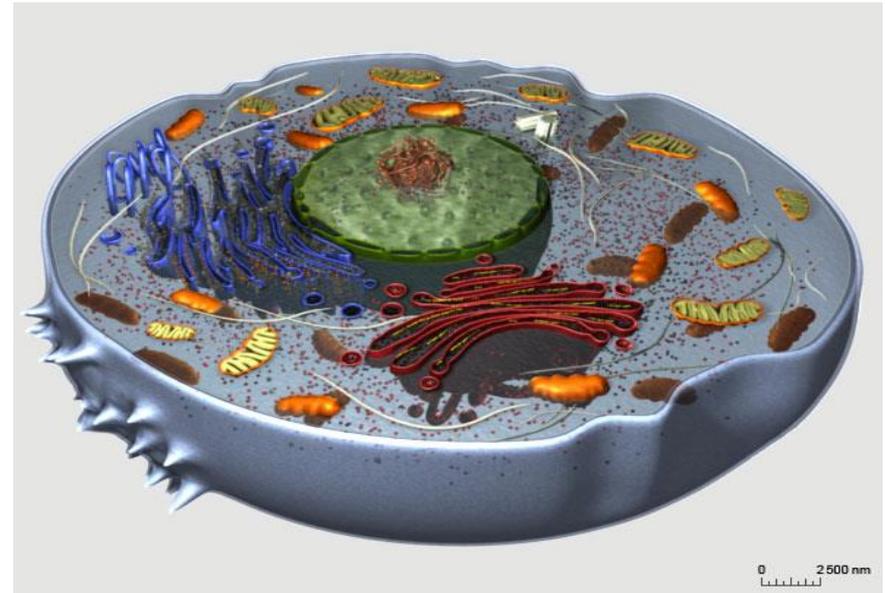
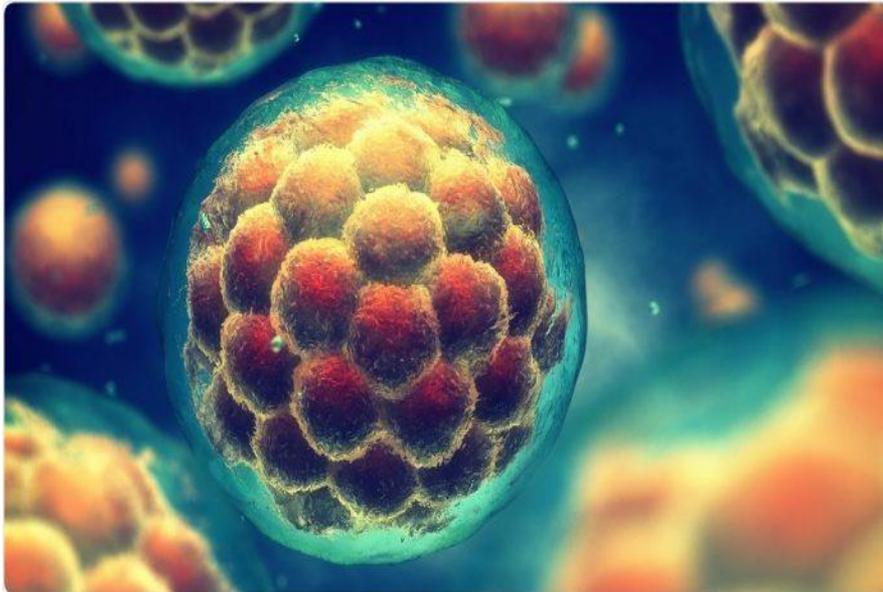




Faculté de Médecine  
Département de Chirurgie Dentaire

## Organisation générale de la cellule



# I- GENERALITES

## Organisation cellulaire des êtres vivants

**La cellule constitue donc:**

- une **unité de structure** : support des activités biologiques
- une **unité de reproduction** : développement ou réparation des organes, des tissus
- une **unité d'information** : contient l'information héréditaire
- une **unité de fonction** : assure la réalisation des activités biologiques nécessaires à la vie

La cellule est capable de différentes **fonctions** :

- ✓ **Nutrition et métabolisme**
- ✓ **Respiration**
- ✓ **Croissance et reproduction  
(transmission héréditaire)**
- ✓ **Mouvement**
- ✓ **Mort cellulaire**



*Microscope de Hooke, 1666*

# Cytologie / biologie cellulaire

- Une discipline de la Biologie // histologie, physiologie , génétique , biochimie....
- Etudie les cellules et leurs organites (organelles), selon deux aspects:
  - ✓ **morphologique**: taille, forme , arrangement..
  - ✓ **Fonctionnel**: processus vitaux qui s'y déroulent: reproduction, métabolisme, homéostasie, communication, survie et mort

# 1- Historique

**1665** : **Robert Hooke** découvre des cellules dans du liège en utilisant les premiers microscopes.

**1677** : **Antoine van Leeuwenhoek**, connu pour ses améliorations du microscope, observe le poivre pour vérifier s'il porte des aiguilles minuscules. Cela l'amène à la découverte accidentelle d'animalcules, connus sous le nom de protozoaires.

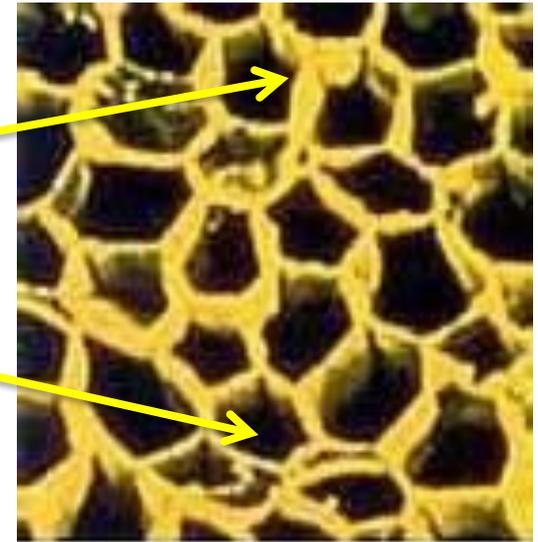
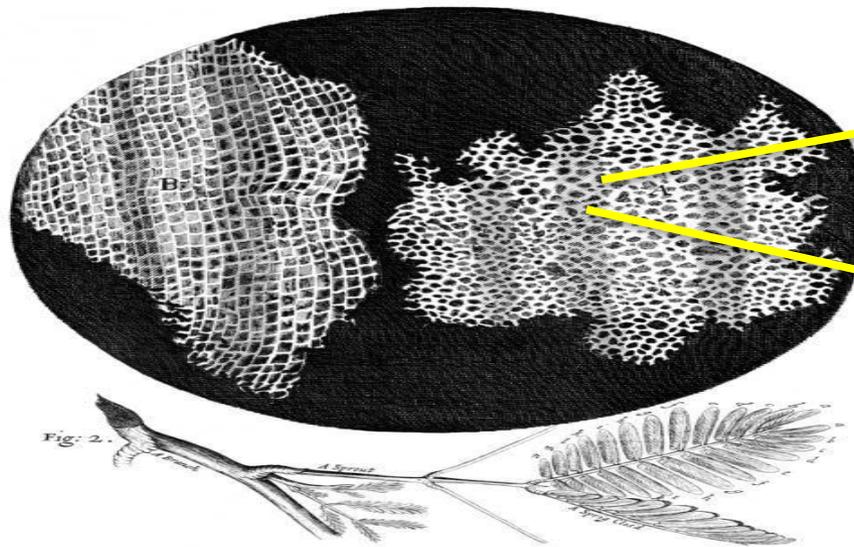
**1839** : **Theodor Schwann** découvre que les plantes et les animaux sont faits de cellules, concluant que la cellule est l'unité commune de structure et de développement: théorie cellulaire. Il donna son nom aux cellules de Schwann.

**1858** : **Louis Pasteur** réfute la génération spontanée, croyance selon laquelle des formes de vie peuvent apparaître spontanément.

**1858** : **Rudolph Virchow** affirme que les cellules naissent du résultat de la division cellulaire (« omnis cellula ex cellula »)

# Observation à l'origine du mot cellule

- L'étude de la cellule → 17ème siècle ( **microscope optique** )
- Le 1er qui identifia l'existence de Cellules → **Robert Hooke**
- 1er qui a observé des microorganismes → **Anton van Leeuwenhoek**,



**morceau de liège observé au microscope**

## **2- Unité fonctionnelle**

- Toutes les fonctions vitales d'un organisme ont lieu dans la cellule.**
- L'être vivant pluricellulaire n'est pas un simple assemblage de cellules mais le résultat de l'activité coordonnée de toutes les cellules qui le composent.**

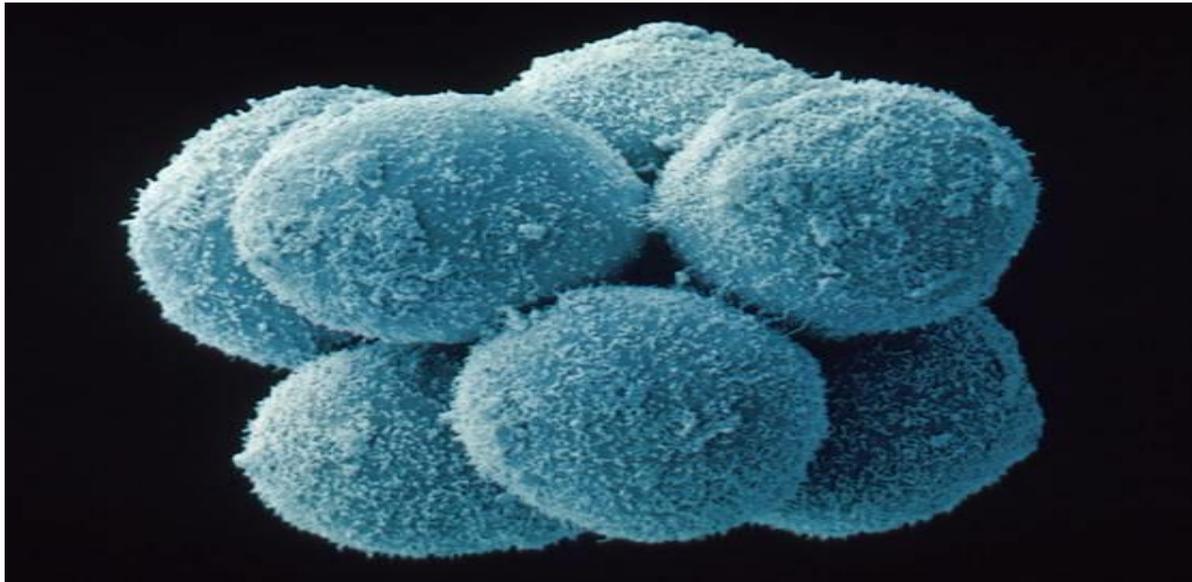
### 3- Unité d'origine

**Cellules souches** : cellules capables de se différencier pour donner tous les types cellulaires présents dans un organisme.

✓ Les cellules **souches embryonnaires** sont **totipotentes** (capable de se différencier en n'importe quel type de cellule composant l'organisme).

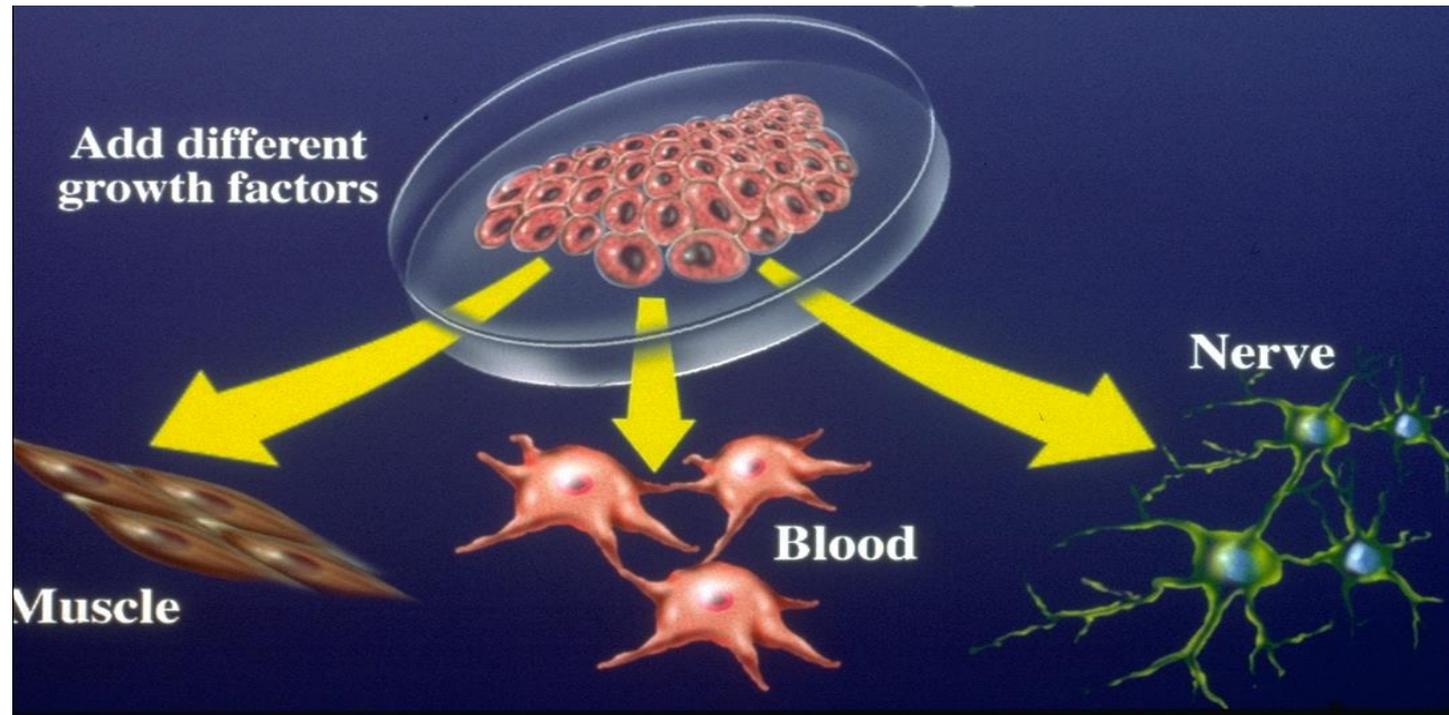
✓ Les cellules **souches adultes** sont **multipotentes** (au cours de leur développement, leurs possibilités de différenciation diminuent).

# Unité d'origine



**Blastocyte: embryon de 4 à 6 jours contenant des cellules souches.**

**les cellules souches neurales:** depuis une dizaine d'années la notion du non renouvellement du tissu nerveux à été remise en cause. On sait en effet qu'un faible contingent de cellules souches est présente au niveau du SNC et participe non seulement au développement, mais également au renouvellement permanent du tissu nerveux et, le cas échéant, à sa régénérescence.



## **4- Cytologie : définition**

**L'étude des cellules est la cytologie qui apprécie leur forme, leur composition chimique, leur fonctionnement.**

## **5- Différenciation cellulaire**

**Chez les êtres unicellulaires, toutes les fonctions vitales sont réunies dans la même cellule qui est dite indifférenciée. A l'inverse, chez les êtres pluricellulaires, chaque fonction est dévolue à un groupe de cellules spécialisées, regroupées au sein d'un même tissu et dites différenciées (ex: cellules hépatiques, sanguines, nerveuses, etc...).**

## 6- Les différentes classes de cellules

Grec: « Carion » = noyau, «proto » = Premiers, avant. => Procaryotes  
« Eucaryotes » = Vraiment nucléés.

1. **Cellules procaryotes**: L'absence de noyau en fait les cellules les plus simples. Ils sont forcément unicellulaires . Ex: **Bactérie**
2. **Cellules eucaryotes**: elles possèdent un noyau contenant le matériel génétique. Ex : **l'homme, la levure.**

# Structures de cellules eucaryotes et procaryotes

Structure cellulaire	cellule procaryote	Typique animal eucaryote cellulaire
<u>Membrane cellulaire</u>	Oui	Oui
<u>Paroi cellulaire</u>	Oui	Non
<u>centrioles</u>	Non	Oui
<u>chromosomes</u>	Un à long <u>ADN</u> brin	Beaucoup
<u>Cilia ou flagelles</u>	Oui, simple	Oui, complexe
<u>réticulum endoplasmique</u>	Non	Oui (quelques exceptions)
<u>Complexe de Golgi</u>	Non	Oui
<u>lysosomes</u>	Non	Commun
<u>mitochondrie</u>	Non	Oui
<u>Noyau</u>	Non	Oui
<u>peroxysomes</u>	Non	Commun
<u>ribosomes</u>	Oui	Oui

# Comparaison des caractéristiques des cellules Procaryotes et Eucaryotes

<b>Caractéristiques</b>	<b>cellule Procaryote</b>	<b>cellule Eucaryote</b>
Taille typique	1-10 µm	10-100 µm
Type de <u>noyau</u>	<b>nucléoïde (pas de véritable noyau)</b>	<b>vrai noyau avec double membrane</b>
Division de la cellule	division simple	mitose (réplication de la cellule) méiose (menant à la formation de gamètes)
<b>Organisation génétique</b>		
Membrane nucléaire	non	oui
Nombre de chromosomes	généralement 1	> 1
Chromosome circulaire	oui	non
<u>Histones</u>	non	oui
<u>Nucléole</u>	non	oui
Echange génétique	transfert unidirectionnel	fusion de gamètes
<u>ARN et synthèse des protéines</u>	couplé au cytoplasme	<b>synthèse d'ARN dans le noyau</b> <b>synthèse de protéines dans le cytoplasme</b>

# Comparaison des caractéristiques des cellules Procaryotes et Eucaryotes ( suite )

<b>Caractéristiques</b>	<b>cellule Procaryote</b>	<b>cellule Eucaryote</b>
<u>Réticulum endoplasmique</u>	non	oui
Appareil de Golgi	non	oui
<u>Lysosomes</u>	non	oui
<u>Mitochondries</u>	non	oui
<u>Chloroplastes</u>	non	oui chez les plantes
Microtubules	non	oui
Paroi cellulaire avec peptidoglycane	oui	non
<u>Présence de stérois dans les membranes</u>	non	oui
Endospores	oui, parfois	non
Taille des <u>ribosomes</u>	70 S	80 S, sauf <u>mitochondries</u> et chloroplastes
Localisation des ribosomes	dispersés dans le cytoplasme	dispersés dans le cytoplasme ou liés au réticulum endoplasmique
Constantes de sédimentation des <u>ARN ribosomaux</u>	16S, 23S, 5S	18S, 28S, 5,8S, 5S
<b>Attributs fonctionnels</b>		
<u>Phagocytose</u>	non	oui, parfois
Pinocytose	non	oui, parfois
Flux cytoplasmique	non	oui
Mouvement de la cellule	flagelles faites de flagelline	flagelle et cils faits de tubuline
Site du <u>transport des électrons</u>	membrane cellulaire	membrane des organites
<b>Sources</b> : J.P. Euzéby "Dictionnaire de Bactériologie Vétérinaire" - "Cellule"- <a href="http://Encyclopedie-fr.snyke.com">Encyclopedie-fr.snyke.com</a>		

# II- MORPHOLOGIE CELLULAIRE

## 1- Moyens d'étude:

- microscope optique
- microscope électronique

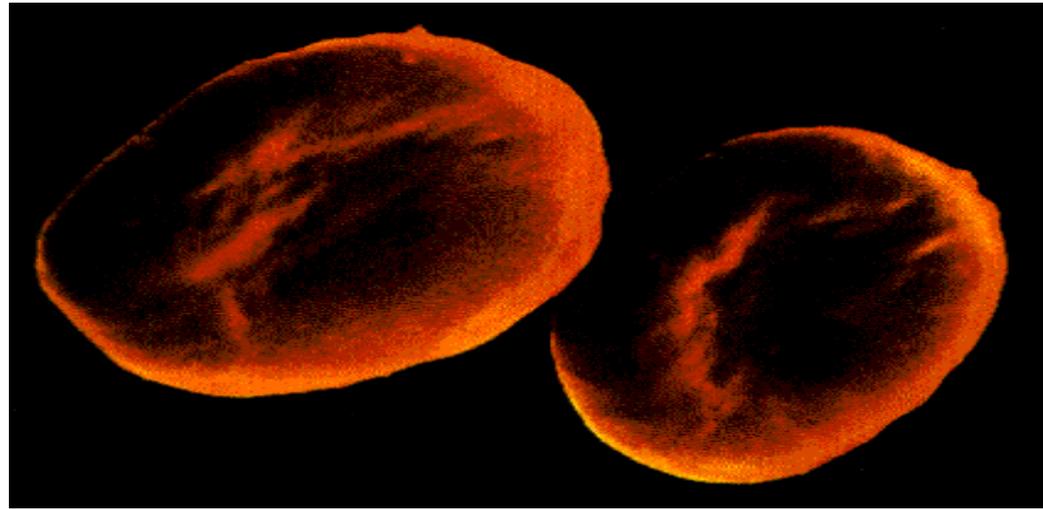
## Cellules:

- vivantes
- fixées



## 2-Taille des cellules

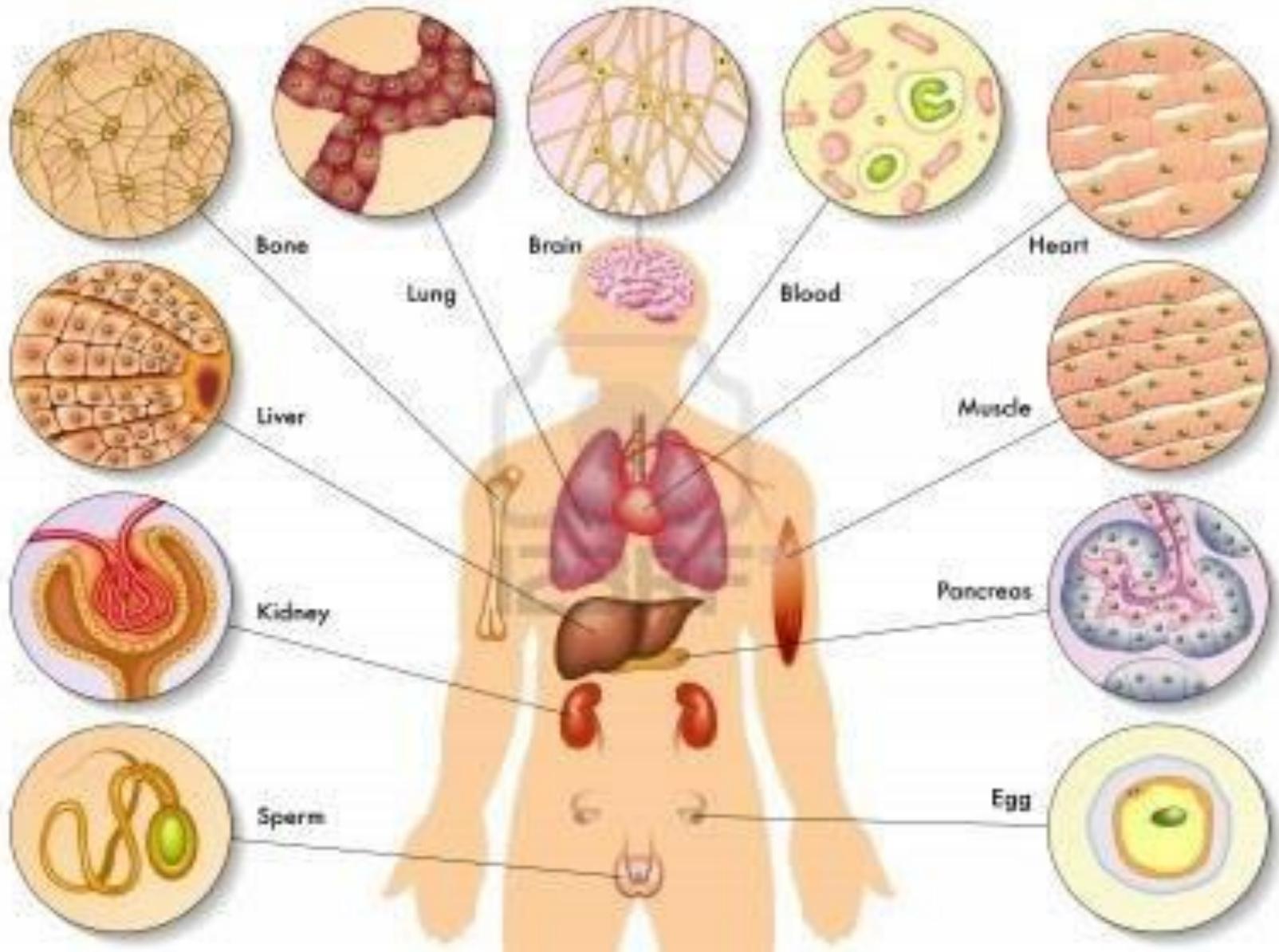
Une cellule mesure en règle générale de 5 à 50 microns ( $\mu$ ). Par exemple, le diamètre du globule rouge est de 7  $\mu$ .



## 3- Forme et structure

Les cellules sont de forme variable, cubique, cylindrique, ovoïde, en forme de disque biconcave comme dans le cas du globule rouge.

# Diversité des cellules de l'organisme humain



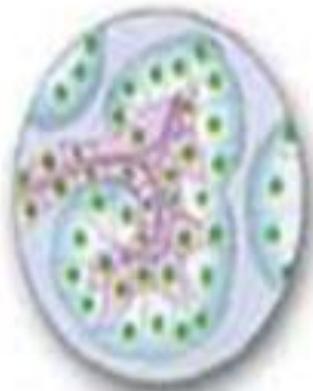
**Il existent différents types de cellules mais elles ont toutes une structure commune :**

❖ **la cellule est entourée d'une enveloppe (membrane plasmique)**

❖ **à l'intérieur deux grandes parties:**

- 1. le cytoplasme**
- 2. le noyau**

# Types de cellules



cellule  
pancréatique



cellule  
cardiaque



cellule  
sanguine



cellule  
pulmonaire



ovule



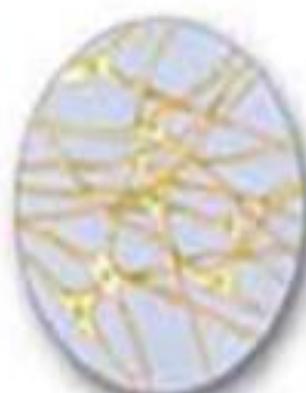
cellule  
osseuse



cellule  
de la rate



cellule  
musculaire



cellule  
du cerveau



cellule  
du foie

# III - STRUCTURE D'UNE CELLULE HUMAINE



**LA CELLULE**

# LA CELLULE

## Introduction

### **A. La membrane plasmique**

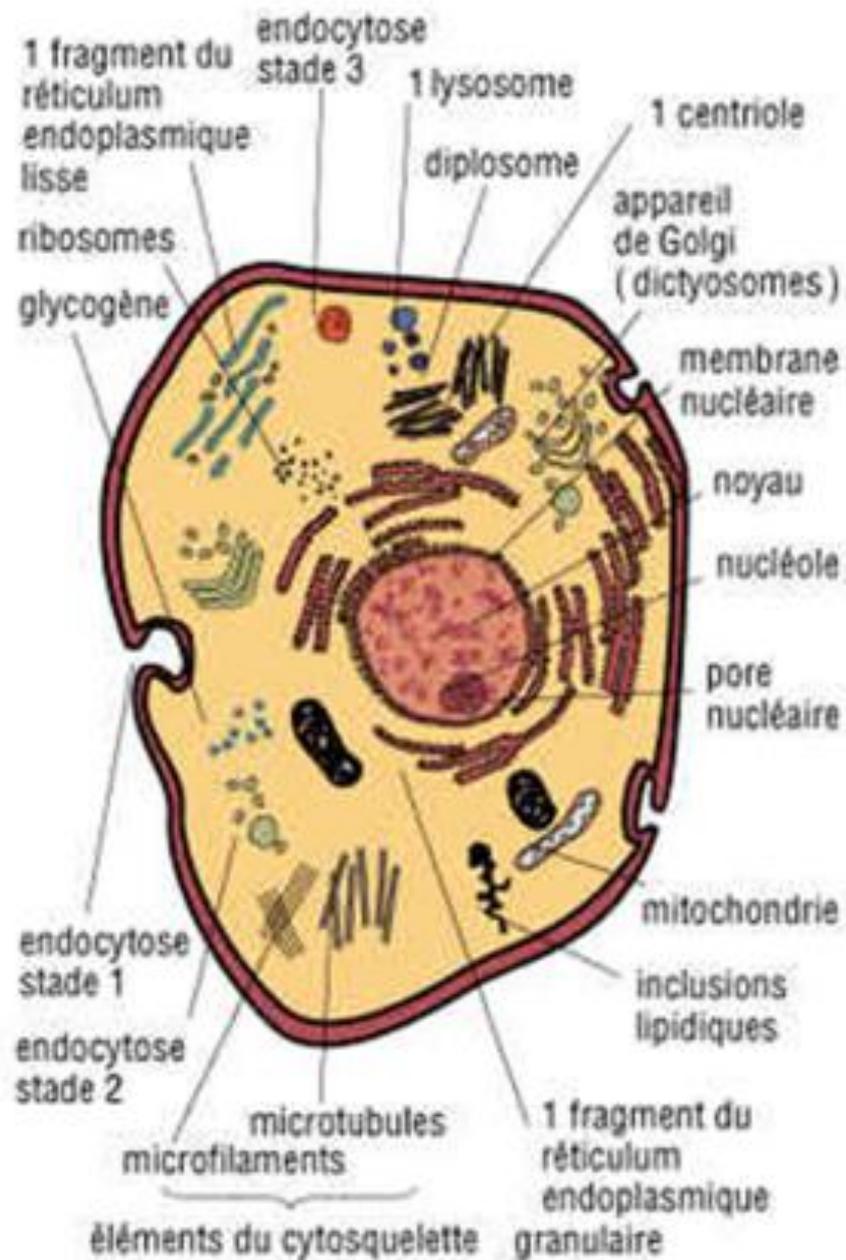
1. Structure
2. Fonction

### **B. Le cytoplasme**

1. La mitochondrie
2. Le reticulum endoplasmique
3. Les ribosomes
4. L'appareil de Golgi
5. Les lysosomes
6. Les vacuoles
7. Le cytosquelette
8. Le centrosome

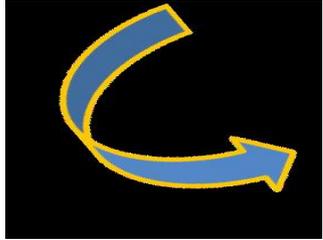
### **C. Le noyau**

1. La membrane nucléaire
2. La chromatine
3. Le nucléole



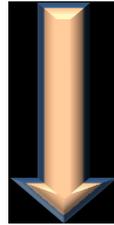
*Schéma d'une cellule animale*

# Introduction



## La naissance de la vie

Un ensemble de milliards de molécules,  
bien organisées, donnera naissance



entité qui exprime les propriétés du vivant:

La cellule

# Définition

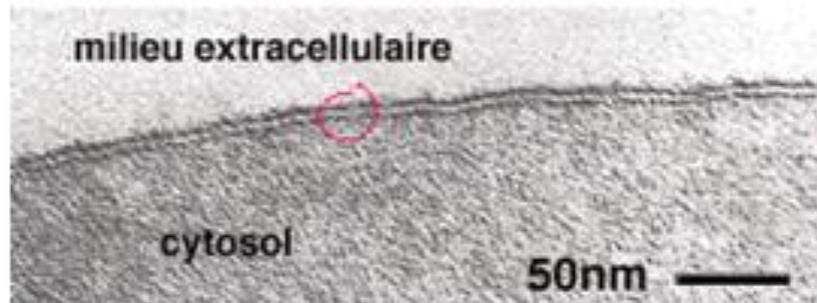
Il s'agit d'un compartiment délimité par une membrane et rempli d'une solution concentrée d'éléments chimiques. C'est la plus petite unité capable de vie autonome et de reproduction et également le véhicule de la transmission de l'information génétique.

C'est l'unité fondamentale structurale et fonctionnelle de tout être vivant.

**Molécules organiques** => **Cellules** => **Organismes**

## A. La membrane plasmique

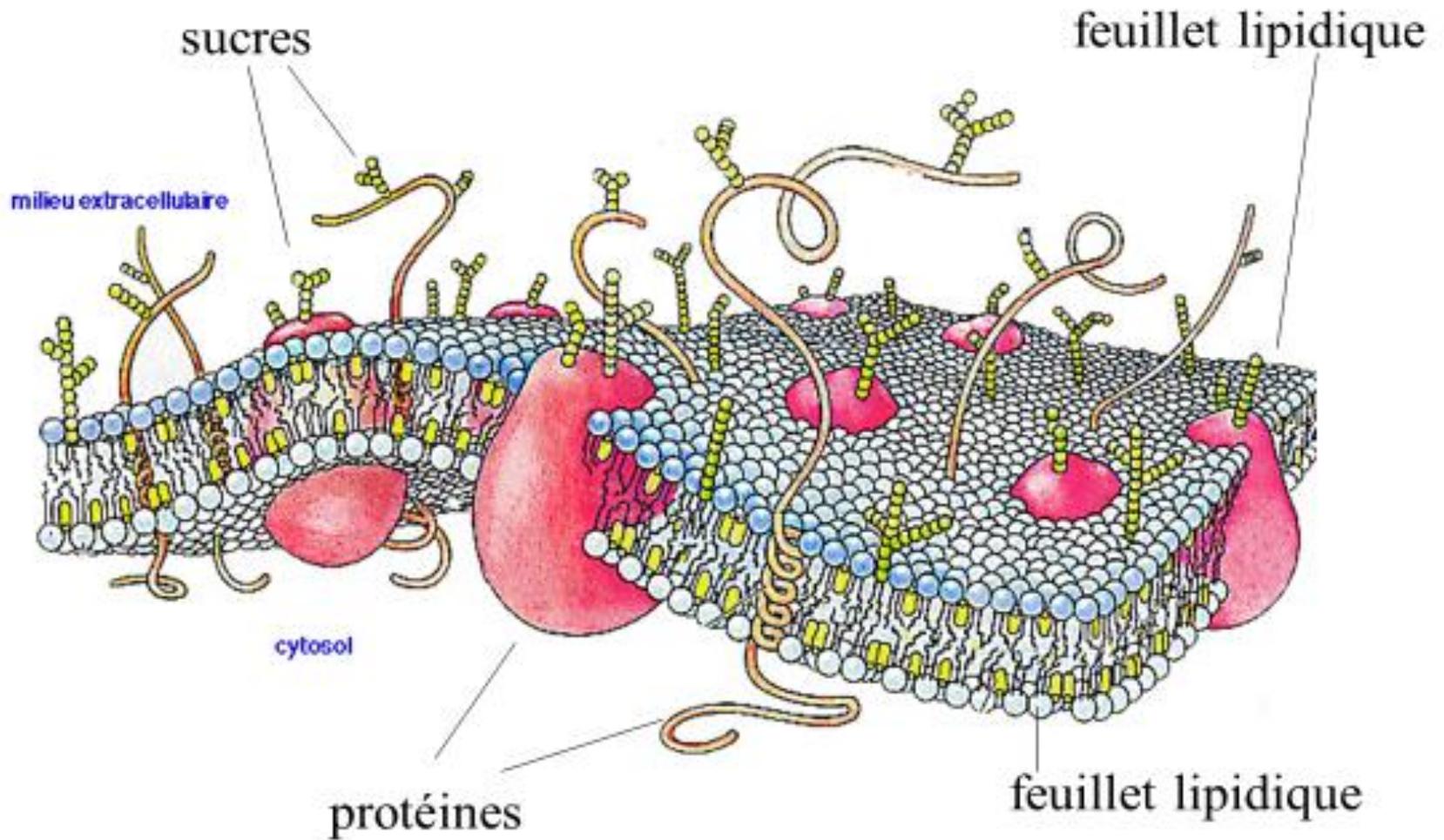
### 1. Structure



Épaisseur :  $75\text{\AA}$  (7,5 nm)

- **bicouche lipidique** dans laquelle s'insèrent des protéines et des glycoprotéines
- la membrane plasmique est organisée de façon **asymétrique** (les sucres ne sont presque jamais présents sur le feuillet intracellulaire)

## *Schématisation de la membrane plasmique*



## 2. Fonctions

- enveloppe qui sépare le cytoplasme du milieu extracellulaire
- zone **d'échanges (transports) entre la cellule et son environnement** mais également **barrière sélective** qui protège la cellule du milieu extérieur
- présence de **récepteurs membranaires spécifiques** permettant à la cellule de reconnaître certains signaux (ex : hormones)
- deux types d'échanges transmembranaires:
  - transports qui ne nécessitent **pas de mouvement de membrane**
  - transports qui nécessitent **des mouvements de la membrane** (endocytose, exocytose)

Transport ne nécessitant pas de mouvement de membrane plasmique

- **diffusion passive**

(molécules liposolubles : O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, hormones stéroïdes)

- **transport actif** faisant intervenir une protéine **transporteur** et consommant de l'**énergie**

(molécules hydrosolubles: ions, acides aminés)

Transport nécessitant des mouvements de membrane plasmique

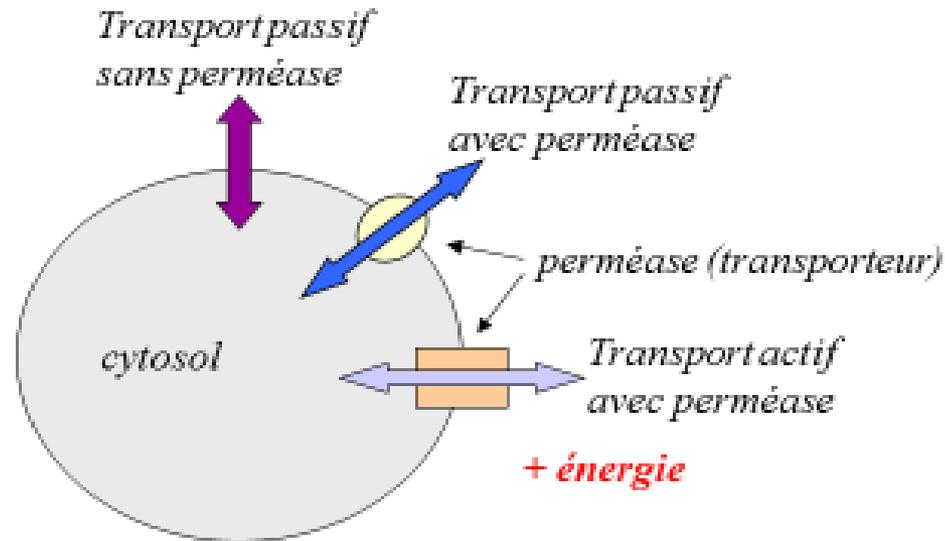
- **endocytose**

- **exocytose**

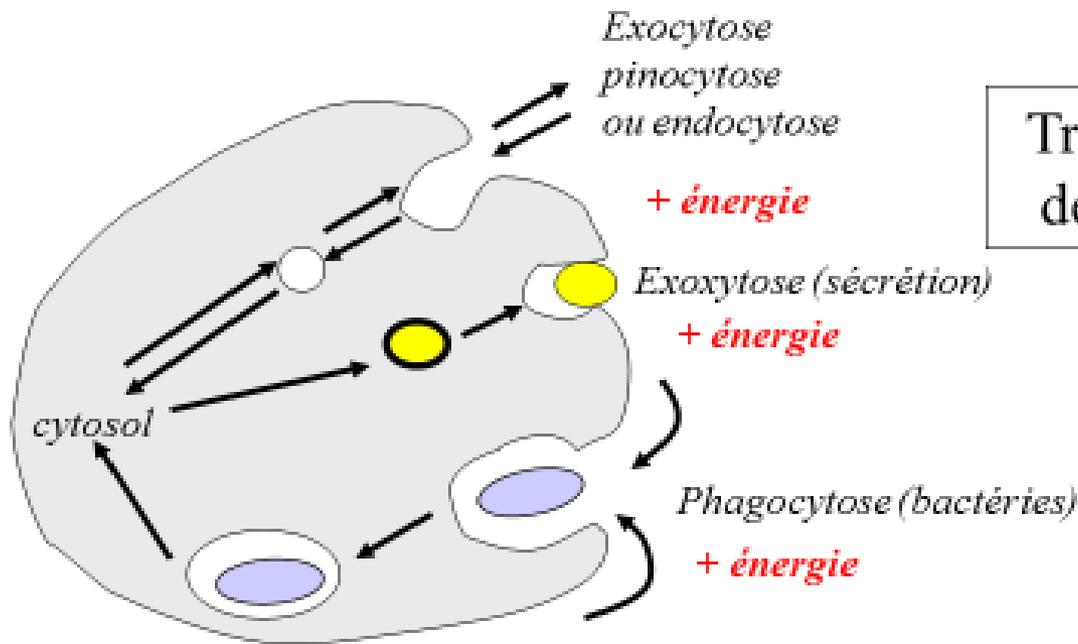
- **phagocytose**

➤ consommation d'**énergie**

➤ les molécules sont contenues pendant une partie de leur transport dans une **vacuole** ou **vésicule** entourée par une **membrane**



Transport sans mouvements de la membrane plasmique



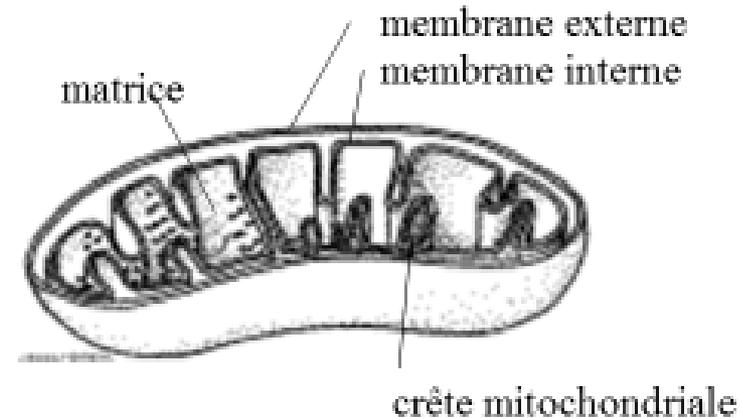
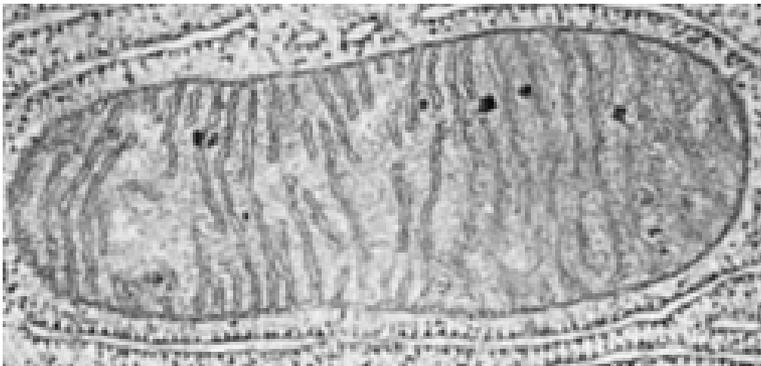
Transport avec mouvements de la membrane plasmique

## B. Le cytoplasme

Il est composé :

- du **hyaloplasme** : matrice homogène (80% eau, 50% des protéines totales, glycogène, lipides, ions, sucres, ARN, cytosquelette)
- des **organites** :
  - mitochondries
  - appareil de Golgi
  - réticulum endoplasmique
  - ribosomes...

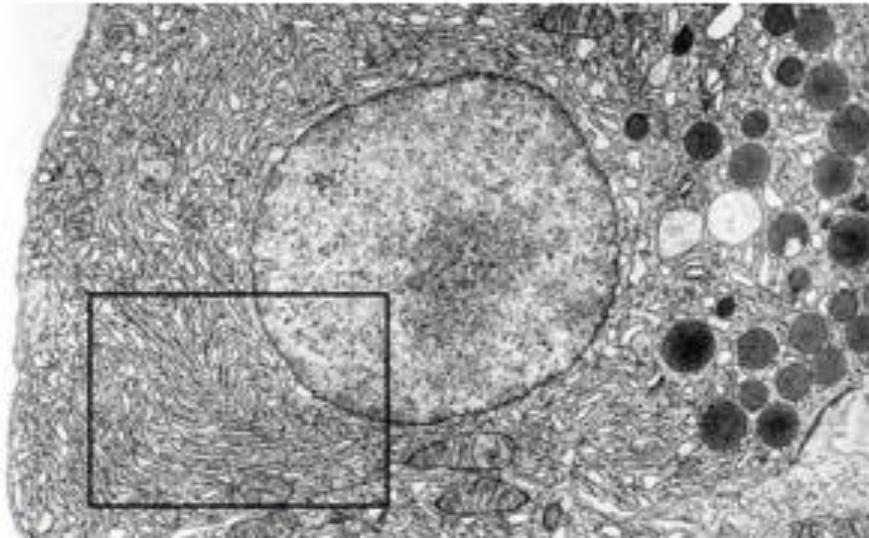
# 1. la mitochondrie



*Schéma d'une mitochondrie*

- **organisation** : double membrane limitant un espace intermembranaire, membrane interne présente des crête, matrice (contient ADN, ribosomes)
- **fonctions**: centrale énergétique de la cellule
  - responsable de la **production d'énergie** sous forme d'**ATP** (Adénosine triphosphate)
  - ce mécanisme nécessite **l'oxydation de molécules** (acide pyruvique ou acides gras) avec consommation d'**O<sub>2</sub>** et formation de **CO<sub>2</sub>**: siège de la **respiration**

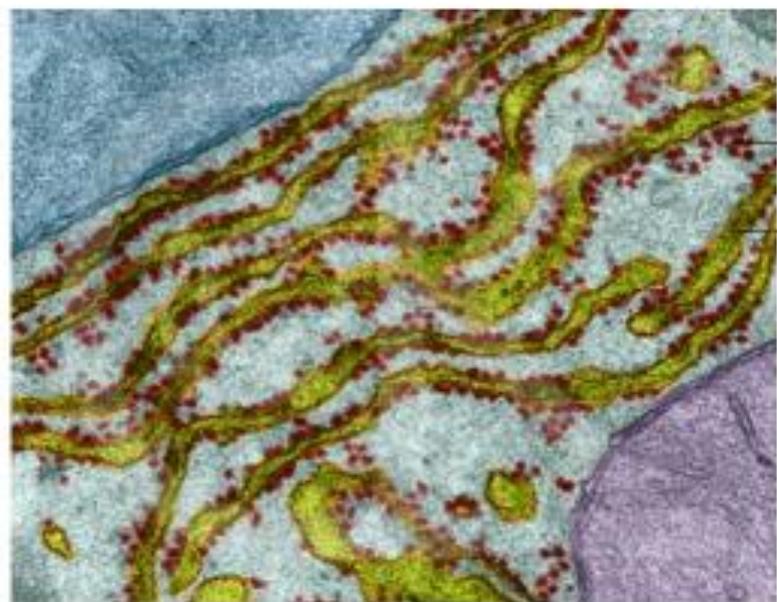
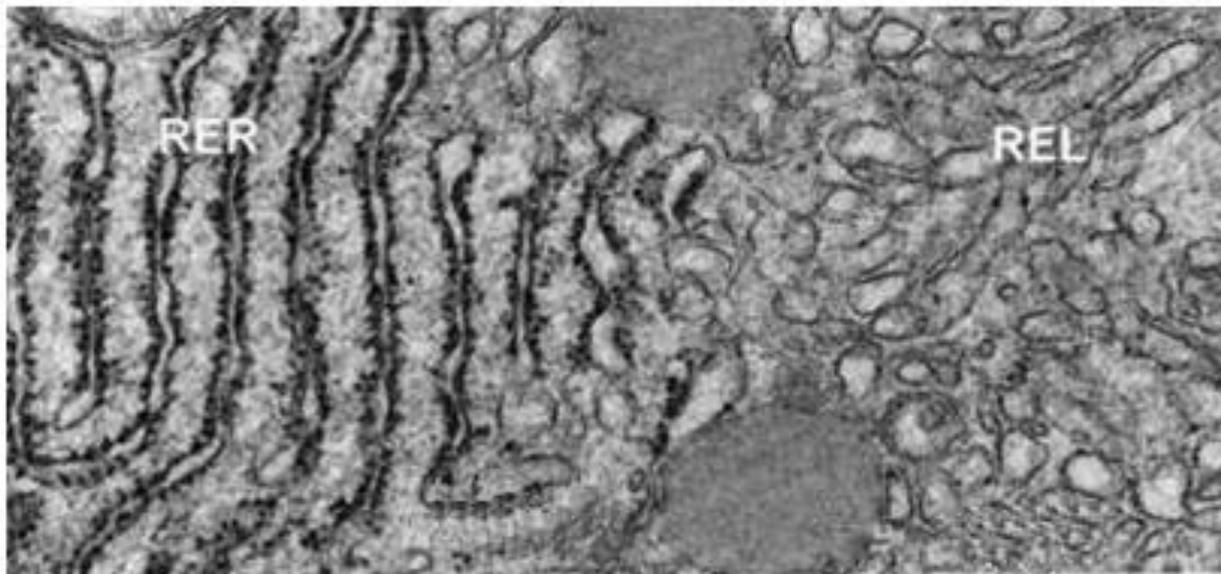
## 2. Le reticulum endoplasmique



*schéma du REG (ou RER)*

### • Organisation:

- système de ramifications fait de **cavités aplaties (cisternes)**, de **canalicules** et de **vésicules** qui parcourent le cytoplasme.
- il est en continuité avec **la membrane nucléaire** et la **membrane plasmique**
- il porte ou non des **ribosomes** sur sa face cytosolique : **REG** ou **REL**



*ribosomes*

*saccules ou citernes*

*REG x 156000 MET*

- **Fonctions :**

- **REL:**

- ✓ **synthèse des lipides** (phospholipides, stéroïdes dans cellules sexuelles)
- ✓ **stockage du calcium** intracellulaire
- ✓ **détoxification** (ex: phénobarbital) dans les hépatocytes

- **REG:**

- ✓ **synthèse des protéines**
- ✓ **modification** post-traductionnelles : repliement des protéines

### 3. Les ribosomes

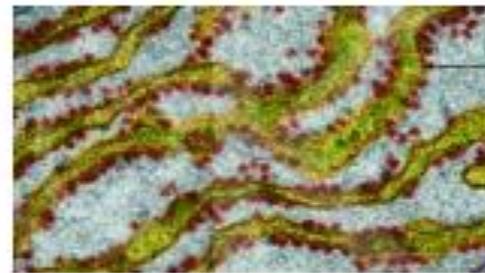
#### • Organisation :

➤ composé d'**ARNr** et de **protéines**

➤ 2 sous-unités: grande sous-unité (60 S) et petite sous-unité (40S)

➤ chez les eucaryotes, les ARNr sont synthétisés au niveau du **nucléole**

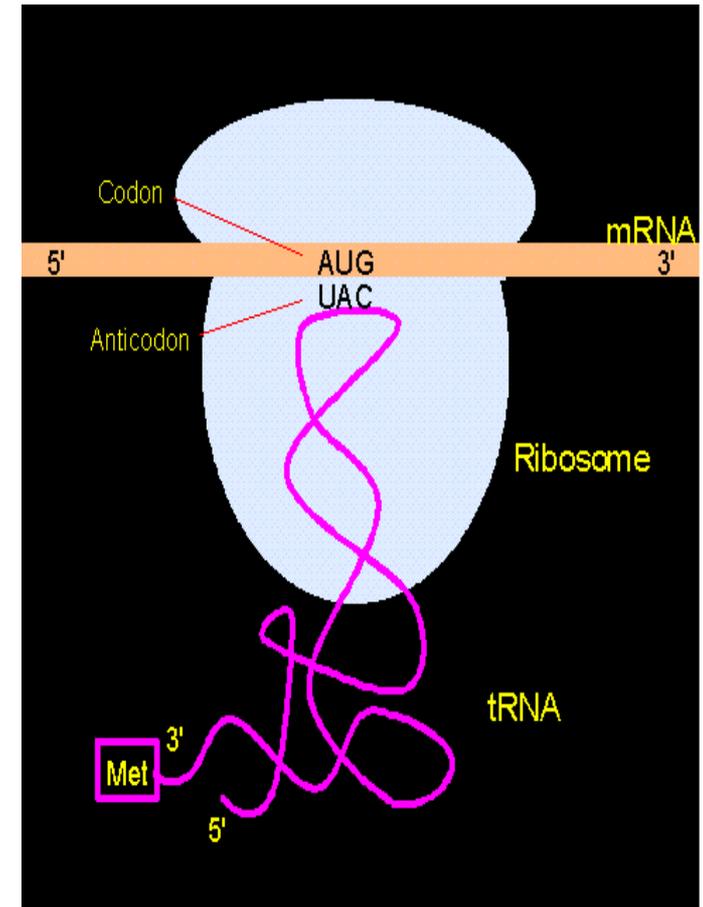
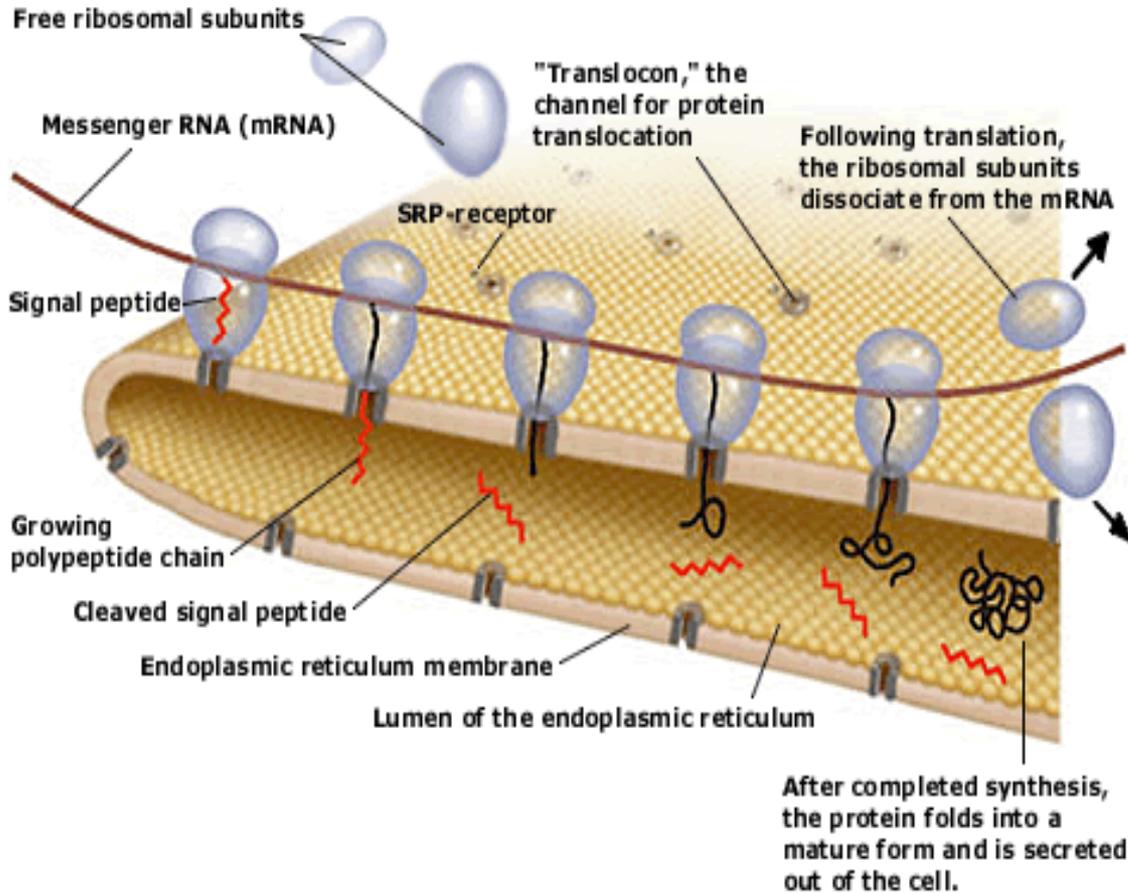
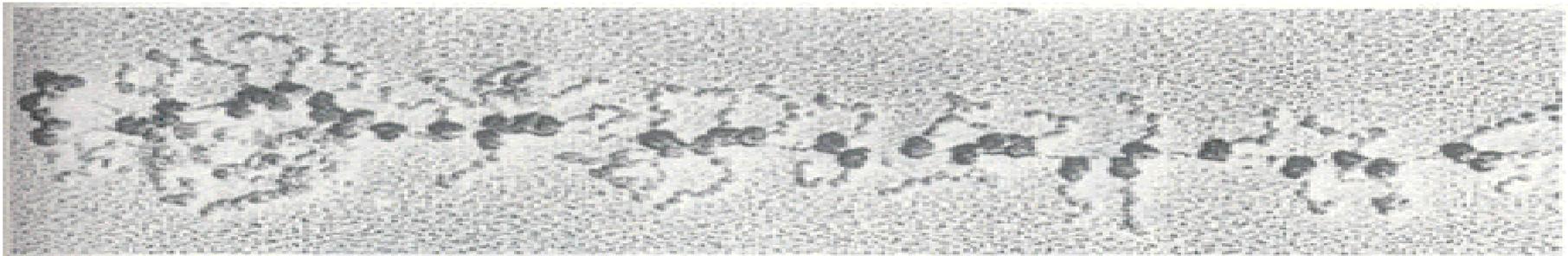
➤ **libres** dans le cytoplasme (association en **polysomes**) ou **liés** au reticulum endoplasmique (REG)



*ribosome*

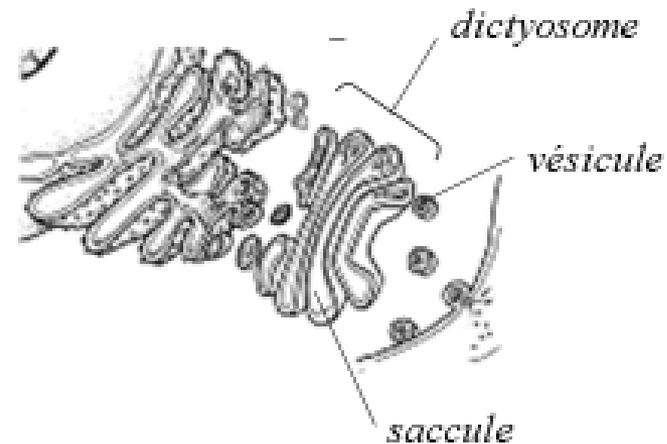
#### • Fonction:

➤ effectuent la **synthèse des protéines** dont la séquence est codée par l'**ARNm**



**polysome ou polyribosome**

## 4. L'appareil de Golgi



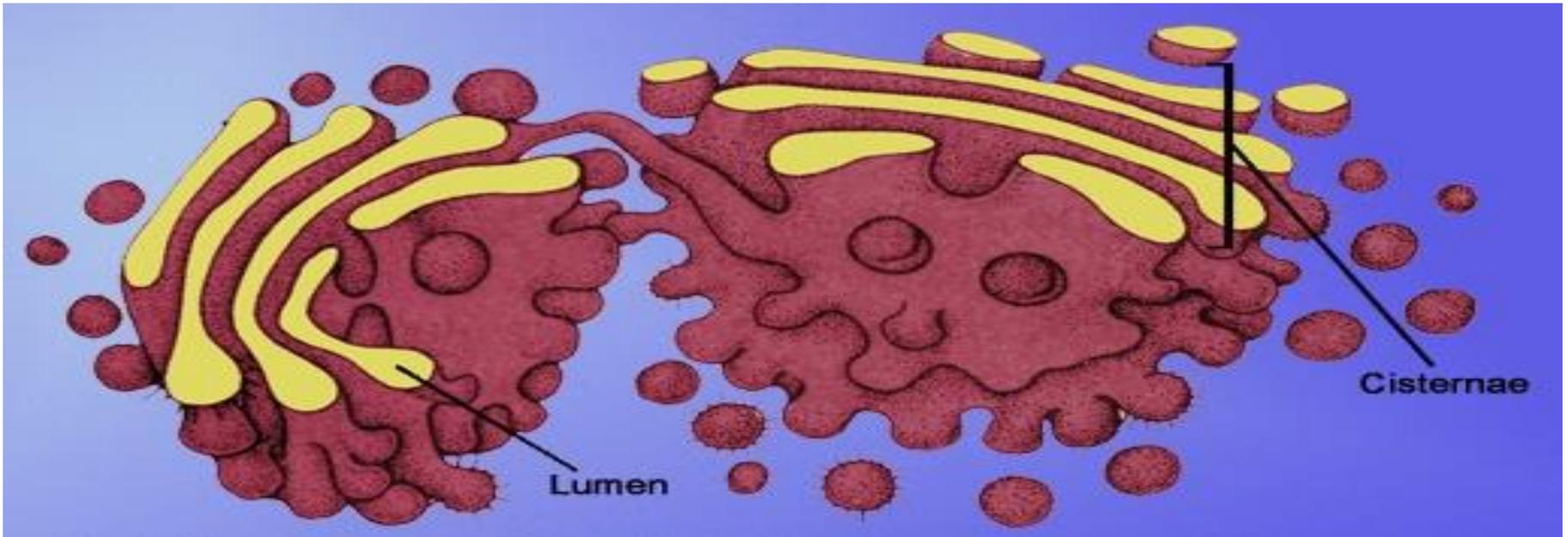
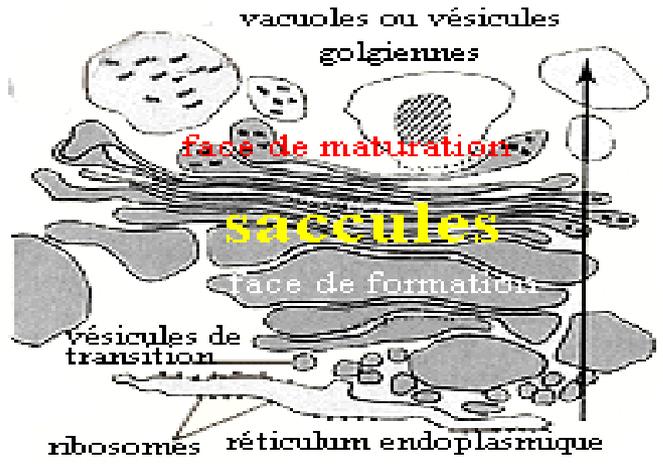
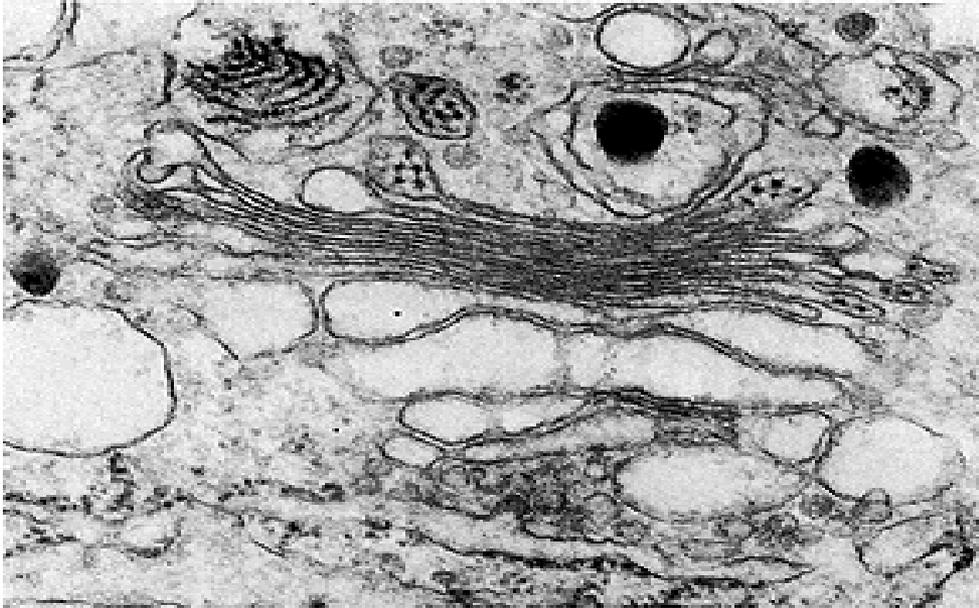
*Schéma de l'appareil de Golgi*

- **Organisation :**

- empilement de **sacculés aplatis** qui constituent **un dictyosome**, bourgeonnement de **vésicules**.

- **Fonctions:**

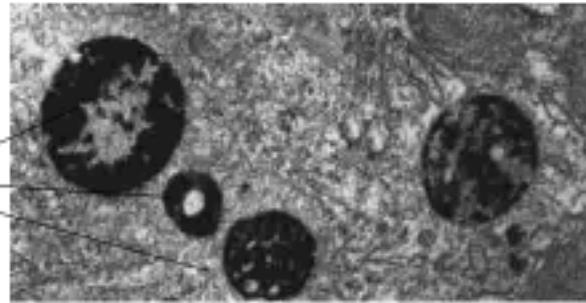
- **stockage** et **maturation** des protéines issues du REG
- participation au processus de **sécrétion**: **tri** et **adressage** des protéines



## 5. Les lysosomes

- **Organisation:**

*lysosomes*



- **vésicules** ayant pour origine le RE ou le Golgi renfermant des **enzymes** (hydrolases acides)

- **Fonctions :**

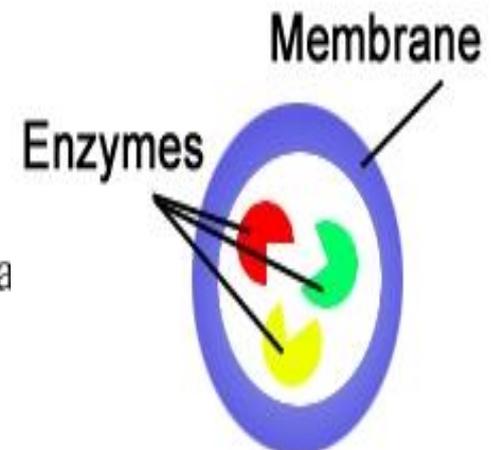
- **dégradation** de l'ensemble des molécules biologiques (ADN, protéines, oses, lipides)

- origine des éléments à dégrader

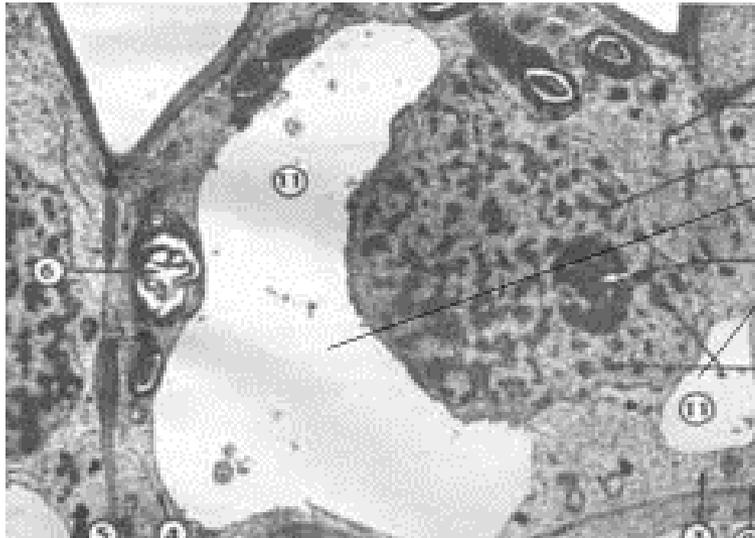
- ✓ vésicules d'**endocytose** (endosomes)

- ✓ **phagosomes** (bactéries phagocytées par la cellule)

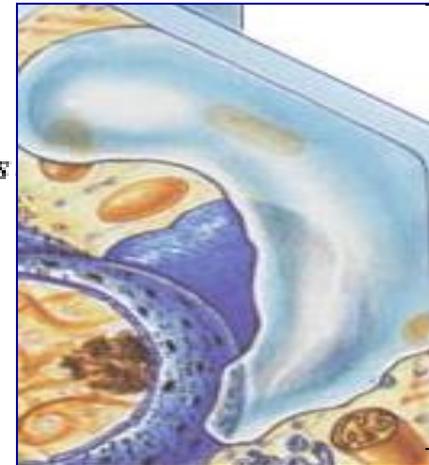
- ✓ **protéines du cytosol**



## 6. Les vacuoles



*vacuoles*



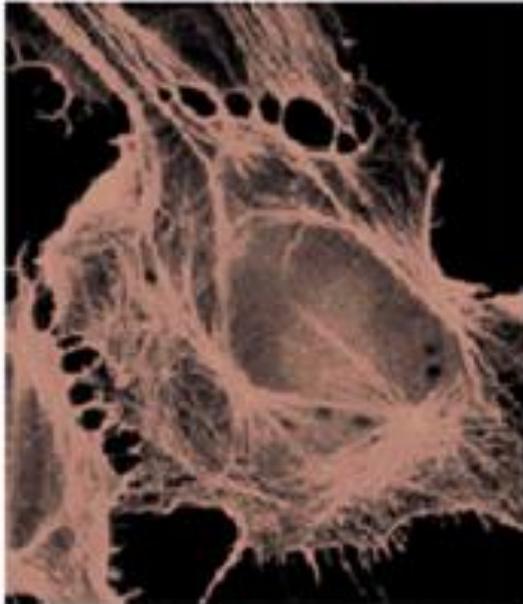
20 microns  
et plus

➤ cavités contenant des **substances de réserve** (glycogène, lipides) ou des **déchets** à éliminer

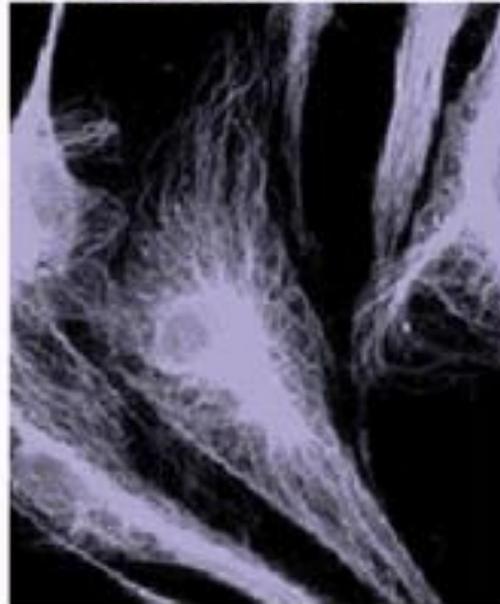
**Dans les cellules animales, les vacuoles sont plus petites.**

## 7. Éléments du cytosquelette

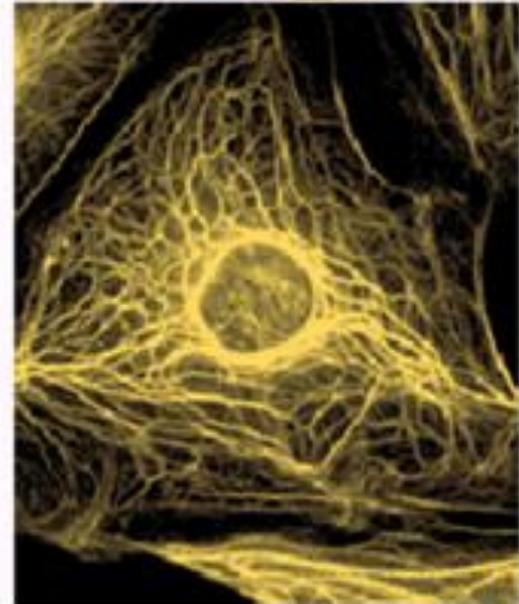
Microfilaments  
d'actine



Microtubules



Filaments intermédiaires



## 7. le cytosquelette

### • Organisation:

#### ➤ **Microfilaments d'actine :**

- ✓ localisation corticale
- ✓ associés à la myosine : appareil contractile des cellules

#### ➤ **Microtubules:**

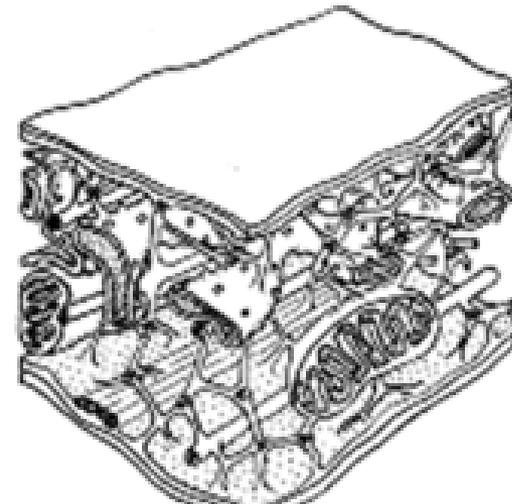
- ✓ polymères de tubulines
- ✓ centrosome: 2 centrioles situés près du noyau
- ✓ responsable du fuseau mitotique

#### ➤ **Filaments intermédiaires:**

- ✓ spécifiques des types cellulaires
- ✓ Ex : lamine, keratines, vimentine, neurofilaments

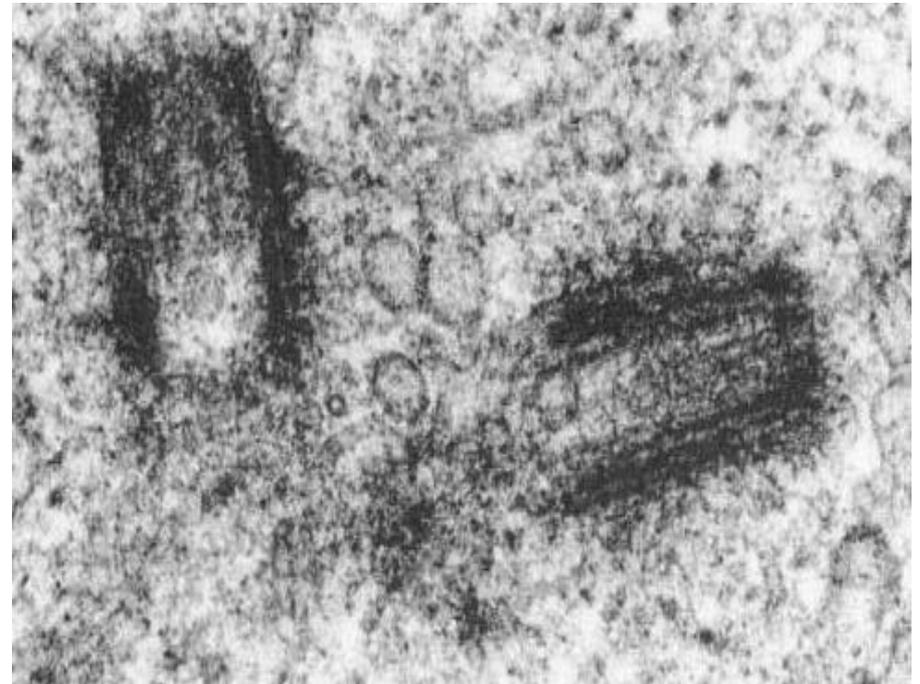
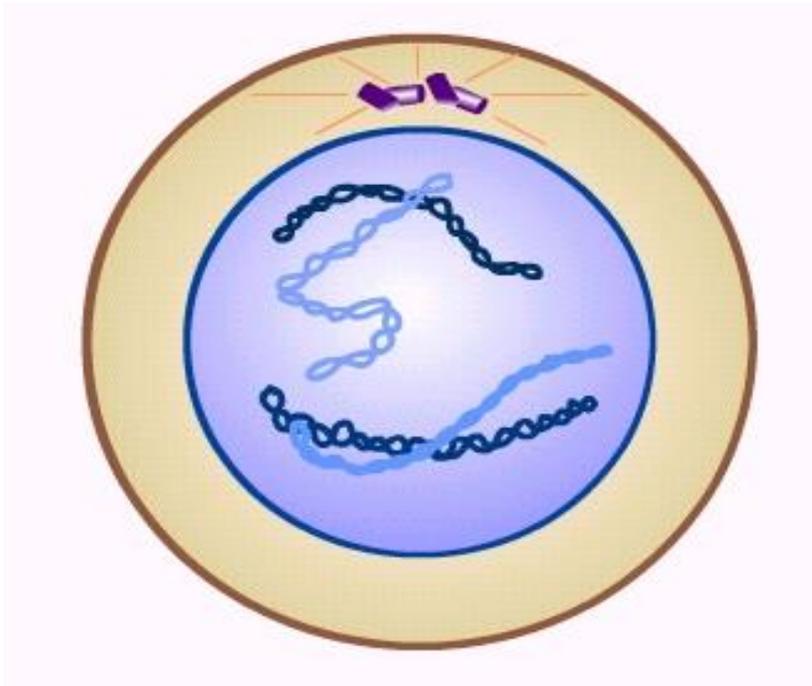
- **Fonctions:**

- responsable de la **forme** des cellules, des **expansions** de leur membrane plasmique (cils, flagelles, microvillosités)
- responsable de la **position** du noyau et des organites dans la cellule
- responsable des **mouvements** de la cellule (endocytose) et des organites (vésicules)



## 8- Le centrosome

Il est formé de quatre centrioles groupés en deux paires. Les centrioles, de forme cylindrique sont formés de microtubules. Le centrosome intervient lors de la division cellulaire.



## C. Le noyau

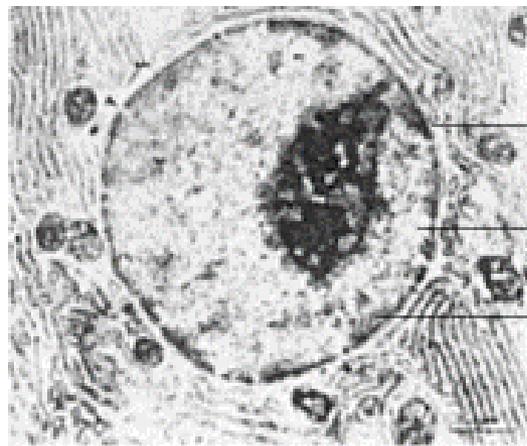
*Le noyau renferme l'information génétique, il est visible quand la cellule ne se divise pas (interphase).*

*L'enveloppe nucléaire délimite le nucléoplasme qui contient la chromatine et le nucléole*

### 1. L'enveloppe nucléaire

- **double membrane** percée de **pores** qui contrôlent les échanges entre le nucléoplasme et le cytoplasme
- la membrane externe est en continuité avec les REG et peut porter des ribosomes
- la membrane **interne** est en contact avec la **chromatine**

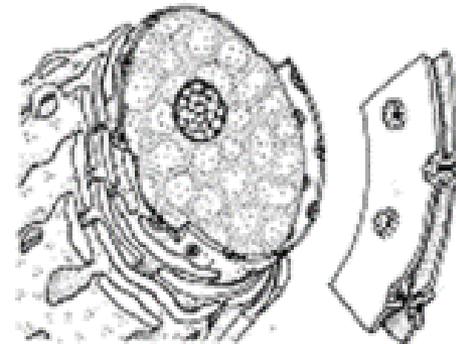
## 2. La chromatine



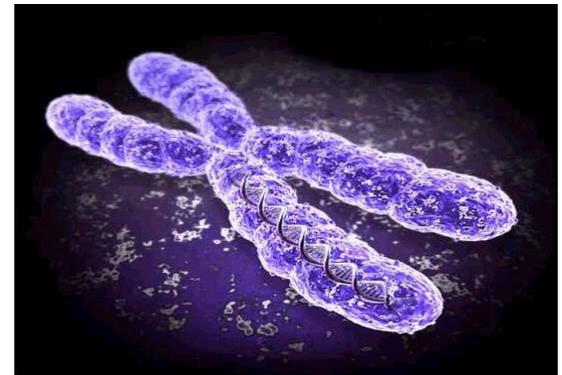
*membrane nucléaire*

*euchromatine*

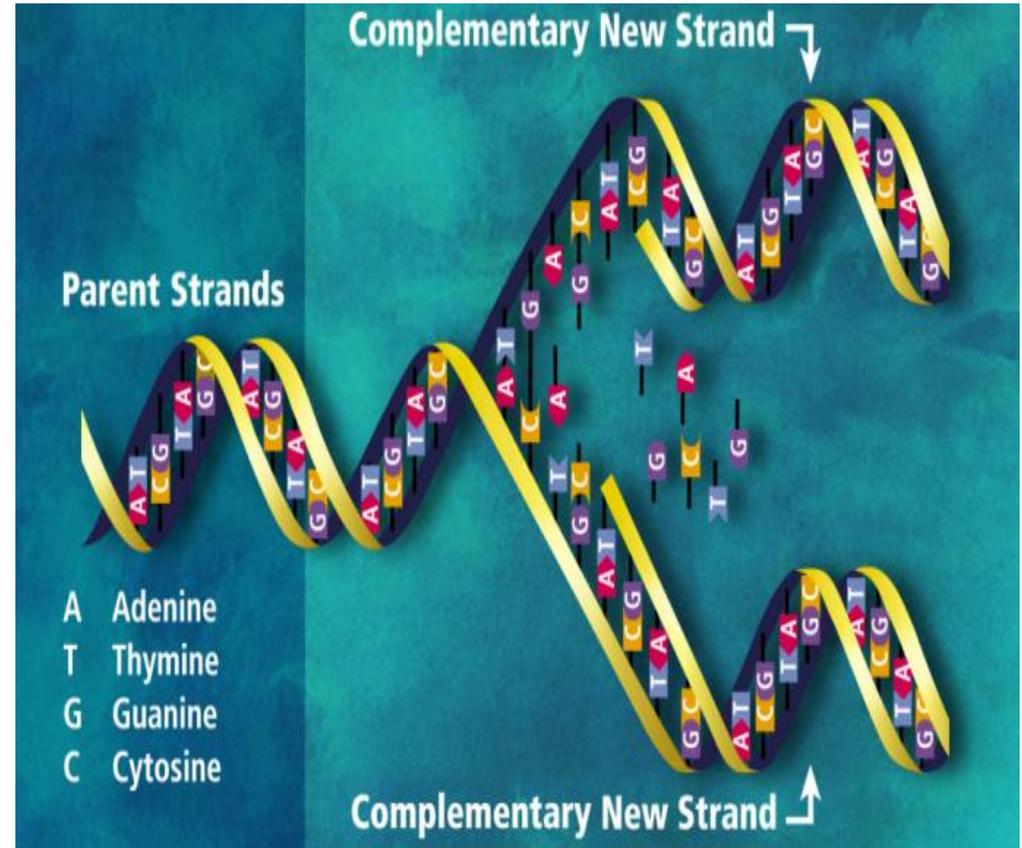
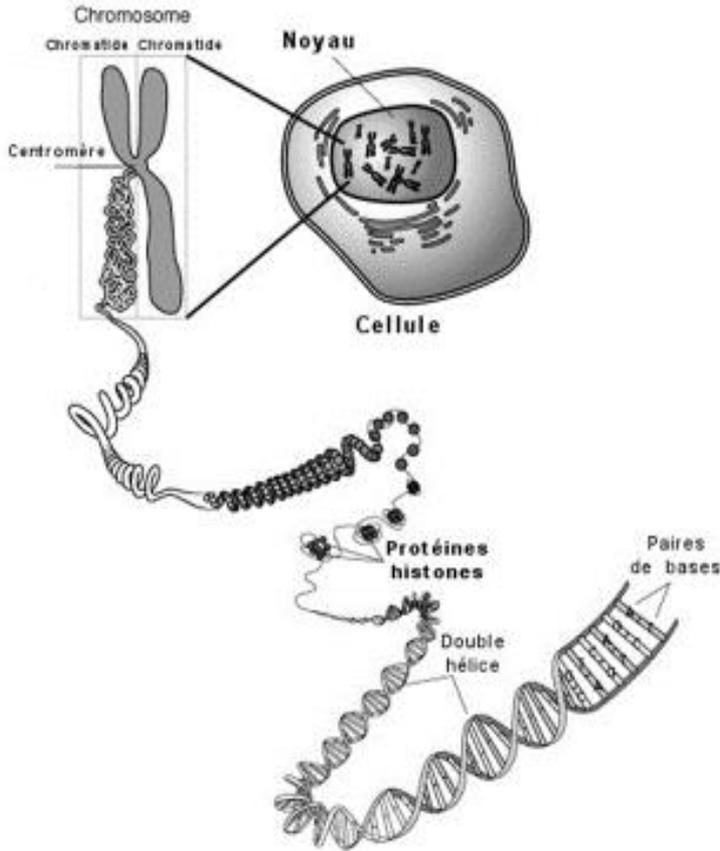
*hétérochromatine*



- constituant principal du noyau
- existe sous deux formes
  - **hétérochromatine** (sombre) région non active
  - **euchromatine** (claire) région active
- composé d'**ADN** (acide désoxyribonucléique) enroulé autour de protéines : les **histones**

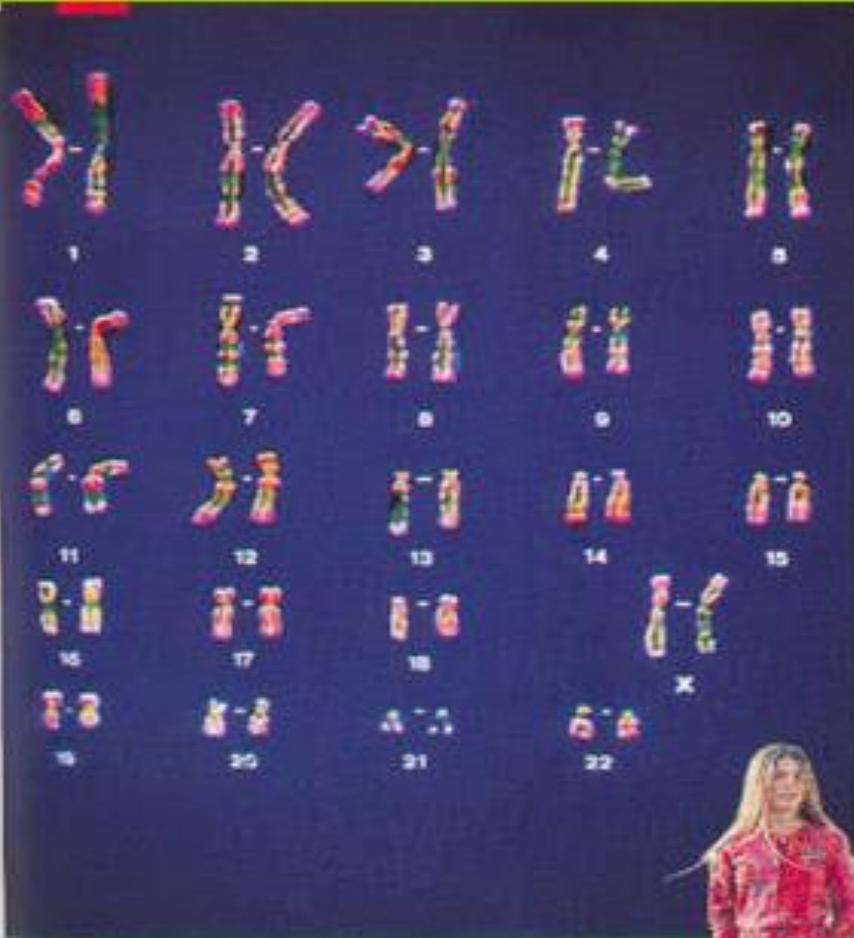


\* lorsque la cellule va se diviser, les fibres chromatiques se transforment en chromosomes dont le nombre et l'aspect sont constants pour une même espèce

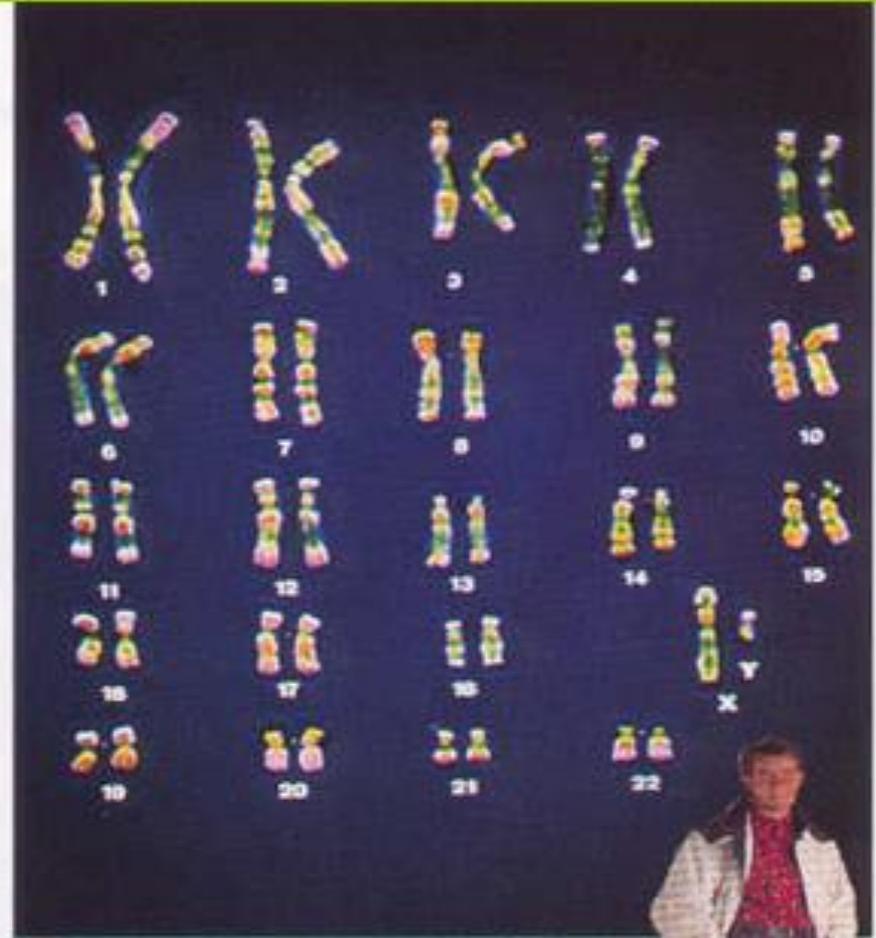


*Condensation de la chromatine en chromosomes au cours de la mitose*

# Les chromosomes de l'homme et de la femme

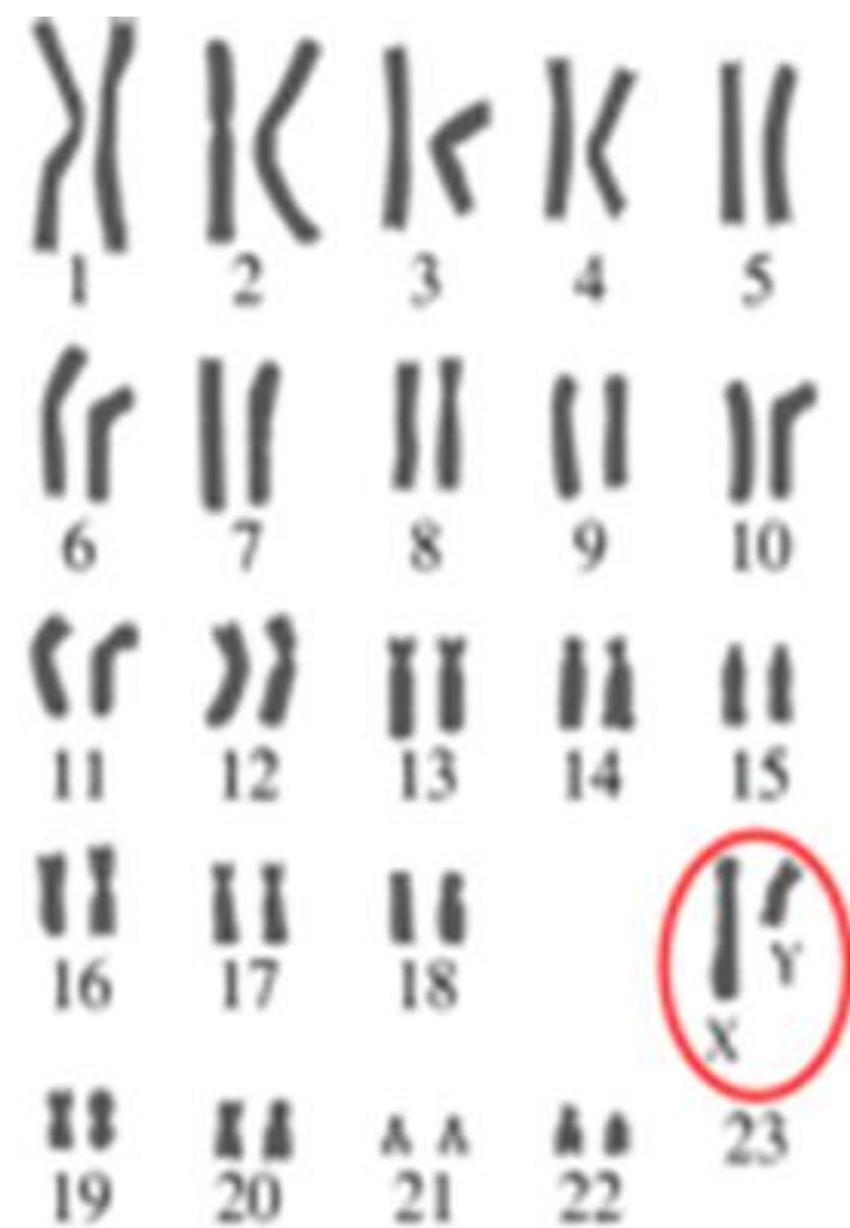
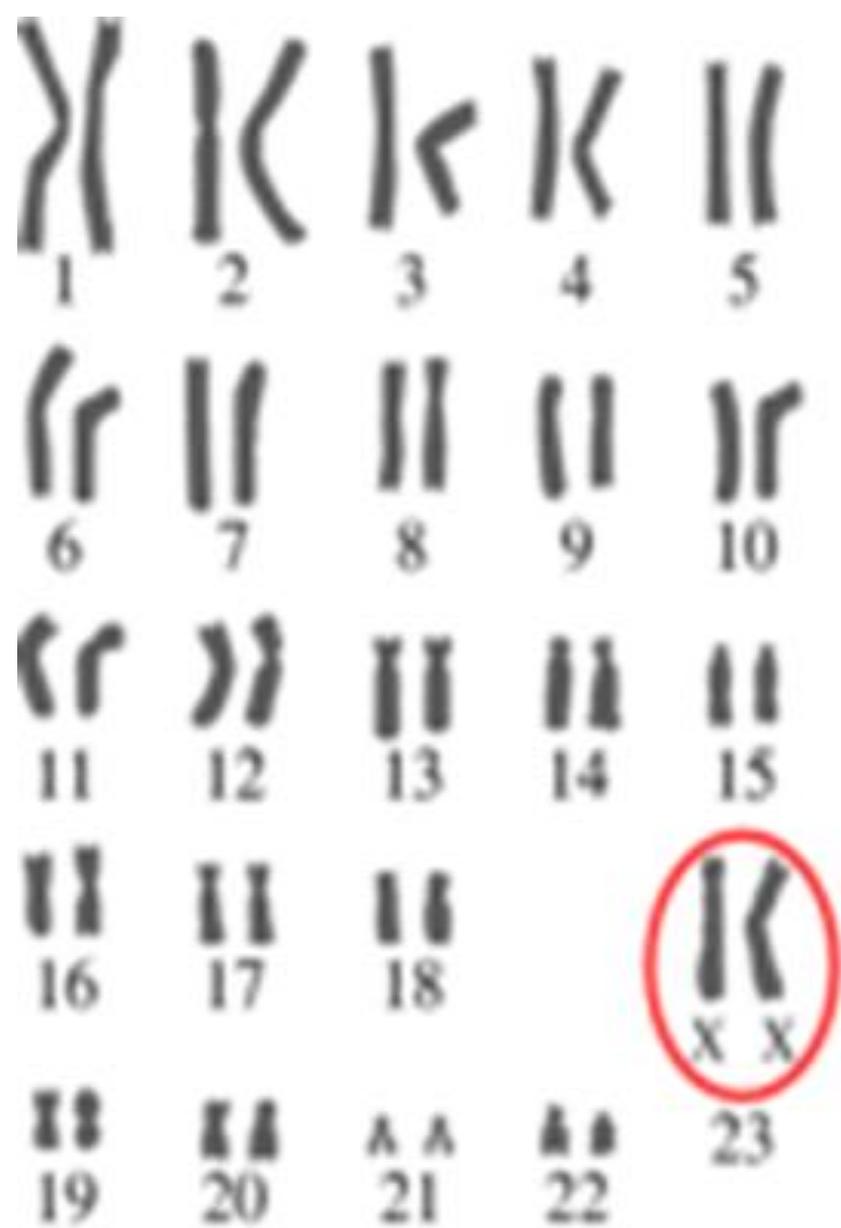


**A** Le caryotype ordonné d'une femme.



**B** Le caryotype ordonné d'un homme.



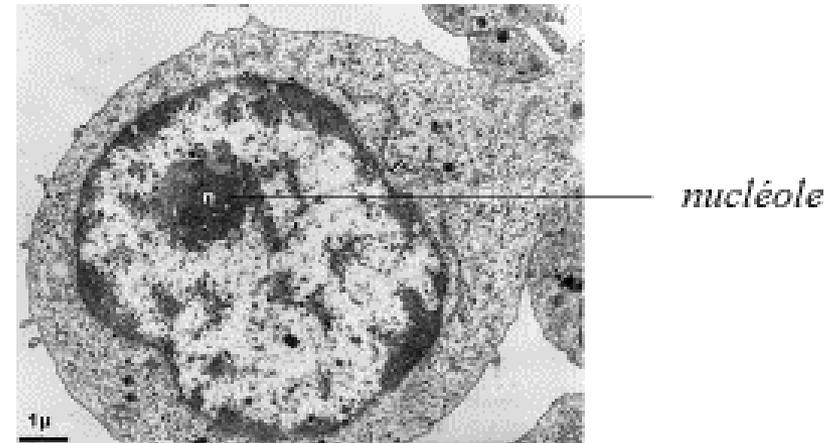


Caryotype d'une femme

Caryotype d'un homme

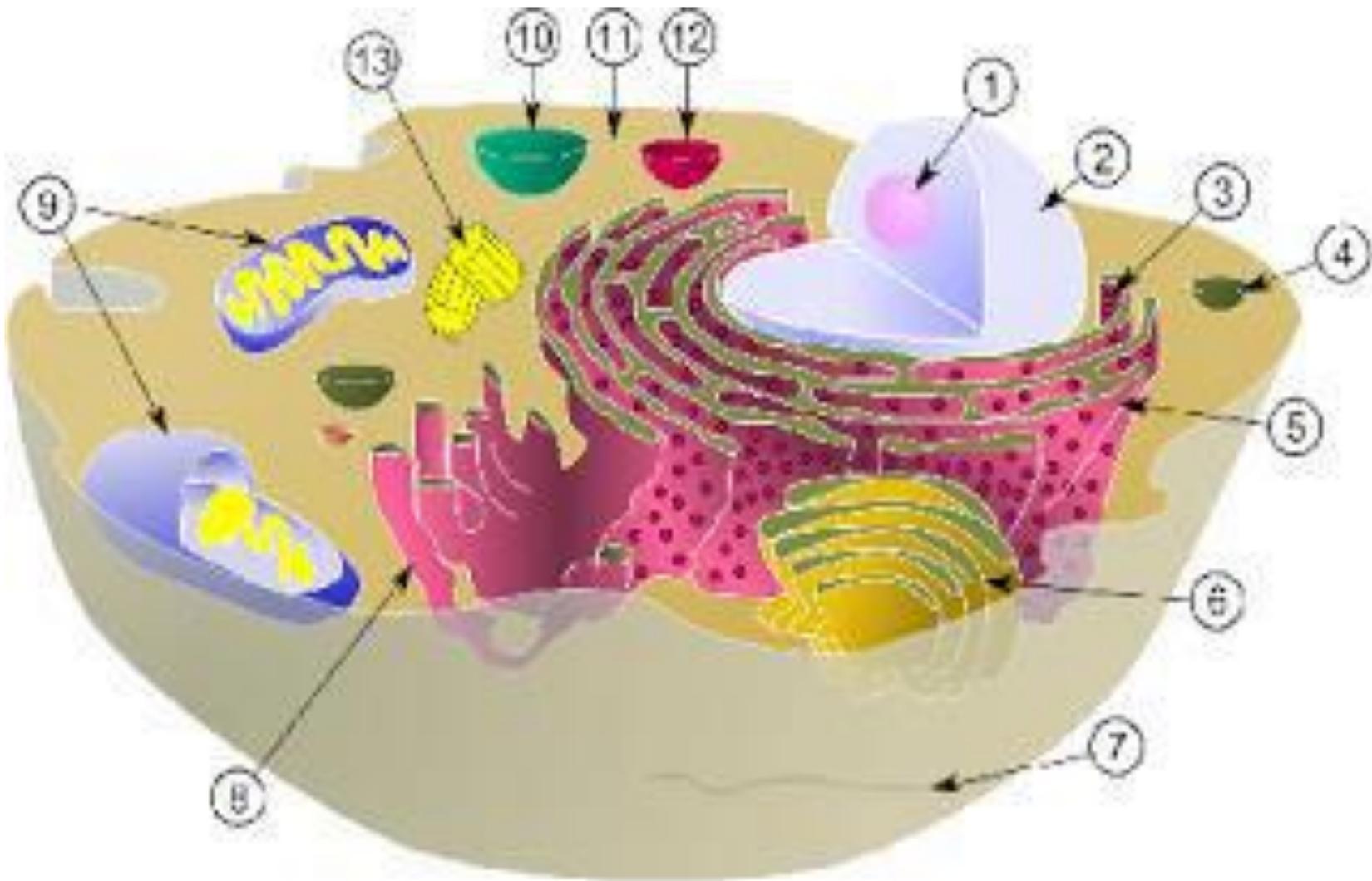
### 3. Le nucléole

- corps sphérique non limité par une membrane où sont synthétisés les ARNr



- c'est à ce niveau que sont assemblées les sous-unités ribosomales
- en général, il existe un nucléole par cellule

# Exercice : Légendez le schéma suivant (titre)



## **IV- LES CONSTITUANTS DE LA CELLULE**

**Différents éléments simples se combinent entre eux pour former des molécules complexes que l'on peut classer en deux grands groupes :**

Les substances minérales : eau, potassium, sodium, calcium, magnésium, fer, zinc, phosphore, soufre, chlore, iode, fluor.

**L'eau représente 65 à 70% du poids total du corps humain chez l'adulte.**

**Eau liée**

**Eau libre**

# LES ELEMENT CHIMIQUES ESSENTIELS

## 7 ELEMENTS MINERAUX

<b>Calcium</b>	<b>Ca</b>
<b>Phosphore</b>	<b>P</b>
<b>Potassium</b>	<b>K</b>
<b>Soufre</b>	<b>S</b>
<b>Sodium</b>	<b>Na</b>
<b>Chlore</b>	<b>Cl</b>
<b>Magnésium</b>	<b>Mg</b>

**13 ELEMENTS TRACES** : moins de 0,01% de tous les atomes, encore appelés **OLOGO-ELEMENTS**

<b>Fer</b>	<b>Fe</b>
<b>Iode</b>	<b>I</b>
<b>Cuivre</b>	<b>Cu</b>
<b>Zinc</b>	<b>Zn</b>
<b>Manganèse</b>	<b>Mn</b>
<b>Cobalt</b>	<b>Co</b>
<b>Chrome</b>	<b>Cr</b>
<b>Sélénium</b>	<b>Se</b>
<b>Molybdène</b>	<b>Mo</b>
<b>Fluor</b>	<b>F</b>
<b>Etain</b>	<b>Sn</b>
<b>Silicium</b>	<b>Si</b>
<b>Vanadium</b>	<b>V</b>

Les substances organiques composées uniquement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote.

Trois catégories :

- **protides**. Les plus simples sont les acides aminés. La combinaison de plusieurs acides aminés forme les polypeptides. Enfin la combinaison des polypeptides forme les protéines.
- **lipides**. Ils sont contenus dans des inclusions lipidiques ou encore liés aux protéines pour donner des lipoprotéines. Ils entrent dans la constitution des membranes.
- **glucides ou sucres**

# V - LES FONCTIONS VITALES DE LA CELLULE

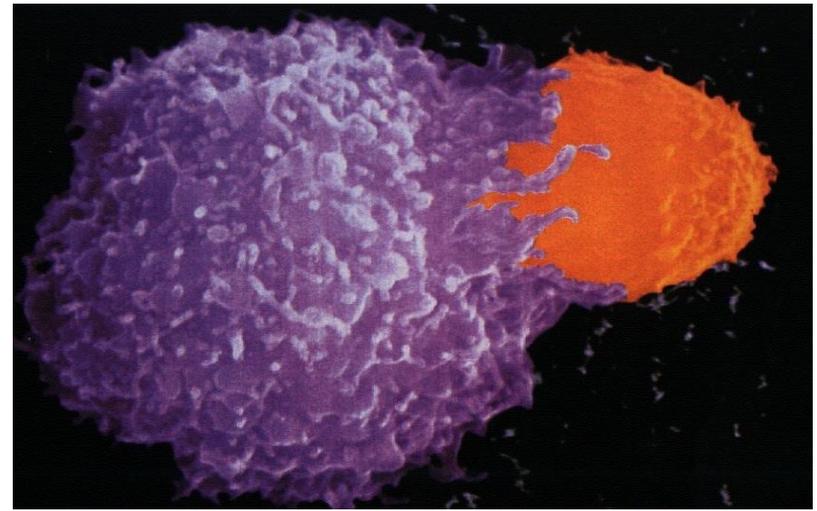
- Les fonctions vitales de la cellule sont les suivantes :

## 1- Nutrition et métabolisme

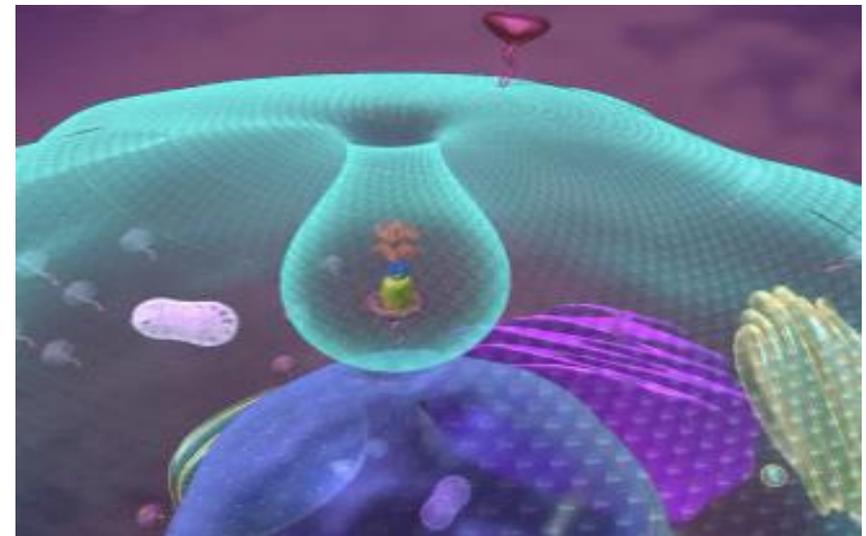
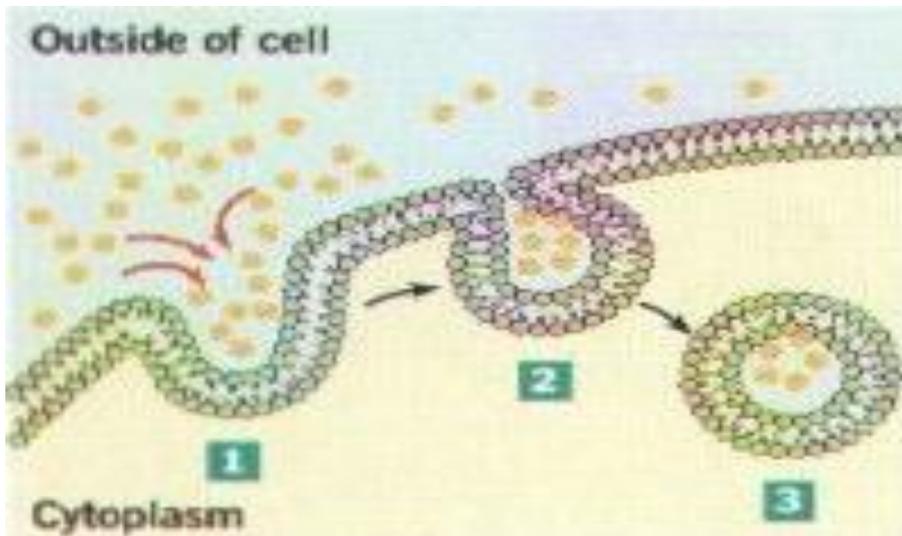
La cellule puise dans le milieu extérieur les éléments nécessaires à son fonctionnement. Cette absorption peut être soit passive à travers la membrane (**diffusion**), soit active à l'aide des protéines de transport. L'absorption par la cellule de particules volumineuses se fait parfois par d'autres processus :

- la phagocytose
- la pinocytose

- la phagocytose comme dans le cas des polynucléaires → la cellule émet des pseudopodes qui entourent puis incluent la particule dans le cytoplasme



- la pinocytose → la membrane s'invagine entraînant les particules dans un canal qui se referme ensuite



Les matériaux ingérés sont utilisés par la cellule pour produire sa propre matière vivante ce qui porte le nom d'**anabolisme** ou pour produire de l'énergie.

La dégradation par la cellule des aliments ou de ses constituants usés porte le nom de **catabolisme**.

L'ensemble des réactions dont la cellule est le siège constitue le métabolisme cellulaire (anabolisme + catabolisme = **métabolisme**).

## **2- Respiration cellulaire**

Les mitochondries, grâce à des phénomènes d'oxydo-réduction, dégradent le glucose en présence d'oxygène avec production d'énergie et de gaz carbonique.

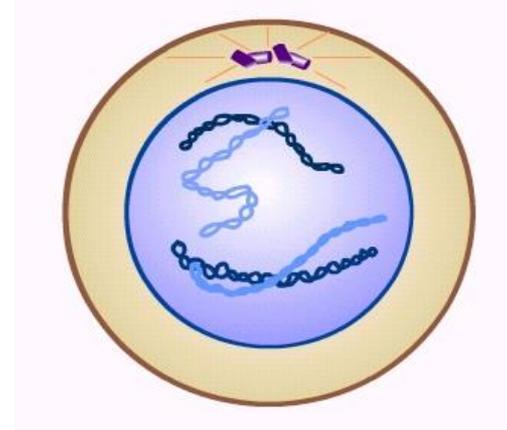
### 3- Reproduction cellulaire

Les êtres unicellulaires se multiplient par division directe, c'est l'**amitose**.

Les êtres pluricellulaires se multiplient par division cellulaire indirecte ou **mitose**

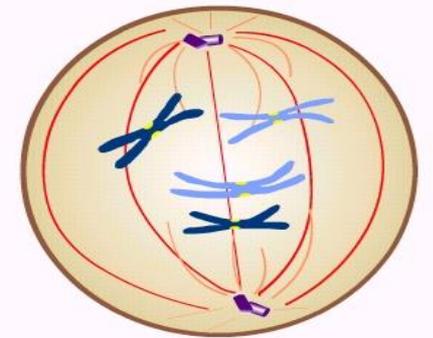
La mitose comporte plusieurs phases :

#### 1. l'interphase



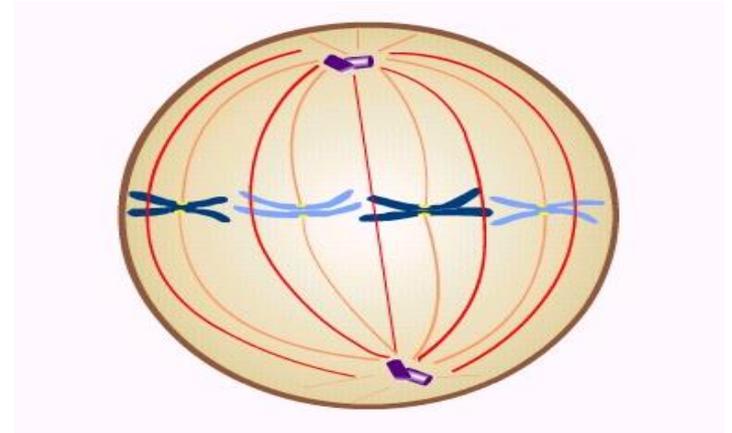
#### 2. la prophase:

- les chromosomes commencent à apparaître
- la membrane nucléaire disparaît
- le fuseau achromatique formé de petits tubules apparaît



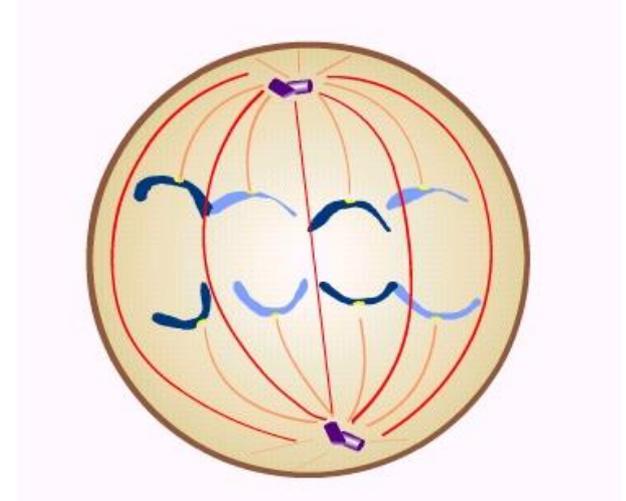
### 3. la métaphase

Les chromosomes s'unissent aux petits tubules du fuseau et se disposent sur l'équateur de ce fuseau.



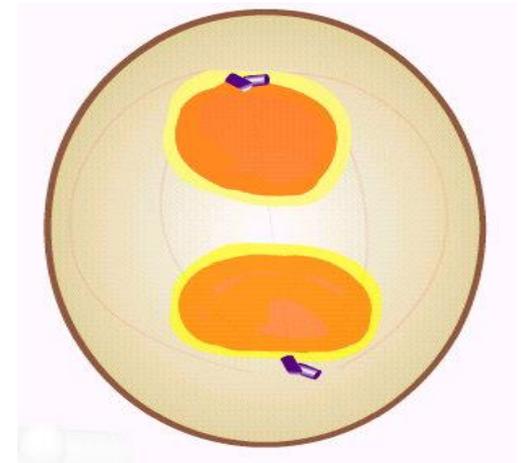
### 4. L'anaphase

- division longitudinale de tous les chromosomes en deux moitiés rigoureusement identiques
- migration de chaque moitié le long du fuseau vers l'un des pôles de la cellule

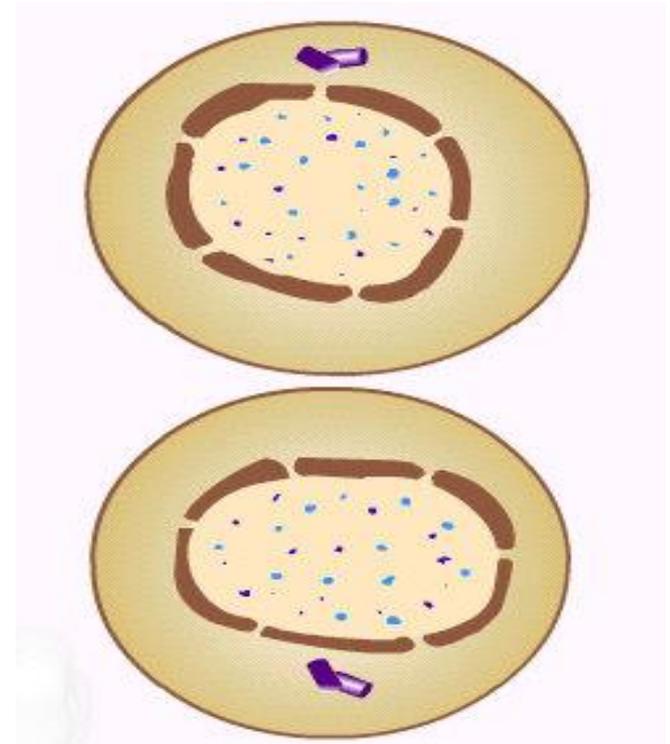


## 5. la télophase

Les nouveaux chromosomes sont entourés par une membrane nucléaire



Les deux cellules filles se séparent



Il existe un autre mode de division particulier, réservé uniquement aux cellules sexuelles ou gamètes (ovule chez la femme, spermatozoïde chez l'homme), c'est la **méiose**.

#### 4- La mort cellulaire

Elle peut survenir brutalement ou lentement, précédée par une période d'agonie. On peut observer l'agonie puis la mort des organites intra-cellulaires: **dégénérescence**

- hyaline
- graisseuse
- amyloïde
- muqueuse
- colloïde

Après la mort, survient la période de **nécrose**.



**DR DJ. MERIANE**