

Unité d'enseignement « Biologie »
Master 1 MISO
Année universitaire 2021-2022

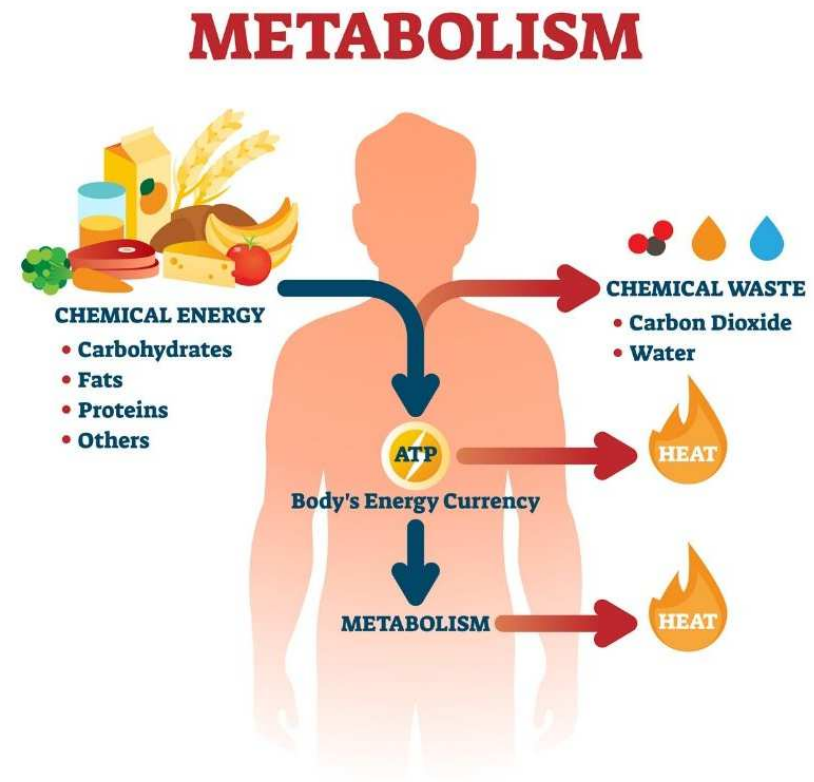
« Le cytoplasme et les organites intracellulaires »

Partie 1 : Notion générales sur le cytoplasme (0' à 9')

-Que comprenez-vous quand l'auteur parle de catabolisme et d'anabolisme ? et qu'est-ce que le métabolisme ?

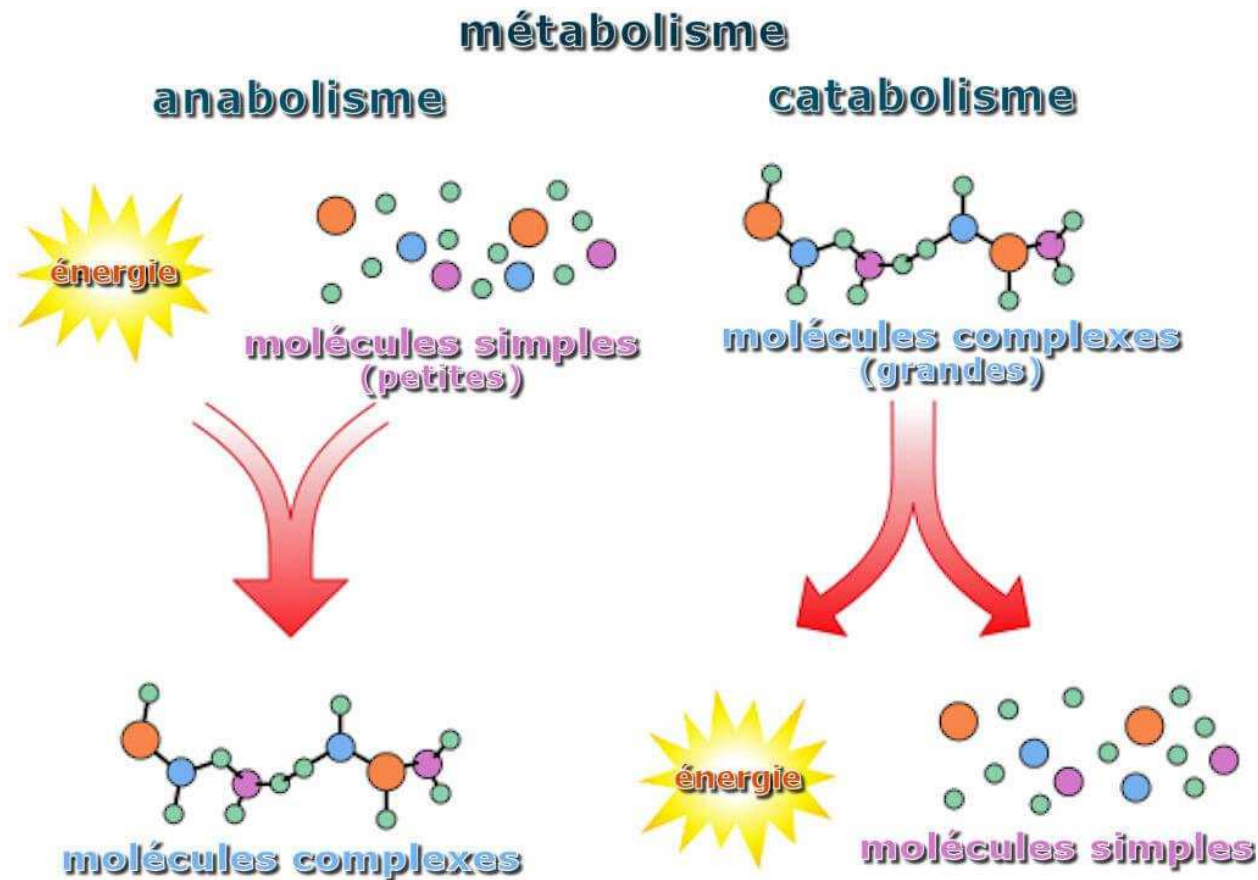
Le métabolisme définit l'ensemble des réactions couplées se produisant dans les cellules de l'organisme. Il est constitué de deux mécanismes opposés :

- le catabolisme : il permet d'extraire l'énergie des nutriments, par dégradation des molécules énergétiques (glucides, lipides...)
- l'anabolisme : il permet de synthétiser les constituants nécessaires à la structure et au bon fonctionnement des cellules.



-Pourquoi est-ce nécessaire de favoriser l'anabolisme dans le corps humain ?

L'anabolisme sert à la construction de la masse musculaire, à fabriquer des tissus corporels et à stocker l'énergie sous forme de glycogène ou de triglycérides. Ce processus consomme de l'énergie, récupérée sous forme d'ATP formé au cours du catabolisme, la phase inverse de **l'anabolisme**.



-Quels sont les nutriments favorisant l'anabolisme ? Dans quels aliments les trouve-t-on ?

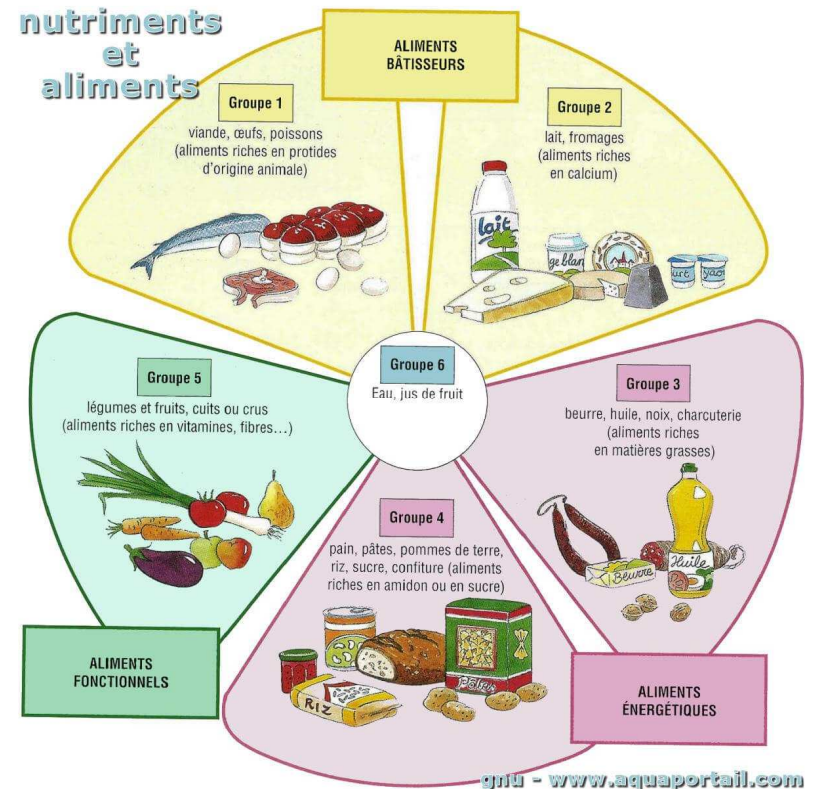
Les **protéines animales** sont “dites” **complètes**, car leurs chaînes d'**acides aminés** sont proches de tes besoins nutritionnels. Cela permet à ton corps une meilleure assimilation.

Les **viandes rouges** comme le bœuf ou le canard contiennent respectivement 25g de protéines pour 100g et 19g de protéines pour 100g. En revanche, leur teneur en lipides est élevée (consommer avec modération).

Les **viandes blanches** comme le rôti de porc (24 g/100 g) ou le blanc de poulet (26 g/100 g) offrent le double avantage d'un apport protéique important avec un faible pourcentage de graisse.

Les **produits laitiers**, comme le parmesan monte jusqu'à 39,4 g/100 g. Le fromage type emmental en contient 30 g/100 g et le blanc d'œuf compte 11 g/100 g.

Par ailleurs, les **poissons** tels que le lieu noir ou la dorade sont d'excellents candidats avec respectivement 23 g/100g et 20 g/100 g.



-Quels sont les nutriments favorisant l'anabolisme ? Dans quels aliments les trouve-t-on ?

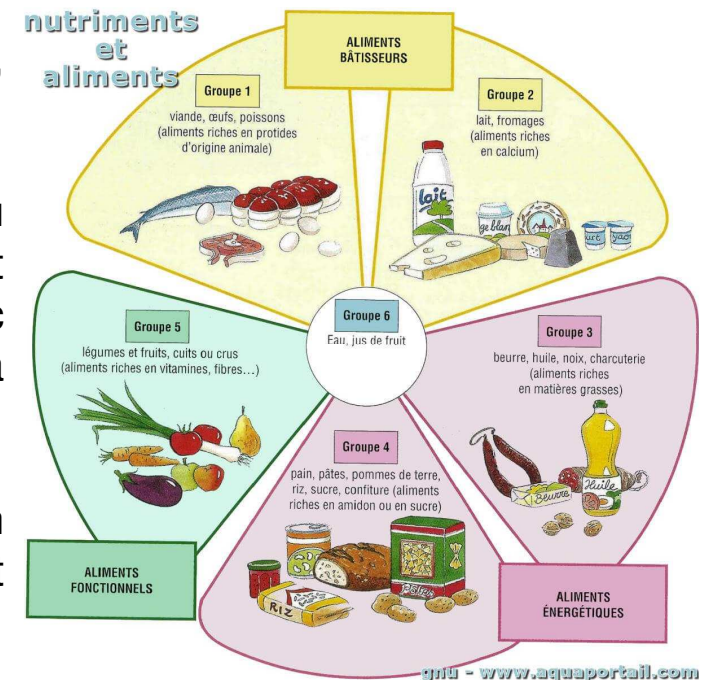
Les protéines végétales ne contiennent pas tous les acides aminés pour former des protéines complètes. Toutefois, **le soja fait exception** à cette règle. Afin de pallier à ce manque, il est essentiel de compléter son plan nutritionnel.

Les légumineuses (haricots, lentilles, pois chiches, fèves, etc.) apportent en moyenne 9 g/100 g de protéines.

Pour 100 grammes de pommes de terre cuites avec leur peau et épluchées avant consommation, la teneur en protéine est 1,9 g/100 g. C'est un aliment destiné à être complété avec d'autres sources d'aliments riches en protéines. Les frites, la purée et les chips sont à éviter dans ton régime alimentaire.

Les céréales complètes (blé, avoine, orge, seigle, etc.), en plus d'une teneur qui varie entre 3 et 4 g/100 g, apportent des vitamines, des fibres et des minéraux.

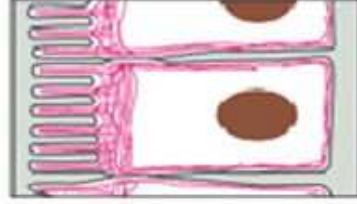
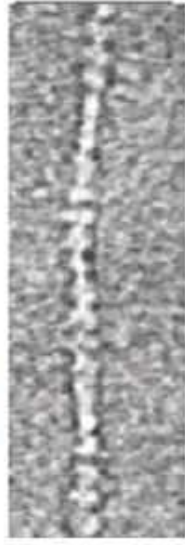
Les oléagineux (noix, amandes, graines, etc.) permettent d'apporter des acides gras essentiels au fonctionnement de notre cerveau. En respectant une quantité journalière d'environ 10 grammes, la teneur en protéines varie entre 14 g et 21 g/100 g.



Partie 2 : Complexes moléculaires sans limitation de membrane (cytosquelette, ribosomes) (9' à 32')

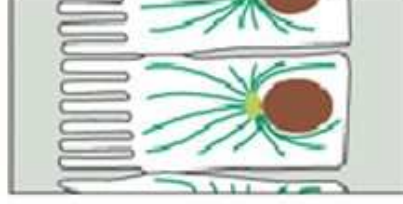
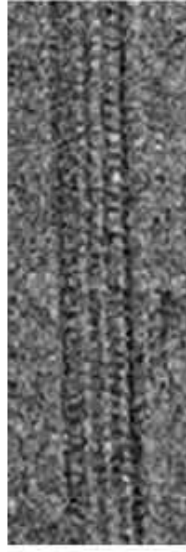
-Faire un tableau comparant les différentes fibres du cytosquelette (microtubule, microfilament, filament intermédiaire), concernant les caractéristiques suivantes: diamètre, monomère, forme du monomère, nucléotide associé, extrémité polarisé, nécessité d'énergie pour la polymérisation, stabilité de la structure.

Types de filaments protéiques du cytosquelette



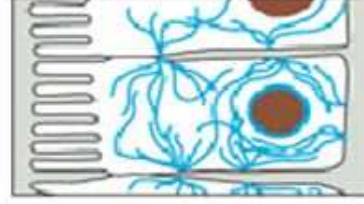
♣ Filaments d'actine:

Double brin de protéines d'**actines**
de **6 à 7 nm** de **Ø**.



♣ Microtubules :

Tubes creux et rigides d'environ **25 nm** de **Ø**, la paroi est constituée de Polymères de protéines **Tubuline**.



♣ Filament intermédiaires:

constitués de protéines
hétérogènes, de **7 à 11 nm** de **Ø**.

Comparaison des fibres du cytosquelette

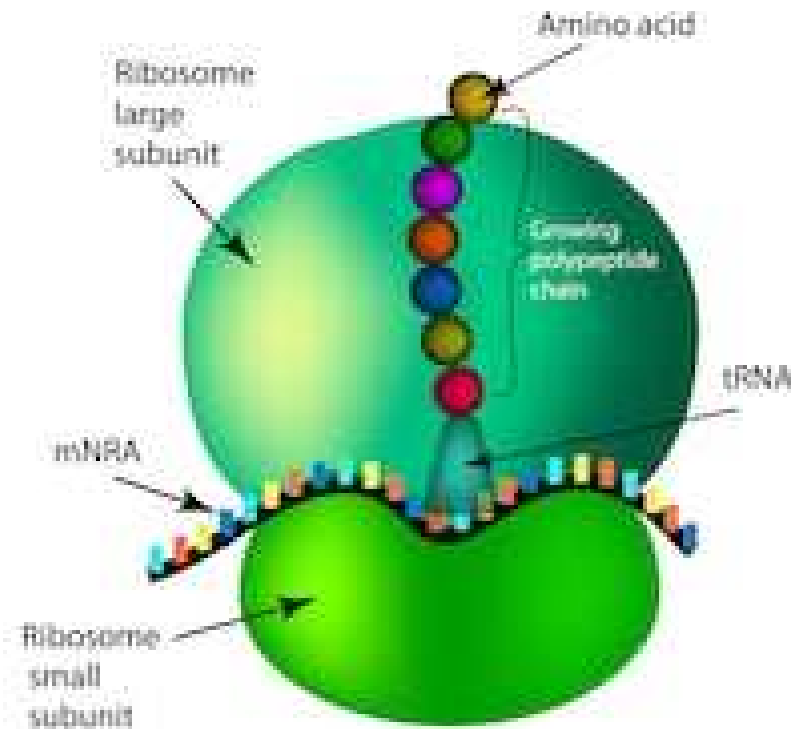
Tableau 1. Comparaison

	Microtubules	Microfilaments	Filaments intermédiaires
Abréviation	MT	MF	FI
Diamètre	24 nm	5-9 nm	8-10 nm
Monomère	Tubuline α et β	Actine	Vimentine, desmine, kératine, lamine
Forme du monomère	Globulaire	Globulaire	Filamenteux
Nucléotide associé	GTP	ATP	-
Énergie pour la polymérisation	Oui	Oui	Non
Extrémité polarisée	Oui	Oui	Non
Structure	Stable ou dynamique	Stable ou dynamique	Stable
Homologue procaryote	FtsZ (anneau Z), TubZ	MreB, ParM, FtsA	Crescentine, CdvABC

-De quoi sont constitués les sous-unités des ribosomes des cellules eucaryotes ?

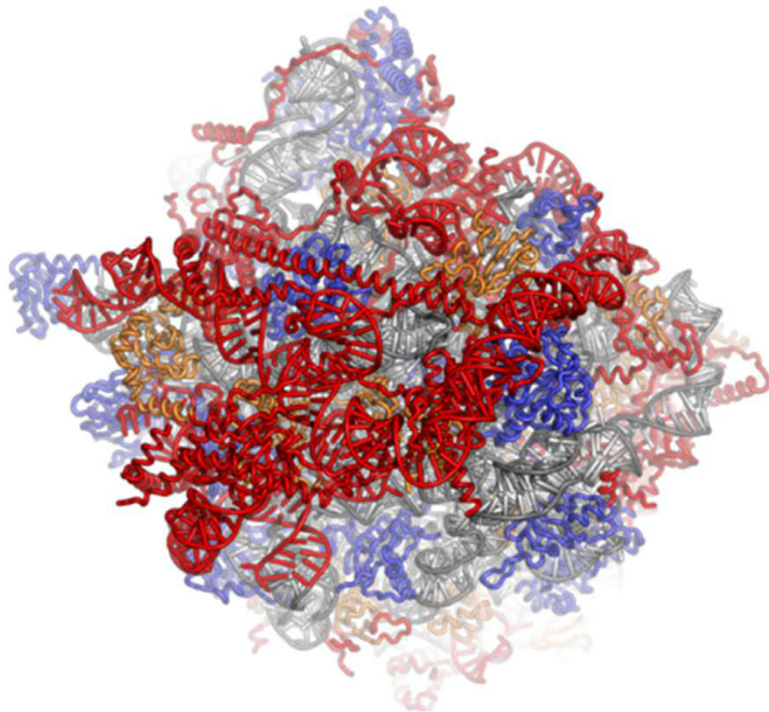
Des ARN dits ARN ribosomiques (ou ARNr) et des protéines ribosomiques, ils sont composés de deux sous-unités : une grande et une petite sous-unité. Ces sous-unités sont construites autour d'un cœur d'ARN ribosomique possédant une structure très compacte, autour duquel sont accrochées les protéines. Le site actif du ribosome qui catalyse la formation de liaison peptidique est constitué d'ARN. Chez les eucaryotes, la biogenèse des ribosomes a lieu dans le nucléole, une structure interne du noyau.

Ribosome



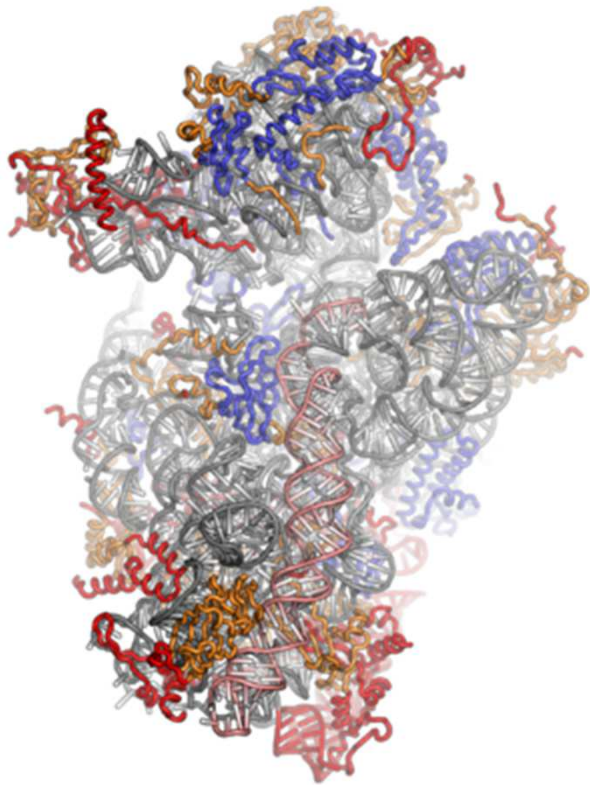
Les sous-unités des ribosomes

- **Grande sous-unité** : dans le ribosome cytoplasmique des eucaryotes, elle est constituée de trois molécules d'ARNr (5S, 28S et 5,8S, comportant respectivement environ 120, 4 700 et 160 nucléotides), et de 49 protéines ribosomiques. Cette grande sous-unité a une masse moléculaire de $2,8 \times 10^6$ daltons, un coefficient de sédimentation de 60 svedbergs.
- Chez les procaryotes, cette grande sous-unité est caractérisée par un coefficient de sédimentation de 50 svedbergs ; elle est composée d'ARN 23S (2 900 nucléotides), d'ARN 5S (120 nucléotides) et de 34 protéines.



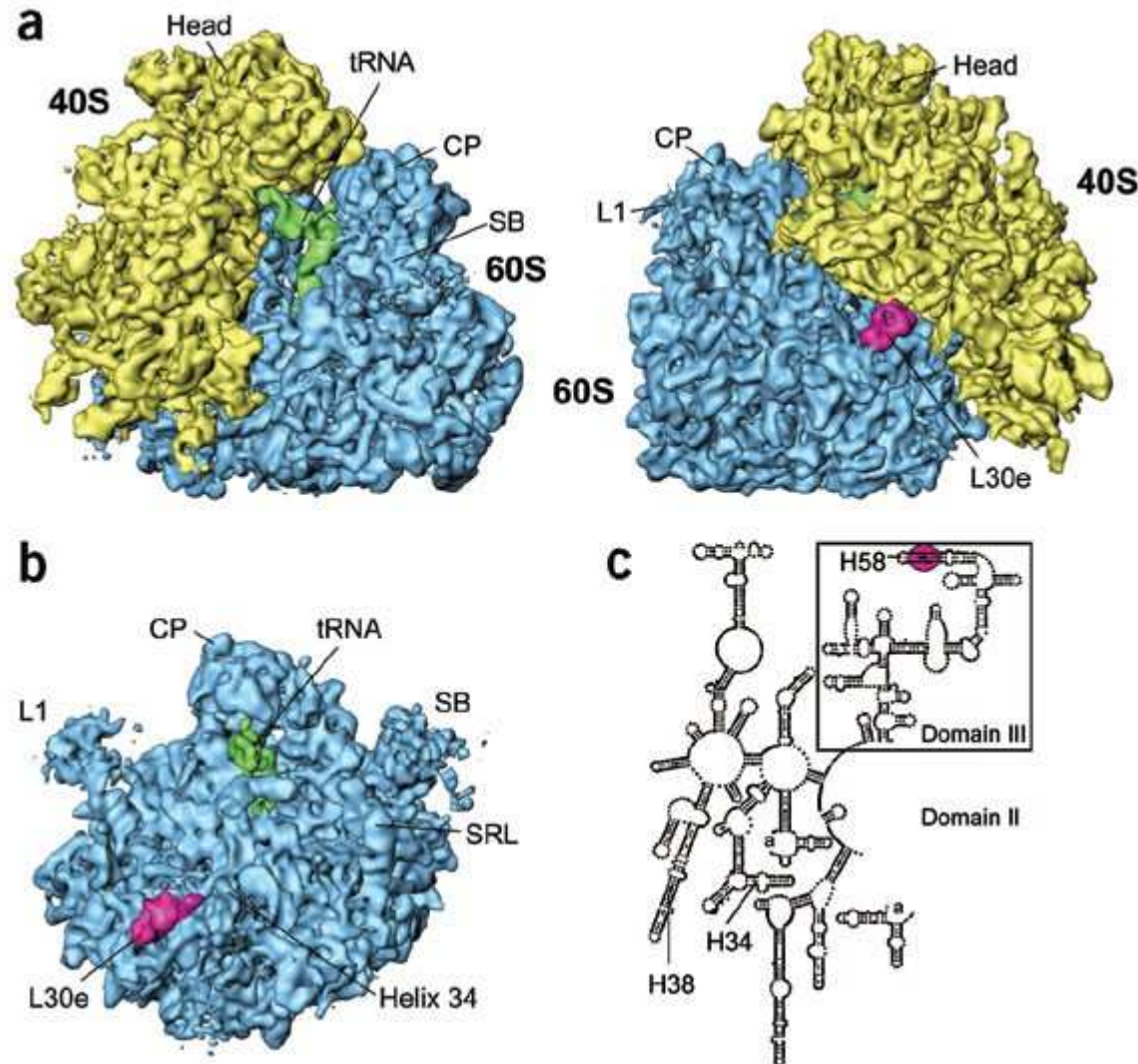
Sous-unité ribosomique 60S

Petite sous-unité : dans le ribosome cytoplasmique des eucaryotes, elle n'est constituée que d'une molécule d'ARNr (18S, comportant 1 900 nucléotides) et de 33 protéines ribosomiques. Cette petite sous-unité a une masse moléculaire de $1,4 \times 10^6$ daltons, un coefficient de sédimentation de 40 svedbergs. Chez les procaryotes, elle est constituée d'ARNr 16S (1 540 nucléotides) et de 21 protéines. Son coefficient de sédimentation est de 30 svedbergs.



Sous-unité ribosomique 40S

Au total, le ribosome fonctionnel (composé des deux sous-unités réunies) a une masse moléculaire de $4,2 \times 10^6$ daltons, un coefficient de sédimentation de 80 svedbergs chez les eucaryotes et 70 svedbergs chez les procaryotes.



Les ribosomes

Les mitochondries et les chloroplastes (des cellules végétales) contiennent également des ribosomes 70S, ce qui, en plus du fait qu'ils ont leur propre ADN et leur propre mécanisme de reproduction, étayerait la thèse selon laquelle ces organites seraient issus de procaryotes en symbiose avec la cellule eucaryote (théorie de l'endosymbiose).

Que signifie le S des sous-unités 40S et 60S des ribosomes ?

Le **Svedberg**, de symbole **S**, est une unité de mesure du taux de sédimentation. Elle est nommée ainsi en l'honneur du chimiste et physicien suédois Theodor Svedberg (1884-1971), lauréat du prix Nobel de chimie en 1926 pour ses travaux en chimie des colloïdes et son invention de l'ultracentrifugeuse.

Le taux ou coefficient de sédimentation d'une particule est calculé en divisant la vitesse terminale de la particule sédimente (en m/s) par l'accélération appliquée (en m/s^2). La vitesse est constante, car l'accélération appliquée par l'ultra-centrifugeuse (se mesurant généralement en millions de gravités) est contrebalancée par la résistance visqueuse du médium (normalement de l'eau) au travers duquel la particule se déplace. Le résultat a les dimensions d'une unité de temps et est exprimé en svedbergs : un svedberg vaut exactement 10^{-13} s.

Le svedberg n'est pas *additif* : une particule formée de deux particules de 5 S n'aura pas un coefficient de sédimentation de 10 S (le ribosome et ses deux sous-unités rassemblées en donnent un exemple classique).

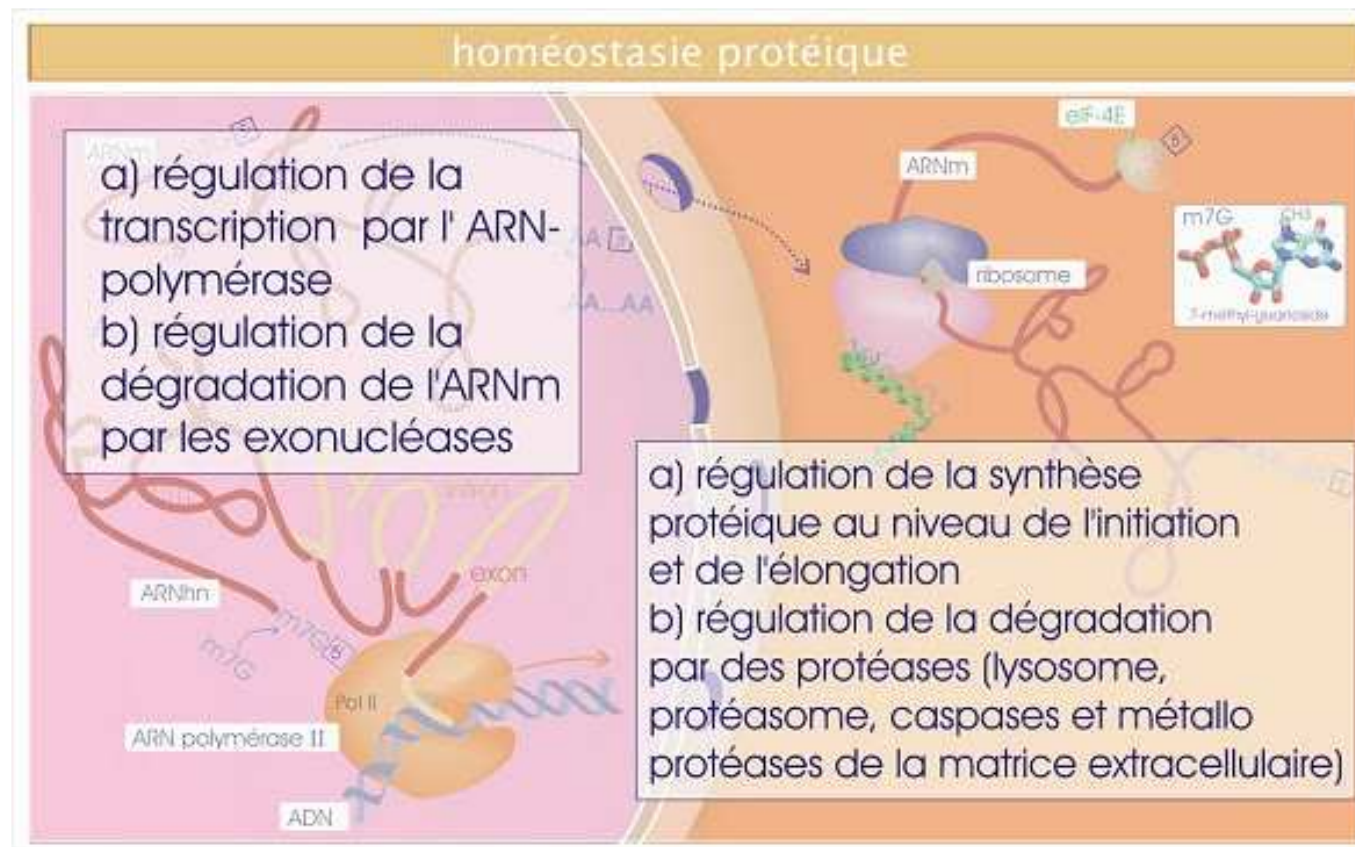
Tableau récapitulatif de la composition des ribosomes procaryotes et eucaryotes

	Compositions	Procaryotes	Eucaryotes
	Coefficient de sédimentation	50S	60S
Grande sous-unité	ARN ribosomiques	ARN 23S, 5S	ARN 5S, 5,8S, 28S
	Protéines (nombres)	34	49
	Coefficient de sédimentation	30S	40S
Petite sous-unité	ARN ribosomiques	16S	ARN 18S
	Protéines (nombres)	21	33

Partie 3 : Organites délimités par une membrane (RE, Golgi, lysosome, peroxysome) (32' à 1h15')

-Qu'est-ce que l'homéostasie protéique ?

Définition: (ou homéostasie des protéines) processus par lequel les cellules équilibrent les processus de biosynthèse des protéines (traduction), de repliement, d'adressage et de dégradation, essentiel à la vitalité cellulaire.



-Qu'appelle-t-on cargo ?

Le trafic vésiculaire, comme son nom l'indique, utilise des vésicules de transport qui acheminent une cargaison (ou " cargo ") d'un compartiment membranaire à une autre.

Ces vésicules doivent :

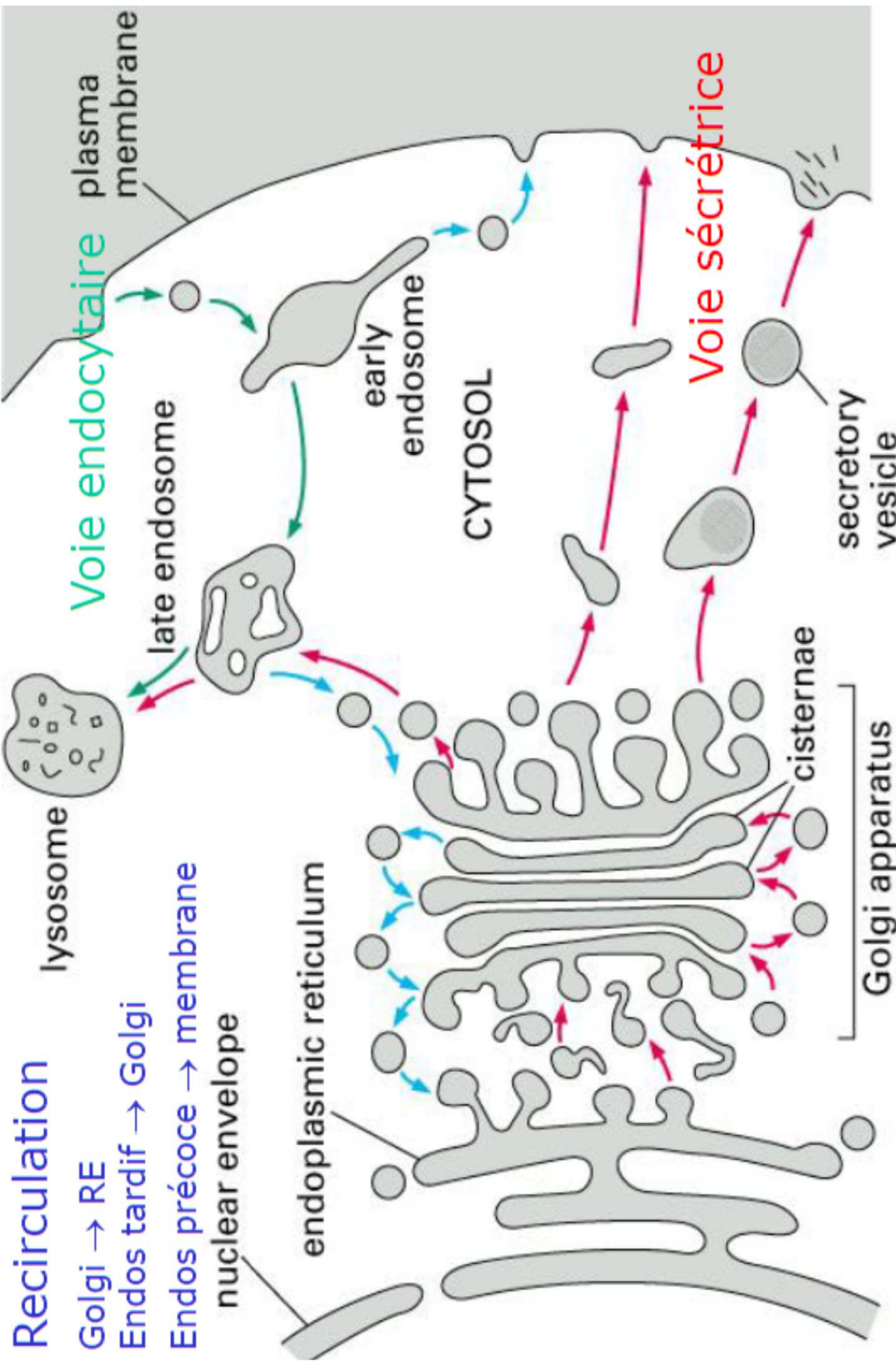
- bourgeonner (" bud ") de la membrane d'un compartiment cellulaire dit destinateur ou parental (membrane plasmique, organites)
- fusionner à la membrane d'un autre dit cible ou destinataire (organites, membrane plasmique).

Ces vésicules peuvent être formées :

•de manteaux de protéines (" coat ") qui permettent l'invagination de la membrane :

- **Clathrine** (transport de la membrane plasmique ou du trans-golgi vers les endosomes tardifs),
- **COPI** (transport rétrograde des citernes de l'appareil de Golgi ou du cis-golgi vers le réticulum rugueux)
- **COPII** (transport antérograde du réticulum rugueux vers le golgi),

•de " radeaux lipidiques " (cholestérol, sphingolipides et protéines membranaires) : on parle alors de cavéoles, i.e. c'est la composition lipidique de la membrane de la cavéole qui permet son invagination.



- Compartiments intracellulaires impliqués dans les voies endo/exo-cytaires

Les trois types de manteau des vésicules recouvertes

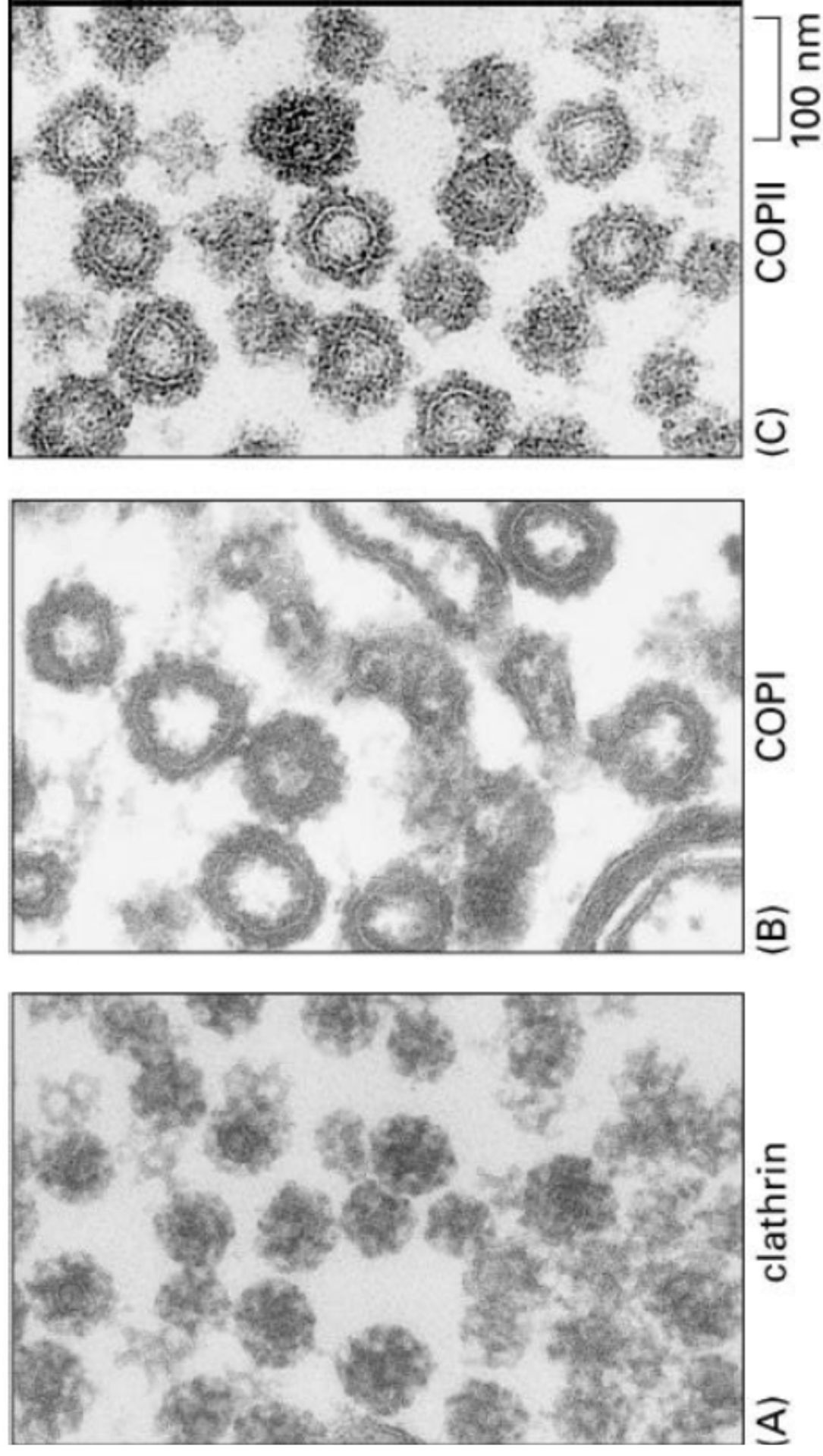


Figure 13-4. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

Les trois types de manteau des vésicules recouvertes

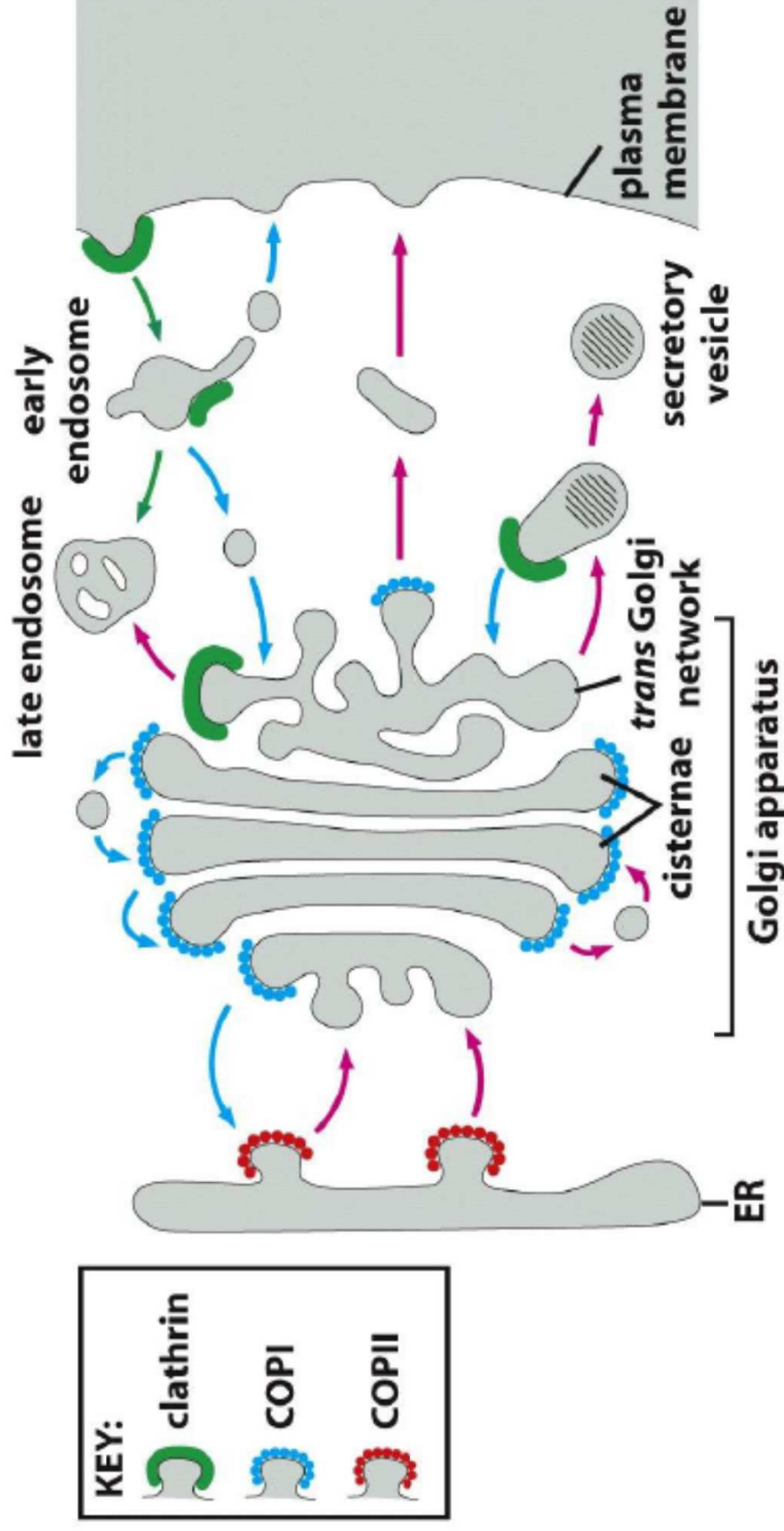
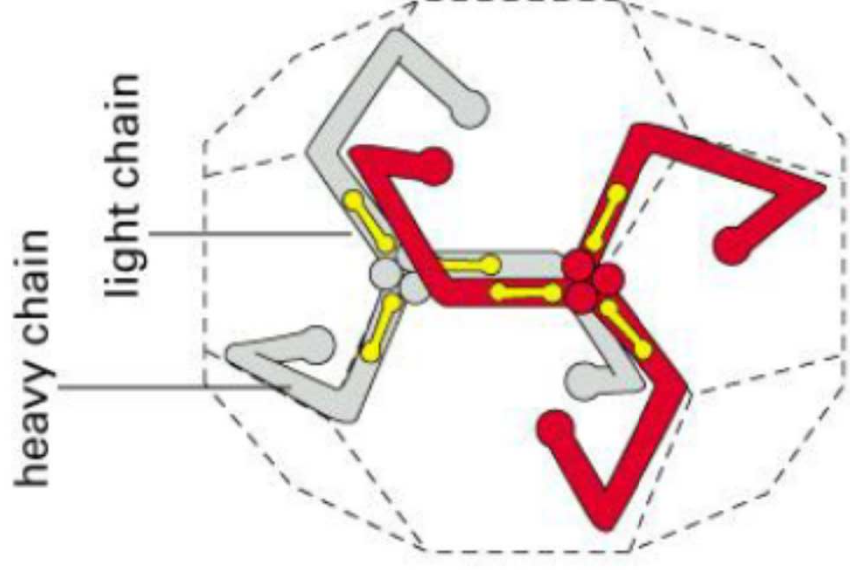
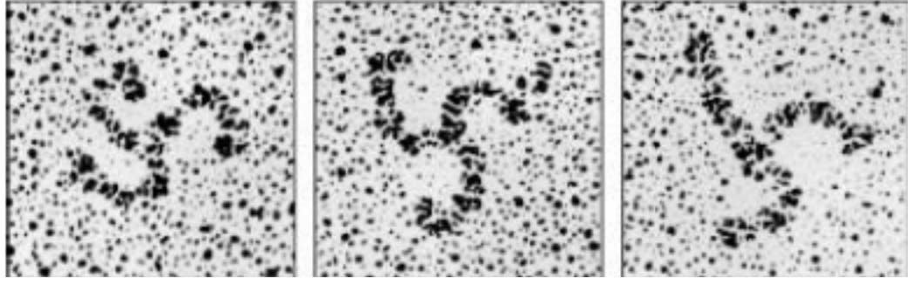


Figure 13-5 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

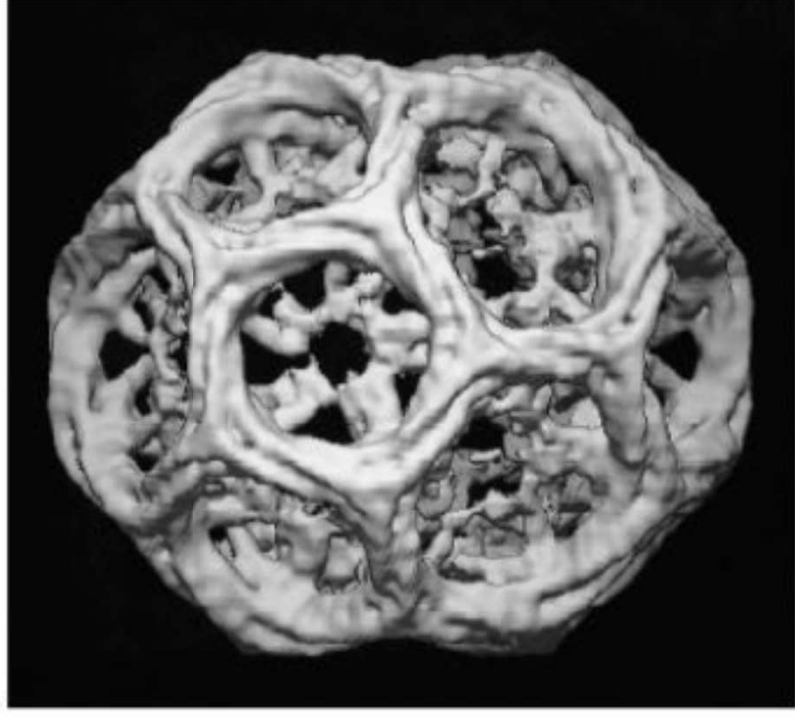
- Manteau de clathrine

(B) Deux triskélions
chaînes lourdes en gris ou rouge
chaînes légères en jaune



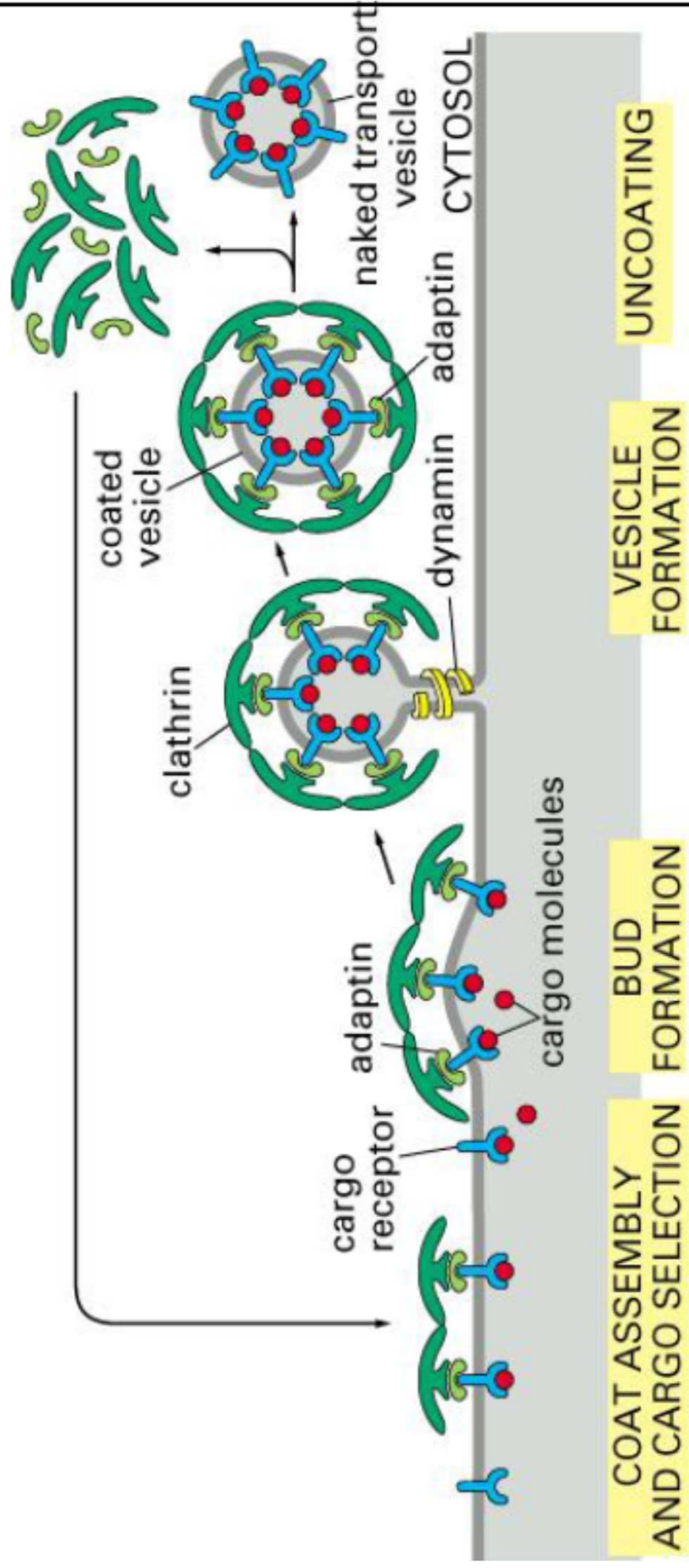
(A) Ombrage au platine

(C) Cryo-électro-
microphotographie



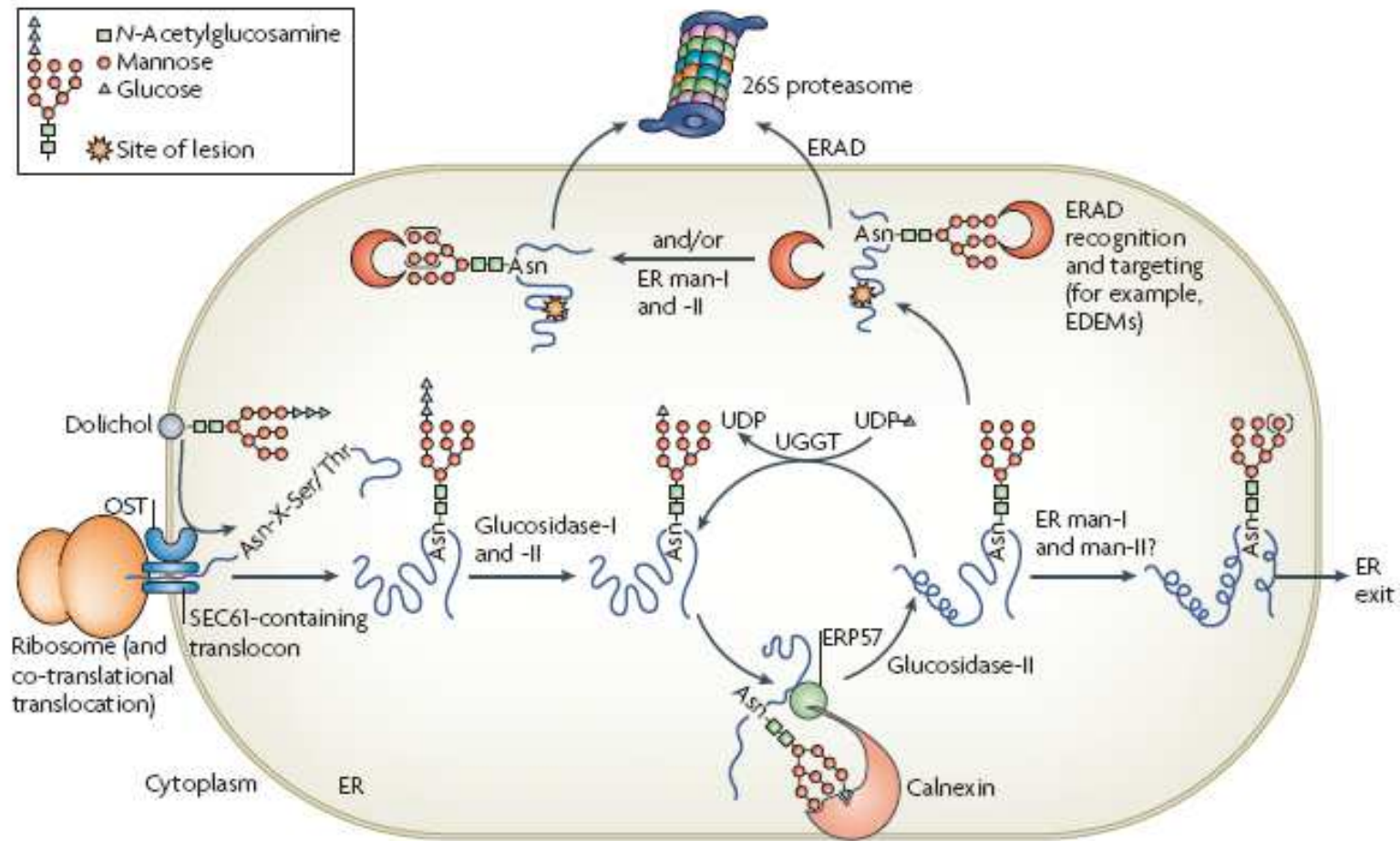
(C) 50 nm

- Assemblage et désassemblage d'un manteau de clathrine
 - Les adaptines se lient à la clathrine et au complexe cargo
 - Dynamine = GTPase

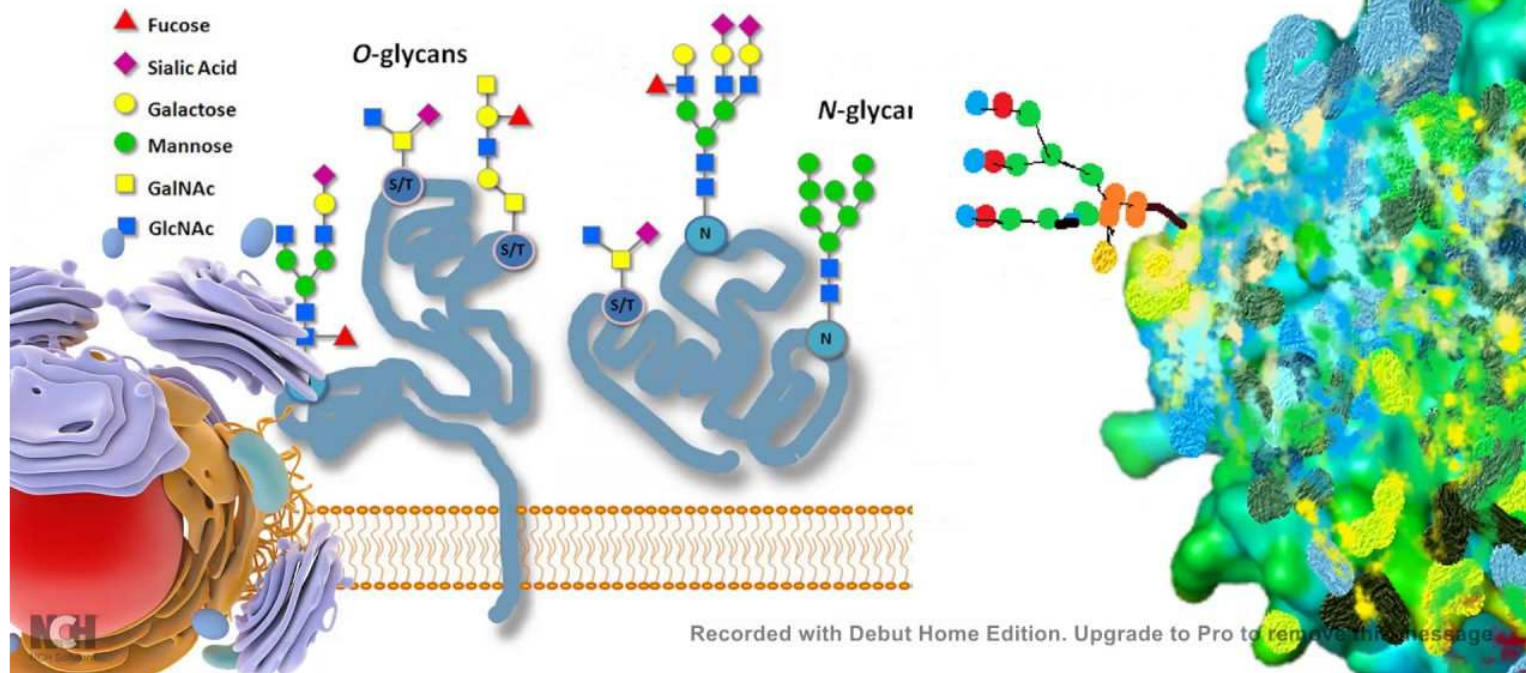


-A quoi sert la glycosylation ?

Glycosylation et contrôle qualité



O-linked glycosylation



La O-GlcNAcylation correspond à l'addition de N-Acétylglucosamine sur des résidus sérine/thréonine de protéines cytosoliques ou nucléaires. Elle constitue un mode de régulation post-traductionnel réversible, analogue aux phosphorylations, qui contrôle l'activité, la stabilité ou la localisation des protéines en fonction de la disponibilité en glucose.

-A quoi sert la formation de ponts disulfures dans le RE ?

Un pont disulfure est une liaison covalente entre 2 atomes de soufre de la chaîne latérale de 2 résidus cystéines (Cys) réduits.

Les ponts disulfures sont formés dans un environnement cellulaire oxydant. Le cytoplasme n'étant pas un milieu oxydant, il y a très peu de protéines intracellulaires qui possèdent des ponts disulfures.

Toutes les cystéines d'une protéine ne forment pas un pont disulfure :

- Seulement 27% des protéines contiennent des ponts disulfures.
- Par ailleurs, on ne connaît pas les règles qui régissent la sélection de telle ou telle cystéine d'une protéine pour établir un pont disulfure.

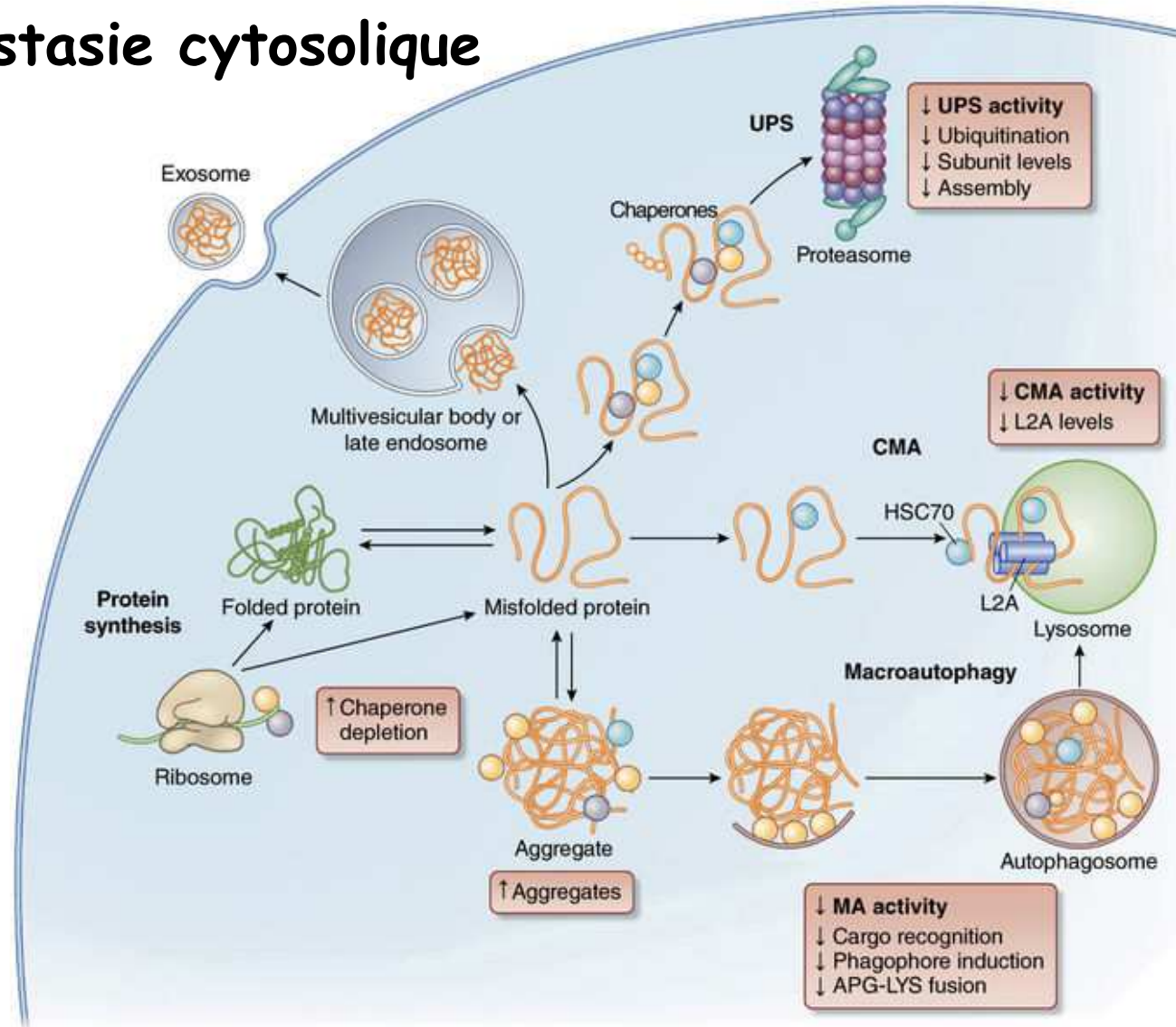
-Qu'appelle-t-on une protéine chaperonne ?

Une **protéine chaperonne** est une protéine dont la fonction est d'**assister d'autres protéines** dans leur maturation, en évitant la formation d'agrégats via les domaines hydrophobes présents sur leur surface lors de leur repliement tridimensionnel.

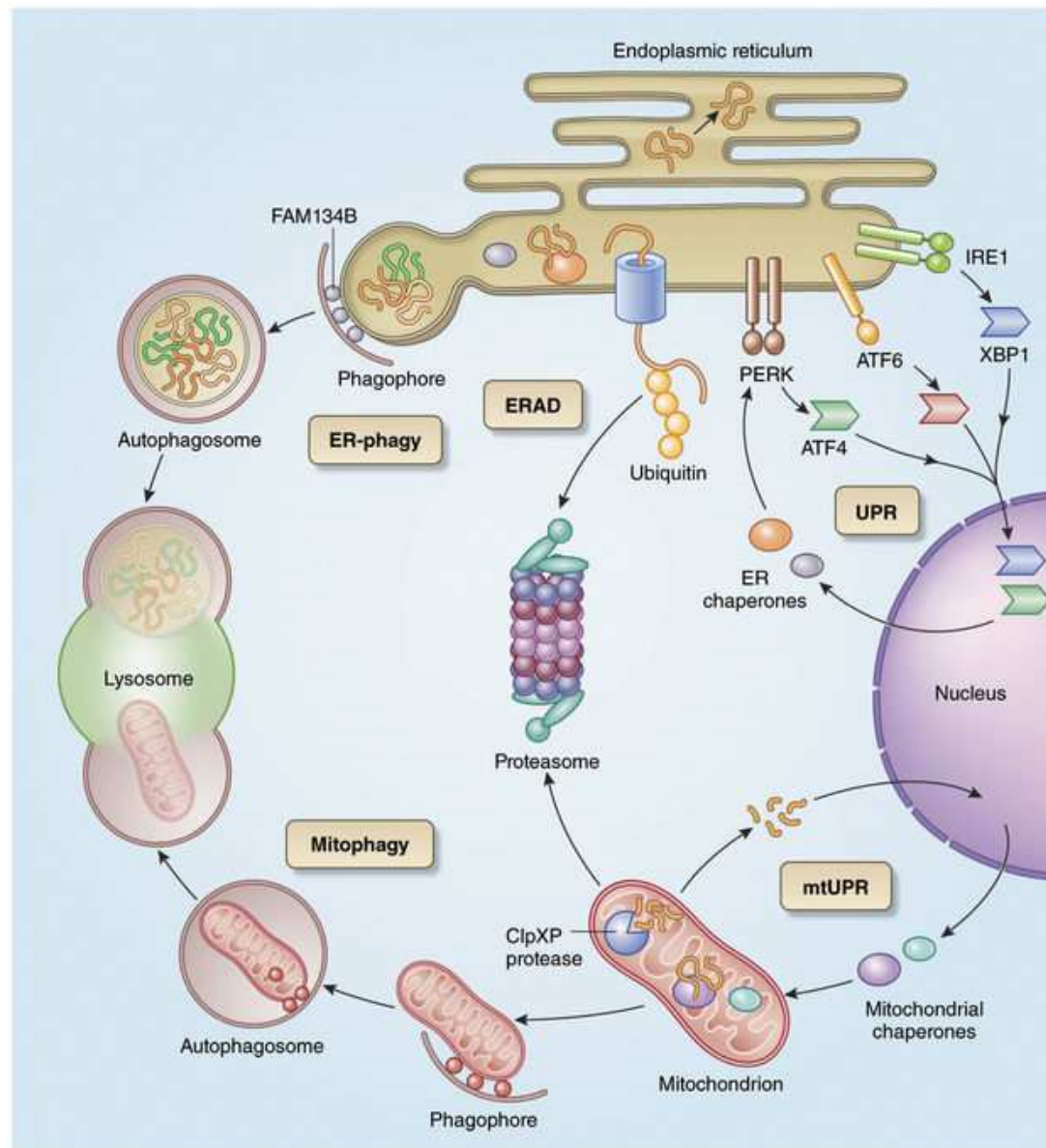
ex: protéines de choc thermique (*Heat shock proteins: Hsp*),

-Comment les protéines sont dégradées ? Préciser les mécanismes

Protéostasie cytosolique



Protéostasie spécifique aux organites



-Quelle est la différence entre mécanisme co-traductionnelle et post-traductionnelle ?

Modifications post-traductionnelles:

- La production de protéines par la cellule ne consiste pas seulement en une traduction de la séquence d'acide nucléique.
- Modifications chimiques ou biologiques intervenant après l'étape de polymérisation des acides aminés par le ribosome.
- Les modifications post-traductionnelles:
 - Permettent des modifications d'activité (inhibition, activation)
 - Ce sont des réactions catalysées la plupart du temps par des enzyme

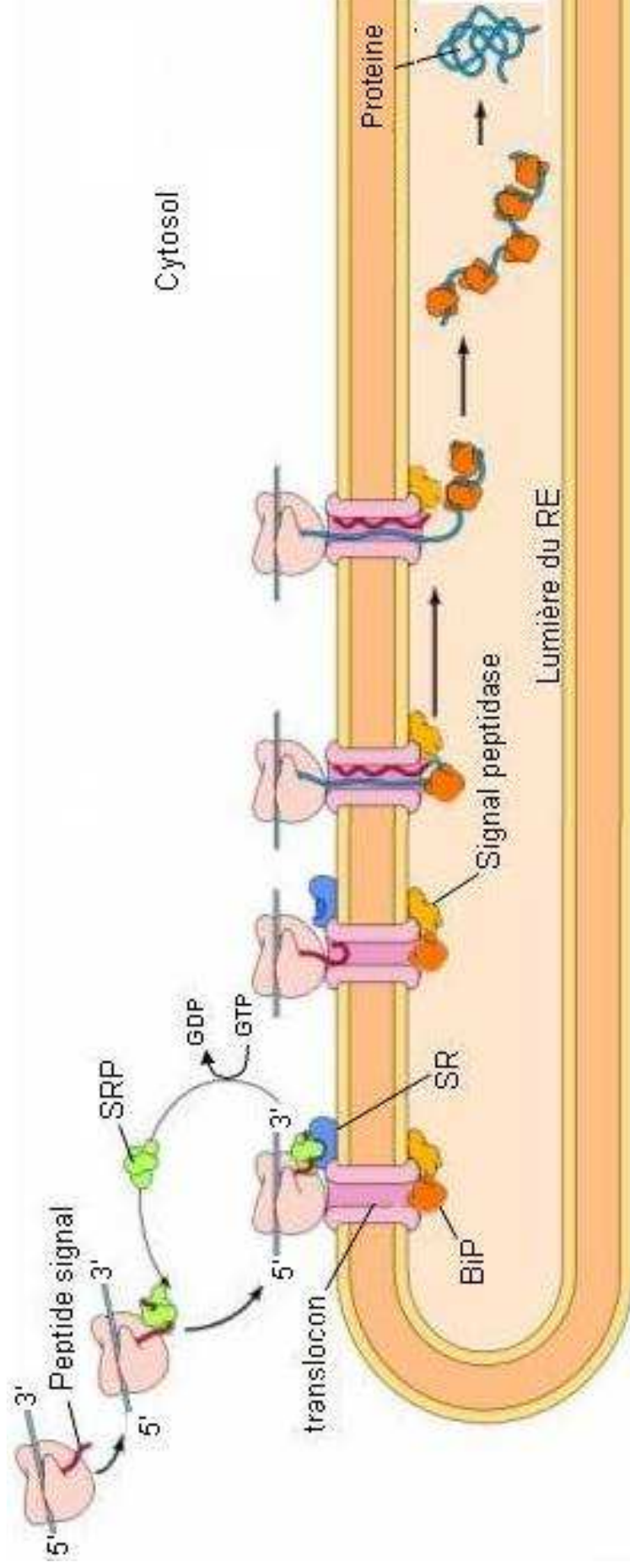
Modifications post-traductionnelles :

Types de modification

- Pont disulfure,
- Phosphorylation,
- Glycosylation
- Acylation
- Clivage
- Biotinylation
- ...

Rôles

- (a) Régulation de l'activité des protéines
- (b) Etiquetage : reconnues par des partenaires métaboliques ou systèmes de dégradation
- (c) ancrer dans une membrane
- (d) cascades de signalisation
- (e) adressage
- (f) définir une identité immunologique



Translocation co-traductionnelle des protéines (Membranes plasmiques, Lysosomes, Vésicules sécrétoires)

Molecular Biology of the Cell

Partie 4 : Organites délimités par plusieurs membranes (mitochondrie, chloroplaste) (1h15' à 1h45')

-Faire un résumé écrit de 10 lignes sur chaque organe

QCM/QROC

1-Que signifie transport antérograde et rétrograde ?

Antéro : du RE vers le Golgi

Retro: du Golgi vers le RE

2-Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exactes ?

a) La cellule eucaryote a incorporé l'ancêtre bactérien de la mitochondrie, c'est le phénomène d'endosymbiose

b) La mitochondrie et le peroxysome ont besoin d'oxygène pour fonctionner

c) Le peroxysome effectue des réactions d'oxydation

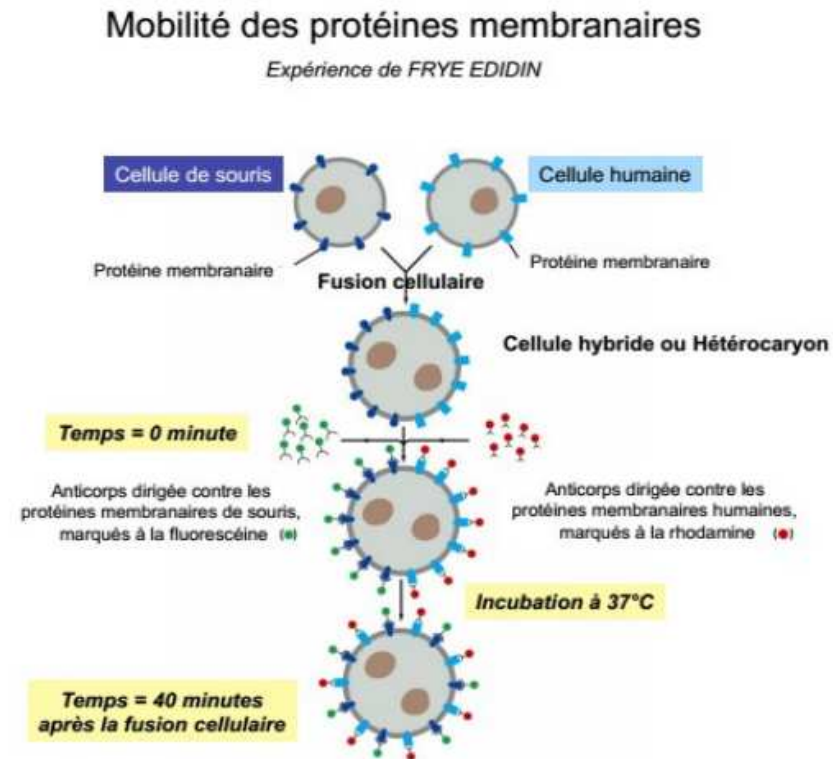
d) Le peroxysome a une fonction de suppléance de la mitochondrie lorsque celle-ci ne peut plus fonctionner

e) La genèse d'un peroxysome débute toujours par le bourgeonnement à partir du RE

QCM/QROC

3-Dans la figure suivante, quel est le mécanisme le plus proche illustrant la diffusion latérale des protéines :

- a) Les protéines diffusent librement de façon indépendante**
- b) Ce sont les rafts lipidiques, incluant les protéines qui se déplacent**
- c) Le remodelage membranaire est dû principalement aux phospholipides**



QCM/QROC

4-Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exactes ?

- a) Les microtubules participent au trafic antérograde mais pas au trafic rétrograde*
- b) Les microtubules peuvent transporter des vésicules*
- c) Les microtubules peuvent transporter des virus*
- d) Les microtubules participent à la structure des cils*

5-Combien de molécules d'ATP à partir de 2 molécules de glucose sont générées par la phosphorylation oxydative ?

72

6-Quelles molécules sont produites et consommées au cours de la photorespiration ?

Conso O₂, prod CO₂

The minute paper

Fonctionnement et utilité du réticulum endoplasmique

Fonction des composants du cytosquelette

Homéostasie des protéines

Protéines chaperonnes

Contact: olivier.pluquet2@univ-lille.fr