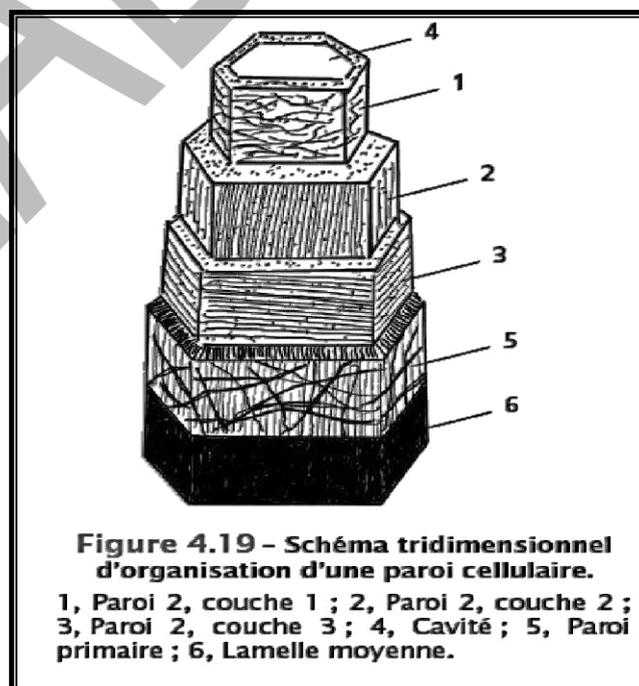


## CHAPITRE.4 : Etude des organites cellulaires

### 4.1 La paroi pectocellulosique

#### ❖ Composition et structure de la paroi squelettique et fonction :

- La paroi cellulaire est constituée de (90 %) des glucides essentiellement composée **des polymères glucidiques** comme la **cellulose** et **les pectines**, et de (10 %) **des protéines**. Et d'autres composées de nature phénolique (**lignine, subérine et cutine**).
- Les glucides sont essentiellement des polysaccharides de trois types :
  1. **Les pectines** : sont des **polysaccharides hétérogènes**
  2. **Les hemicelluloses**: ou **cellulosanes** sont constituées de polymères d'oses variés : pentoses, hexoses, oses méthylés
  3. **La cellulose**: un polymère du cellobiose qui n'est autre que le dimère du  $\beta$ -D-glucose
- La paroi pectocellulosique est composée dans les cellules âgées de 03 parties:
  1. **Lamelle moyenne**: la partie la plus externe de la paroi elle est constituée de matières pectiques seulement.
  2. **Paroi primaire**: de nature pecto-cellulosique, la paroi primaire n'existe seule que dans les cellules juvéniles.
  3. **Paroi secondaire**: Elle est constituée de cellulose et d'hémicellulose et est enrichie en composés phénoliques : lignine (pour renforcer la rigidité), cutine et subérine (pour l'imperméabiliser).
- La paroi cellulaire ou paroi squelettique protège la cellule, prévient une absorption excessive d'eau, assure le maintien et définit la taille et la forme de la cellule végétale.
- Elle participe à la régulation des relations avec les autres cellules et l'extérieur, de manière passive, au transport, à l'absorption, et à la sécrétion de multiples substances



## 4.2 La membrane cytoplasmique et les échanges cellulaires

- A la surface de la cellule, existe une couche cytoplasmique de très faible épaisseur, formant une enveloppe continue appelée «**membrane plasmique** ou **plasmalemme**».
- La membrane plasmique est une structure **organisée, complexe, asymétrique** indispensable à la vie de la cellule.

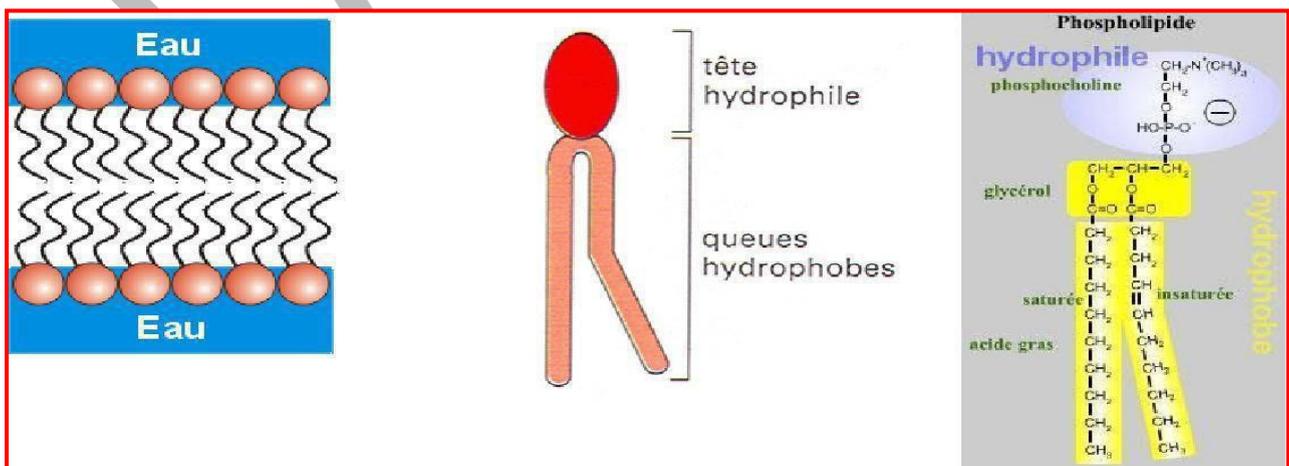
### 1. Structure de la membrane plasmique

- La structure de la membrane plasmique est indétectable au microscope optique. Elle n'est observable qu'au microscope électronique
- La membrane plasmique est tri-stratifiée, c'est-à-dire formée de trois feuillets superposés :
  - ✓ **Deux feuillets denses hydrophiles**: l'un interne et l'autre externe
  - ✓ **Un feuillet clair hydrophobe**
- Le feuillet externe (tourné vers le milieu extracellulaire) est souvent plus épais que le feuillet dense interne.
- L'aspect tri-stratifié est retrouvé dans tous les systèmes membranaires au sein d'une même cellule, elle est appelée **membrane unitaire, membrane biologique** ou **cytomembrane**.
- Au niveau de la membrane plasmique, le feuillet dense externe apparaît garni d'un mince film de **matériel glycoprotéique**, c'est le **revêtement fibreux** ou le **cell coat** ou encore le **glycocalyx** ou **glycoleme**.

**2. Composition chimique** : La membrane plasmique est composée **de protéines** (environ 60%) et **de lipides** (environ 40%). **Les glucides** sont aussi des composants importants de certaines membranes.

### 2.1 Les lipides :

- Ce sont des molécules **amphiphiles** formées d'une tête **polaire hydrophile** (contenant les groupements COOH ayant une forte affinité pour l'eau) et une queue **apolaire hydrophobe** qui n'établit pas de relation avec l'eau.
- Ils présentent tous une tête hydrophile (phosphate et groupement spécialisé) et une queue hydrophobe (glycérol et acides gras).
- Ils comprennent trois variétés: les **phospholipides**, le **cholestérol** et les **glycolipides**.



### 2.1.1. Les phospholipides

Ils constituent 55% des lipides membranaires. On distingue deux types de phospholipides (ils dérivent soit du **glycérol**, soit de la **sphingosine**).

#### A. Phosphoglycérides (glycérophospholipides)

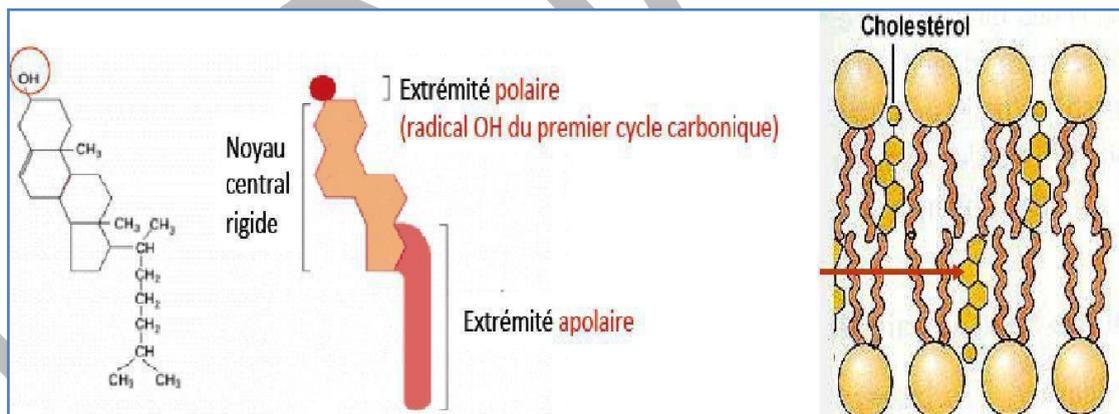
- Représente la classe majeure des **lipides** de la bicouche de la membrane plasmique.
- Correspondent à l'association de **glycérol**, de deux acides gras, d'**un acide phosphorique** et d'**alcools** ou (d'acides aminés).
- Les alcools ou les acides aminés donnent l'identité et la caractéristique du glycérophospholipide.

#### B. Sphingolipides (sphingophospholipides)

- Forment une catégorie de lipide membranaire moins fréquente.
- Correspondent à l'association de la **sphingosine**, d'acide gras, d'**acide phosphorique** et d'**alcool** ou (d'acides aminés).
- Ils représentent la plupart des lipides qui contiennent des glucides (glycosphingolipides: « les glycolipides »).

### 2.1.2 Le cholestérol

La teneur en cholestérol de la membrane plasmique peut atteindre (25%) de la totalité des lipides membranaires. Il s'insère dans la bicouche des phospholipides. Le cholestérol possède une fonction hydroxyle et un noyau tétracyclique rigide. Il est amphiphile, très hydrophobe à l'exception du groupe OH qui est hydrophile.



### 2.1.3. Les glycolipides

- Les glycolipides, dépourvus de phosphate, sont pourvus d'un résidu de sucre ou d'un oligosaccharide.
- Ils sont exclusivement présents du côté exoplasmique (extracellulaire) de la bicouche lipidique, c'est l'asymétrie structurale.
- Ils constituent environ 18% des lipides membranaires, cependant leur quantité varie d'une espèce à une autre mais aussi d'un tissu à un autre.
- Ils sont particulièrement abondants dans les cellules nerveuses.

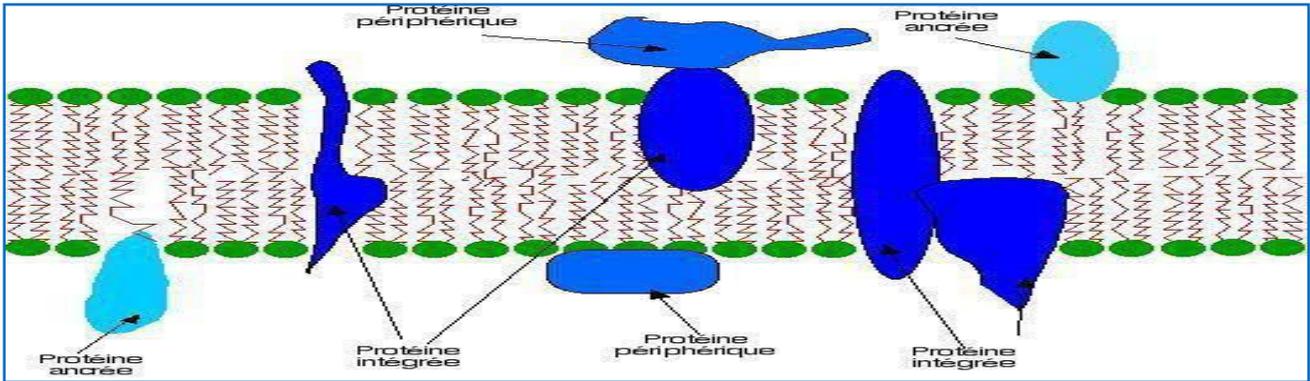
Les glycolipides sont de deux types, on trouve les **glycéroglycolipides** et les **sphingoglycolipides**.

**2.2 Les protéines membranaires** : Les protéines jouent un rôle dans les fonctions spécifiques de la membrane cellulaire. On distingue trois types :

a. **Les protéines ancrées à la membrane par l'intermédiaire des acides gras**

b. **Les protéines transmembranaires (intégrales)** : traversent les deux feuillets de la membrane.

c. **Les protéines périphériques** : Elles sont hydrophiles et ne pénètrent pas dans l'intérieur hydrophobe de la bicouche lipidique. Les protéines situées sur le versant extracellulaire sont souvent des glycoprotéines.



### 2.3 Les glucides

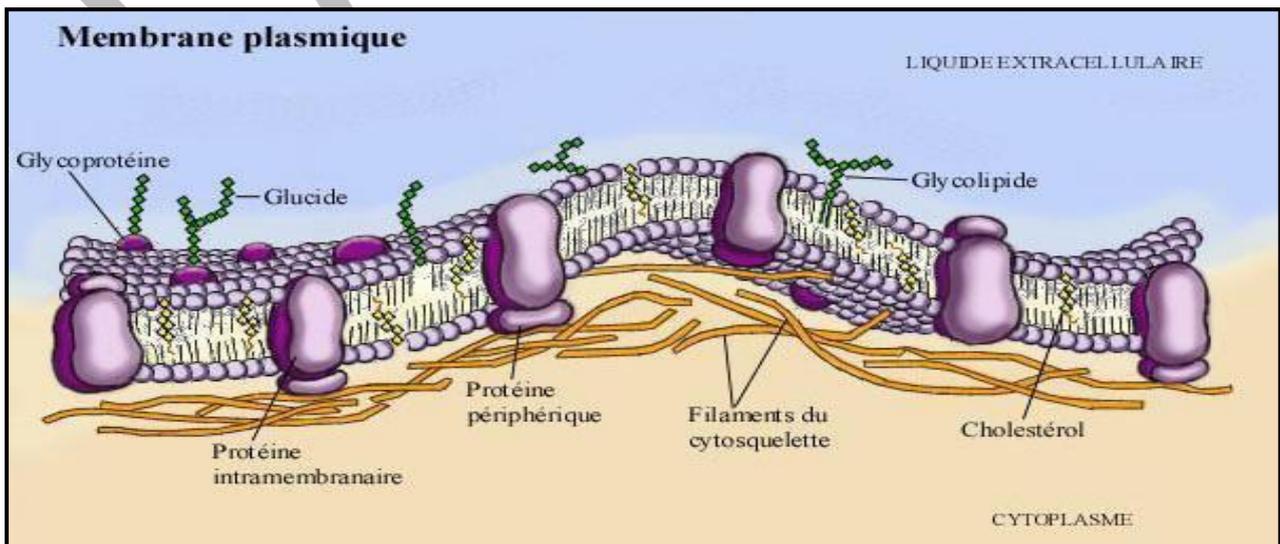
- La grande majorité des glucides membranaires sont sous forme associée avec des protéines (glycoprotéines) ou des lipides (glycolipides).
- Ils sont liés aux protéines par des **liaisons N-glycosidiques** (plus fréquent) ou par **liaisons O-glycosidiques**, sous forme de petites glycoprotéines ou de protéoglycanes.

a. **Les glycoprotéines** contiennent des **polysaccharides** courts, souvent ramifiés, et n'excédant pas 50% du poids moléculaire de la glycoprotéine

b. **Les protéoglycanes** contiennent des **polysaccharides** à chaîne longue composée d'unités disaccharidiques répétées à l'infini, représentant jusqu'à 90% du poids moléculaire globale.

#### ▪ L'architecture moléculaire de la membrane plasmique

Singer & Nicholson ont proposé en **1972** un modèle d'architecture moléculaire définissant la membrane plasmique comme une mosaïque fluide et asymétrique.



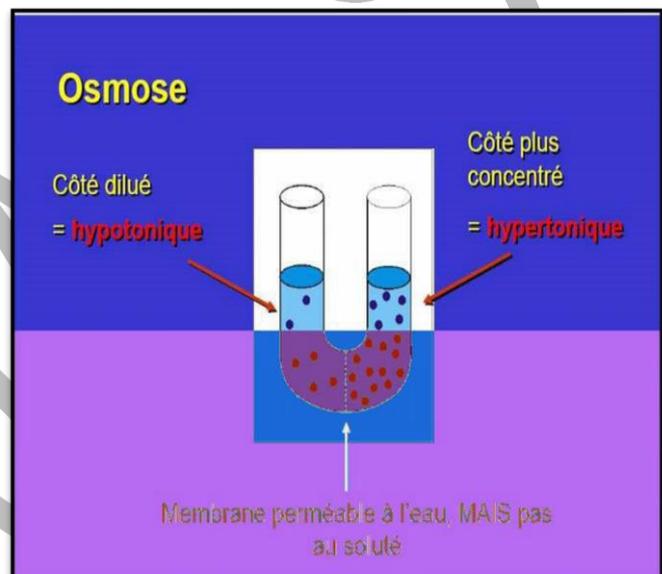
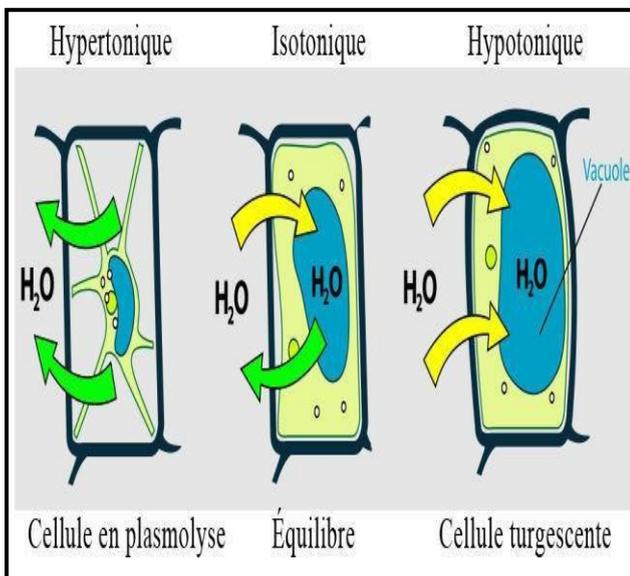
### 3 .Perméabilité membranaire

#### 3.1 Mécanismes passifs (perméabilité passive) Le transport passif est Sans consommation d'énergie

##### ❖ L'osmose

- La diffusion d'un solvant, par exemple l'eau à travers une membrane à **perméabilité sélective**, est un phénomène physique **passif** qui a lieu seulement si les solutions sont séparées par une **membrane semi-perméable**.
- L'eau traversent la membrane de la solution **hypotonique** (la plus diluée) vers la solution **hypertonique** (solution la plus concentrée) jusqu'à ce que les solutions soient **isotoniques** (de même concentrations).

Le **libre passage de l'eau** se fait par l'intermédiaire de **protéines intégrées** qui traversent complètement la double couche lipidique : on parle de "**pores membranaires**"



##### ❖ Diffusion simple

Les caractéristiques de ce transport sont :

- ✓ La vitesse de diffusion dépend de **la différence de concentration** (gradient de concentration) mais aussi de **la taille** de la protéine et **de la température** ;
- ✓ Une absence de spécificité (il n'est pas régulé);
- ✓ Les molécules doivent **se dissoudre** dans la double couche de phospholipides avant de passer de l'autre côté.
- La plupart des **substances hydrosolubles ne peuvent pas diffuser** à travers la bicouche lipidique ;
- Les substances **liposolubles diffusent directement** à travers la bicouche lipidique ;
- ✓ Les particules **polaires** ou **chargées peuvent diffuser** à travers la membrane si elles sont **assez petites** pour passer dans les **pores d'eau** constitués par les **canaux protéiques**.

Ce mécanisme **est lent** par rapport à la diffusion facilité

## ❖ Diffusion facilitée

La diffusion facilitée est le **passage transmembranaire** de molécules, dans le **sens du gradient de concentration**, sans **dépense d'énergie**, grâce à **des transporteurs membranaires spécifiques**.

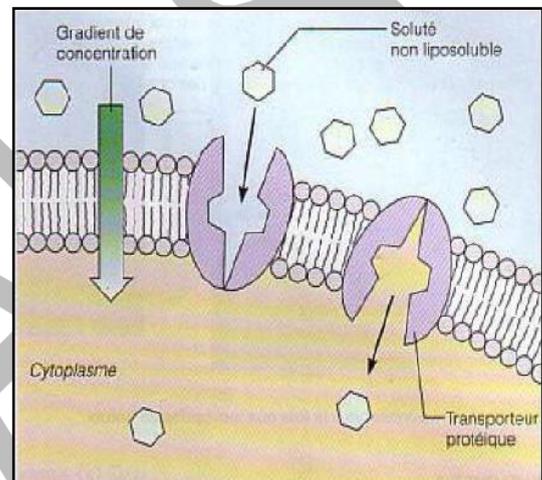
- ✓ **Les ions et les petites molécules polaires** sont transportés à travers la membrane par un complexe de protéines qui forme des **canaux ioniques**.
- ✓ **Les molécules de taille plus importante** (oses, acides aminés, certaines vitamines...) traversent la membrane grâce à des transporteurs protéiques (**protéines porteuses ou perméases**).

### 1. Les perméases

Les **perméases** sont des protéines transmembranaires qui assurent la **diffusion facilitée**.

#### ➤ Propriétés :

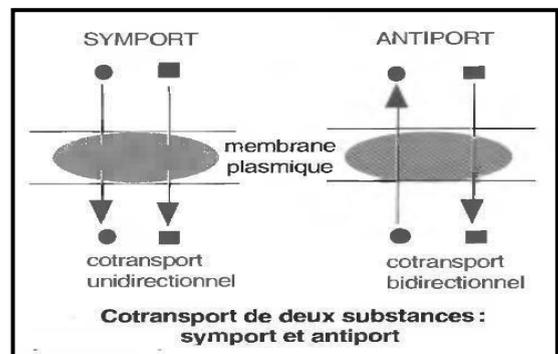
- Elles sont **spécifiques** aux molécules transportées ;
- Elles sont très **sélectives**
- Elles sont saturables, ils ne peuvent assurer le passage que d'un nombre donné de molécules par seconde ;
- Elles fonctionnent **sans dépense d'énergie** ;
- Elles transportent les molécules dans un sens ou dans l'autre en **fonction du gradient de concentration**.



#### ➤ Mode de fonctionnement de la perméase : Selon le nombre et le sens de la substance à transporter,

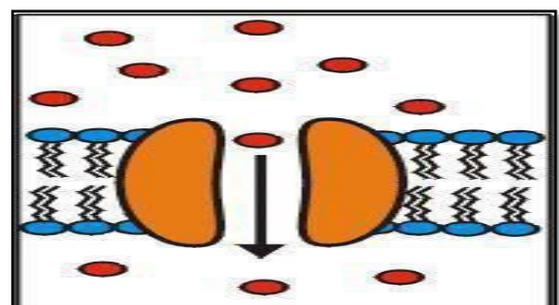
on distingue :

- **Le mode symport** (sym = même): C'est un mode qui fait passer deux substances de nature différentes dans le même sens selon leurs gradients de concentration.
- **Le mode antiport** (anti = opposé): Il s'agit ici, de faire traverser deux substances de nature différentes à travers la membrane dans deux sens différents.
- **Le mode uniport** : Transporte une seule substance de part et d'autre de la membrane (dans une seule direction).



### 2. Les canaux ioniques

Les **canaux ioniques** forment un pore au travers la membrane qui, lors de son ouverture (contrôlée), permet, de manière **sélective**, aux **ions** ayant une **taille** et une **charge appropriée** de **traverser librement la bicouche lipidique**. Le canal est une **protéine transmembranaire** constituée d'un ensemble de sous-unités.



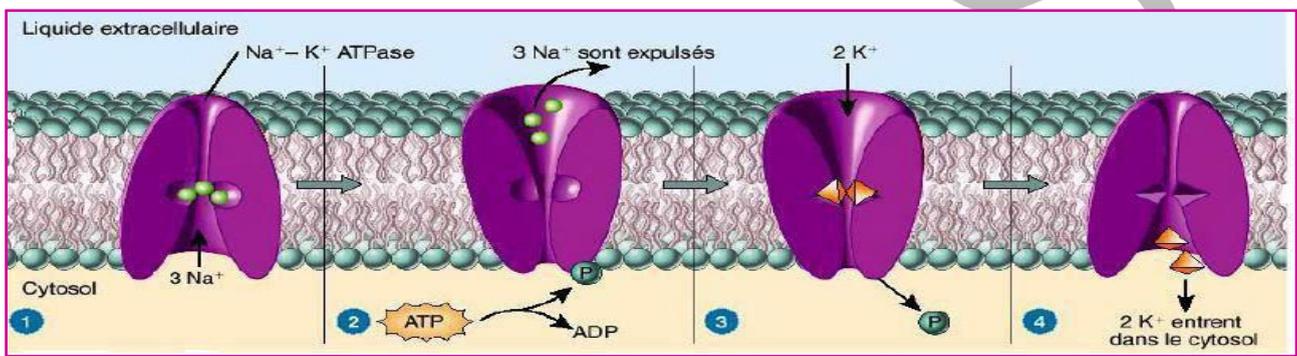
3.2. **Mécanismes actifs:** Où la cellule consomme l'énergie (sous forme d'ATP)

➤ **Le transport actif :** C'est le transport qui s'effectue à contre courant des forces normales de diffusion, à l'opposé du gradient de concentration. Ce transport doit être couplé à une source d'énergie métabolique sous forme d'ATP.

- ✓ On parle alors de  **pompes moléculaires (pompes à solutés, transporteurs protéiques qui ressemblent à des enzymes).**
- ✓ Un modèle de pompe moléculaire dont le fonctionnement est bien connu est la  **pompe sodium/potassium**

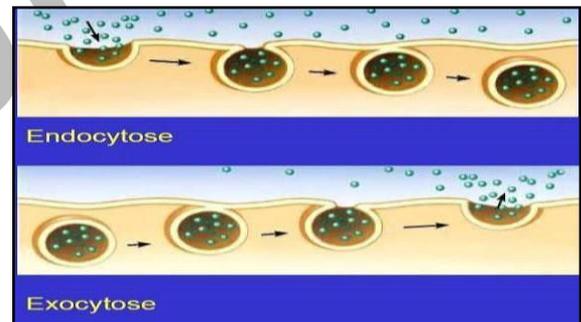
**Il se peut que les molécules :**

- soient trop grosses pour passer dans les pores;
- ne puissent pas se dissoudre dans la bicouche lipidique
- leur déplacement doit se faire contre un gradient de concentration.

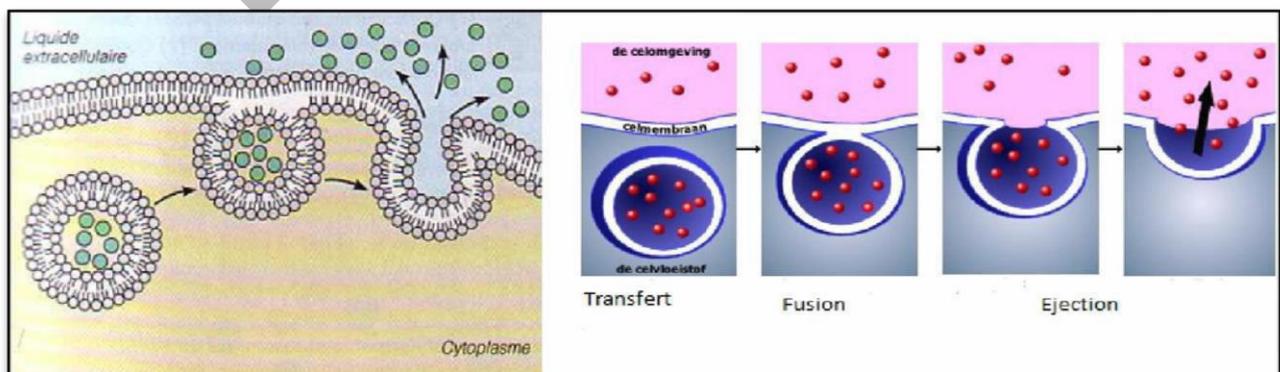


3.3. **Perméabilité des macromolécules**

- Les  **macromolécules** traversent la membrane grâce au  **transport vésiculaire** ou en  **vrac**.
- Les deux principaux modes de transport vésiculaire sont l' **exocytose** (sortie, vers l'extérieur de la cellule) et l' **endocytose** (entrée, vers l'intérieur de la cellule).

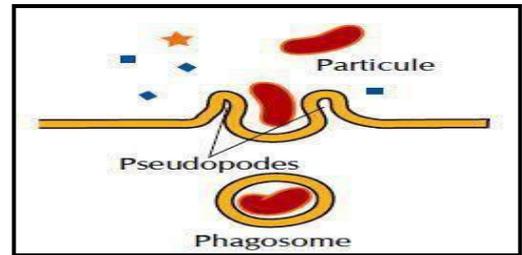


- **Lors de l'exocytose**, la substance ou le produit cellulaire devant  **être libéré** est d'abord enfermé dans un sac membranaire appelé vésicule. La vésicule  **migre** en direction de la membrane plasmique, elle  **fusionne** avec elle et  **déverse son contenu à l'extérieur** de la cellule.

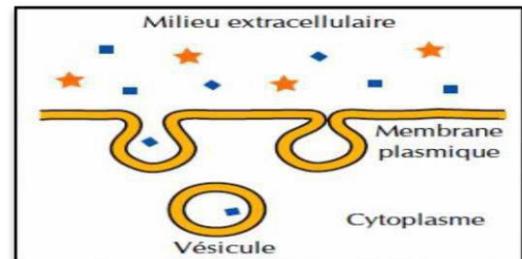


➤ **Lors de l'endocytose**, des morceaux de la membrane plasmique se détachent de celle-ci au moment de l'absorption des vésicules. On connaît trois formes d'endocytose : **la phagocytose**, **la pinocytose** et **l'endocytose par récepteurs interposés**

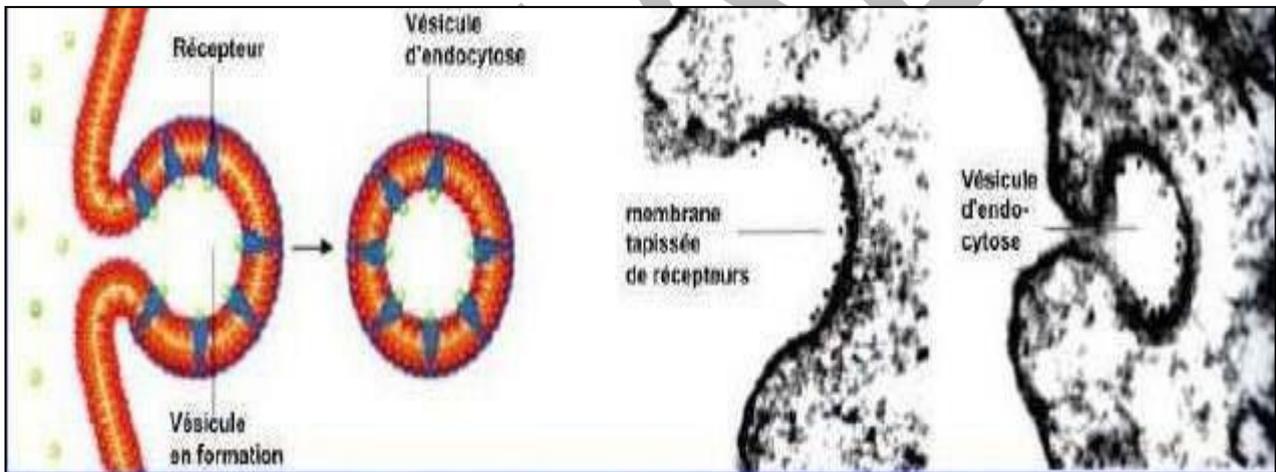
**A. Phagocytose** : (manger) des portions de la membrane plasmique et du cytoplasme s'étendent pour entourer un objet relativement gros ou solide, tel un amas de bactéries ou de débris cellulaires, des polluants ou encore des allergènes, et l'englobent.



**B. Pinocytose** (boire), un petit repli de membrane plasmique englobe une **gouttelette de liquide extracellulaire contenant des molécules dissoutes**. La gouttelette entre dans la cellule à l'intérieur d'une minuscule **vésicule pinocyttaire**.



**C. L'endocytose par récepteurs**: Hautement **spécifique** et très **sélective**. Les récepteurs sont des protéines de la membrane plasmique qui ne se lient qu'à certaines substances et qui y sont fixées entrent ensemble dans la cellule à l'intérieur d'une petite vésicule appelée **vésicule tapissée** ou **vésicule à manteau**



### 4.3 Le hyaloplasme et le cytosquelette

❑ **Définition**: C'est la substance fondamentale de la cellule dans laquelle baignent les organites. Il représente 50 à 60% du volume cellulaire.

❑ **Le hyaloplasme** : Avec les organites (sans le noyau) constitue **le cytoplasme**.

❑ Il comprend deux parties :

- Une solution aqueuse complexe (cytosol)
- Un réseau de filaments protéiques: le cytosquelette

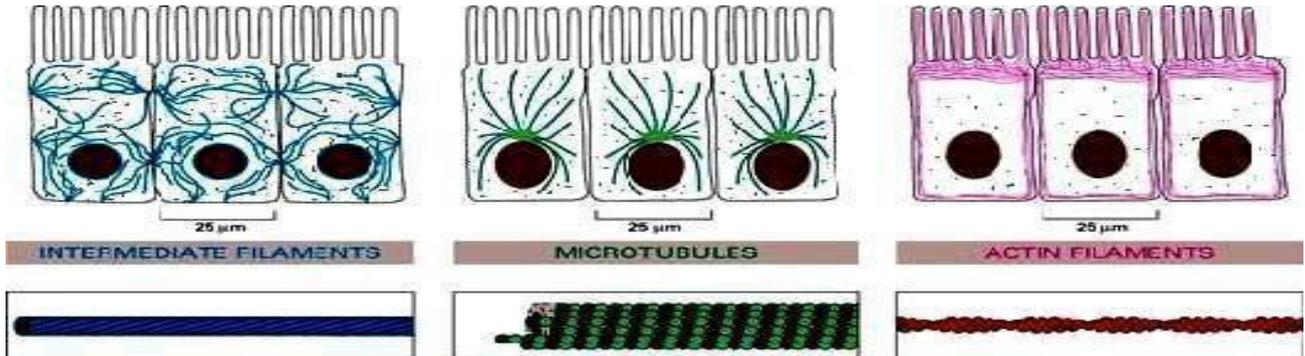
• **Le hyaloplasme** : Peut être **solide** (sous forme de gel) ou **fluide** (forme de «sol»). Il y a dans le hyaloplasme de certaines cellules des réserves comme des inclusions de glycogène (hépatocytes) ou des inclusions de lipides (tissu adipeux, graines oléagineuses)

□ **Le cytosquelette** : chez les cellules eucaryotes est composé par plusieurs types de structures fibreuses ou tubulaires qui participent à la fois à **son architecture** et à **sa dynamique**;

- Trois réseaux des filaments protéiques sont identifiables chez les cellules animales:

1. **Microtubules.**
2. **Microfilaments d'actine**
3. **Filaments intermédiaires.**

- Les cellules végétales sont dépourvues de filaments intermédiaires.

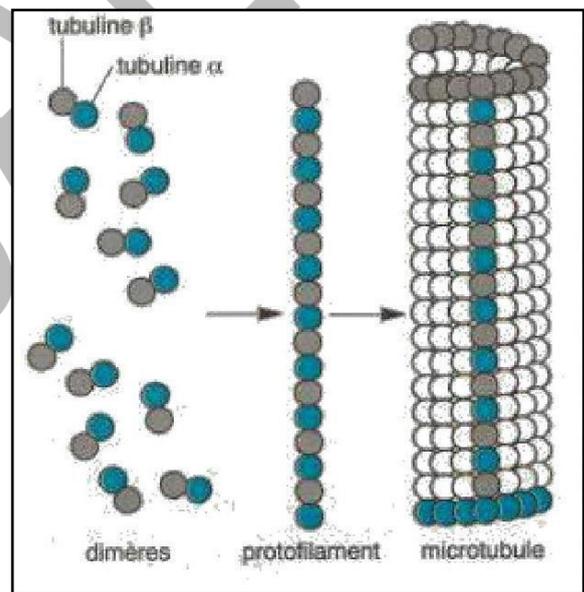


1. **Microtubules:** Ce sont des structures tubulaires linéaires de **25 nm** de diamètre.

Le constituant principal est une protéine globulaire : **la globuline** avec 2 sous unités  $\alpha$  et  $\beta$ . Celles-ci constituent spontanément des filaments linéaires appelés protofilaments qui groupés côte à côte par groupes de 13, constituent la paroi du microtubule.

❖ **Fonctions des microtubules:**

- Constitution des Centrioles, des cils et flagelles, des faisceaux de division;
- Transport interne de vésicules et d'organites
- Mouvements cytoplasmiques et la différenciation d'une forme cellulaire.



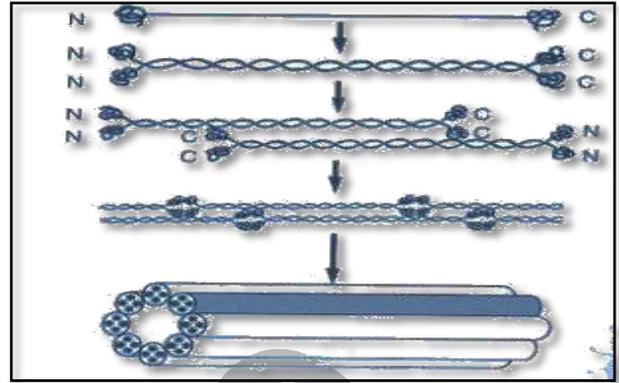
2. **Microfilaments d'actine:** Ce sont des fibres fines contractiles de **7 à 8 nm** d'épaisseur, constituées d'une protéine globulaire appelée: **actine**. Elles sont souvent organisées en faisceaux.

- Ces microfilaments existent **dans toutes les cellules eucaryotes** mais particulièrement **abondantes dans certaines cellules comme les cellules musculaires** (myofilaments) et **les microvillosités de l'épithélium intestinal**.
- **Rôles des filaments d'actine** : Elles servent souvent pour **le soutien hyaloplasmique** comme dans les microvillosités de la cellule intestinale. Elles agissent aussi dans **les mouvements cellulaires**: mouvements amiboïdes, cyclose dans la cellule végétale.



### 3. Filaments intermédiaires ou tonofilaments:

- Ce sont **des fibres de 8 à 12 nm** d'épaisseur. Elles sont constituées de protéines fibreuses sous forme de monomères qui diffèrent selon le type cellulaire (6 groupes dont par exemple, **la kératine**).
- Ils existent en particulier dans les cellules épidermiques (tonofilaments) et les cellules nerveuses (neurofilaments).
- Rôle de soutien cytoplasmique, en particulier au niveau des jonctions intercellulaires comme les desmosomes.



## 4.4 Le noyau interphasique et le cycle cellulaire

### ❖ Caractéristiques principales

- Nom dérivé du latin *nucalis*, dérivé de *nux* (noix), apparenté à *nucleus* (amande);
- Il caractérise les cellules eucaryotes;
- Organite le plus grand (plus ou moins ovoïde de 5 à 10 µm) et le plus facilement observé par comparaison aux autres organites cellulaires, représente 6% du volume cellulaire

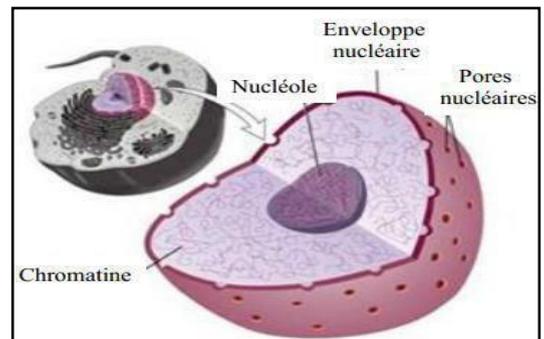
### ❖ Fonctions principales au sein de la cellule

- Renferme l'information génétique (ADN et ARN)
- Permet la synthèse de presque toutes les protéines
- Abrite le nucléole
- Responsable de la production des ribosomes
- Transport sélectif des molécules et des facteurs de régulation de l'énergie à travers les pores nucléaires

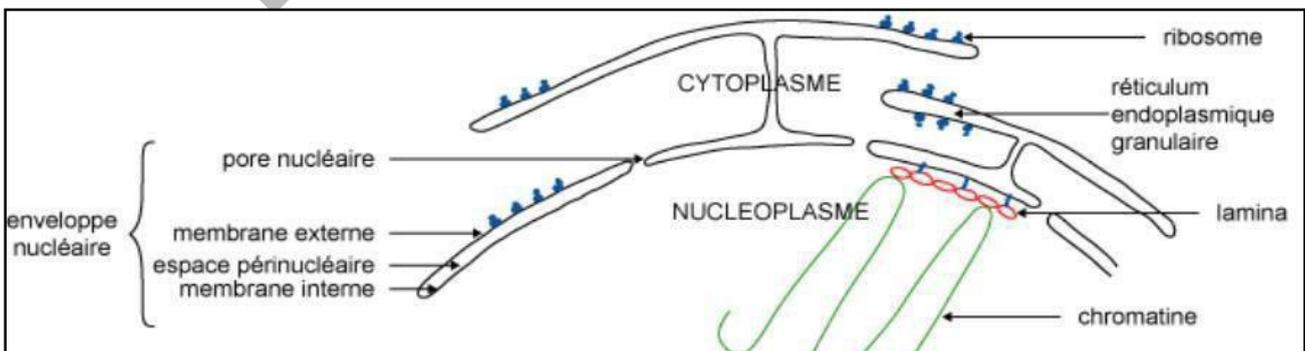
### ❖ La structure de noyau

#### 1. Enveloppe nucléaire : Bicouche lipidique composée de 2 membranes présentant :

- ✓ **Du côté interne**, un revêtement protéique appliqué contre la membrane interne, **la lamina nucléaire**
- ✓ **Du côté externe**, des ribosomes



#### 2. Pores nucléaires : Régulent et contrôlent **le transport** des molécules entre le nucléoplasme et le cytoplasme



3. **Nucléoplasme** : Matrice gélatineuse contenant des: **Ions, Protéines, Enzymes, Nucléotides**

4. **Nucléole** :

- Présent **au centre du noyau**
- Centre de **synthèse des ARN** ribosomiaux et d'assemblage des sous-unités ribosomiales
- Il disparaît avant la division cellulaire et réapparaît juste après

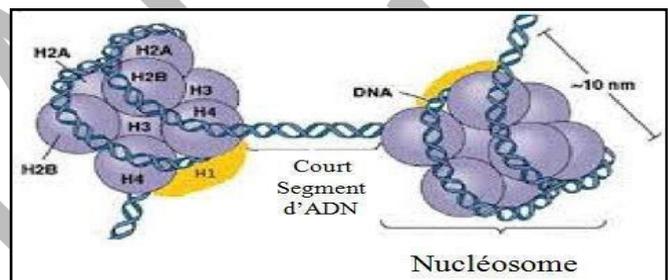
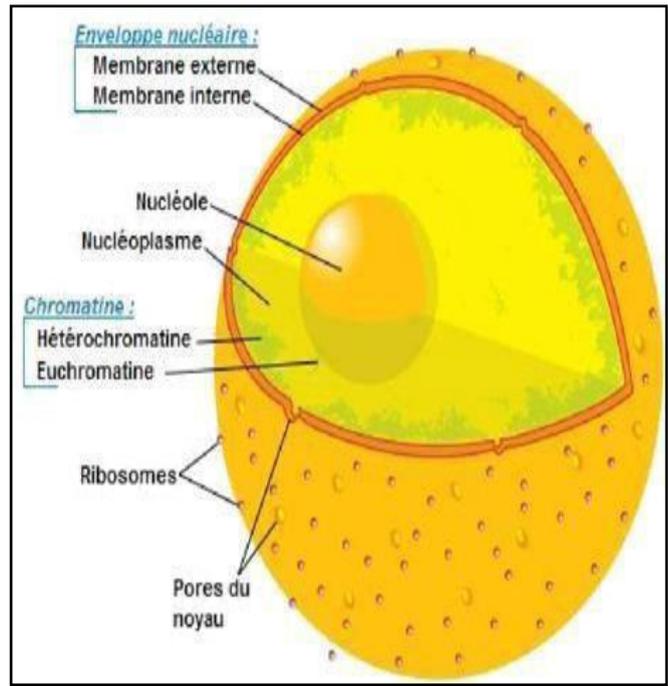
5. **Chromatine** : La chromatine est organisée en :

- **Euchromatine**: réseau lâche, décondensée, peu colorée. Cet ADN est considéré comme actif
- **Hétérochromatine** : plus périphérique, réseau plus dense et condensé. Cet ADN est considéré comme inactif

❖ **Organisation de la chromatine**

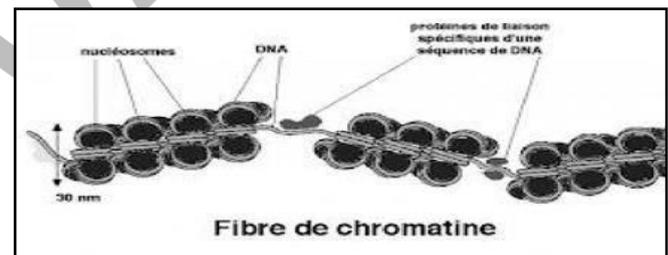
1. **Formation d'un nucléosome :**

- Le nucléosome est une structure de forme cylindrique de 10 nm de diamètre
- Il correspond à un octamère d'histones + 2 tours d'ADN + court segment d'ADN+ l'histone H1



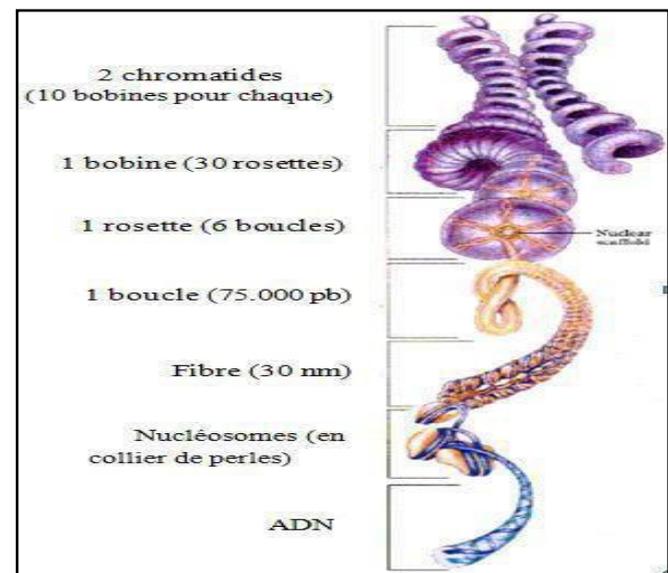
2. **Formation de la fibre de chromatine :**

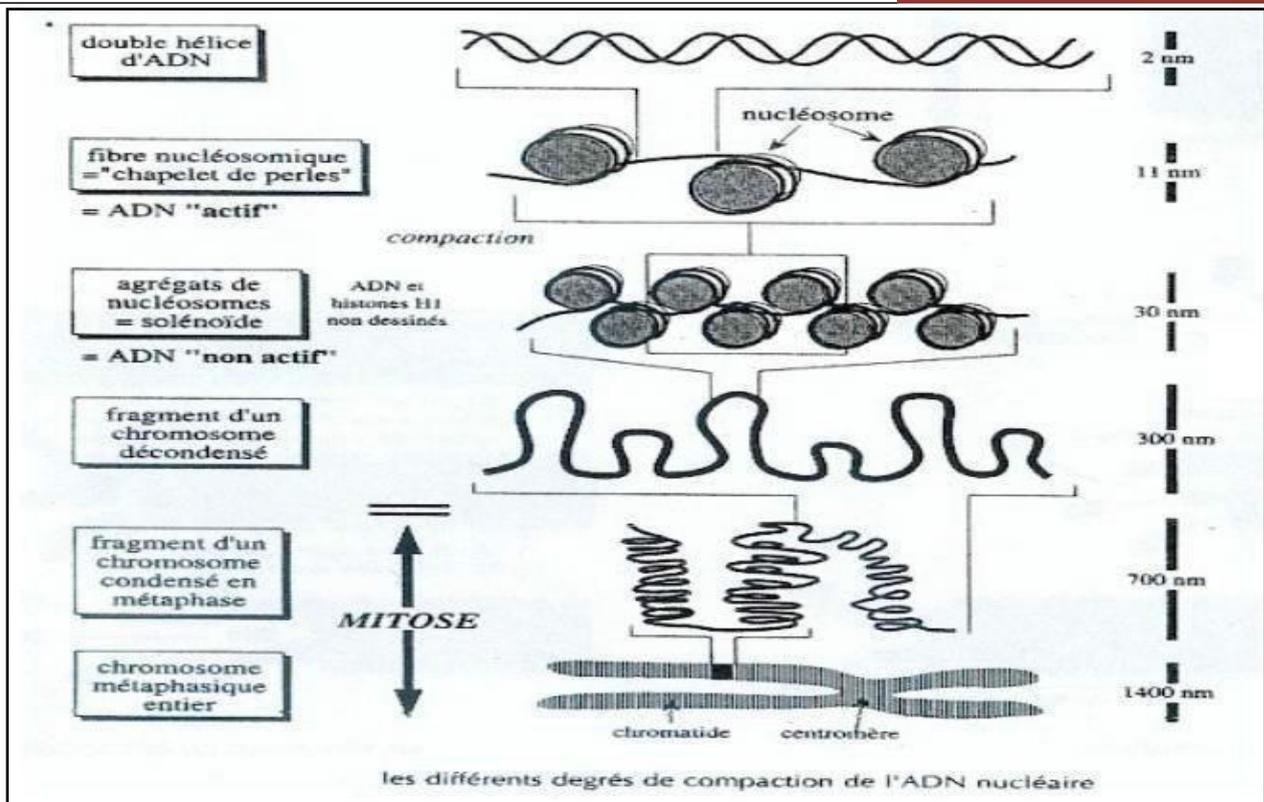
Les nucléosomes s'associent par 6, et sont compactés formant **une fibre de chromatine**



3. **Formation de boucles :**

Permet la formation des chromosomes.





## Le cycle cellulaire

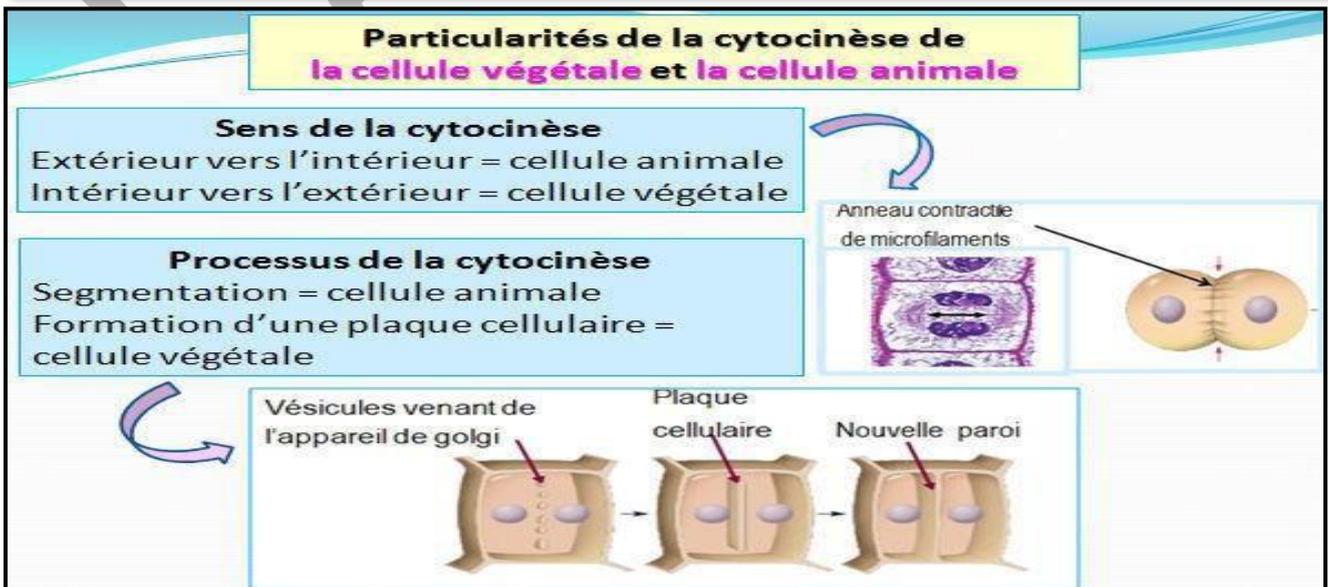
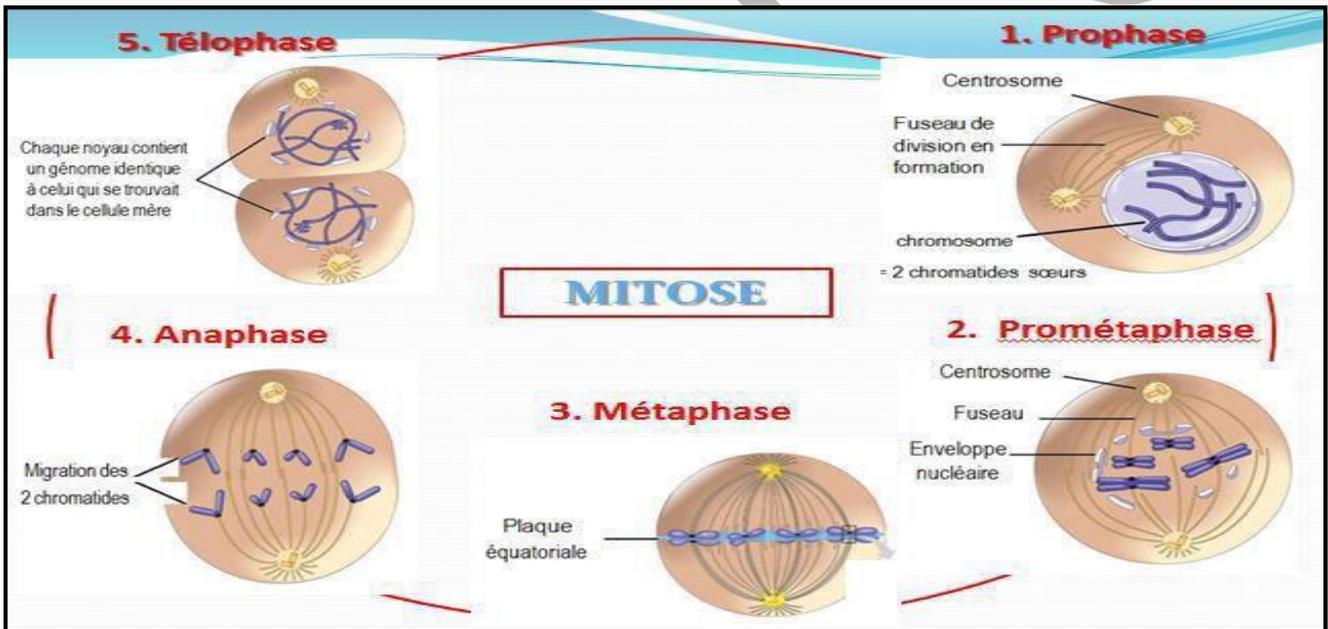
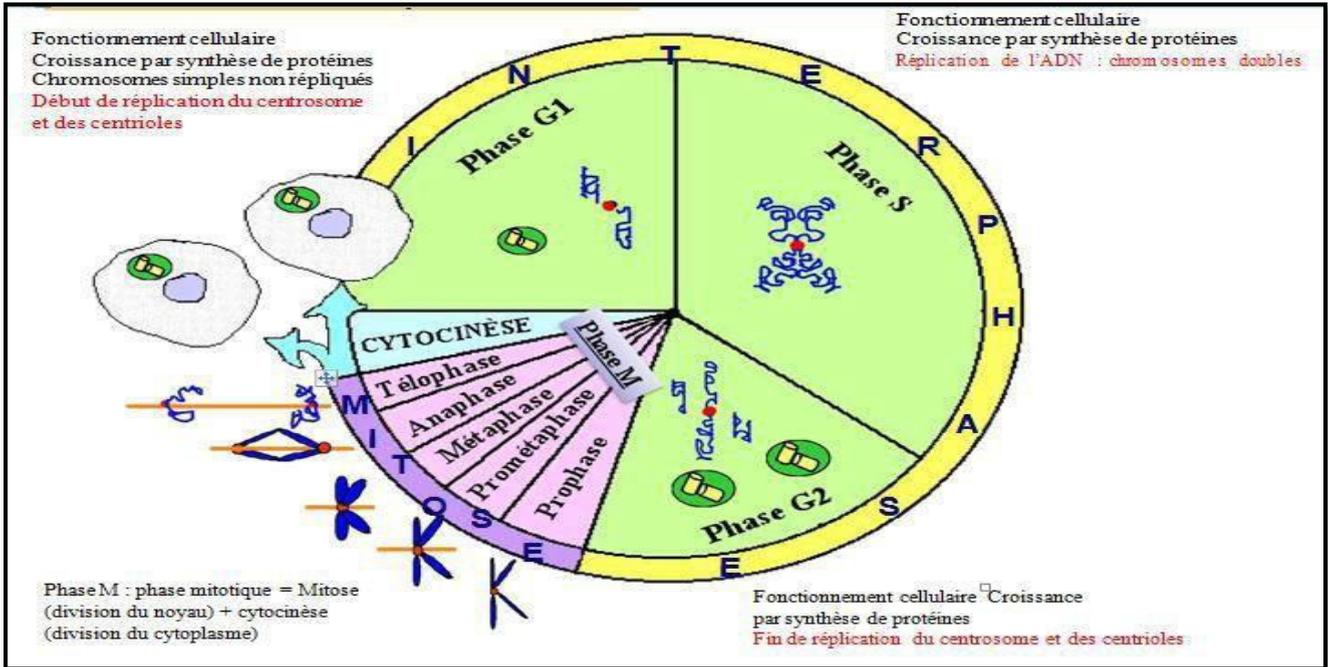
- **Cycle cellulaire:** vie d'une cellule, depuis sa naissance jusqu'à ce qu'elle se divise en 2 cellules filles. Chaque cellule fille entre dans un nouveau cycle... et ainsi de suite...
- Englobe la période qui précède la division cellulaire: l'**interphase** et la **mitose**;
- **L'interphase** est composée de trois phases ayant pour but principal la réplication du matériel génétique: **phase G1** et **phase S** et **phase G2**;
- **La mitose:** ou caryocinèse (division de noyau);
  - **La phase M:** Mitose + La cytokinèse;
  - **La cytokinèse :** Division du cytoplasme et de ses organites;
  - La durée du cycle cellulaire varie entre les cellules (chez l'homme cela dure entre 10 et 30 heures)

### 1. L'interphase:

- ✓ **La phase G1:** la cellule croît et devient plus large. Il y a synthèse des protéines.
- ✓ **La phase S:** dans laquelle débute la synthèse de l'ADN (réplication de l'ADN) et une copie de chacun de ses chromosomes est effectuée.
- ✓ **La phase G2:** la cellule contrôle que la réplication de l'ADN a bien été réalisée et prépare la division cellulaire.

2. **La phase M: (Mitose(caryocinèse)+Cytokinèse):** Les chromosomes sont séparés et la cellule se divise en deux cellules filles. A travers ce mécanisme, les deux cellules filles sont dotées des mêmes chromosomes que ceux de la cellule mère.

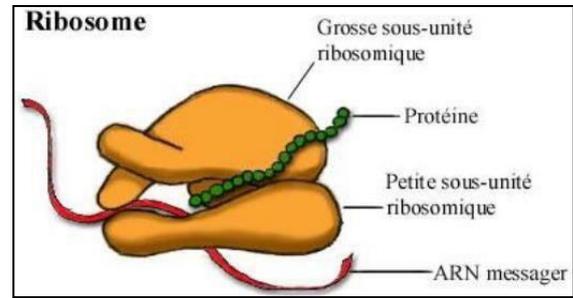
- **Après la division,** les cellules retournent en phase G1 et le cycle cellulaire est bouclé.
- Les cellules en phase G1 ne poursuivent pas toujours le cycle cellulaire. Elles peuvent quitter le cycle cellulaire et rentrer en phase d'attente (**phase G0**).



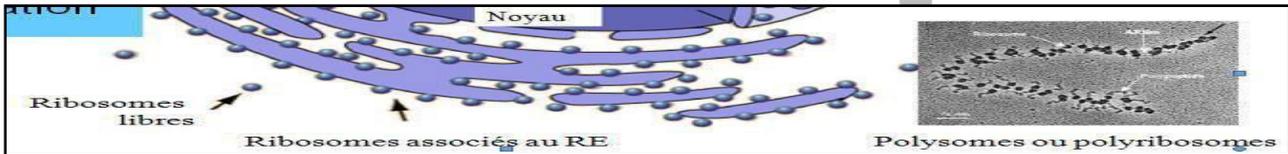
## 4.5 Les ribosomes et la synthèse protéique

### 1. Généralités

- ✓ Complexes **ribonucléoprotéiques** : protéines + ARN
- ✓ Formés de **2 sous unités**, une **petite** qui "lit" l'**ARN m** et une **grande** qui synthétise la protéine
- ✓ Fonction : **synthèse des protéines** en **décodant l'ARN m**



### 2. Localisation



- Libres dans le **cytoplasme**, associés aux **membranes du réticulum endoplasmique** (réticulum endoplasmique rugueux) ou à l'**enveloppe nucléaire**.
- Se retrouvent également dans les **mitochondries** et quelques **plastides**, de structure procaryote
- Lorsqu'ils sont associés en chapelets, on parle de **polysomes** ou de **polyribosomes**

### 3. Structure d'un ribosome procaryote et eucaryote

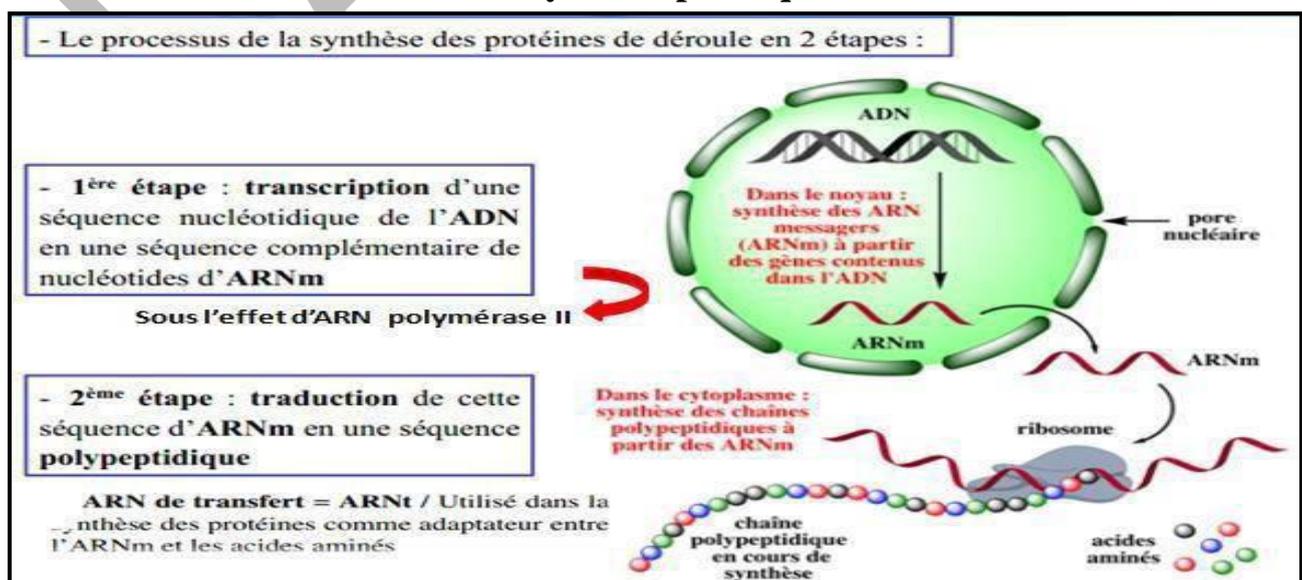
#### Le ribosome des procaryotes de 70 S :

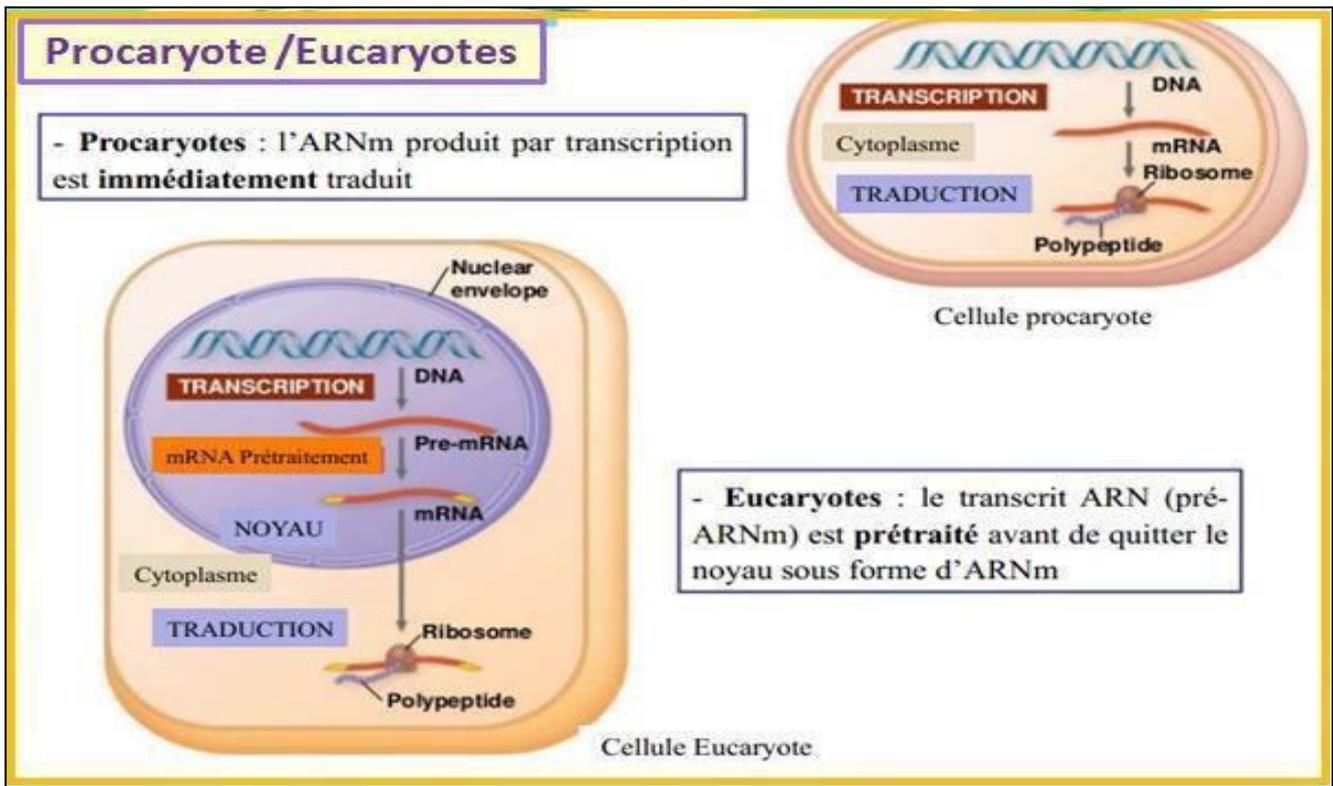
- **Grande sous-unité de 50 S** : formée d'environ **34 protéines** et de 2 types d'**ARN ribosomiaux** (23 et 5 S)
- **Petite sous-unité de 30 S** : constituée de **21 protéines** et d'un seul type d'**ARN ribosomal** (16 S)

Les ribosomes des eucaryotes de 80 S : Ils sont plus larges, et plus complexes, mais présentent des fonctions presque similaires.

- **Grande sous-unité de 60 S** : contient **49 protéines** et 3 types d'**ARN ribosomiaux** (28, 5,8 et 5 S)
- **Petite sous-unité de 40 S** : contient environ **33 protéines** et un **ARN ribosomal** (18 S)

### La synthèse protéique





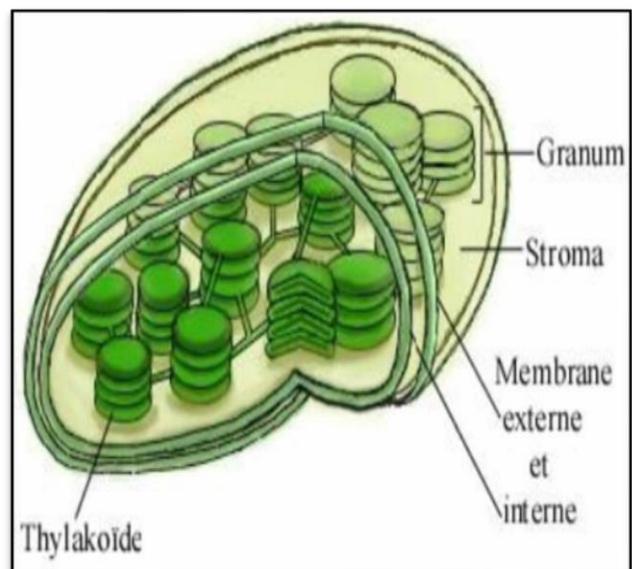
## 4.6 Les chloroplastes et la photosynthèse

### 1. Caractéristiques principales

- ✓ C'est un organe de forme: **lenticulaire** de 3-10  $\mu\text{m}$  de diamètre et 1-2  $\mu\text{m}$  d'épaisseur et de **couleur verte** à cause de sa richesse en chlorophylle;
- ✓ Ces organites contiennent de l'**ADN circulaire** et des plastoribosomes;
- ✓ Le chloroplaste est composé de **deux membranes** (protéines 60%, lipides 40%) séparées par un **espace intermembranaire**;
- ✓ La membrane interne est invaginée vers l'intérieur pour former **des thylakoïdes**

### 2. Structure de chloroplaste

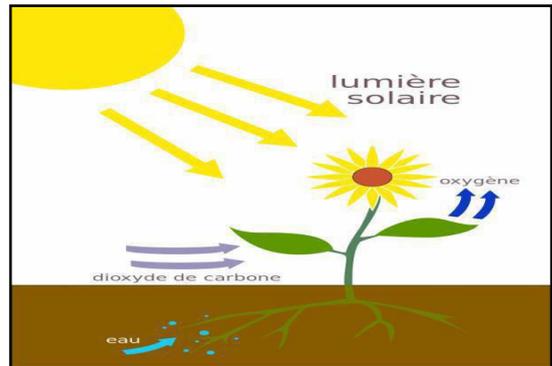
- ✓ Il contient un réseau membranaire constitué de sacs aplatis **Les thylakoïdes** qui baignent dans le **stroma** (liquide intra-chloroplastique)
- ✓ contient de l'**eau**, **des ions** et différentes **molécules organiques** et quelques réserves sous forme d'**amidon** ou de **gouttelettes lipidiques**
- ✓ **Les thylakoïdes** contiennent de la **chlorophylle** (pigments verts) et **des caroténoïdes** (pigments jaune orange).
- ✓ Un empilement de **thylakoïdes** se nomme **granum** (au pluriel: des grana).



## La photosynthèse

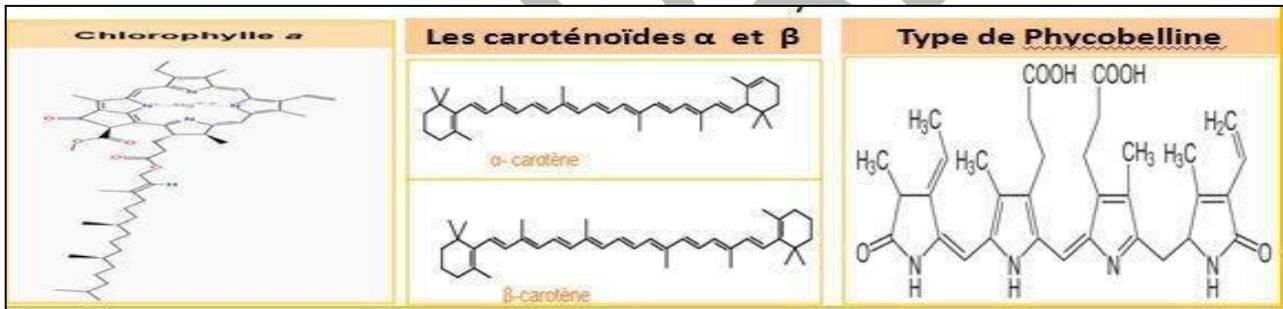
### 1. Définition de la photosynthèse

- ✓ La photosynthèse est un phénomène biochimique au cours duquel la **synthèse de molécules organiques** à partir de l'eau et du CO<sub>2</sub> en utilisant la **lumière comme source d'énergie**.
- ✓ La Photosynthèse s'accompagne d'échanges gazeux: CO<sub>2</sub> est absorbé et O<sub>2</sub> est dégagé



### 2. Les pigments photosynthétiques

- ✓ La capture de la lumière pour la photosynthèse nécessite la présence des **pigments photosynthétiques**
- ✓ Il y a des **pigments principaux** représentés par les **Chlorophylles (a et b)** et des **pigments accessoires (caroténoïdes et phycobellines)**.
- ✓ Les **chlorophylles** ont un **pôle hydrophile** contenant un atome de Mg et un **pôle hydrophobe**: le phytol (chaîne carbonée à 20 C).
- ✓ Les **caroténoïdes** sont des **pigments liposolubles** jaunes-oranges formés d'une chaîne carbonée avec des cycles aux deux extrémités



La **photosynthèse** comprend deux phases distinctes et successives: la **phase lumineuse**, et la **phase obscure**.

1. **La phase lumineuse (Claire)** ou la phase de capteur de l'énergie lumineuse: est déclenchée par la lumière, dépend étroitement de la **chlorophylle** et dégage une énergie suffisante pour produire de l'ATP et du NADPH (NADP), deux molécules importantes utilisées dans la phase suivante.

2. **La phase obscure (Sombre)** ou la phase de Réduction du CO<sub>2</sub>: elle n'a pas besoin de lumière. Elle a lieu **dans le stroma** et utilise les produits de la phase claire **pour la synthèse des glucides**.

Dans cette phase, les atomes de carbone du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) se lient entre eux pour former du glucose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), suivant un processus graduel, qui se fait par étapes, au cours duquel sont **consommés de l'ATP et du NADPH**: c'est le **cycle de Calvin**.



## 4.7 Les mitochondries et la respiration cellulaire

### Les mitochondries

#### 1. Caractéristiques :

Organite cytoplasmique à **double membrane**

Se trouve uniquement chez les **eucaryotes**

Caractérise tous les types cellulaires, **sauf les globules rouges**

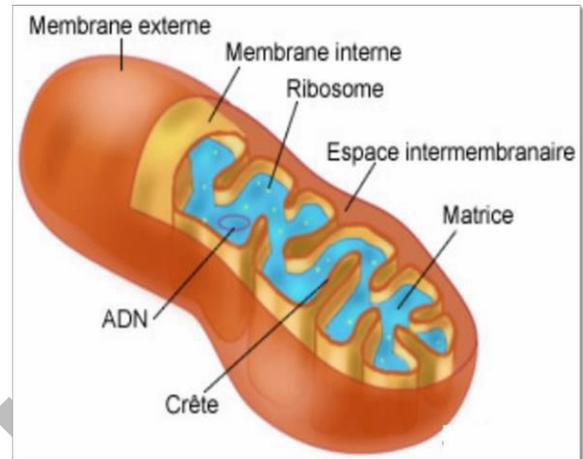
Chaque cellule contient **1000 à 3000 mitochondries** selon les types cellulaires

Source de la production **énergétique** de la cellule

Possède son propre **génom**

=

Se **déplace** grâce aux interactions avec le cytosquelette



#### 2. Composition chimique :

1. **La membrane externe**: c'est une **bicouche lipidique**, se compose de **40% de lipides** et de **60% de protéines** (sont surtout des enzymes), et le **cholestérol existe en faible quantité**.

2. **La membrane interne**: c'est une **bicouche lipidique**. Elle s'invagine pour donner plusieurs crêtes qui augmentent sa surface totale **5 fois** plus grande que la membrane externe. Elle est formée de **20% de lipides** et **80% de protéines** (sont des transporteurs d'électrons et d'éléments), et **ne contient pas de cholestérol**.

3. **L'espace intermembranaire**: Il contient **des enzymes**.

4. **La matrice** : On trouve de **nombreuses enzymes**, et contient aussi de **l'ADN (génom mitochondrial)** et **les protéines**.

#### 3. Principales rôles physiologiques des mitochondries

- **La respiration cellulaire**

- **Le transport de molécules**

- ✓ Le transport de cations bivalents :  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ .
- ✓ Le transport de cations monovalents :  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ .
- ✓ Transport de petites molécules (acides gras).

- **Fonctions de synthèse**

- ✓ Participent, avec le RE à la biosynthèse des hormones stéroïdiennes à partir du cholestérol
- ✓ Participent à la production des précurseurs des acides aminés non essentiels

- **Homéostasie calcique**

- ✓ Les mitochondries, avec le RE sont le principal réservoir de calcium

### La respiration cellulaire

Consistent à l'extraire l'énergie des molécules complexes, et la convertir en ATP. Elle sera présentée en 3 étapes:

1. **La glycolyse** qui a lieu dans le cytoplasme:

- ✓ Les **glucides** sont dégradés en **pyruvate**.
- ✓ Les **protides** fournissent des **acides aminés** et finalement du **pyruvate**.
- ✓ Les **lipides** sont transformés en **acides gras**.

2. **Le cycle de Krebs** qui a lieu dans la matrice de la mitochondrie:

Le **pyruvate** ou les **acides gras** pénètrent dans la mitochondrie, et sont transformés suivant une **décarboxylation oxydative** en **Acétyl coA**; qui est **décarboxylé** et **déshydrogéné** suivant un **cycle de Krebs**.

3. **La phosphorylation oxydative** qui a lieu dans la membrane interne de la mitochondrie. Les **atomes d'hydrogènes** cédés pendant le cycle de Krebs, sont repris par des **accepteurs d'hydrogène**, et se dirigent donc vers une **chaîne de transporteurs d'électrons**

## 4.8 Les Systèmes Endomembranaires

### Réticulum Endoplasmique (RE)

1. **Structure de RE** : C'est un ensemble complexe de membranes délimitant des cavités closes ou citernes

Comportant 2 faces:

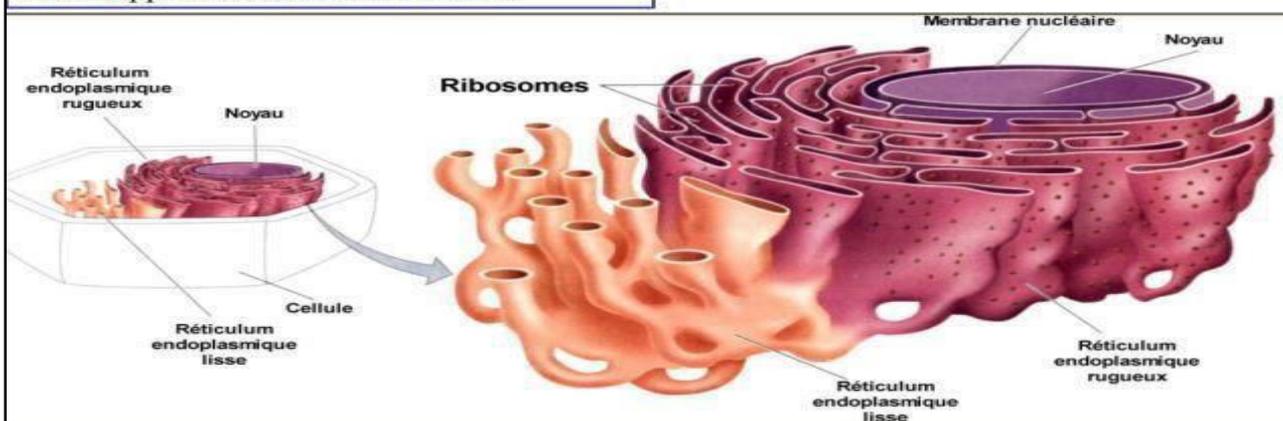
- ❖ **La face hyaloplasmique** : tournée vers le cytosol
- ❖ **La face luminale**: tournée vers la lumière des citernes.

Existe sous 2 formes :

- ❖ **Le RE rugueux ou granulaire**(R.E.R) qui porte des ribosomes sur sa face hyaloplasmique (face externe)
- ❖ **Le RE lisse ou agranulaire** (R.E.L) qui ne porte pas de ribosomes. Il peut être en continuité avec le R.E.R.
- ❖ Les deux systèmes sont en continuité.

Le réticulum endoplasmique rugueux ou granulaire (RER ou REG) ou ergastoplasme : surface externe tapissée de ribosomes. Il est en continuité avec l'enveloppe nucléaire et avec le REL.

Le réticulum endoplasmique lisse ou agranulaire (REL) : surface externe non tapissée de ribosomes



## 2. Rôles de RER et REL

**RER** : Site de production des protéines sécrétées

**Rôle 1-** Synthèse et translocation des protéines

**Rôle 2-** N- Glycosylation des protéines

**Rôle 3-** Conformation spatiale des protéines

**Rôle 4-** Contrôle de la qualité des protéines avant exportation

**Rôle 5-** Participe à la production des systèmes membranaires

**REL**:

**Rôle 1-** Site de synthèse des phospholipides membranaires et des hormones stéroïdes

**Rôle 2-** Métabolisme des glucides (glycogène)

**Rôle 3-** Siège des phénomènes de détoxification des drogues d'origine exogène

**Rôle 4-** Stockage du Ca<sup>2+</sup> et régulation du flux calcique dans les cellules musculaires: c'est le réticulum sarcoplasmique.

**Rôle 5-** Tout comme le REG, le REL forme des vésicules

## L'appareil de Golgi

**1. Caractéristiques et structure :** Empilement de saccules aplatis ou citernes (nombre:4 à 5) délimités par une Membrane d'enveloppe, provenant du RE (fusion de vésicules de transition).

**1 empilement**

=

**1 dictyosome**

**Appareil de Golgi**

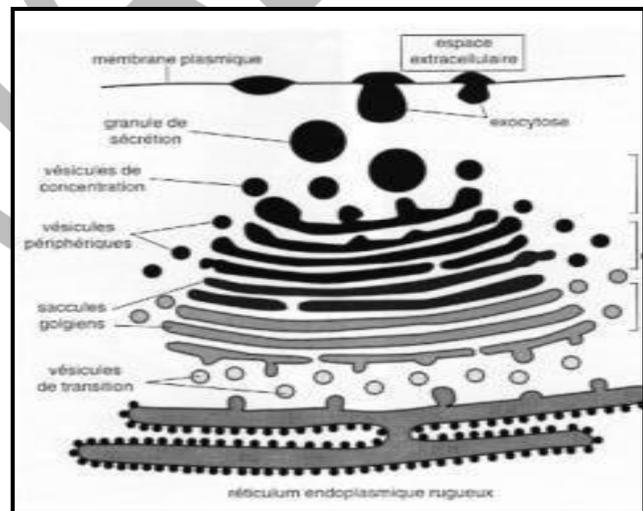
=

**1 ou plusieurs dictyosomes**

Le dictyosome est entouré de vésicules :

Vésicules de transition en provenance du REG

Vésicules émises par l'appareil de Golgi



## 2. Fonction de l'appareil de Golgi : Reçoit, Modifie et Exporte

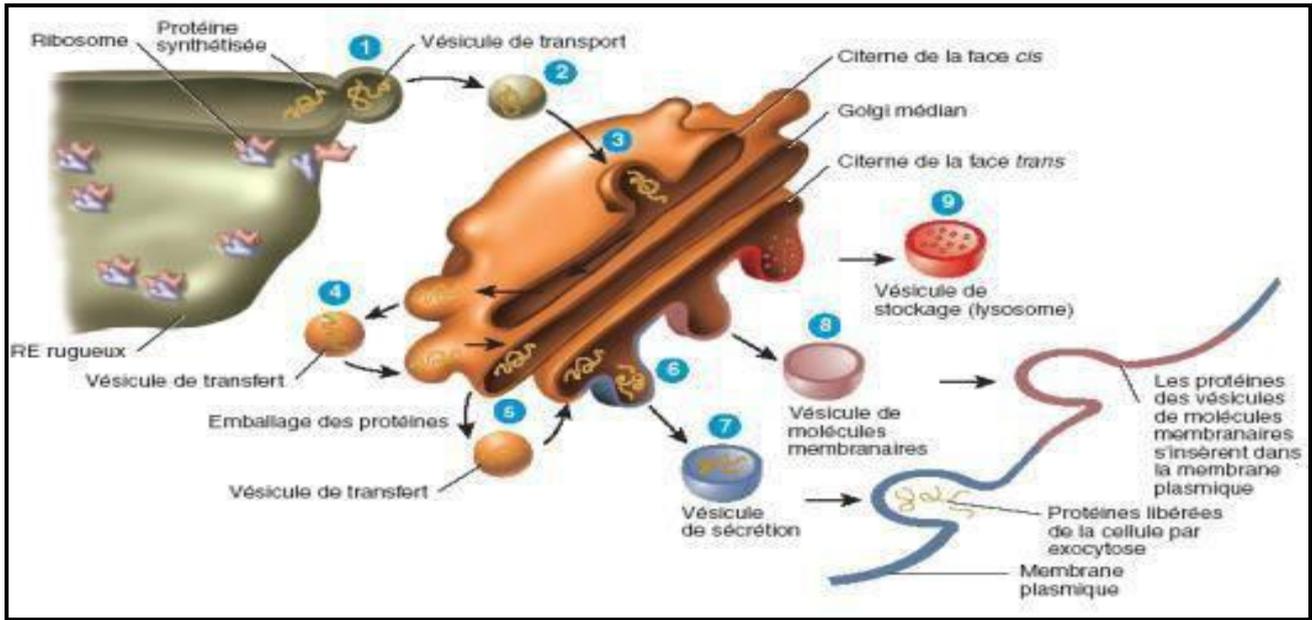
**Rôle.1.** O- Glycosylation des protéines

**Rôle.2.** Modification des chaînes oligosaccharidiques portées par les protéines

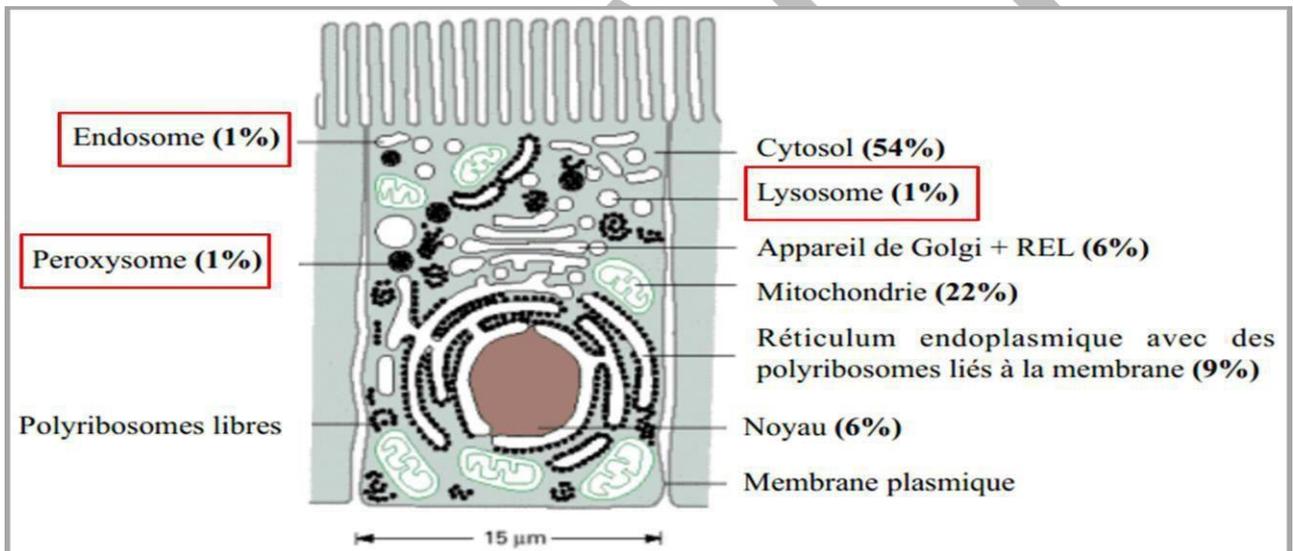
**Rôle.3.** Exporte et participe à la création de la membrane plasmique

## 3. La production des systèmes Endomembranaires

Le REG libère des vésicules de transition, qui engendrent l'appareil de Golgi, ce dernier produira des vésicules de sécrétion à l'origine de l'exocytose, et des vésicules de molécules membranaires. Les deux types de vésicules participent à la régénération de la membrane plasmique et des vésicules de stockage (lysosomes).



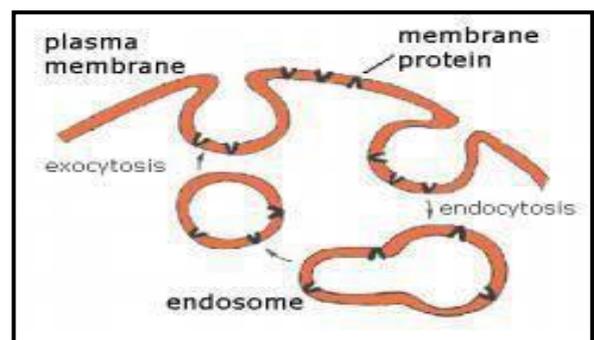
### Les Endosomes, Lysosomes et les Peroxysomes



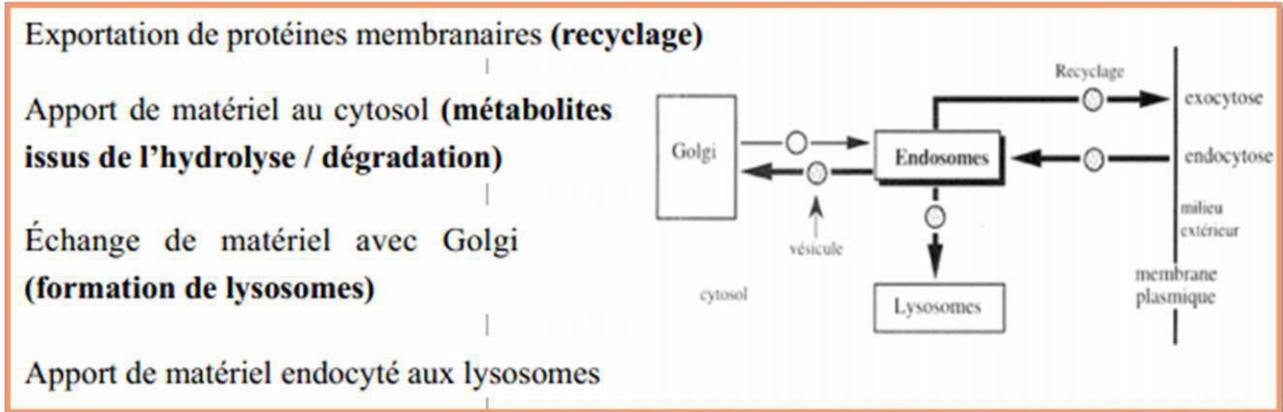
### Les Endosomes

#### 1. Définitions et caractéristiques :

- Les endosomes ou vésicules d'internalisation sont des petites structures sphériques, entourées d'une membrane de lipides et situées dans le cytoplasme. Il s'agit des zones de la cellule sur lesquelles viennent s'accrocher les vésicules d'endocytose provenant de l'espace extracellulaire.



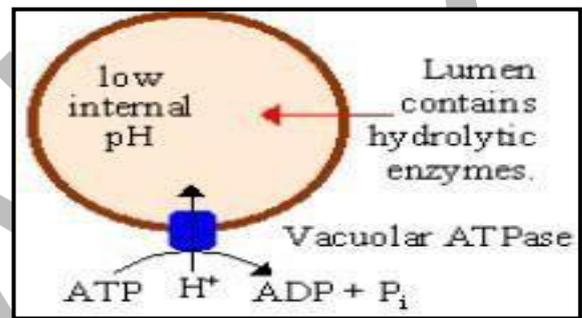
2. Rôles des endosomes



Les lysosomes

1. Définitions et caractéristiques :

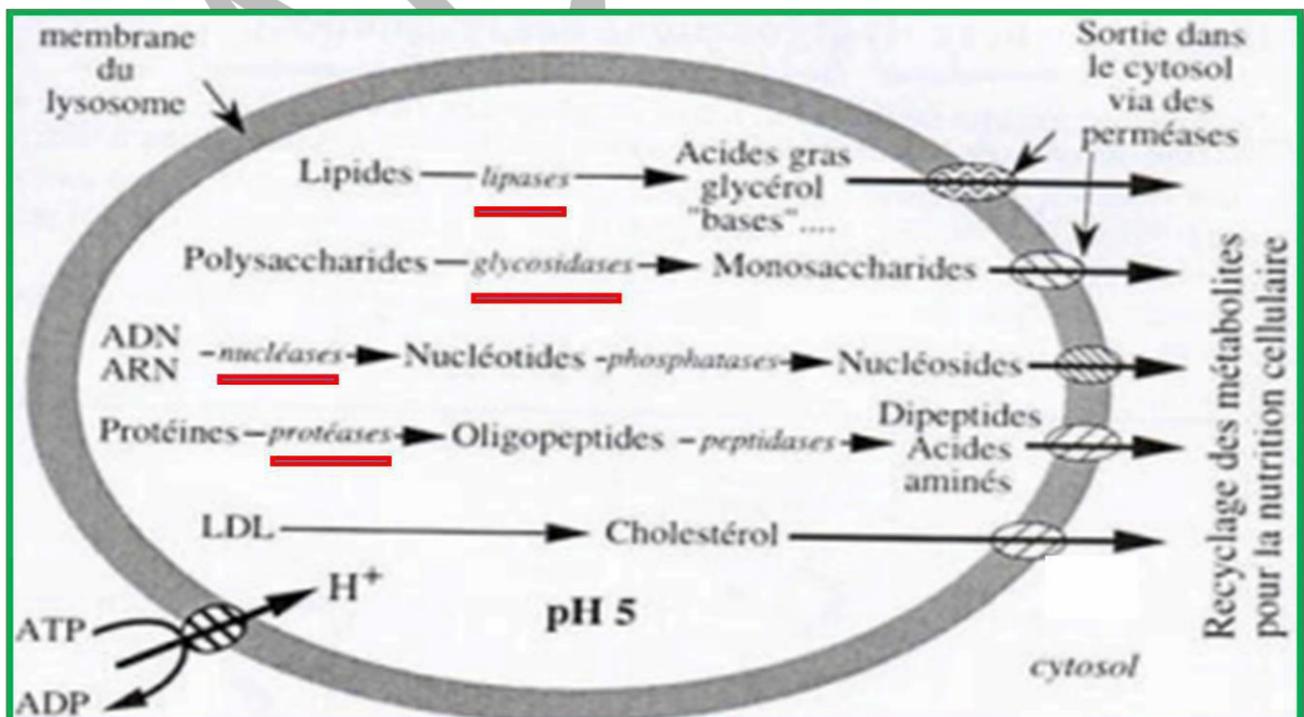
- Ce sont des organites de 0,2 à 0,5µm présents dans le cytosole de toutes les cellules animales, à l'exception des hématies.
- Les endosomes formés de la fusion de vésicules fusionnent à nouveau avec d'autres vésicules pour former les lysosomes.
- Ces lysosomes contiennent une mixture



2. Fonctions de lysosomes :

- Les lysosomes contiennent des enzymes digestives (hydrolases acides) pour digérer les macromolécules (nutrition cellulaire, renouvellement des molécules membranaires et cytosoliques et des organites cellulaires, mécanismes de défense contre des agents pathogènes).

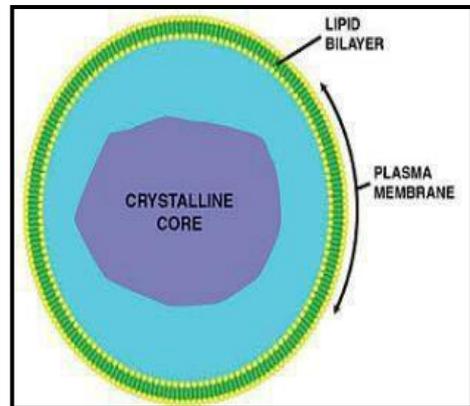
↳ Exemples d'enzymes importantes des lysosomes : lipases, glycosidase, nucléase et des protéases.



## Les peroxysomes

### 1. Définitions et caractéristiques

- Les peroxysomes sont des **sacs membraneux** comme les **vésicules** (0,2 à 0,5  $\mu\text{m}$  de diamètre ) présents dans toutes les cellules eucaryotes et contenant des **enzymes puissantes** ( **peroxydases et catalases**) qui utilisent l' $\text{O}_2$  pour neutraliser de nombreuses substances nuisibles ou **toxiques** à la cellule.
- Ils sont particulièrement nombreux dans les cellules qui ont un rôle de **détoxification (foie et rein)**.
- Ils sont entouré d'une seule **membrane** de type **bicouche lipidique**, qui délimite une **matrice** à contenu **amorphe et gris**.



### 2. Fonctions des peroxysomes

- **Dans le foie et le rein** : les peroxysomes contribuent très activement à la **détoxification**.
- Les **peroxysomes** jouent un rôle de **conversion des lipides en glucose** chez les végétaux .
- Les **peroxysomes** jouent également un rôle de **la photorespiration** (feuilles des plantes) qui implique la coopération de **3 compartiments: Chloroplaste puis les peroxysomes puis les mitochondries**.
- Les enzymes de la matrice des peroxysomes assurent la destruction du peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) et sa transformation en eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) selon 2 mécanismes.

Responsable du matière : LADJALS