

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Constantine 1-  
Institut des sciences vétérinaires khroub  
Département de préclinique**

**COURS DE CYTOPHYSIOLOGIE**

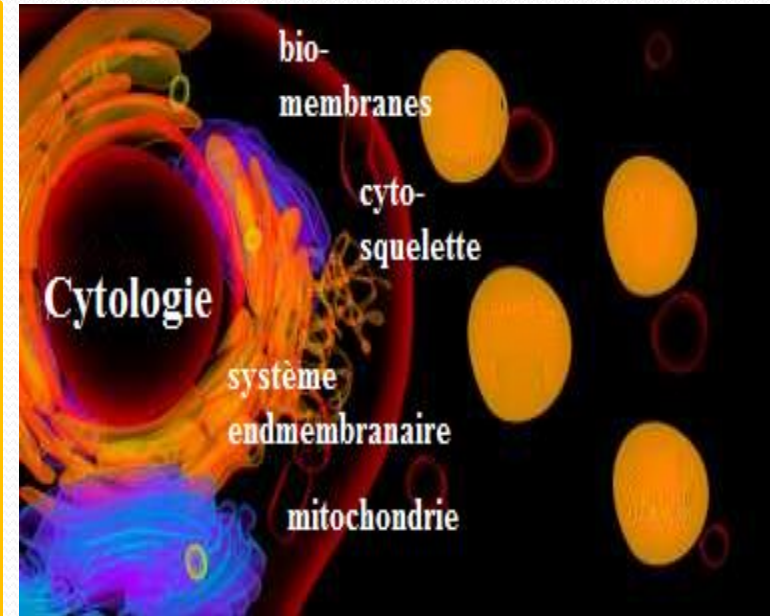
**La cellule: ses organites et leurs fonctions**

**Présentés par l'Enseignante : Dr . ALLAOUI . A  
Doctorat en Maîtrise des facteurs de la reproduction chez les Herbivores  
Année universitaire 2023 – 2024.**

# Introduction à la cytologie

- **Cytologie, Cytophysiologie ou Biologie cellulaire**
- La **cytologie** (Cyto : Cellule /Logie : Etude) est l'étude microscopique de la morphologie de la physiologie et de la fonction de la cellule vivante en général.

Dans ce module de cytophysiologie nous allons décortiquer la cellule animale afin d'en connaître ses différents organites et constituants, ainsi que leurs fonctions.



## **Pré requis**

- Notions de base sur la cytologie, la biologie animale et sur l'expérimentation cellulaire

# Objectifs pédagogiques de l'enseignement

**A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit :**

- **Faire la distinction entre les différents types cellulaires et leurs composants**
- **Connaitre la classification des êtres vivants sur la base de leur composition en cellules et leur physiologie**
- **Comprendre et expliquer des processus physiologiques intracellulaires**
- **Comprendre les notions de base liées à la communication cellulaire.**
- **Comprendre les notions de base liées à la bactériologie et virologie.**

# **Objectifs pédagogiques de l'enseignement**

- **Connaitre les techniques d'étude des surfaces cellulaires**
- **Connaitre les techniques de localisation et de suivi des constituants cellulaires**
- **Connaitre les techniques de mise en évidence des mouvements des constituants cellulaires**
- **Connaitre les techniques de séparation des organites cellulaires**

# CYTOP : CYTOPHYSIOLOGIE (45H)

- **Modalités d'enseignement**

- L'enseignement est assuré sous forme de :
- **Cours Magistraux : 30 H** (dont 6H seront consacrées au travail personnel de l'étudiant)
- **Travaux Dirigés (TD) : 15H.**
- Les cours complets sous forme de diaporamas **sont donnés à chaque fin de cours** (cours expliqués + schémas (attention aux schémas et aux illustrations) + annotations)

# Modalités d'Evaluation

- Les questions des examens seront sous forme de (**QCM** (Questionnaire à Choix Multiple), **QCS** (Questions à Choix Simple) **ou CROQ** (Question à Réponse Ouverte Courte)) attention même les schémas et les illustrations sont à prendre en considération
- Un travail personnel sous forme d'exposé est à réaliser. Les thèmes proposés seront donnés pendant les séances du cours à l'amphi

# Modalités d'Evaluation

- **Évaluation continue : (EC)** La note de l'évaluation continue sera basée sur: **la note des TD, des interrogations, l'assiduité et la participation en classe, ainsi que sur la note des travaux personnels réalisés par l'étudiant sous forme d'exposés.**
- **Examen de Moyenne Durée : (EMD)** un examen de moyenne durée sera programmé à la fin de la première série de l'enseignement de la matière.
- La note finale de la première série est calculée comme suit :
- **$[(EMD \times 0,7) + (EC \times 0,3)] \times 3$  (coefficient).**



# **COURS DE CYTOPHYSIOLOGIE**

## **Schéma général des cellules Procaryotes et Eucaryotes**

**Présentés par l'Enseignante : Dr . ALLAOUI . A**  
**Doctorat en Maîtrise des facteurs de la reproduction chez les Herbivores**

# Chapitre I: Schéma général des cellules Procaryotes et Eucaryotes

1. Définition de la cellule


2. Etres unicellulaire et pluricellulaire

2.1. Plan d'organisation cellulaire

2. 1.1. Cellule Procaryote

 Organisation générale

2. 1.2. Cellule Eucaryote

 Ultrastructure d'une cellule Eucaryote: Noyau/ Membrane plasmique / Cytoplasme/ Réticulum endoplasmique/ Appareil de Golgi/ Mitochondries/ Cytosquelette / Peroxysomes

 Cellule végétale : Paroi pectocellulosique/ Vacuole/ Plastes

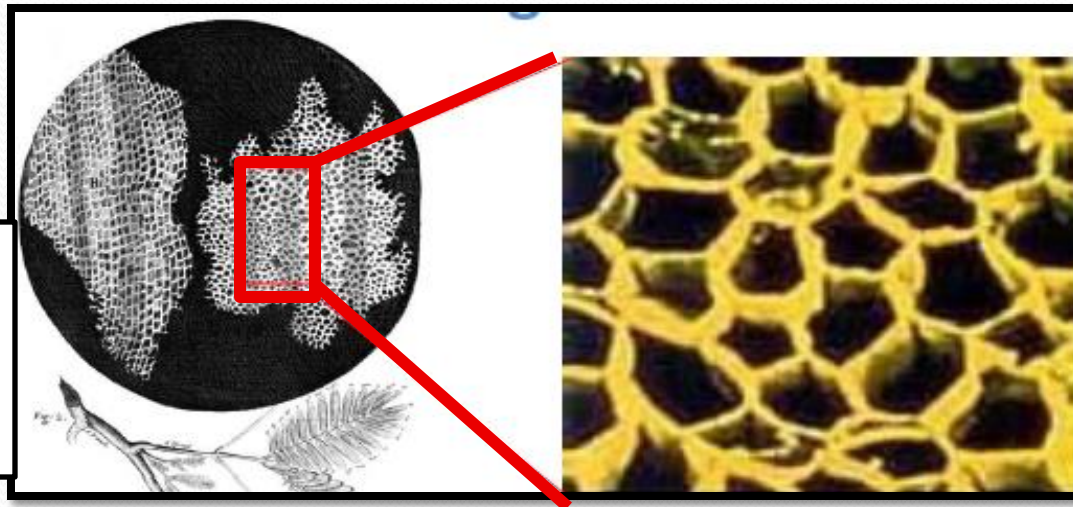
 Cellule animale : Lysosomes / Centrosome

# Définition

La **cellule** (en latin *cellula* signifie petite chambre) est un **compartiment cloisonné** (une structure fermée) par une **biomembrane** renfermant un **matériel génétique** plus un liquide visqueux appelé **cytoplasme**

La cellule représente l'unité structurale, fonctionnelle et reproductrice constituant tout (**bactérie**) ou **partie d'un être** (**animal ou végétal**) vivant

Morceau de liège observé au microscope optique  
Observation à l'origine du mot cellule



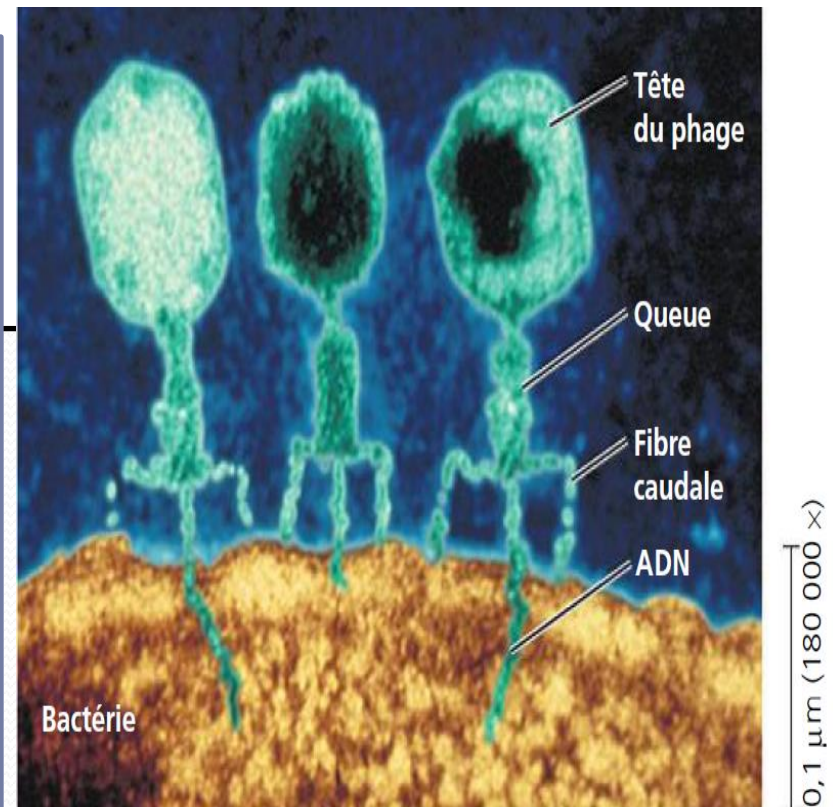
- Quelles que soient leur forme, leur dimension, leur spécialisation, et leur mode de vie, toutes les cellules vivantes (Eucaryotes ou Procaryotes) présentent une structure fondamentale caractérisée par la présence des trois éléments suivants :

- 1) Membrane cellulaire ou membrane plasmique, sans laquelle, les biomolécules intracellulaires seraient diluées dans le milieu environnant.**
- 2) Région qui contient le matériel génétique, retrouvée à l'intérieur de la cellule avec les molécules qui peuvent lire et copier les instructions héréditaires.**
- 3) Cytoplasme : région entre le noyau (ou l'ADN) et la membrane cellulaire.**

**Les virus quant à eux ne sont pas considérés comme des êtres vivants car ils ne présentent pas de structure cellulaire, n'ont aucun métabolisme propre et ne peuvent être reproduits que grâce à des cellules vivantes qu'ils sont obligés d'infecter pour assurer leur cycle de multiplication (parasitisme absolu).**

**Figure: Des virus infectant une cellule bactérienne.**

Des virus bactériens (bactériophages) se fixent aux cellules bactériennes hôtes et leur injectent leur matériel génétique à travers la membrane plasmique tandis que les parties de la tête et de la queue restent à l'extérieur sur la surface bactérienne (MET: Microscopie électronique en transmission).

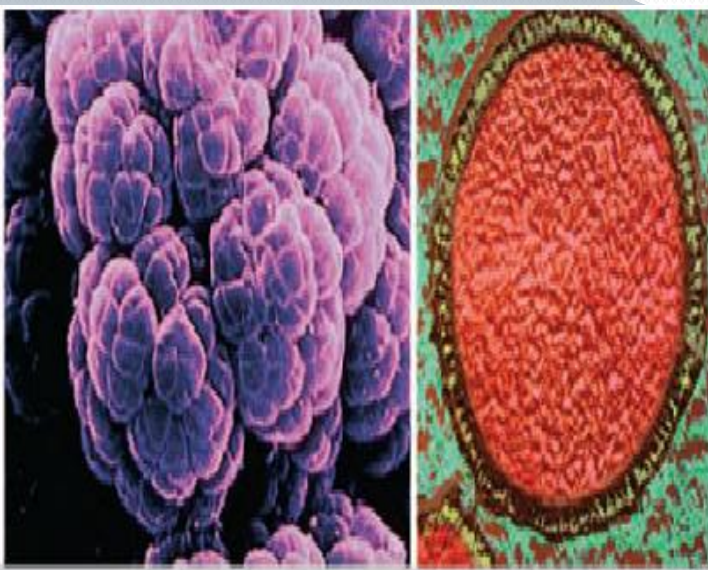


# **Etres unicellulaires et pluricellulaires**



# **Plan d'organisation cellulaire**

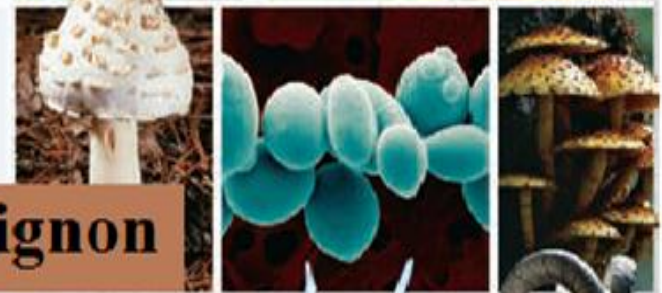
Archées



Plantes



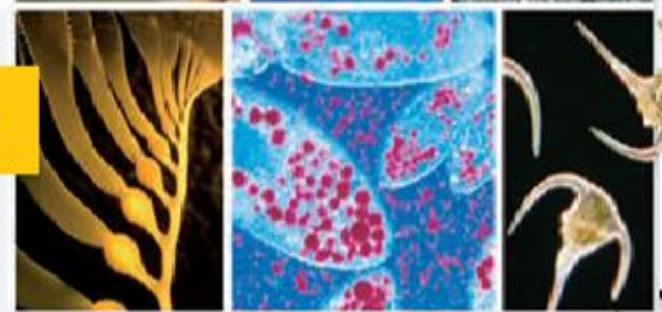
Champignon



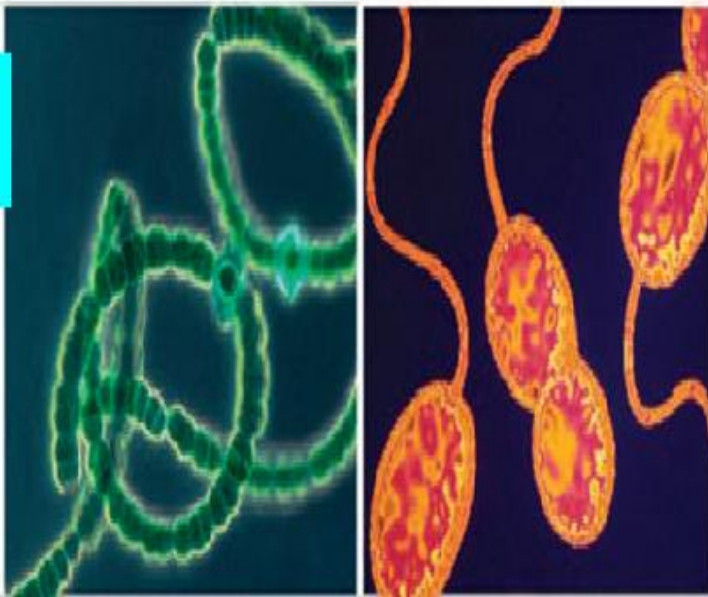
Animaux



Protistes



Bactéries



(a)

(b)

**Figure: Diversité de la vie: (a) Etres vivants à cellules Procaryotes  
(b) Etres vivants à cellules Eucaryotes**



# Plan d'organisation cellulaire

**Organismes unicellulaires**

**Organismes pluricellulaires**

**Cellules Procaryotes**

**Cellules Eucaryotes**

**Cellules Eucaryotes**

**Domaine des Archébactéries (Archées, ou *Archea*),**

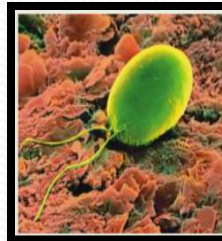


**Domaine des Eubactéries (Bactéries, ou *Bacteria*)**



*Helicobacter pylori*  
(MET, cliché coloré artificiellement).

**Protistes**



**Animaux**



**Plantes**



**Champignon**



❑ Au plan strictement structural, l'ensemble des êtres vivants actuels se répartit en deux grands groupes seulement :

## **I. Les Procaryotes**

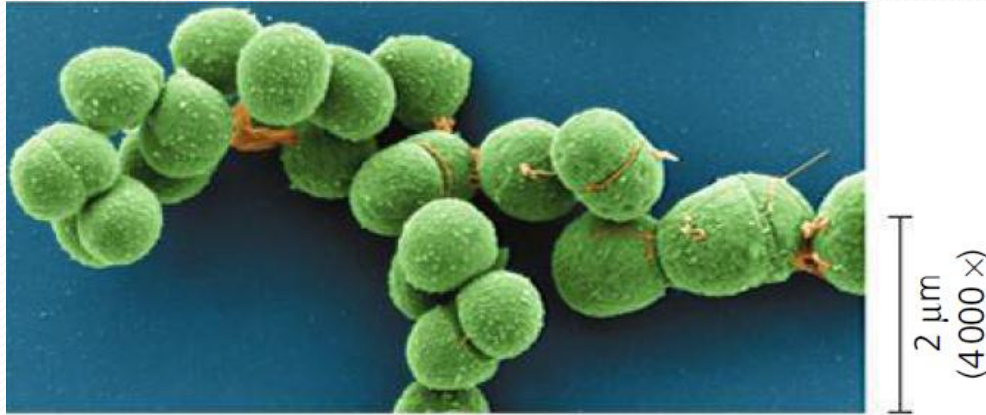
**Les Procaryotes** comprennent le domaine des Archées et le domaine des Bactéries.

## **II. Les Eucaryotes**

**Les Eucaryotes**, sont représentés à la fois par des micro-organismes unicellulaires : les Protistes, mais surtout par des êtres pluricellulaires : les Algues pluricellulaires, les Champignons, les Végétaux et les Animaux.

# Etres vivants Procaryotes et unicellulaires

## A. Domaine des Archées.

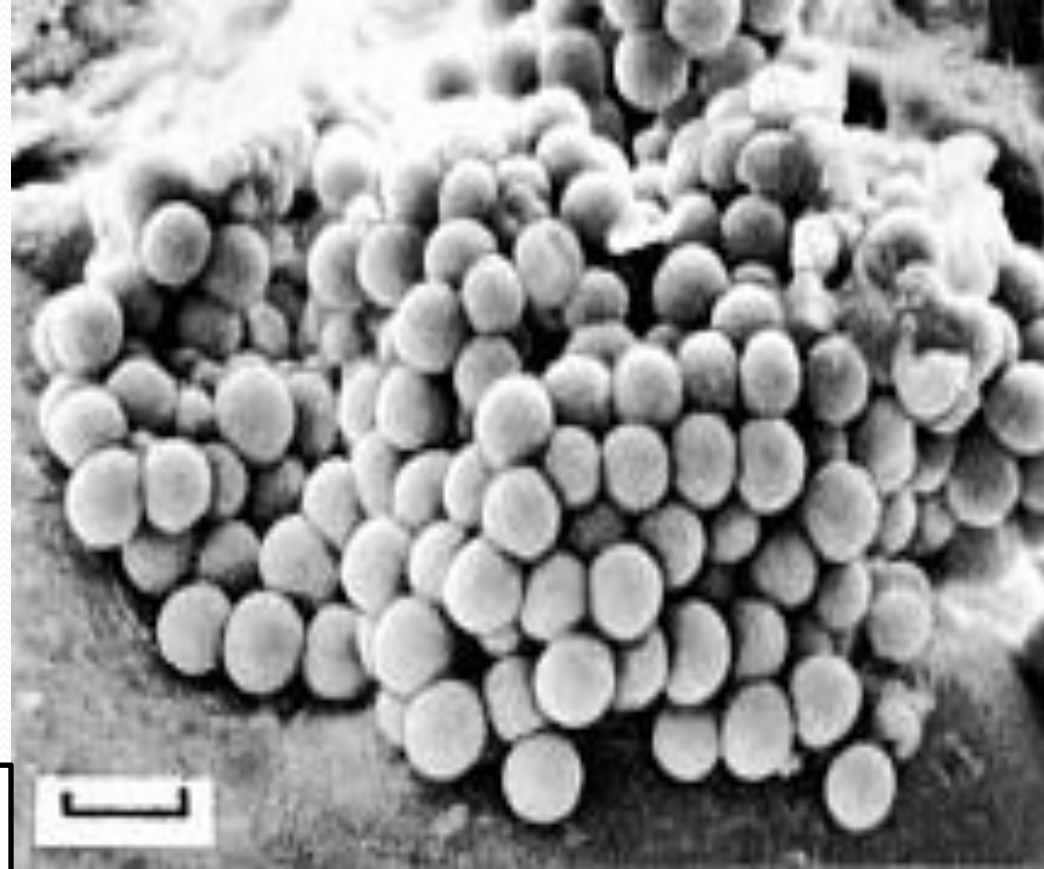
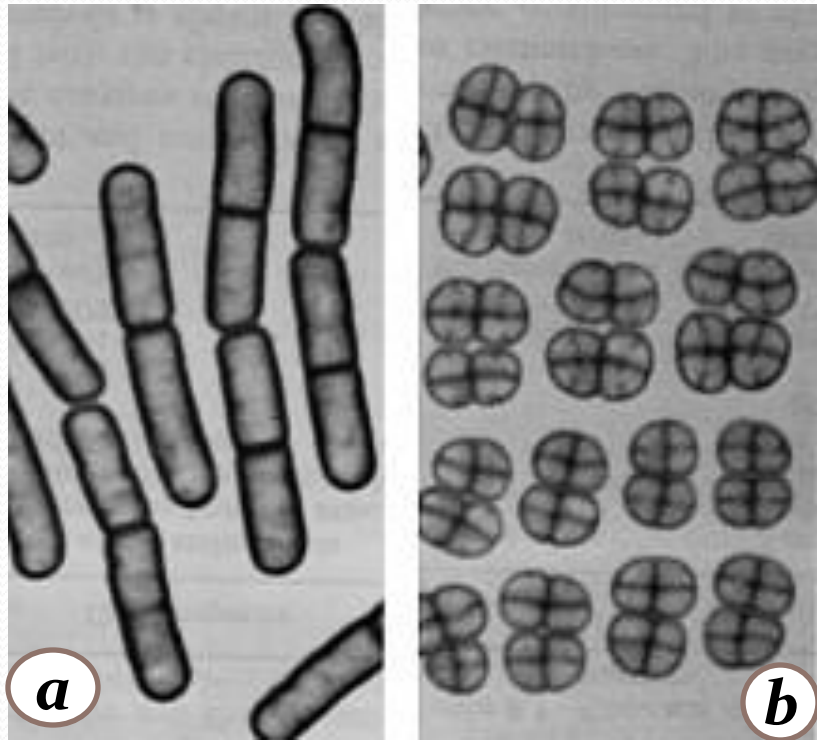


**Figure:** colonie d'archées  
Chacune des structures  
rondes de cette  
micrographie est une  
archée

- Les Archées sont des cellules Procaryotes. Elles forment un groupe à part des autres êtres vivants car elles présentent des données biochimiques, physiologiques et moléculaires très nombreuses et différentes à la fois de celles des Eubactéries et des Eucaryotes.
- Le domaine des Archées se distingue des Bactéries notamment par l'absence d'espèces pathogènes pour les humains ou même pour les animaux.
- La plupart des organismes du domaine des Archées vivent dans des milieux extrêmes, comme les lacs salés.

# Etres vivants Procaryotes et unicellulaires

## B. Domaine des Bactéries « classiques » dites Eubactéries.



**Figure:** Morphologie de quelques cellules bactériennes : **bacilles** et **coques** (x 2 600)

**(a)** *Bacillus megaterium*;  
**(b)** *Tetracoccus canadensis*

**Figure:** Colonie de *Staphylococcus aureus* observée en microscopie à balayage; (barre = 2  $\mu\text{m}$ ).

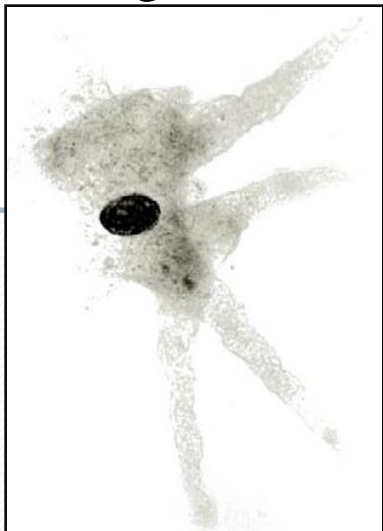
# Êtres vivants Eucaryotes et unicellulaires

Les **Protistes** comprennent principalement les êtres vivants **Eucaryotes et unicellulaires**,

Les protistes sont de deux types :

1. plus étroitement apparentés aux Animaux : les protozoaires (exemple : amibes et paramécies).
2. plus étroitement apparentés aux Végétaux comme les Algues vertes unicellulaires .

**Les Protistes**, présentent des milieux et des modes de vie très divers : ils sont rencontrés aussi bien en milieu marin qu'en eau douce mais également dans le sol.

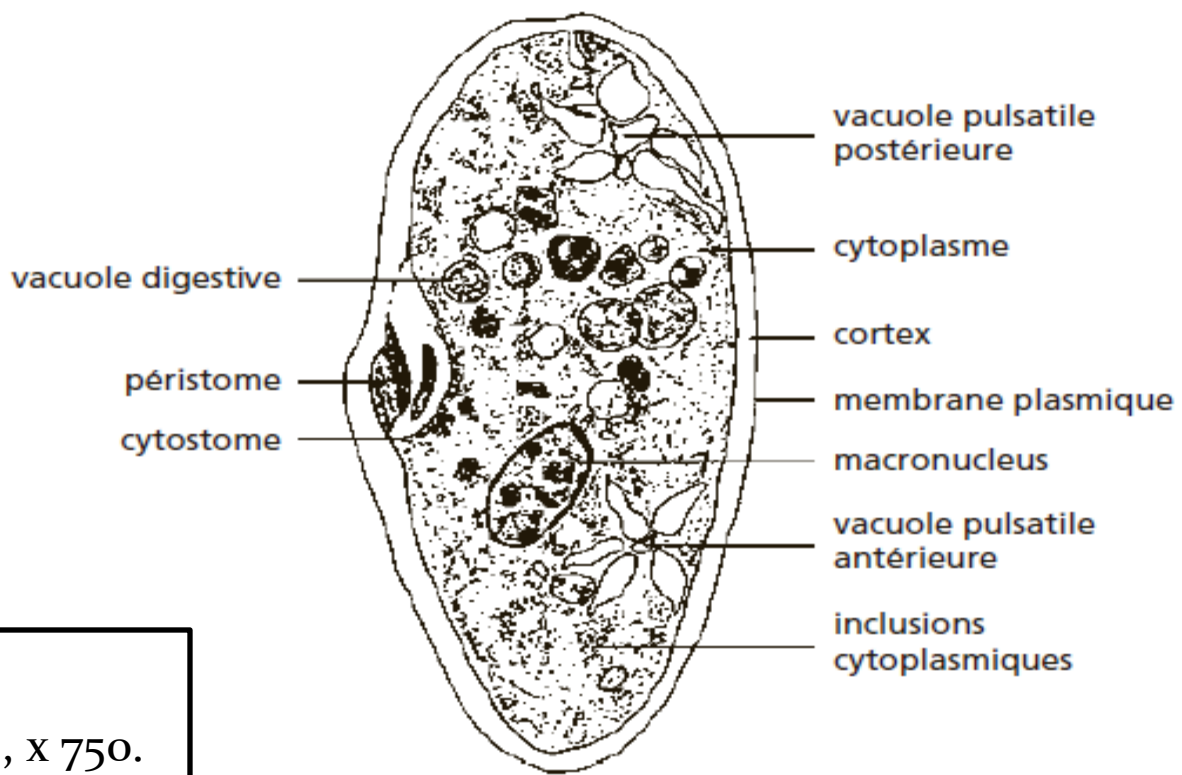


*Amibe*  
**Microscopie  
optique**  
(montage in  
toto), x 400.

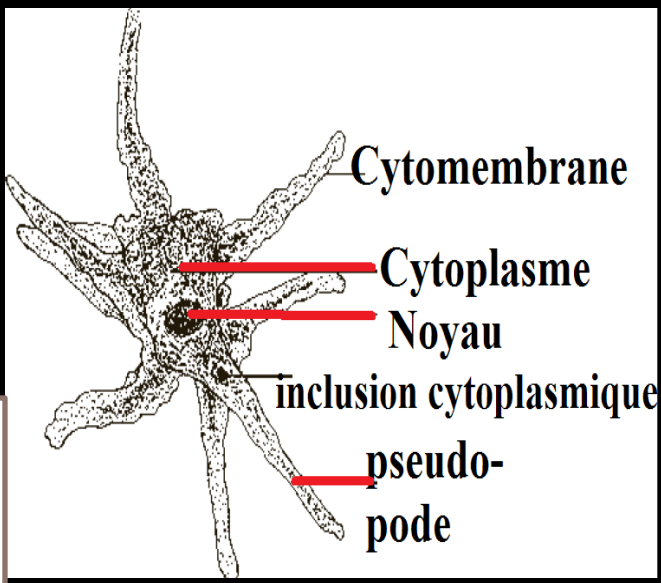
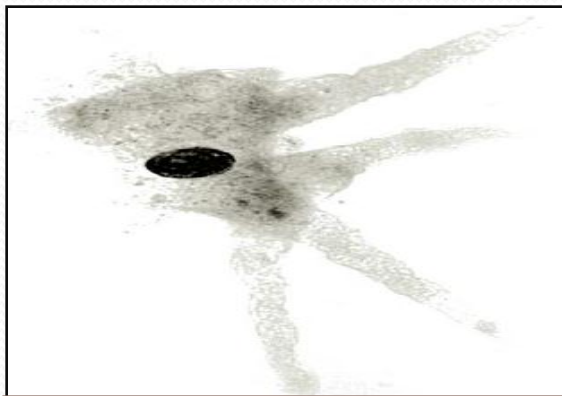


*Paramécie*  
**Microscopie  
optique**  
(montage in  
toto), x 400.

- Ces organismes sont constitués par une cellule unique, possédant l'organisation typique de toute cellule eucaryote. Limitée par une membrane, elle est composée d'un cytoplasme structuré par un système de fibrilles, dans lequel baignent divers organites. Le matériel génétique est contenu dans un noyau.
- Cette cellule est à elle seule un organisme et réalise l'ensemble des fonctions caractéristiques de la vie.
- Elle présente ainsi des structures dont la **différenciation** est poussée, qui lui permettent de se mouvoir, de s'alimenter, d'excréter et de contrôler sa pression osmotique.

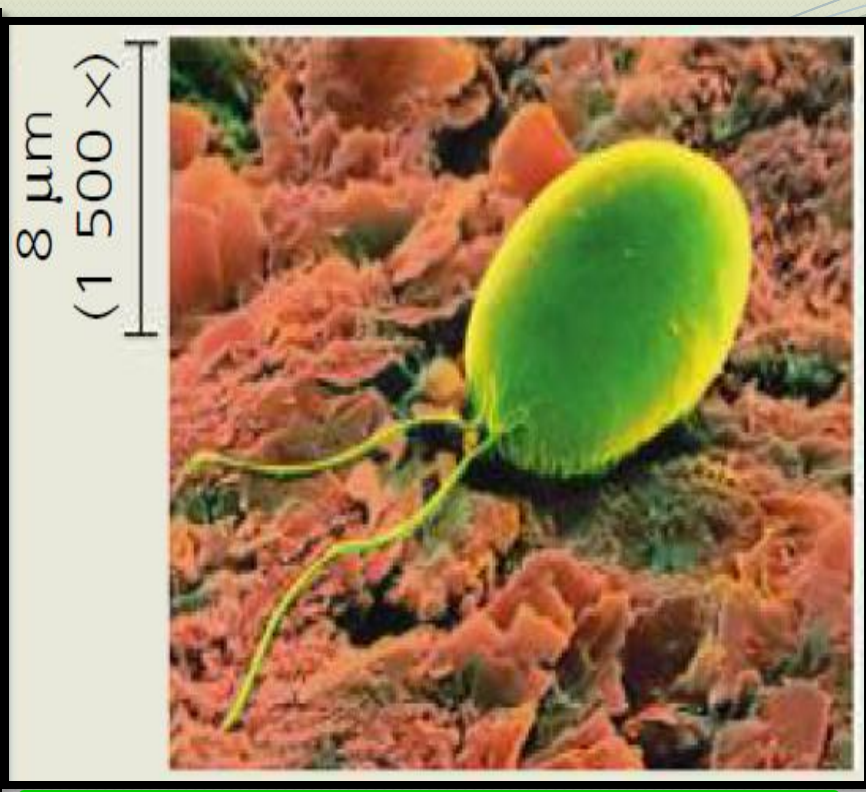
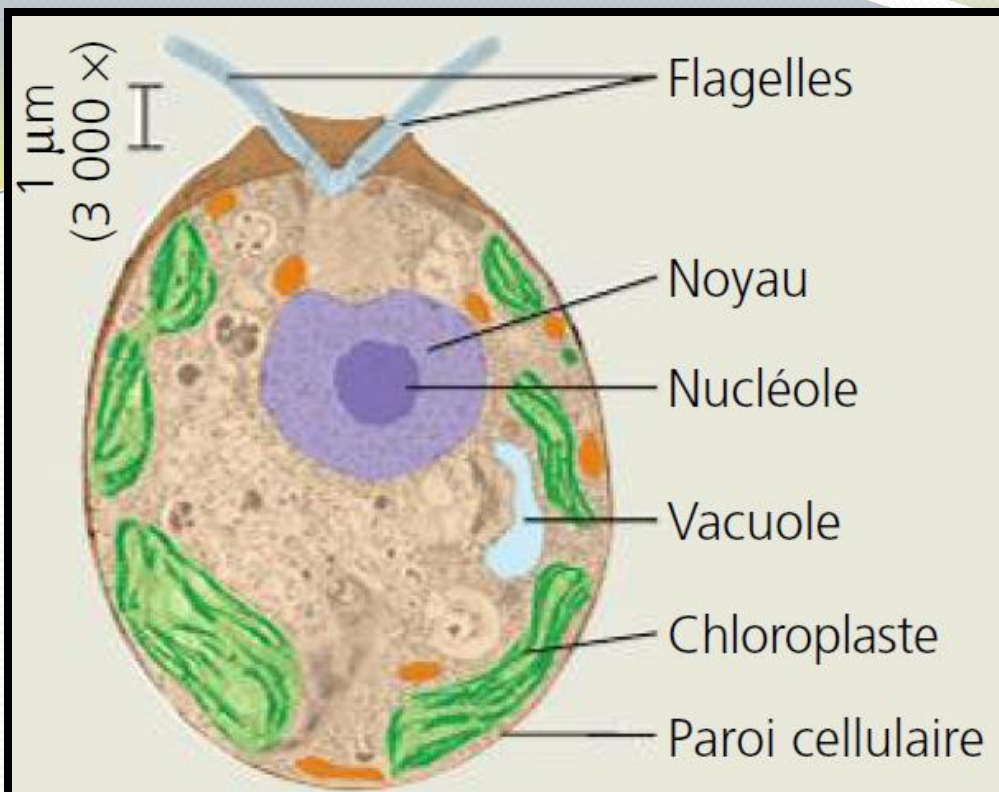


Cellule d'une *Paramecie*:  
 Microscopie à contraste de phase), x 750.



**Figure: *Amibe***  
**Microscopie optique**  
 (montage in toto), x 400.

**Protozoaires**  
 protistes apparentés  
 aux cellules  
 animales : ici  
 une *Paramecie* et  
 une *Amibe*



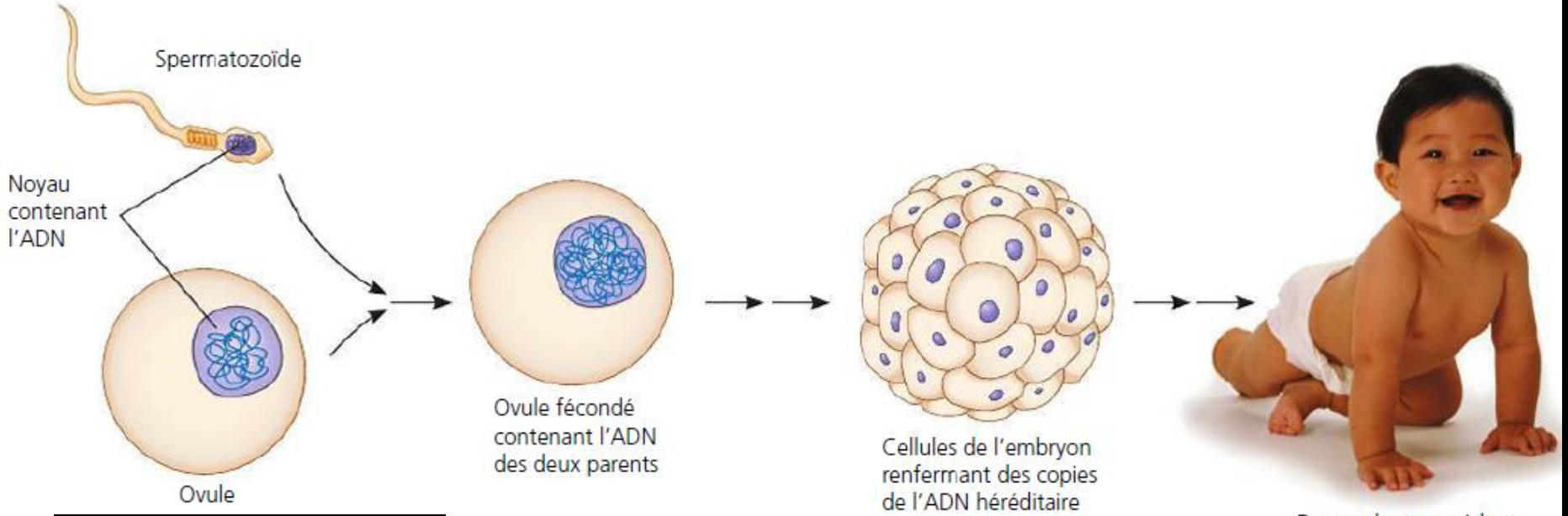
**Figure:** *Chlamydomonas*  
 Observation en Microscopie  
 électronique en transmission  
 (MET) colorisée







**Figure:** *Chlamydomonas*  
 Observation au microscope  
 électronique à balayage  
 (MEB) colorisée





**Figure:** protiste apparenté aux cellules Végétales ici **une**  
**Algue verte unicellulaire** « *Chlamydomonas* »







# Êtres vivants Eucaryotes et pluricellulaires



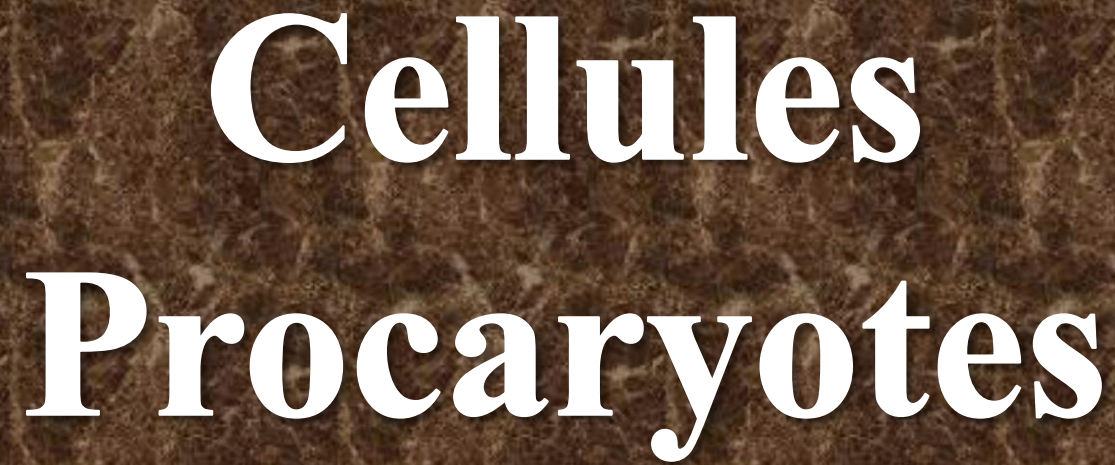

- Actinoptérygiens (Poissons à nageoires rayonnées) 
  - Actinistiens (coelacanthes) 
  - Dipneustes (Poissons pulmonés) 
  - Amphibiens (grenouilles, salamandres) 
  - Reptiles (tortues, serpents, crocodiles, Oiseaux) 
  - Mammifères 
- Tétrapodes**
- Amniotes**

- Achigan 
- Grenouille 
- Tortue 
- Léopard 

- Mollusques 
- Annélides 
- Arthropodes 
- Nématodes 

# Êtres vivants Eucaryotes et pluricellulaires





# Cellules Procaryotes

# Organisation générale

- ❑ Les cellules **Procaryotes**, sont des cellules de très petite taille: Taille typique de 1 à 10  $\mu\text{m}$  de diamètre et de quelques  $\mu\text{m}$  de longueur
- ❑ Elles ne présentent pas ou peu de compartimentation au sein de leur cytoplasme (absence des organites cellulaires limités par des membranes).
- ❑ Leur matériel génétique est dispersé dans le cytosol sous forme de **nucléoïde** : pas de véritable noyau.

❑ **Paroi cellulaire** - structure continue, rigide ou semi-rigide. Donne un support physique et une forme à la cellule. Souvent recouverte de polysaccharides. Retrouvée chez la plupart des espèces bactériennes

❑ **Membrane plasmique** - contrôle le mouvement des substances qui entrent ou sortent du cytoplasme. Porte aussi des récepteurs pour les molécules requises pour les réactions métaboliques et peuvent porter des protéines qui participent à la photosynthèse et la respiration cellulaire chez les procaryotes

❑ **Cytosol** - une petite quantité

❑ **Ribosomes** - 2 sous-unités différentes de celles des eucaryotes, synthétisent les protéines dans le cytoplasme.

## Les éléments inconstants des cellules bactériennes :

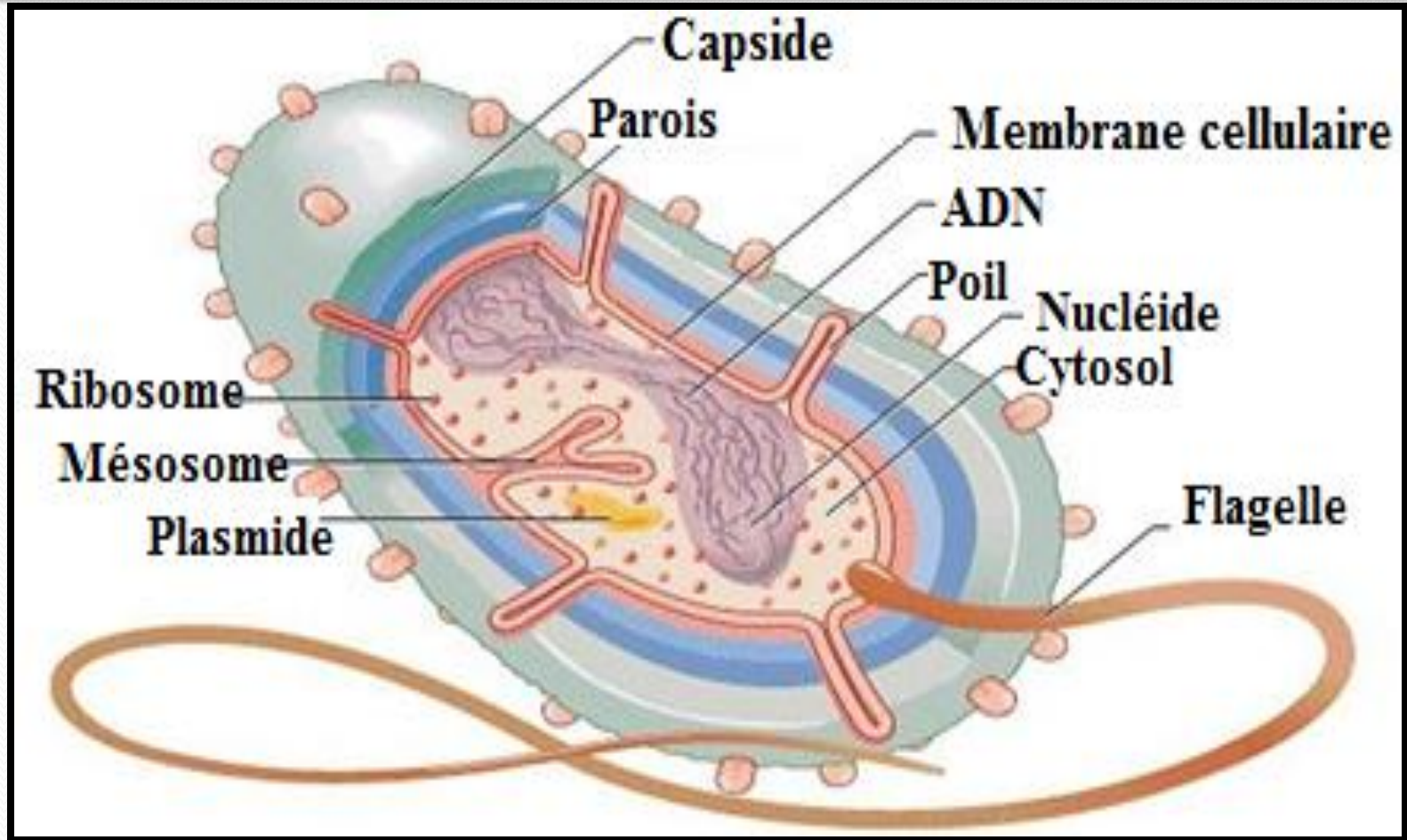
❑ **Capside** : substance visqueuse, plus ou moins épaisse qui entoure la paroi. Possédant un pouvoir pathogène, elle permet à la bactérie d'adhérer plus facilement aux autres êtres vivants tout en la protégeant de la phagocytose.

❑ **Les plasmides** : éléments génétiques extrachromosomiques capables d'auto-réplication. Petits fragments d'ADN, environ cent fois moins volumineux que l'ADN chromosomique, ils confèrent aux bactéries une résistance aux antibiotiques.

❑ **Les flagelles** : filaments longs, très fins servant au déplacement de plusieurs types de bactéries. Le nombre et la position des flagelles constituent un critère de classification des bactéries à flagelles.



❑ **Les pili** : Ce sont de minces tubes rigides au nombre important atteignant parfois les 1000 et composés de sous unités protéiques arrangées en hélice, servant de moyen de fixation aux surfaces environnantes. Ils sont aussi utilisés par la bactérie pour tirer la nourriture, quant aux pili sexuels ils servent au transfert de matériel génétique entre bactéries au cours d'un processus appelé conjugaison.

# Cellule Procaryote



**Figure :** Cellule Procaryote (Coupe théorique d'une cellule bactérienne).





# Cellules Eucaryotes

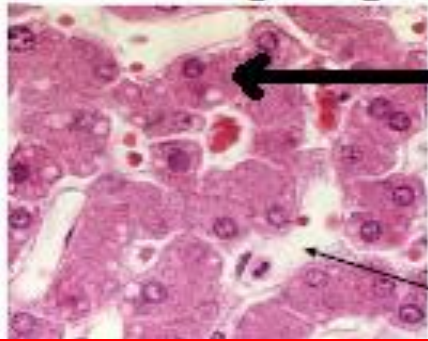
# Organisation générale

Les **Eucaryotes**, dont les cellules, de taille comprise entre 10 et 100  $\mu\text{m}$ , en général, sont beaucoup plus volumineuses que les cellules **Procaryotes** et présentent un cytoplasme hautement structuré, contenant une grande diversité d'organites tels que : le noyau, les mitochondries, le réticulum endoplasmique...

Dans le cas d'organismes multicellulaires, chaque cellule est une entité vivante qui fonctionne de manière autonome, mais coordonnée avec les autres cellules.

Bien que l'architecture fondamentale de toutes les cellules Eucaryotes comprenne **les membranes, les organites et le cytosol**, chaque type de cellule présente une forme caractéristique ainsi qu'un rôle physiologique bien précis

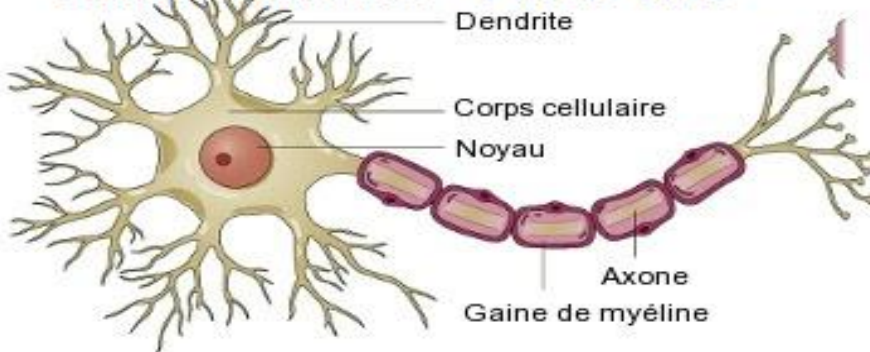
**lobule hépatique**



**Hépatocyte**

**sinusoïde**

**Cellule nerveuse = Neurone**



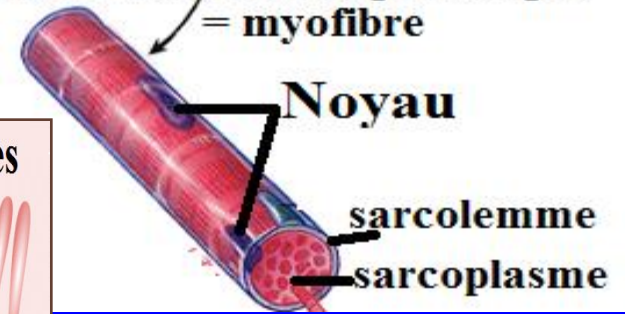
**microvillosités apicales**



**Entérocyte**

**cellule musculaire squelettique**

= myofibre

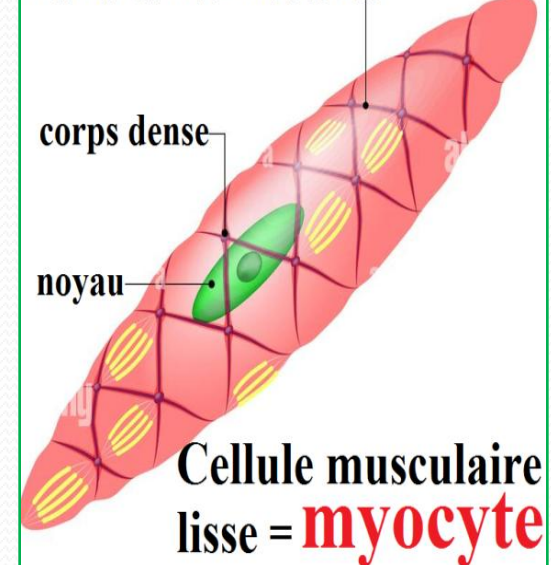


**Noyau**

**sarcolemme**

**sarcoplasme**

**filaments intermédiaires**



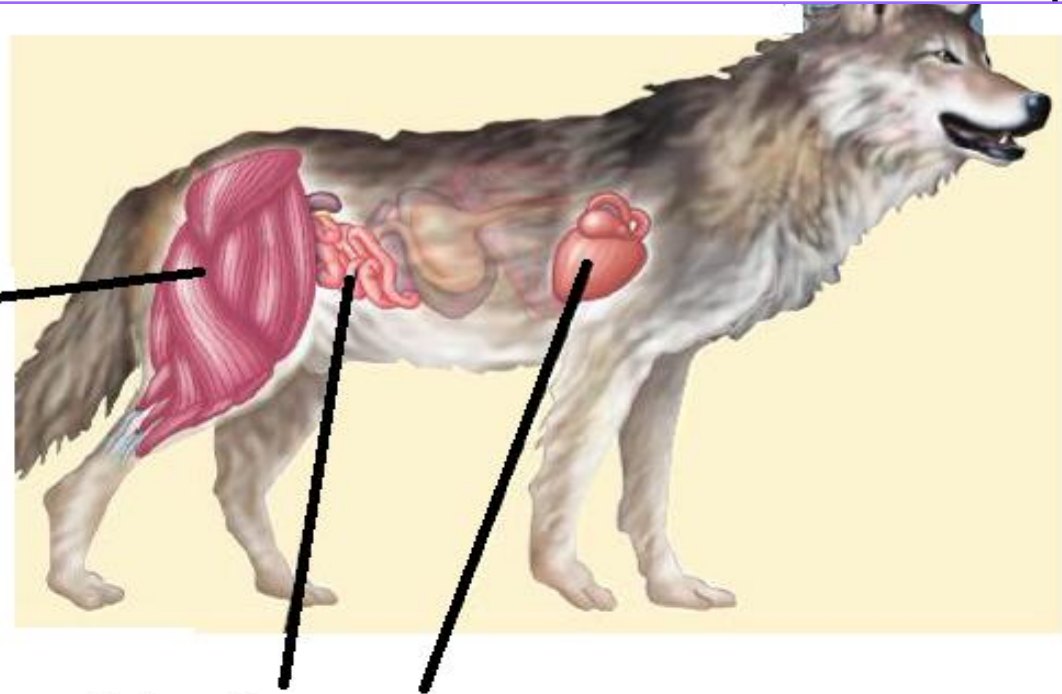
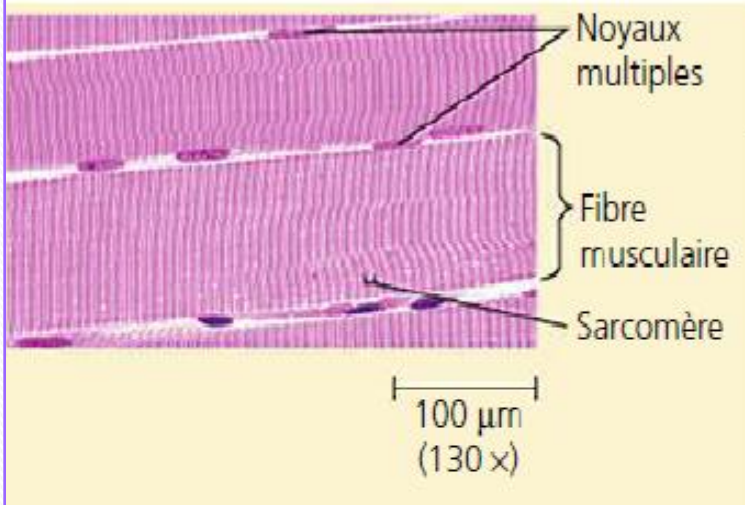
**corps dense**

**noyau**

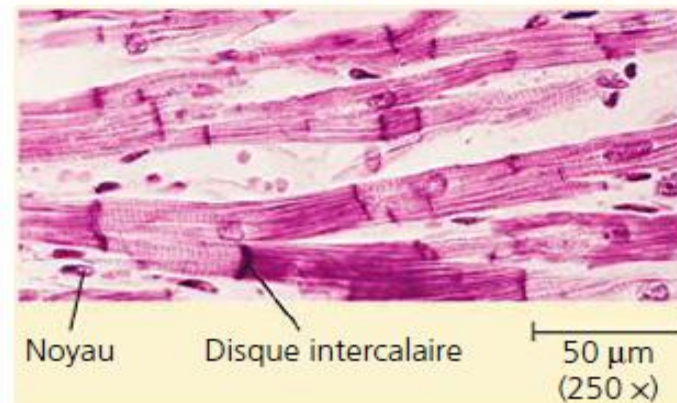
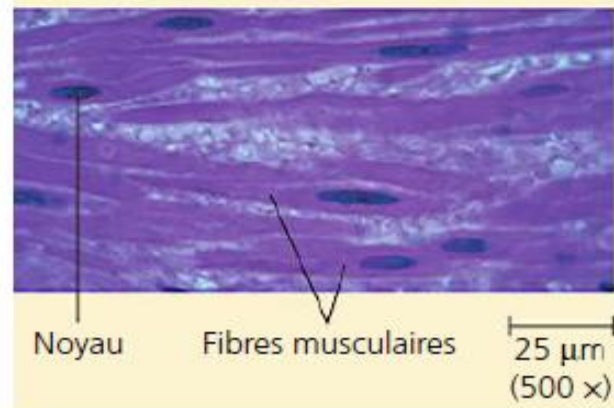
**Cellule musculaire lisse = myocyte**

**Chez les organismes multicellulaires, les cellules du même type sont réunies en tissus, eux-mêmes réunis en organes.**

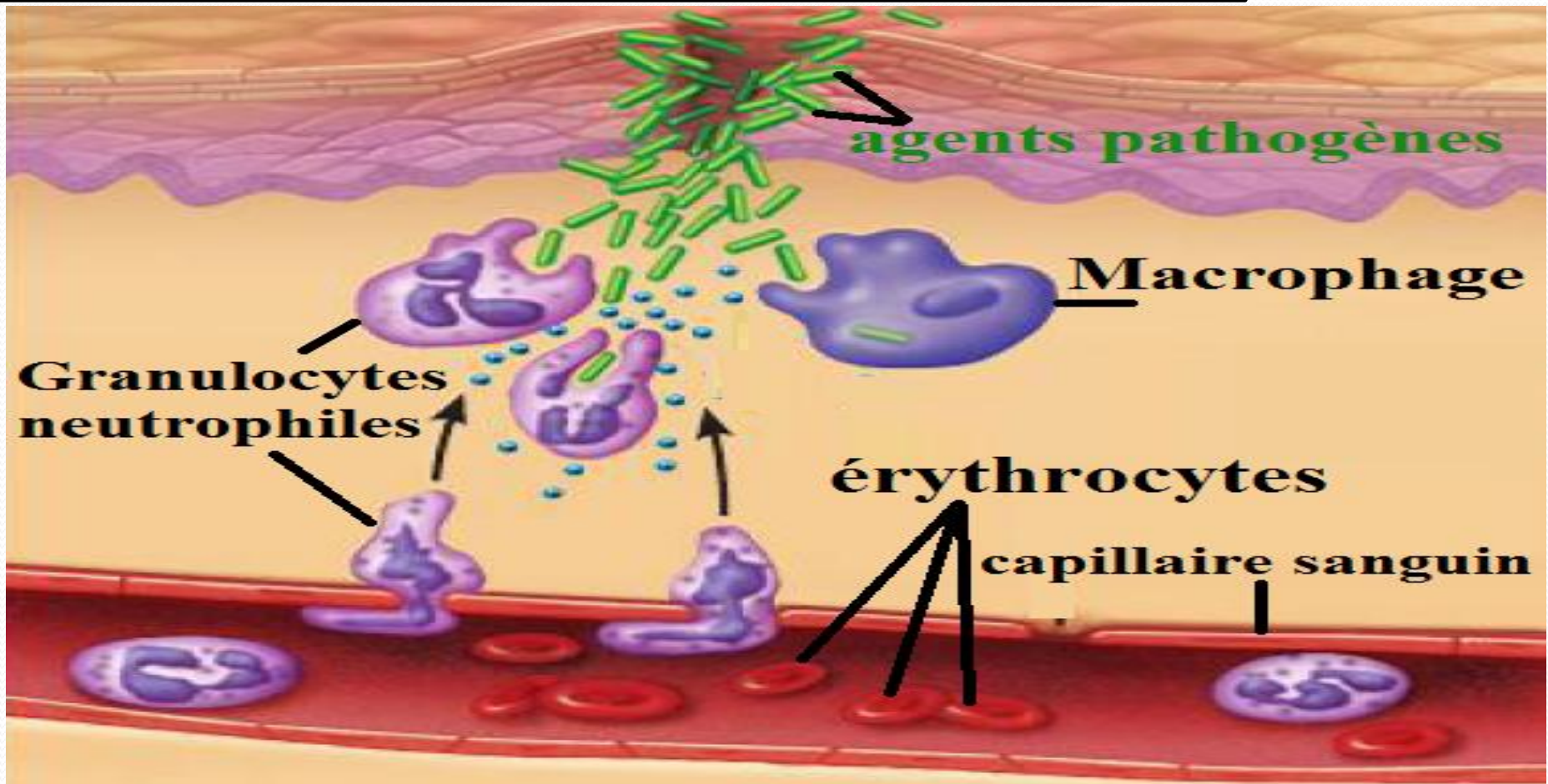
### **Tissu musculaire squelettique**



### **Tissu musculaire lisse Tissue musculaire cardiaque**



Ces cellules peuvent aussi être libres comme pour les hématies (appelées aussi globules rouges ou érythrocytes) et les cellules immunitaires (exemple: macrophages, granulocytes)



# Ultra structure

Toute cellule consiste en une masse liquide, le **cytoplasme**, circonscrite par une fine **membrane**, et incluant divers **organites**

Elles possèdent :

- Un **vrai noyau avec double membrane** qui renferme l'ADN.
- • Taille typique de **10-100  $\mu\text{m}$**  de diamètre
- • Fonctions cellulaires sont réparties chez **plusieurs organites** (Noyau, système end-membranaire, cytosquelette, mitochondries, peroxyosomes, plastides et vacuoles.....).

- **La membrane plasmique ou plasmalemme:** Délimitant la cellule, la membrane à perméabilité sélective contrôle à la fois passivement et activement les échanges entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule.
- **La paroi :** La membrane des cellules des végétaux est extérieurement doublée d'une épaisse paroi de cellulose assurant résistance et rigidité à la cellule. Les cellules animales ne présentent pas de paroi cellulaire
- **Le noyau :** régit la croissance et la multiplication cellulaire.

- **Le cytoplasme:** c'est-à-dire l'intérieur de la cellule à l'exclusion du noyau, contient toute la machinerie physiologique cellulaire, dont celle permettant d'exécuter les instructions envoyées par le noyau. Dans le cas des cellules **Eucaryotes** le cytoplasme regroupe l'hyaloplasme et les organites.
- **L'hyaloplasme** est une structure transparente, qui sert de support aux organites cellulaires, il comprend le cytosol et le cytosquelette.
- **Le cytosol** contient des enzymes, des sucres, des vitamines et divers précurseurs.



## •Le cytosquelette

Le cytosquelette est un ensemble de polymères filamenteux protéiques (microtubules microfilaments et filaments intermédiaires) constituant l'armature intracellulaire.

Le cytosquelette n'a pas d'équivalent chez les Procaryotes et représente une différence fondamentale entre les Procaryotes et les Eucaryotes.

## •Le centrosome et les centrioles

Le **centrosome** est un organite cellulaire, d'environ 1 micron, qui n'est pas entouré d'une membrane. Le centrosome est le centre organisateur des microtubules (ou MTOC). Il se compose d'une paire de centrioles.

Les **centrioles** forment les pôles qui permettent la formation du fuseau bipolaire qui favorise la division cellulaire: ils sont les "ancres" vers lesquelles les chromosomes se rassemblent au cours de la division cellulaire.

**Les cellules végétales ne contiennent généralement pas de centrosome et de centrioles.** Dans ce cas, le fuseau bipolaire est formé par des mécanismes alternatifs, indépendants des centrosomes.

## •Le réticulum endoplasmique

Le réticulum est un réseau de citernes aplaties au sein du cytoplasme.

Les protéines synthétisées sont contenues et maturées dans le réticulum.

## •Les ribosomes

Les ribosomes sont des granulations situées principalement à la surface d'une partie du réticulum; ils assurent la synthèse des protéines.

## •L'appareil de Golgi

**Appelé dictyosome dans les cellules végétales**, l'appareil de Golgi accumule et mature les sécrétions protéiques cellulaires.

## •Les mitochondries

Les mitochondries produisent l'énergie nécessaire à la vie de la cellule: ils sont le siège de nombreuses réactions chimiques dont la respiration.

## •Les plastes

**Présents chez les végétaux,** les plastes contiennent l'amidon et des pigments cellulaires, dont la chlorophylle; ils sont le siège de la photosynthèse.

## ▪ Les lysosomes

**Présents seulement dans les cellules animales,** les lysosomes contiennent les enzymes lytiques permettant la digestion cellulaire.

## • Les peroxysomes

Les peroxysomes contiennent des enzymes catalysant des réactions au cours desquelles du peroxyde d'hydrogène est formé ou décomposé.

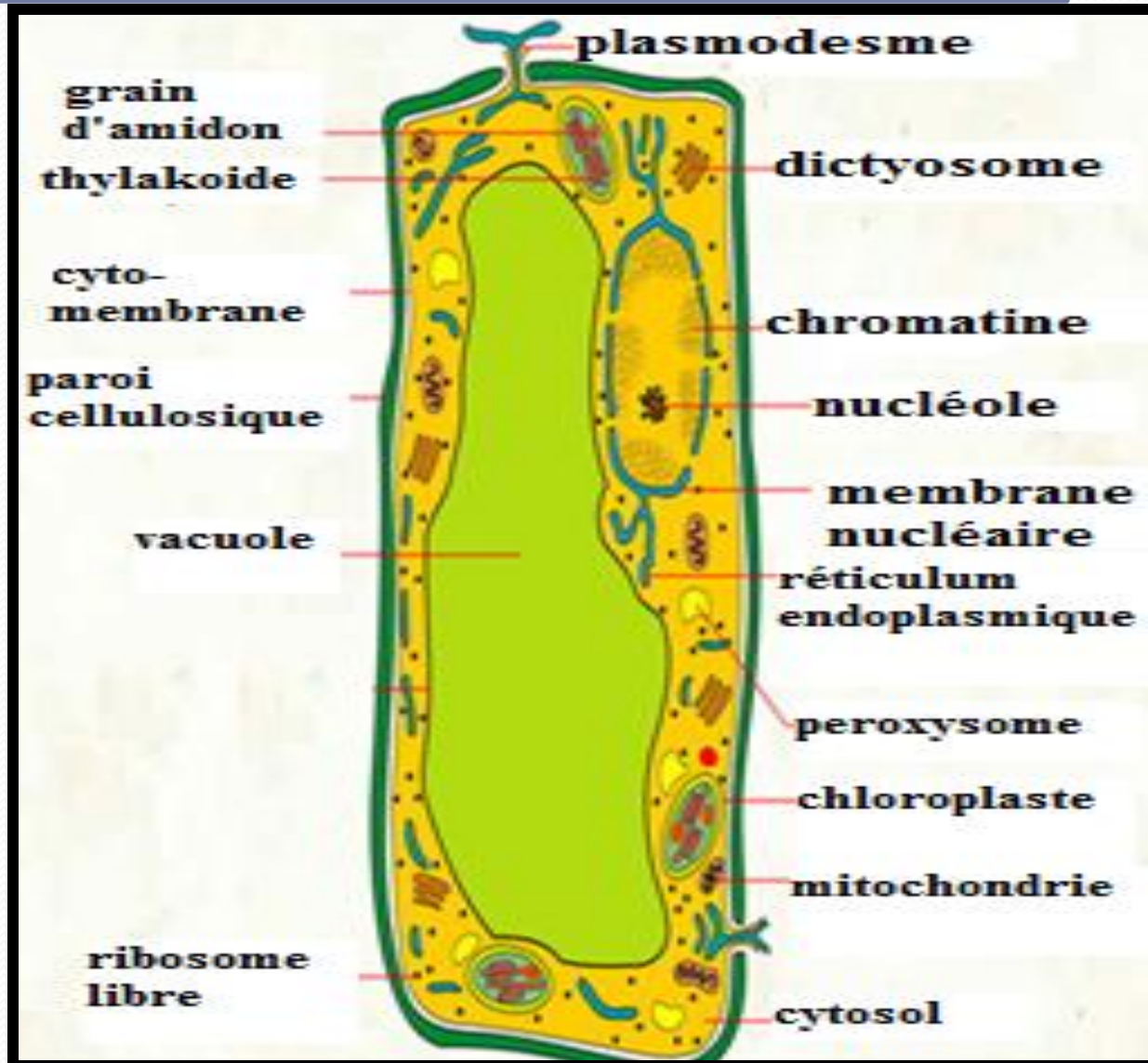
## • Les vacuoles

Les vacuoles sont de grands sacs membranaires qui accumulent l'eau en excès, des pigments et divers solutés.

# Cellule Eucaryote végétale

**Figure :**  
Cellules Eucaryotes  
(Coupes de cellules  
théoriques)  
**(a) cellule végétale**

Structures de la  
cellule végétale  
absentes de la  
cellule animale :  
**Chloroplastes**  
**Vacuole centrale**  
**Plasmodesmes**  
**Paroi cellulaire**



## **Structures de la cellule végétale absentes de la cellule animale**

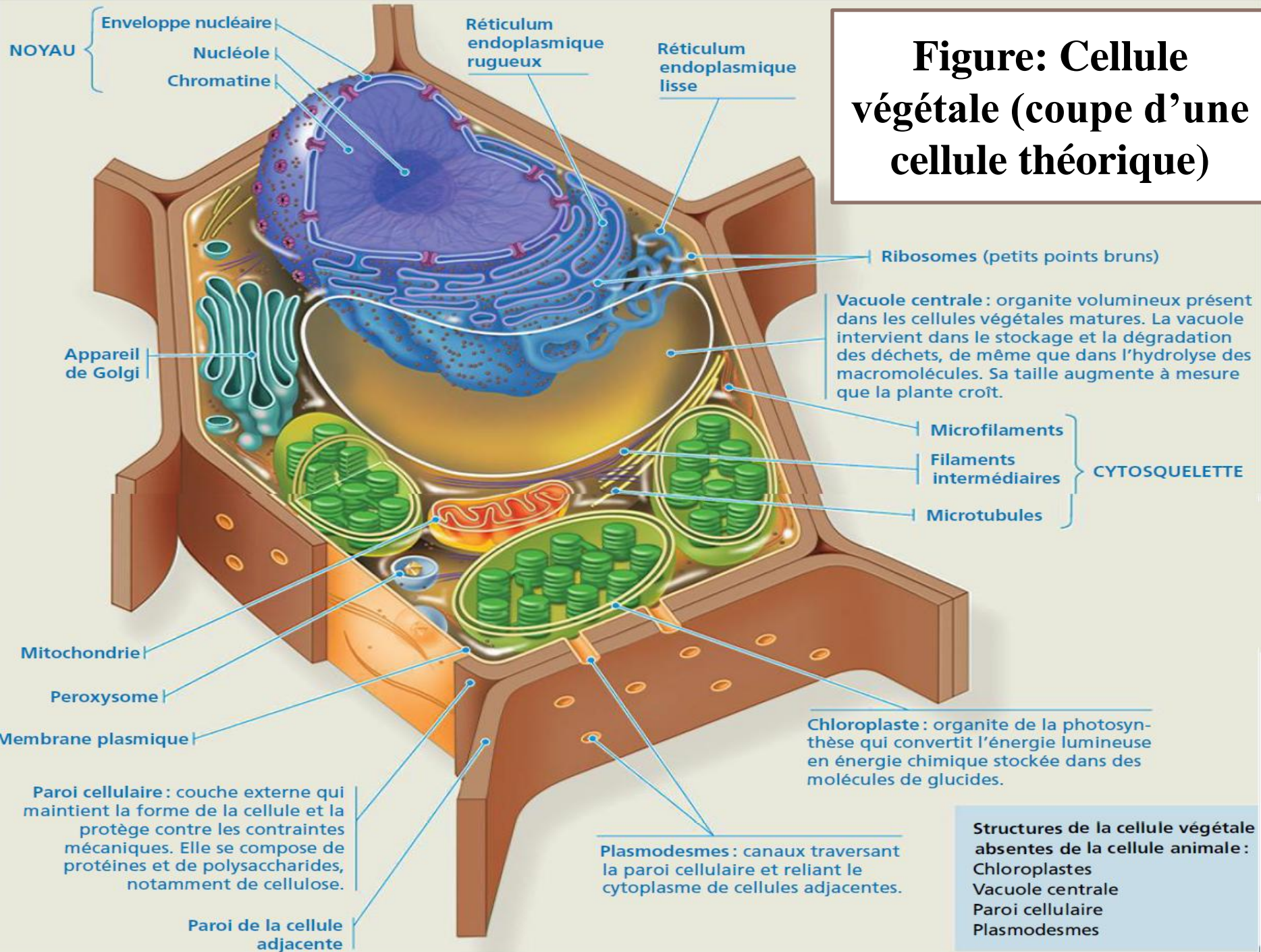
**1. Chloroplastes :** les plastes sont une famille d'organites végétaux de réserve mais aussi de synthèse. Le Chloroplaste est un organite de la photosynthèse qui convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique stockée dans des molécules de glucides

**2. Vacuole centrale :** organite volumineux présent dans les cellules végétales matures. La vacuole intervient dans le stockage et la dégradation des déchets, de même que dans l'hydrolyse des macromolécules. Sa taille augmente à mesure que la plante croît.

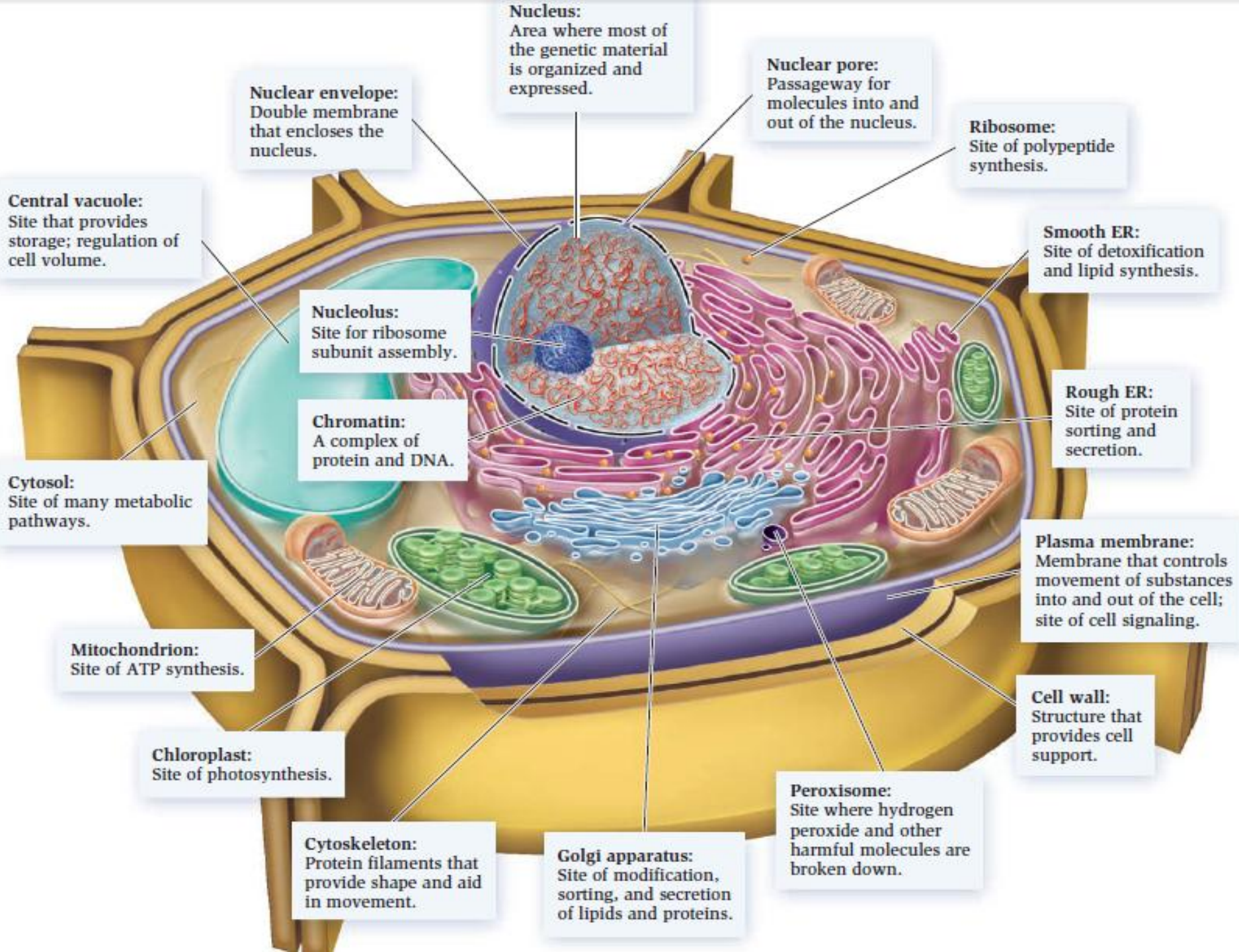
**3. Paroi cellulaire :** couche externe qui maintient la forme de la cellule et la protège contre les contraintes mécaniques. Elle se compose de protéines et de polysaccharides, notamment de cellulose

**4. Plasmodesmes :** canaux traversant la paroi cellulaire et reliant le cytoplasme de cellules adjacentes.

# Figure: Cellule végétale (coupe d'une cellule théorique)







# Cellule Eucaryote animale

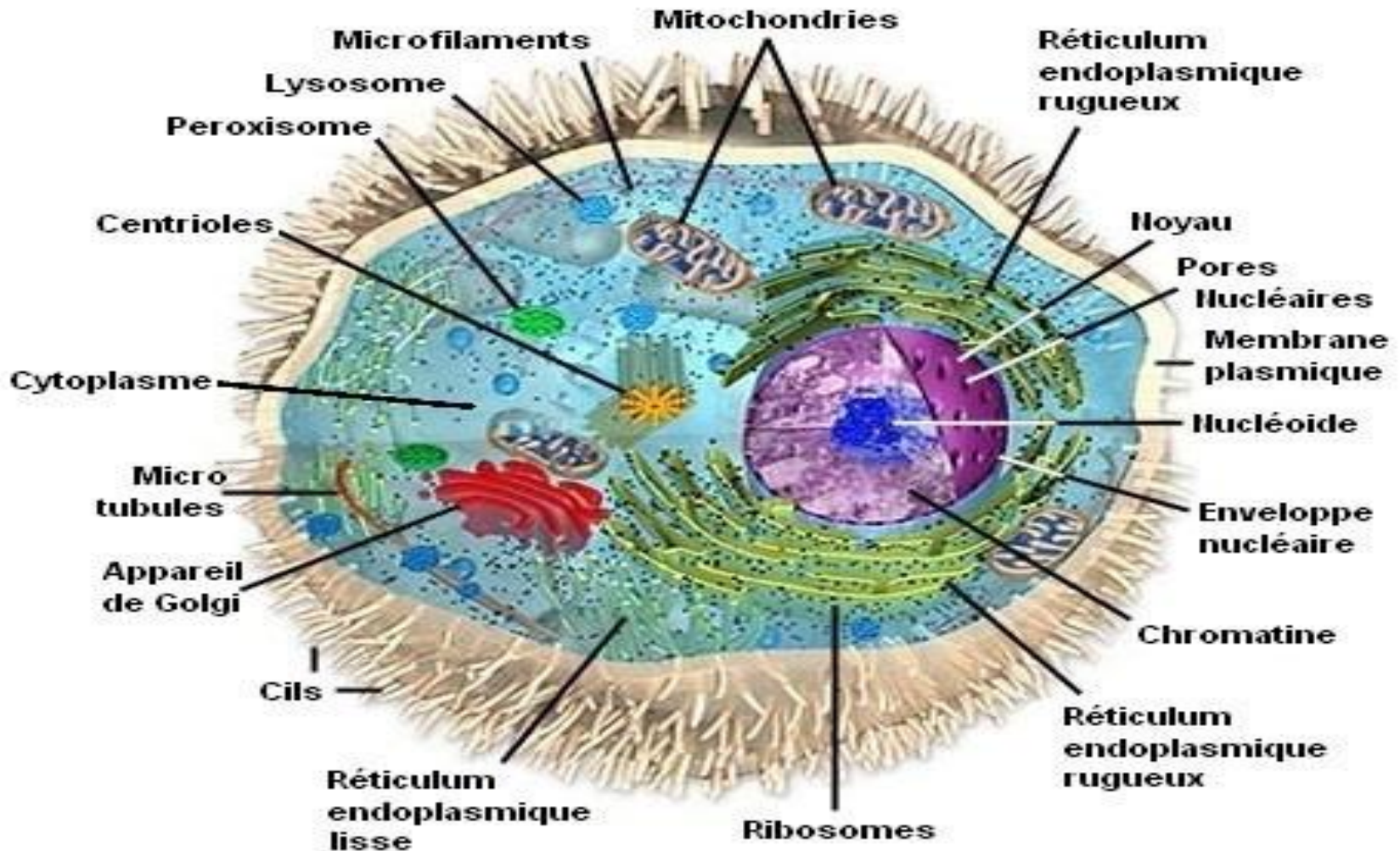


Figure : (b) Cellule Eucaryote animale (coupe d'une cellule théorique)

**RÉTICULUM ENDOPLASMIQUE (RE):** labyrinthe de sacs et de tubules membraneux qui joue un rôle dans la fabrication des membranes ainsi que dans d'autres réactions synthétiques et métaboliques; présente des zones rugueuses (parsemées de ribosomes) et des zones lisses.

Réticulum rugueux

Réticulum lisse

**Enveloppe nucléaire:** membrane double entourant le noyau, perforée de pores et contiguë au RE.

**Nucléole:** organe sans membrane qui participe à la production des ribosomes (le noyau peut en contenir plus d'un).

**Chromatine:** substance constituée d'ADN associé à des protéines et visible sous la forme de chromosomes lors de la division cellulaire.

NOYAU

**Flagelle:** organe de locomotion présent dans certains types de cellules animales et composé d'un amas de microtubules formant une extension de la membrane plasmique.

**Centrosome:** masse finement granulaire à partir de laquelle les microtubules rayonnent; contient une paire de centrioles destinés à former le corpuscule basal du flagelle et des cils.

**CYTOSQUELETTE:** squelette qui maintient la forme de la cellule et joue un rôle dans la motilité; constitué de structures protéiques.

Microfilaments

Filaments intermédiaires

Microtubules

**Microvillosités:** projections augmentant la surface de la cellule.

**Peroxisome:** organe spécialisé, aux multiples fonctions métaboliques; produit du peroxyde d'hydrogène, qu'il convertit ensuite en eau.

**Mitochondrie:** organe assurant la respiration cellulaire et la production d'ATP.

**Lysosome:** organe de digestion dans lequel les macromolécules sont hydrolysées, et des organites, décomposés.

**Membrane plasmique:** membrane qui délimite la cellule.

**Ribosomes:** organites sans membrane (petits points bruns) qui fabriquent les protéines; existent à l'état libre dans le cytoplasme, ou encore sont fixés au RE rugueux ou à la membrane externe de l'enveloppe nucléaire.

**Appareil de Golgi:** organe qui synthétise, modifie, trie et sécrète les produits cellulaires.

**Structures de la cellule animale absentes de la cellule végétale:**

Lysosomes  
Centrosomes avec centrioles  
Flagelles (présentes dans les spermatozoïdes de certains végétaux)

**Figure: Cellule animale (coupe d'une cellule théorique)**

