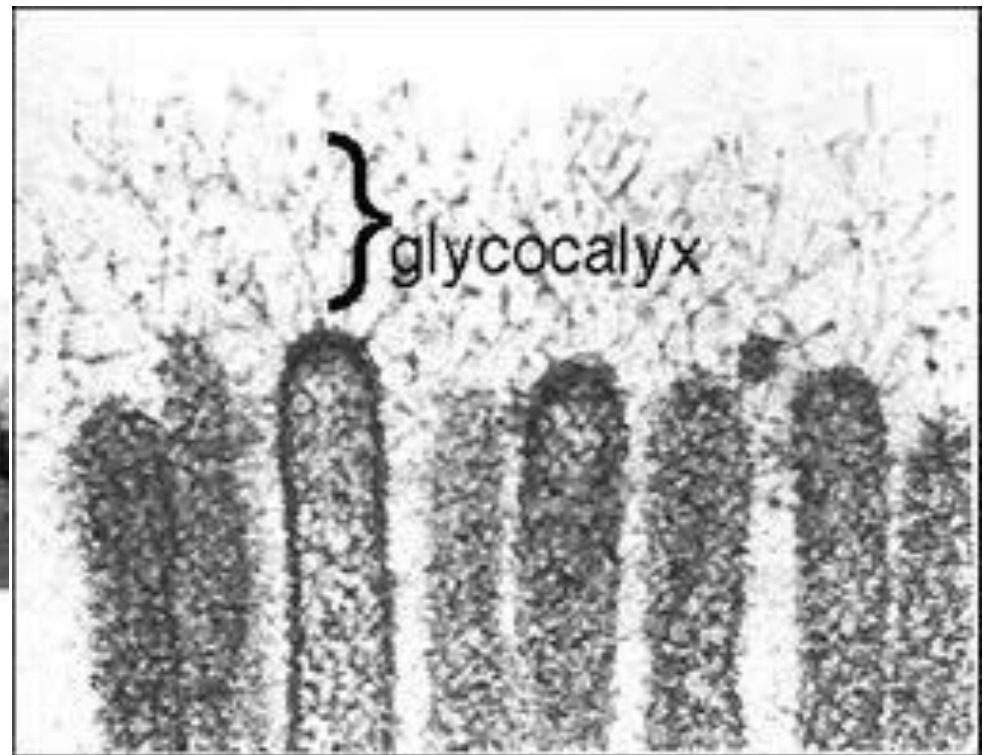


**Les chaînes glucidiques forment le revêtement fibreux**

**En MET le glycocalyx est +/- important en fonction du type cellulaire**



**Glycocalyx d'un érythrocyte**



**Glycocalyx d'un entérocyte**

# Propriétés

- **hydrophiles**
- **associés au feuillet dense externe**

# Fonctions des glucides

- forment le **Glycocalyx** (*Cell-coat*)
- **Déterminent l'asymétrie** structurale et **participent à l'asymétrie** biochimique
- **Déterminent les antigènes** du soi et des groupes sanguins
- **reconnaissance** entre cellules de même type pour organiser un tissu
- interviennent (au titre des glycoprotéines ) dans **l'adhésivité**, la **perméabilité** et la **communication**
- **inhibition de contact**: contrôle la division cellulaire
-

# Notion de radeau lipidique / Micro -domaine /raft



**Le terme Raft signifie radeau**

➤ Raft= radeau

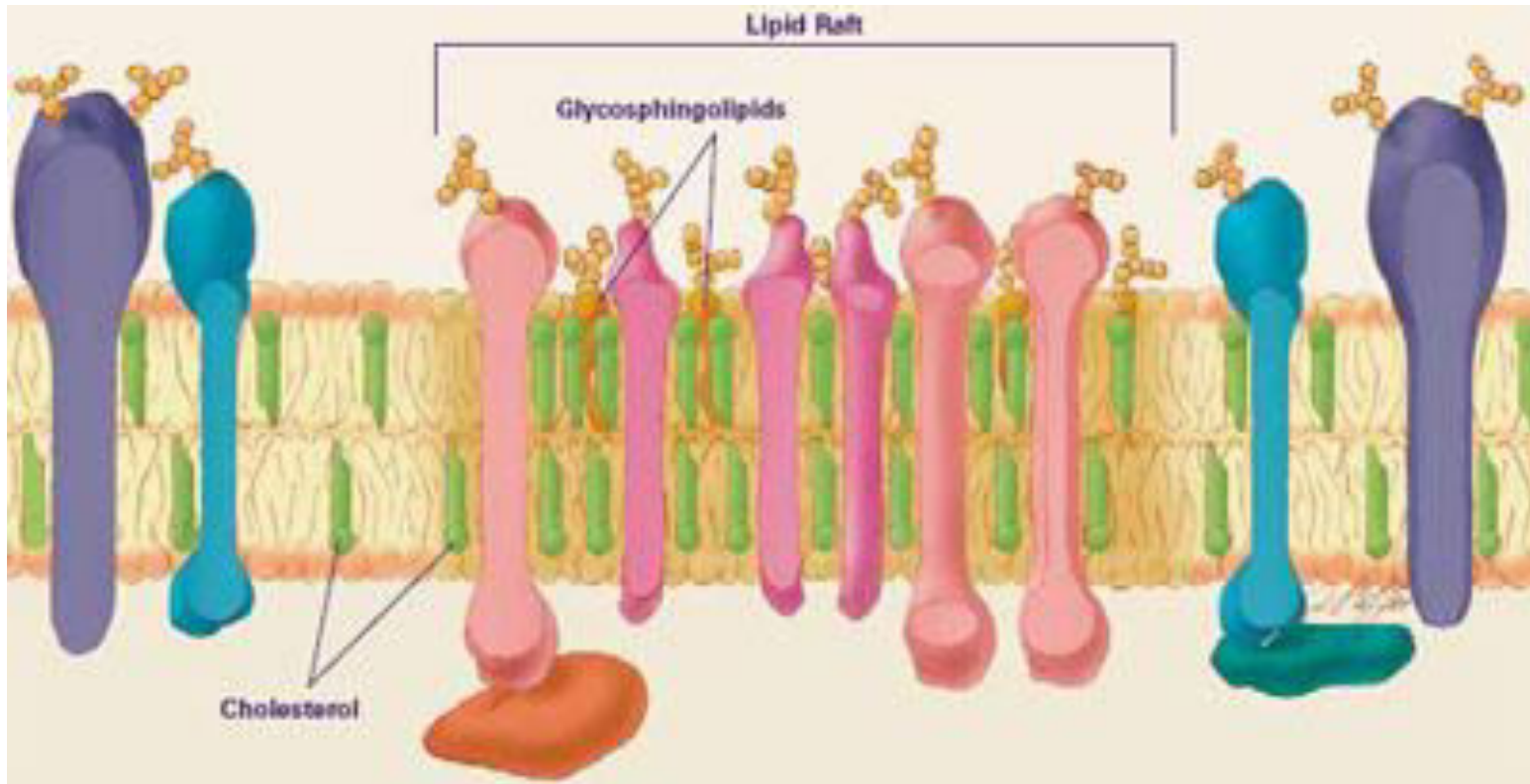
**Composition chimique**

**Propriétés**

**Fonctions**

# Composition moléculaire

lipides saturés, sphingolipides, cholestérol, protéines à 1DTM,  
Protéines ancrées par GPI, cavéoline (Protéine ancrée au cholestérol)

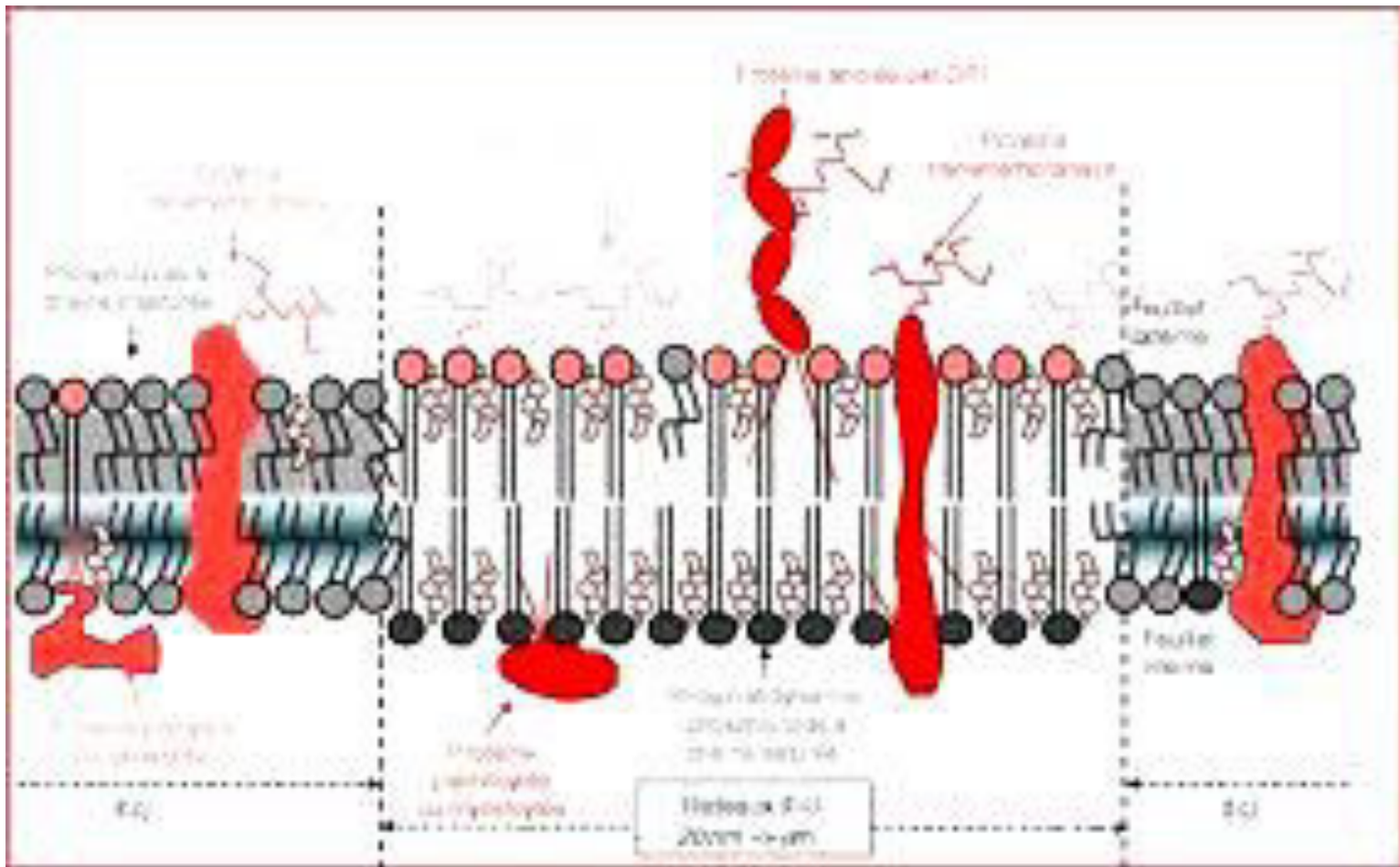


# Propriétés

Au niveau structural :

➤ **zones plus épaisses** de la membrane en raison de la longueur des chaînes d'A.G (22-24 carb)

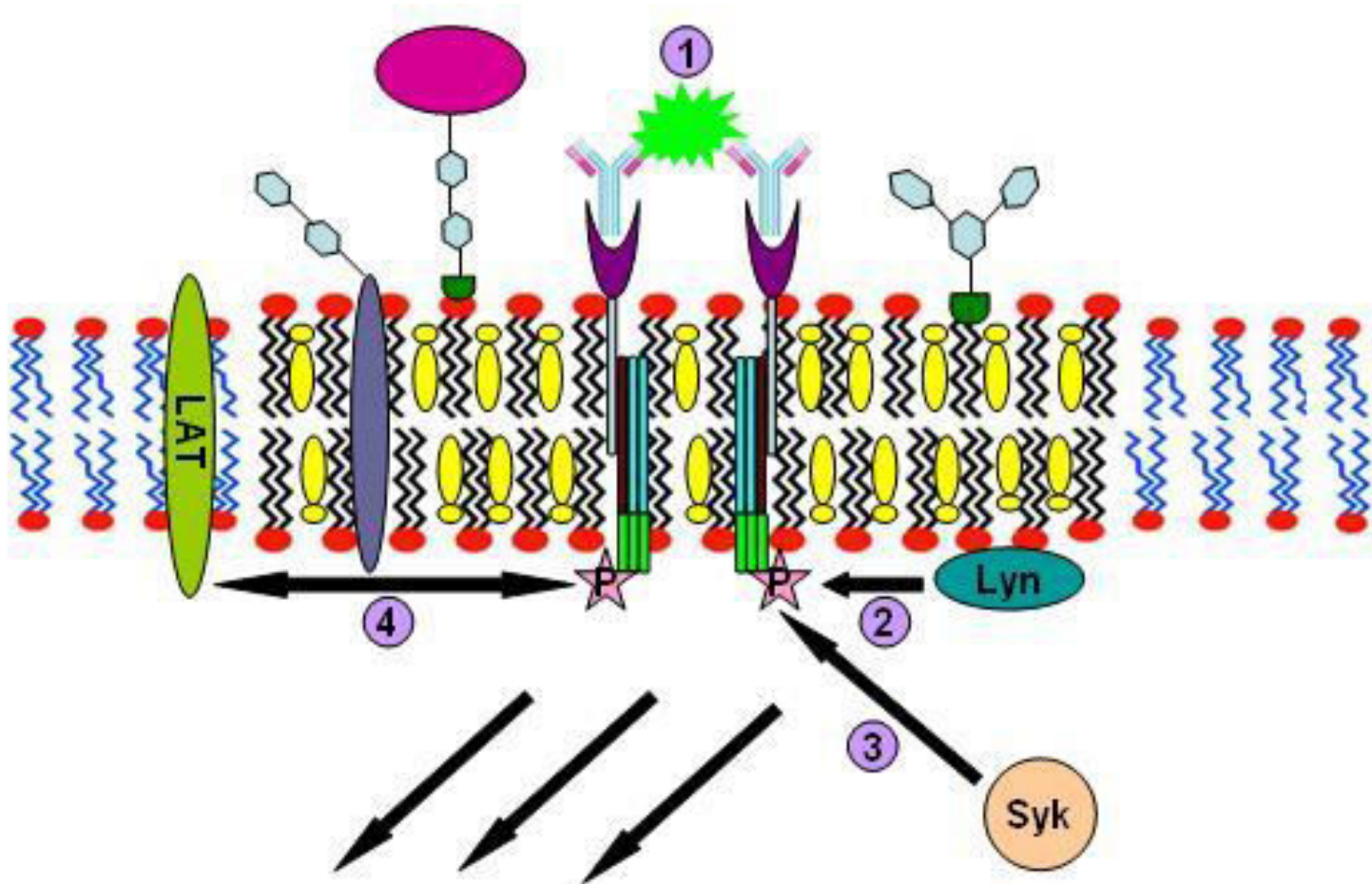
➤ **zones stables** en raison de l'abondance du cholestérol



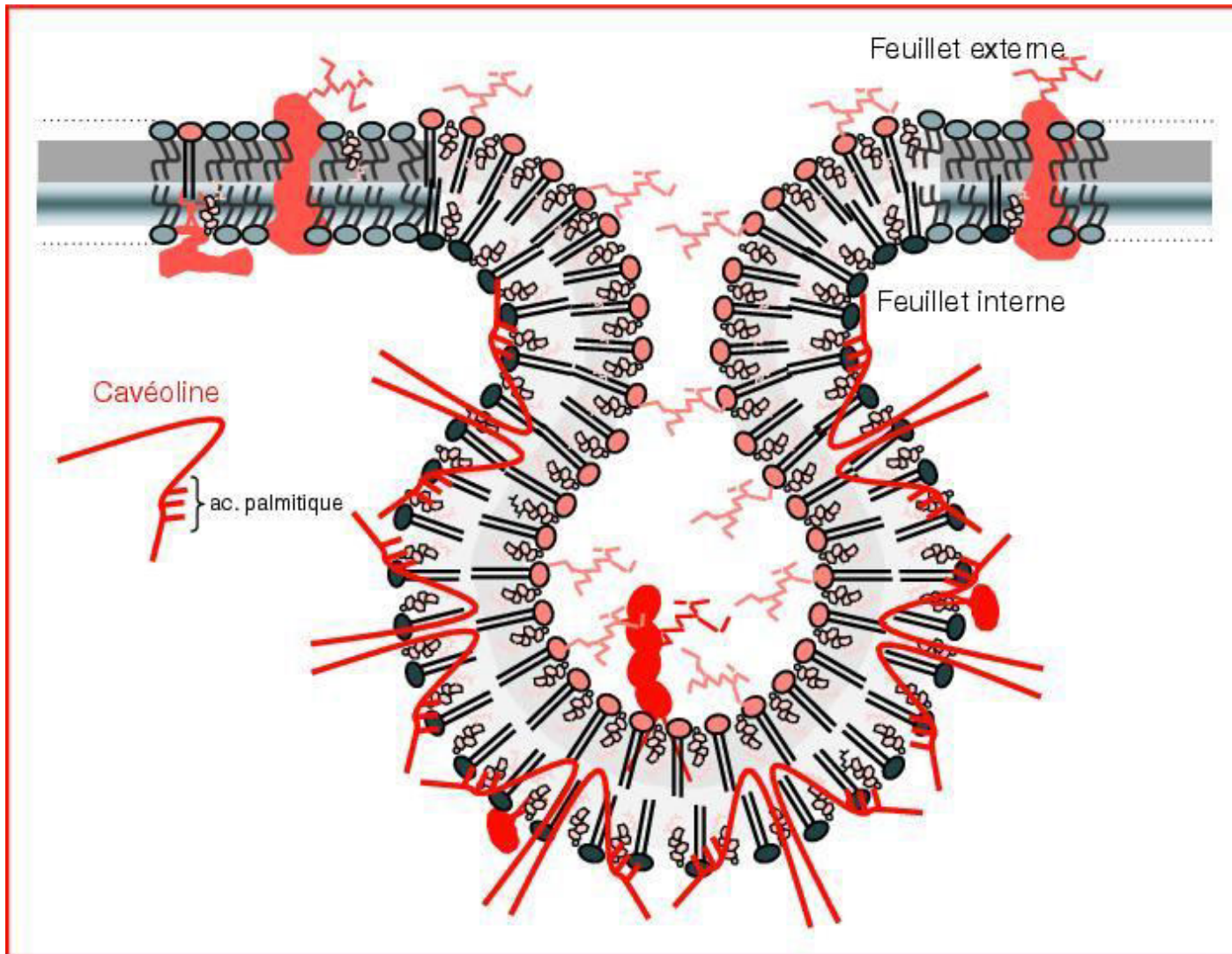


# Fonctions

## 1 Le Raft: un site de signalisation par des ligands spécifiques

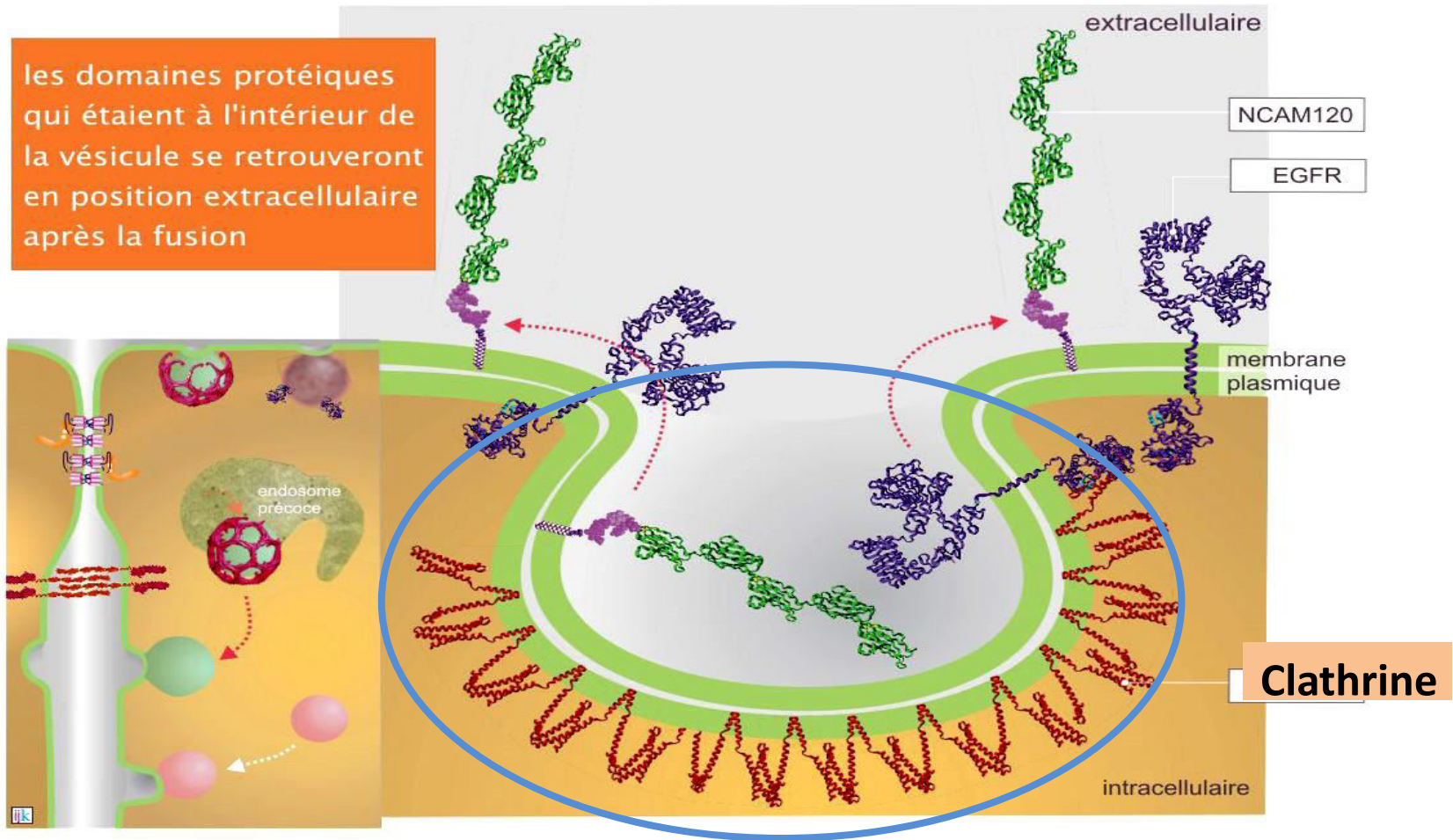


## 2<sup>e</sup> voie de renouvellement de ces régions membranaires par endocytose



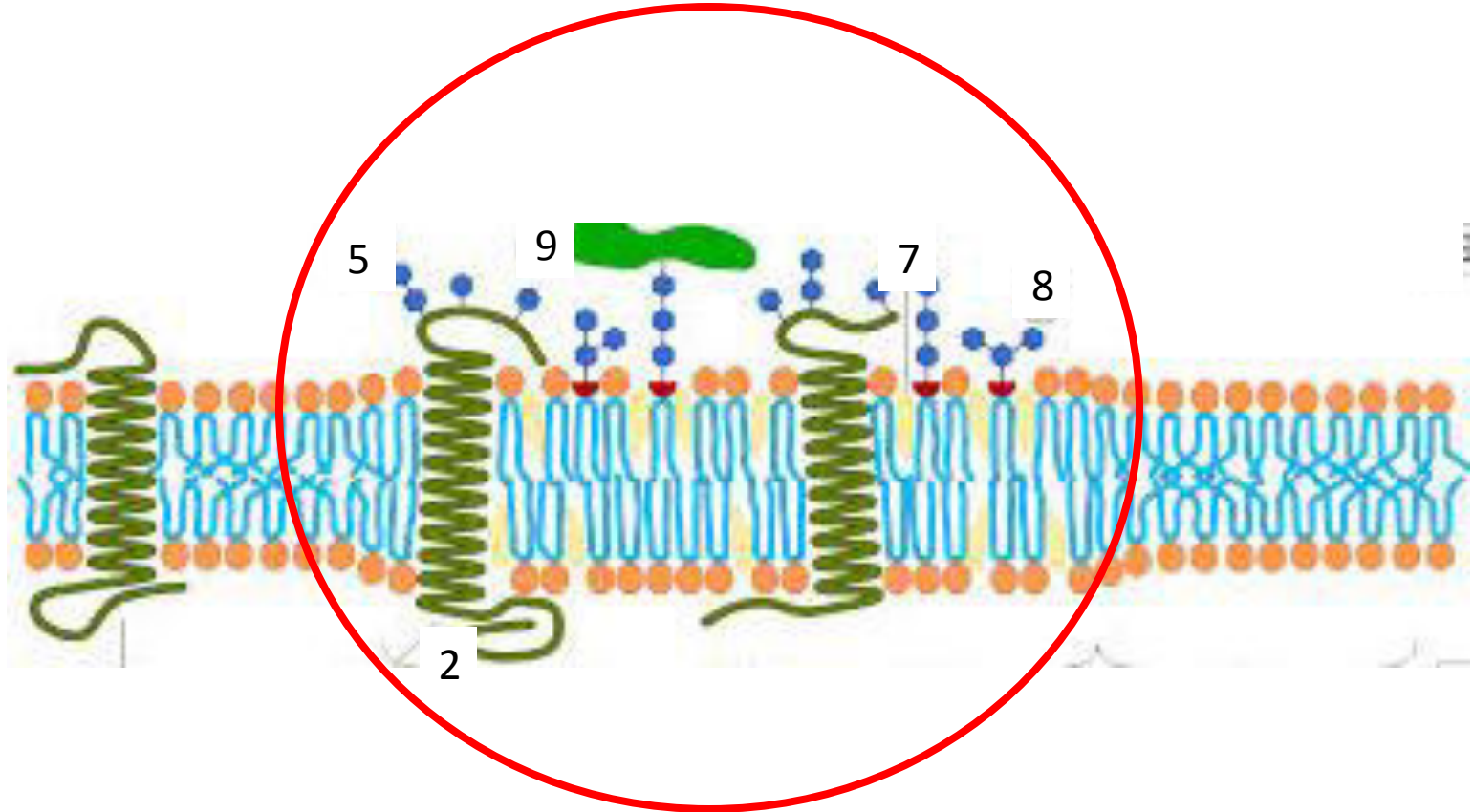
# La cavéole : une dépression de microdomaine membranaire revêtue de cavéolines lors de l'endocytose

les domaines protéiques qui étaient à l'intérieur de la vésicule se retrouveront en position extracellulaire après la fusion



# Exercice

Le raft = domaine spécialisé de la membrane plasmique



# Plan

## A/ ASPECT ULTRASTRUCTURAL

### 1- Techniques de mise en évidence

#### 1-1. Coupes minces

#### 1-2. Répliques

### 2- Composition chimique

#### 2-1. Technique d'isolement

#### 2-2. Analyse biochimique

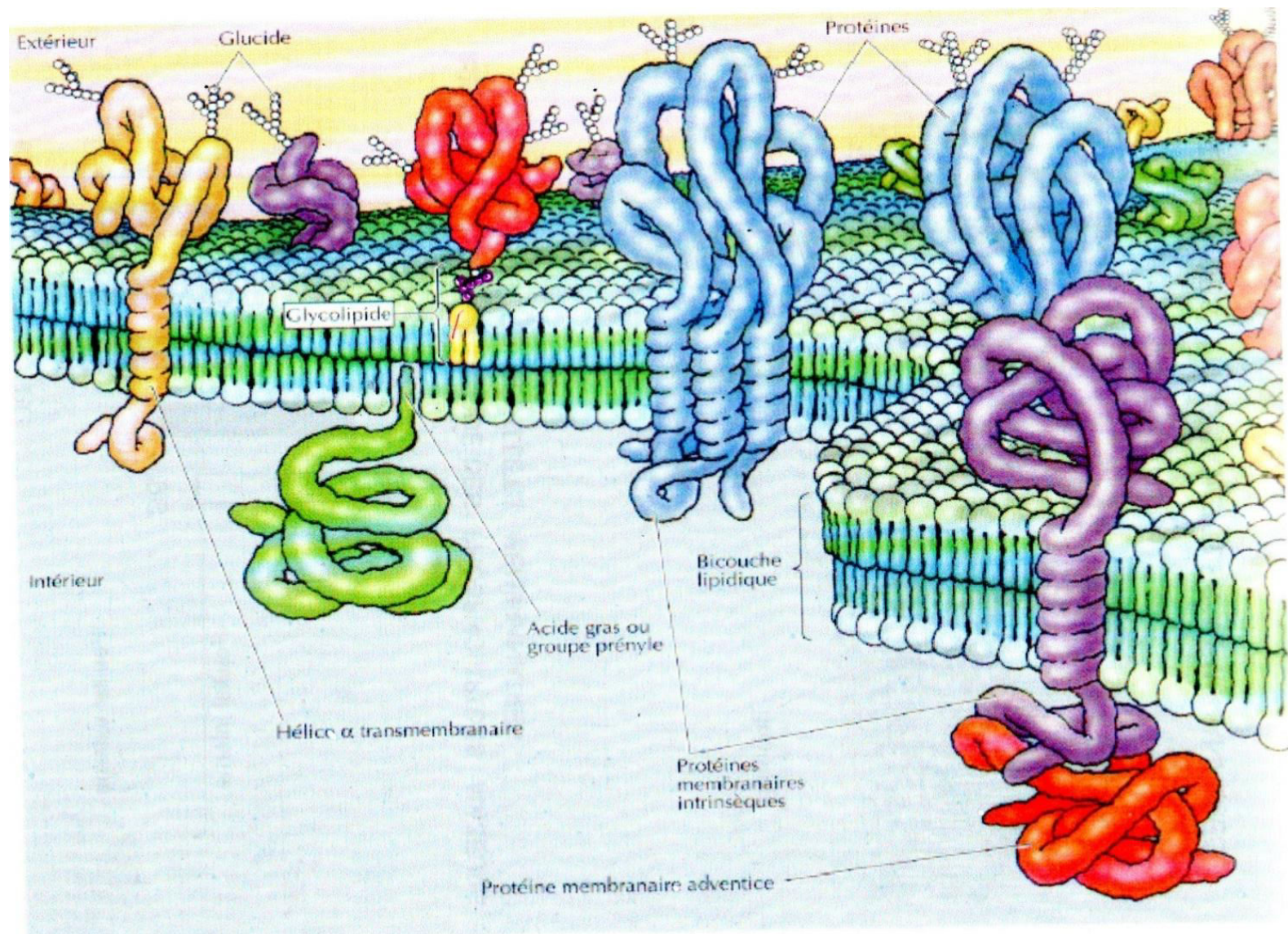
##### **2-2-1. les lipides / propriétés physico-chimiques / fonctions**

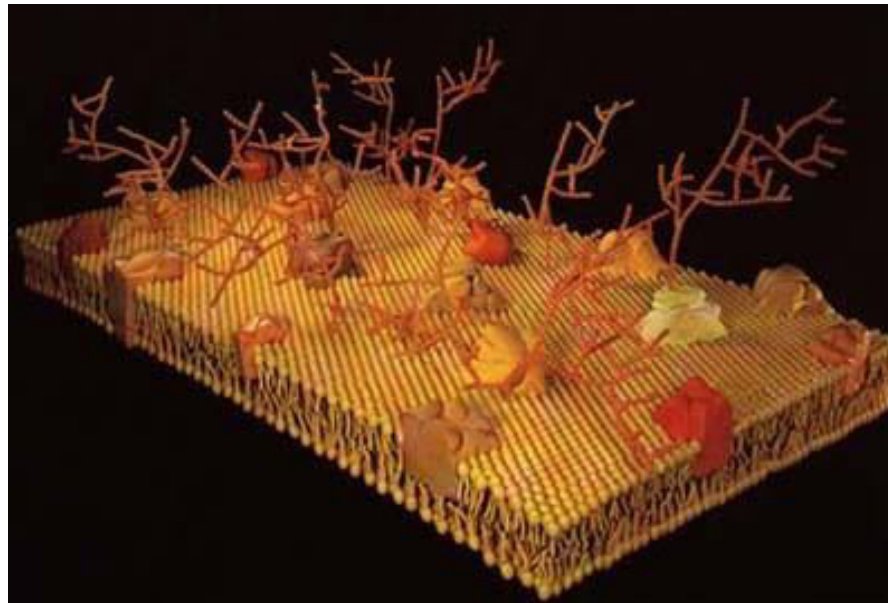
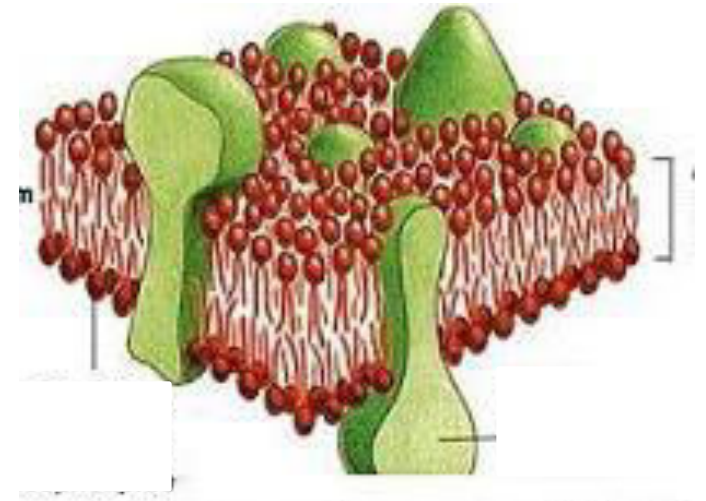
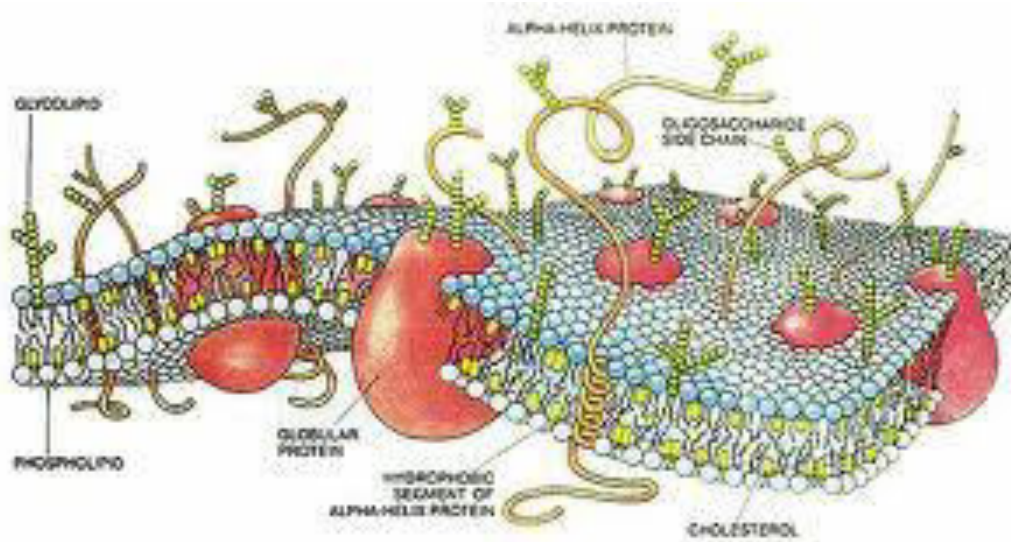
##### **2-2-2. les protéines/ propriétés physico-chimiques / Fonctions**

#### 2-2-3. les glucides

### **3- Architecture moléculaire**

# Architecture moléculaire de la membrane plasmique modèle de Singer et Nicholson 1971





**Architecture moléculaire: Mosaique fluide asymétrique  
(Différentes représentations)**

Fin