

CHAPITRE 1 /Schéma général des cellules

Prokaryotes et Eucaryotes

1. Plan d'organisation des cellules

Depuis l'usage du microscope électronique à partir de 1950, dans le monde biologique (êtres vivants sont reconnues cinq règnes : monères (bactéries), Protistes, Champignons, Végétaux et Animaux . Ces différents règnes sont groupés dans deux classes (domaines) parfaitement distinctes l'une de l'autre, par leur taille, et les structures internes : la classe des **prokaryotes**, cellules de structure la plus simple représentées par les bactéries. La deuxième classe, celle des **eucaryotes** de structure plus complexe et regroupant un grand nombre d'organismes ; protistes, champignons, plantes et animaux.

1.1 La classe ou domaine des prokaryotes

Le mot prokaryote désigne les cellules dont le matériel génétique est non délimité par la membrane plasmique. (pro = avant et caryote = noyau). Ce règne (règne des monères) comprend deux sous règnes importants : les Eubactéries et les **Archéobactéries**. Tous les prokaryotes sont des êtres vivants unicellulaires.

Les Eubactéries, sont réparties en deux groupes : les bactéries **non photosynthétiques** et les bactéries **photosynthétiques**. C'est dans ce sous règne, qu'ont été identifiées les plus petites cellules (micoplasme 0,2 micro mètres).

Les Archéobactéries sont considérées comme les premières cellules qui ont évolué sur terre. Ce sous règne comprend différents groupes : les **méthanogènes** (capables de convertir les gaz CO₂ et H₂ en méthane (CH₄), les **halophiles** (vivent dans un environnement extrêmement salé) et les **thermoacidophiles** (vivent dans des sources chaudes très acides)

1.1.1 Les bactéries non photosynthétiques

La bactérie la plus représentative de ce groupe est *Escherichia coli*. Une bactérie commensale du tractus intestinal de l'homme et des animaux. La membrane plasmique se trouve en dessous d'une paroi rigide formée de polysaccharides, de protéine et des lipides. Le matériel intracellulaire est représenté par le cytoplasme renfermant environs 25000 ribosomes, et le nucléole contenant une molécule d'ADN. La surface bactérienne est recouverte d'appendices filamenteux en nombre de 6 appelés flagelles. Ils permettent le déplacement rapide des bactéries.

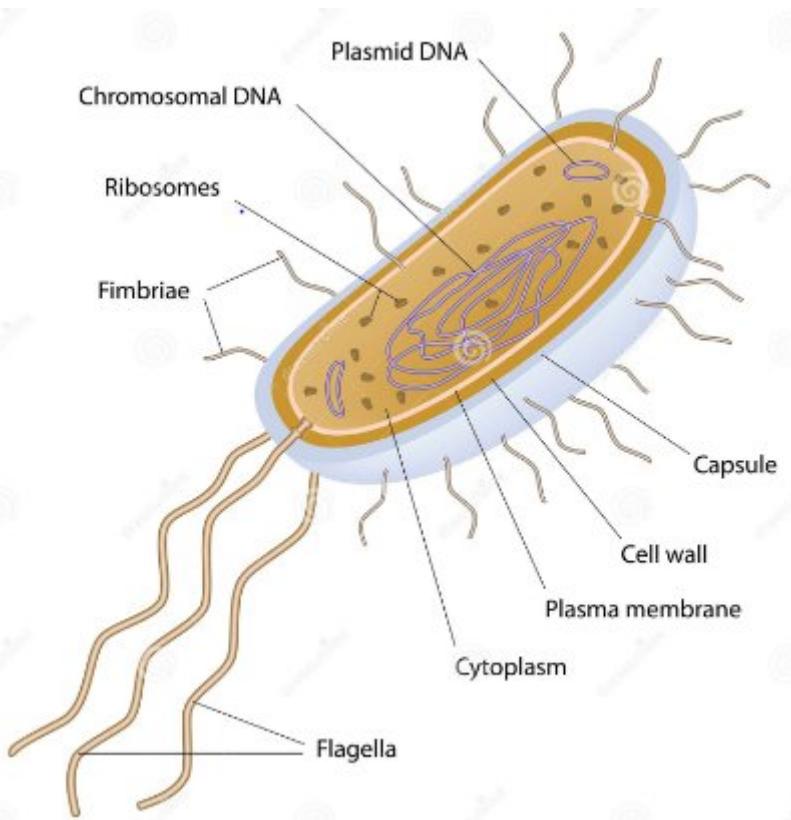


Figure 1 : *Escherichia coli*. Modèle Structural d'une *Conservé chez la plupart des bactéries.*

1.1.2 Les bactéries photosynthétiques

Ce sont des êtres unicellulaires photo **autotrophes** stricts, ne se nourrissent que d'eau, d'ions inorganiques de dioxyde de carbone Co₂ en présence de lumière. Ce groupe de bactéries se développe dans les océans, ils fournissent la majeure partie de l'O₂ composant l'atmosphère terrestre. . **Contrairement au premier groupe**, ces bactéries possèdent le plus souvent des membranes internes très développées, pourvues de pigments qui permettent l'absorption de lumière.

<p>Modèle structural d'une cyanobactérie. (2013)</p>	<p>Cyanobactérie filamentueuse visualisée au microscope optique (Oren et al.2022)</p>
--	---

Figure 2 : Cyanobactérie

1.2 la classe ou domaine des eucaryotes

Cette classe renferme quatre types cellulaires très variés : les levures ou champignons, l'amibe qui est la plus grande (1mm) et la plus complexe des cellules eucaryotes, les cellules végétales (règne Végétal) et les cellules animales (règne animal). Contrairement aux bactéries les cellules eucaryotes ne possèdent pas dans leurs membranes plasmiques la machinerie enzymatique permettant de convertir l'énergie. La plupart des cellules eucaryotes sont des êtres vivants pluricellulaires, à l'exception des protistes qui sont unicellulaires.

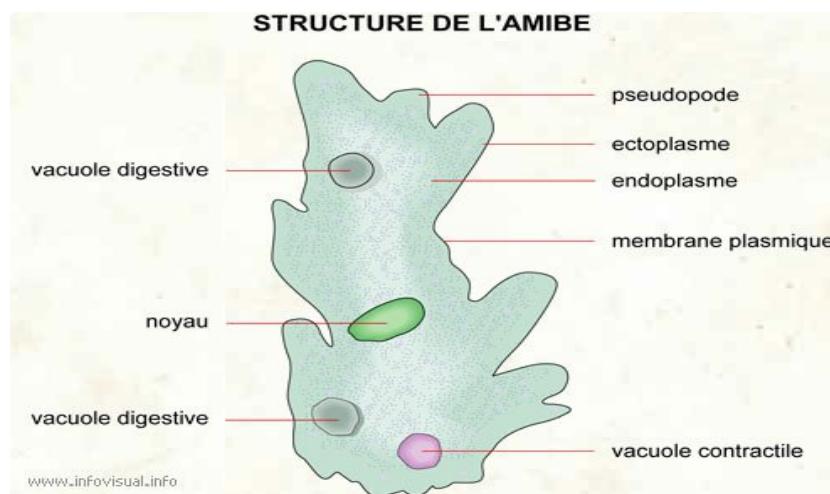


Figure 3 : l'amibe. Le cytoplasme de l'amibe est riche en ribosomes, mitochondries, golgi, réticulum endoplasmique, lysosomes et vacuoles (rejeter l'eau en excès)

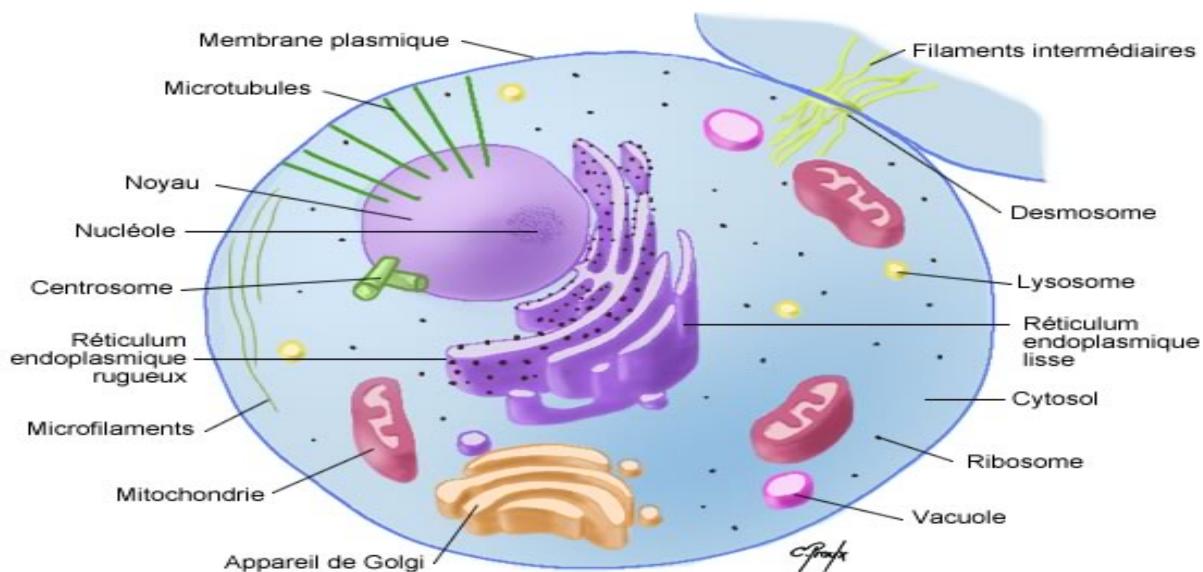


Figure 4 : Modèle structural de la cellule eucaryote animale

TABLEAU 01 : Caractères de différenciation entre les cellules eucaryotes et procaryotes

	Eucaryotes	Procaryotes
La Taille	Diamètre de 10 à 100 µm	1 à 10 µm
Le matériel génétique	<ul style="list-style-type: none"> - Matériel génétique présent dans un noyau entouré de l'enveloppe nucléaire. Plusieurs chromosomes contiennent à la fois de l'ADN et des introns et des histones. 	<ul style="list-style-type: none"> - ADN nu concentré dans une région appelée nucléole : chromosome en forme d'anneau. Présence d'Introns rare et histones absents.
Synthèse protéique	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs types d'ARN polymérase - Premier acide aminé formé dans la synthèse protéique est le formyl-méthionine 	<ul style="list-style-type: none"> - Un seul type d'ARN polymérase - Premier acide aminé formé dans la synthèse protéique est le méthionine.
Membrane plasmique	<ul style="list-style-type: none"> - Lipides membranaires 	<ul style="list-style-type: none"> - Lipides membranaires + peptidoglycane dans la paroi cellulaire.
Organites cytoplasmiques	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs organites délimités par des membranes et cytosquelette Ribosomes 	<ul style="list-style-type: none"> - Ribosomes, plasmides
Communication entre les cellules	<ul style="list-style-type: none"> - Les membranes cytoplasmiques forment un système de canaux et de vésicules connectés entre eux qui interviennent dans le transport direct. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le déplacement des substances se fait par diffusion simple
Division cellulaire	<ul style="list-style-type: none"> - Mitose avec formation de fuseau bactérien 	<ul style="list-style-type: none"> - Après duplication de l'ADN les deux copies sont séparées par la croissance d'une membrane cellulaire intercalaire
Sensibilité vis avis des Antibiotiques	<ul style="list-style-type: none"> - Négative 	<ul style="list-style-type: none"> - Inhibition de la croissance.

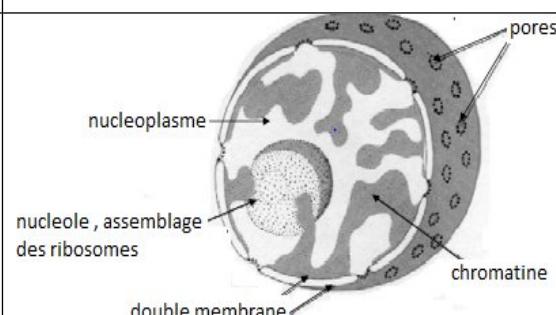
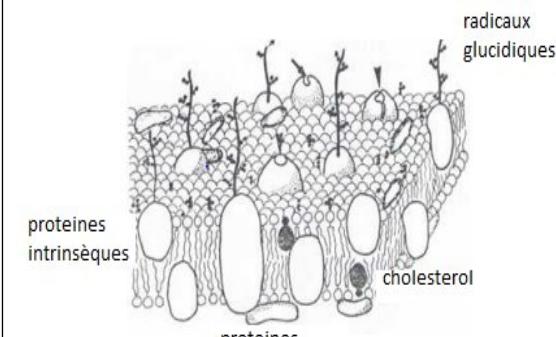
--	--	--

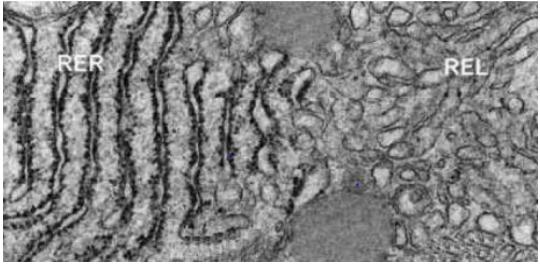
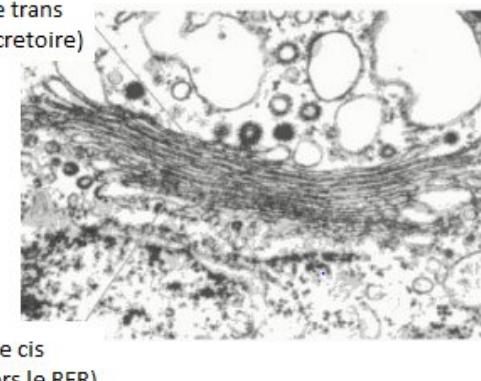
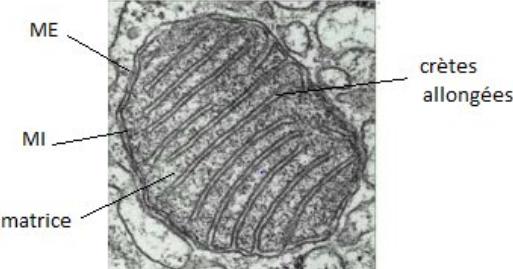
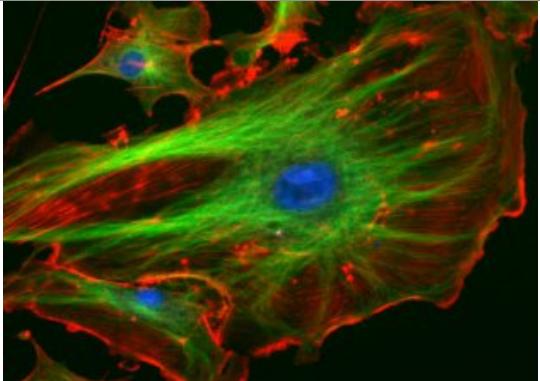
2. Ultra structure de la cellule eucaryote

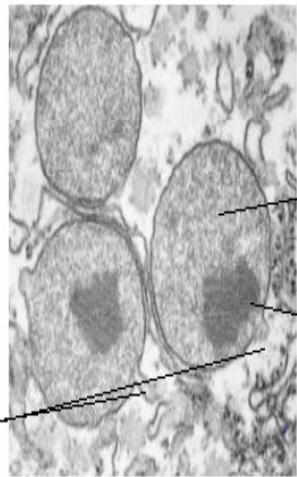
2.1les structures cellulaires communes a tous les eucaryotes

Les cellules eucaryotes ne sont Pas toutes semblables, elles présentent des différences morphologiques et structurales plus ou moins importantes selon les deux règnes ; animale ou végétale, cependant, les structures communes à tous les eucaryotes sont illustrées dans le tableau 2

TABLEAU 02 : Les structures cellulaires, conservées chez tous les eucaryotes.

Structure cellulaire (Organite)	Organisation	Ultrastructure = structure fine et détaillée de la cellule observée au microscope électronique
Noyau Taille : 3-10 nm	Complexe ADN-protéines appelé chromatine (se condense pour prendre la forme de chromosomes) Enveloppe nucléaire Pores nucléaires	
Cytomembranne <i>(Mosaïque fluide)</i> Epaisseur : 8nm	Bicouche lipidique + protéines membranaires et glucides sur sa face externe Le cholestérol dans la cellule animale, l'équivalent de l'ergostérol dans la cellule végétale.	 Modèle proposé par Singer et Nicholson (1972)
Cytoplasme	Cytosol (substance gélatineuse et grisâtre) + organites + ribosomes Le cytosol est constitué à 70% d'eau , éléments nutritifs dissous tel que les sucres, les amidons, les graisses , des sels, des vitamines et des minéraux.	

Le réticulum endoplasmique (RE) Epaisseur : 6nm	Cavités limitées par une membrane lipidique : REG : granulaire dont la surface est recouverte de ribosome REL : dépourvu de ribosomes	
Golgi Epaisseur d'un dictyosome de 0,5 à 1µm.	Empilements de saccules = dictyosome Rôle dans la maturation et sécrétion de protéines Chaque dictyosome comprend 3 à 10 saccules.	
Mitochondrie = Centrale électrique de la cellule Longueur : 1-2µm Largeur : 0,1-0,5 µm	Respiration cellulaire aérobie : production d'ATP, métabolisme MI : membrane interne ME : membrane externe	
Cytosquelette : microfilaments, microtubules, filaments intermédiaires	Présent dans le nucléoplasme et l'hyaloplasme Sur la micrographie du cytosquelette : - En bleu, noyaux marqués au DAPI (Di Aminido Phenyl Indol), colorant fluorescent colore l'ADN en bleu. - En vert, MTs marqués par un anticorps -En rouge, MFs marquées à la phalloïdine.	 <p>Cellules endothéliales vues au microscope à fluorescence. (les techniques d'observation de la cellule seront étudiées avec précision durant les travaux dirigés)</p>

Peroxysome Taille d'une sphère : 0,15 - 1,7µm de diamètre	Organite entourée par une membrane simple, permeable aux composés hydrogénés. Contient des catalases qui catalysent la décomposition de l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et des oxydases qui permettent sa production. (voir figure 05) Absents dans les hématies.	 <p>matrix region paracrystalline canallicule</p> <p>Visibles uniquement en microscopie électronique</p>

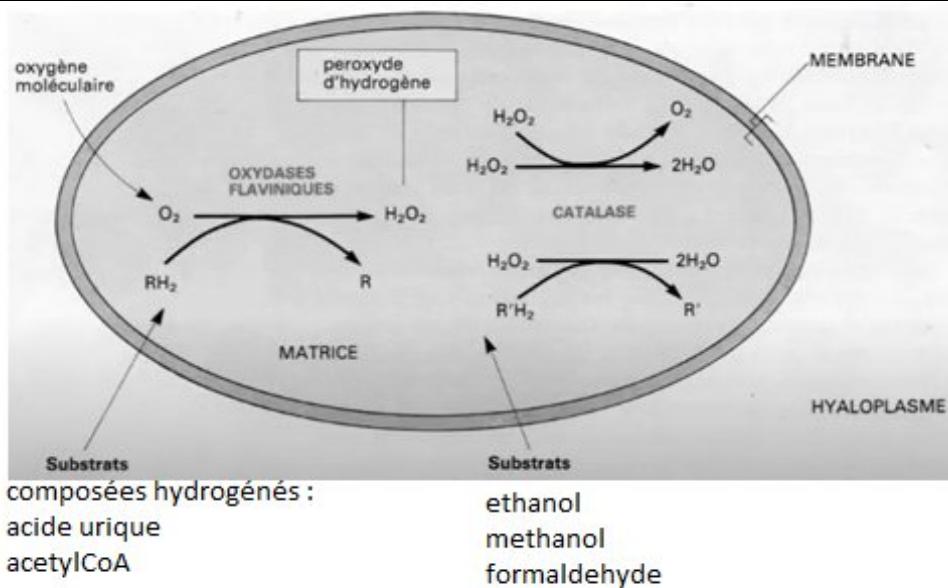


Figure 05 : fonction du peroxysome. Catabolisme des alcools et dérivés du cholestérol, oxydation des acides Gras (AGs) et leur transformation en glucose

2.2 Ultrastructure de la cellule animale

2.2.1 Caractéristiques propre à la cellule animale

La cellule animale est l'unité structurale et fonctionnelle des tissus qui forment les organes des animaux, organismes pluricellulaires appelés métazoaires , ces derniers comprennent les mammifères , les oiseaux ,les reptiles , les poissons , les insectes , les crustacés , les Etoiles de mer et les mollusques .

Les cellules animales se différencient et se spécialisent dans une fonction précise, exemple, une cellule du muscle cardiaque comporte des caractéristiques structurales qui lui sont propres et qui ne seront pas présentes dans des cellules du cerveau ou de la peau, cependant, l'ultrastructure de la cellule animale révèle qu'elle contient de nombreux organites tels que le noyau, le réticulum endoplasmique, l'appareil de Golgi, les mitochondries et la membrane cytoplasmique. (**TABLEAU**

02 : Les structures cellulaires, conservées chez tous les eucaryotes).

Les structures présentes exclusivement dans la cellule animale sont les lysosomes, le centrosome, et flagelles (spermatozoïdes des cellules des mammifères). Le centrosome de la cellule animale se compose d'une paire de centrioles perpendiculaires l'un à l'autre, dans la cellule végétale, les centrioles sont absents.

2.2.2 Aperçu sur la structure des principaux organites

2.2.2.1 Le noyau

Le noyau est l'organite le plus volumineux, il est beaucoup plus dense que le reste de la cellule. Il contient un ou plusieurs nucléoles, de formes arrondies, sans membranes qui synthétisent plusieurs types de molécules d'ARN utilisé pour l'assemblage des ribosomes.

A l'intérieur du nucléoplasme, se trouve la chromatine qui comprend le matériel génétique. Lorsque la cellule se prépare à la division, les chromatines s'enroulent en un corps épais et dense appelé le chromosome. Le noyau est délimité par une double membrane, perforée et contiguë au Réticulum endoplasmique.

2.2.2.2 La membrane plasmique

La membrane qui contourne la cellule est très mince, semi-perméable, très sélective. Elle est composée de deux couches de phospholipides, de protéines et de cholestérol. Sa composition lipidique permet le passage, par simple diffusion ou absorption des molécules de nature lipidiques ainsi que les gaz. Les autres molécules, nécessitent des protéines de transport.

A la surface de la membrane, des motifs glucidiques (**glycocalyx**) appartenant aux glycoprotéines qui sont des récepteurs spécifiques, participent à la reconnaissance, et l'identification cellulaire, ils agissent comme des marqueurs d'identité qui permettent aux cellules d'un même organisme animal de se

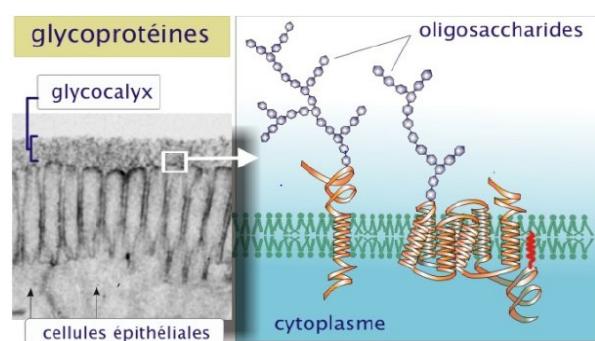


Figure 06 : Glycoprotéines membranaires, dont les

La membrane est imperméable aux grosses molécules comme, les hormones, les bactéries, les virus, ainsi que certains nutriments, leur internalisation, nécessite un procédé appelé endocytose : la membrane s'étire, se pousse vers l'extérieur et va entourer la molécule dans une vésicule d'endocytose. Le matériel contenu dans la vésicule va être trié par la cellule.

Le réticulum endoplasmique est en continuité avec la membrane nucléaire, il forme avec l'appareil de Golgi, les lysosomes, le système endo membranaire. Le cytosquelette est très développé. L'ultra structure et la fonction de ces organites, ainsi que celles de la membrane plasmique seront détaillés dans les chapitres suivants, programmés dans le cours de cytophysiologie, premier semestre. La mitochondrie, sera décrite dans le chapitre respiration cellulaire, programmé pour le deuxième semestre.

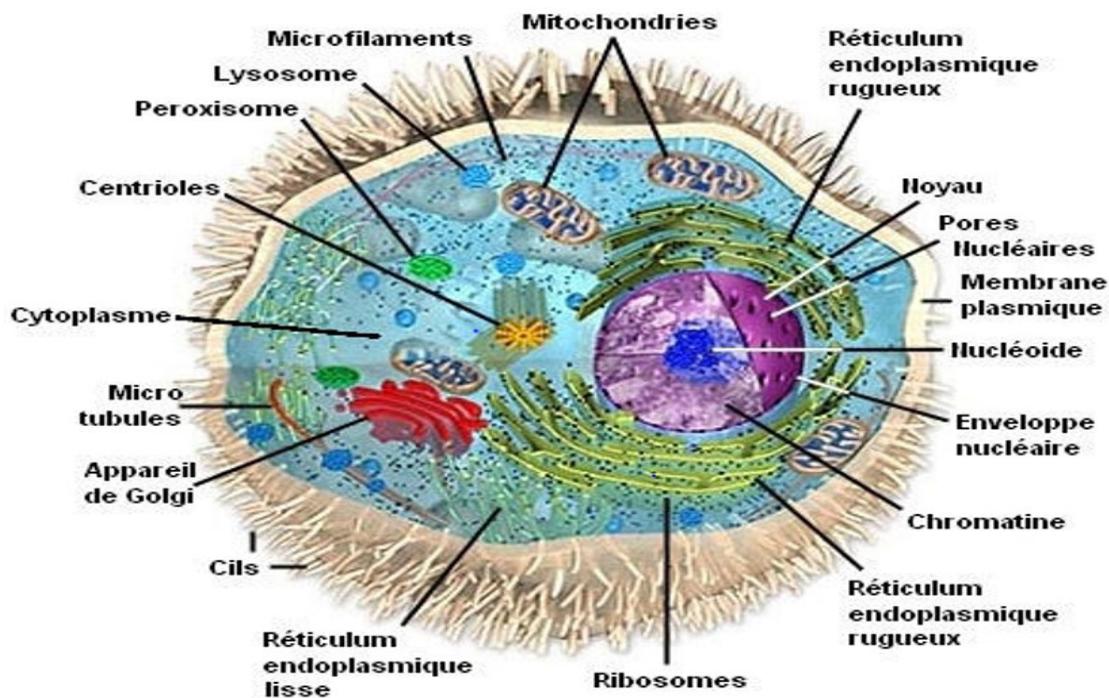


Figure 07 : Ultrastructure typique à une cellule animale. D'après Audersirk and Audersirk (1998).

2.3 Différentiation structurale entre la cellule animale et végétale.

2.3.1 Différence dans le processus de survie

La cellule végétale a adapté un processus de survie appelé photosynthèse qui n'existe pas chez la cellule animale. Ce processus, lui permet de produire de l'énergie ainsi que tous les nutriments nécessaires pour

sa croissance ; les sucres, acides aminés, à partir de sels minéraux, d'eau et de gaz carbonique en présence de lumière. La photosynthèse permet de capter l'énergie solaire et de la convertir en énergie chimique utile pour alimenter leur métabolisme. Elle appartient donc à un organisme autotrophe, contrairement à La cellule animale qui appartient à un organisme hétérotrophe, car les organismes animaux pluricellulaires, produisent l'énergie cellulaire par la consommation des nutriments contenus dans les plantes et les denrées d'origine animales.

2.3.2 Les organites spécifiques à la cellule végétale

2.3.2.1 La Paroi pectocellulosique

La paroi pectocellulosique est un élément de structure cellulaire rigide qui protège chaque cellule végétale et lui confère une résistance mécanique. Elle est constituée de polysaccharides, notamment de cellulose et de protéines.

2.3.2.1 La Vacuole

La vacuole est un compartiment limité par une membrane simple, rempli d'eau et contenant diverses molécules inorganiques et organiques. La vacuole n'a pas de forme ou de taille particulière, sa structure variant en fonction des besoins de la cellule. Sa taille augmente avec la croissance de la plante. Cet organite est le site d'hydrolyse des macromolécules, de l'accumulation de réserves ou de substances particulières, parfois toxiques voire de déchets, ce qui lui confère un rôle de détoxification de la cellule.

2.3.2.2 Les Plastes

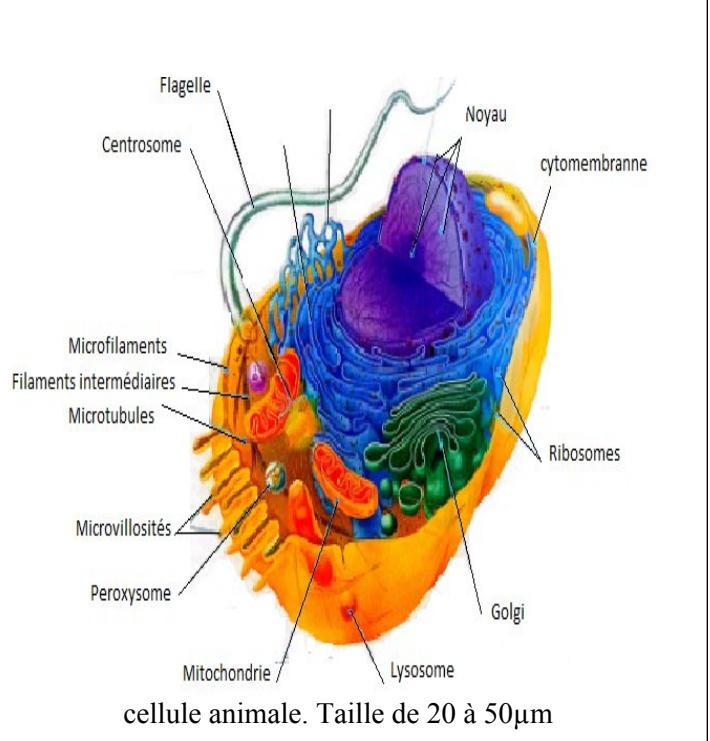
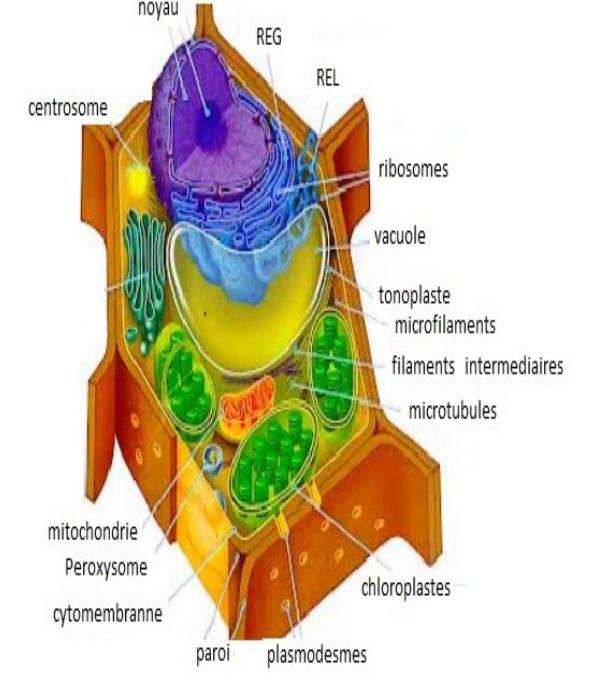
Les plastes sont présents dans les plantes et les algues. Les plus connus sont les chloroplastes, qui sont le siège de la photosynthèse. Ils possèdent également leur propre génome.

2.3.2.3 Plasmodesmes

Les plasmodesmes sont des canaux reliant les pores de la paroi cellulaire, ce qui permet à chaque cellule végétale de communiquer avec les cellules adjacentes.

Le tableau 03, montre une comparaison entre les deux cellules animale et végétale. Les principales différences de l'ultrastructure cellulaire entre la cellule animale et végétale.

Tableau 03 : Les principales différences de l'ultrastructure cellulaire entre la cellule animale et végétale.

 <p>cellule animale. Taille de 20 à 50µm</p> <p>(Biologie 7^{ème} Edition)</p>	 <p>cellule végétale. Taille de 50 – 100µm</p> <p>(Biologie 7^{ème} Edition)</p>
<p>Organites typiques à la cellule animale</p> <ul style="list-style-type: none"> -Centrosome pourvu d'une paire de centrioles -Flagelle, composé de microtubules membraneux - Microvillosités (cellule intestinales), augmentent la surface de la cellule -Lysosomes : dégradent les organites et hydrolysent les macromolécules -Absente -Absente -Absentes -Absentes - particules de glycogène dans le cytosol 	<p>Organites typiques à la cellule végétale</p> <ul style="list-style-type: none"> -Centrosome, sans centrioles - Absent - Absent -Absents -vacuole volumineuse, centrale. Entourée d'une membrane appelée tonoplaste -paroi cellulosa - chloroplastes -Plasmodesmes : canaux traversant la paroi et relient le cytoplasme des cellules adjacentes - particules d'amidon dans le cytosol