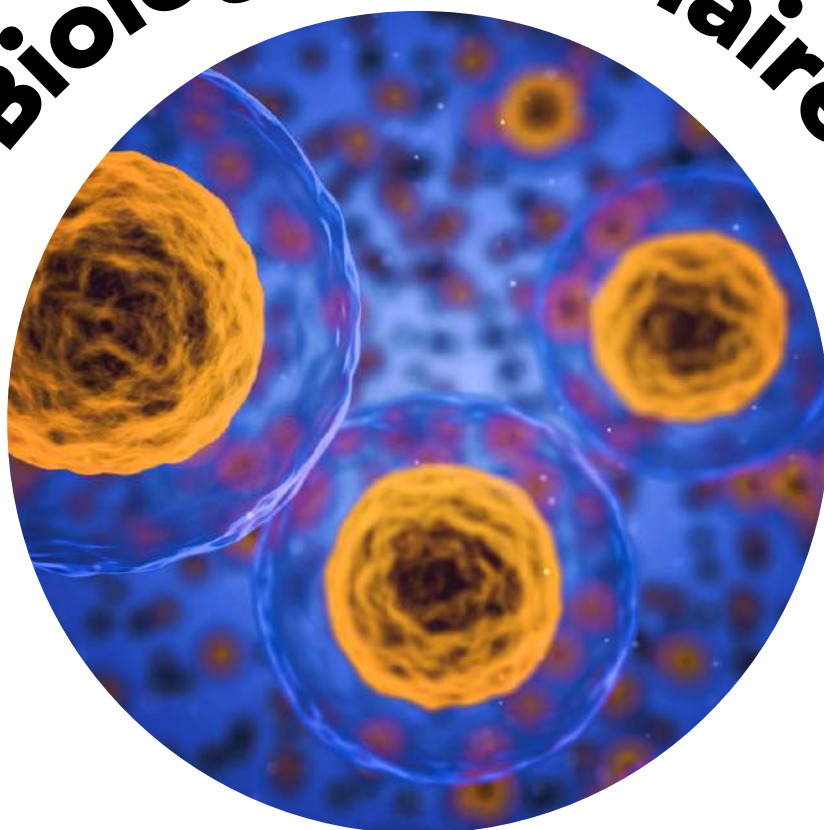


# Biologie Cellulaire



SCIENCES DE LA  
VIE ET DE LA TERRE



**Shop**



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



**Etudier**



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



**Emploi**



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

# **LE SYSTÈME ENDOMEMBRANAIRE**

- MGHARA Zaynab

# PLAN

- **Introduction:**

  - Définition du S.E.

  - Les différents compartiments du S.E.

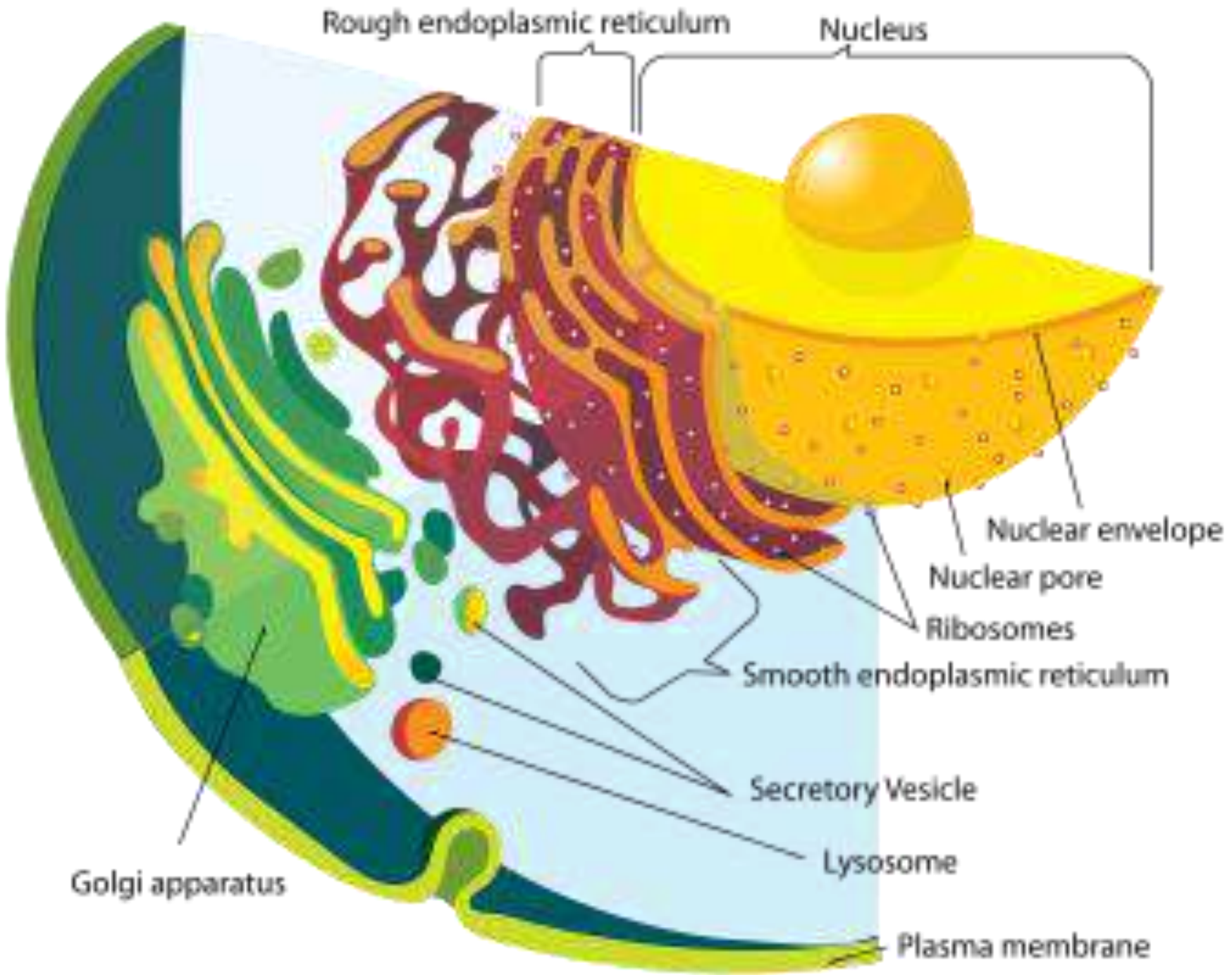
- **Réticulum endoplasmique (RE)**

- **Appareil de Golgi**

- **Le système endosomal**

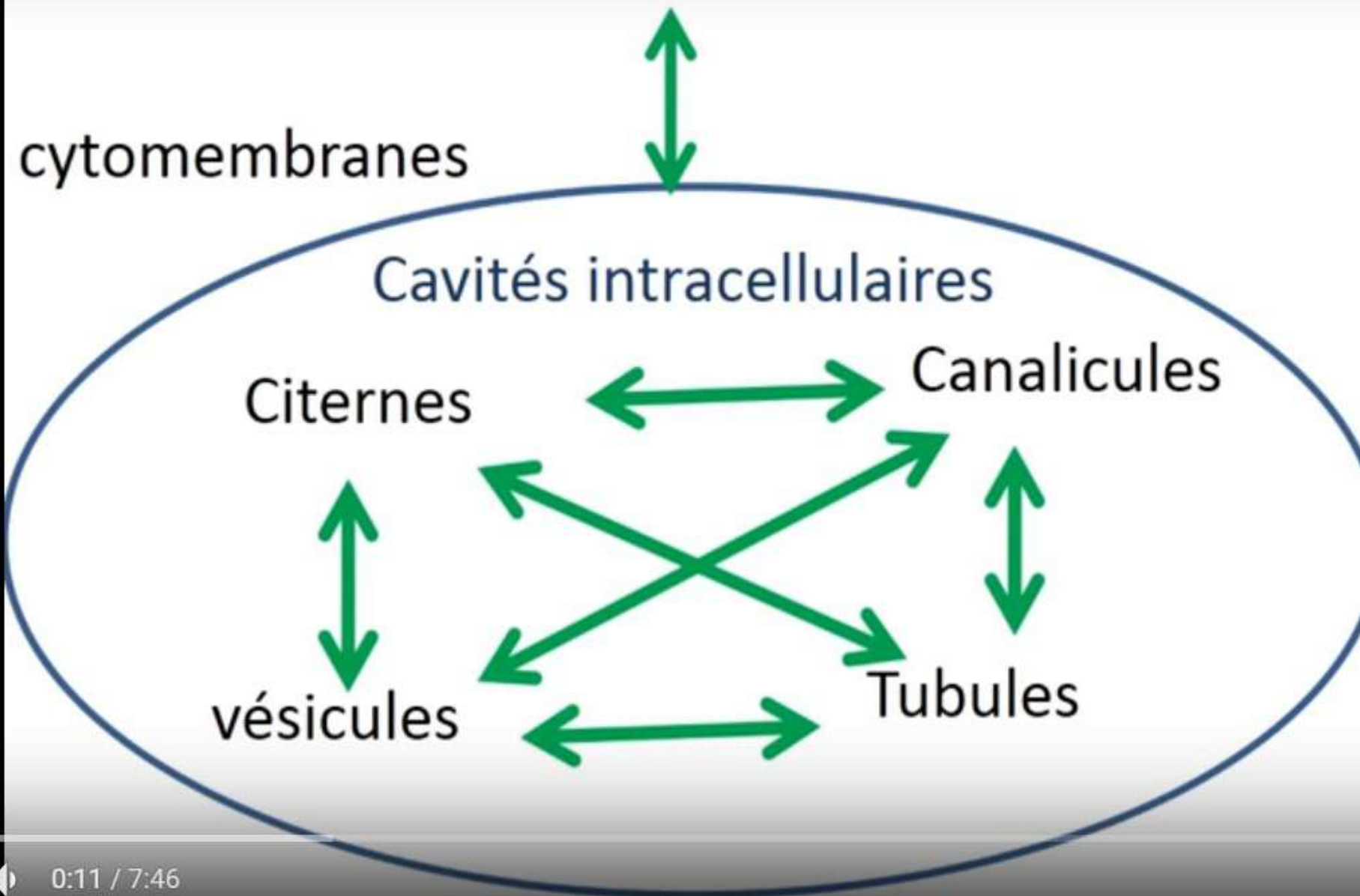
  - Endosomes

  - Lysosomes



# Membrane plasmique

cytomembranes



# SYSTEME ENDOMEMBRANAIRE

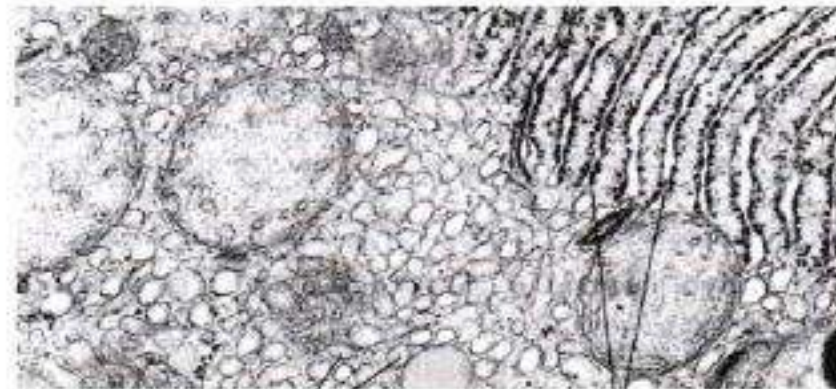
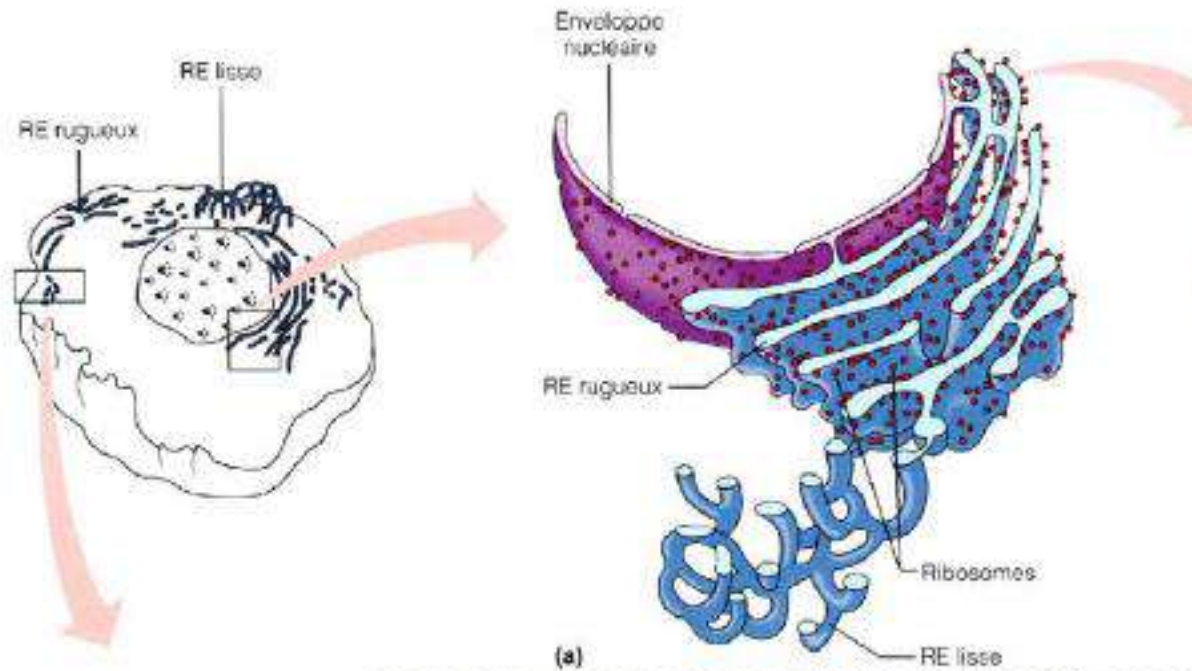
- Réseau intracellulaire de *compartiments* (sacculles, tubules ou vésicules) délimités par une membrane  
(→  $\phi$  eucaryote)
- Rôle:
  - Production, stockage et exportation des molécules biologiques
  - Dégradation des substances pouvant avoir un effet nocif
- Comprend tous les éléments ou organites membraneux qui:
  - Forment un ensemble structural continu
  - Apparaissent ou interagissent par la formation ou la fusion de vésicules

**Réticulum endoplasmique, Appareil de Golgi, lysosomes...**

# I. Le Réticulum endoplasmique

# I. Le Réticulum endoplasmique

## Aspect Morphologique



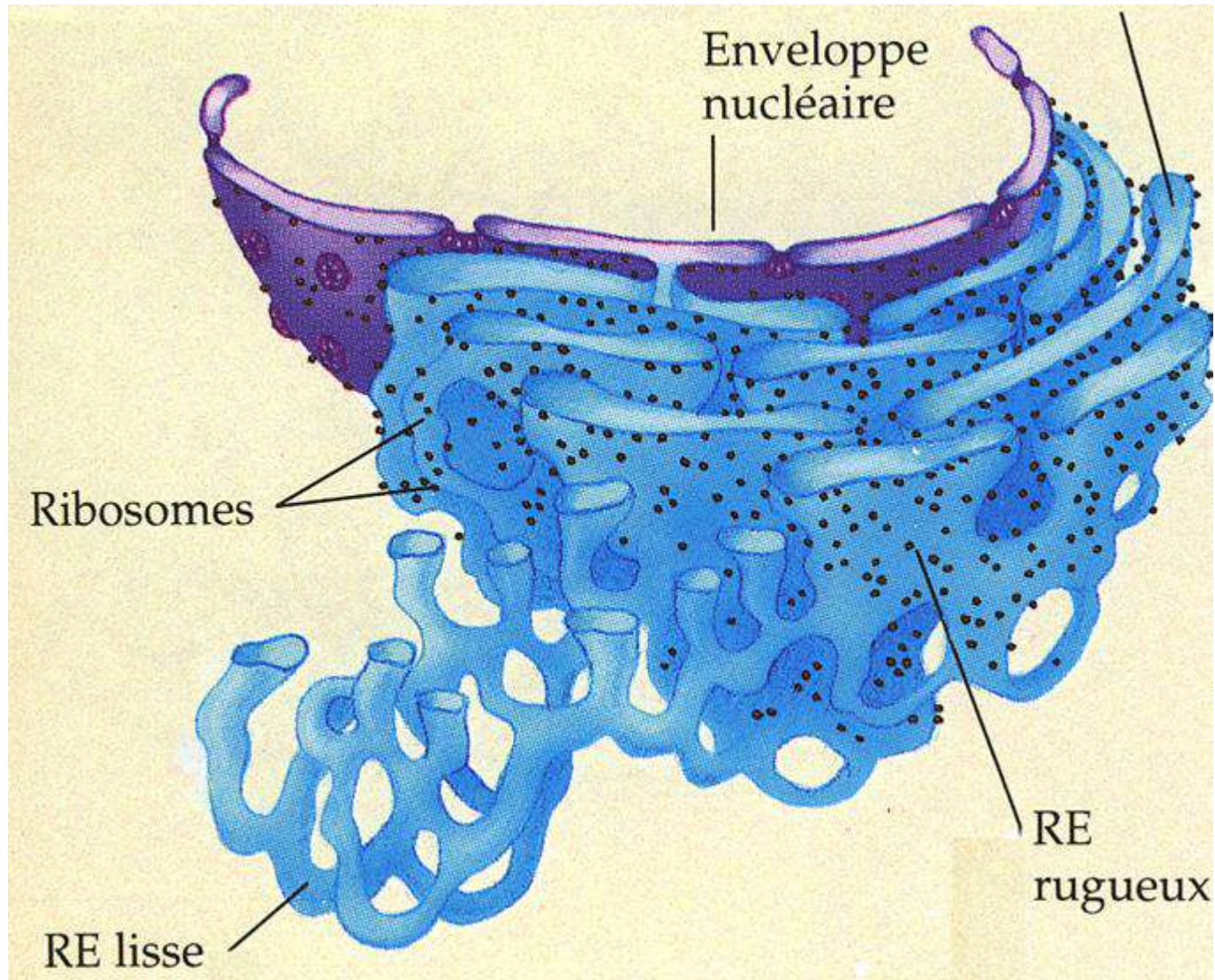
(b)

RE lisse

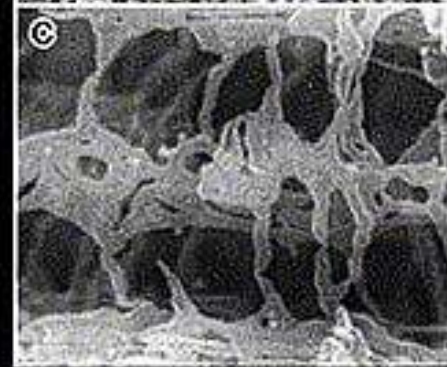
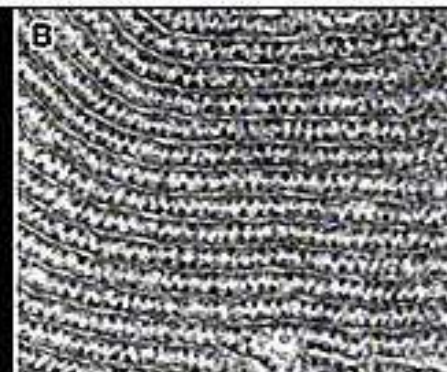
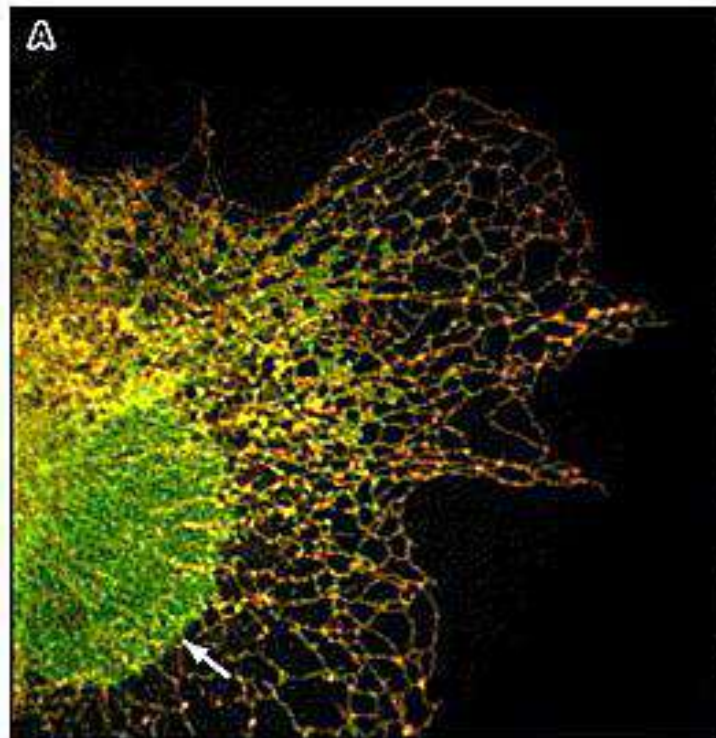
RE rugueux portant des ribosomes.



# I. Le Réticulum endoplasmique



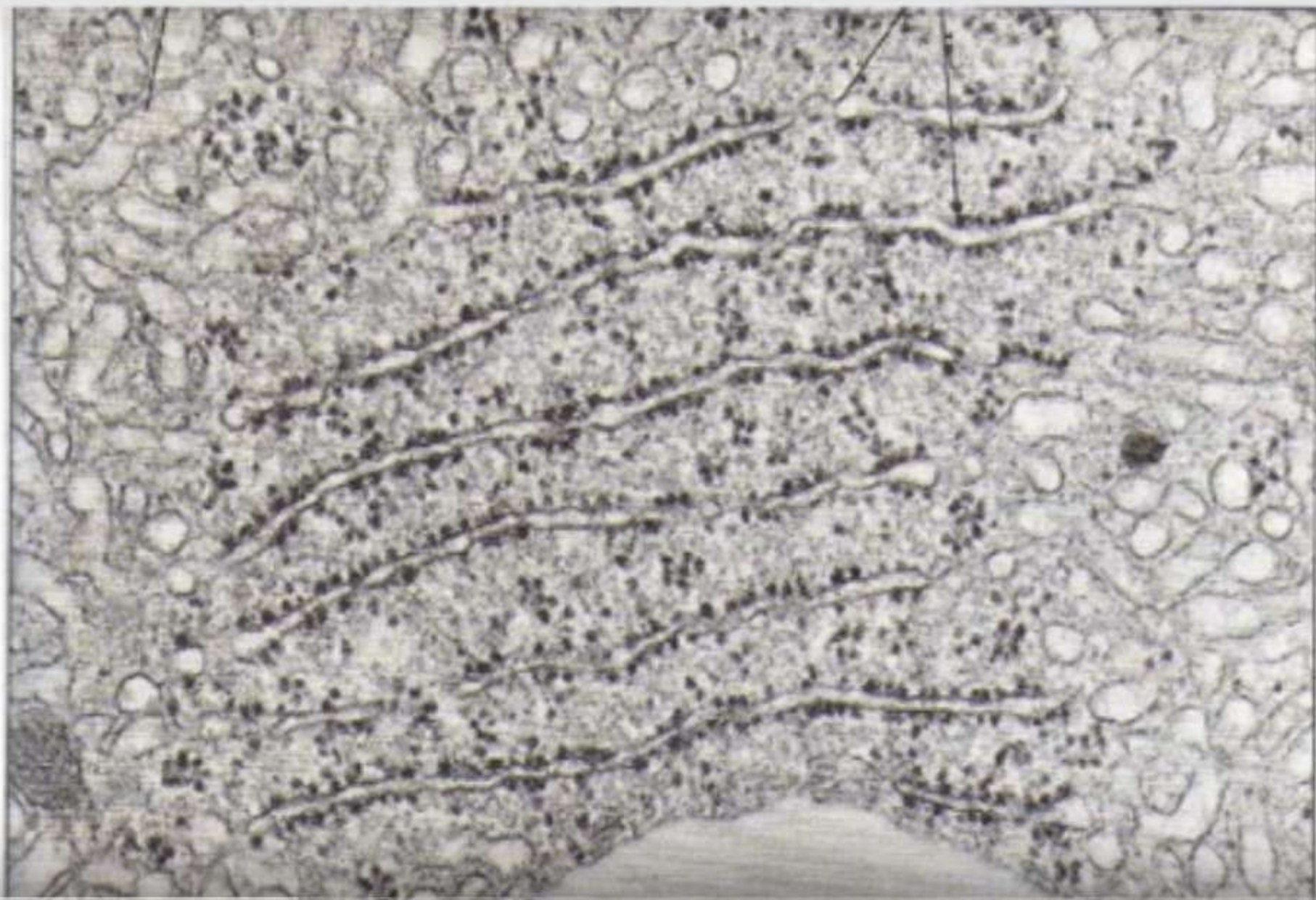
# *Le reticulum endoplasmique (1)*



LE SYSTÈME ENDOMEMBRANAIRE

REL

REG



# I. Le Réticulum endoplasmique

- Existe dans les cellules eucaryotes
- Environ la moitié des membranes cellulaires totales
- 10 à 30 fois la surface de la membrane plasmique
- 10% de l'espace interne

# Organisation structurale

- Les membranes du RE sont plus minces (50-60 Å) que celles de la membrane plasmique (80 Å).
- Bicouche phospholipidique avec des protéines intégrales et périphériques.
- Techniques de fractionnement:
  - les **microsomes rugueux**, couverts de ribosomes sur la face cytoplasmique de la membrane.
  - les **microsomes lisses**, dépourvus de ces particules.

# COMPOSITION CHIMIQUE

- **les lipides** sont en moins grande quantité (30% au lieu de 40%) mais ce sont les mêmes catégories de lipides amphiphiles.

La répartition des différents phospholipides est différente et les chaînes des acides gras de ces phospholipides sont moins longues et moins saturées.

La membrane du RE est plus riche en phosphatidylcholine.

- **les protéines** (70% des constituants membranaires).

Les protéines sont soit périphériques, soit integrales.

De nombreuses enzymes qui ont un rôle dans divers processus de synthèse des phospholipides, des stéroïdes, des glycolipides et des glycoprotéines.

# Composants chimiques des membranes du RE

## Lipides

- Riches en acides gras insaturés
- Peu de cholestérol
- Dolichol

## Glucides

- Faible teneur
- Côté luminal

### • Enzymatiques

- N. Gly. Transferases
- C. Gly. Transferases
- Glucosidases
- PDI
- Peptidases du signal
- Cytochromes (P450)

## Protéines

### Structurales

- R-SRP
- Translocon
- Chapronnes (BIP)

# Fonction du REG

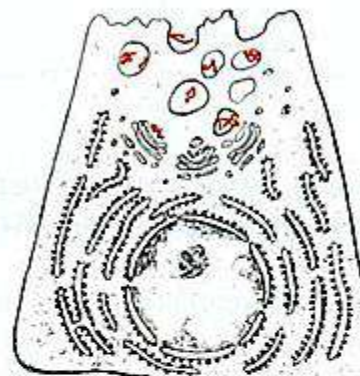
## *Flux membranaire vectoriel (1)*



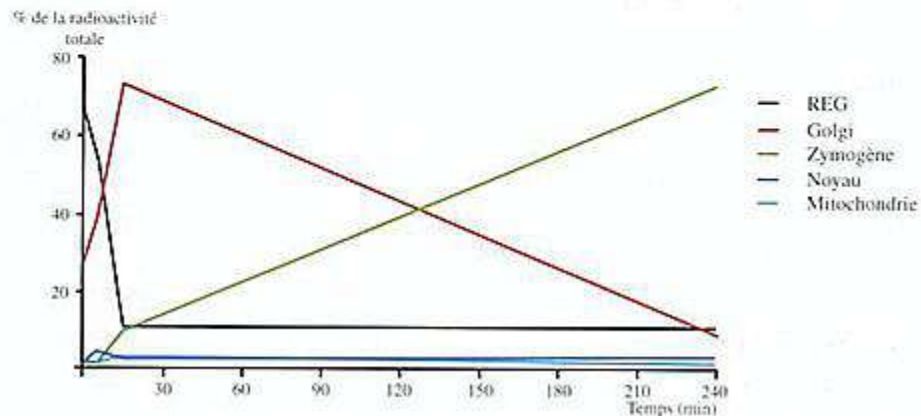
Pulse : 5 min ; chase : 0 min



Pulse : 5 min ; chase : 15 min



Pulse : 5 min ; chase : 240 min

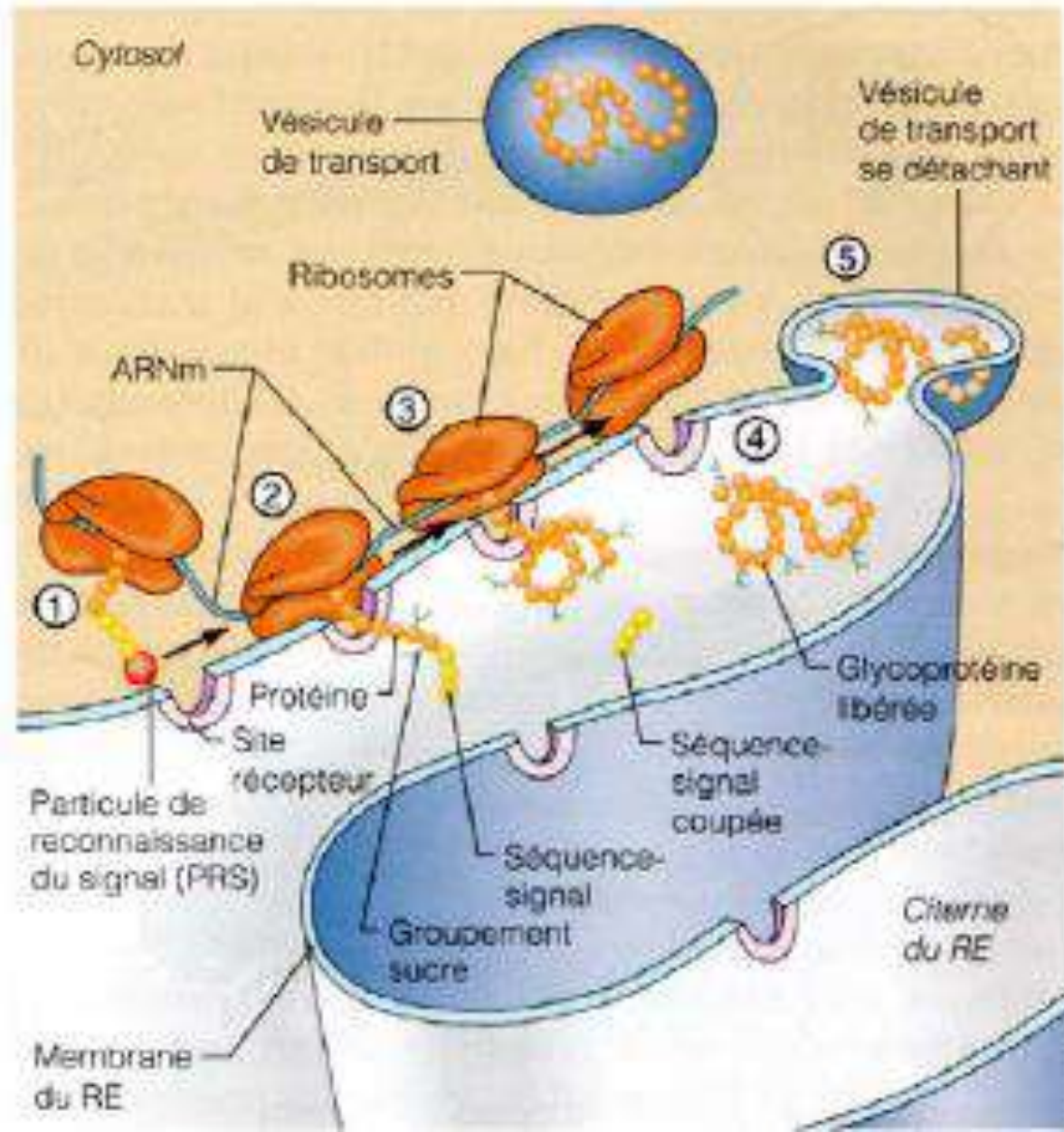


Expérience  
de Palade

*D'après Y. Bassaglia, biologie cellulaire, Ed. Maloine*

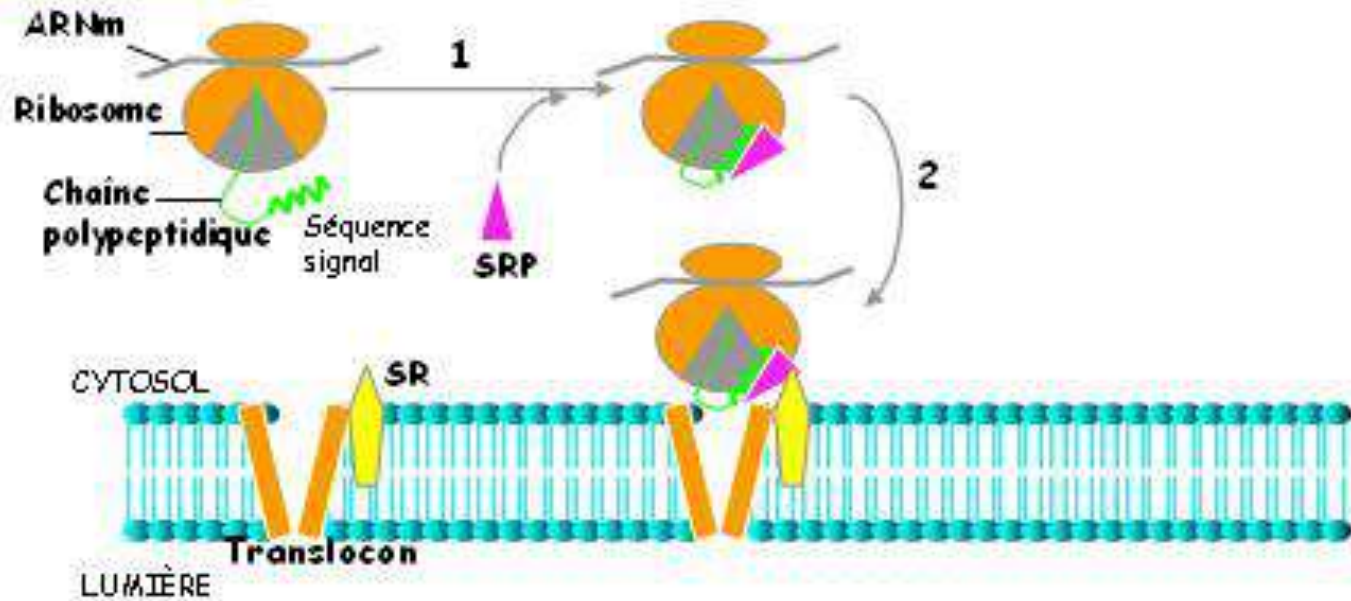


# Fonction du REG

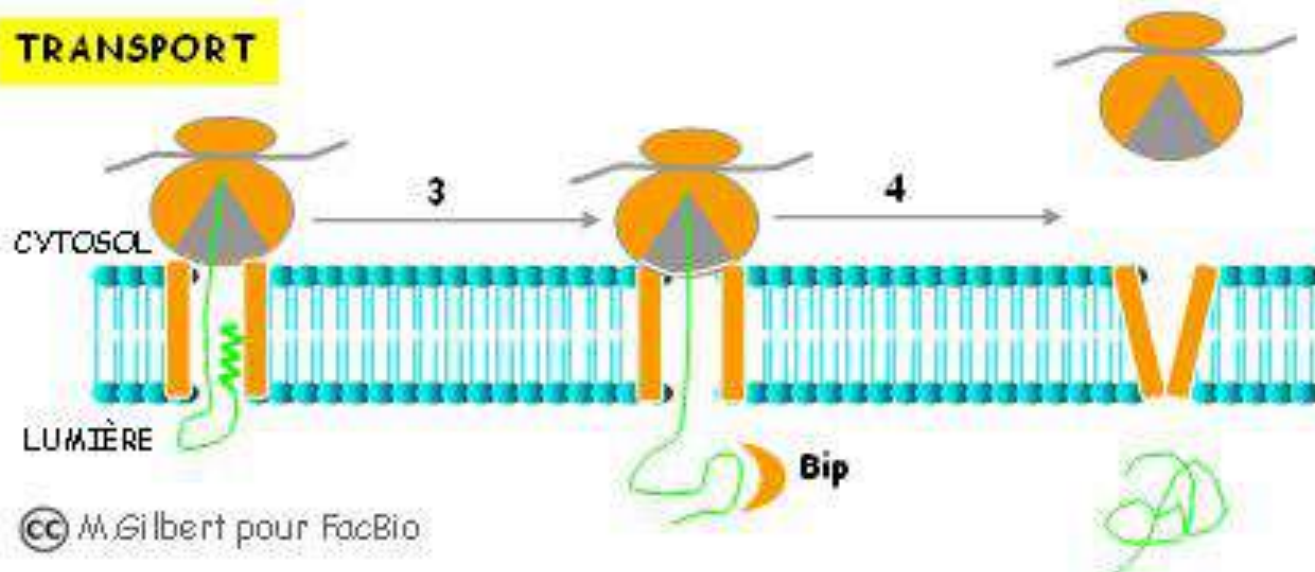


# TRANSLOCATION MEMBRANAIRE DES PROTÉINES

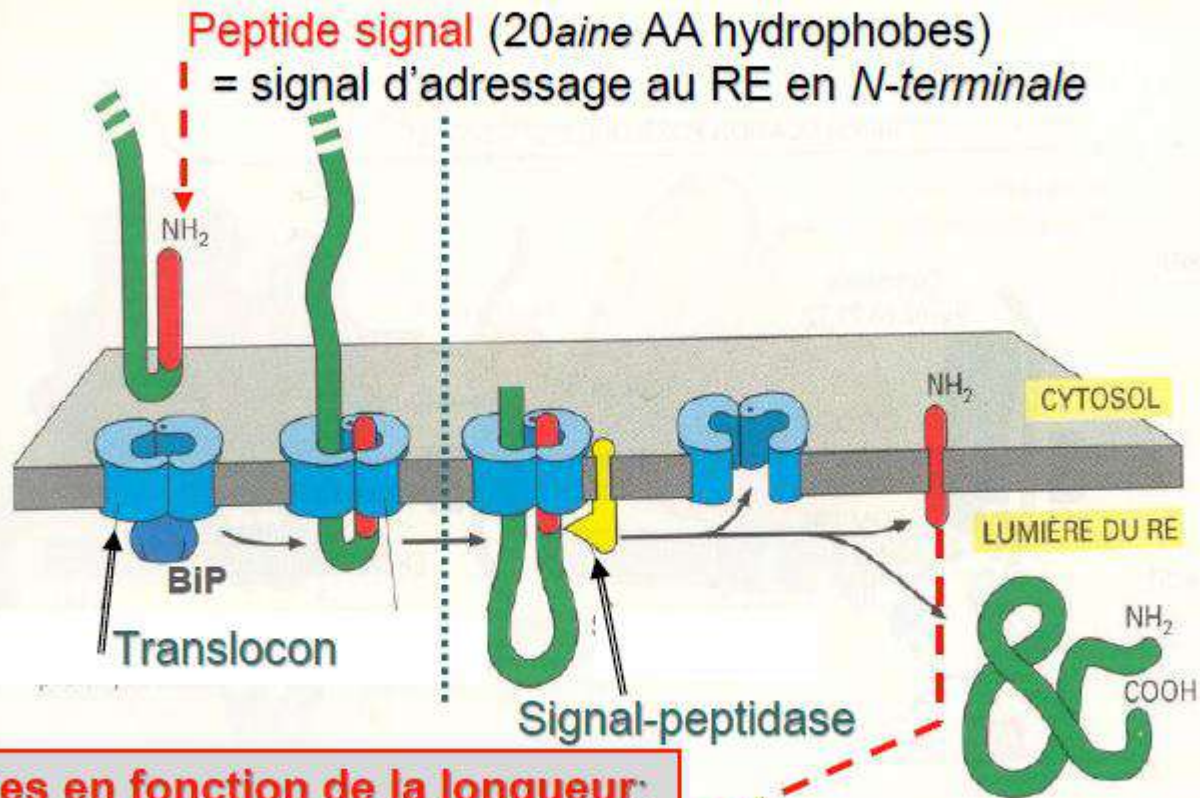
## CIBLAGE



## TRANSPORT



## Translocation des protéines solubles dans la membrane du RE

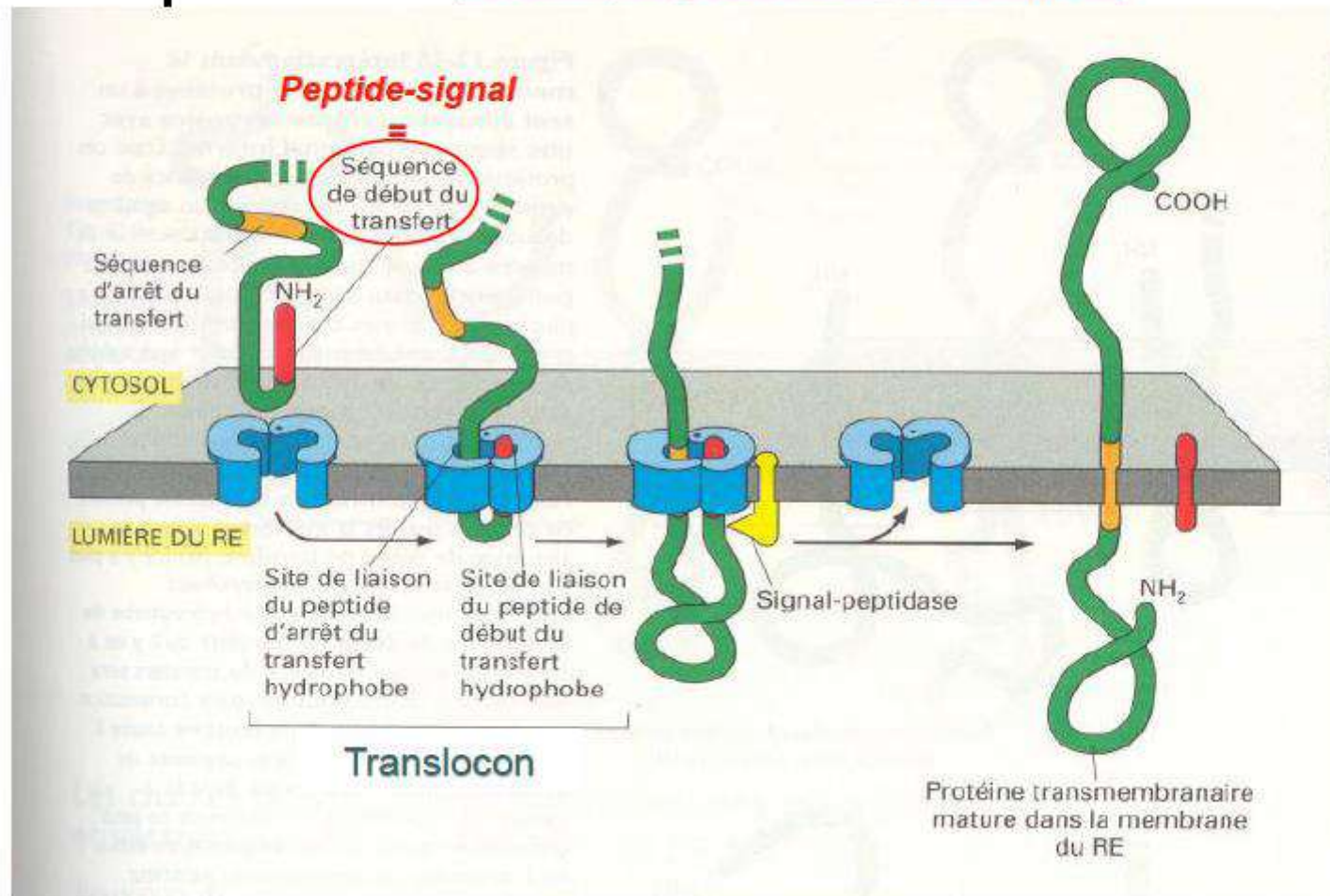


### 2 destinées en fonction de la longueur:

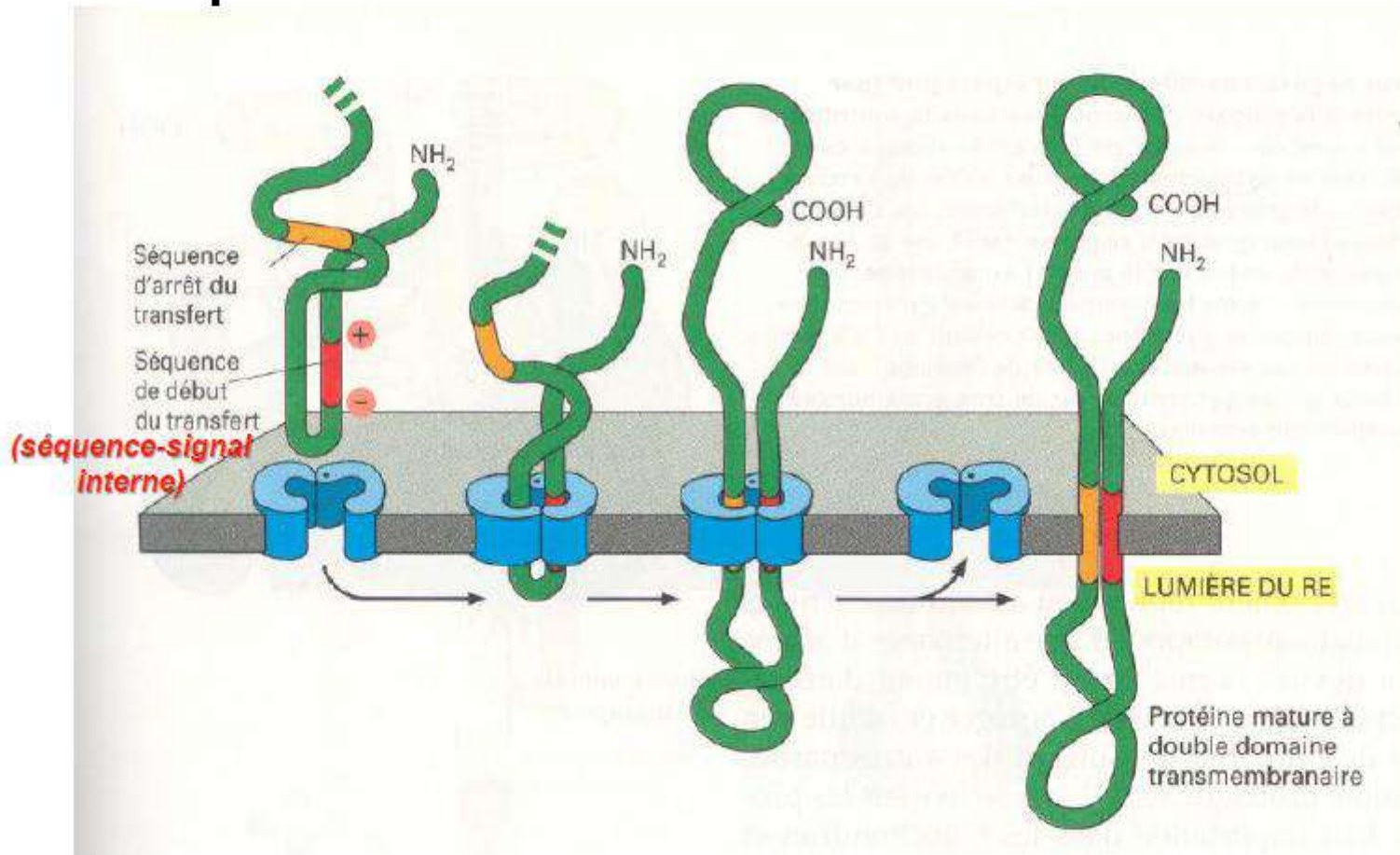
- court : association avec CMH1.
- long : dégradation *via* protéasome, fixation à la calmoduline.

LA SIGNAL-PEPTIDASE  
COUPE LA SÉQUENCE DE SIGNAL,  
LIBÉRANT LA PROTÉINE MATURE  
DANS LA LUMIÈRE DU RE

# Protéine à 1 seul domaine transmembranaire avec peptide-signal clivé

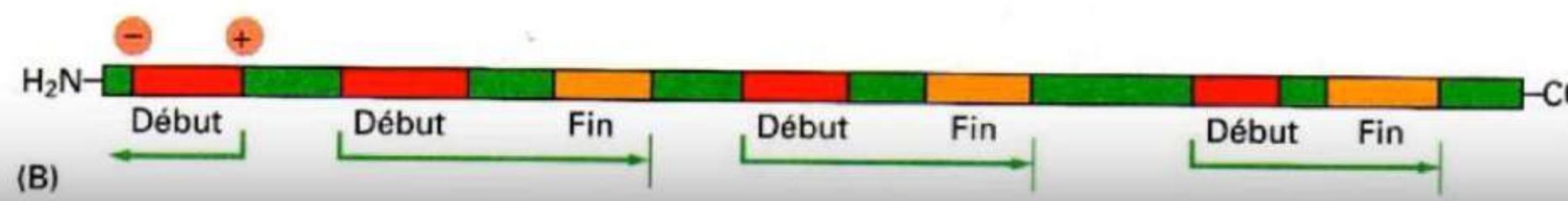
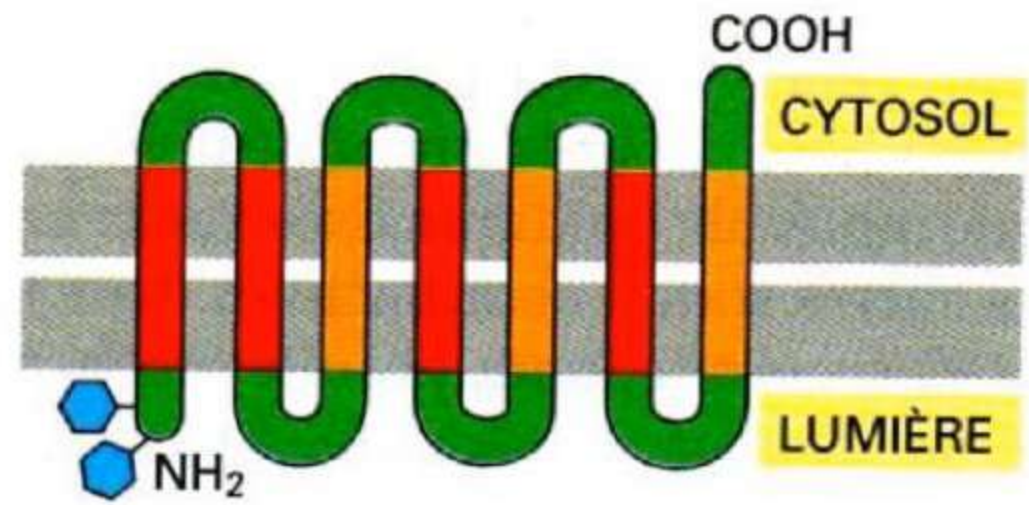


# Protéine à double domaine transmembranaire avec séquence de signal interne



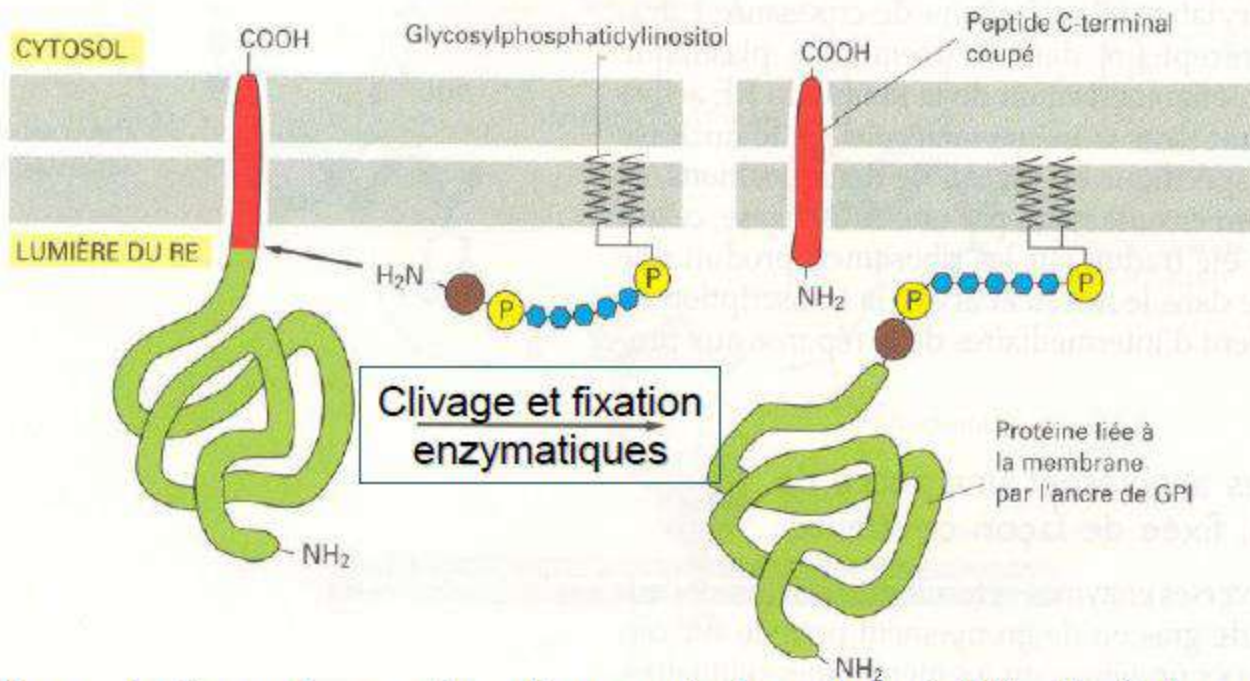
# LE SYSTÈME ENDOMEMBRANAIRE

Un enchaînement d'acides aminés hydrophobes constitue les séquences d'arrêt et les séquences d'amorce (signal)



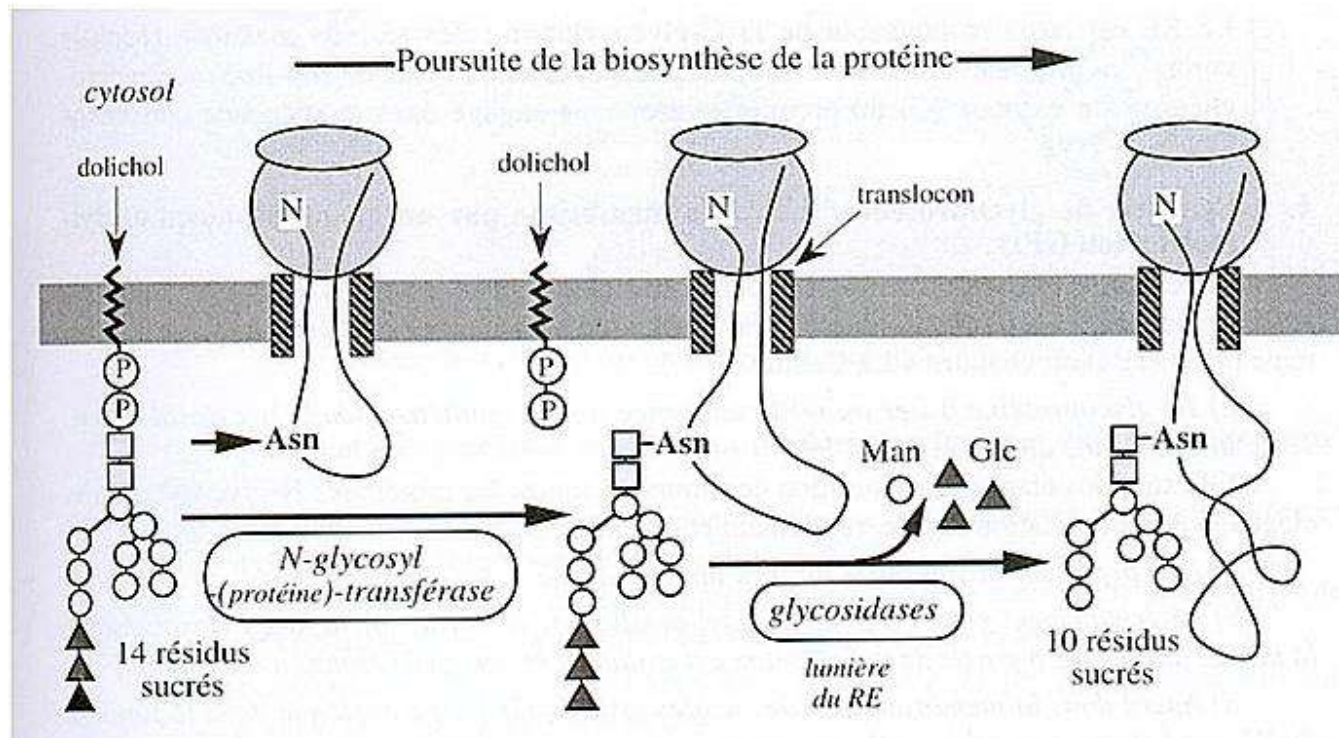
# Synthèse & translocation des protéines transmembranaires ancrées par un GPI

Fixation covalente d'une ancre GPI sur une protéine dans le RE



**GPI construit** sur face cytosolique puis **transloqué** (*flip-flop*) dans REG

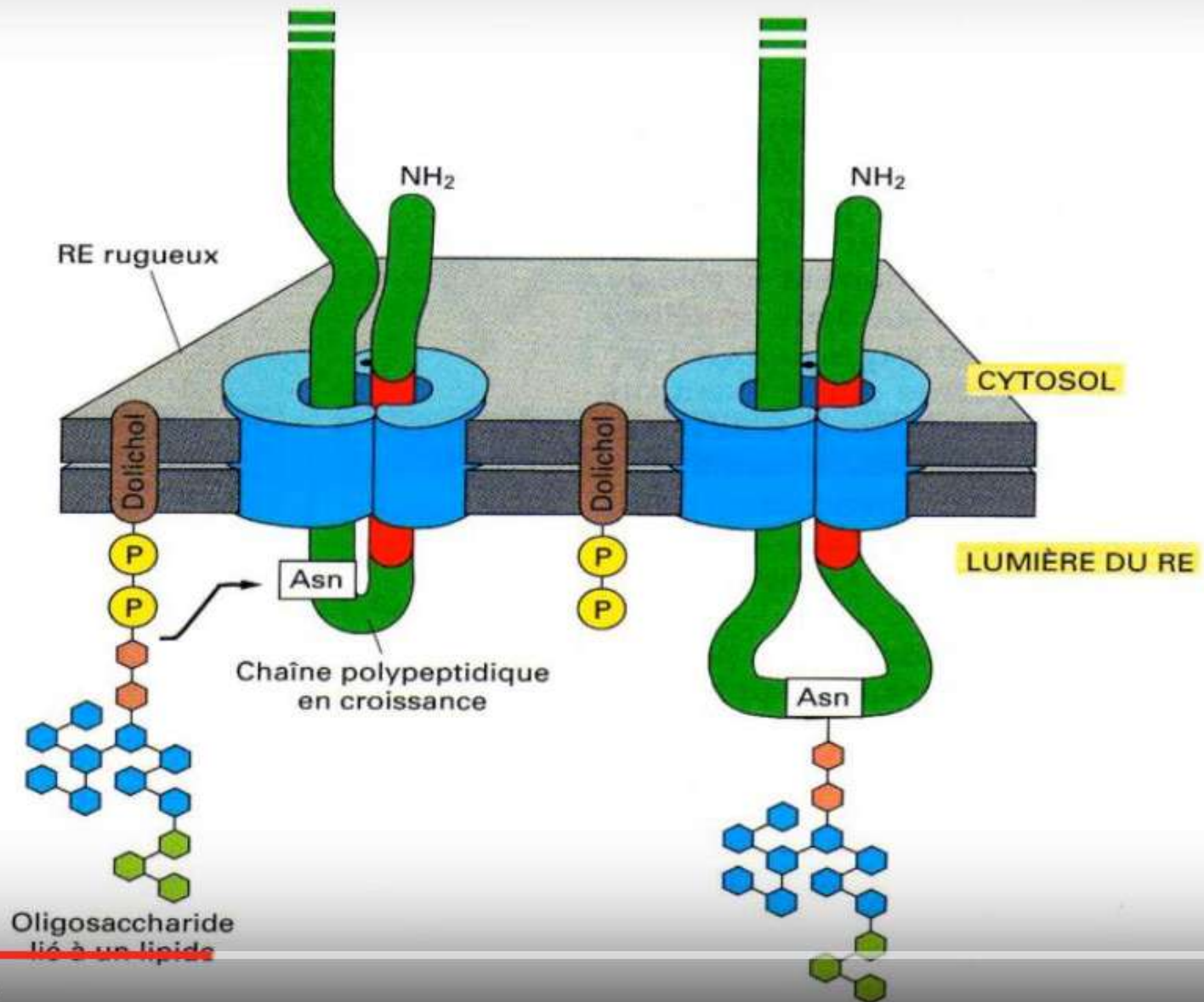
# Formation de ponts disulfure



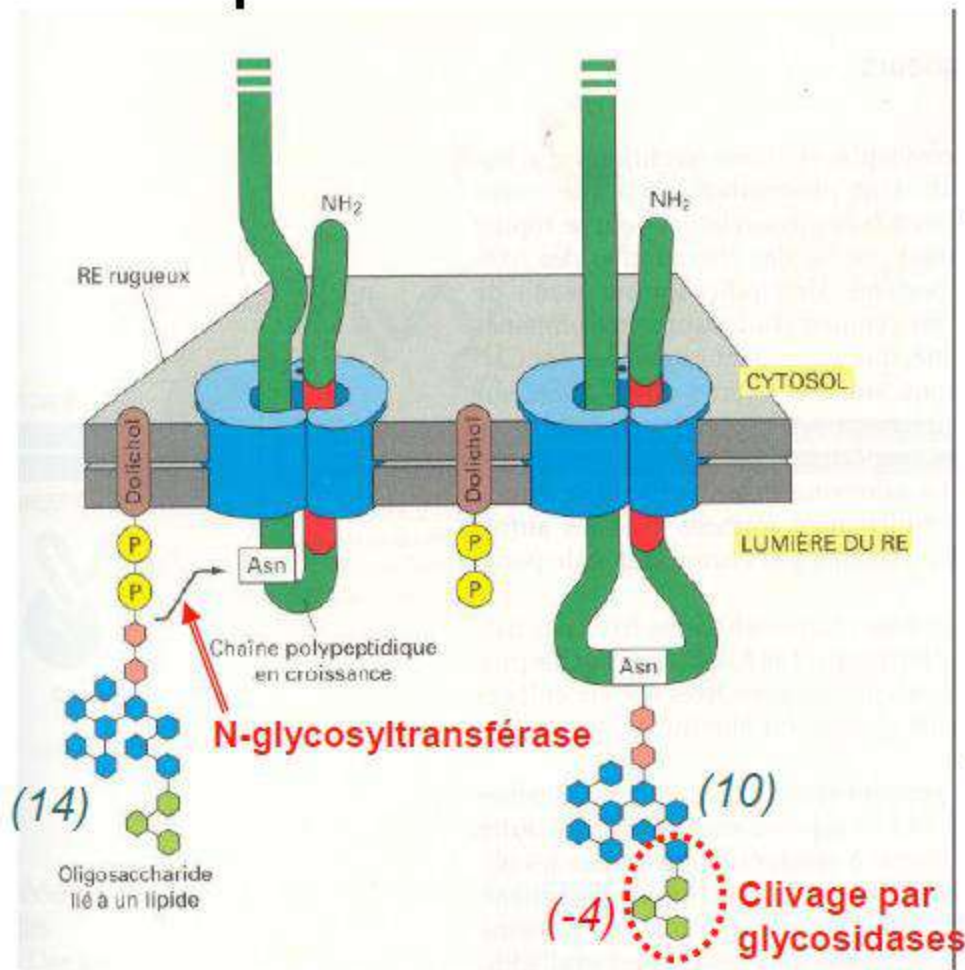


# LE SYSTÈME ENDOMEMBRANAIRE

## N-glycosylation d'une protéine en cours d'élongation



## Mécanisme N-glycosylation (suite)



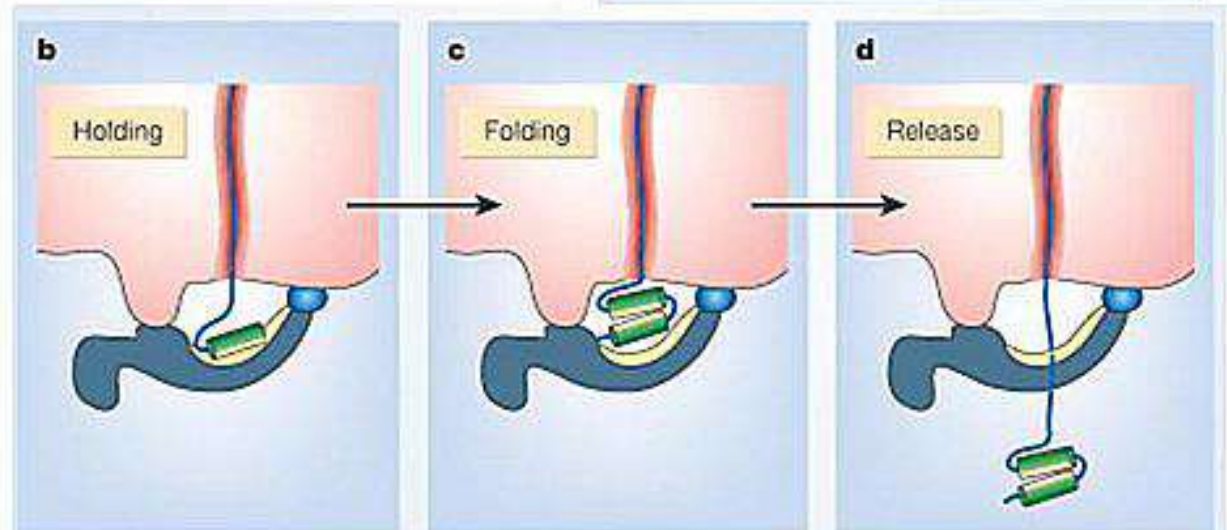
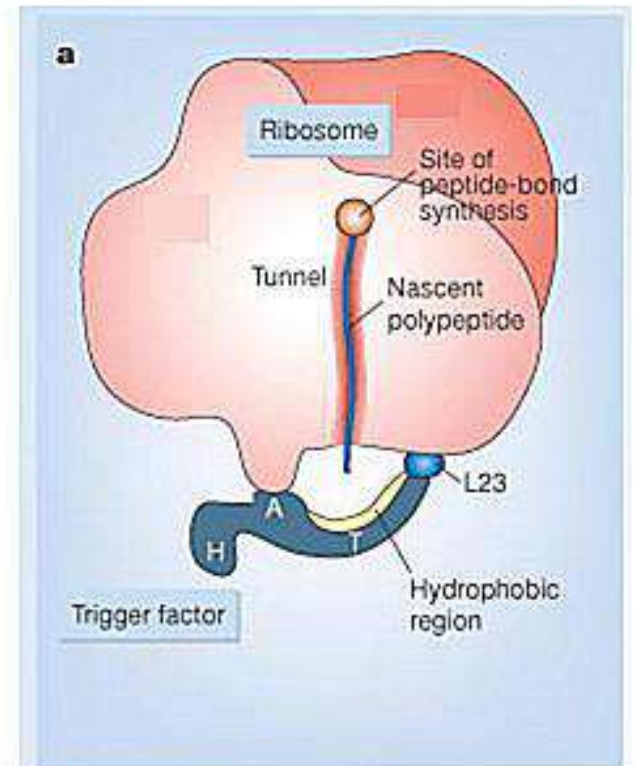
-**N-glycosyltransferase**:  
transfert du précurseur  
sur protéine (N/Asn)

-**Glycosidases**:  
réduction de 14 à 10  
sucres (3 Glc & 1 Mn)

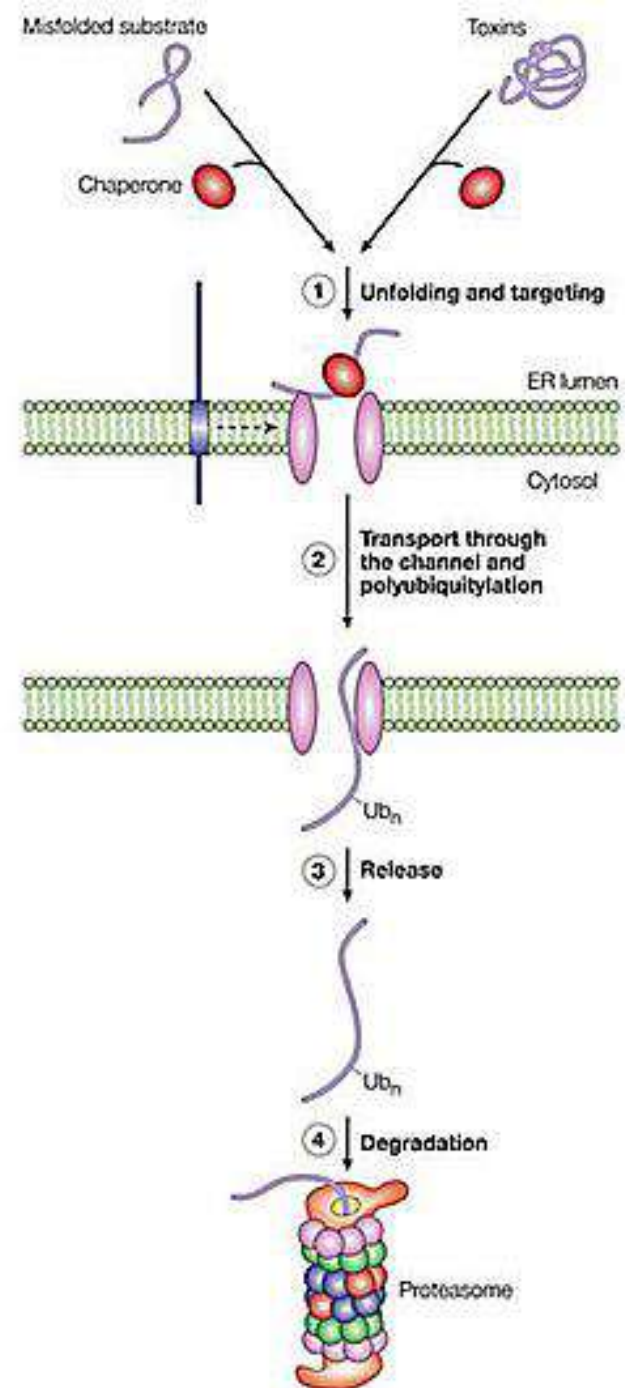
-Poursuite maturation  
dans Golgi

# Autres modifications traductionnelles (2)

- Repléments et conformation définitive



# Contrôles qualité



*Nature Reviews Molecular Cell Biology* 3, 246-255 (2002)

## Synthèse de

**protéines destinées à l'exportation**  
( en fonction du type cellulaire )

- Hormones: (pancréas, foie , Hp,...)**
- Enzymes digestives: acini séreux**
- Anticorps: plasmocytes**
- MEC: Collagène (fibroblaste)**

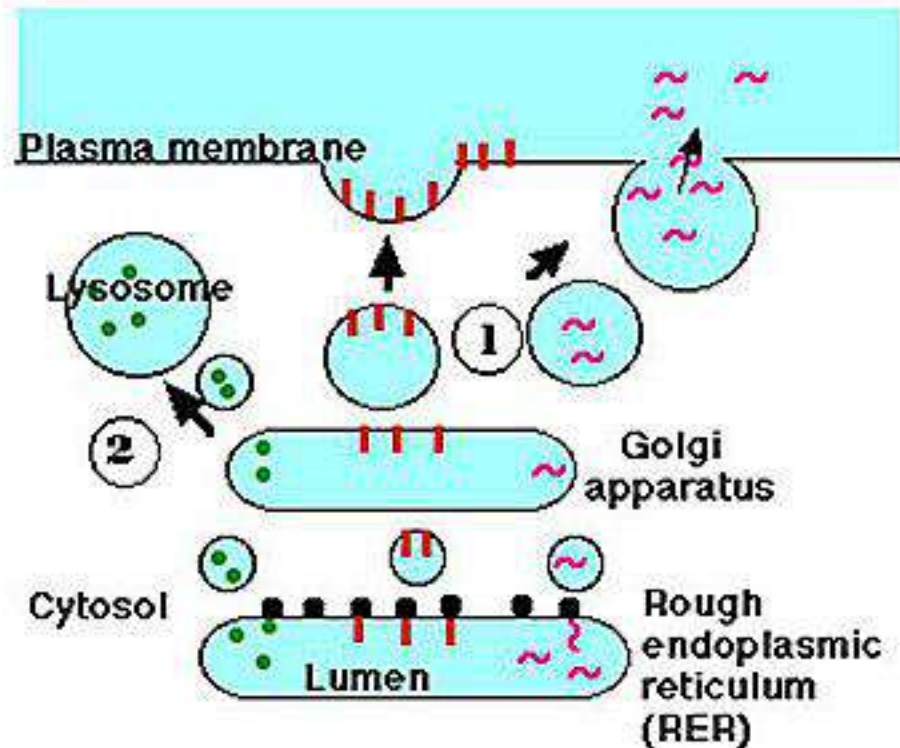
**Protéines périphériques externes de la membrane plasmique et internes des cytomembranes**

**Fibronectine, laminine**

**Synthèse de protéines transmembranaires du système endomembranaire**

**Translocou , R-SRP, perméases**

# *Destination des protéines synthétisées dans le RE*



■ = Integral membrane protein

~ = Secreted protein

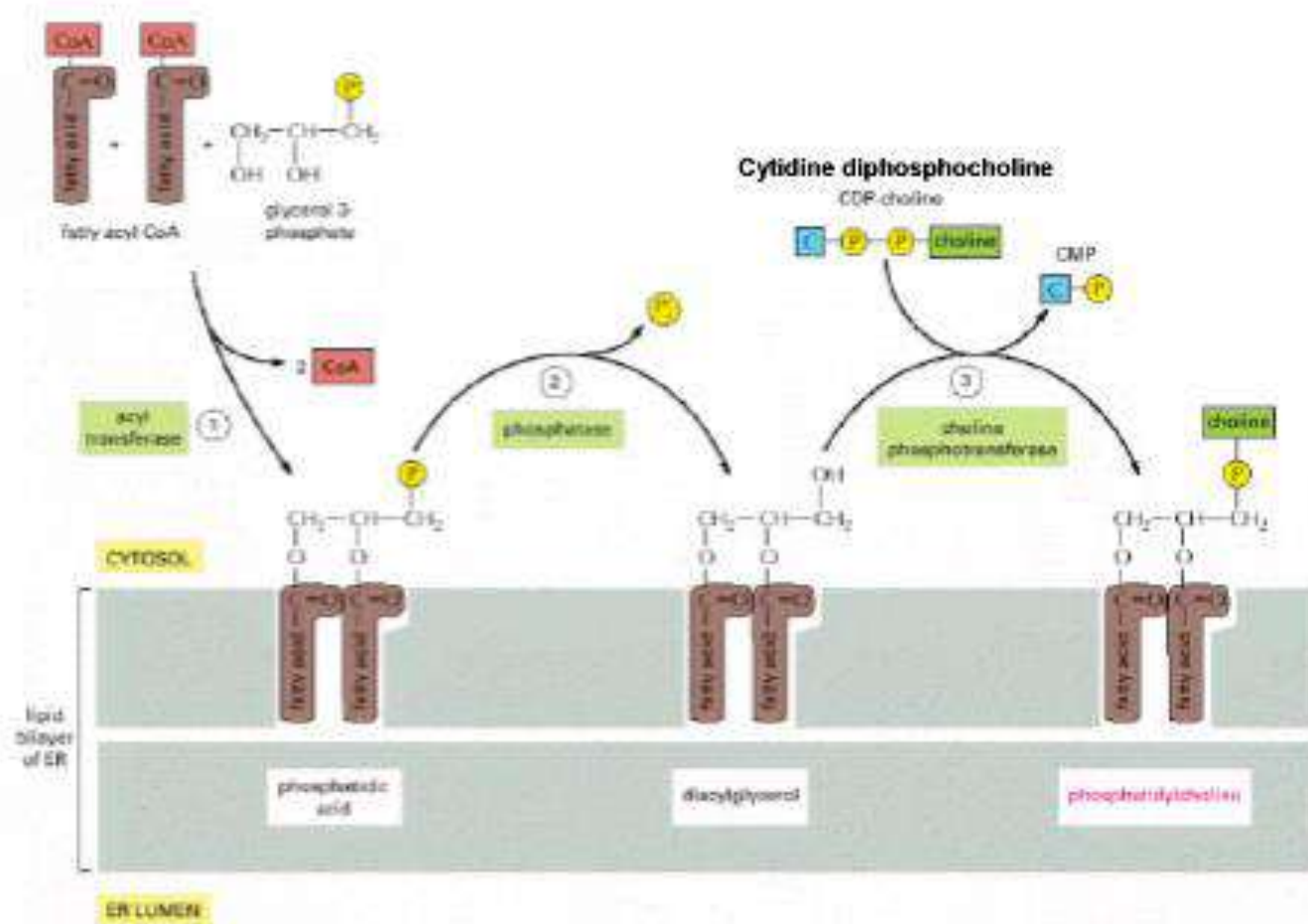
● = Lysosomal protein

● = Ribosome

○ = Transport vesicle

# Fonction du REL

## Synthèse des lipides membranaires

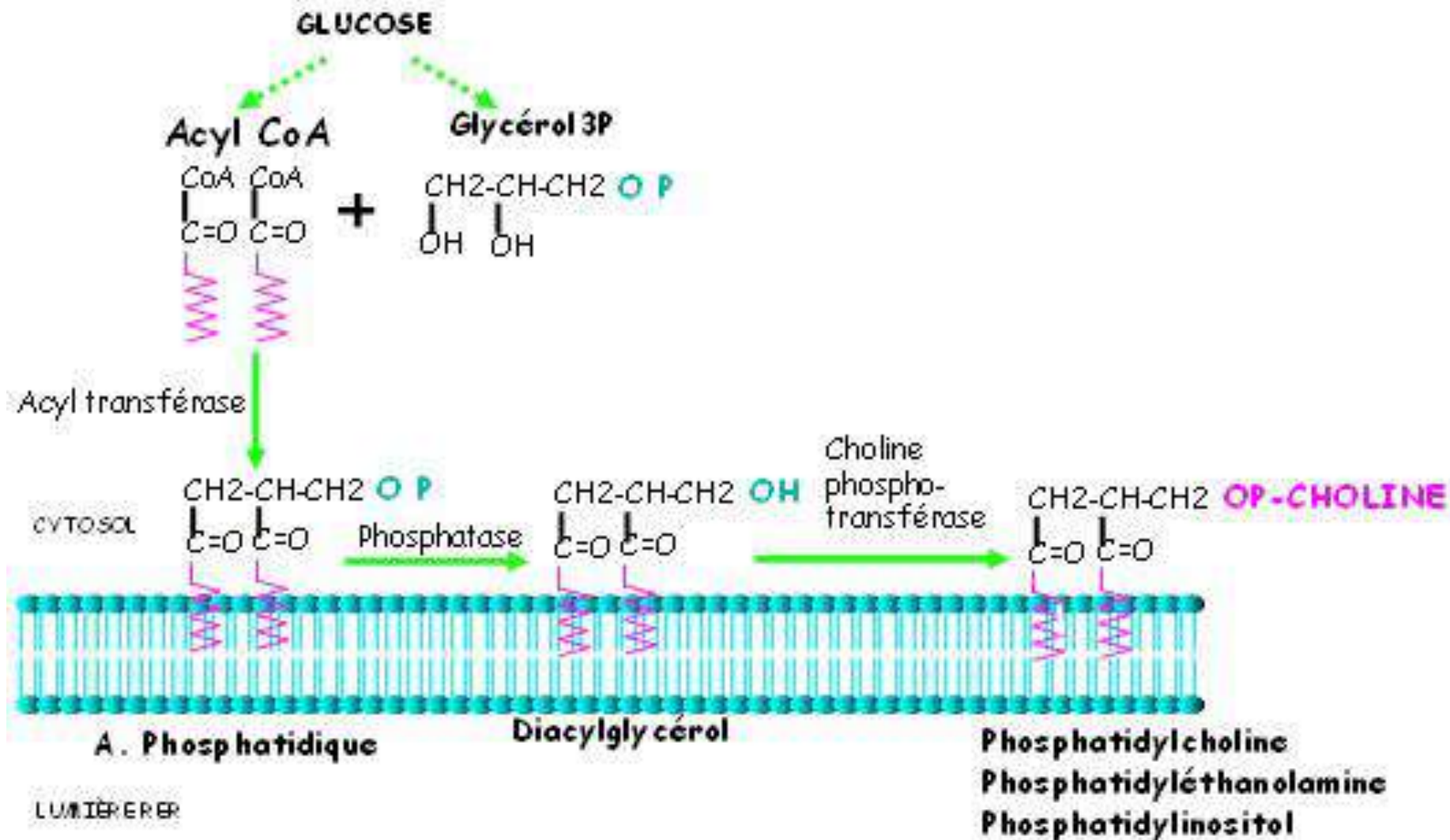


La phosphatidylcholine = principal phospholipide des cellules animales

Toutes les enzymes intervenant dans la synthèse sont dans la membrane du REL, le site actif tourné vers le cytosol

# Fonction du REL

## VOIE DE SYNTHÈSE DE LA PHOSPHATIDYLCHOLINE

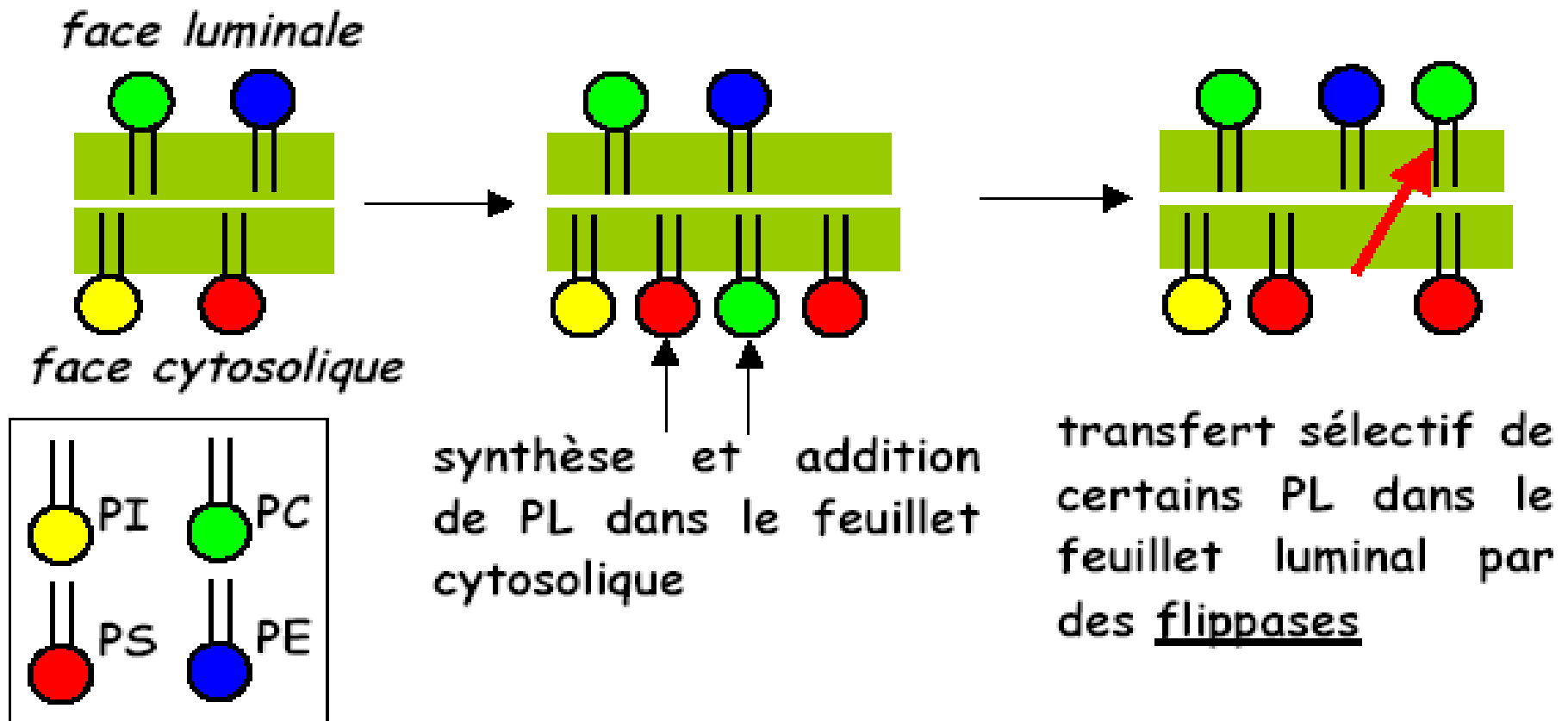


LUMIÈRE ER



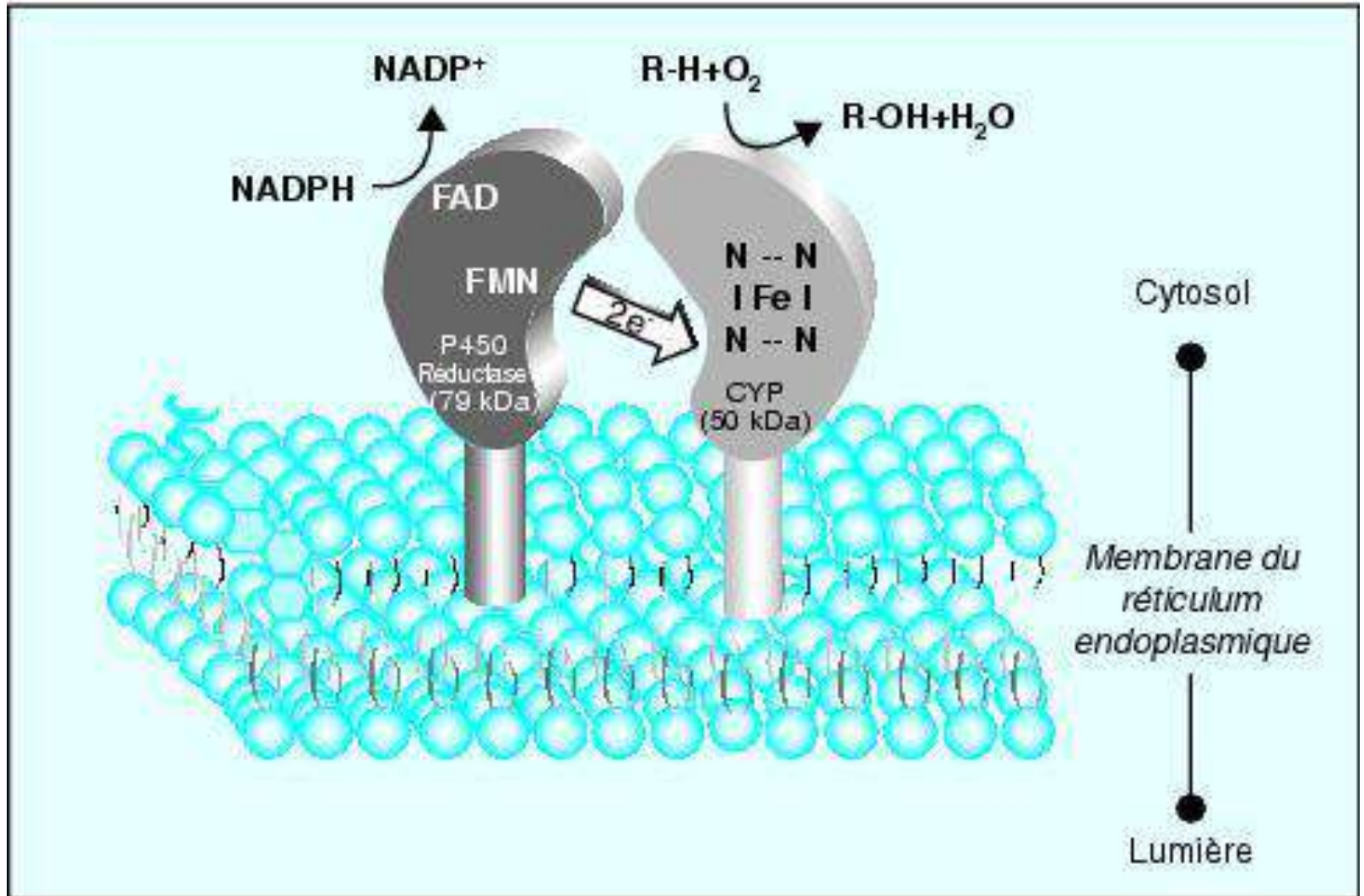
# Fonction du REL

- Biosynthèse des lipides membranaires (sur la face cytosolique du REL)



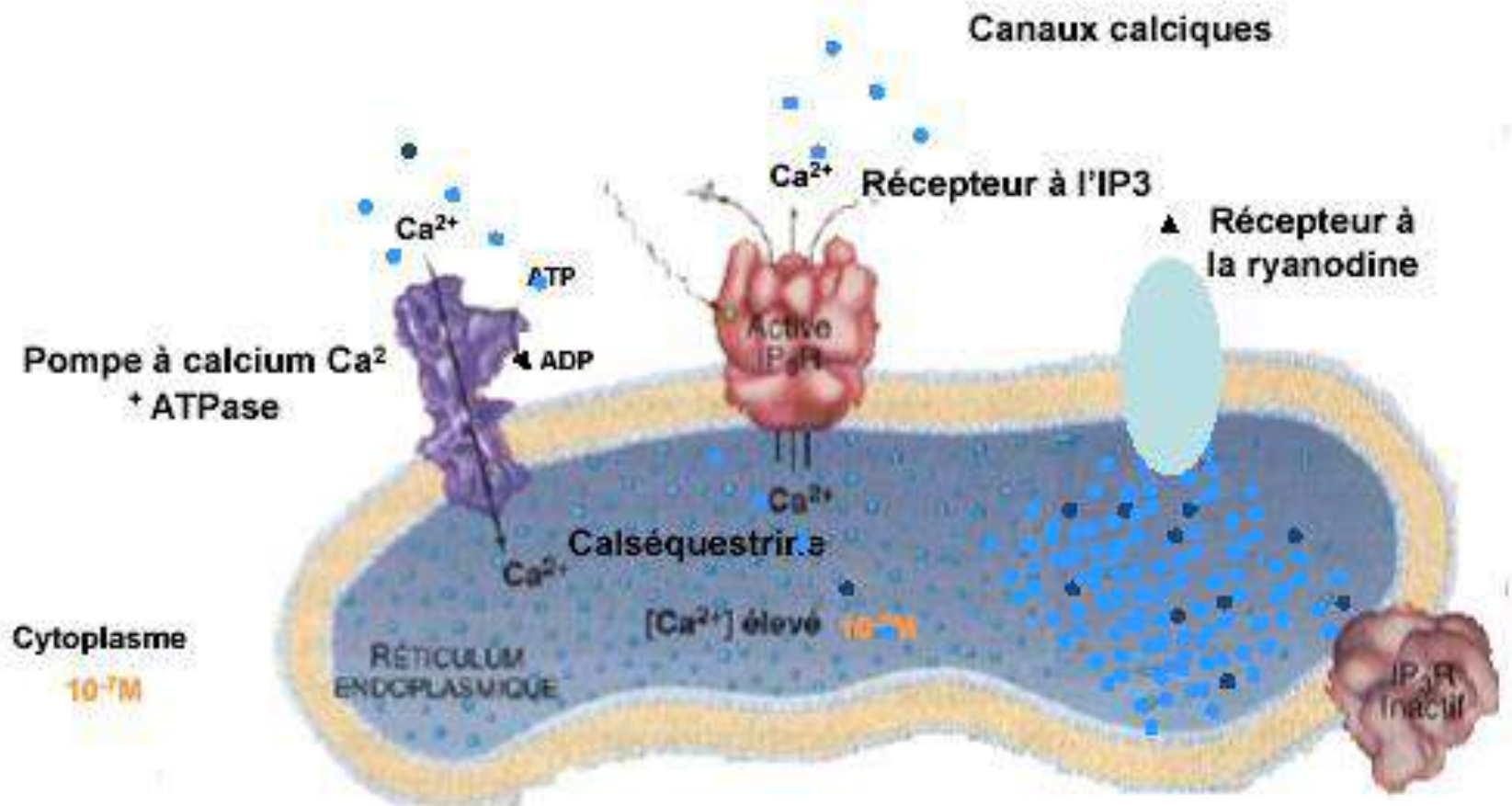
- Biosynthèse des triglycérides et du cholestérol (REL)
- RE = pourvoyeur de membranes cellulaires

# Détoxication des drogues et médicaments par le REL



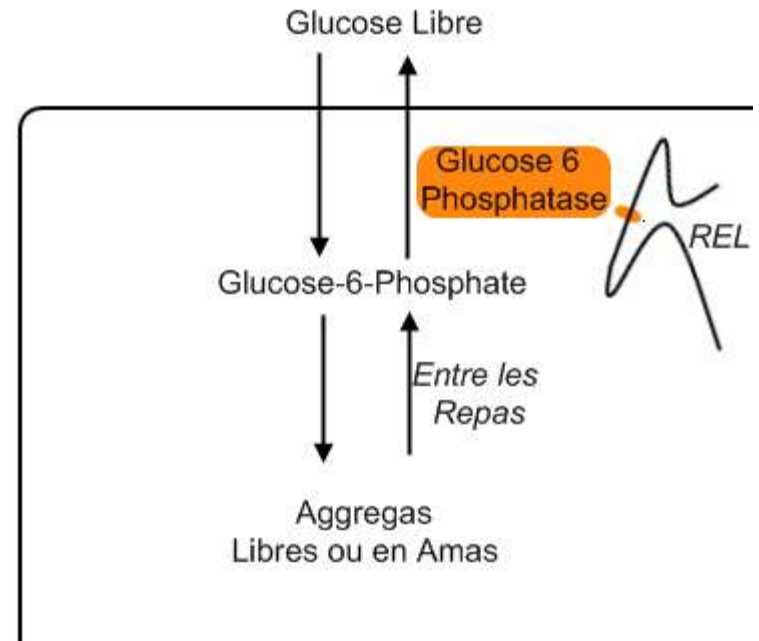
# Métabolisme et stockage du Calcium

REL siège de la  $\text{Ca}^{2+}$  ATPase de la cellule musculaire



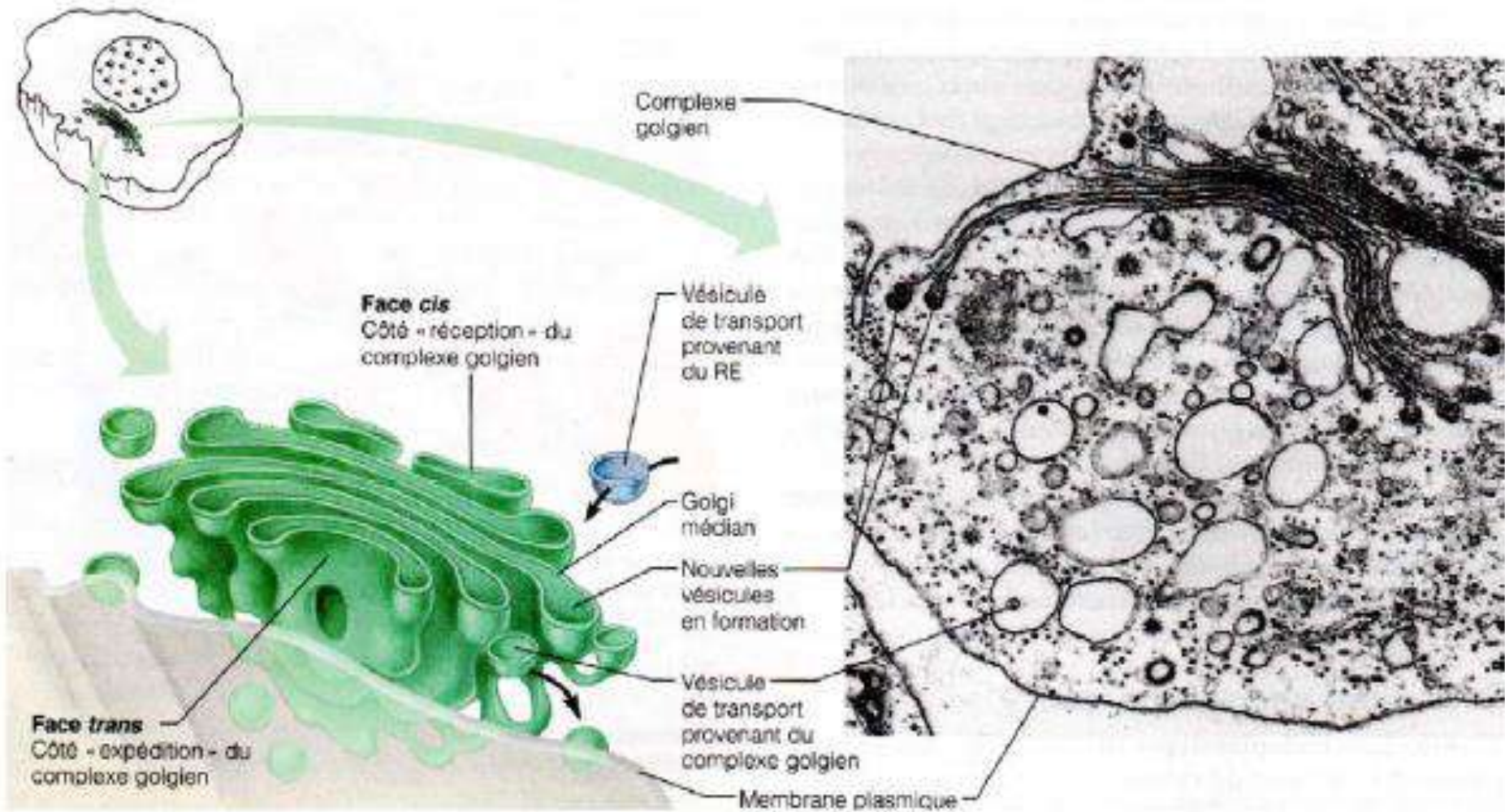
## Autres fonctions particulières du REL

- Synthèse des **hormones stéroïdes** à partir du cholestérol
- Participation à la production de glucose à partir du glycogène hépatique grâce à la présence de la **Glucose-6-phosphate**
- Production de l'**acide chlorhydrique** au niveau de l'estomac

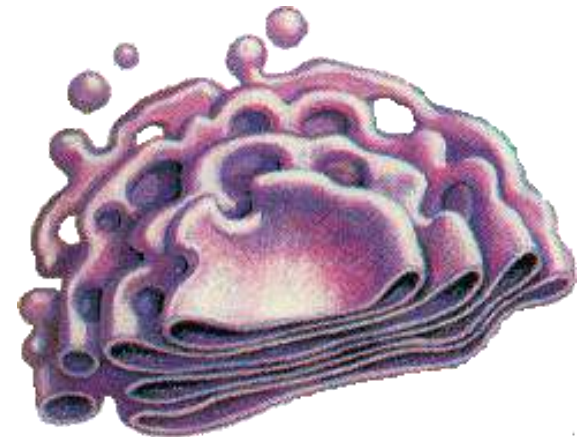
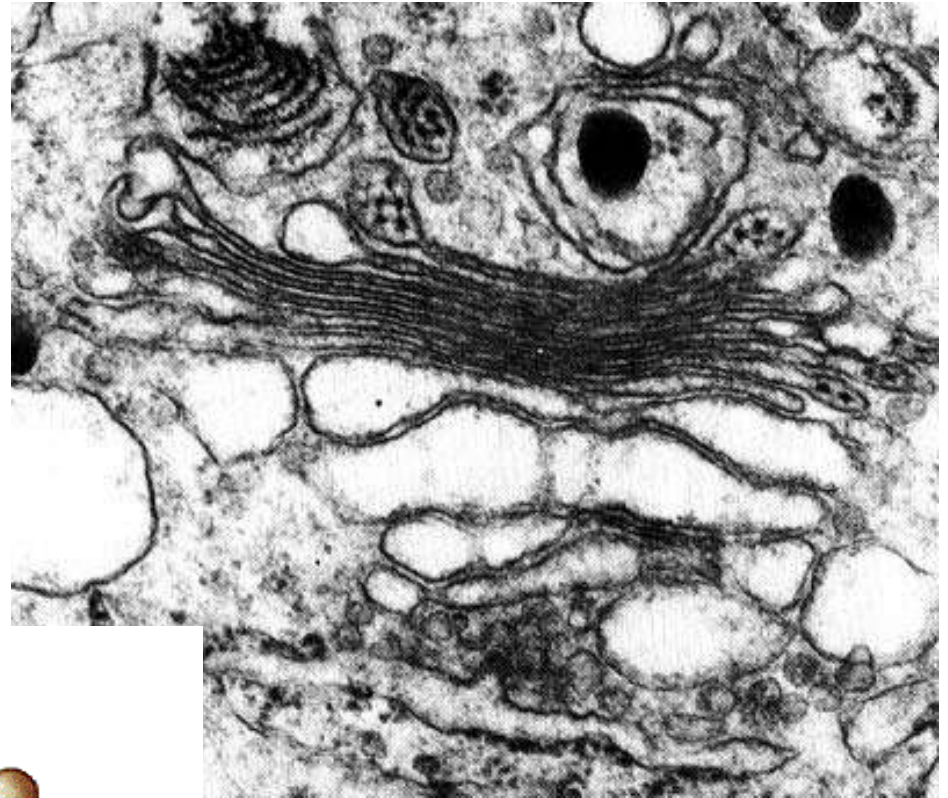


## **II. L'APPAREIL DE GOLGI**

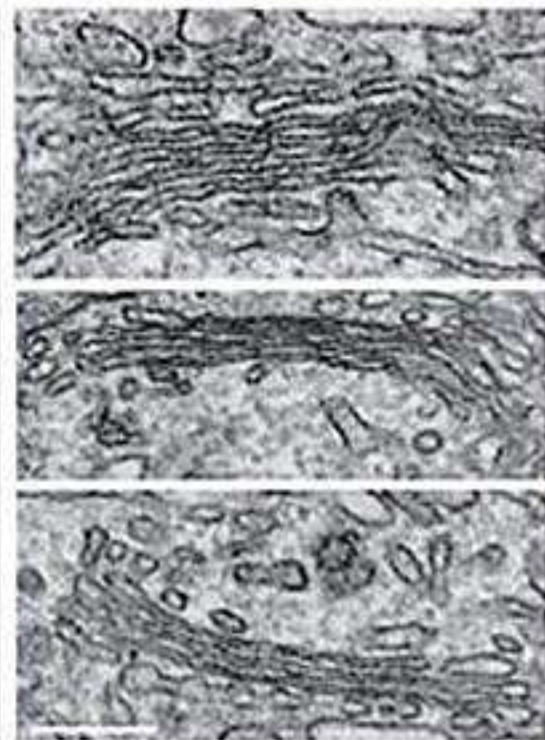
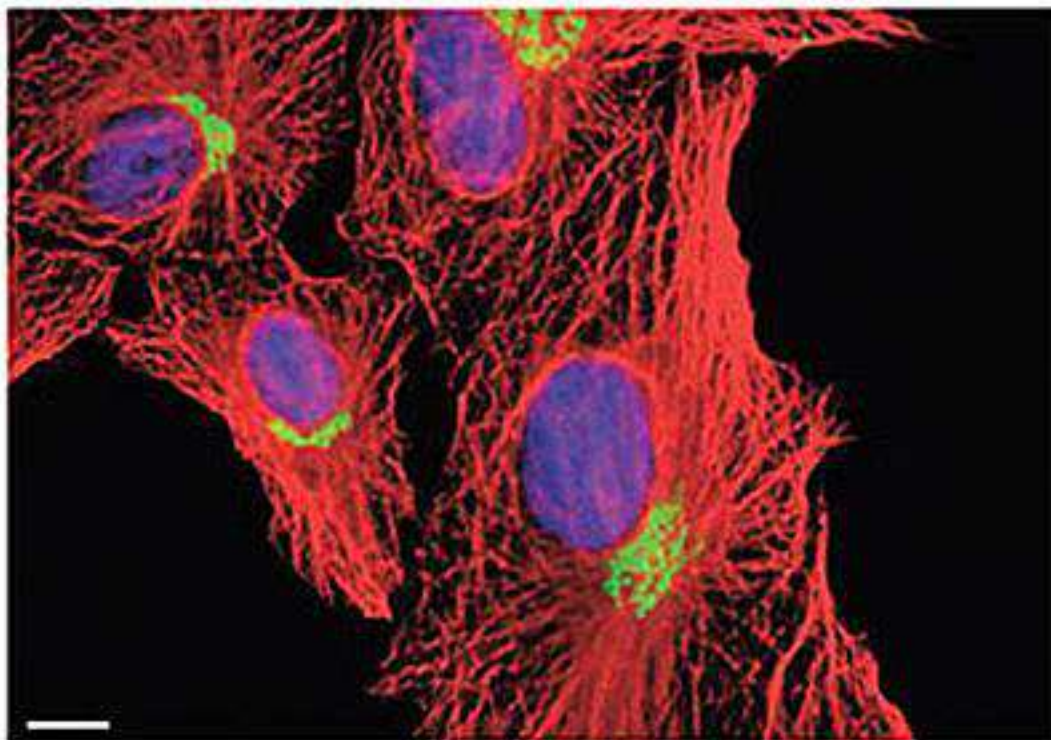
## II. L'APPAREIL DE GOLGI



# L'appareil de Golgi



d

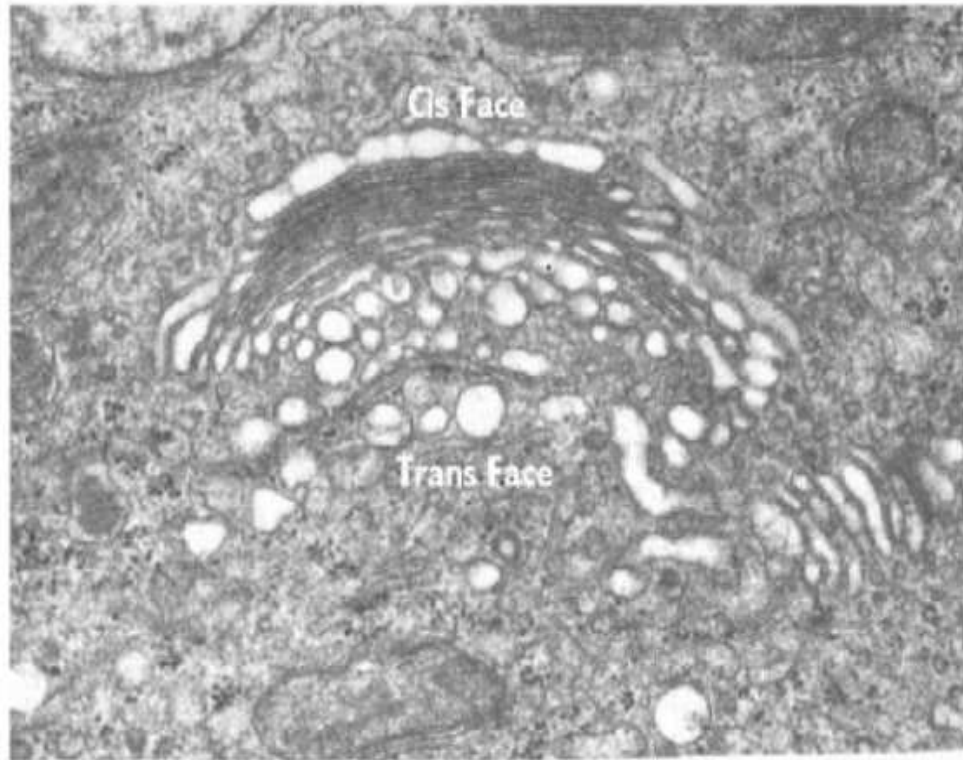


Nature Reviews | Molecular Cell Biology

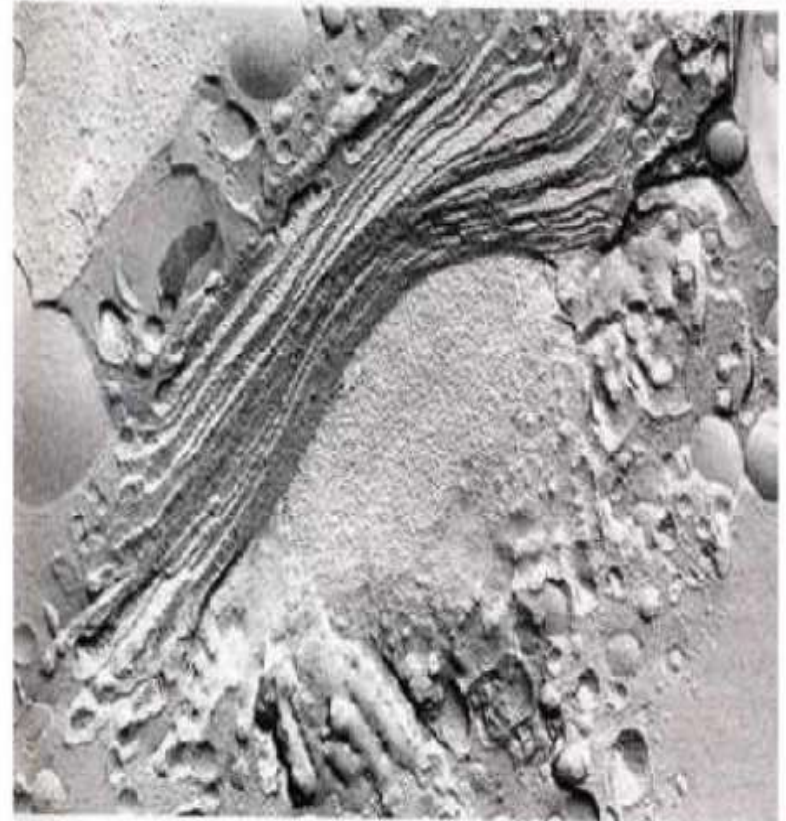
Nature Reviews Molecular Cell Biology 8, 429-439 (June 2007)



# Aspect d'un dictyosome au ME



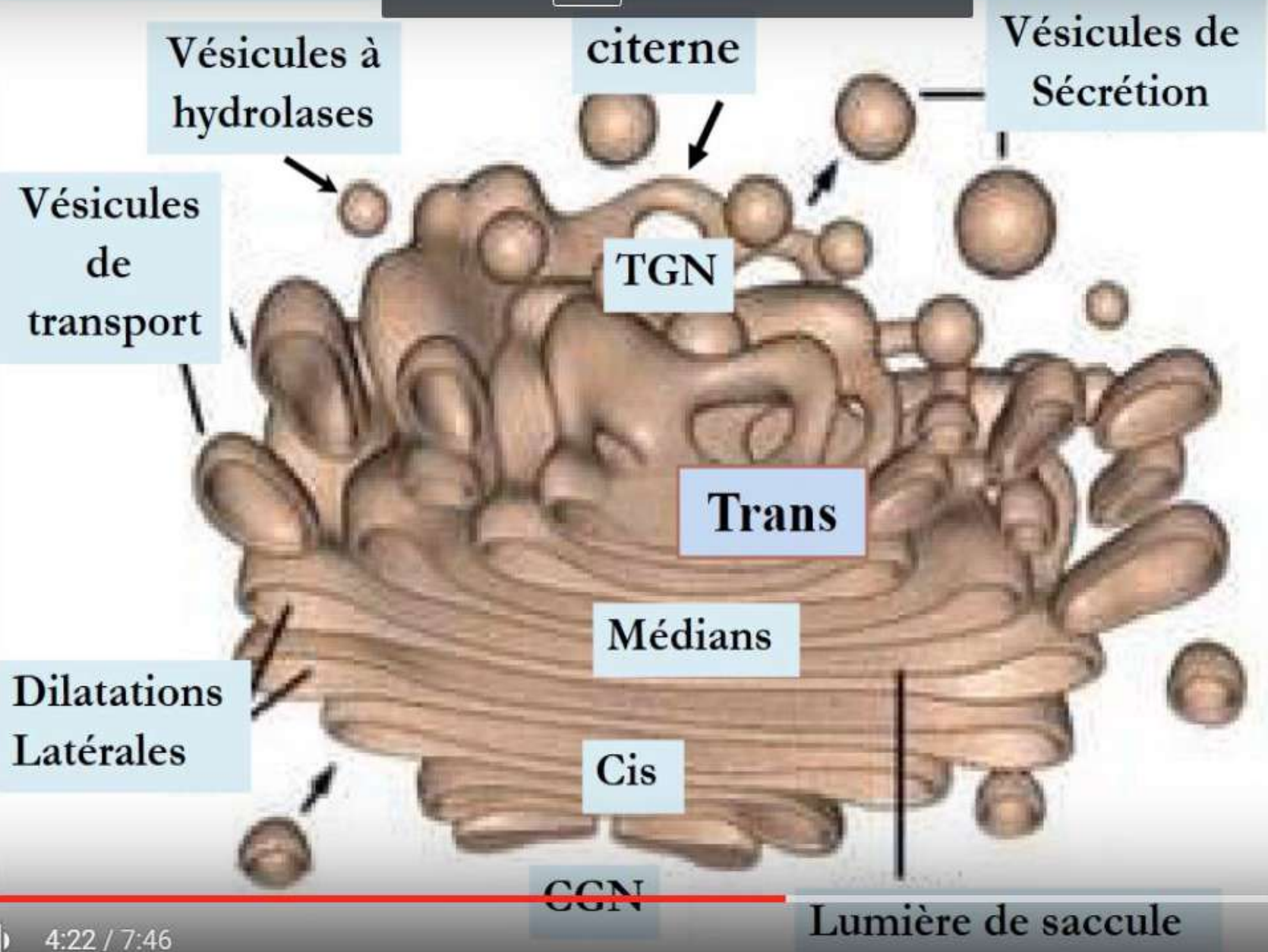
Coupes minces + coloration positive  
MET



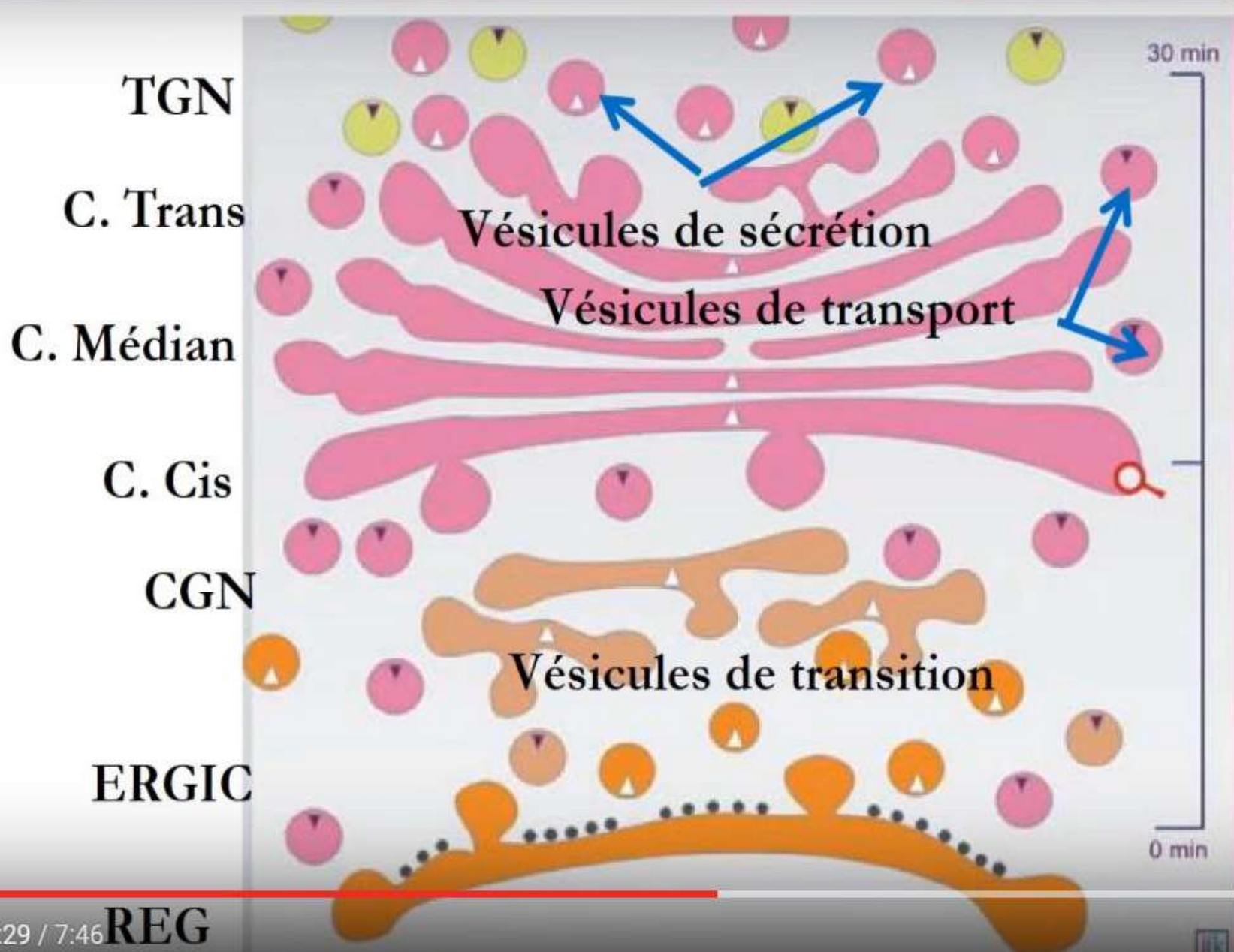
Réplique au MEB

# LE SYSTÈME ENDOMEMBRANAIRE une structure polarisée

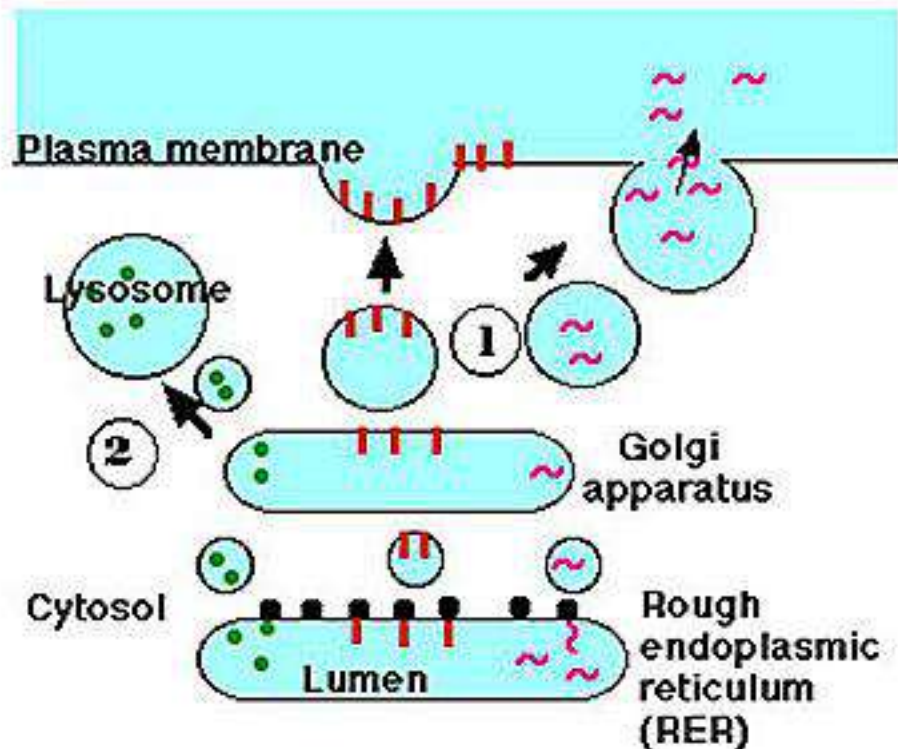
Appuyez sur **Échap** pour quitter le mode plein écran.



# Rapport de structure - fonctionnels REG-Golgi



# *Destination des protéines synthétisées dans le RE*



**I** = Integral membrane protein

**~** = Secreted protein

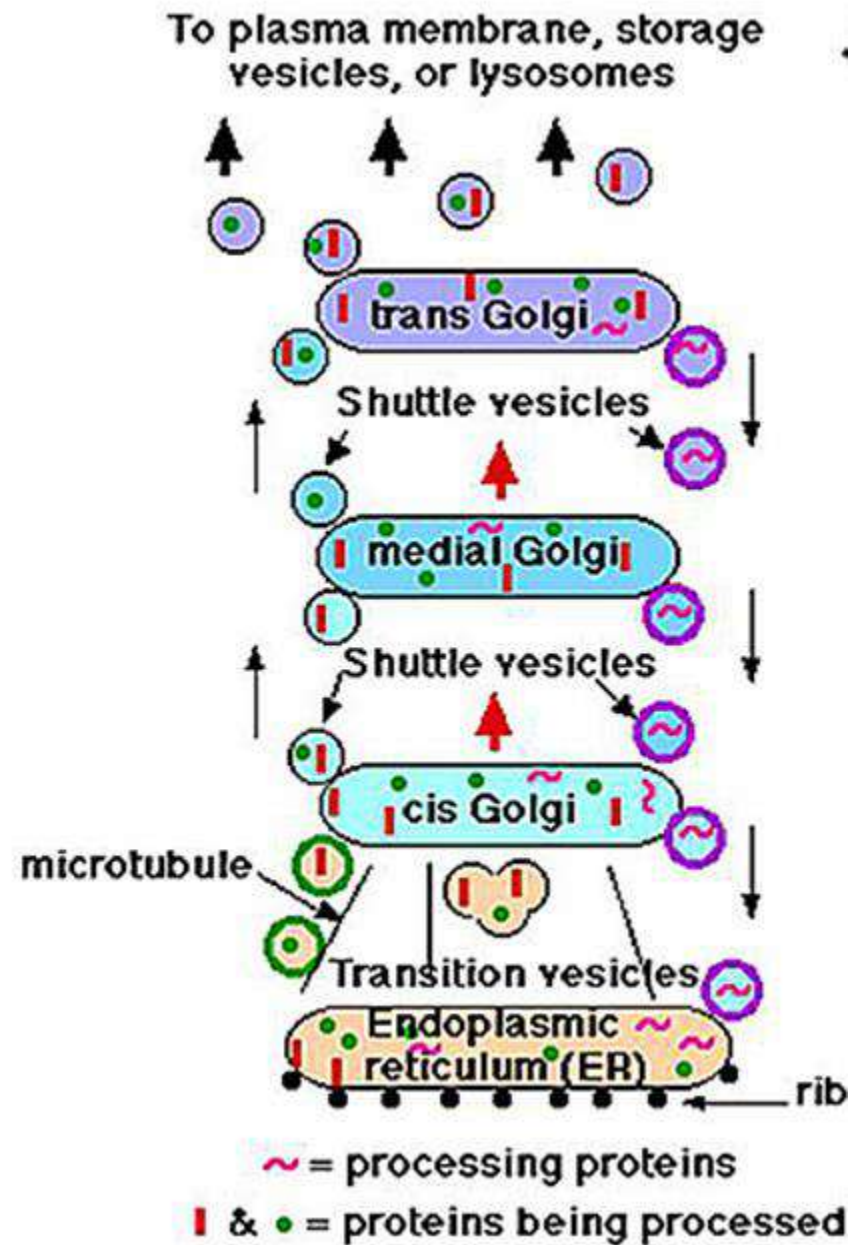
**•** = Lysosomal protein

**●** = Ribosome

**○** = Transport vesicle

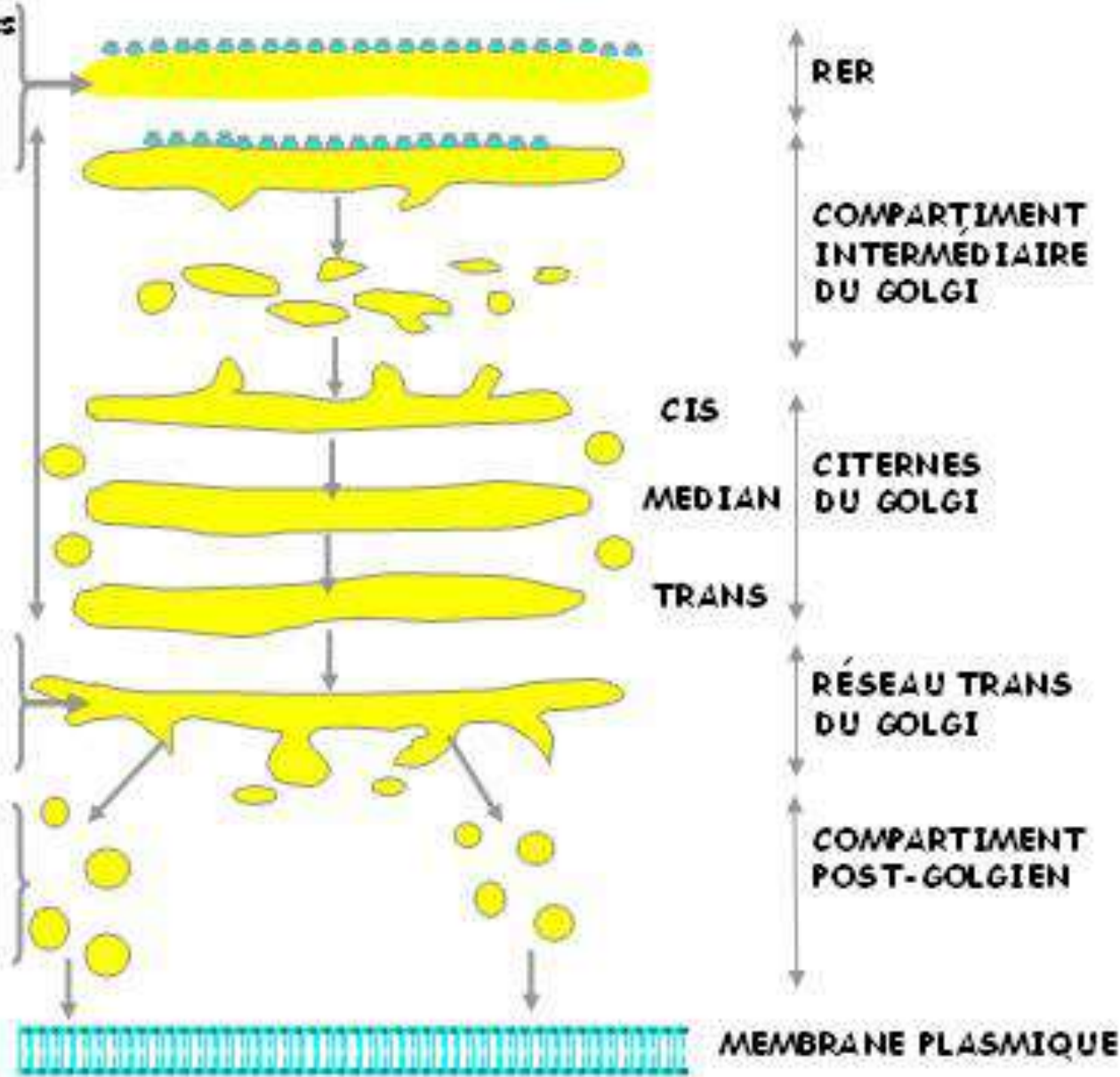
## Rôles majeurs de l'appareil de Golgi:

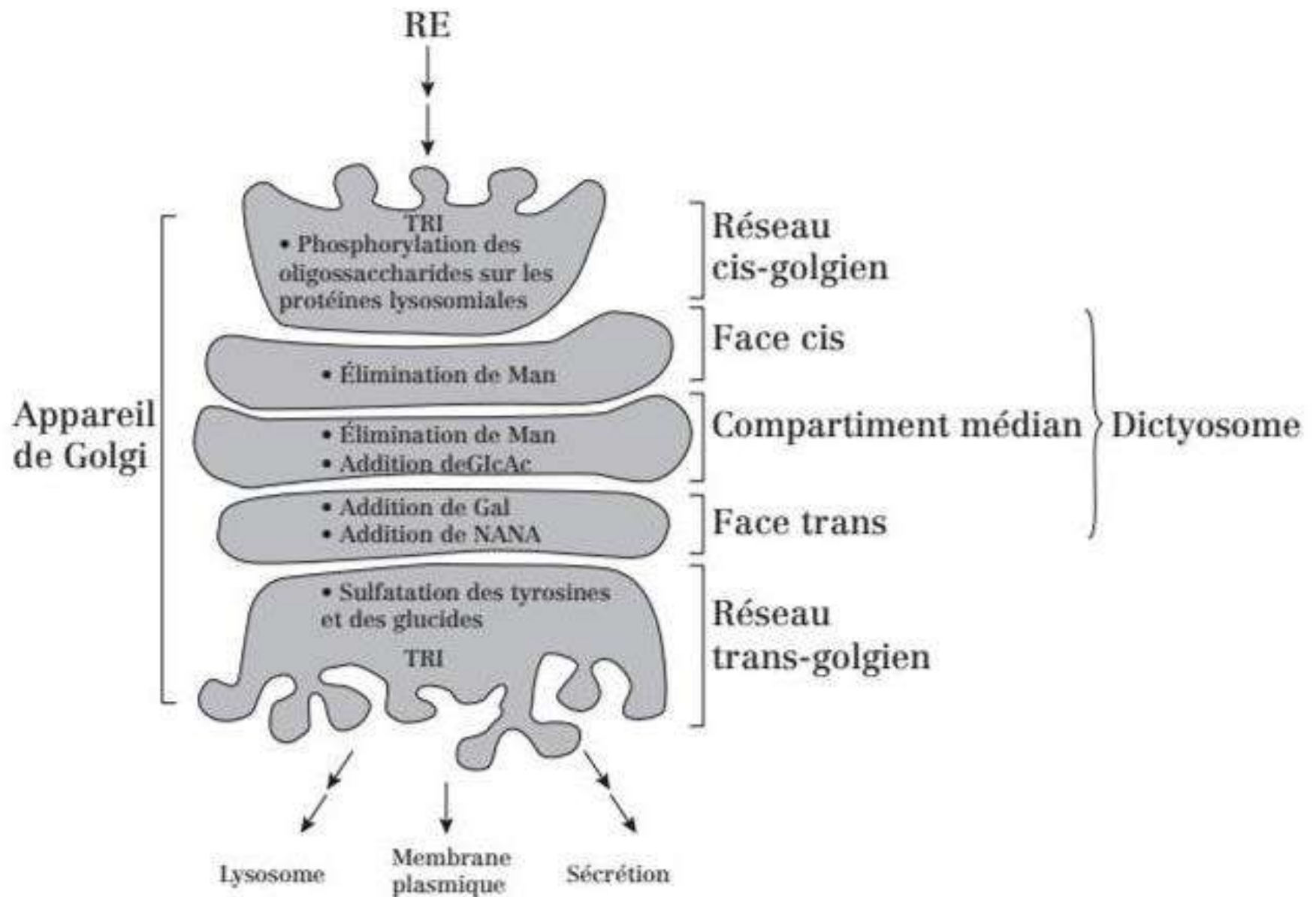
- Modification, ségrégation, concentration et emballage des protéines et des molécules provenant du RE selon leur destination finale;
- Régulation du trafic vésiculaire



# MODIFICATIONS POST-TRADUCTIONNELLES DES PROTÉINES DANS LE GOLGI

- Modifications co-traductionnelles et post-traductionnelles
- Initiation des N-glycosylations
- Contrôle de la « qualité »
- O-glycosylation des protéines
- Glycosylation des lipides
- Poursuite des N-glycosylations des protéines
- Sialylation, sulfatation, Initiation des clivages endoprotéolytiques
- Poursuite de clivages endoprotéolytiques
- Amidation

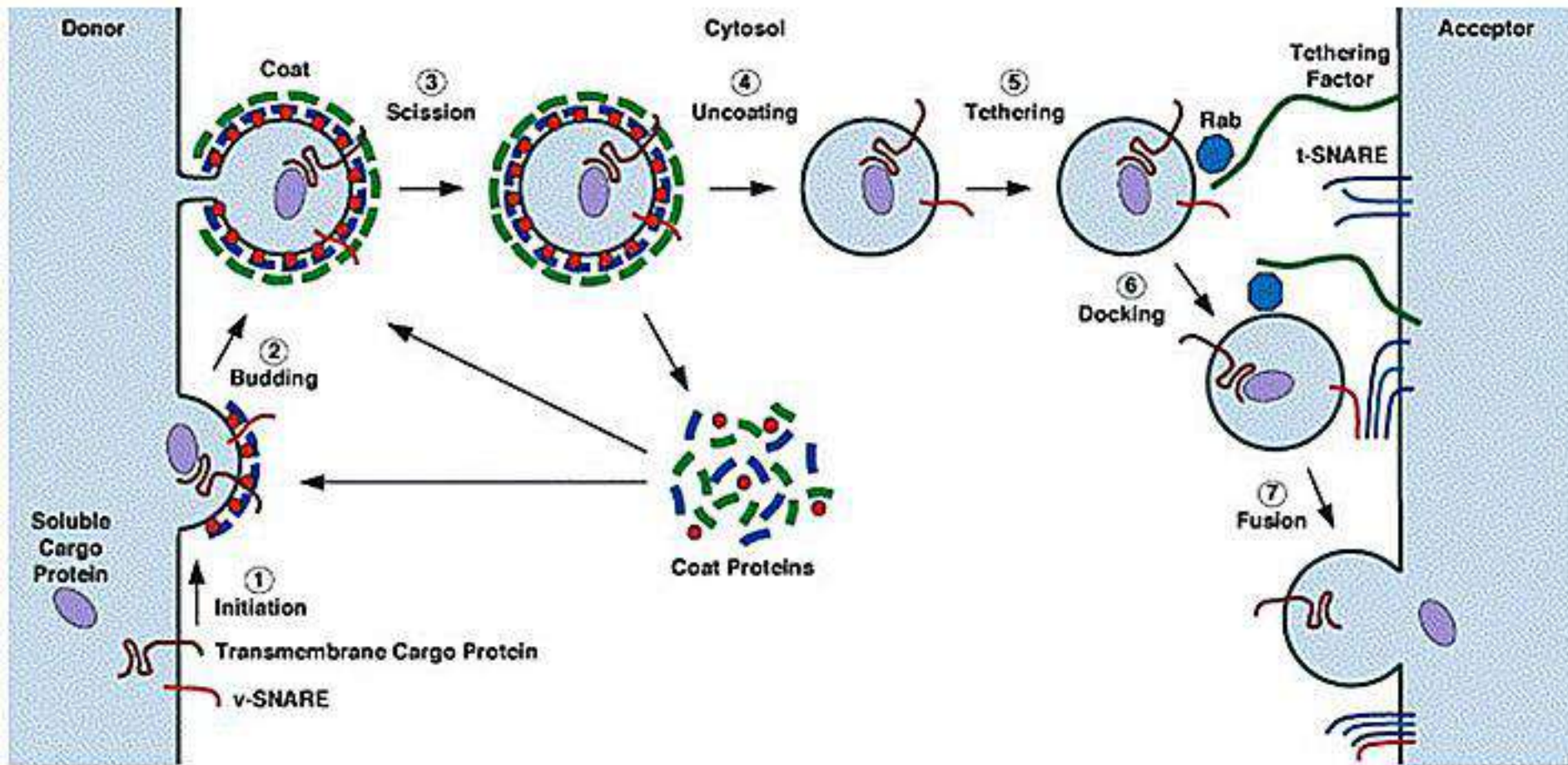




**Fig. 29.2:** Exemples de modifications post-traductionnelles des protéines réalisées par l'appareil de Golgi et selon le compartiment

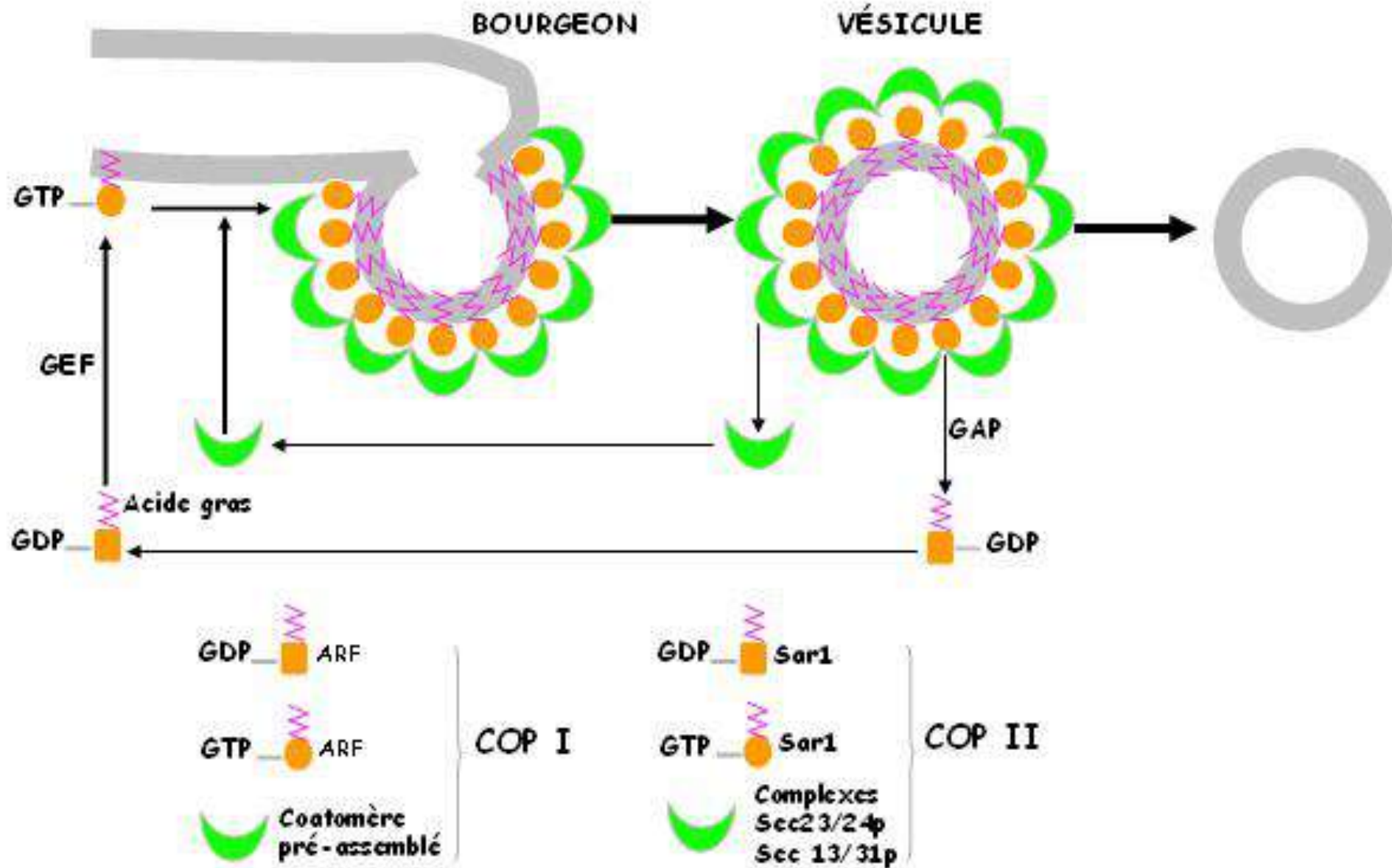
# Sortie du REG

Cell 2004; 116 (2); 153-166  
Copyright 2004 from Elsevier

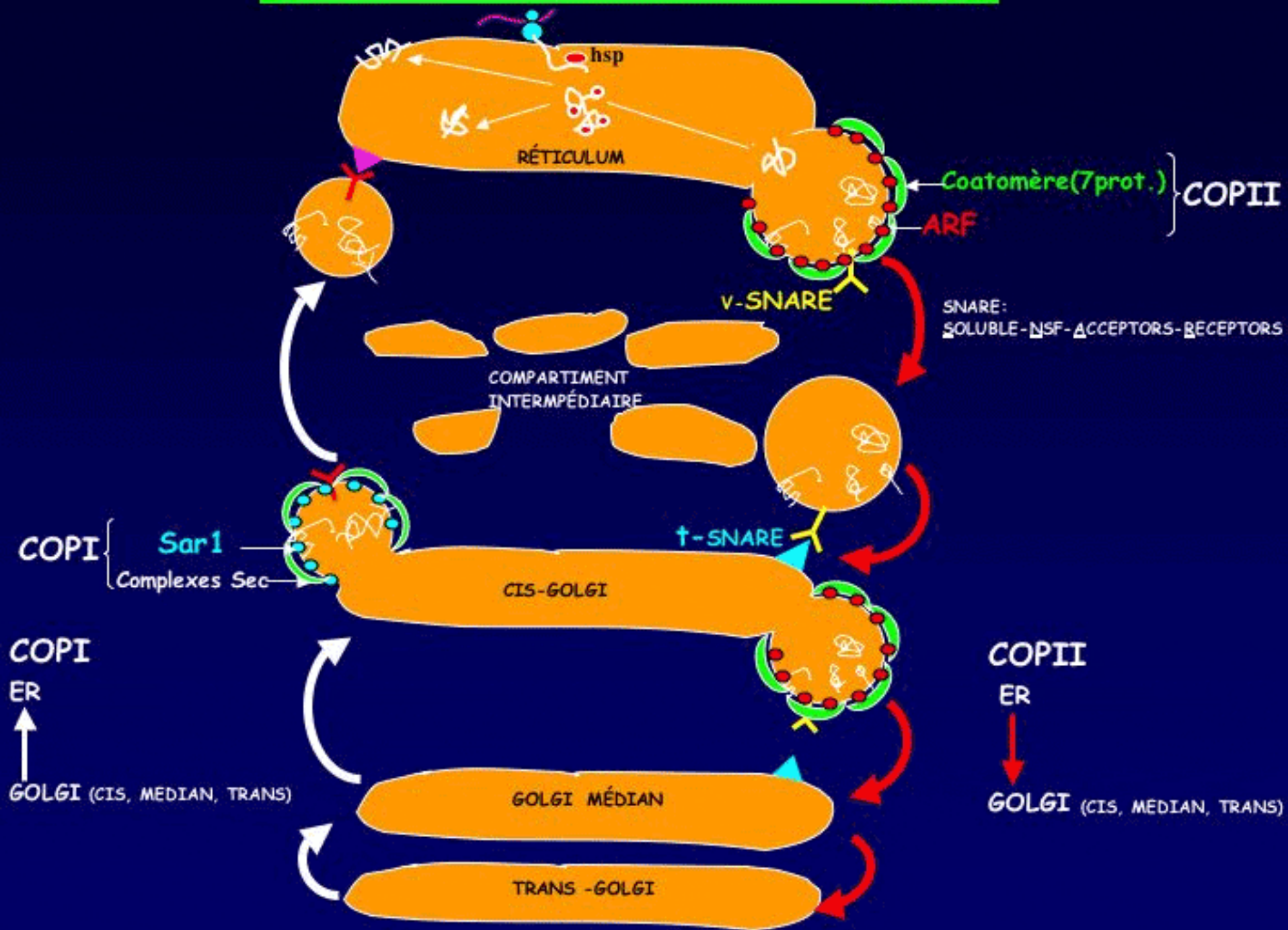




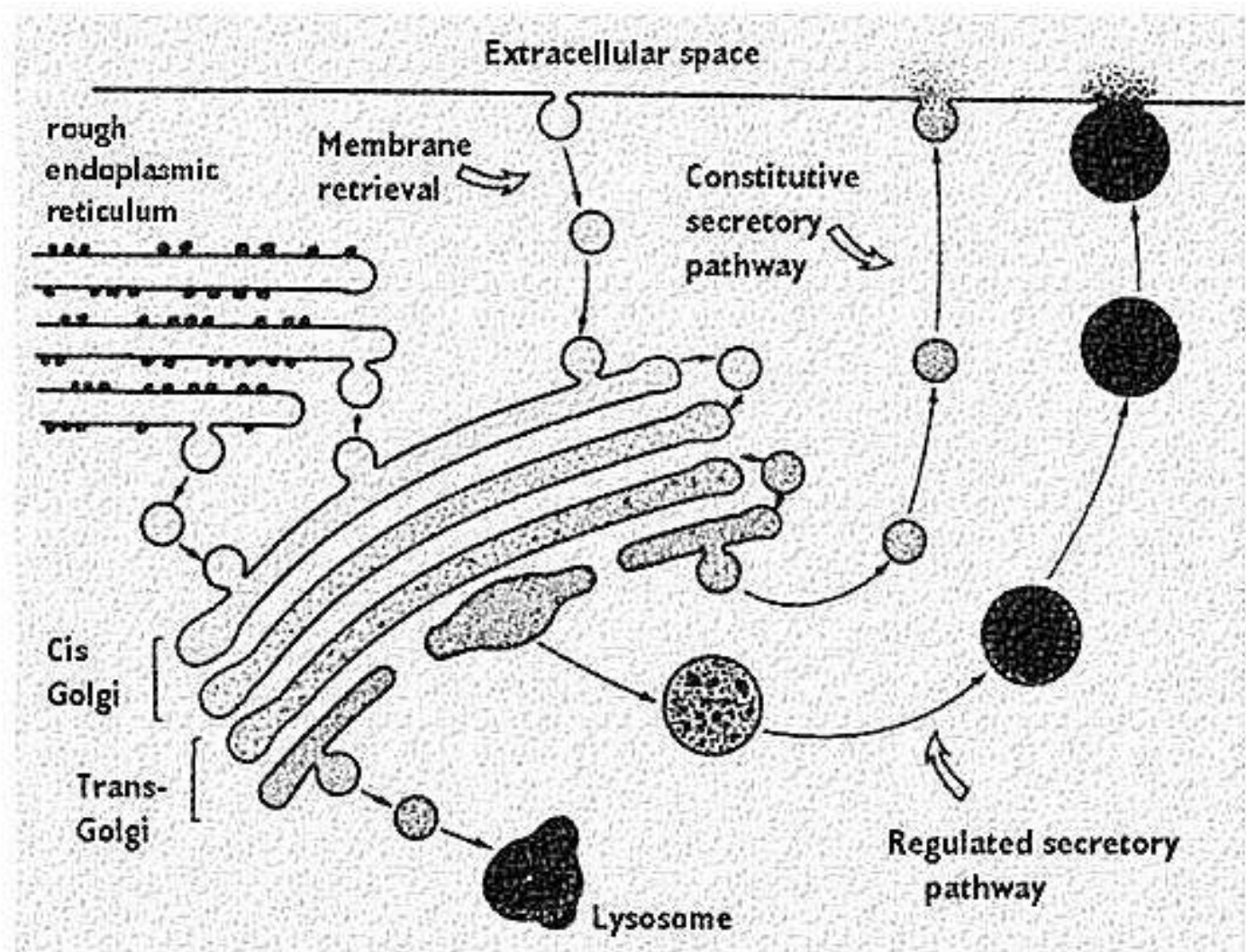
# FORMATION DES BOURGEONS ET VÉSICULES DE TRANSPORT

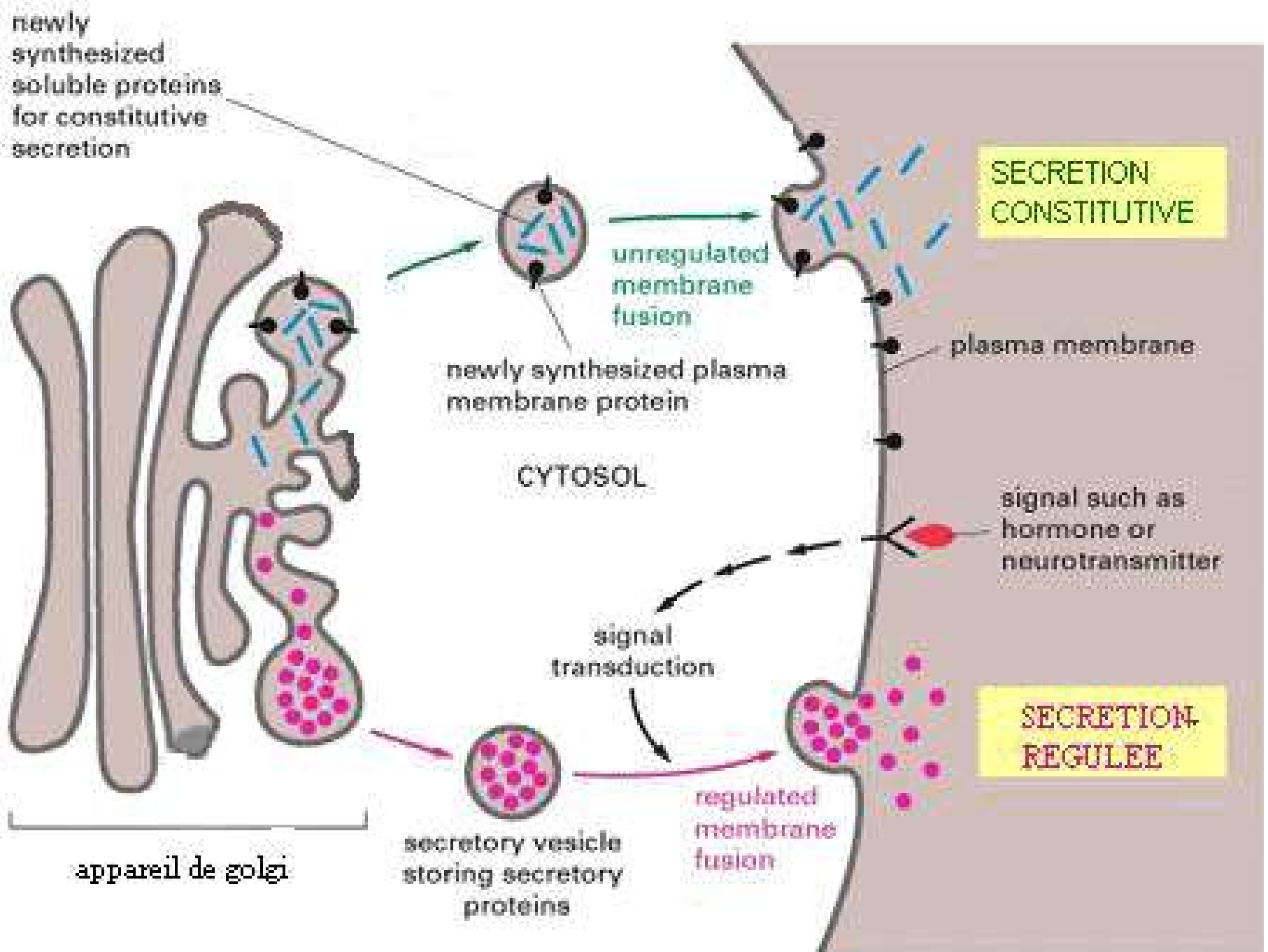


# TRANSPORT ANTÉROGRADE ET RÉTROGRADE DES PROTÉINES



# Voies d'exportation des protéines





# TRI ET CIBLAGE POST-GOLGIEN

## TRANS-GOLGI

PROHORMONE  
PRONEUROPEPTIDE  
(POMC, TRH, INSULINE...)

CLIVAGE PROTÉOLYTIQUE



CONVERTASES: PCE1, PCE2



Clathrine

MATURATION  
(Amidation)

## COMPARTIMENT POST-GOLGIEN



SPÉCIFICITÉ  
TISSULAIRE  
GRAINS DE ZYMOGÈNE  
GRAIN DE SÉCRÉTION  
VÉSICULE SYNAPTIQUE



Transporteur de glucose  
Molécule d'adhérence...



SIGNAL  
EXTRACELLULAIRE

Ca<sup>++</sup>

HORMONES  
NEUROPEPTIDES  
NEUROTRANSMETTEURS  
ENZYMES DIGESTIVES

PROTÉINES  
SOLUBLES

- Matrice extracellulaire
- Facteur de croissance
- Cytokines, hormones...

PROTÉINES ET GLYCOPROTÉINES  
MEMBRANAIRES

- PROTÉINES D'ADHÉRENCE
- RÉCEPTEURS
- TRANSPORTEURS
- CANAL IONIQUE

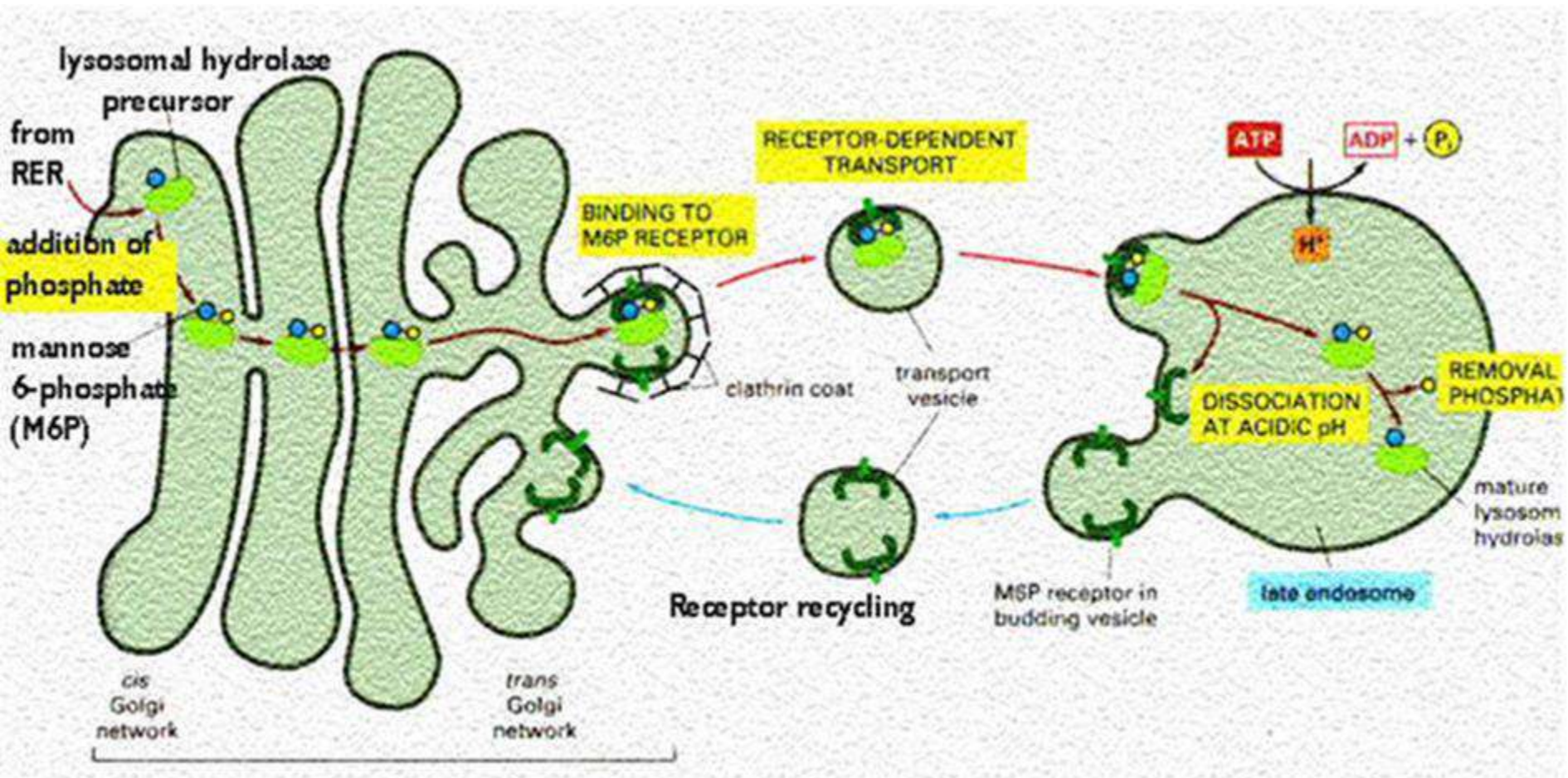
LIPIDES MEMBRANAIRES

SÉCRÉTION RÉGULÉE

EXOCYTOSE

SÉCRÉTION CONSTITUTIVE

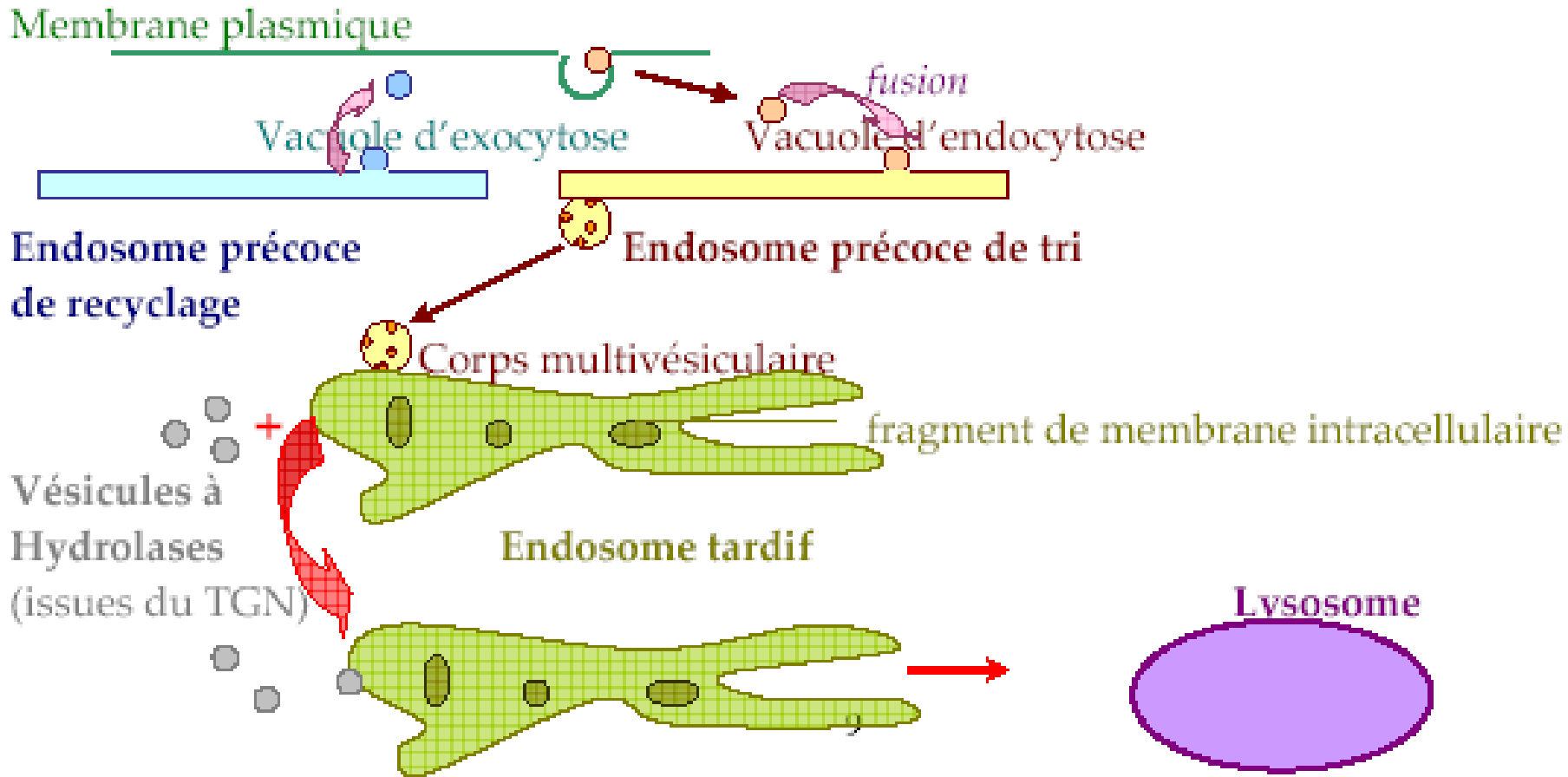
# Ex: Hydrolases lysosomiales



# III. ENDOSOMES & LYSOSOMES

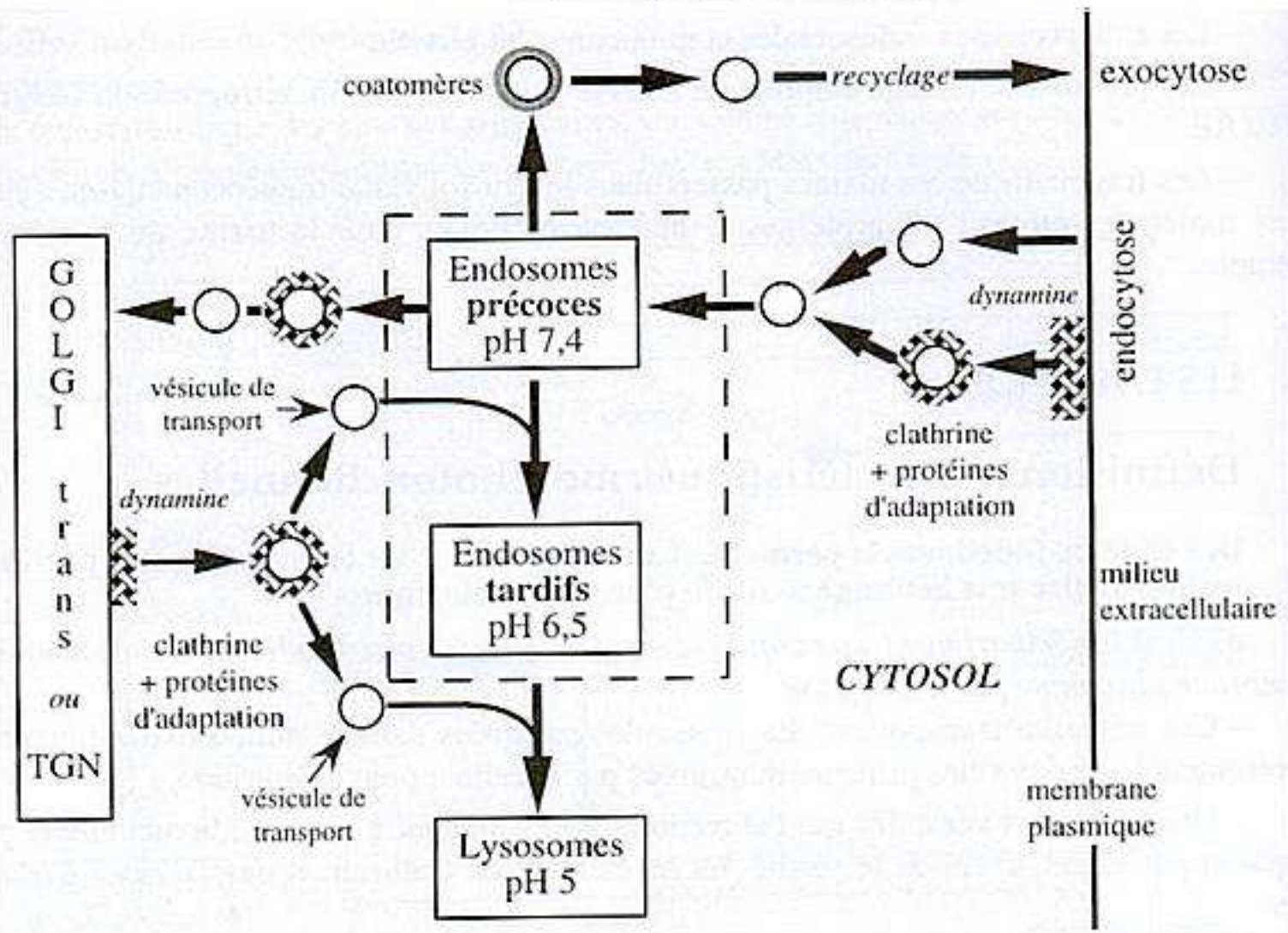
Machine de destruction des  
déchets

# II.1. Endosomes





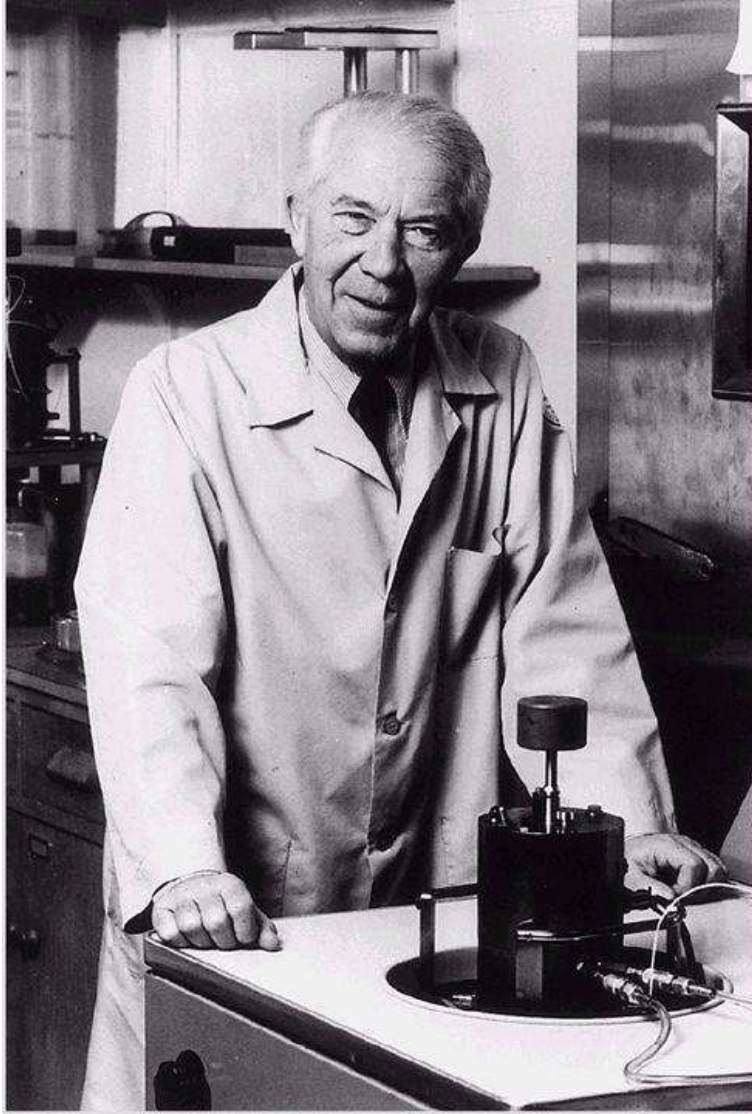
# Endosomes



*D'après P. Cau, cours de biologie cellulaire, Ed. Ellipses*

## III.2. Lysosomes

- Identifiés (1974) par les techniques cytoenzymologiques

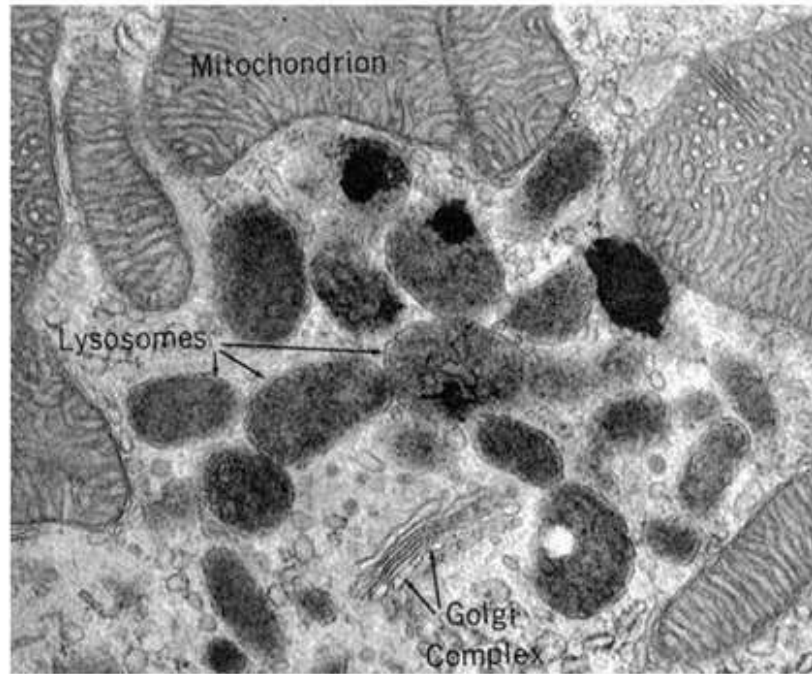


### Découverte des lysosomes

Christian de Duve at the  
Rockefeller University  
behind a  
centrifuge equipped with  
the Beaufay device

*Prix Nobel en 1974 partagé  
avec Albert Claude et  
George Palade*

## □ Localisation et taille

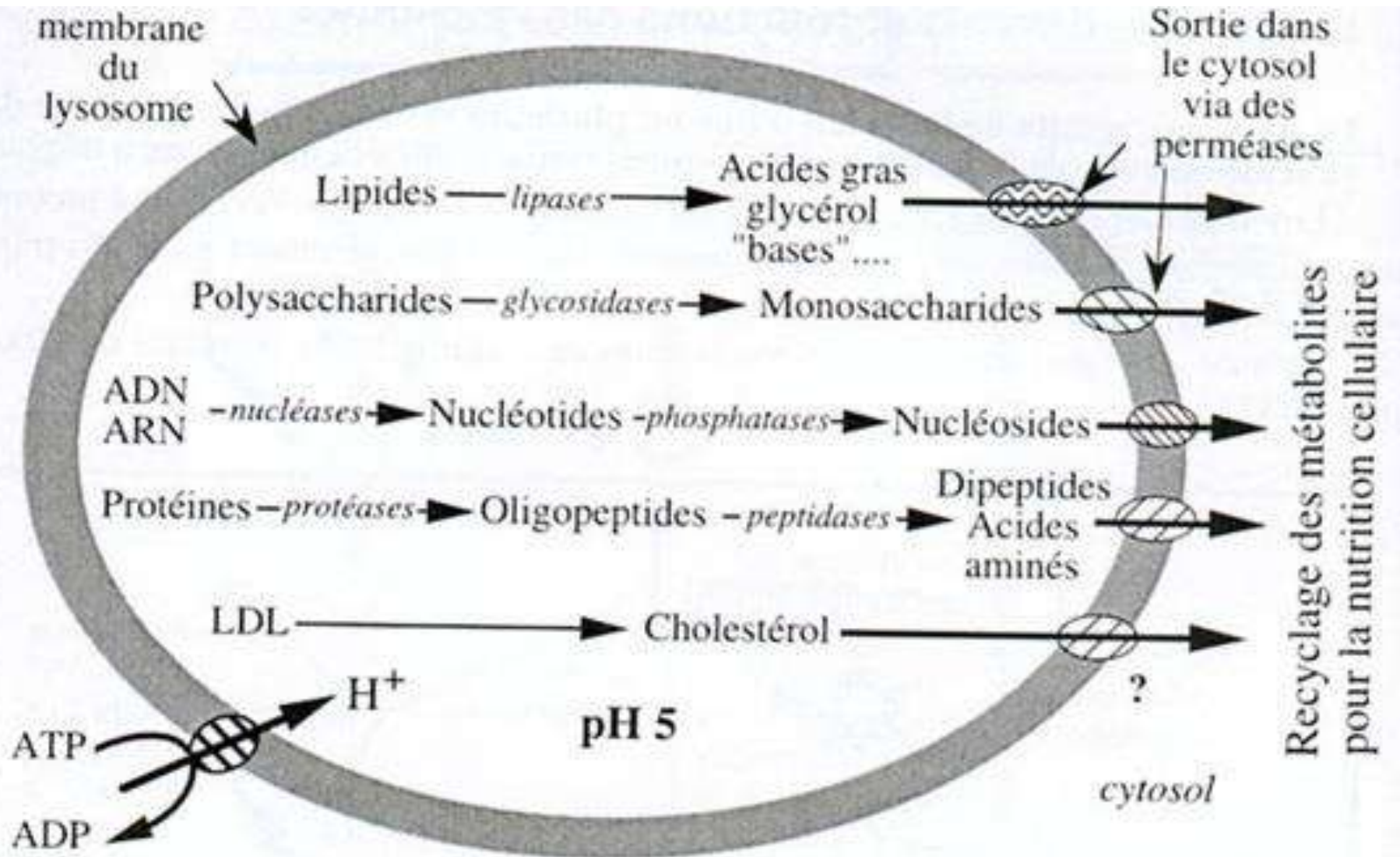


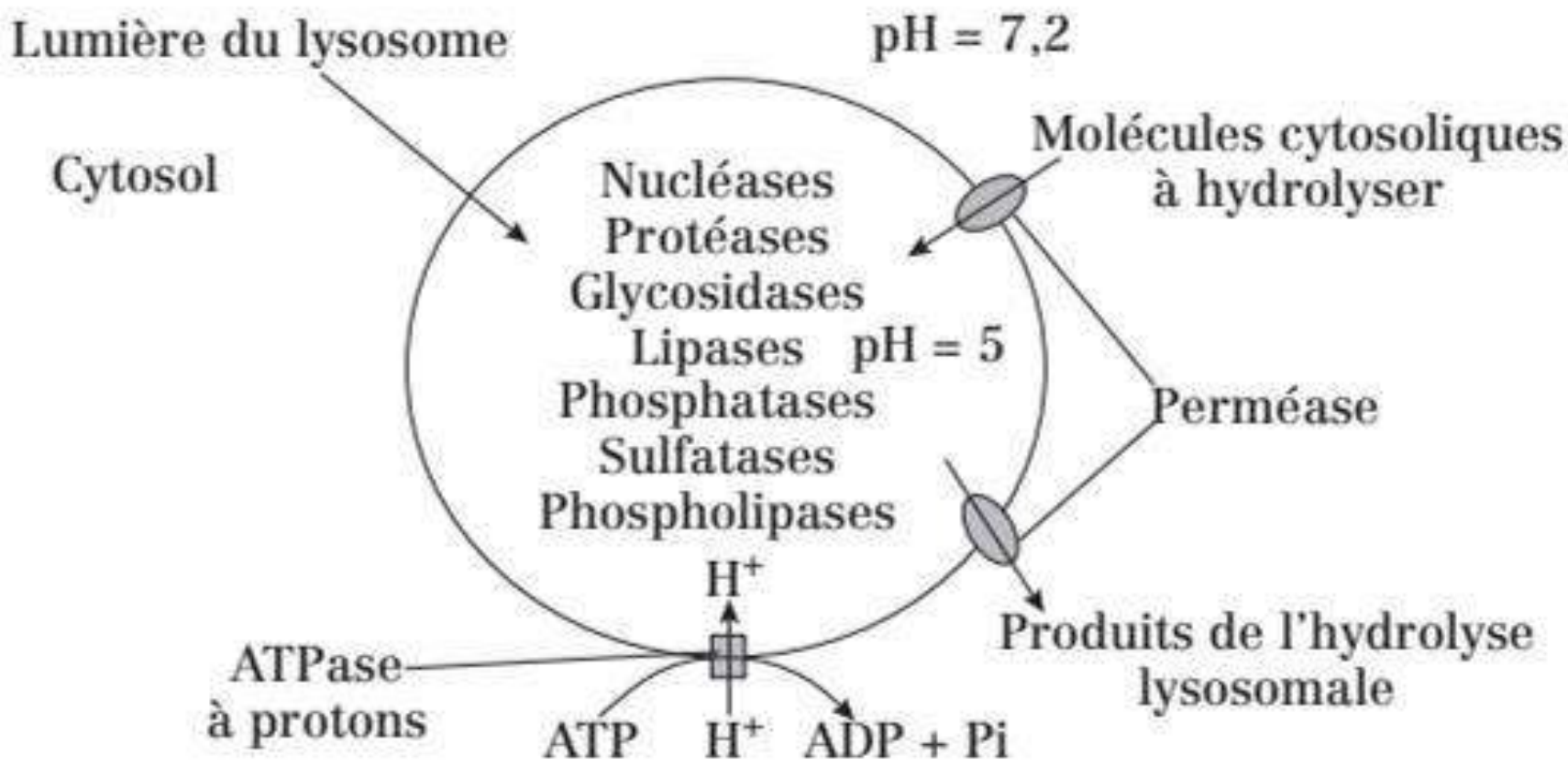
Taille et morphologie très variables selon le contenu et le type de cellule

Rôle très important dans les cellules animales;

**Fonction: dégradation de matériels cellulaires**

# Fonction des lysosomes






**31.1:** Représentation schématique d'un lysosome et de son contenu enzymatique

# Origine des lysosomes

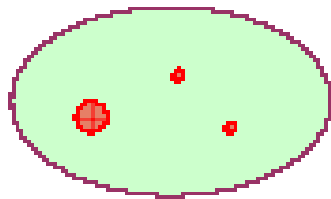
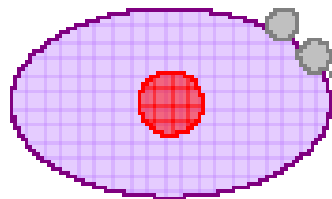
## Phagocytose

Membrane  
Plasmique



bactérie

vacuole hétérophagique  
= phagosome.

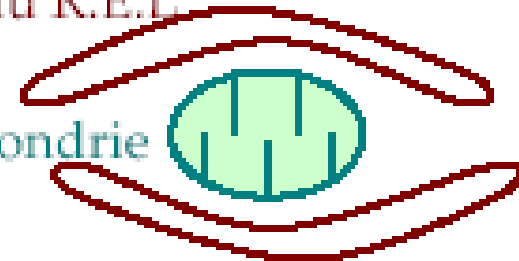


Phagolysosome  
= hétérolysosome.

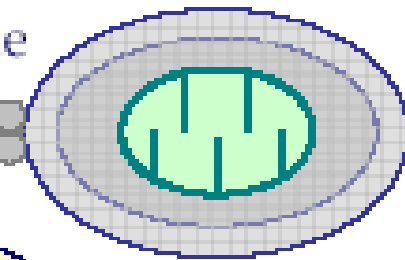
## Autophagie

Lame du R.E.L.

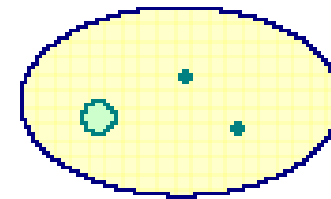
Mitochondrie



Vacuole autophagique  
= autophagosome



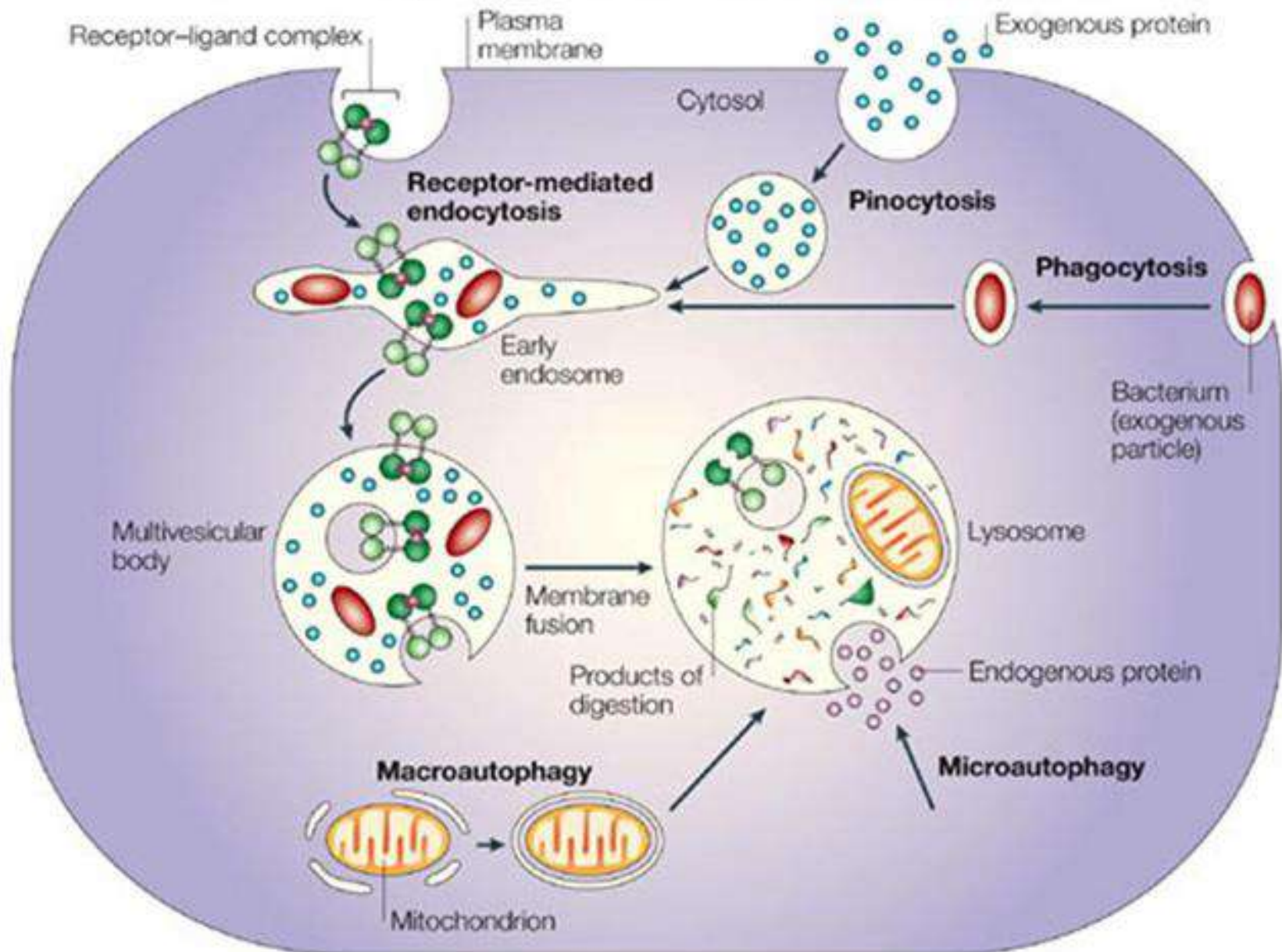
vésicules à hydrolases



Autophagosome  
= Autolysosome.

la m  
la m

# Lysosomes: fonctions

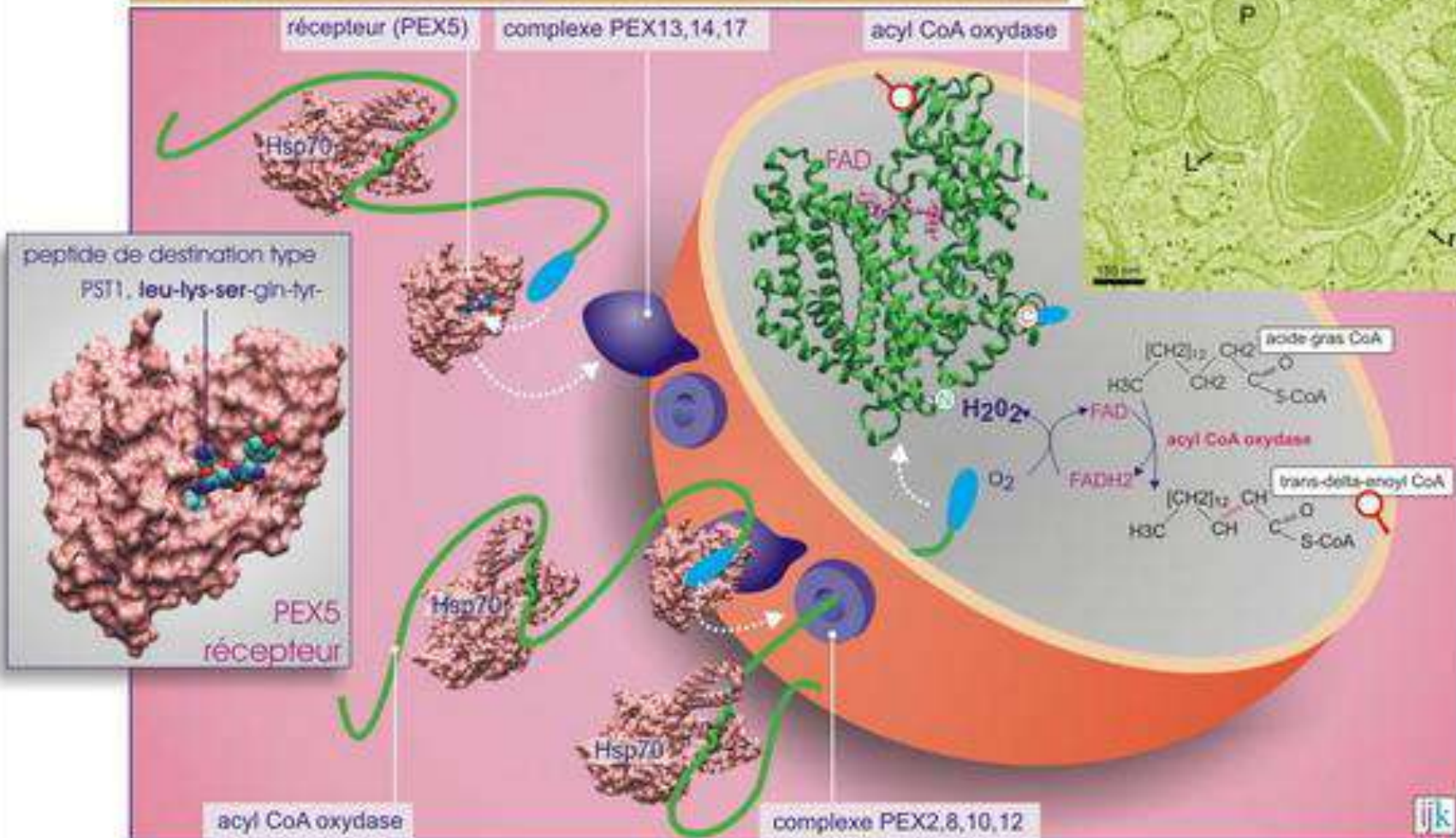
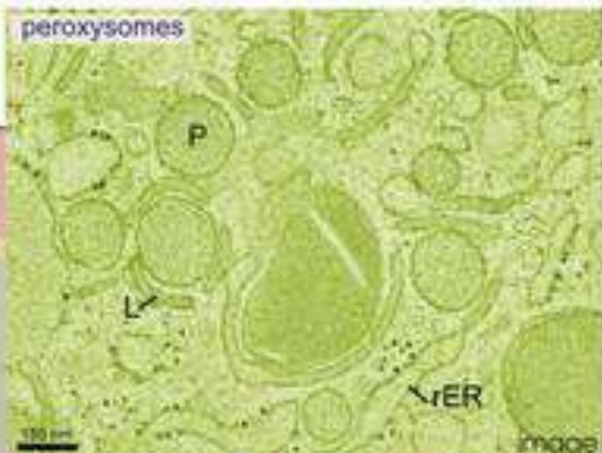


# Peroxisomes

- Présents dans toutes les cellules eucaryotes
- Sacs membraneux
- Constitués: d'une membrane et d'une matrice



mode de passage des protéines peroxysomales portant un peptide de destination PST1 en position C-terminale



H. Geuze  
H. Tabak  
Utrecht,  
Pays Bas

# Fonction des Peroxysomes

## 1) Action des Oxydases

- Neutralisation de certaines substances toxiques



$H_2O_2$  = peroxyde d'hydrogène

- Oxydation des Ac gras à longue chaîne:



## 2) Action d'une peroxydase



Détoxification d'autres substrats toxiques par  $H_2O_2$

## 3) Action d'une Catalase

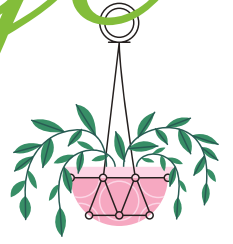


Élimination de l'excès de  $H_2O_2$

# Origine des Peroxysomes

- **Controversée:**
  - Par le phénomène de fission comme les mitochondries
  - Par bourgeonnement à partir du RE

# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

