

Compartimentation Fonctionnelle de la Cellule

1- Notion de compartiment

- Les membranes biologiques sont constituées de lipides et de protéines
- Dynamique des molécules des membranes
- Fonctions des membranes
- Biosynthèse des protéines membranaires et sécrétion des protéines solubles

1.1- Définition

1.2- Composition moléculaire de la membrane

Le rapport de masses **Protéines/Lipides** (Membrane plasmique, Endomembranes...)

Il n'existe pas de glucides mais des **résidus glucidiques**

1.2.1- Lipides membranaires

- Rôle structural : les membranes biologiques sont constituées de lipides et de protéines
- Rôle énergétique : stockage et échanges
- Rôle de signalisation : à la surface des membranes

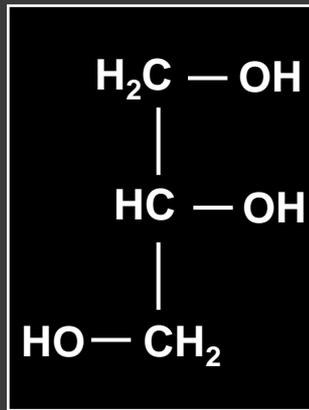
Les phospholipides :

La diversité des phospholipides résulte

de l'association de têtes polaires différentes

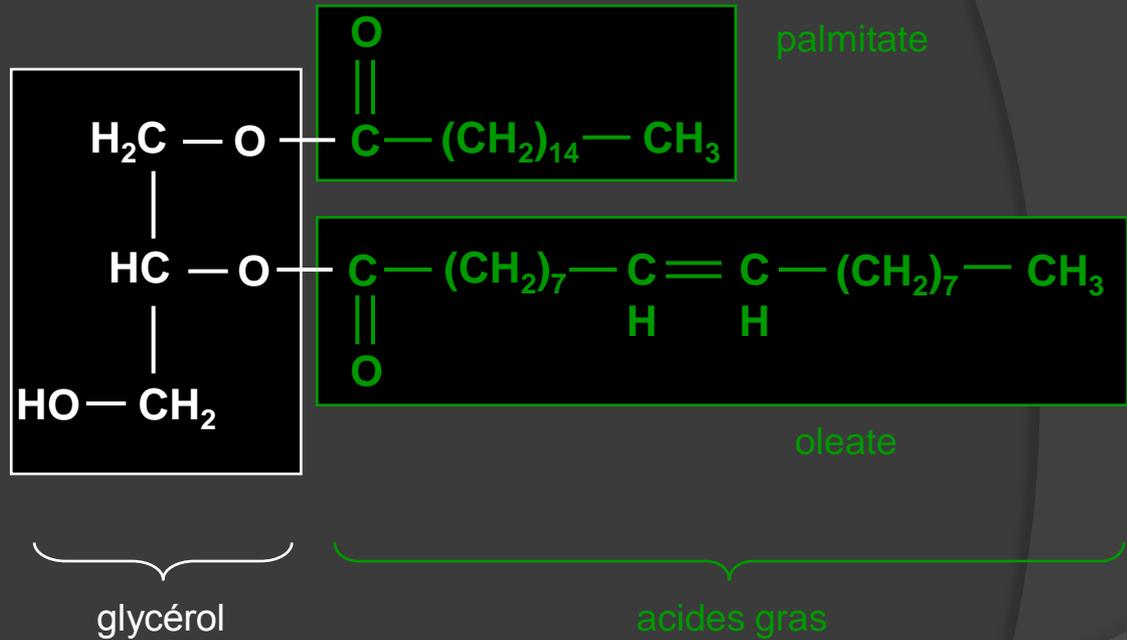
et des acides gras différents

Les phospholipides sont constitués d'un glycérol

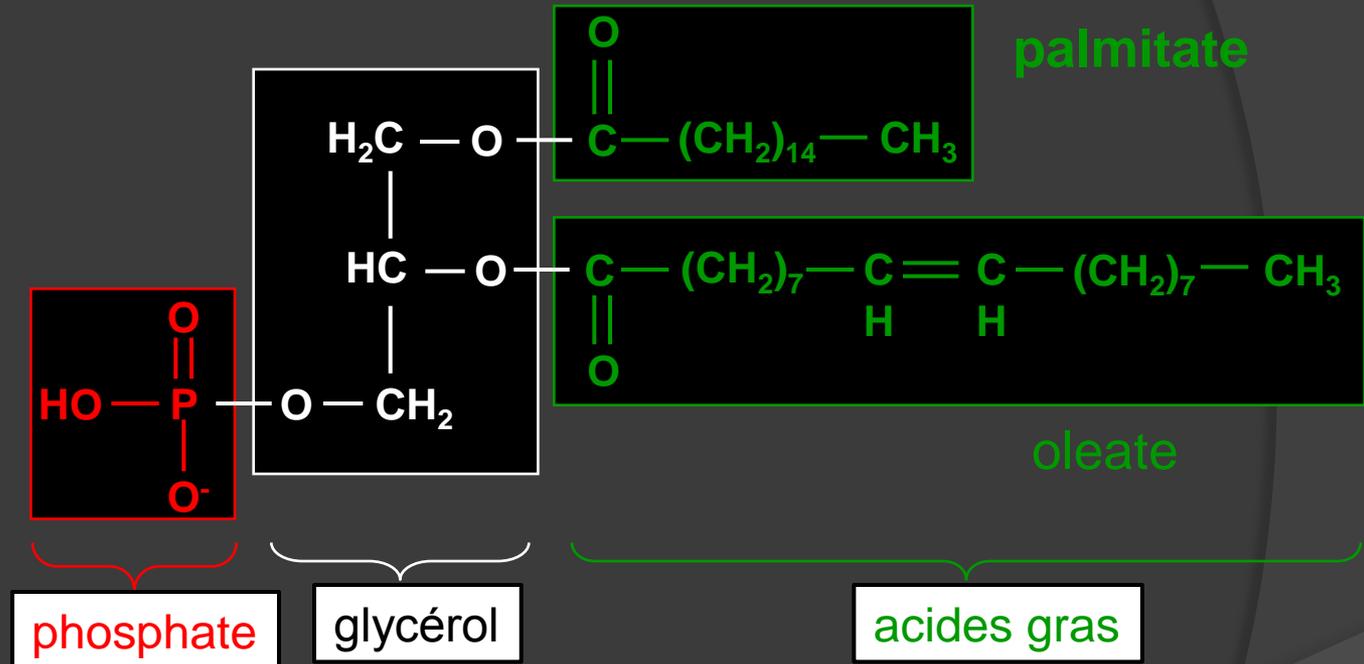


glycérol

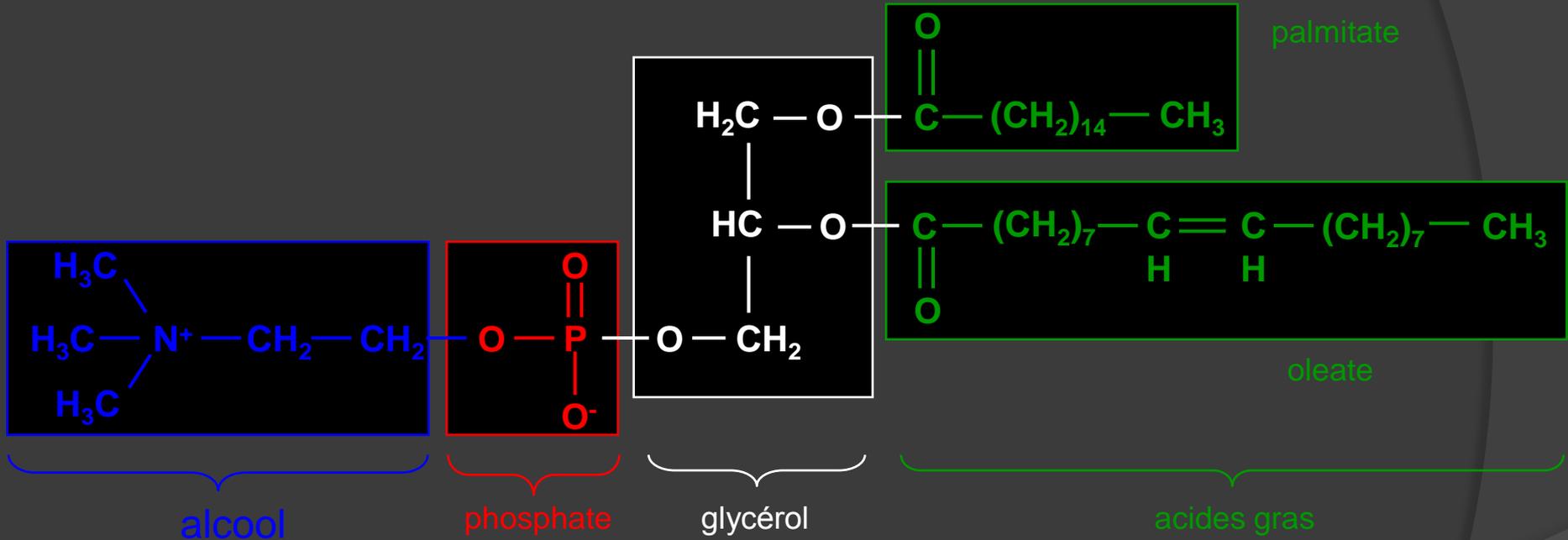
... de deux acides gras,



... d'un phosphate,

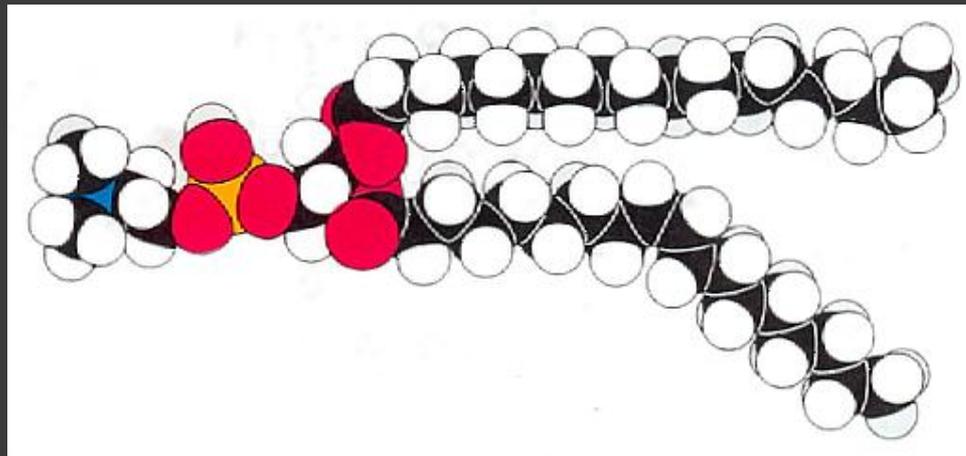
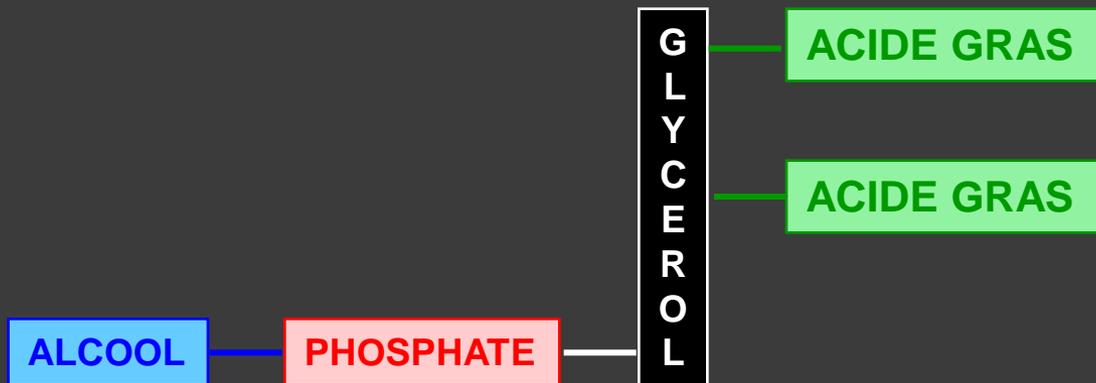


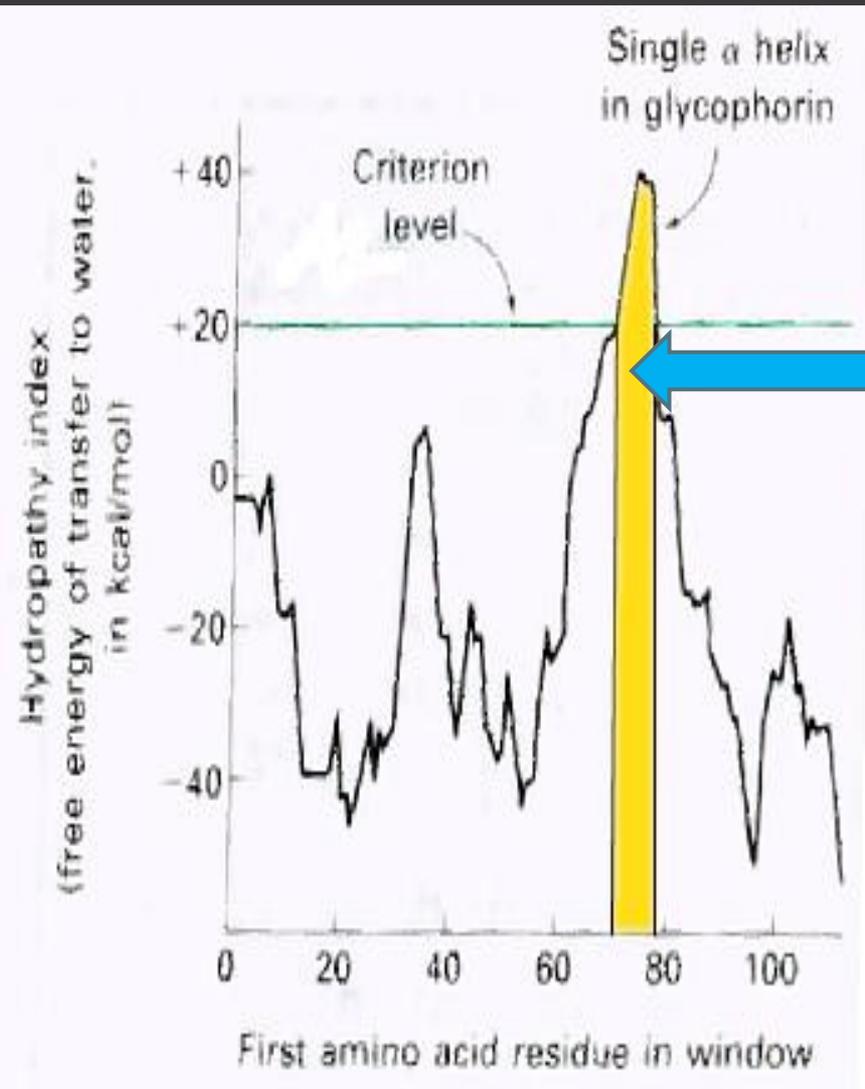
...et d'un alcool



➤ *la phosphatidylcholine*

Les phospholipides: exemple des phosphoglycérides





Echelle de polarité

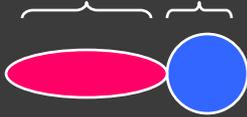
Acide aminé Energie de transfert (kcal/mole)

Phe	F	+ 3,7
Met	M	+ 3,4
Ile	I	+ 3,1
Leu	L	+ 2,8
Val	V	+ 2,6
Cys	C	+ 2,0
Trp	W	+ 1,9
Ala	A	+ 1,6
Thr	T	+ 1,2
Gly	G	+ 1,0
Ser	S	+ 0,6
Pro	P	- 0,2
Tyr	Y	- 0,7
His	H	- 3,0
Gln	Q	- 4,1
Asn	N	- 4,8
Glu	E	- 8,2
Lys	K	- 8,8
Asp	D	- 9,2
Arg	R	- 12,3

1.2.3- Auto organisation

suivant le volume relatif de leurs domaines hydrophobe et hydrophile

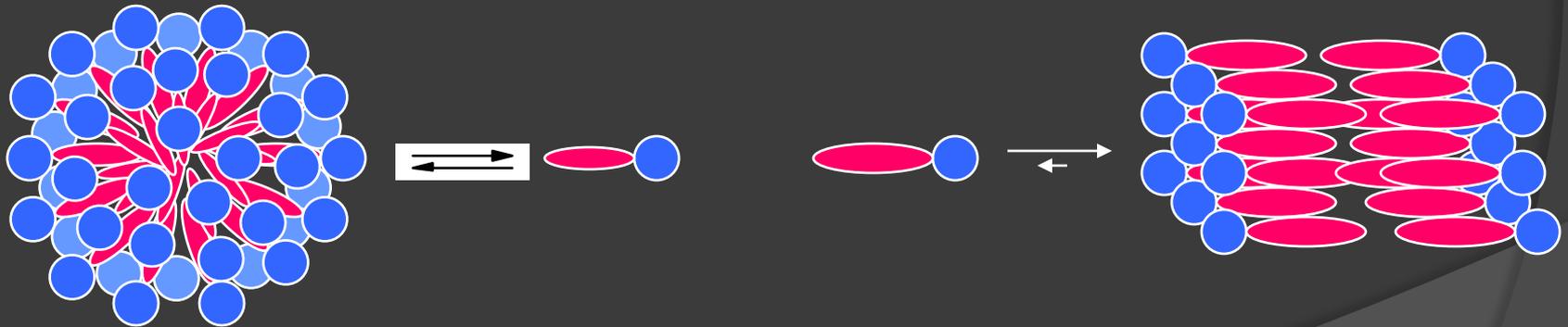
hydrophobe hydrophile



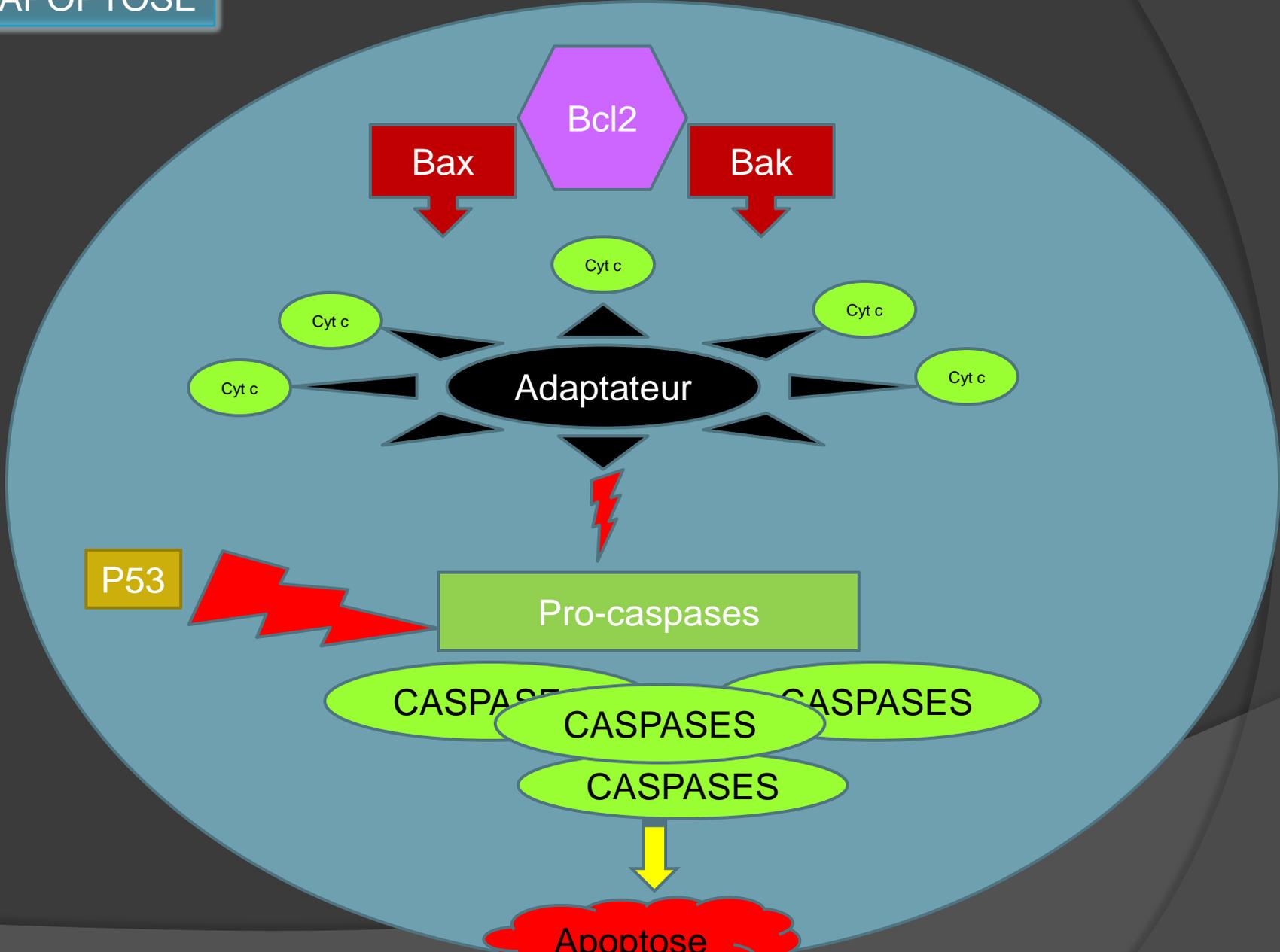
s'associent spontanément

en micelles

ou en bicouches



APOPTOSE



2- Notion de compartiment

Procaryote : 1 compartiment et une seule membrane

Eucaryote : des compartiments limités par une membrane

Un compartiment : ses enzymes → ses propriétés → Voiries entre les compartiments

Le compartiment

Une membrane

Une lumière

Les entrées et les sorties

Rôles des protéines

Liste des compartiments

- ⊙ **Noyau (génom, ADN)**
- ⊙ **Cytoplasme (cytosol + organites)**
- ⊙ **Cytosol (synthèse des protéines + dégradation + métabolisme intermédiaire)**
- ⊙ **Mitochondries**
- ⊙ **Peroxisomes**
- ⊙ **Reticulum endoplasmique (\pm ribosomes, synthèse des lipides, stockage de Ca^{++})**
- ⊙ **Golgi**
- ⊙ **Lysosomes**
- ⊙ **Endosomes (intermédiaire entre extérieur et lysosome)**
- ⊙ **Vésicules**
 - organite \leftrightarrow organite
 - sécrétion, endocytose

NOYAU

- Cellules quiescentes:
 - Enveloppe nucléaire visible:
 - Double membrane, diamètre : 10 μm
 - Continuité avec le réticulum endoplasmique
 - Chromosomes invisibles
- Mitose:
 - Condensation de la chromatine: chromosomes visibles
 - Enveloppe disparaît

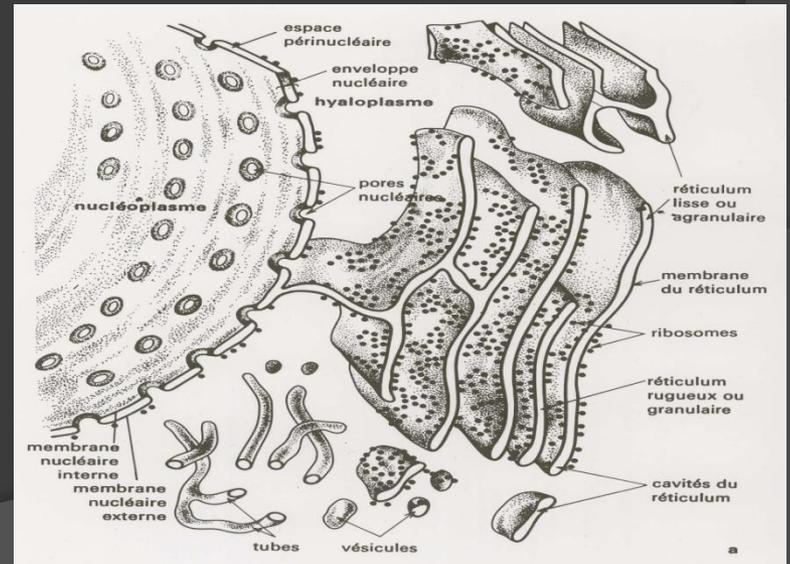
MITOCHONDRIE ET SPECIFITES

- Morphologie classique (microscope électronique):
 - Double membrane (crête et tubules)
 - Particules de 5 à 10 nm sur la face interne de la membrane interne
- Microscopie de fluorescence:
 - Réseau de tubules avec une dynamique de bourgeonnement et de fusion
 - Double membrane

- La mitochondrie a une origine symbiotique:
 - Présence d'ADN
 - Synthèse locale de certaines protéines (10%)*
 - Hérité maternelle*
- Rôle dans l'apoptose
 - Changement du potentiel de membrane
 - Libération de cytochrome c
- Equilibre dynamique du réseau mitochondrial

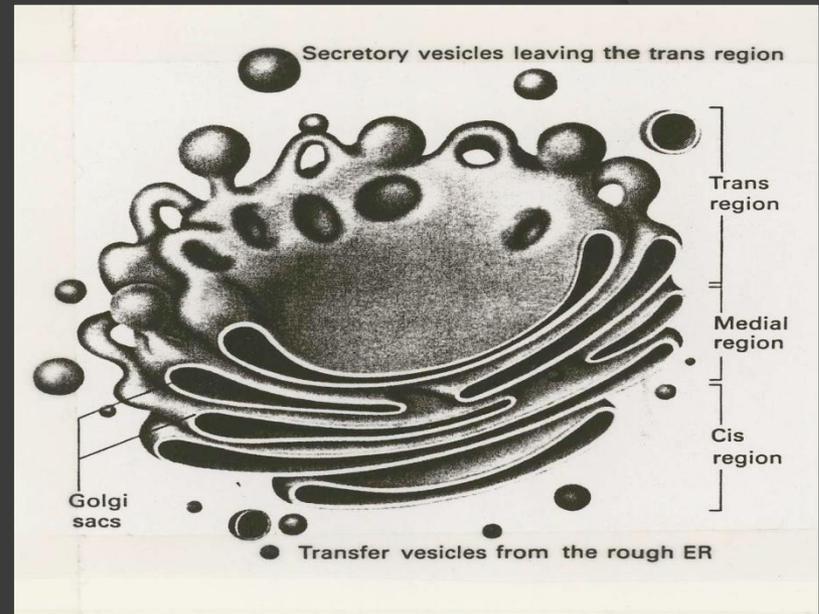
RETICULUM ENDOPLASMIQUE

- Réseau de membranes interconnectées et connectées à la membrane nucléaire
- Réticulum rugueux: ribosomes sur la face externe (synthèse protéique)
- Réticulum lisse: synthèse phospholipides



APPAREIL DE GOLGI

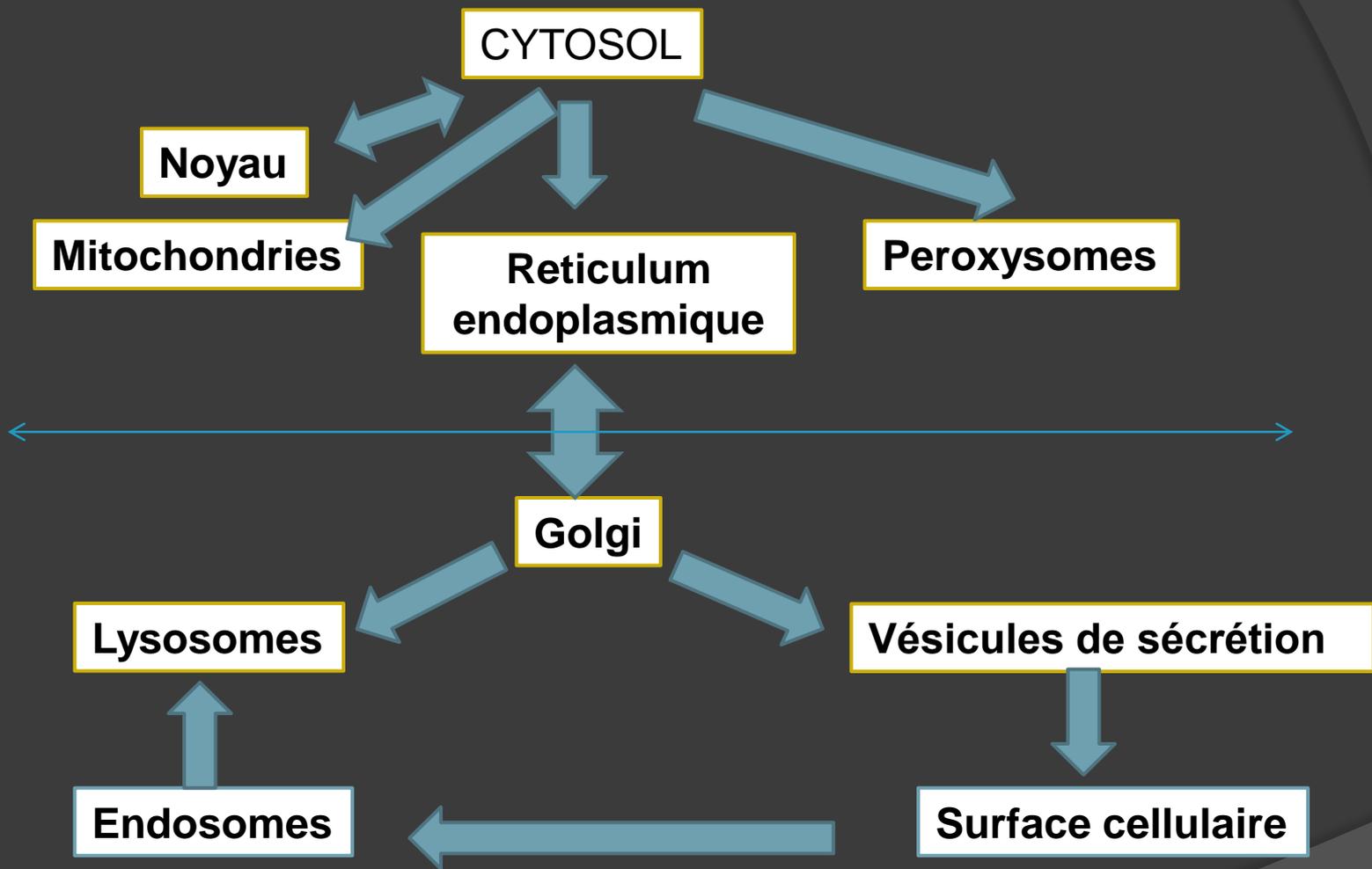
- Variable selon les cellules
- Saccules empilés à côté du noyau
- On distingue:
 - Golgi cis
 - Golgi médian
 - Golgi trans



LYSOSMES ET ENDOSOMES

- Morphologie: vésicules (25 à 1 000 nm) limitées par une membrane simple
- pH acide : jusqu'à pH 5 (lysosomes)
- Biochimie : Nombreuses hydrolases
 - Phosphatases, phosphodiesterases
 - RNase, DNase
 - Protéases
 - Phospholipases
 - Sucrase

3- Spécialisation des compartiments



4- Différents aspects de la compartimentation

- Réparation membranaire
- Biogénèse des compartiments: division cellulaire
- Régulation de taille: ex.: le noyau

Objectifs

- Description rapide de la compartimentation et de sa dynamique
- Etude plus détaillée des différents modes d'échange:
 - Transports primaires et secondaires
 - Synthèse protéique et compartimentation
 - Trafic membranaire

5- Organites et membranes

Les organites cellulaires sont entourés de membrane cellulaire.

Ces organites assurent différentes fonctions.

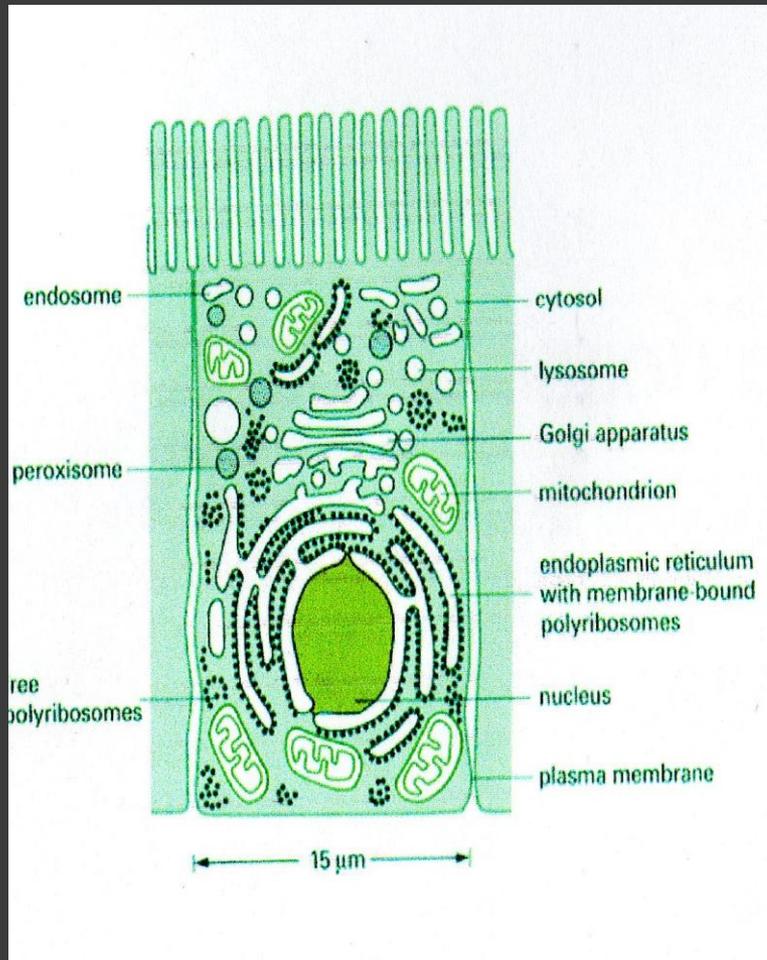
Ces structures contiennent un ensemble de grandes et petites molécules.

La cellule eucaryote est divisée de manière compliquée par des membranes internes en plusieurs compartiments.

Ces compartiments renferment des enzymes qui interviennent sans aucune interférence dans les réactions des différents compartiments.

Donc, au niveau des cellules eucaryotes, des membranes internes créent des compartiments fermés et des organites dans lesquelles les différents processus métaboliques sont séparés.

6- Compartiments et volumes relatifs



Le noyau, le RE, l'appareil de golgi, les mitochondries, les peroxysomes...sont des **compartiments distincts**.

Ces compartiments sont séparés du cytosol par au moins une membrane à **perméabilité sélective**.

Les ribosomes ne sont pas entourés de membrane: **ils ne sont pas considérés comme organites** (certains sont libres dans le cytosol et d'autres sont liés au RE).

Une cellule de la bordure intestinale comprend l'ensemble des organites présents dans la plupart des cellules animales.

Tableau 12-1 Volumes relatifs occupés par les principaux compartiments intracellulaires dans une cellule du foie (hépatocyte)

Compartiment intracellulaire	Pourcentage du volume total de la cellule	Nombre approximatif par cellule*
Cytosol	54	1
Mitochondries	22	1 700
Sacculles du RE rugueux	9	1
Sacculles du RE lisse plus sacculles de Golgi	6	
Noyau	6	1
Peroxisomes	1	400
Lysosomes	1	300
Endosomes	1	200

* On pense que tous les sacculles des réticulum endoplasmiques lisse et rugueux sont reliés pour former un seul grand compartiment. Au contraire, l'appareil de Golgi est organisé en séries de sacculles empilés dans chaque cellule, et l'étendue des interconnexions entre ces différentes séries n'a pas été clairement établie.

Tableau 12-2 Quantités relatives des types membranaires dans deux cellules eucaryotes relatives

Type de membrane	Pourcentage de la membrane cellulaire totale	
	Foie Hépatocyte*	Pancréas Cellule exocrine*
Membrane plasmique	2	5
Membrane du RE rugueux	35	60
Membrane du RE lisse	16	< 1
Membrane de l'appareil de Golgi	7	10
Mitochondries		
Membrane externe	7	4
Membrane interne	32	17
Noyau		
Membrane interne	0,2	0,7
Membrane des vésicules de sécrétion	non déterminé	3
Membrane lysosomiale	0,4	non déterminé
Membrane du peroxysome	0,4	non déterminé
Membrane de l'endosome	0,4	non déterminé

7- Mouvements des organites

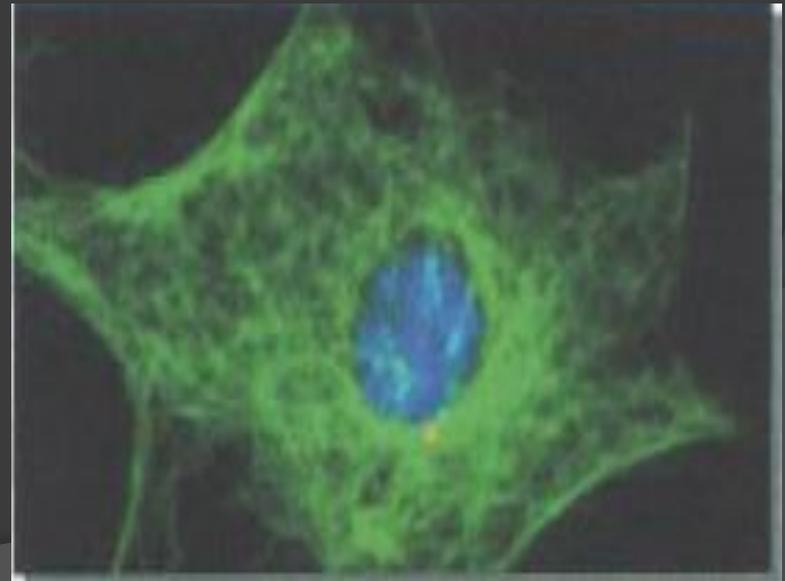
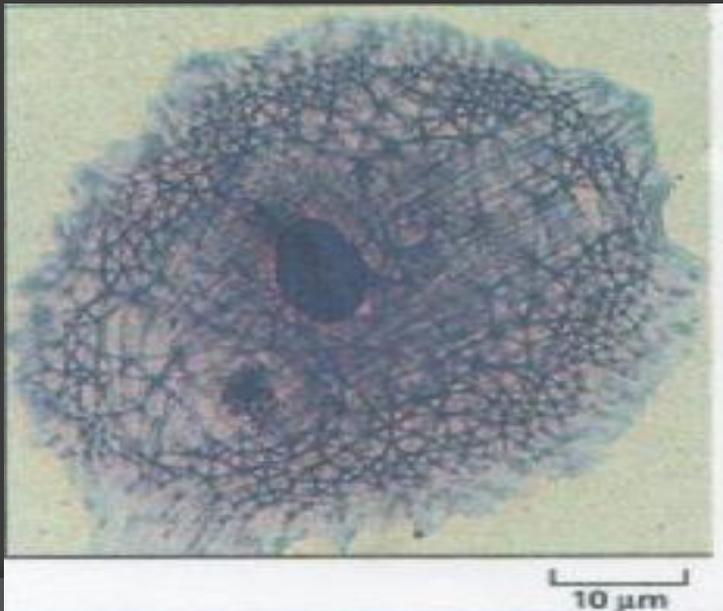
8- Les membranes des organites

9- Principales fonctions des organites des cellules eucaryotes

Compartiment	Fonction
Cytosol	Siège de nombreuses voies métaboliques
Noyau	Contient le génome principal
R.E	Synthèse des protéines et des lipides
App. de Golgi	Modifications, tri, emballage et sécrétion des protéines et des lipides
Lysosomes	Dégradation intracellulaire
Mitochondries	Synthèse d'ATP
Endosomes	Tri du matériel absorbé par endocytose

9.1. Cytosol

- Le cytosol renferme **la majorité des protéines** constituées sur les ribosomes.
- Plusieurs protéines identiques s'assemblent pour former de longs filaments formant des **complexes protéiques** (filaments d'actine + microtubules + filaments intermédiaires) et serviront de rails entre les organites.
- C'est une armature interne du cytoplasme le soutient comme une charpente:
CYTOSOL

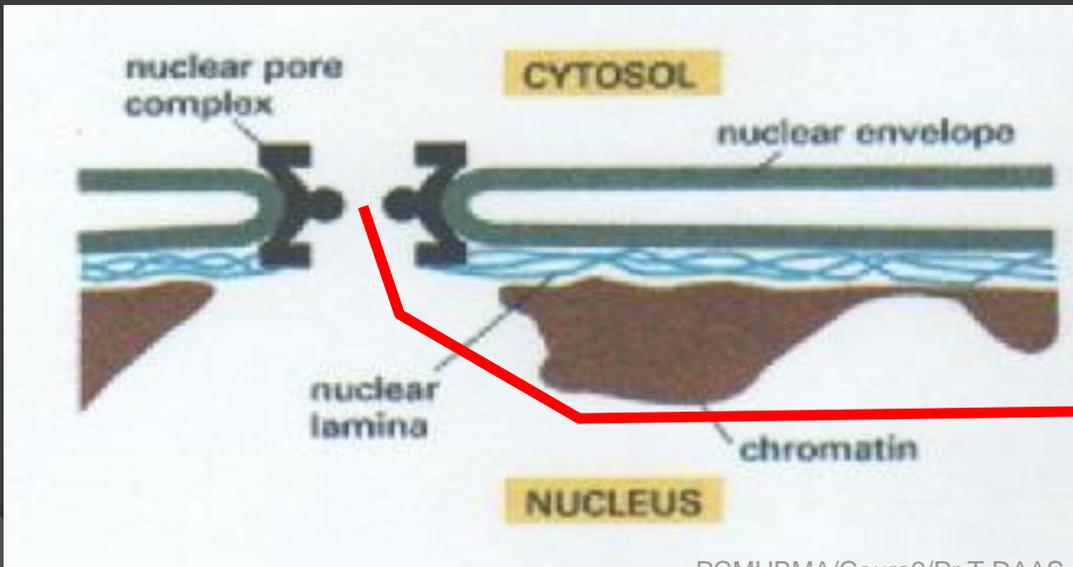


-Une séquence d'aa nommée **signal de tri** permet le transport des protéines à l'extérieur du cytosol et celles qui n'en possèdent pas restent dans le cytosol: **protéines résidentes**.

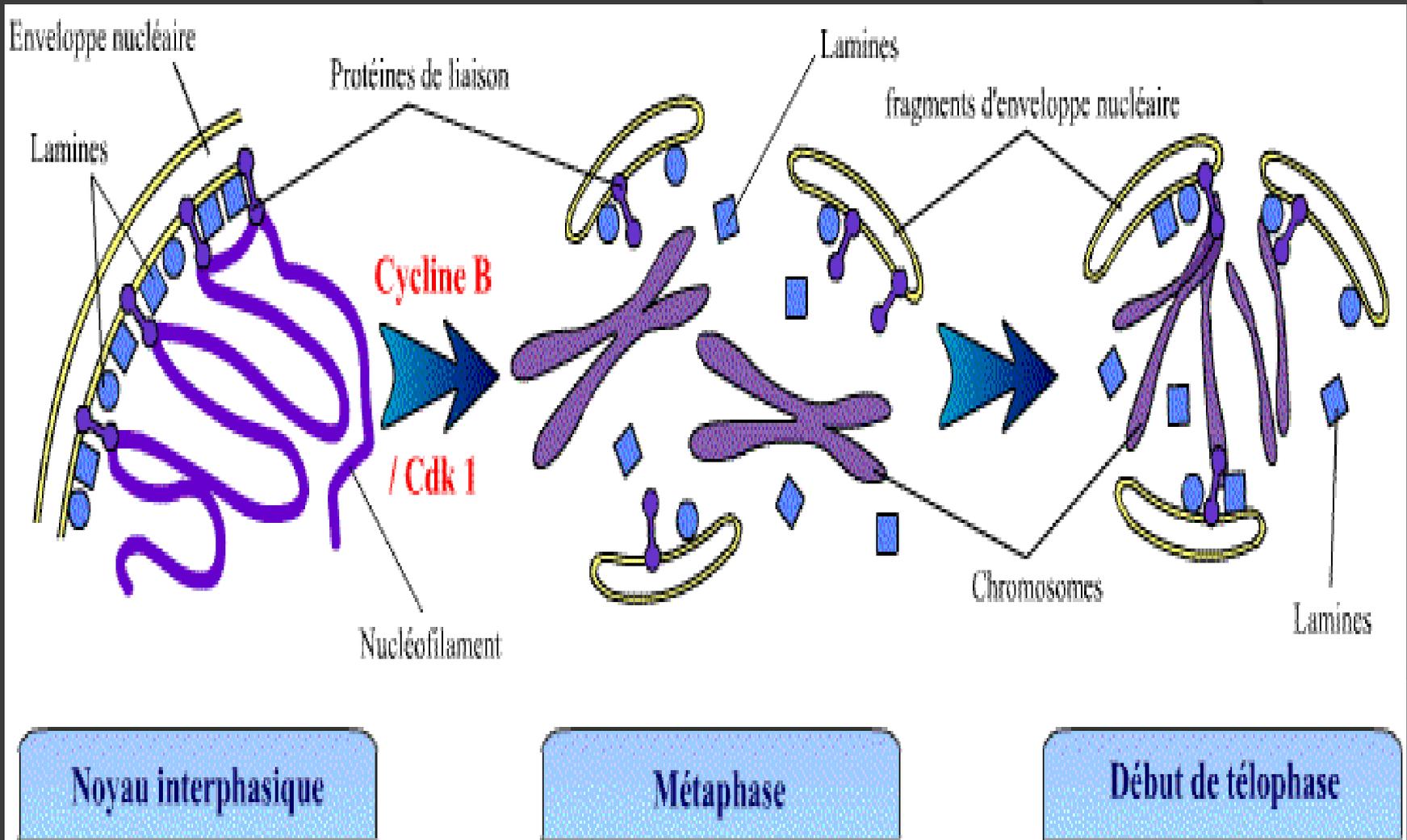
9.2. Noyau

-L'**enveloppe nucléaire** d'une cellule de mammifère peut contenir entre 3000 et 4000 pores. Le noyau incorpore 10 000 000 de molécules d'histones depuis le cytosol toutes les 3 mn.

-Un sous compartiment du noyau n'est pas limité par une membrane et produit des ribosomes : **Nucléole**

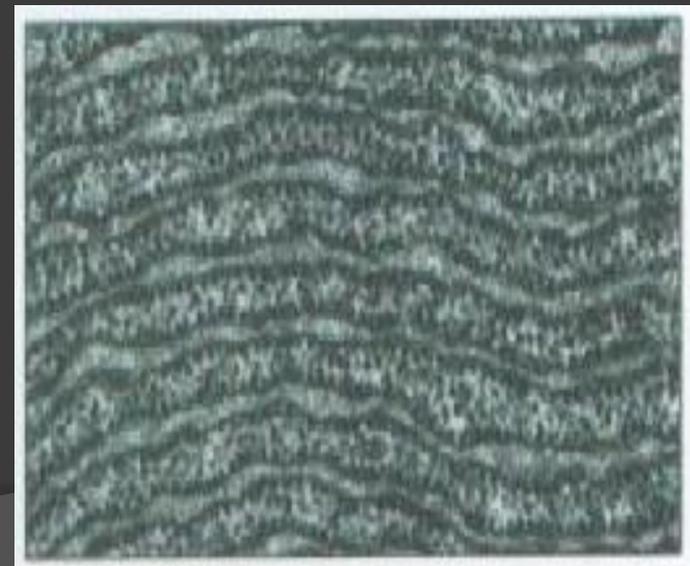
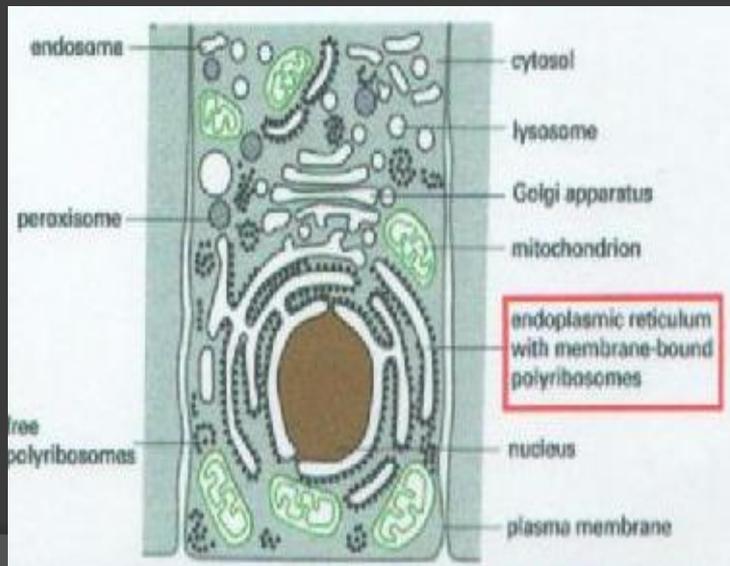


-Le noyau communique avec le cytosol par les pores nucléaires.



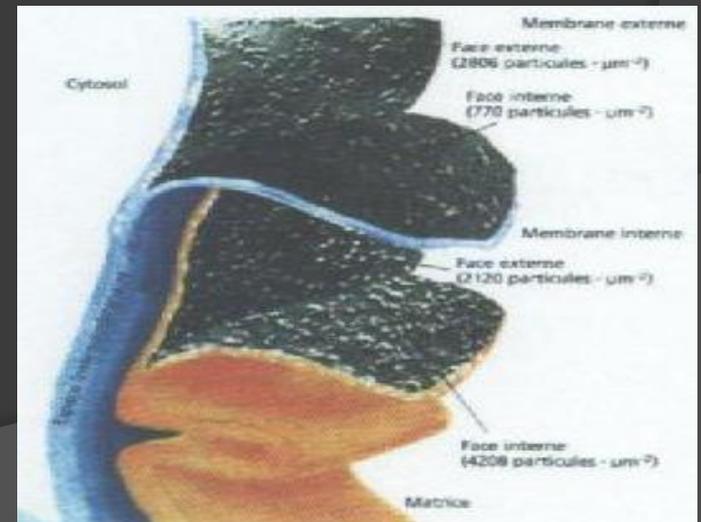
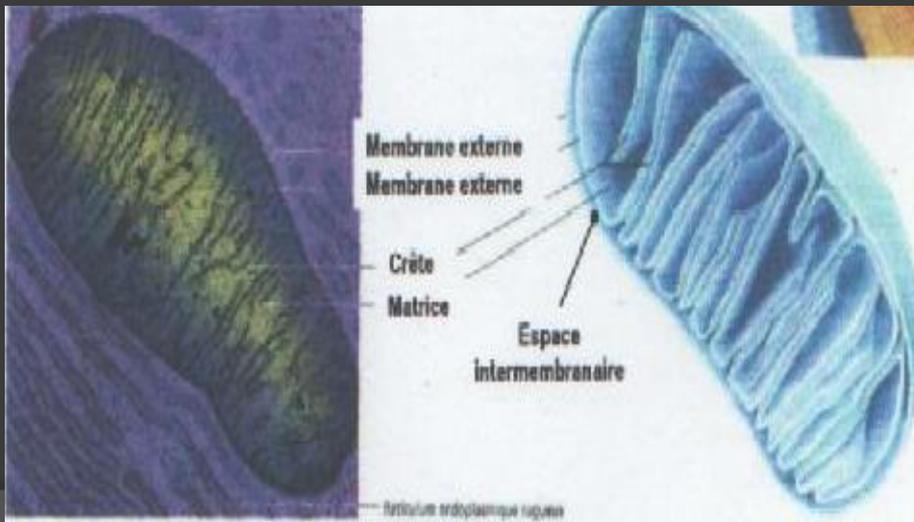
9.3. Reticulum endoplasmique (RE)

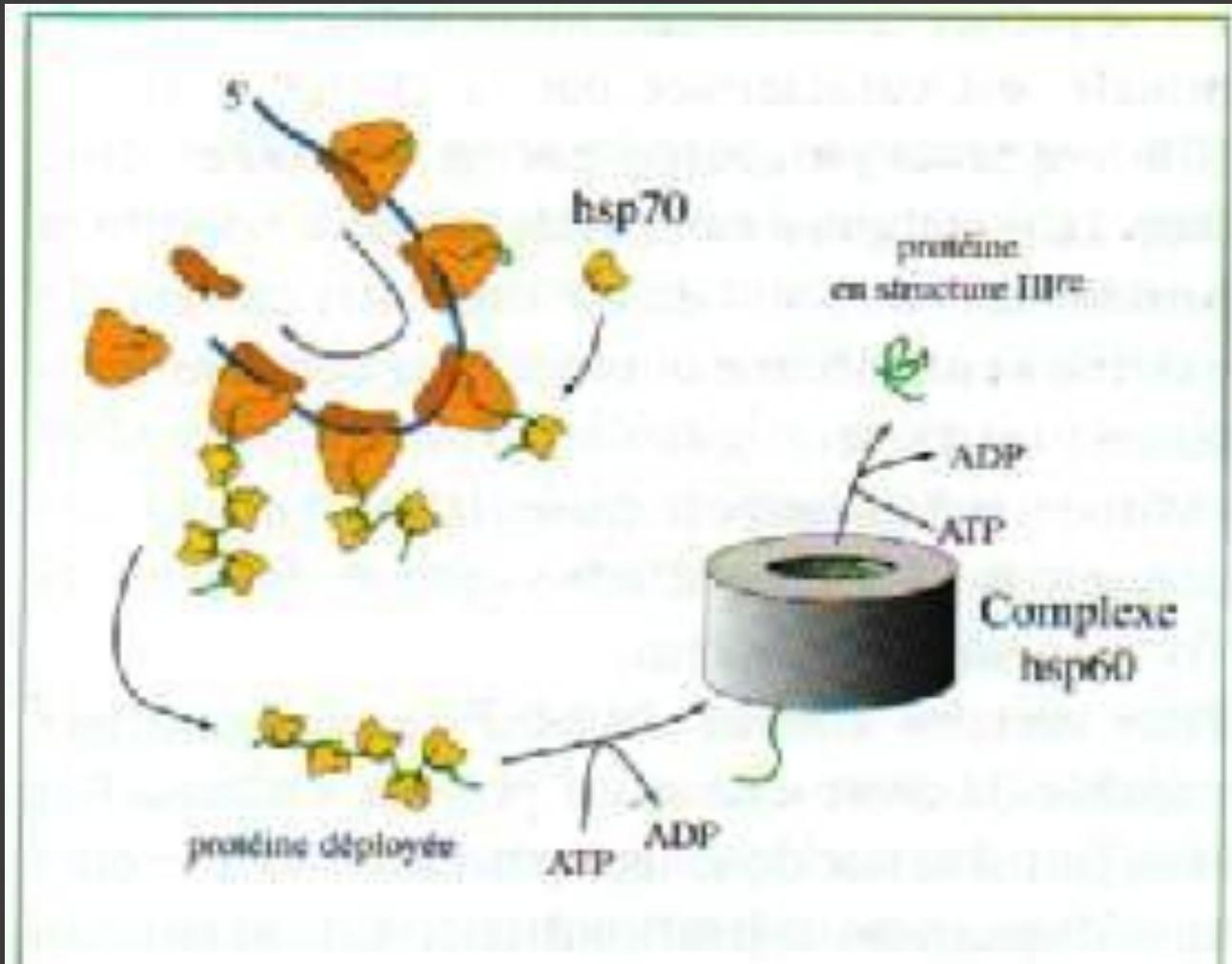
- Toutes les cellules possèdent un réticulum.
- La membrane du reticulum représente plus de **la moitié de la membrane totale** d'une cellule animale.
- Le RE est organisé en un réseau de **tubules** et de **saccules**.
- La membrane du RE est le site de production de toutes les **protéines transmembranaires et des lipides**.



9.4. Mitochondrie

- La mitochondrie est limitée **par deux membranes** définissant deux espaces: espace **matriciel** et espace **intermédiaire**.
- Matrice**: riche en **enzymes** pour l'oxydation et contient le **matériel génétique**.
- Membrane interne**: présente plusieurs crêtes, et est le siège de la **fabrication de l'ATP**.
- Membrane externe**: contient des lipides et des **enzymes** impliqués dans la synthèse mitochondriale.





Les protéines chaperons