

Introduction et définitions de la biologie cellulaire

Il était difficile pour les gens d'imaginer l'existence d'organismes vivants trop petits pour être vus ou de croire qu'ils pouvaient porter atteinte à des hôtes de grande taille. De manière générale, l'existence de microorganismes a été niée jusqu'en 1677 lorsqu'ils furent vus et décrits par Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723), qui n'avait aucune formation scientifique mais une grande patience et grande curiosité. Il réussit à obtenir de forts grossissements (300X) grâce à un microscope simple composé d'une seule petite lentille presque sphérique. Il décrivait un tout nouveau monde, auparavant invisible, comprenant des (animalcules) (reconnus maintenant comme bactéries et protozoaires) dont la mobilité montrait qu'ils étaient vivants. A même époque, en 1665, Robert Hooke (1635-1703), perfectionne un microscope inventé par Galilée pour observer la première fois les cellules sur un échantillon de liège. La microscopie, née avec les travaux de Hooke et de van Leeuwenhoek s'impose progressivement pour devenir une des principales techniques d'étude de la matière vivante et permettre, trois siècles plus tard à la naissance de la biologie cellulaire en (1955)

1- Historiques sur la découverte des cellules :

Robert Hooke (1635- 1703) :

Robert Hooke est un chimiste, mathématicien physicien et inventeur Anglais. Utilise un microscope pour étudier de fines coupes de liège. Il découvre que le liège est constitué par des cavités séparées par des cloisons. Il est le premier à utiliser le mot (cell) qui veut dire cellule pour désigner ces alvéoles. C'est donc bien Hooke en 1665, l'inventeur du terme (cellule) en réalité, les structures observées par Hooke ne sont que des parois cellulaires. (Figure 1)

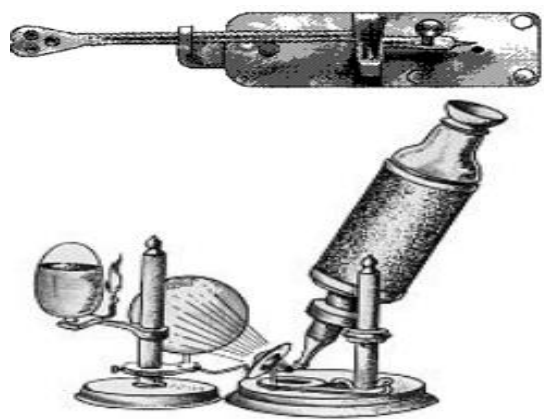
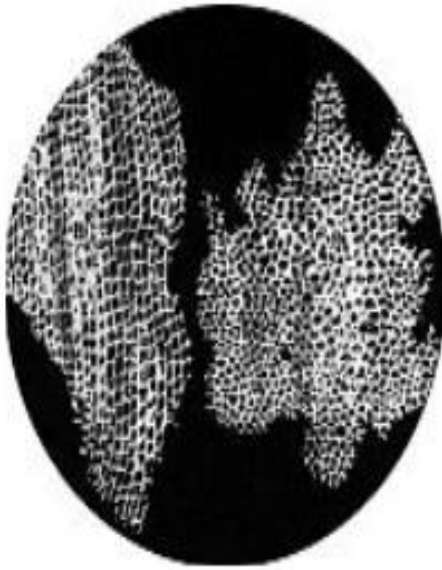


Figure.1 : Microscope composé utilisés par R. Hooke vers 1665. Le système d'éclairage des préparations à gauche de l'appareil (éclairage par-dessus et non en transmission)

Antonie Van Leeuwenhoek (1632-1723) :



A la même époque Van Leeuwenhoek construit lui-même microscope simple équipé d'une seule lentille : le grossissement obtenu est compris entre 50 et 300. En observant avec ce microscope une goutte d'eau provenant d'un étang, il découvre qu'elle contient des animalcules (microorganisme) Animés des mouvements incessants (continu). Leeuwenhoek fut aussi le premier à observer les noyaux des cellules vivantes dans les hématies de saumon, sans évidemment comprendre l'intérêt et l'importance de cette structure.

Figure.2 : coupes transversales effectuées dans du liège, dessinées par Hooke

2- Invention de la théorie cellulaire :

D'autres scientifiques vont utiliser les microscopes pour étudier plus avant les cellules mises en évidence par Hooke et Van Leeuwenhoek. En 1838, Matthias Schleiden, un botaniste allemand suggère que tous les tissus végétaux aient fait de cellules. Un an plus tard, le zoologiste Théodore Schwann en arrive à la même hypothèse au sujet des animaux en 1839. En 1855, Rudolf Virchow suggère que toute cellule provienne d'une autre cellule, préexistante. Les contributions de ces trois scientifiques ont mené à la théorie cellulaire qui comporte trois grands aspects :

La cellule est la plus petite entité vivante et l'unité fonctionnelle des organismes vivants.
Tout être vivant est composé de cellule

- Toute cellule provient d'une autre cellule préexistante
- Dans les organismes pluricellulaires, les cellules sont organisées en tissus,
- Un tissu est un ensemble de cellules caractérisées par :
 - 1-une structure
 - 2- une fonction commune

La biologie (bios= vivant et logos= étude) ; pour objet l'étude des êtres vivants.

La biologie cellulaire ou cytologie, mot composé de deux racines étymologiques différentes ; (cyto=cellule) et (logos= étude) ; La cellule (en latin cellula : signifie petite chambre)

La biologie cellulaire : la science qui étudie les cellules et les organites qu'elles renferment. Il s'agit d'étudier la morphologie, la biochimie et la physiologie des cellules, autrement dit, il s'agit de comprendre les phénomènes et les mécanismes qui assurent la vie et sa pérennité.

3-Propriétés fondamentales des cellules

Toutes les cellules contiennent certains composants fondamentaux communs, ce sont des éléments universel qui marquent leur présence dans importe quel organismes :

1- Le matériel génétique qui contient l'information permettant de coder les autres composants

2- La membrane plasmique qui sépare mais n'isole pas la cellule de son environnement. Elle donne une structure à la cellule et Contrôle le passage des substances

3- Cytoplasme – région entre le noyau (ou l'ADN) et la membrane cellulaire, contenant une substance semi fluide nommé le cytosol. (Lieu de la plupart des activités cellulaires)

4- Les ribosomes, organites qui traduisent l'ARN en protéines ;

Les cellules ont également en commun de certains capacités tel que :

5- La reproduction cellulaire, par division de la cellule

6- Le métabolisme cellulaire, utilisant la matière brute, pour convertir de l'énergie en énergie cellulaire (ATP)

7 - La synthèse des protéines, par la transcription de l'ADN en ARN puis par la traduction par des ribosomes en protéines.

4 - Les types cellulaires

Les biologistes distinguent deux types fondamentaux de cellules selon qu'elles possèdent ou non un noyau : les procaryotes et les eucaryotes.

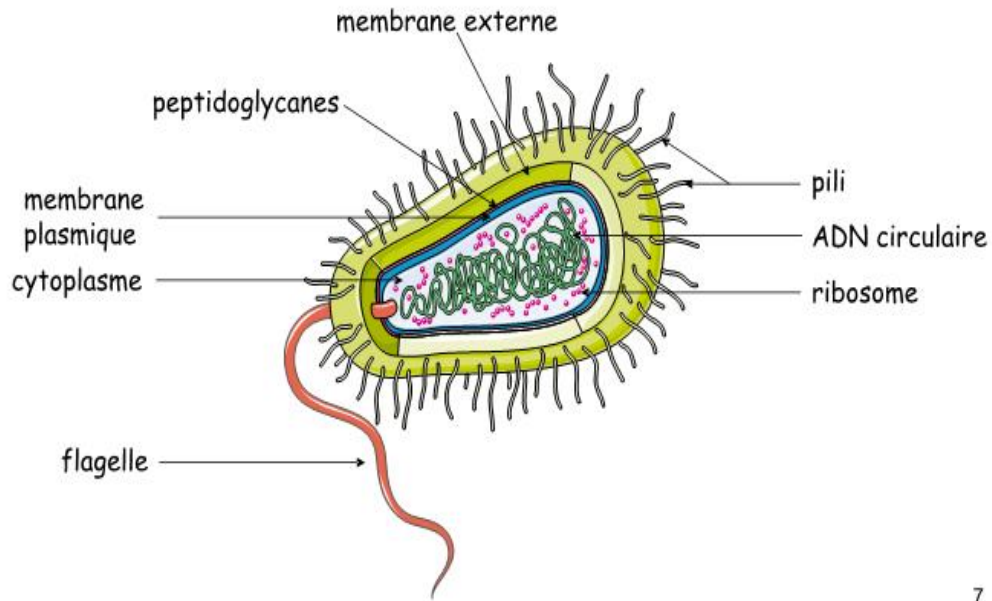
4. 1 Les procaryotes

Pro: avant – **caryote:** noyau

Les procaryotes sont des cellules plus primitives, qui sont apparues en premier au cours de l'évolution, il y a 3,5 milliards d'années. Les procaryotes dont l'ADN est libre dans le cytoplasme (les bactéries, par exemple).

Ce groupe se subdivise en deux autres : celui des eubactéries et celui des archéobactéries.

- **Archéobactéries** : comprennent 3 groupes de bactéries primitives :
 - **Les méthanogènes**: capables de convertir le CO₂ et H₂ en gaz méthane (CH₄);
 - **Les halophile**: capables de vivre dans des milieux extrêmement salés ;
 - **Les thermos acidophiles** : capables de vivre dans les sources chaudes très acides.
- **Eubactéries**: comprend le groupe de procaryotes le mieux étudié : Escherichia coli, cyanobactéries (capables de faire la photosynthèse),...etc.



7

Figure 3: Ultrastructure de la cellule procaryote (Cellule bactérienne)

Les cellules procaryotes possèdent une structure beaucoup plus simple que les cellules eucaryotes, procaryote signifie (à noyau primitif) L'ADN, qui a la forme d'une boucle fermée (circulaire), n'est jamais séparé du cytoplasme par une enveloppe, les procaryotes regroupent de nombreuses forme dont il ne sera retenu ici que les bactéries, la forme la plus ancienne de cellule vivante.

A- Caractères généraux :

- Les organismes procaryotes sont des microorganismes généralement unicellulaires
- Leur matériel génétique est libre dans le cytoplasme non limité par une enveloppe nucléaire
- Les cellules procaryotes sont essentiellement représentées par les bactéries
- Les bactéries peuvent se présenter sous différentes formes :
 - Sphériques (microcoques)
 - Bâtonnet (bacilles)
 - Spirale (spirochètes)
- Elles peuvent vivre groupées en colonies ou isolées
- Elles sont caractérisées par une taille réduite (1µm- 10 µm)
- Le mode de reproduction par scissiparité (étrangement)
- La cellule bactérienne est constituée de structure constantes (essentiels présentes chez toutes les espèces bactériennes et de structure inconstantes (facultatifs) présente chez quelques espèces seulement.

A1° Les structures constantes :

1. Le matériel génétique (ADN) : un seul chromosome unique et circulaire libre dans le cytoplasme

2. Les plasmides : sont des fragments d'ADN (ADN supplémentaire) à double brins circulaire et localisés dans le cytoplasme, leur réplication est indépendante de celle du chromosome bactérien, les plasmides codent pour la synthèse de différentes enzymes, et transmissible à d'autres bactéries.

3. Les ribosomes : sont souvent groupés en amas ou polysomes, ils diffèrent de ceux des eucaryotes par leur : (morphologie, coefficient de sédimentation (70S) composition chimique, biosynthèse (ne nécessite pas la présence de nucléole)

4. La membrane plasmique : est composée comme celle des eucaryotes de lipides et de protéines à des pourcentages différents. Elle en diffère par l'absence de cholestérol et la pauvreté en glucides, la membrane plasmique assure le transport des substances nutritives.

5. La paroi : limite extérieurement la bactérie et détermine sa forme, de 20 à 80 nm d'épaisseur, elle contrôle les échanges avec le milieu extérieur, et joue également un rôle de protection.

La paroi séparée de la membrane plasmique par un espace appelé espace péri plasmique.

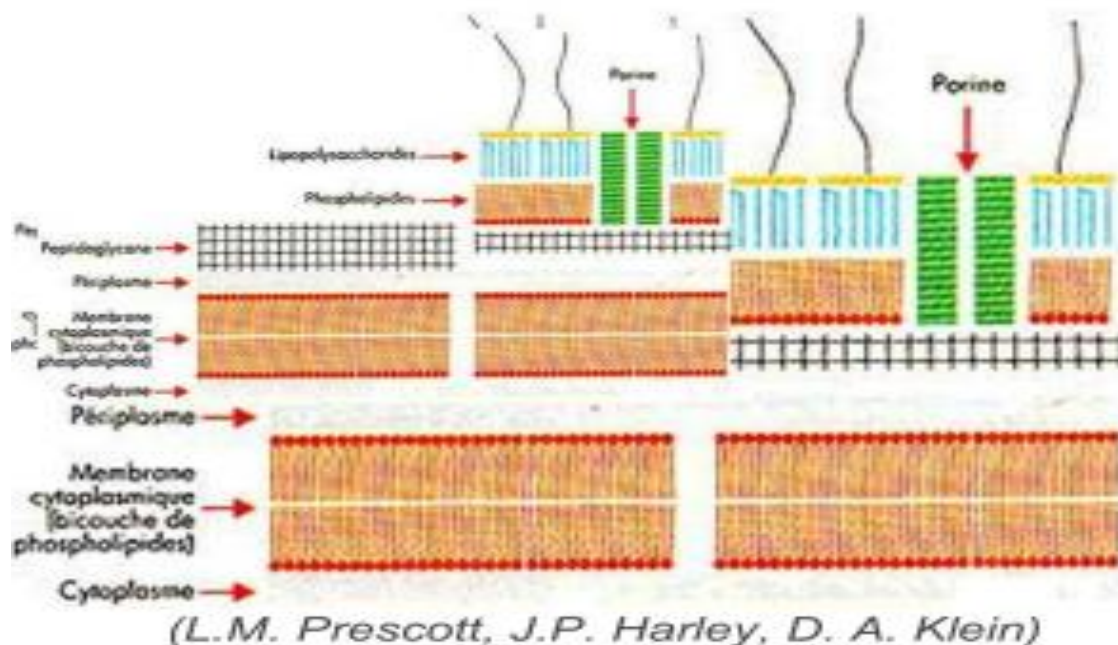


Figure 4 : La paroi bactérienne

En bactériologie médicale la coloration de GRAM permet de distinguer les bactéries de types : GRAM⁺ Positif, GRAM⁻ négative (selon la structure de la paroi, (schéma : 3))
 c-à-d Les bactéries à paroi épaisse sont colorées en violet, elles sont dites GRAM⁺
 Les bactéries à paroi fine sont colorées en rouge, ce sont les bactéries GRAM⁻.

A1.2.- Coloration de Gram

Coloration de Gram : elle est fondée sur l'action successive d'un colorant, le cristal violet, d'iode puis d'un mélange d'alcool et d'acétone. Christian Gram (1853-1938) a été l'inventeur de la coloration en 1884.

Son intérêt est de donner une information rapide et médicalement importante, car le pouvoir pathogène et la sensibilité aux antibiotiques sont radicalement différents.

Elle permet de distinguer la paroi des bactéries ayant + du peptidoglycane. Coloration en 4 étapes :

1. Coloration par le violet de gentiane ;
2. mordantage avec du lugol (solution d'iode iodo-iodurée) ;
3. décoloration par l'alcool,
4. coloration par la safranine,

Etapes 1 et 2 = coloration en violet du contenu de la bactérie et fixation par le lugol des structures internes.

Etape 3 = décoloration du cytoplasme des bactéries ayant une paroi pauvre en peptidoglycane qui laisse passer l'alcool pour éliminer le violet de gentiane = bactérie à Gram négatif

Etape 4 = contre-coloration par la safranine teintant en rose les bactéries précédemment décolorées.

Les bactéries à Gram positif restent colorées en violet (pas de passage à travers la couche de peptidoglycane. Le nucléotide ou chromosome est visible grâce à la coloration de Feulgen.

Tab. 01: Tableau comparatif entre la structure de la paroi de GRAM⁺ et GRAM⁻

GRAM⁺	GRAM⁻
<ul style="list-style-type: none"> • Paroi épaisse et dense (20 à 80 nm) • Formée de peptidoglycane (chaines glucidiques reliées entre elles par peptide) • Présentent réseau rigide et résistant appelé : le muréine • Auquel s'associent des acides teichoïques 	<ul style="list-style-type: none"> • Paroi fine (20 à 30nm) • Pauvre en peptidoglycane (muréine plus mince et lâche) • Recouverte d'une membrane externe de nature : lipopolusaccharidique

A2° Les structures facultatives :

1. La capsule : d'épaisseur variable (0.2 à plusieurs μm), la capsule est souvent polysaccharidique parfois polypeptidique. Sa présence est un signe de virulence car elle protège la bactérie de la phagocytose

2. Les mésosomes : sont présents exclusivement chez les bactéries aérobies, ce sont des invaginations membranaires qui pénètrent parfois profondément dans le cytoplasme bactérien, mettant en contact le matériel génétique et les enzymes de réplication. Ils se divisent en même temps que la bactérie, les mésosomes renferment aussi les enzymes de la chaîne respiratoire assurant ainsi la fonction des mitochondries absente dans les cellules bactériennes.

3. Le flagelle : expansion membranaire mobile dont le nombre (1 à 8) et les positions varient selon l'espèce bactérienne, les flagelles sont visibles en microscope optique. Ils sont constitués d'une protéine contractile : la flagelline.

4. Les pili (poils) : plus courts que les flagelles sont des expansions membranaires visibles uniquement au microscope électronique, ils sont utilisés à l'adhésion aux substrats, particulièrement aux muqueuses, ils sont formés d'une protéine dite : piline

5. Les inclusions cytoplasmiques : apparaissent soit sous forme des réserves énergétiques de glycogène et de lipides, ou des vacuoles à gaz.

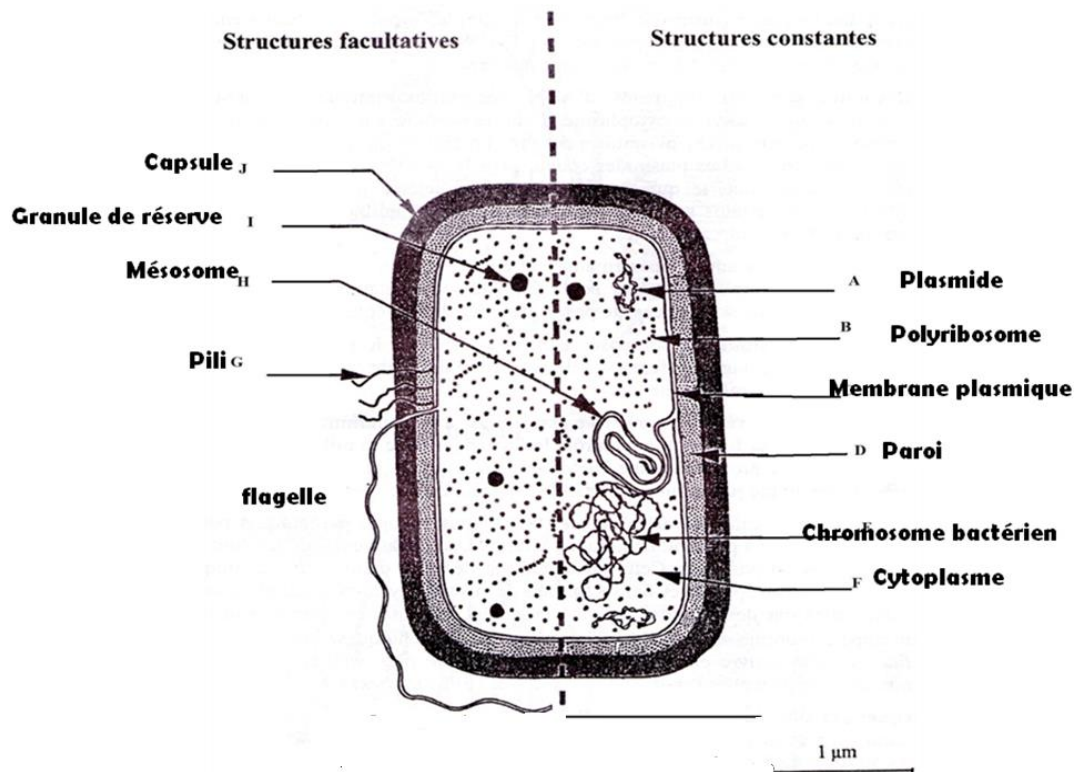


Figure 5: Ultra-structure de la cellule bactérienne

B- Caractéristiques des virus :

Les virus plus petits que les bactéries en une taille comprise de 15 à 350nm, ils sont situés à la limite de moléculaire et du vivant.

Ils ressemblent aux êtres vivants par la présence du matériel génétique mais s'en distinguent par le fait qu'ils ne sont pas cellulaires, donc incapables de synthétiser les protéines et de produire l'énergie.

En plus, ils ne peuvent pas se reproduire par eux-mêmes, mais ils se reproduisent aux dépens des cellules qu'ils infectent, appelées cellules hôtes qui sont, soit des bactéries, soit des cellules animales ou végétales.

il est possible de considérer comme les êtres vivants son activité métabolique propre il s'agit donc de structure de gène qui sont associé pour leur propre développement dépend des génomes d'une cellule eucaryote ou procaryote la plus part sont des agents pathogènes ils sont constitué par :

- ✓ **Un acide nucléique (ADN ou ARN)** pour les rétrovirus exceptionnellement les deux.
- ✓ **Une capsid** : enveloppe protéique de sous unité les capsomères qui protège le génome (capitale génétique ADN ou ARN) utilisé pour désigner le virus fuite ou parasite une cellule alors que les bactéries sont des êtres cellulaire douée d'une indiscutable autonomie, des virus ne possède pas cette propriété.

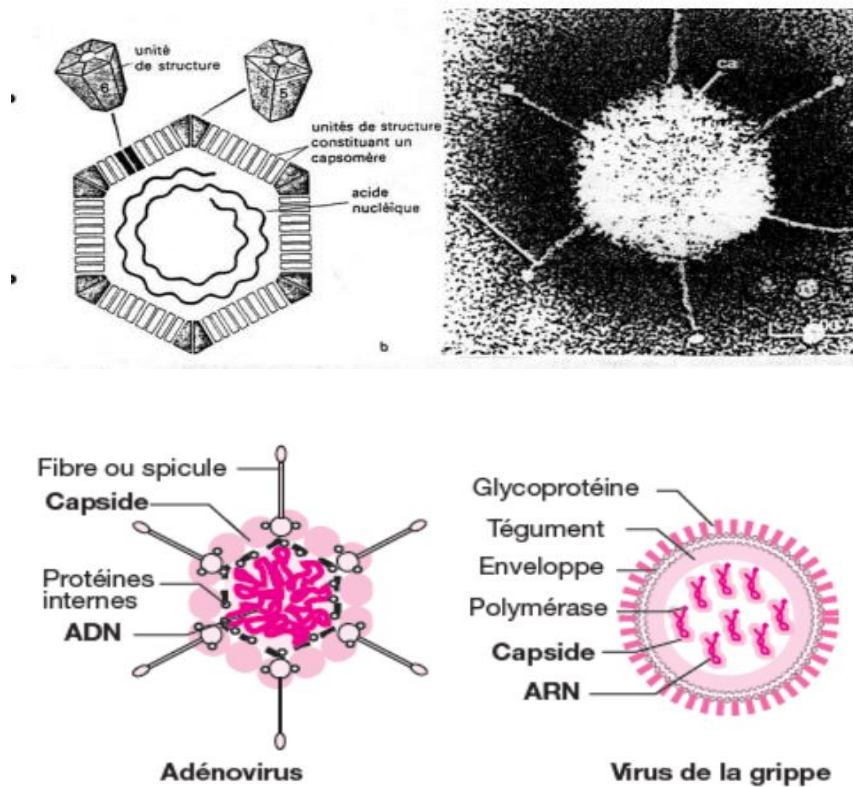


Figure 6: Exemples de structure de virus

4.2 Les Eucaryotes

Les Eucaryotes sont les cellules qui constituent tout l'environnement que nous voyons, les plantes, les animaux et champignons ainsi que diverses espèces unicellulaires tels que les amibes ou les paramécies, Pour bien fonctionner, les cellules ont compartimenté leur processus biochimiques dans le cytoplasme et ces compartiments sont **les organites cellulaires** (ou organelles). Parmi eux, un organe est toujours présent :

le noyau qui contient l'information génétique de la cellule. Il est d'ailleurs à l'origine du nom de ce type (**eucaryotes = vrai noyau en latin**).

La structure génétique de ces cellules est **constituée de plusieurs brins linéaires d'ADN** (les chromosomes)

A-Organisation générale de la cellule eucaryote:

Les eucaryotes contiennent plusieurs organites. Ce sont des compartiments cellulaires baignant dans le hyaloplasme. Ils sont délimités par une membrane plasmique (simple ou double) et possèdent des fonctions spécifiques, selon leur fonction principale, les organites interviennent dans les processus de synthèse ou de dégradation métaboliques, d'autres énergétiques.

Cette distinction arbitraire a l'intérêt de montrer le dynamisme du métabolisme cellulaire. Les constituants sont soumis à un renouvellement permanent qui permet à la cellule de répondre au mieux aux sollicitations physiologique.

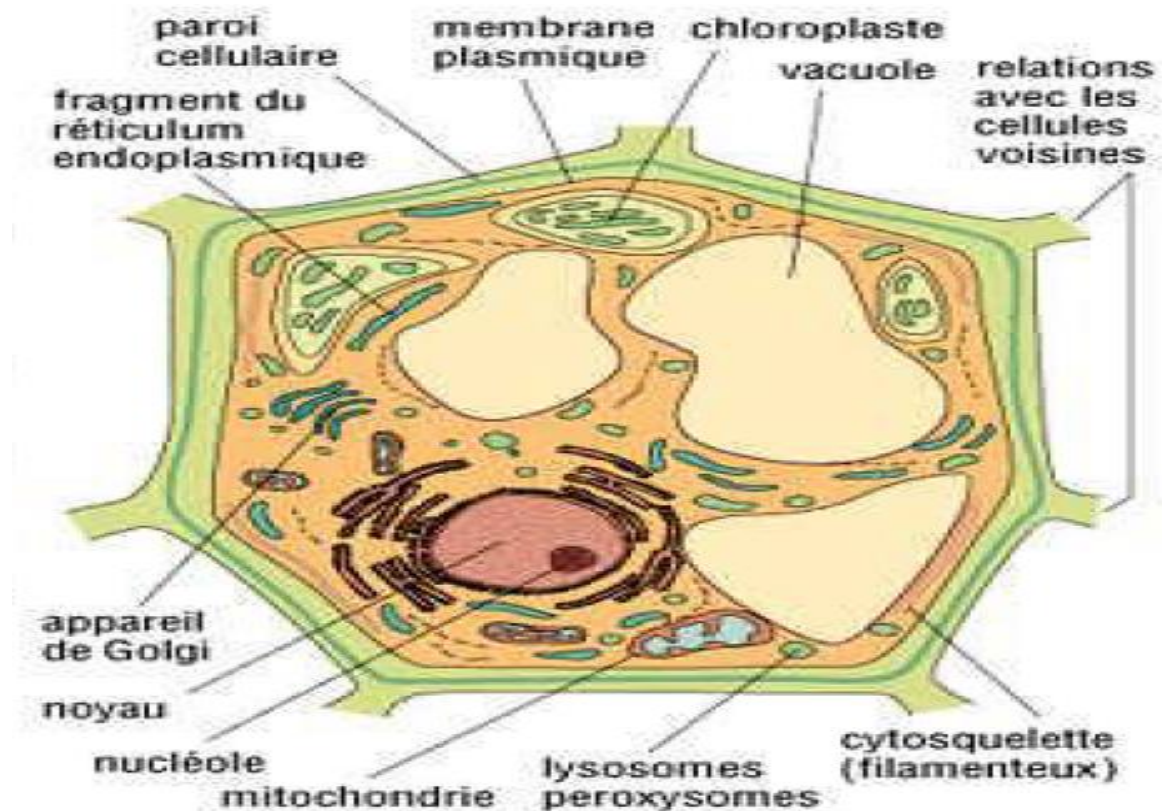


Schéma d'une cellule végétale

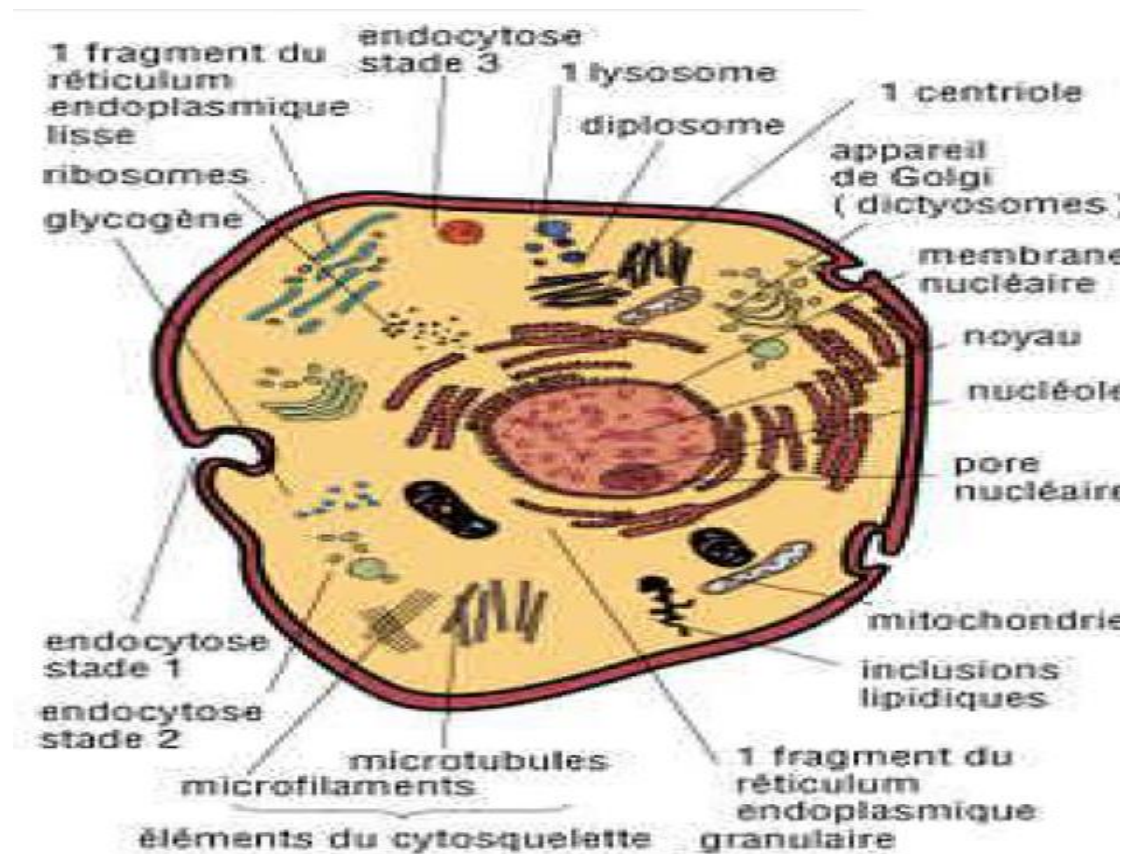


Schéma d'une cellule animale

1-Les organites de la synthèse cellulaire :

1-1-Le noyau : localisation et répllication de l'information génétique (ADN), synthèse des ARN messagers (ARNm), de transfert (ARNt) et ribosomaux (ARNr) (ce dernier est synthétisé dans une structure nucléaire distincte appelée nucléole)

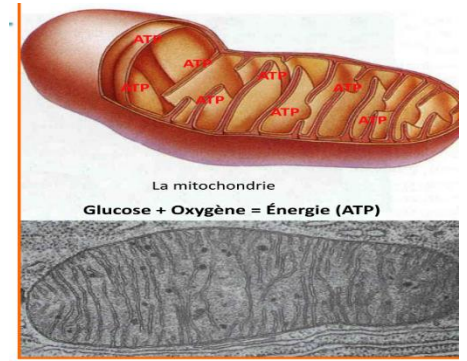
1.2-Le réticulum endoplasmique (RE) : synthèse des (glyco) protéines (RE-granulaire) et lipides (RE- lisse)

1.3 -L'appareil de Golgi : maturation de (glyco) protéines et formation de vésicules de Golgi.

1.4 -Les ribosomes : synthèse les protéines (ils lisent le message codé sur l'ARNm et traduisent en protéinés).

2-Les organites énergétiques :

2.1 Les mitochondries : jouent un rôle important dans le métabolisme de la cellule. Elles contiennent leur propre C'est là que se déroulent la respiration cellulaire et fabrication de l'énergie (ATP) cette énergie est indispensable aux réactions métaboliques.



2.2-Les chloroplastes : jouent sont présents dans les plantes et les algues, ils convertissent l'énergie lumineuse du soleil en énergie chimique utilisée pour fabriquer des sucres à partir de dioxyde de carbone



3-Les organites de la dégradation cellulaires :

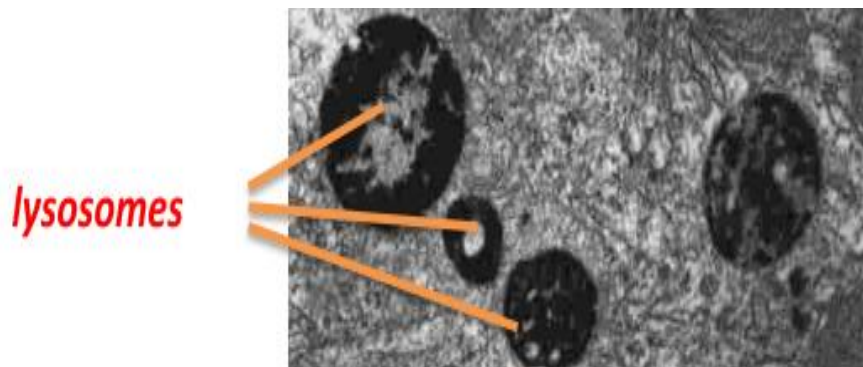
Lysosomes ou peroxysomes, organites intracellulaires qui renfermant des enzymes hydrolytiques, sont responsables de la lyse cellulaire c'est-à-dire la dissolution d'éléments organiques (tissus, cellules micro-organismes, macromolécules...) sous l'action d'agents physiques, chimiques ou enzymatiques. Les Lysosomes

3.1-Les lysosomes contiennent des enzymes digestives qui hydrolysent les organites cellulaires, les macromolécules et les particules d'origine extracellulaire On distingue deux types de lysosomes :

1- Les lysosomes primaires : ce sont des vésicules ou grains de sécrétion qui viennent d'être formées à aspect homogène et contenant des hydrolases.

2-Les lysosomes secondaires : ce sont des vacuoles à aspect hétérogènes contenant en plus des hydrolases le substrat en cours de digestion.

Le rôle essentiel des lysosomes est la digestion des substrats d'origine exogène : hétérophagie ou endogène : autophagie.

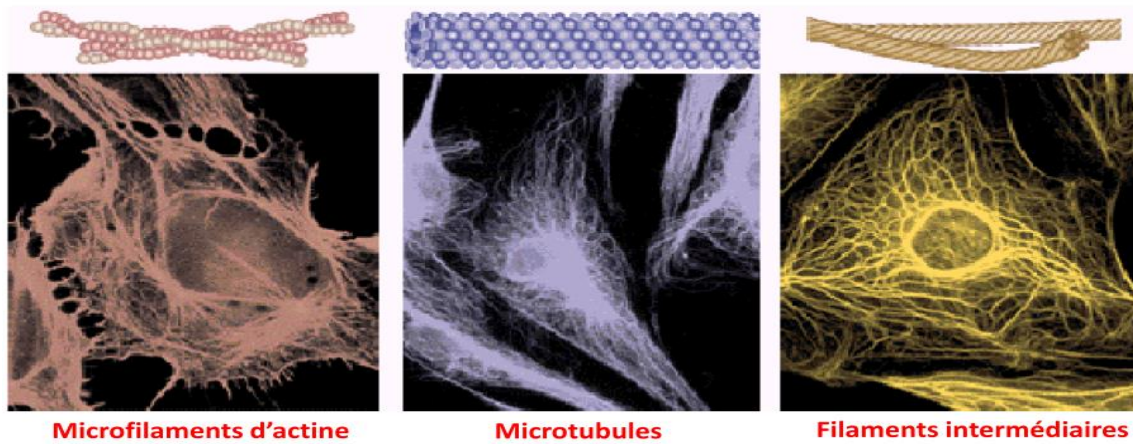


3-2- Les Peroxysomes

Les peroxysomes sont des petits organites membranaires existants dans le cytoplasme de toutes les cellules eucaryotes. Les Peroxysomes assurent des réactions d'oxydation et de peroxydation pour diminuer la toxicité de certains substrats.

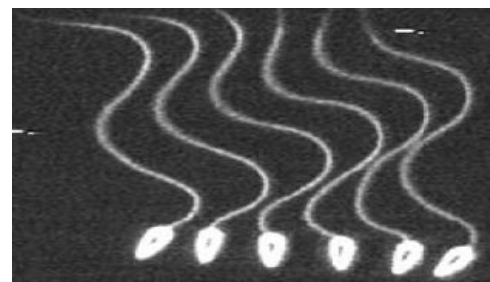
4- Les organites de la structure cellulaires :

4.1- Le cytosquelette : (polymères fibreux et leurs protéines associées). Permet à la cellule de conserver sa forme et se mouvoir ils également important lors de la division cellulaire et dans le système de transport intracellulaire

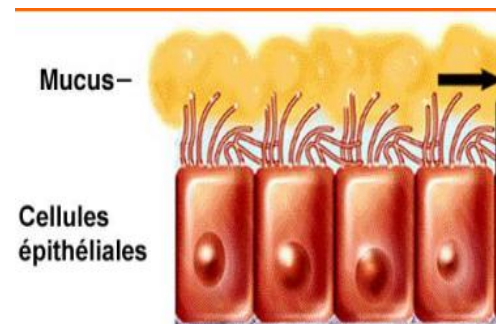
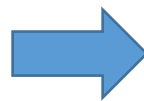


- Les eucaryotes peuvent devenir mobiles, en utilisant un cil ou un flagelle est plus évolué que celui des procaryotes

Les flagelles quant à eux, sont responsables du déplacement cellulaire, par exemple des Spermatozoïdes.



Les cils sont responsables de la locomotion cellulaire et des mouvements du liquide extra-cellulaire, comme le mucus.



Tab.02: Tableau comparatif entre Cellule Procaryote et Cellule Eucaryote

CRITERES	PROCARYOTES	EUCARYOTES
Organisme typique	Bactéries, mycoplasme, cyanophycées, archéobactéries	Plantes, champignons, animaux, protozoaires
Organisation	Isolées	Isolées, colonies, organismes évolués avec des cellules spécialisées
Taille typique	100 nm Ø (mycoplasme) ----- 500nm (bact.)	10- 120um (hématies 7um, leucocytes 10-20 um), cell. Epithéliales 20um
Organisation génétique	<ul style="list-style-type: none"> • Un seul chromosome unique et circulaire • Libre dans le cytoplasme. • Absence des histones 	<ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs chromosomes en bâtonnet et linéaires • Enfermés dans une structure appelées le Noyau • Avec des histones
Synthèse des protéines	La transcription et la traduction de l'ARNm dans le même compartiment (cytoplasme)	<ul style="list-style-type: none"> • Transcription l'ADN en l'ARNm dans le Noyau • Traduction l'ARNm en protéines dans cytoplasme.
Ribosomes	<p>Biosynthèse : dans le cytoplasme ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coefficient de sédimentation (50-60 Svedberg) 	<p>Biosynthèse : dans le nucléole</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coefficient de sédimentation (80 Svedberg)
Structures intra cytoplasmiques	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de cytosquelette • Pas des organites sauf les ribosomes 	<ul style="list-style-type: none"> • Il existe des organites à simple membrane (lysosome, AG, RE) • A double membrane (mitochondrie, chloroplaste,) • Existence du cytosquelette
Métabolisme	<ul style="list-style-type: none"> • Aérobie et anaérobie • Oxydation de l'hydrogène sulfuré • Fixation de l'azote élémentaire (gazeux) 	<ul style="list-style-type: none"> • Habituellement aérobie (oxydation des molécules organiques, sucres, AG ...) • Ne peuvent oxyder l'hydrogène sulfuré
Mouvements	<ul style="list-style-type: none"> • Flagelle (flagilline) • Torsion • Glissement 	<ul style="list-style-type: none"> • Cils et flagelle (tubuline) structure • Amiboïde
Divisions cellulaires	<ul style="list-style-type: none"> • Division simple par scissiparité, étranglement 	<ul style="list-style-type: none"> • Mitose (croissance) • Méiose (formation les gamètes sexuelles)