



PHARMACIE 1ère année  
Cours de Biologie Cellulaire (2020-2021\_S2)



# Les organites du système endomembranaire

TOURE Dinkorma Ouologuem

Bamako 5 Octobre 2022

# OBJECTIFS

1. Décrire chacun des organelles du système endomembranaire (SEM)
2. Citer les fonctions des organites du SEM
3. Décrire les modifications post-traductionnelles des protéines dans le SEM
4. Décrire le principe du transport vésiculaire intracellulaire
5. Citer les voies de destination des vésicules dans le SEM

# PLAN

1. Généralités
2. Le Réticulum endoplasmique
3. L'appareil de Golgi
4. Les lysosomes
5. Le transport vésiculaire dans le SEM
6. Conclusion

# 1. Généralités

- La cellule eucaryote se distingue de la cellule procaryote par plusieurs caractéristiques telles que la présence d'un noyau et d'organites cellulaires

# 1. Généralités

- Les macromolécules sont **transportées de manière spécifique et régulés** entre les différents organelles, le cytoplasme et l'extérieur de la cellule
- L'un de ces types de transport et d'échanges se déroule entre les organites du **systeme endomembranaire**

# 1.1. Définition

Le système endomembranaire (SEM), présent uniquement dans les cellules eucaryotes, est **l'ensemble des organites** qui communiquent entre elles par l'intermédiaire de **vésicules** ou **canalicules** afin d'assurer conjointement **la production, le stockage** et **l'exportation** de molécules biologiques et la **dégradation** de substances pouvant avoir des effets nocifs.

# 1.2. Les composantes du SEM

- Les différents compartiments du SEM:
  - Le réticulum endoplasmique (RE)
  - L'appareil de Golgi
  - Les lysosomes
  - Les vésicules de sécrétion
  - Les endosomes
  - La membrane plasmique

# 1.3. Intérêt

- **Le SEM est l'usine qui assure la synthèse de protéines et des lipides, l'assemblage correct de ces macromolécules, le tri et le transport dans leur site cellulaire d'action.**
- Une défaillance de synthèse et de transport de ces macromolécules est à l'origine de pathologies pouvant être létale.



# PLAN

## 1. Généralités

## 2. Le réticulum endoplasmique (RE)

2.2. L'appareil de Golgi

2.3. Les lysosomes

## 2. Le Reticulum Endoplasmique (RE)

- Le RE forme un **réseau intracytoplasmique de membranes** qui s'enroulent et se tordent dans le cytosol en **formant des espaces fermés appelés citernes.**
- Le RE est en **continuité avec la membrane nucléaire** et représente près de la moitié des membranes de la cellule.

## 2. Le Réticulum Endoplasmique (RE)

On distingue:

- Le Réticulum Endoplasmique Lisse (**REL**)
  - Le Réticulum Endoplasmique Granulaire (**REG**) qui porte des ribosomes
- 
- L'abondance du REL et du REG dépend de la fonction de la cellule considérée

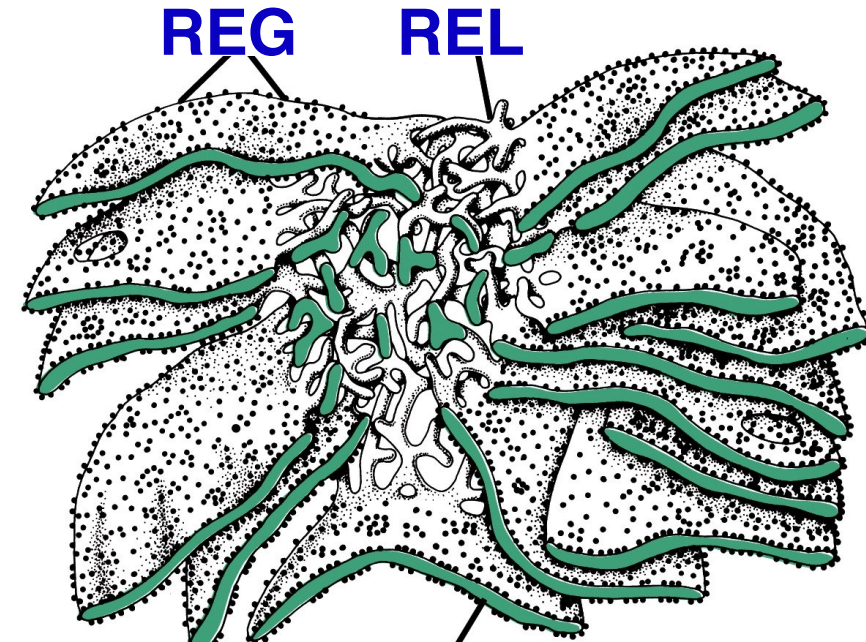


Figure 12-36c Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

**Lumière du RE**  
**Structure du RE**

# 2.1. Le Reticulum Endoplasmique Granuleux (REG)

- ❑ Granulaire ou rugueux = Le REG présente de nombreuses stries correspondant à la **présence de ribosomes** associés à la surface de ses citernes.
  
- ❑ **Fonction:** Le RER assure la synthèse **des protéines membranaires, des protéines sécrétées, et des protéines destinées aux compartiments du SEM**

# 2.1. Le Reticulum Endoplasmique Granuleux (REG)

Les protéines nouvellement synthétisées subissent:

- leurs premières séries de **modifications post-traductionnelles** dans la **lumière du RE**:
  - **La N-glycosylation**
  - **L'ajout des lipides** aux protéines destinées à être ancrées
- un **contrôle de qualité**

## 2.1. Le Reticulum Endoplasmique Granuleux (REG)

- **N-glycosylation** des protéines: Addition d'une chaîne polysaccharidique (2 N-acétylglucosamines, 9 mannoses et 3 glucoses) sur l'acide aminée **Asparagine (Asn)**
- **Synthèse des protéines ancrées**: Pour les protéines destinées à être ancrées, l'ajout de l'ancre (lipide) se déroule au niveau du RE

# 2.1. Le Reticulum Endoplasmique Granuleux (REG)

## Contrôle de qualité des protéines synthétisées:

- Toutes protéines présentant un **défaut de synthèse** (= défaut de repliement; défaut de la structure tridimensionnelle) sont réexportées vers le cytosol pour être détruites par le **protéasome**
- Seules les protéines correctement repliées peuvent quitter le REG

## **2.2. Le Reticulum Endoplasmique Lisse (REL)**

Le REL assurent principalement la synthèse et le métabolisme des lipides:

- **Synthèse des phospholipides membranaires**
- **Le cholestérol**
- **Les hormones stéroïdes**
- **Détoxification des lipides, médicaments, ...etc.**



## 2.2. Le Reticulum Endoplasmique Lisse (REL)

- **La synthèse des phospholipides membranaires** a lieu au niveau du **feuillet cytosolique du REL** => déséquilibre de la composition lipidiques des deux feuillets.
- Le déséquilibre est compensé par des enzymes appelées « **les scramblases** »

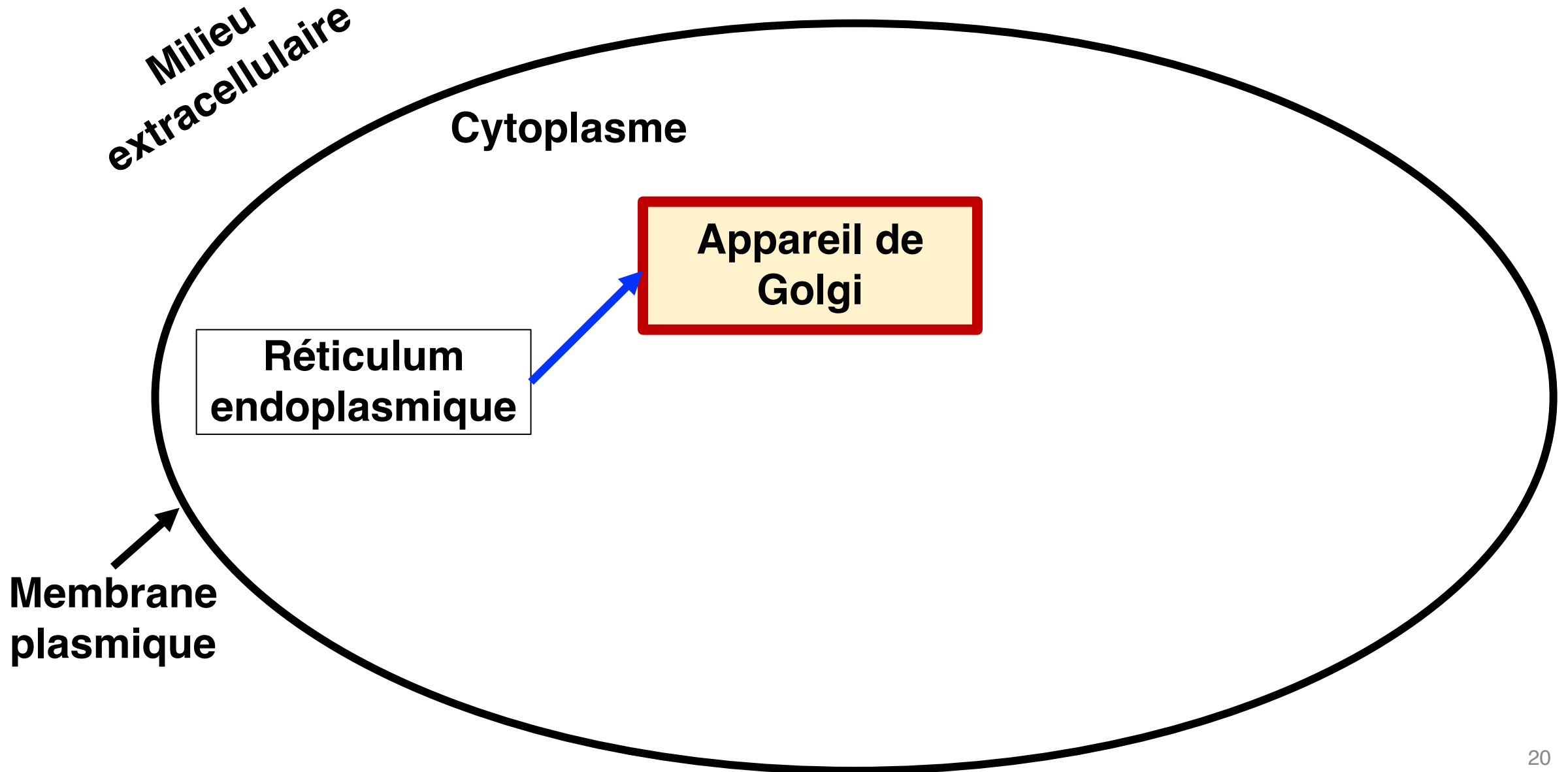
## 2.2. Le Reticulum Endoplasmique Lisse (REL)

- L'apport de phospholipides à la membrane plasmique se fait par **transport vésiculaires** => modification constante de la composition des 2 feuilletts de la membrane plasmique
- Le maintien de l'asymétrie est assurée par des enzymes appelées **flipases**

## 2.2. Le Reticulum Endoplasmique Lisse (REL)

- Dans les cellules musculaires squelettiques et cardiaques, le REL est appelé **Réticulum Sarcoplasmique**
- Le Réticulum Sarcoplasmique joue un rôle dans le **stockage et la libération des ions Calcium** lors de la contraction musculaire

# 3. l' appareil de Golgi



# 3.1. Structure de l'appareil de Golgi

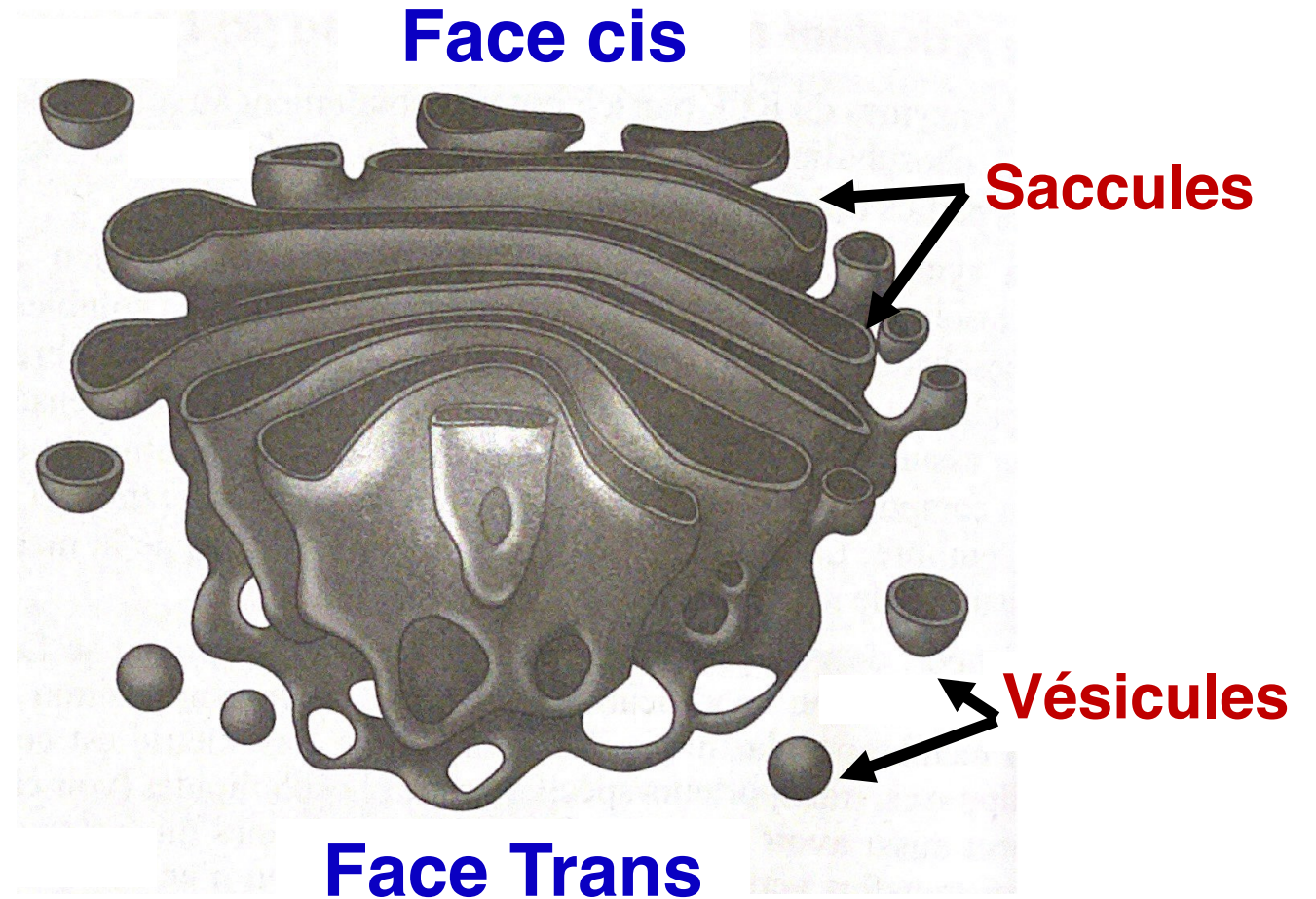
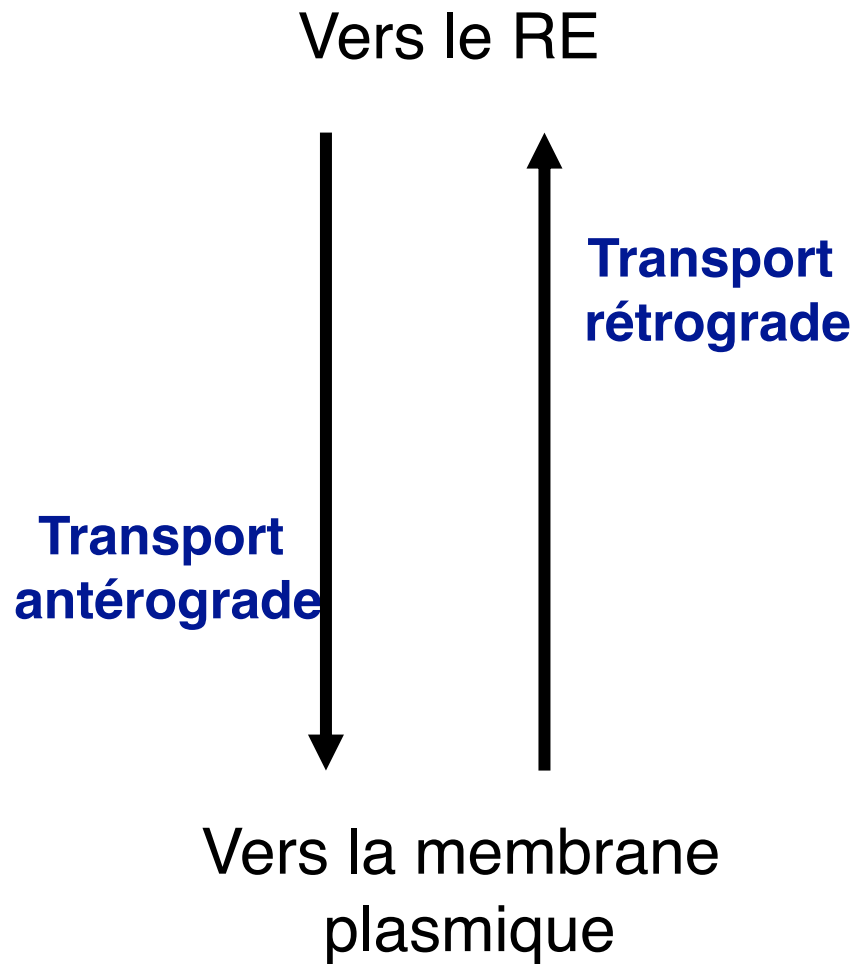
L'appareil de Golgi, situé au voisinage du noyau, est un organite constitué par un **ensemble de membranes lisses** formant des **cavités cellulaires aplaties** en forme de petits disques empilés appelé **sacculés**

- Une pile de sacculés est appelée **dictyosome**.
- Les dictyosomes sont associées à de nombreuses vésicules pouvant être recouvertes ou non d'**un manteau protéique**

# 3.1. Structure de l'appareil de Golgi

- L'appareil de golgi est un **compartiment polarisé**:
  - **La face cis** est orientée en direction de RE
  - **La face Trans** est dirigée vers la membrane plasmique
- L'appareil de golgi comprends 3 sous-compartiments: un **compartiment cis golgien**, un **compartiment médian** et un **compartiment trans-golgien (TGN)**

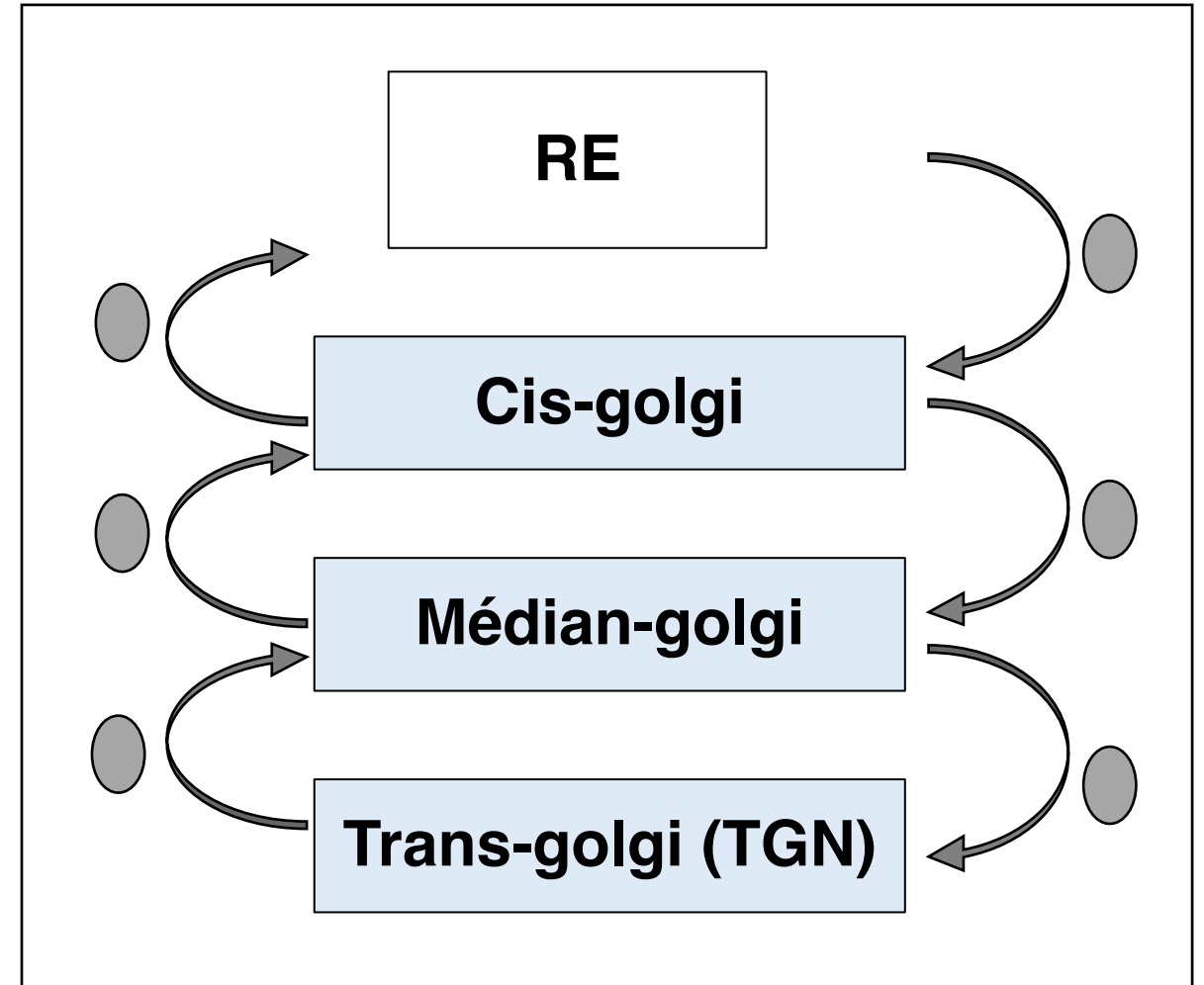
# 3.1. Structure de l'appareil de Golgi



Structure de l'appareil de Golgi

# 3.1. Structure de l'appareil de Golgi

Les protéines provenant du RE arrivent au **compartiment cis** puis migrent vers le **compartiment médian** et ensuite vers le **compartiment trans** de l'appareil de Golgi





## 3.2. Fonction de l'appareil de Golgi

- ❑ Représente **un point de rencontre transitoire**, pour les lipides et protéines en route pour des destinations cellulaires ou extracellulaires multiples.
- ❑ Son existence est le résultat d'une production continue de vésicules de transport en provenance du REr, fusionnant en citernes (côté cis-Golgi)

## 3.2. Fonction de l'appareil de Golgi

Les protéines provenant du REG subissent une ou plusieurs **modifications post-traductionnelles** dans les compartiments de l'appareil de golgi:

- **La glycosylation**
- **La phosphorylation**
- **la sulfatation**
- **les coupures protéolytiques**

## 3.2.1. La glycosylation

- ❑ Modification de la chaîne polysaccharidique initiale présente sur la protéine provenant du RE en chaîne polypeptidique complexes
- ❑ Ces modifications interviennent dans un ordre précis tout au long de la traversée des différents compartiments

## 3.2.2. La sulfatation

- ❑ Addition de **sulfate** par les enzymes appelés **sulfotransférase**.
- ❑ Ces modifications post-traductionnelles ont lieu dans le compartiment trans-Golgien

### 3.2.3. Les coupures protéolytiques

- De nombreuses protéines (ex. hormones polypeptidiques) sont synthétisées sous forme de **longue chaînes peptidiques immatures** appelées **zymogènes**
- Pour acquérir leur activité biologique, ces protéines doivent subir une ou plusieurs coupures protéolytiques
- Les coupures protéolytiques débutent dans le compartiment **trans-golgien** et peuvent se poursuivre dans les **vésicules de sécrétions**

## 3.2.4. La synthèse des glycolipides

- Les lipides membranaires synthétisés dans le RE vont être glycosylés dans la lumière de l'appareil de Golgi

# 4. Les lysosomes

Les lysosomes sont des compartiments de **forme variable** qui renferment des **enzymes hydrolytiques** (hydrolases acides) permettant la **digestion de particules** ou molécules **extracellulaires** ingérées ou **intracellulaires de petites tailles** solubles et **d'organites cellulaires** vieilliss ou inutiles.

# 4.1. Structure des lysosomes

- **Taille et forme: Taille variable** généralement inférieure à  $1\mu\text{m}$ ;  
Leur **forme est variable**
- **Position:** est spécifique du type cellulaire
- Les lysosomes sont **riches en hydrolases acides:** protéases, nucléases, glycosidases, lipases, phosphatases. Activité optimale s'exerce à un pH  $\sim 4,5-5$



# 4.1. Structure des lysosomes

- La membrane des lysosomes contient des protéines transmembranaires qui forment les pompes ATPases à proton ( $H^+$ ) assurant le maintien du pH acide des lysosomes

## 4.2. Fonction des lysosomes

Les lysosomes assure la **dégradation de substrats endogènes et exogènes**

## 4.2.1. Dégradation de substrats endogènes

- **Substrats endogènes**= fragment d'origine intracellulaire tel que les membrane et les organites (mitochondries, grains de sécrétions)
- Leur dégradation est appelée **autophagie**
- On distingue: **Microautophagie, Autophagie médiée par les protéines chaperonnes, Macroautophagie, Crinophagie**

# 4.2.1. Dégradation de substrats endogènes

Il existe plusieurs types d'autophagie:

- **Microautophagie** : une petite portion de cytoplasme est séquestrée par la membrane du lysosome
- **Autophagie médiée par les protéines chaperonnes**: permet l'entrée dans le lysosome de petites molécules cytosolique (ex. peptides) via des perméases.

## 4.2.1. Dégradation de substrats endogènes

- **Macroautophagie**: Formation d'une vacuole autophagique (macro-autophagosome) formée par la séquestration **d'organites usés** et d'un peu de cytosol par une citerne membranaire du TGN
- **Crinophagie**: C'est une forme d'autophagie qui concerne l'élimination des grains de sécrétion;

## 4.2.2. Dégradation de substrats exogènes

- **Substrats exogènes**= nutriments, hormones, facteurs de croissance, virus, bactérie...
- Ces molécules atteignent les lysosomes en suivant la voie de l'endocytose (phagocytose, pinocytose ou endocytose médiée par des récepteurs)
- Leur dégradation constitue **l'hétérophagie**

## 4.3. Le devenir des lysosomes

- Les lysosomes âgés dépourvus d'hydrolases acides fonctionnelles deviennent des corps résiduels.
- Ces corps résiduels libèrent leur contenu à l'extérieur de la cellule par exocytose : c'est la **défécation cellulaire**;
- Les corps résiduels peuvent aussi persister dans la cellule toute la vie de la cellule

# 5. Le transport vésiculaire dans le SEM

- Une protéine synthétisée dans le RE est soumise à un transport vésiculaire
- La protéine suit un trajet passant d'un compartiment du SEM à un autre en empruntant **des vésicules de transport**



# 5.1. Principe du transport vésiculaire

La communication vésiculaire entre deux compartiments cellulaires implique:

1. La formation d'une vésicule au niveau du compartiment donneur
2. Le transport de la vésicule vers le compartiment receveur
3. La reconnaissance entre la vésicule et le compartiment receveur
4. La fusion entre les membranes de la vésicule et celle du compartiment receveur

## **5.2. Les voies suivies par les vésicules de transport**

Les voies suivies par les vésicules de transport sont:

- 1. la voie biosynthétique et sécrétoire**
- 2. la voie de l'endocytose**

## 5.2.1. La voie biosynthétique et sécrétoire

Cette voie concerne:

- la synthèse des protéines
- l'assemblage des glucides
- le déplacement des lipides
- la sécrétion des produits élaborés par la cellule

## 5.2.1. La voie biosynthétique et sécrétoire

- Cette voie fait intervenir:

le RE → l'appareil de Golgi → TGN → (1) **Lysosomes** ou (2) **la membrane plasmique** ou (3) **l'espace extracellulaire**

- Cette voie de transport à partir du TGN comprend: **l'exocytose constitutive** (continue) et **l'exocytose régulée** (contrôlée)

## 5.2.2. La voie de l'endocytose

Cette voie assure l'internalisation de substances d'origine extracellulaire:

- La pinocytose
- La phagocytose
- L'endocytose médiée par des récepteurs

# 6. Conclusion

- Les organites (compartiments) du SEM communiquent les uns avec les autres par l'intermédiaire de vésicules
- Les composantes du SEM sont: Le RE, l'appareil de Golgi (Cis, Medial, Trans), les lysosomes, les vésicules de sécrétion, et les endosomes

# 6. Conclusion

- Le RE est un organite dont la membrane est en continuité avec la membrane nucléaire.
- Cet organite participe à la synthèse des protéines sécrétoires (luminales et membranaires), la synthèse des protéines du SEM et le métabolisme des lipides
- **Le RE participe à la maturation post-traductionnelles** des protéines nouvellement synthétisée dans le RE: glycosylation

# 6. Conclusion

- L'appareil de golgi, situé a proximité du noyau, est composé d'un **compartiment cis-golgien**, un **compartiment médial** et d'un **compartiment trans-golgien**
- Les protéines traversant cet organelle vont subir **plusieurs modifications post-traductionnelles** dans les divers compartiments de l'appareil de golgi: **La glycosylation , La phosphorylation, la sulfatation et les coupures protéolytiques**



# 6. Conclusion

- Les modifications post-traductionnelles permettent d'aboutir à la formation de protéines fonctionnelles
- Les lysosomes sont des organites qui renferment des hydrolases acides assurant la **digestion cellulaire de molécules** d'origine **intracellulaire** et **extracellulaire** => ils sont essentiel à la **nutrition cellulaire**

## 6. Conclusion

- Les protéines à transporter sont reconnues, recrutées, transportées et délivrées conformément au principe du transport vésiculaire
- Les vésicules issues du TGN sont dirigées vers la membrane plasmique (protéines membranaires et protéines luminales du milieu extracellulaire), ou vont aboutir à la formation de lysosomes

# RÉFÉRENCES

1. Abrégés de Biologie Cellulaire de Marc Maillet, 9<sup>ème</sup> ou 10<sup>ème</sup> Edition; chez MASSON
2. Molecular Biology of the Cell, 6th Edition de Bruce Alberts
3. Pass Biologie cellulaire **EDISCIENCE**