

# Le réticulum endoplasmique

## (REG / REL)

### ● Introduction :

- Le système endomembranaire des cellules eucaryotes est représenté par l'ensemble des cavités cytoplasmiques limitées par des membranes inter-communicantes entre elles aux moyens de vésicules ou canalicules et communiquant également avec la membrane plasmique.
- Les différents compartiments de ce système sont: le réticulum endoplasmique, l'appareil de Golgi, les phagosomes, les endosomes et les lysosomes.

### ● Définition:

- ✓ Le terme de « réticulum » signifie « réseau » en latin.
- ✓ Le RE est une structure que l'on rencontre que chez les eucaryotes.
- ✓ Le RE comprend un réseau de tubules et de sacs Membranaires appelés citernes ou cavités.
- ✓ Les cavités affectent la forme de saccules aplatis, de vésicules plus ou moins volumineuses ou de tubules.

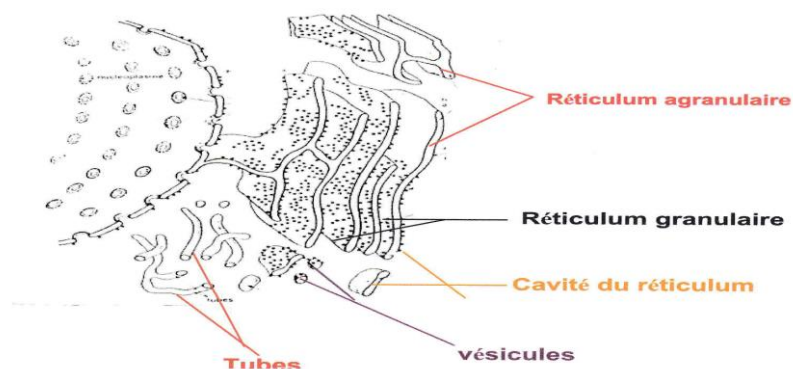
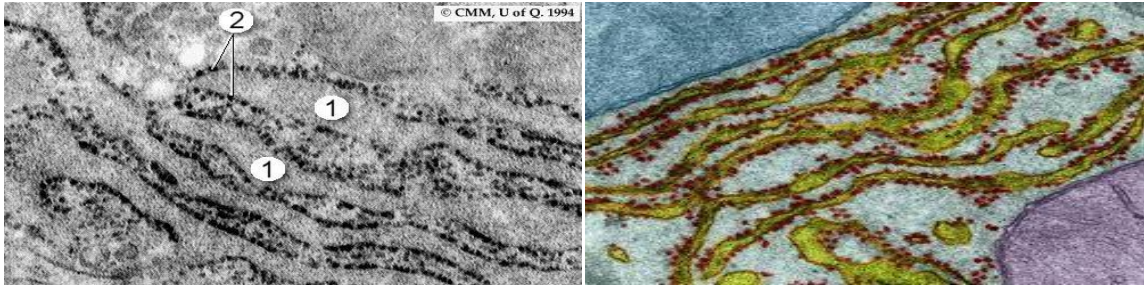


Figure 1. Divers aspects du réticulum endoplasmique

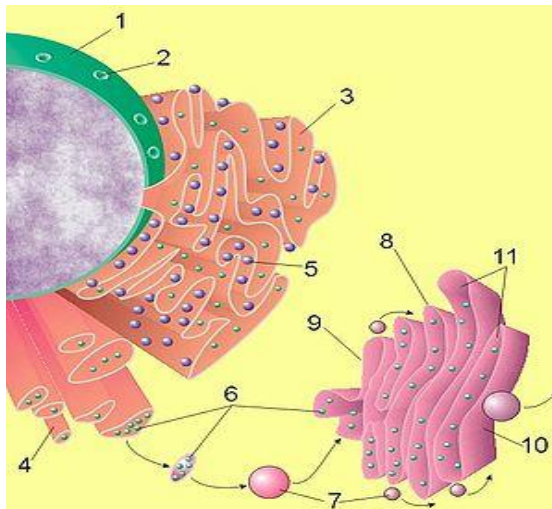
Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
en Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA

- ✓ Le RE occupe souvent plus de 10 % du volume cellulaire, il est composé d'une Mne très fine et d'une lumière.
- ✓ La Mne du RE a une épaisseur de 50 à 60 Å.
- ✓ Le RE prolonge la Mne nucléaire et représente à peu près la moitié des Mnes internes des cellules eucaryotes.

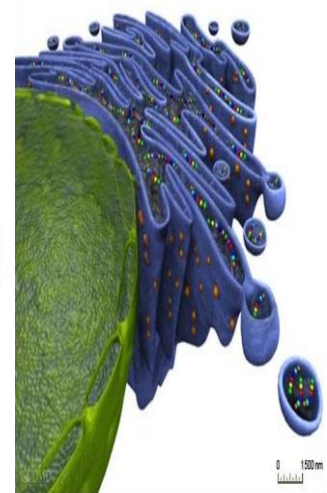
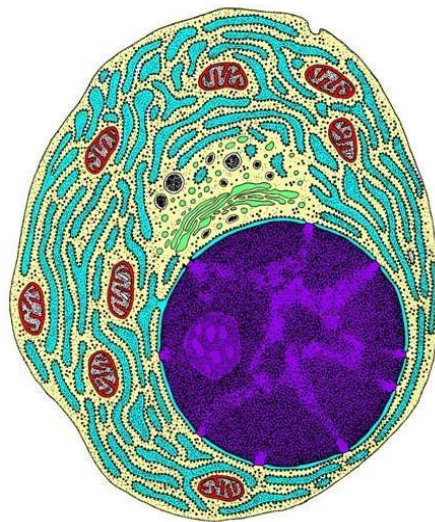
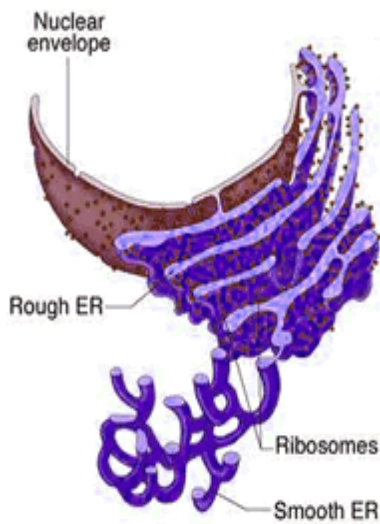
- ✓ La Mne sépare la lumière du RE du cytosol.



- (1) Lumière du RE  
(2) Les replis des membranes réticulaires



1. Noyau.
2. Pore nucléaire.
3. Réticulum endoplasmique granuleux (REG).
4. Réticulum endoplasmique lisse (REL).
5. Ribosome sur le REG.
6. Protéines transportées.
7. Vésicule golgienne.
8. Appareil de Golgi.
9. Face cis de l'appareil de Golgi.
10. Face trans de l'appareil de Golgi.
11. Citerne de l'appareil de Golgi

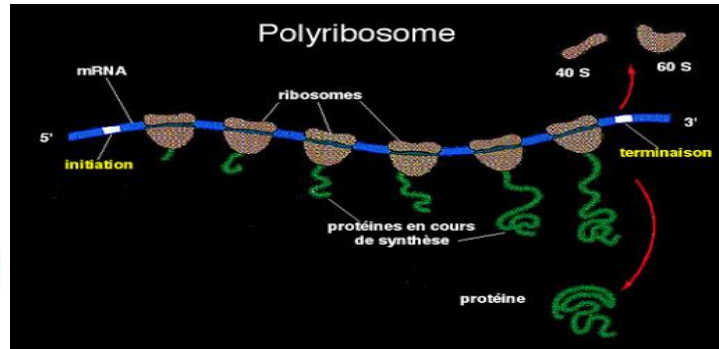
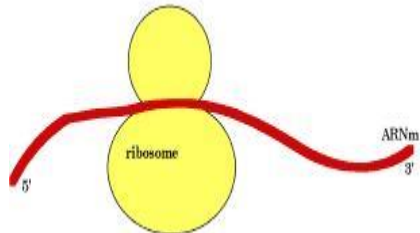


## Types de réticulums endoplasmiques

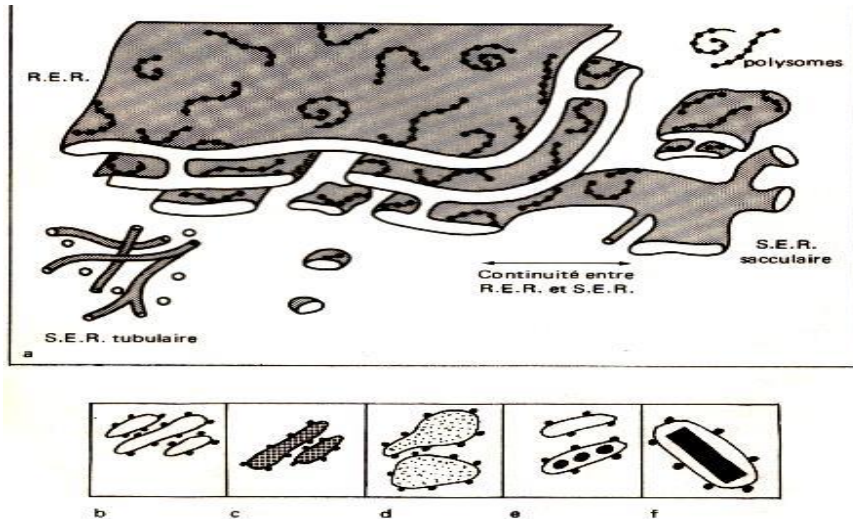
- Une partie du RE est couverte de ribosomes qui assemblent les AAs en chaînes protéiques.
- Les ribosomes peuvent être libres ou assemblés en amas ➡ les polysomes ou polyribosomes.



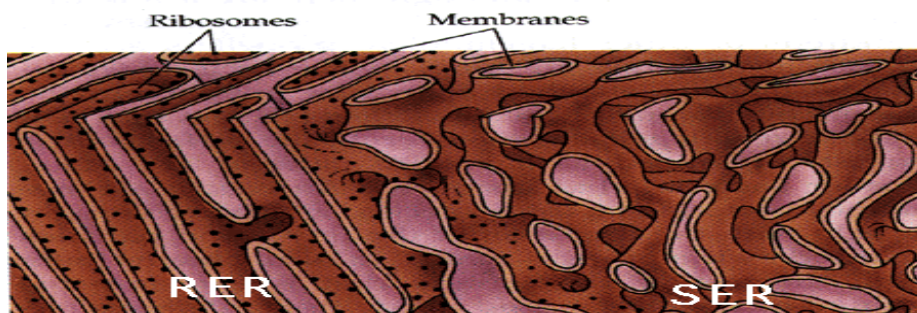
- L'apparence rugueuse de ces parties au ME.



- Les parties sans ribosomes sont appelées RE lisse (REL).
- Le REG et le REL inter communiquent entre eux.



**Fig. 90 – LES DIVERS ASPECTS DU RETICULUM ENDOPLASMIQUE GRANULAIRE (R.E.R.) ET LISSE (S.E.R.)**



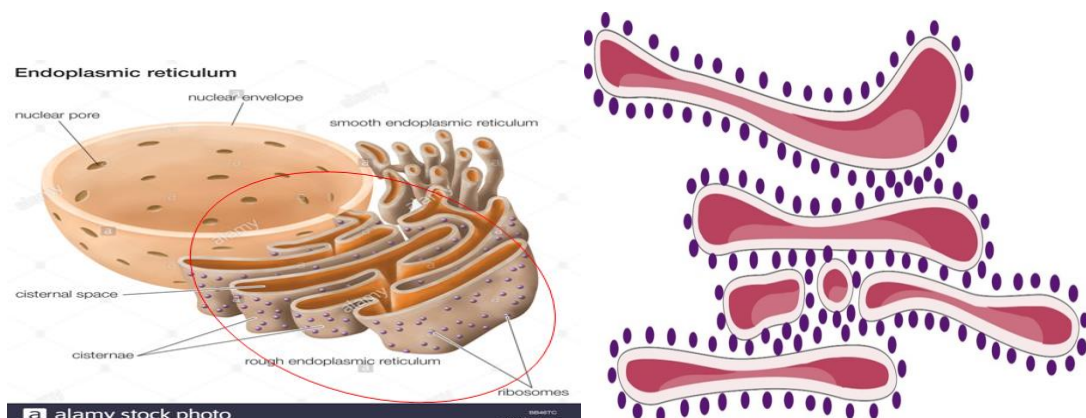
## Le RE granulaire (ou ergatoplasme ou RER = Rough Endoplasmic Reticulum)

- ✓ Les ribosomes attachés sont distants les uns des autres d'environ 150 Å°.
- ✓ Le REG assemble et transporte les protéines destinées aux Mnes et à la sécrétion.
- ✓ Le REG synthétise lui-même ses Mnes en jumelant des protéines et des phosphoglycérolipides, et fait même proliférer sa Mne;
- ✓ Il occupe bcp de place chez les cellules endocrines (lymphocytes B).
- Le RER est le site de la production des protéines Mnaires, des phospholipides et de cholestérol.



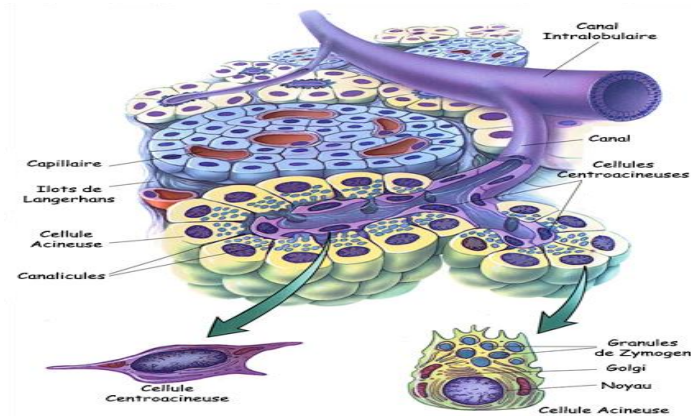
### ❖ Structure lamellaire du REG:

- Fines lamelles composées de deux Mnes unies sur leur bord et limitant une cavité en forme de sac aplati (sacculé).



- La disposition, le nombre des saccules est variable.
- Lorsque le REG est très développé, la disposition des saccules est systématisée.
- Dans les cellules glandulaires des acini du pancréas, de la parotide ou de la sous maxillaire la partie basale du cytoplasme.

Dr. EL MAHI . F.Z  
Maître de Conférences  
Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA



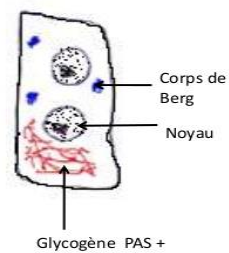
Les cellules acineuses (pancréas exocrine)



**Glandes salivaires :**  
**(1) Parotides, (2) Sous-maxillaires, (3) Sublinguales**

- Dans les hépatocytes ➡ les corps de Berg.

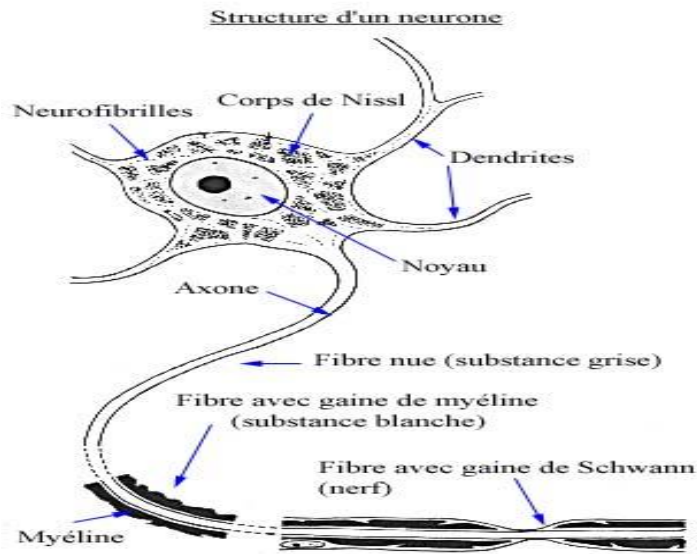
#### Hépatocytes MO



Les hépatocytes, cellules polygonales, 20-25  $\mu\text{m}$  de diamètre, 1 à 2 noyaux centraux, arrondis, avec nucléole, cytoplasme PAS+ (présence de glycogène), et mottes basophiles (corps de BERG).

- Dans les cellules nerveuses ➡ le corps de Nissl.





- Dans les plasmocytes, ils occupent tout le cytoplasme.
- Les cellules moins actives contiennent des saccules disséminés dans l'ensemble du cytoplasme.
- Le REG est développé dans les cellules élaborant des protéines ou des glycoprotéines.

## Le REL ou agranulaire (SER=Smooth Endoplasmic Reticulum)

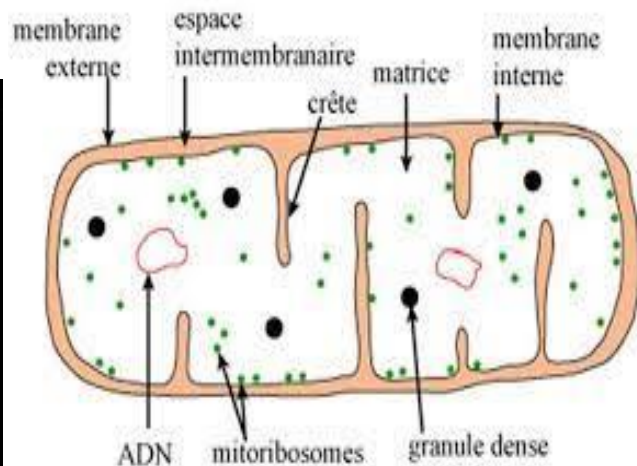
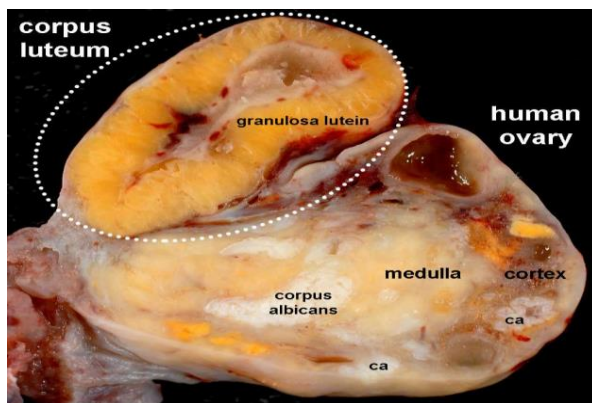
- ✓ Il est moins présent chez les cellules endocrines.

Exple: - hépatocytes: 1/3 REL et 2/3 REG.

- Dans le pancréas: bcp de REG et peu de REL.

- ✓ Le REL participe à divers processus métaboliques:

- La synthèse des lipides (phospholipides Mnaïres, acides gras, stéroïdes),

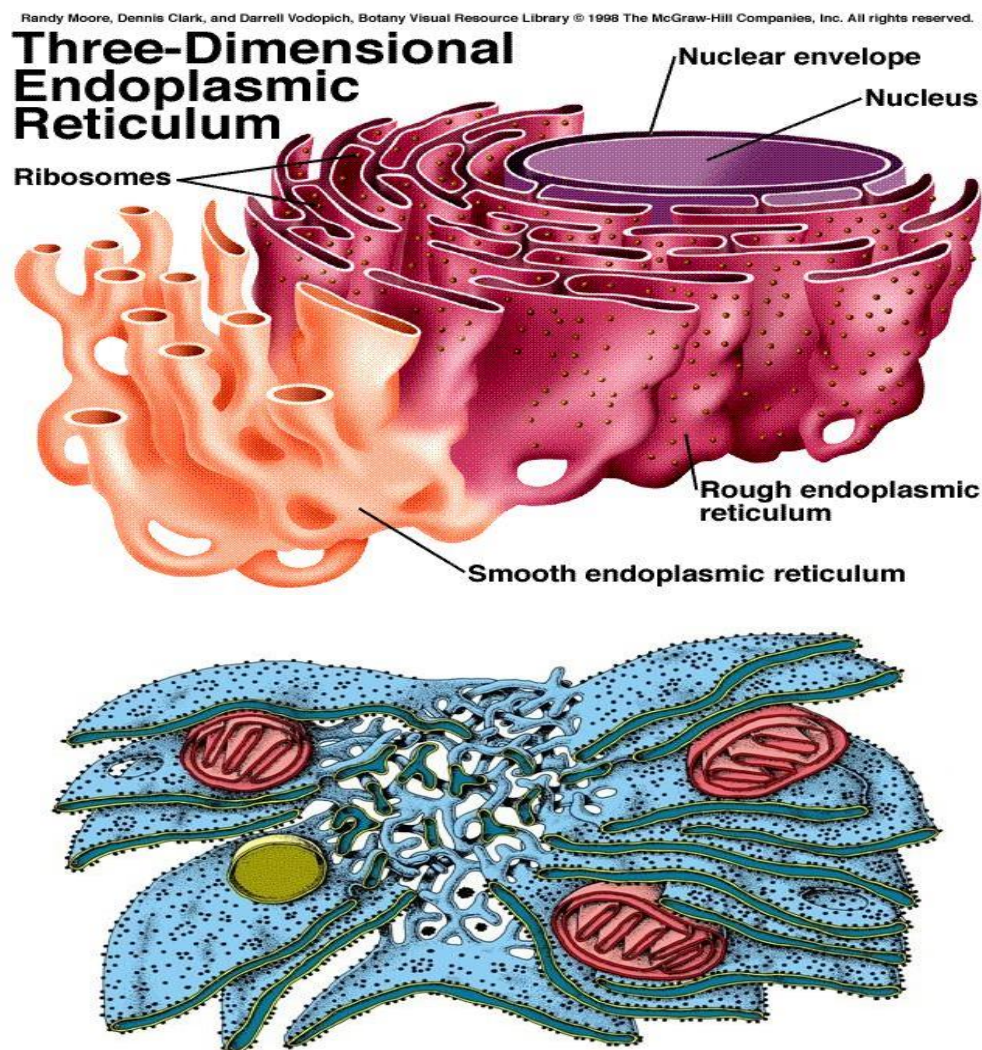


- Le métabolisme des glucides, la détoxification des cellules, stockage du calcium et,
- Joue un rôle pour le début de la glycosylation.

- ✓ Les REL spécialisés pour le stockage du calcium sont appelés calciosomes, ou dans les cellules musculaires: réticulum sarcoplasmique.

### ❖ La structure tubulaire du REL:

- Le REL est un réseau de tubules anastomosés.
- « Labyrinthe de fins canalicules interconnectés », qui s'infiltrant dans tout le cytoplasme.
- Le REL a la propriété, d'établir d'étroits contacts avec les mitochondries, les dépôts de glycogène et les peroxysomes.

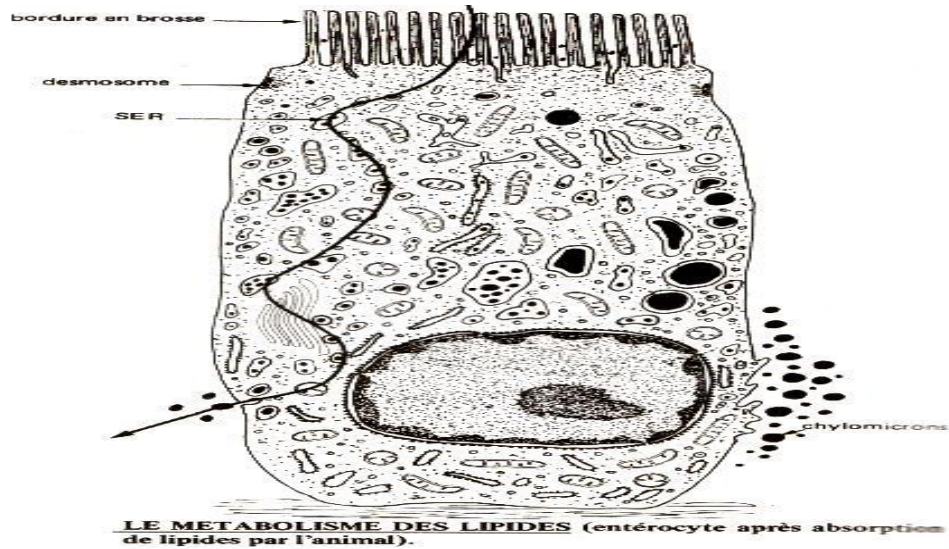


Il est très réparti:

- ✓ Dans les cellules synthétisant des hormones stéroïdes,
- ✓ Ou dans celles intervenant dans le métabolisme des lipides (entérocytes).

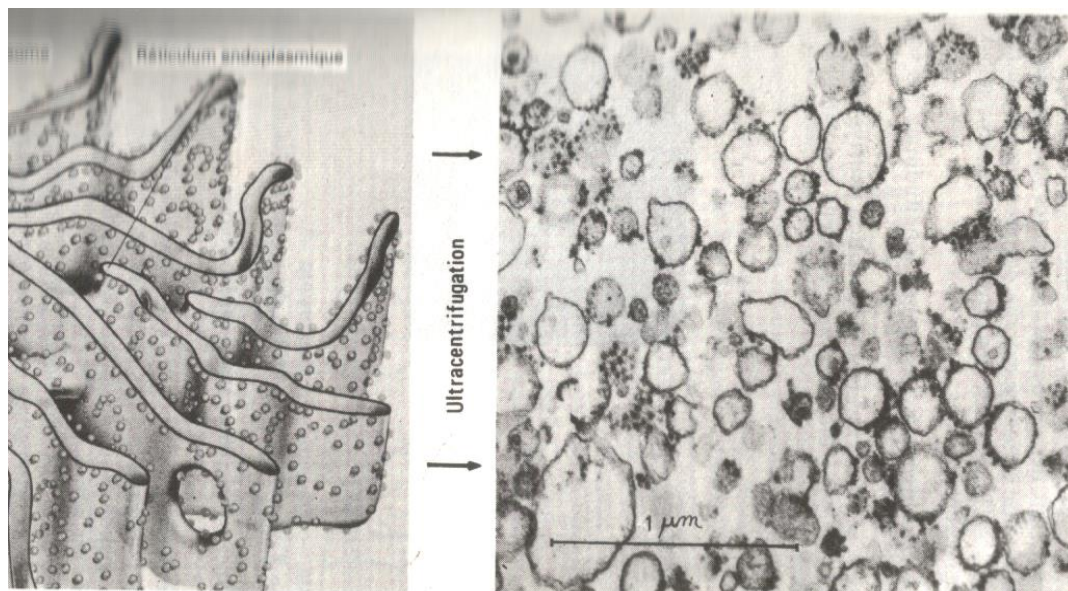
Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
de Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA





## Constitution chimique des Mnes du RE

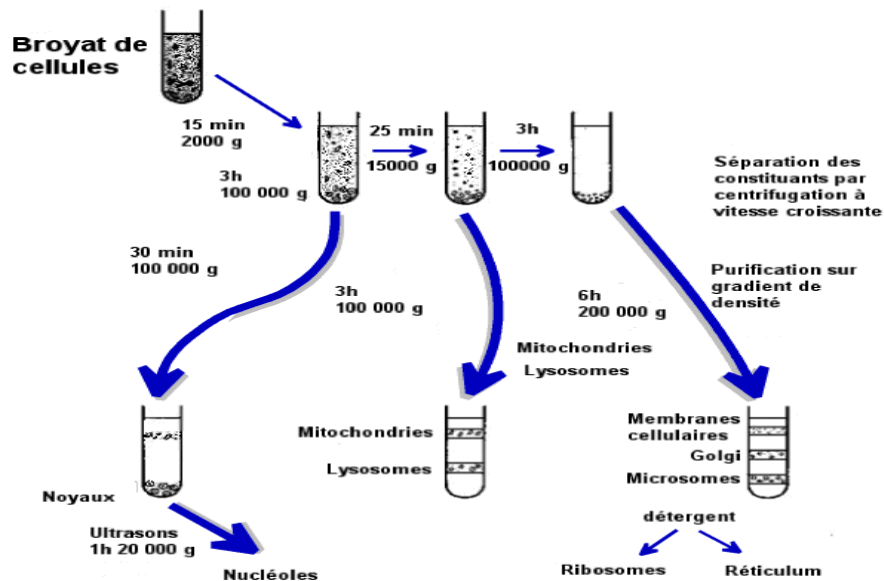
- ✓ Les techniques d'ultracentrifugation différentielle, isolent les Mnes du RE sous forme de microsomes.



Microsomes

Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
de Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA





❖ **L'analyse biochimique de ces Mnes, révèle qu'elles contiennent:**

- Des protéines de structure et des lipides (30 à 50%),
- Des enzymes.
- Il semble que la constitution biochimique des REG et REL soit différente; ainsi:
  - La teneur des phospholipides est plus élevée dans le REL que dans le REG;
  - Le rapport quantité de phospholipide/quantité de cholestérol est de 15 pour le REG et de 4 pour le REL;
  - glucose 6 phosphatase est surtout localisé dans le REG;
  - 5' nucléotidase est située dans le REL.
- **Le contenu des cavités, est très variable, a généralement un aspect amorphe et semble constitué d'un fluide aqueux; par exemple ces cavités contiennent:**
  - Des précurseurs du collagène,
  - Des hydrolases,
  - Des immunoglobulines.
- **Cas pathologiques, les anticorps synthétisés par les plasmocytes ➡ volumineux cristaux (dilatation).**

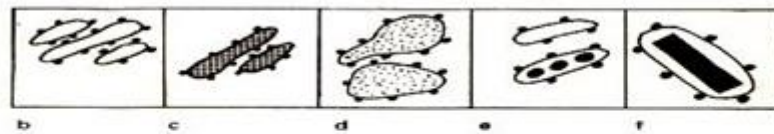


Fig. 90 – LES DIVERS ASPECTS DU RETICULUM ENDOPLASMIQUE GRANULAIRE (R.E.R.) ET LISSE (S.E.R.)

## Biogenèse des Mnes du RE

- ✓ Le RE est pauvrement représenté dans la cellule œuf, il apparaît au cours de la différenciation.

### a)- Origine des Mnes:

- Les Mnes dérivent des Mnes,
- L'assemblage des Mnes procède par étapes:
  - Dans un premier temps, les lipides (REL)  $\implies$  la couche architecturale bimoléculaire.
  - Dans un 2<sup>ème</sup> temps, des protéines (polysomes libres ou liés aux Mnes du RER) complètent l'édifice.

**Les Mnes du RE sont le siège d'un perpétuel renouvellement:**

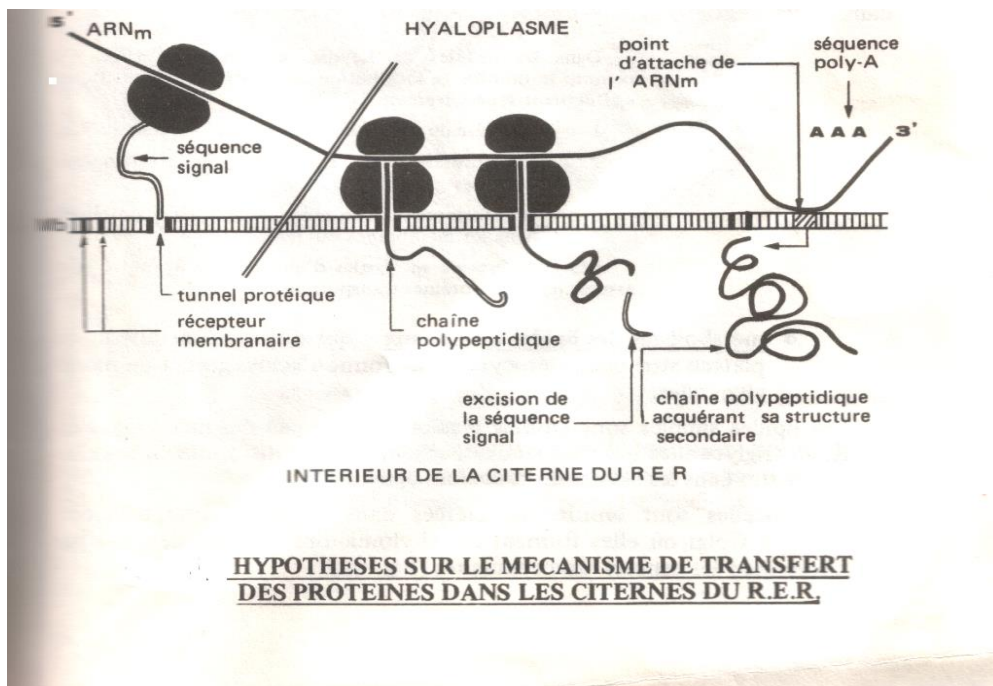
- Les lipides: une demi-vie de 2 jours,
- Les protéines : une demi-vie de 4-5 jours pour les grosses, de 16 à 28 jours pour les petites.

### b)- Corrélations RER-SER:

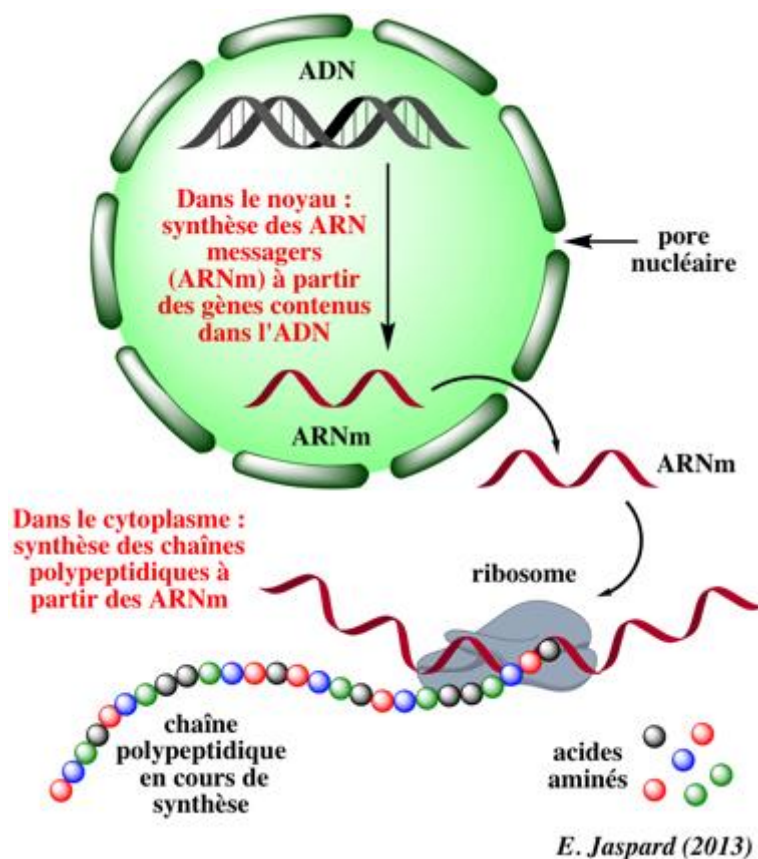
- Les Mnes lisses du REL se forment à partir du REG.
- L'enrichissement de la cellule en SER, peut s'accompagner d'une dégradation du RER.
- Au cours de la biogenèse des Mnes lisses, se mettent en place les systèmes enzymatiques caractéristiques.

Dr. EL MAHI .F.Z.  
Maître de Conférences  
Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA

## Mécanisme de transfert des protéines



## Schéma des étapes de la synthèse des protéines chez les Eucaryotes



Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
En Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA

**1ère étape :** la **transcription** des gènes de l'ADN en ARN pré-messager a lieu dans le **noyau**.

Pour chaque gène, un seul brin de l'ADN est transcrit mais ce brin varie selon les gènes.



La synthèse de l'ARN est catalysée par l'ARN polymérase, une enzyme oligomérique. Il en existe 3 types chez les Eucaryotes. La transcription s'effectue de l'extrémité 5' vers l'extrémité 3' des gènes.

**2ème étape :** la maturation de l'ARN prémessager a lieu dans le noyau

**3ème étape :** la traduction de l'ARNm en protéine a lieu dans le cytoplasme au niveau des ribosomes et nécessite la présence d'ARN de transfert (ARNt) chargés avec les acides aminés correspondants et d'énergie sous forme de GTP. Les ARNt sont synthétisés dans le noyau.

La synthèse peptidique s'effectue de l'extrémité N-terminale de la protéine vers l'extrémité C-terminale.

**4ème étape (protéines glycosylées et/ou sécrétées) :** les modifications co-traductionnelles ou post-traductionnelles comme la glycosylation (liaison covalente d'oses aux protéines) ont lieu dans le réticulum endoplasmique et/ou dans l'appareil de Golgi.

Chez les Procaryotes, la transcription et la traduction ont lieu dans le cytoplasme et peuvent être simultanées.

Dr. EL MAHI F.Z.  
Maître de Conférences  
de Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA

# Le réticulum endoplasmique

## (REG / REL)

### Fonctions du RE

a)- Support mécanique,

b)- Un système de circulation pour la cellule:

Le réseau (RE) ➡ compartiment (substances endogènes et exogènes) ➡ accumulation transformations (hydroxylations, glycosylation..) ➡ (Mise en réserve, exportées dans le ME).

c)- Ségrégation des protéines endogènes

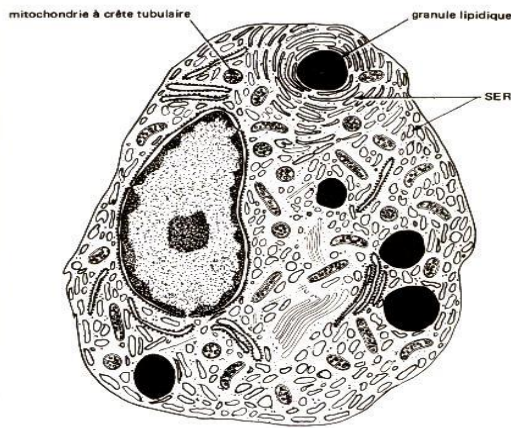
\* La synthèse des protéines s'effectue:

- Au niveau des polysomes libres emmagasinées dans le hyaloplasme.
- Au niveau des polysomes attachés aux Mnes du RER lorsque les protéines sont destinées à être « exportées ».

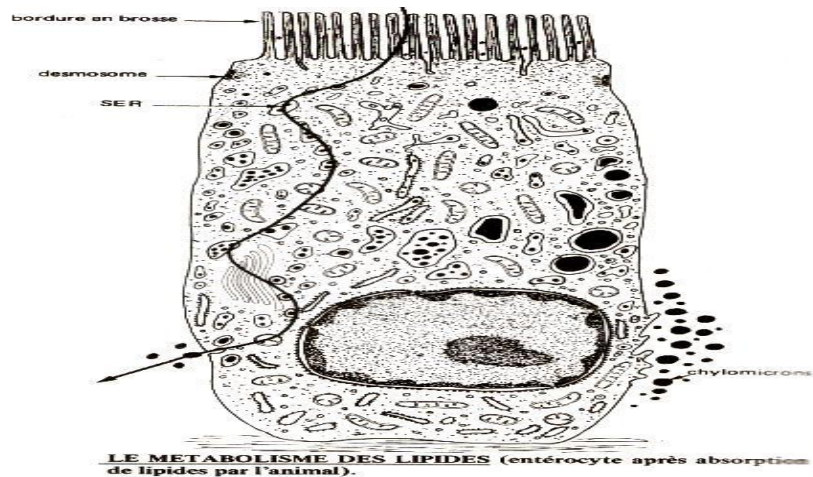
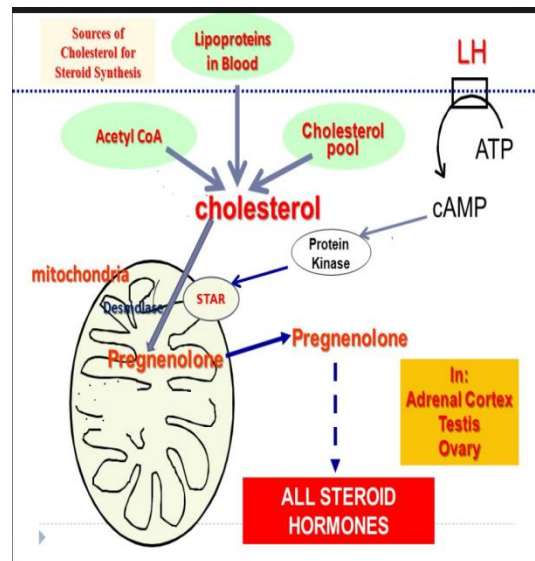
c)- Intervention dans le métabolisme des lipides:

- ✓ Les Mnes du RE possèdent des systèmes enzymatiques:
- Biosynthèse des phospholipides Mnaires,
- Biosynthèse du cholestérol (acides biliaires dans le foie ou à la synthèse des hormones stéroïdes)
- Dans les cellules stéroïdogènes, le REL est très développé et intervient dans plusieurs étapes de synthèse.
- Métabolisme des lipides intestinaux, qui diffusent au niveau du plateau strié des entérocytes sous forme d'acides gras et de monoglycérides ➡ Mnes du REL en triglycérides ➡ micelles lipoprotéiques ➡ appareil de golgi ➡ chylomicrons .

Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA



**LA SYNTHÈSE DES HORMONES STÉROÏDES** (cellule de Leydig élaborant la testostérone).  
La cellule est caractérisée par la prédominance très nette du réticulum lisse sur le réticulum granulaire, la présence de mitochondries à crêtes tubulaires et de granules lipidiques.



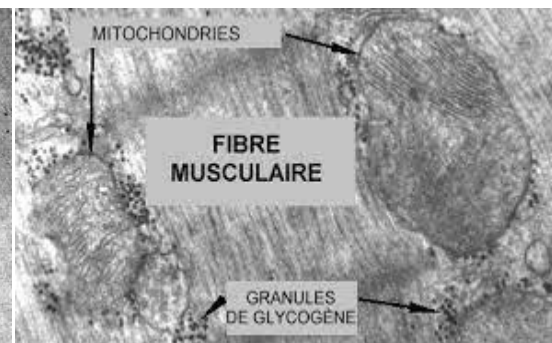
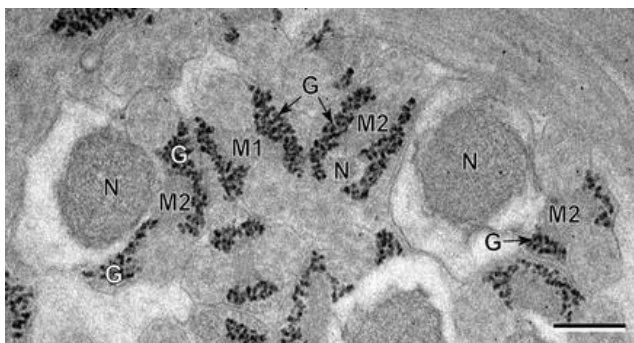
#### d)- Intervention dans le métabolisme des glucides

##### d-1)- Le métabolisme du glycogène:

- Le REL intervient :

\* Dans la glycogénolyse et non dans la glycogénèse,

Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
de Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA





\* Dans le transport et la sécrétion du glucose.

### d-2)- La glycosylation:

- C'est une réaction enzymatique (glucide+chaîne peptidique ou une protéine).
- Le processus débute dans le RE (Rugueux et Lisse) et s'achève dans l'appareil de golgi.
- Ces réactions sont catalysées par des glycosyltransférases.
- La glycosylation rend les polypeptides plus résistants à la protéolyse.
- On distingue deux types de glycosylation:

a. La N-glycosylation (addition de glucides aux chaînes peptidiques),

- Un oligoside « N-acétyl-glucosamine » se lie à un AA asparine.

b. La O-glycosylation (addition de glucides au niveau des résidus – OH des AA (sérine et thréonine).

## Fonctions spécialisées

✚ La distribution des ions calcium dans le sarcoplasme:

- Le REL assure la distribution intracellulaire de substances (ions de  $Ca^{++}$ ) ➡ contraction  
piège à calcium.

✚ La détoxification:

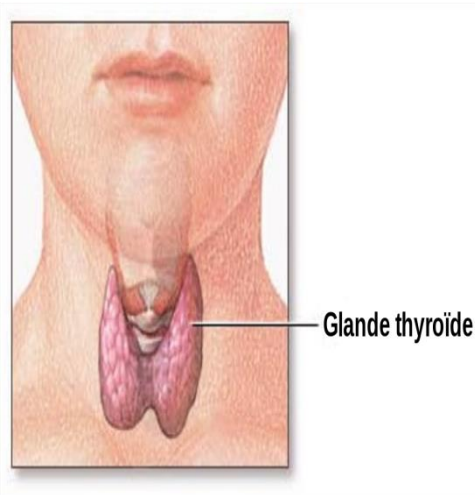
- Un processus métabolique permettant la transformation de substances endogènes excédentaires ou exogènes toxiques en composés non toxiques.
- L'inactivation des sub toxiques s'effectue dans les Mnes du REL (oxydations / conjugaison)
- Hydroxylation ➡ oxydations ➡ combinent avec l'ac. Glycuronique.

## Accumulation des protéines dans les cavités du RE:

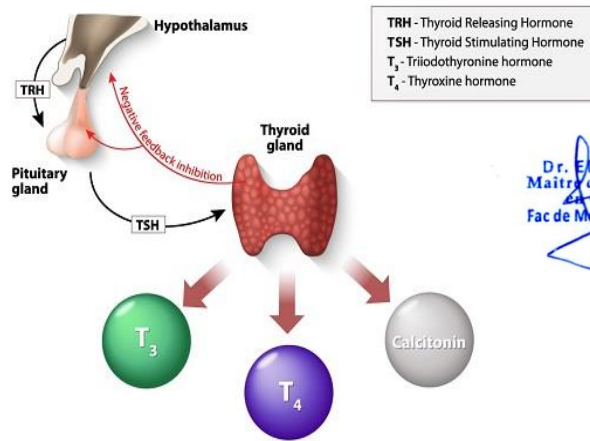
- ✚ Maladies héréditaires liées à un défaut (sécrétion, de protéines dans la MP),
- ✚ Dues à des mutations de séquences codantes du gène (défaut de structure tridimensionnelle, expansion du réticulum)
- ✚ Goitre hypothyroïdien,
- ✚ Diabète insipide,
- ✚ Hypercholestérolémie,
- ✚ Hypertriglycémie.

Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
de Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA

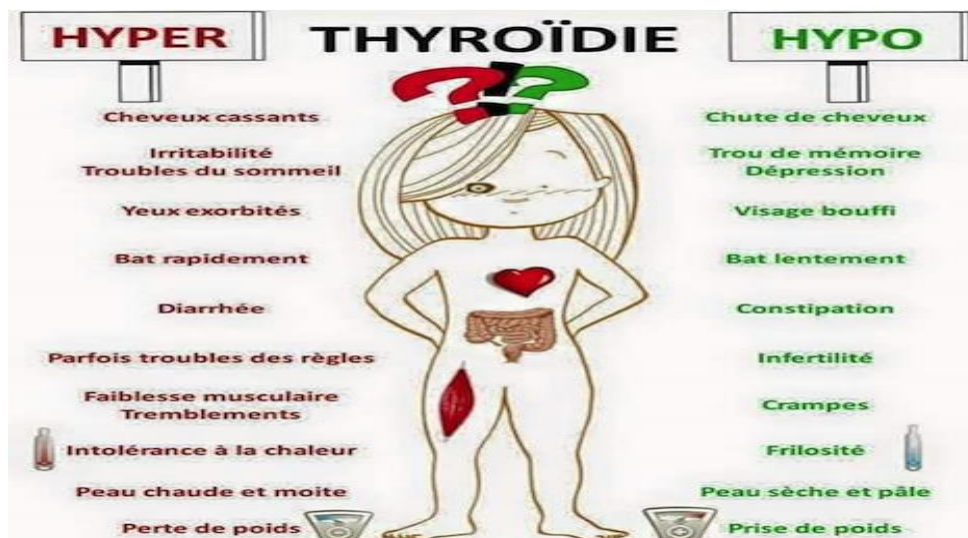
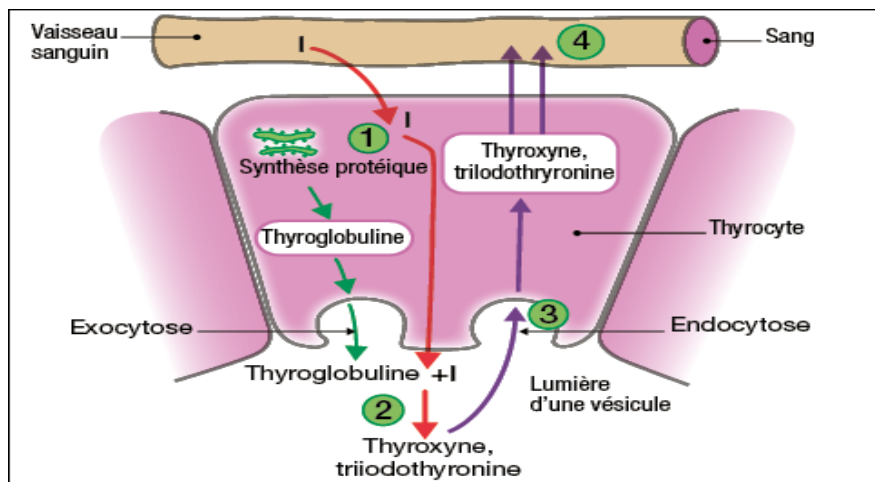
- L'hypothyroïdie : défaut de glycosylation de la thyroglobuline (Tg) : diminution de sécrétion de la T3 et la T4.



### THYROID HORMONES



Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
En Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA



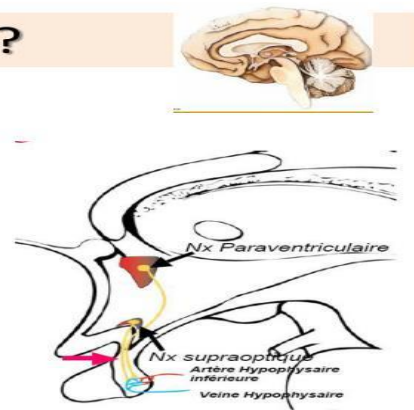
- Le diabète insipide : défaut d'arginine vasopressine circulante (ADH).

### Définition:

- **Le Diabète Insipide** = DI
- (ou diabète "à l'eau"), une anomalie endocrinienne ou néphrogénique rare,
- à connaître et à faire connaître
- Maladie se caractérisant par une impossibilité des reins à concentrer les urines, entraînant une **polyurie** (émission d'une trop grande quantité de liquide dans les urines) accompagnée d'une **soif** intense.

### ADH ?

- ADH = vasopressine, est un nanopeptide synthétisé au niveau de l'**hypothalamus**, transporté puis stocké dans la post-hypophyse qui le libère dans la circulation sanguine.
- Elle a une action **antidiurétique** et une action **vasopressive**.

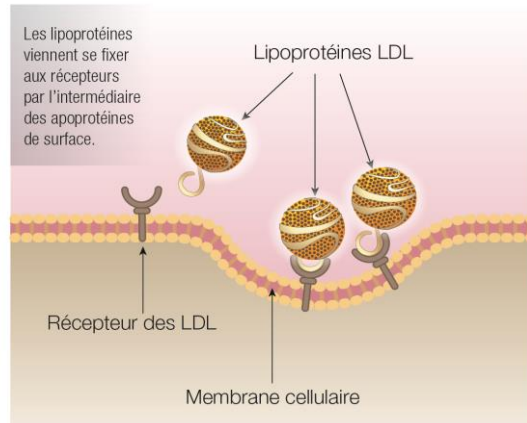


**ADH:** dont le rôle est la réabsorption de l'eau au niveau du rein afin de concentrer les urines.

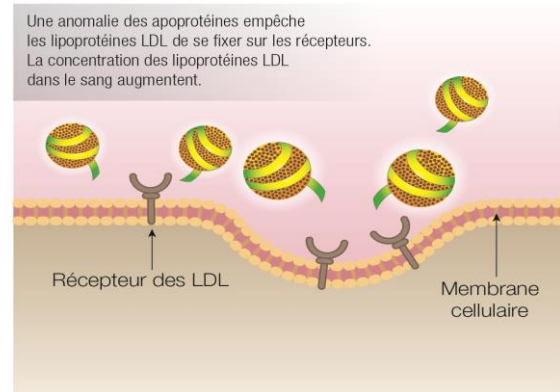
- L'hypercholestérolémie : rétention des récepteurs aux LDL.

Taux de cholestérol  $> 2,0 \text{ g/l}$  (ou  $5,18 \text{ mmol/l}$ ).

#### Personne saine



#### Personne atteinte d'hypercholestérolémie familiale (cas 1)

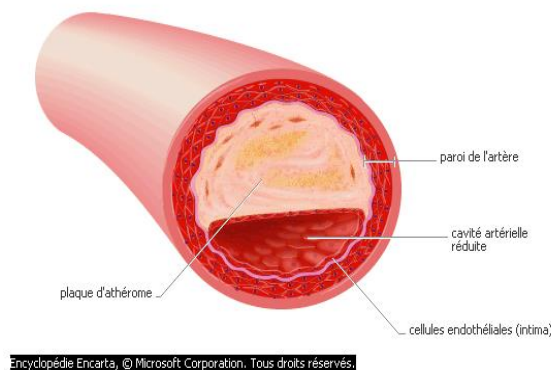




- **L'hypertriglycémie** : défaut de lipoprotéines lipases.
- taux de triglycérides  $>1,5\text{g/l}$ .



- L'hypertriglycémie correspond à un **excès de triglycérides** au sein de l'organisme. Les triglycérides sont des lipides qui permettent le stockage des acides gras au niveau des tissus adipeux. En fonction des besoins de l'organisme, les triglycérides peuvent être hydrolysés pour permettre la libération d'acides gras qui sont ensuite utilisés comme source d'énergie par de nombreux organes. Cependant, bien qu'ils soient nécessaires à l'organisme, ces lipides peuvent se retrouver en excès et être à l'origine de complications.



Dr. EL MAHI .F.Z  
Maître de Conférences  
Cytologie  
Fac de Médecine-UDL-SBA

Encyclopédie Encarta, © Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

### Plaque d'athérome

- **Plaque d'athérome** : Un dépôt de graisse dans la paroi interne de l'artère. Ces plaques sont responsables de complications sévères, voir mortelles.

- Les **cellules endothéliales de l'intima** forment une barrière sélective entre le sang et les autres couches de la paroi vasculaire contrôlant le passage des substances et de cellules.