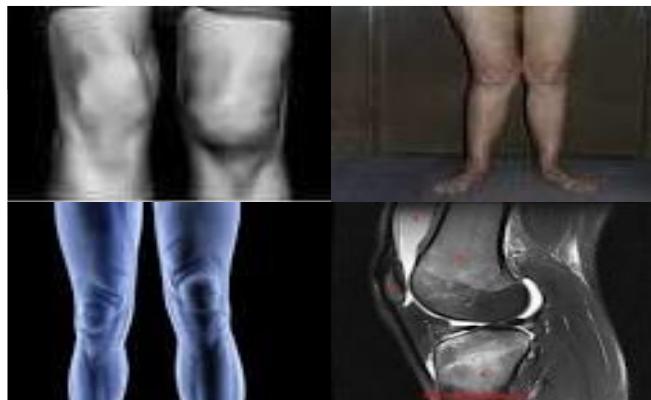


## Introduction à la cytologie

### Définition:

- ✓ La cytologie (du grec "kutos" = "la cellule" et "logos" = "le discours") est l'étude de la structure et de la physiologie de la cellule en général, quelles que soient soit son origine -animale, végétale, etc.- et sa fonction.
- ✓ La cytologie est la discipline scientifique qui étudie la cellule et ses organites, du point de vue structural et fonctionnel.
- ✓ L'objet de la cytologie est de comprendre la structure et les activités des divers éléments cellulaires.
- ✓ La cytologie occupe une place importante dans la médecine moderne en particulier dans le domaine du diagnostic (cytopathologie).
- ☒ Cytologie exfoliatrice ;
- ☒ Cytologie des liquides;

### Epanchement de la synovie

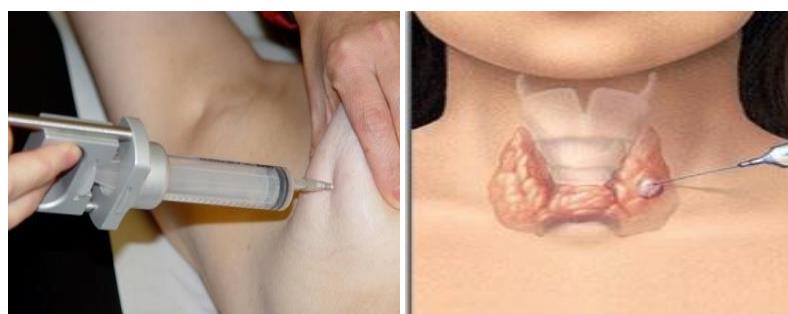


**La synovie :** Un liquide lubrifiant, transparent contenu dans la cavité articulaire et facilitant le glissement entre les os.

### **Épanchement:**

Ecoulement anormal ou présence de liquide ou de gaz dans une cavité naturelle (péritoine, plèvre, péricarde, articulation, bourse) qui, normalement, n'en contient pas.

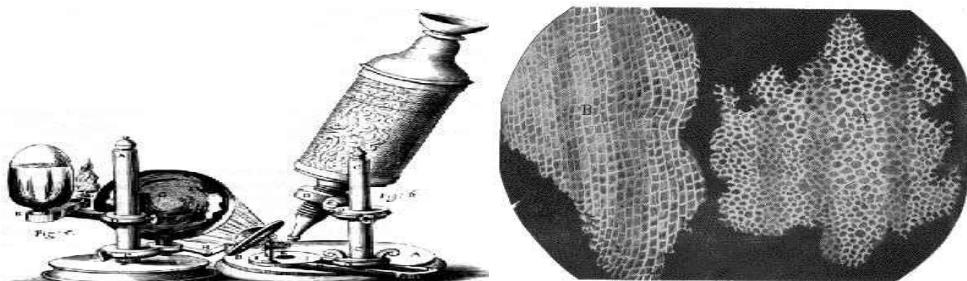
### ☒ Cyto-ponction des tumeurs.



**N.B :** Un nodule est une formation anormale, arrondie, palpable dans ou sous la peau, qui peut être une tumeur bénigne ou maligne (exemple : nodule mammaire, nodule thyroïdien).

## Historique (Invention de la théorie cellulaire)

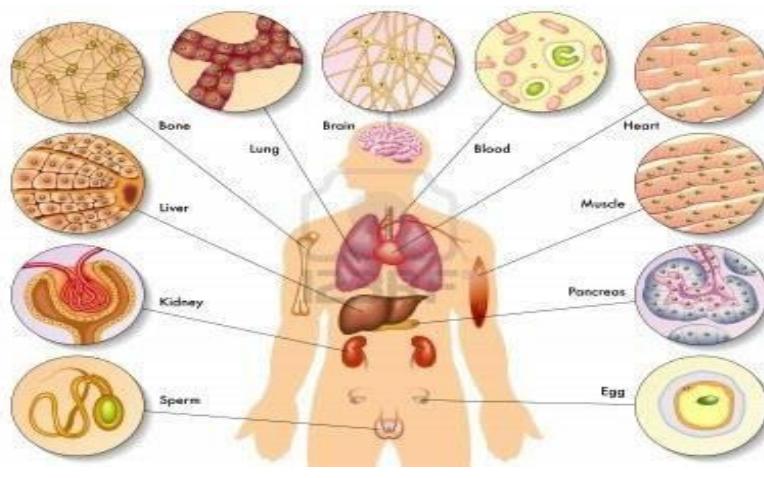
- En 1665, [Robert Hooke](#) découvre des cellules dans du liège, puis dans des plantes vivantes, en utilisant le microscope (inventeur du terme « cellule »).



- En 1838, [Matthias Schleiden](#) suggère que tous les tissus végétaux sont faits de cellules.
- En 1839, [Théodore Schwann](#) en arrive à la même hypothèse au sujet des animaux (Théorie cellulaire). Il donna son nom aux cellules de Schwann.
- En 1855, [Rudolf Virchow](#) suggère que toute cellule provient d'une autre cellule (« *Omnis cellula e cellula* »).

## Théorie cellulaire

- ❖ La cellule est la plus petite entité vivante.
- ❖ Tout être vivant est formé à partir de cellules et uniquement de cellules (plusieurs milliards de cellules):



Près de 60 000 milliards de cellules constituent un adulte (26 milliards à la naissance). 200 milliards meurent et se renouvellent chaque jour. ; subdivisées en 220 types, chaque type de cellules est propre au tissu dont il fait partie.

- Dimensions: entre 5 et 50 microns habituellement, mais certaines cellules nerveuses mesurent jusqu'à un mètre.

- Durée de vie: de 2-3 jours (ex: cellules épithéliales digestives, polynucléaires) à de nombreuses années (toute la vie pour les cellules nerveuses, cardiaques et musculaires).
- ADN humain déroulé = 2 mètres par cellule / 3 milliards de paires de bases (blé: 16 milliards, Bactérie: quelques millions, mitochondries: 16 000 bases) / Environ 30 000 gènes par cellule.

Parmi les cellules, on peut distinguer un certains nombre de types différents :



(Globules rouges)



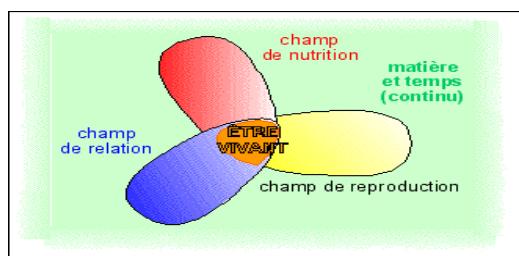
(Globules blancs)



(Cellule nerveuses)

- ❖ Toute cellule est issue d'une autre cellule.

### Qu'est-ce que la vie?



### Qu'est-ce qu'une cellule?

#### Définition:

- La cellule (en latin *cellula* signifie petite chambre).
- C'est l'unité structurale, fonctionnelle et reproductrice.
- Les cellules de même type sont réunies en tissus, eux-mêmes réunies en organes.
- La cellule est un concept.

### La composition chimique des cellules

Ce tableau présente la composition moyenne des cellules vivantes.

COMPOSANTS	POURCENTAGE DE LA MASSE TOTALE
Eau	70%
Protéines	18%
Lipides	5%
ADN	0,25%
ARN	1,1%
Polyosides	2%
Molécules simples (acides aminés, acides gras, glucose)	3%
Ions minéraux	1%

### Constitution d'une cellule

- L'ADN       L'information génétique.
  - Les protéines (enzymatiques ou constitutives).
  - La membrane plasmique.
  - Le cytoplasme (milieux aqueux).
- Cytoplasme = Cytosol + Protoplasme+ Paraplasme.

**Protoplasme** : les organites.

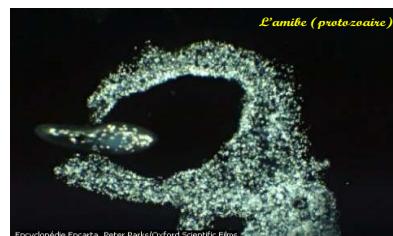
**Paraplasme** : les enclaves inertes.

### Présentation

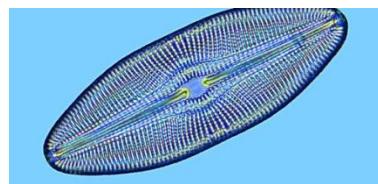
- Les organismes unicellulaires (bactéries, protistes),
- Les organismes pluricellulaires.

#### Protistes:

- ❖ **Les protozoaires (protistes animaux),**

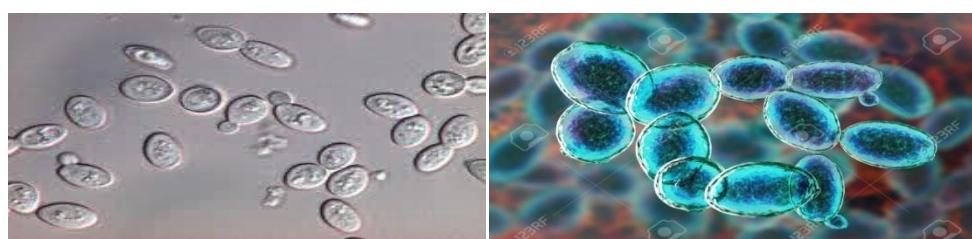


- ❖ **Les protophytes (protistes végétaux),**



Diatomée (Algue unicellulaire).  
(Enveloppe siliceuse: Frustule)

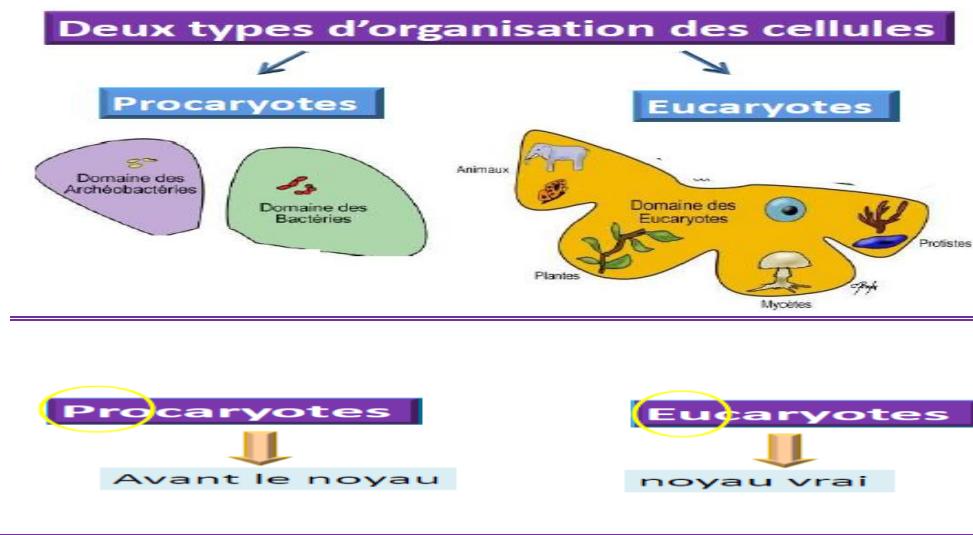
- ❖ **Les champignons unicellulaires.**



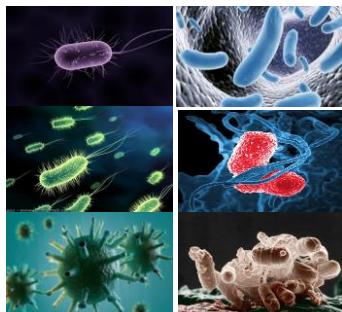
*Saccharomyces cerevisiae.*

### Organisation des cellules

On peut opposer deux grands types de cellules selon qu'elles possèdent ou non un noyau:



**Les prokaryotes:** sont des cellules plus primitives, qui sont apparues en premier au cours de l'évolution. Ce groupe se subdivise en deux autres : celui des eubactéries et celui des archéobactéries.



Bactéries



Mycoplasmes

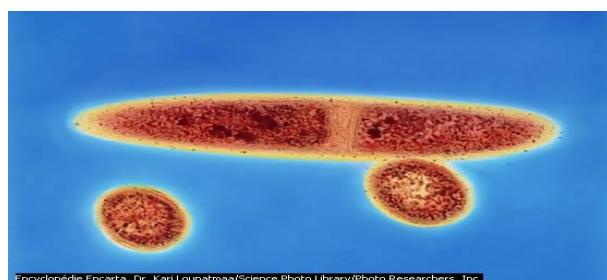


Cyanobactéries

**Les archéobactéries:** un mot qui se subdivise en deux, Archéo : « Ancien » et bactérie : micro-organisme prokaryote.

Les archéobactéries sont regroupées en trois genres :

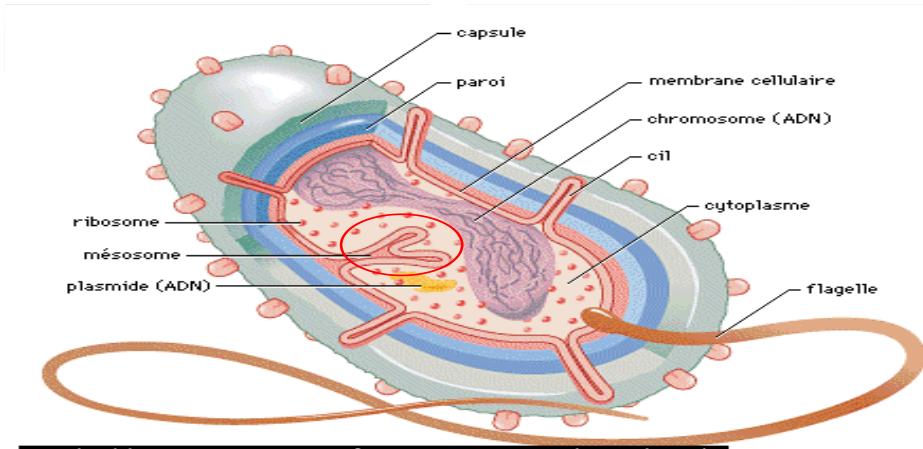
- **Les méthanogènes.**
- **Les thermophiles.**
- **Les halobactéries.**



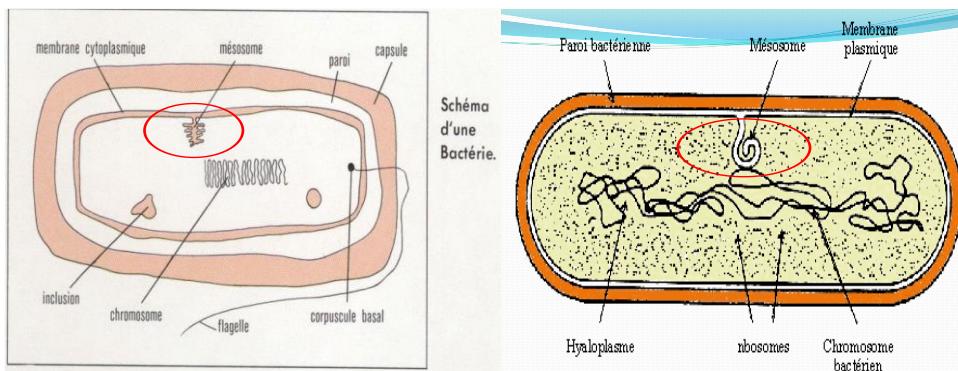
*Methanospirillum hungatii*  
Archéobactérie en division

Cette espèce vue ici en microscope électronique, est une archéobactérie méthanogène (produit du méthane par transformation du gaz carbonique) qui se développe dans des milieux dépourvus d' $O_2$ .

## LA CELLULE BACTERIENNE



Représentation schématique d'une cellule bactérienne



Les mésosomes

### Caractères structuraux

Dans la cellule bactérienne, on peut distinguer des éléments constants (essentiels), retrouvés chez toutes les espèces bactériennes, et des éléments inconstants (facultatifs) présents chez certaines espèces seulement.

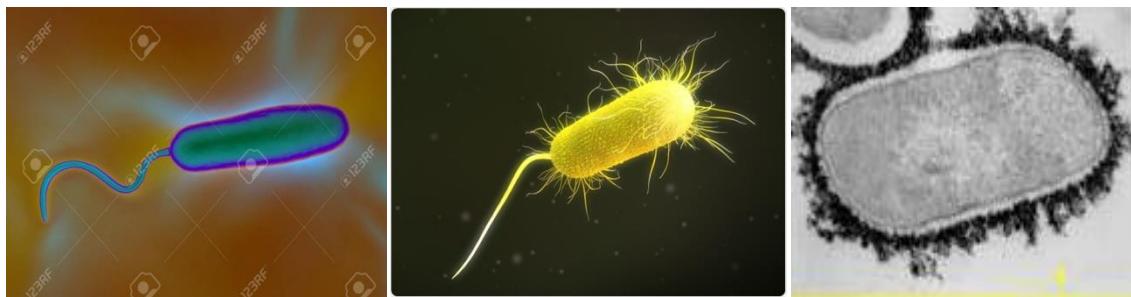
### Les éléments constants

La cellule procaryote est constituée par :

- Le cytoplasme,
- Un nucléoïde,
- Les ribosomes,
- Une membrane plasmique,
- Paroi peptidique.

### Les éléments inconstants

- La capsule,
- Les cils et les flagelles,

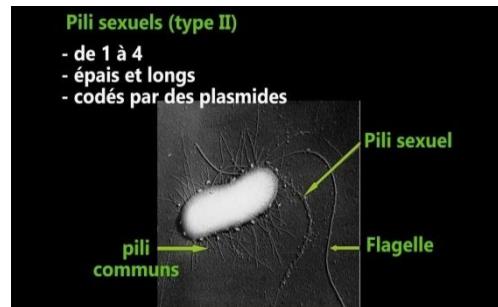
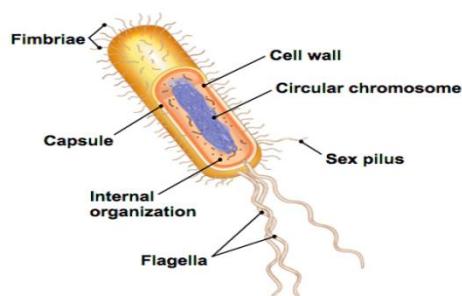


Bactérie à flagelle unique

Bactérie à pili et flagelle

Bactérie encapsulée

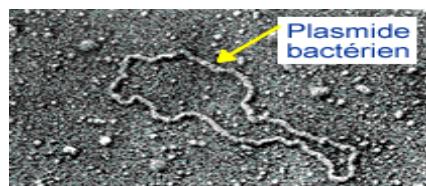
- Les pili (fimbriae),



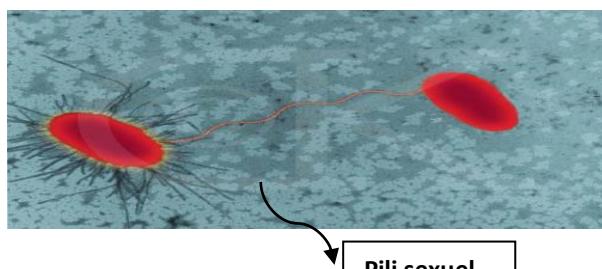
- Des **plasmides**, sont des petits fragments d'ADN circulaire et indépendants du génome bactérien.

Parmi leurs propriétés :

- Ils sont capables de se propager d'une bactérie ou d'une espèce à une autre par un processus de conjugaison ou de transformation ;
- Peuvent porter des gènes de virulence (souches pathogènes) ou de résistance aux antibiotiques/antiseptiques (souches multirésistantes) ;
- Peuvent porter des gènes métaboliques favorisant l'implantation de la bactérie dans un milieu particulier.



Plasmide au microscope électronique.



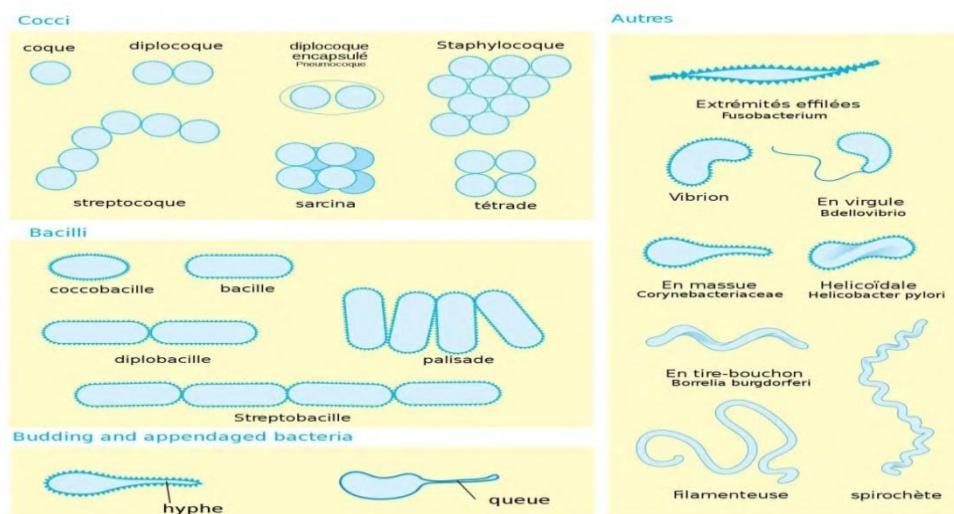
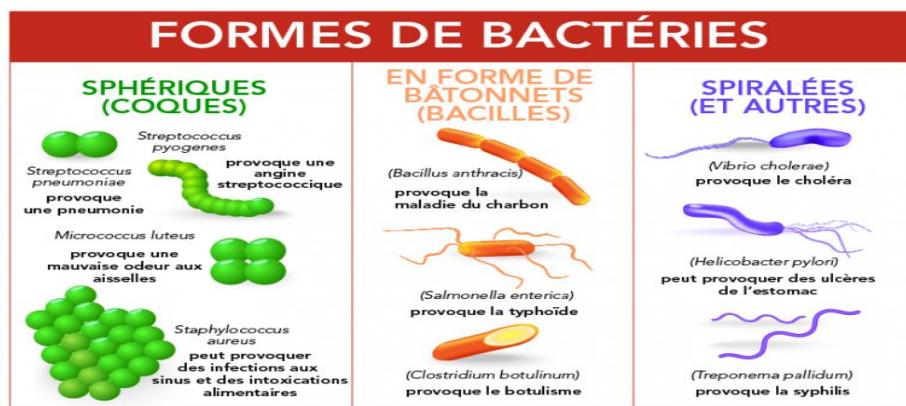
Un échange de gènes plasmidiques entre 2 bactéries est possible grâce au pili sexuel. Ainsi, à l'échelle des populations bactériennes des recombinaisons génétiques sont possibles.

- **Les mésosomes.**

**Spécificités morpho fonctionnelles : forme, dimensions et mode d'association**

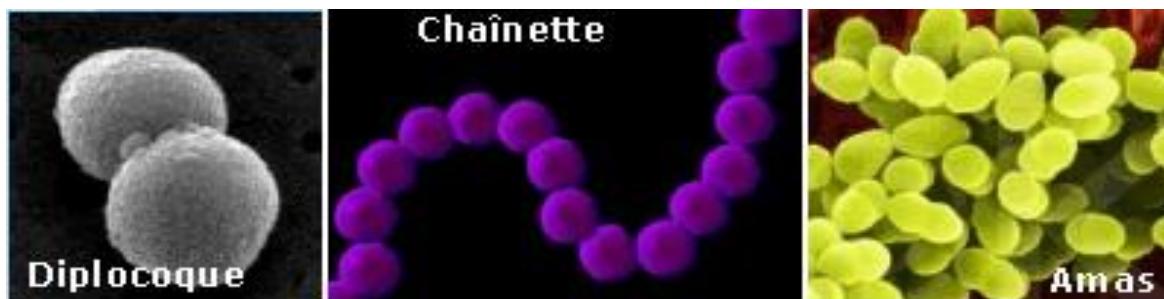
Les bactéries présentent une grande diversité de morphologies cellulaires ; cette caractéristique est exploitée pour l'identification de la cellule par observation microscopique.

Selon leur forme, les bactéries sont classées en quatre groupes : globulaires ou cocci, allongées et droites, courbées ou hélicoïdales, et filamenteuses :



### Mode d'association

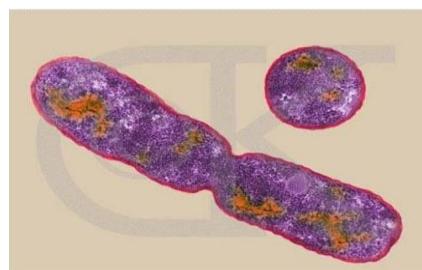
Le mode d'arrangement des cellules bactériennes est aussi une caractéristique qui permet de distinguer les bactéries. Beaucoup d'espèces bactériennes peuvent être observées sous forme unicellulaire isolée, alors que d'autres espèces sont associées entre elles. Ces dernières peuvent être associées en paires (diplocoques) comme les *Neisserias*, en chaînette comme les *Streptocoques* ou en amas comme les *Staphylocoques*.



Bacille : forme allongée, isolée ou associée

### Mode de reproduction

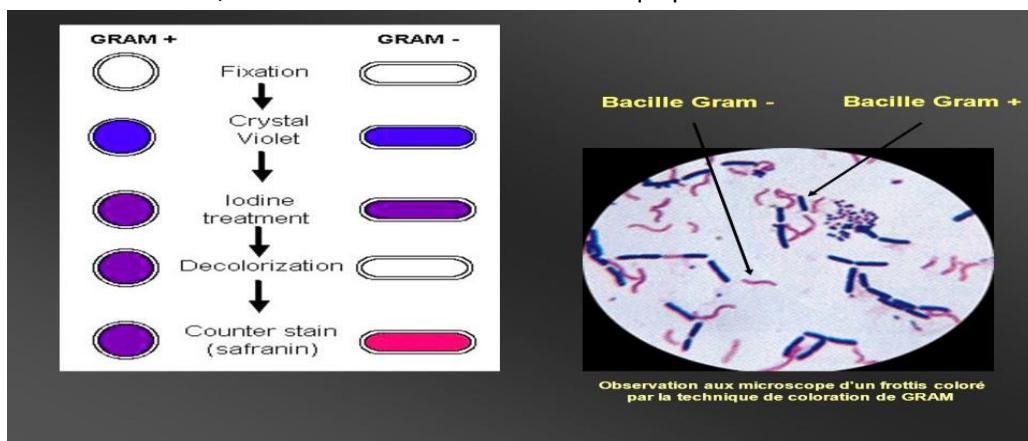
Les cellules procaryotes se divisent très rapidement par scissiparité ou étranglement cellulaire dans un environnement nutritif suffisant.



Escherichia coli en division.

### Identification bactérienne par la coloration de GRAM

La coloration de Gram doit son nom au bactériologiste danois Hans Christian Joachim Gram qui a mis au point le protocole en 1884 ; c'est une méthode de coloration qui permet l'identification des bactéries.



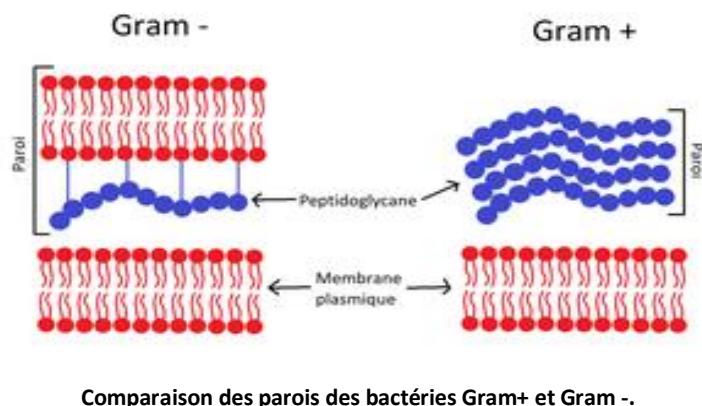
La connaissance de la paroi est à l'origine de l'antibiothérapie. Un antibiogramme est une technique de laboratoire visant à tester la sensibilité d'une souche bactérienne vis-à-vis d'un ou plusieurs antibiotiques supposés ou connus.

### Etapes

- Fixation des bactéries sur une lame microscopique,
- Un premier colorant : le "violet de gentiane",
- Mordançage au lugol. Toutes bactéries sont alors violettes,
- Lavage à l'alcool : seules les bactéries à paroi fine sont décolorées,
- Recoloration à la fuchsine (rouge) qui recolore les bactéries décolorées.

Après le processus de coloration de Gram, les bactéries retiennent la coloration bleu foncé du violet de Gentiane ou sont complètement décolorées, puis on applique une autre teinture comme la Fuchsine ou l'éosine pour donner aux bactéries décolorées une couleur rouge qui les rend plus visibles.

La coloration de Gram permet de distinguer les bactéries à Gram + dotées d'une paroi avec une grande quantité de peptidoglycane ; des bactéries Gram -, composées de moins de peptidoglycane.

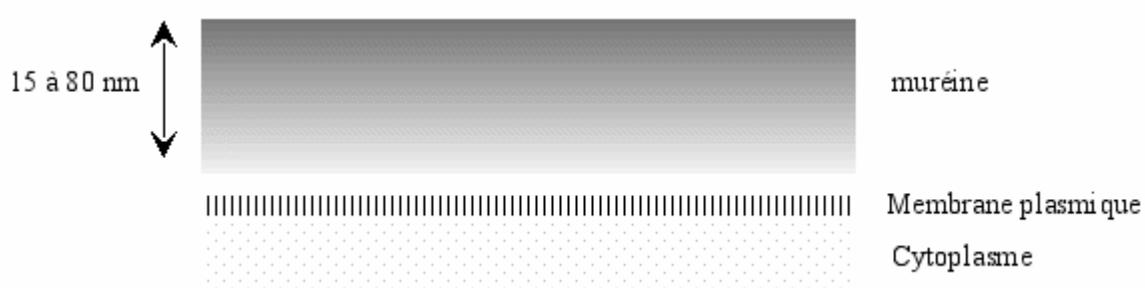


Comparaison des parois des bactéries Gram+ et Gram -.

### Différentes parois

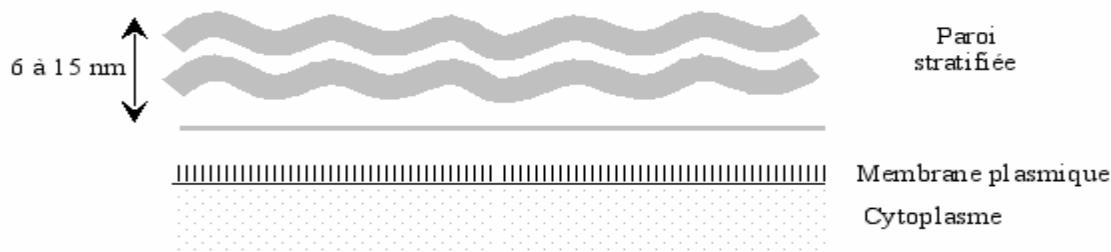
#### ▪ Paroi des bactéries à Gram positif

Elle est épaisse (entre 15 et 80 nm) (elle ne laisse pas passer l'éthanol), composée d'une épaisse couche de muréine ou peptidoglycane. Cette épaisse couche est traversée par des acides téichoïques ou lipotéichoïques.

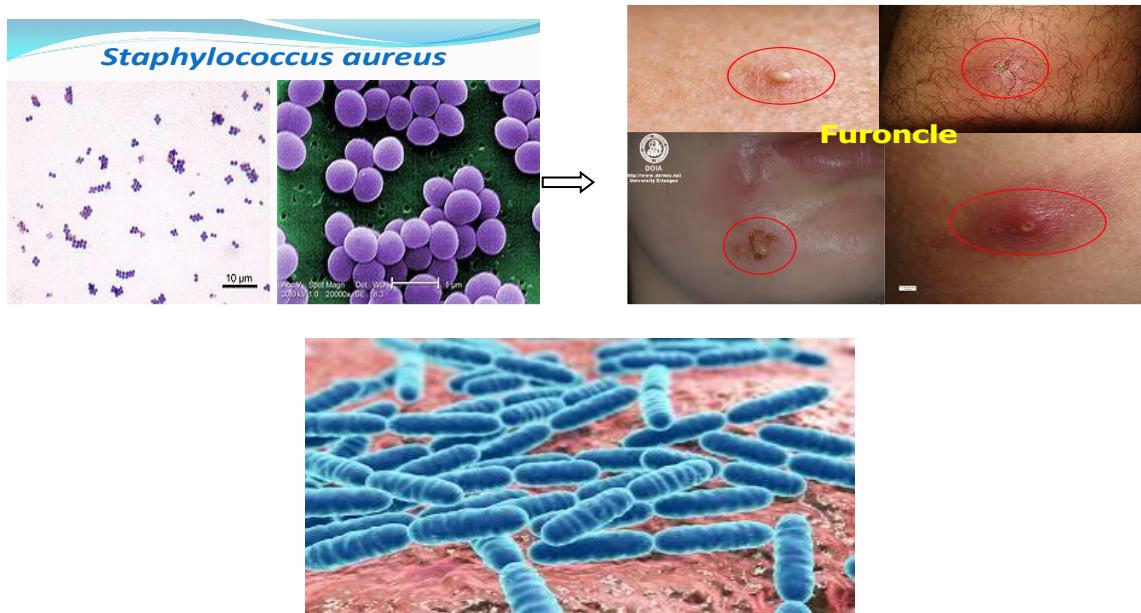


▪ **Paroi des bactéries à Gram négatif**

Elle est plus fine (entre 6 et 15 nm), composée de plusieurs couches dont une lipidique (ce qui explique que l'alcool, liposoluble, passe à travers ce type de paroi).



**Les bactéries qui retiennent la coloration bleue (Gram +) :**



*Lactobacillus acidophilus*  
Un bacille de la flore vaginale

Reconnue comme un moyen de défense efficace contre la prolifération d'agents microbiens pathogènes à la surface de la muqueuse vaginale en sécrétant des acides et en produisant des substances antimicrobiennes.



*Clostridium tetani*  
Bactérie Gram + responsable du téton; elle secrète une neurotoxine induisant un blocage des synapses.

*Streptococcus pneumoniae*  
Bactérie Gram +, cause de pneumopathie et de méningite bactérienne chez l'adulte.

**Les bactéries qui ne retiennent pas la coloration bleue (Gram -) :*****Bordetella pertussis*****ou Bacille de Bordet**

L'agent responsable de la coqueluche

***Escherichia coli*****Un bacille de la flore intestinale**

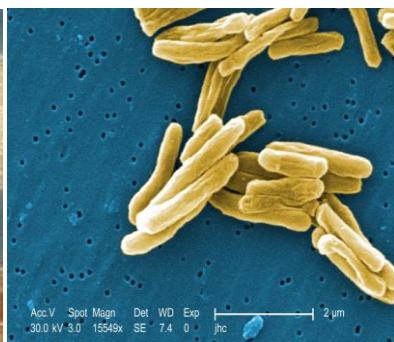
Elle joue un rôle favorable dans la digestion, dans la régulation du système immunitaire et empêche la colonisation par des organismes pathogènes. Cependant quelques souches sont pathogènes.

***Pseudomonas aeruginosa***

Bactérie Gram-, pathogène, fréquemment rencontrée dans les infections nosocomiales (infection contractée dans un établissement hospitalier).

***Salmonelle***

Une bactérie gram -, à l'origine des salmonelloses et de la fièvre typhoïde et paratyphoïde.

**Les organismes qui parfois retiennent la coloration et parfois non (Gram variables) :*****Mycobacterium tuberculosis***  
**Bacille de Koch (BK)**

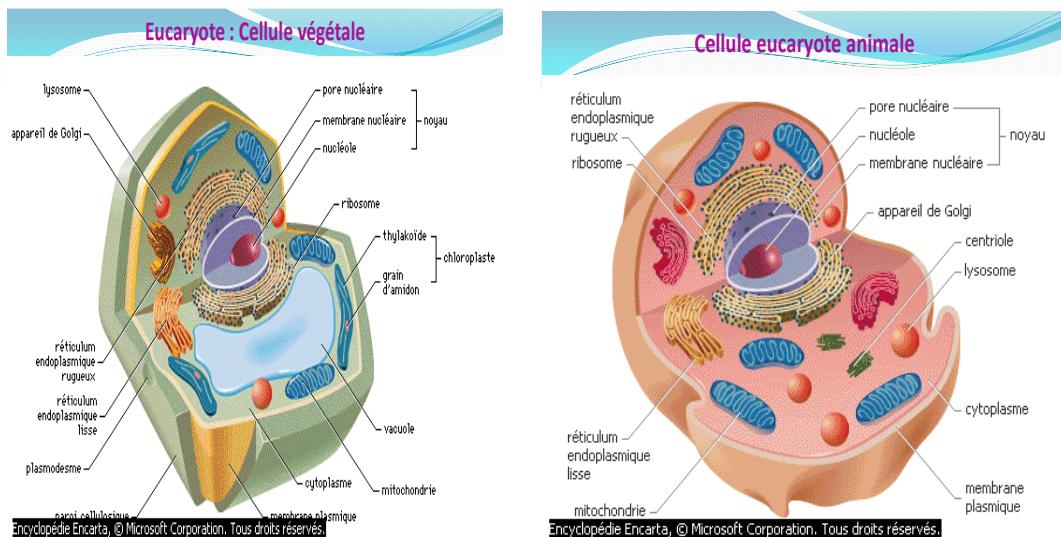
La bactérie responsable de la tuberculose.

### ➤ Les eucaryotes:

Le mot eucaryote veut dire « Vrai noyau » parmi les eucaryotes, les cellules végétales et animales.

- Les cellules eucaryotes contiennent de grandes surfaces membranaires,
- Toutes les fonctions cellulaires sont en effet compartimentées et réalisées par des structures spécialisées entourées chacune d'une membrane, les organites:

Noyau, Mitochondrie, R.E., L'A.G., Lysosomes, Peroxysomes, Chloroplastes et Vacuoles.

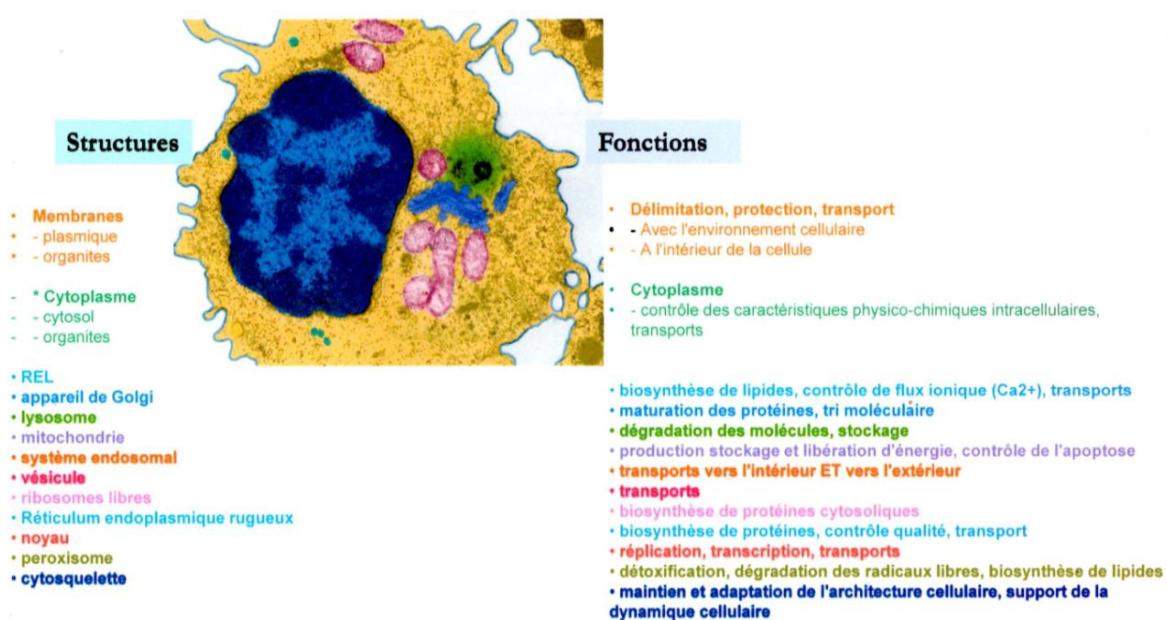


### Caractéristiques communes

- ✓ Membrane plasmique,
- ✓ Substance riche en eau, le **cytoplasme**.

Cytoplasme = cytosol + protoplasme + paraplasme

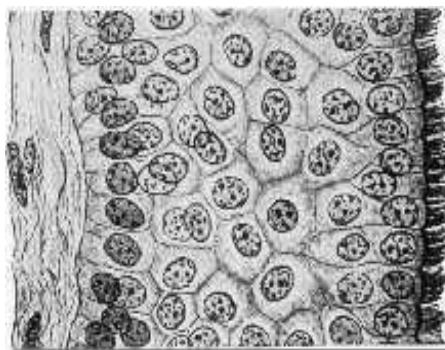
- ✓ Le **noyau** (ADN), contrôle les activités de la cellule et lui permet de se reproduire.



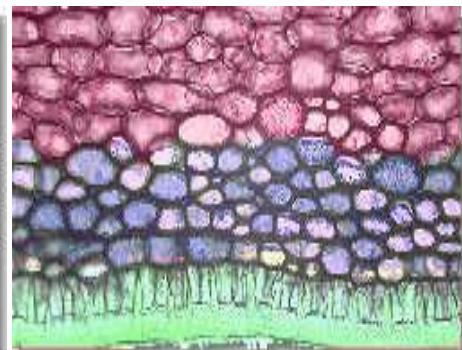
Les cellules ont également en commun certaines capacités:

- La reproduction cellulaire (mitose) ;
- Le métabolisme cellulaire ;
- La synthèse des protéines.

### Organisation des cellules

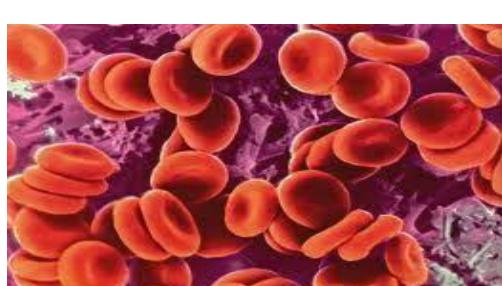


Tissu animal

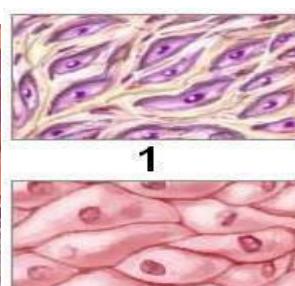


Tissu végétal

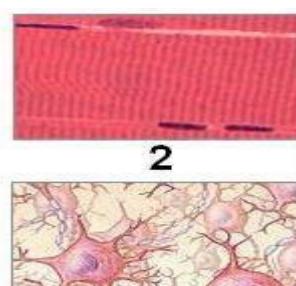
### Arrangement



Cellules libres



3



4

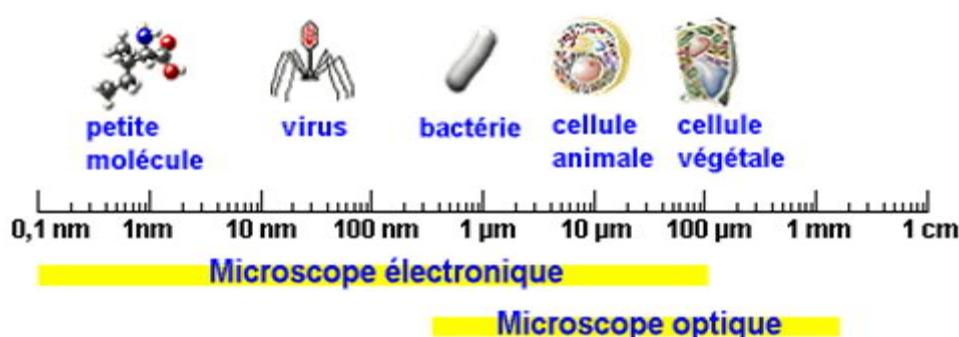
Cellules associées en tissu

### Diversité et échelles de grandeurs

La plupart des structures cytologiques sont trop petites pour être observer à l'œil nu. L'œil humain peut distinguer deux objets distants de 100 µm.

Cette illustration indique les grandeurs approximatives des objets. On voit que les cellules végétales peuvent dans certains cas distinguer à l'œil nu.

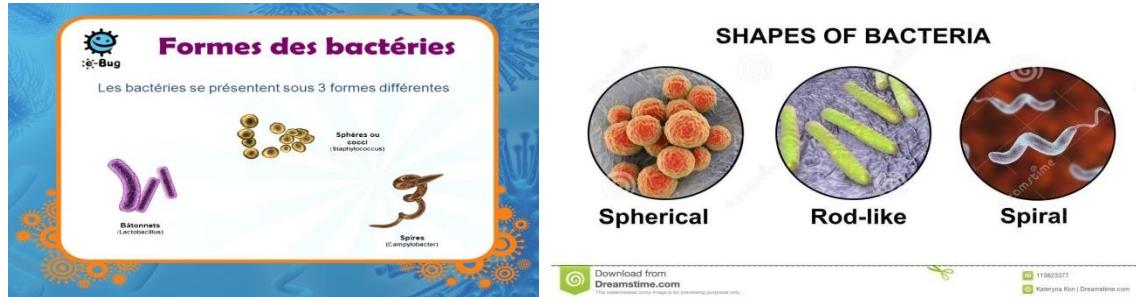
D'un type cellulaire à l'autre, les dimensions sont très variables.



Les cellules, bien que généralement microscopique, elles sont de taille et de formes variables.

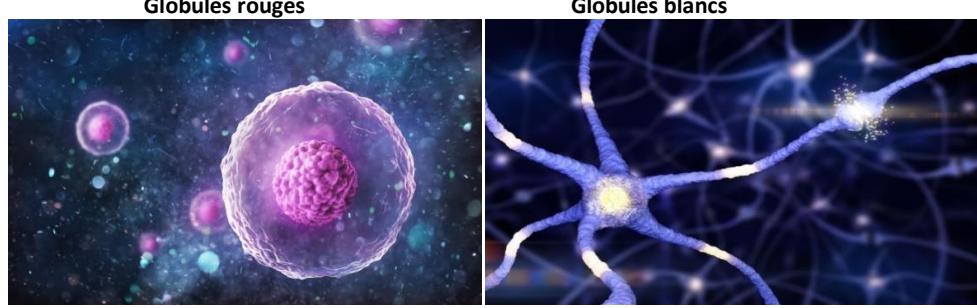
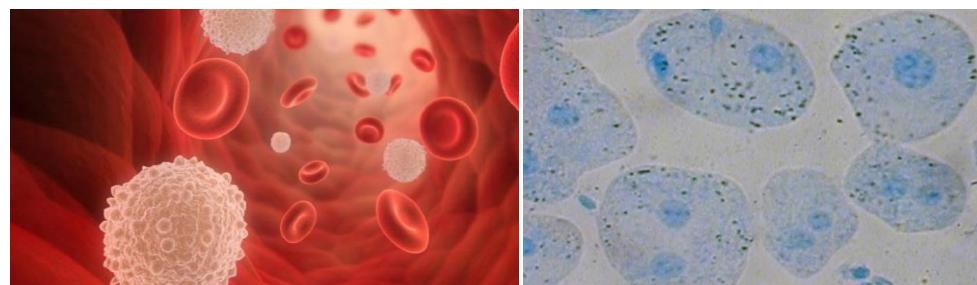
- **Les bactéries:** 0,5 et 100 µm (*Thiomargarita namibiensis* mesure 0,75 mm, les nanobactéries, n'excèdent pas 0,2 µm) (1 µm= 1 millième de mm).

Elles ont des formes très diverses : en bâtonnet, en spirille, sphérique, etc.

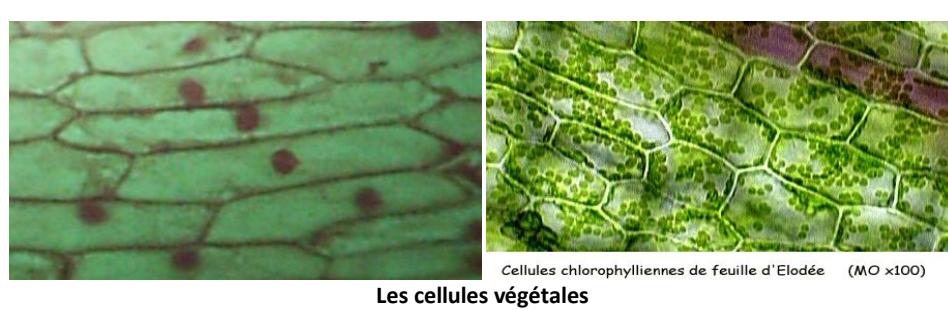


Les différentes formes de bactéries.

- **Les cellules animales:** mesurent généralement entre 10 et 100 µm, les cellules sanguines sont parmi les plus petites.



- **Les cellules végétales:** sont souvent plus grande que les cellules animales, elles sont comprises entre 20 et 200 µm. elles ont une forme déterminée (généralement polygonale ou rectangulaire).



Les cellules végétales

## Types de cellules

Les cellules animales portent un nom différent selon leur fonction dans un organisme. Ce nom se termine fréquemment en « **-cyte** »:

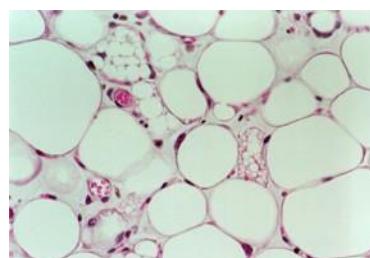
- **Gamètes (spermatozoïde et ovule)**, ou cellules reproductrices.
- **Globules blancs** du système immunitaire dont les leucocytes, lymphocytes et globules rouges servant à transporter l'oxygène dans le sang (hématie ou érythrocyte).
- **Neurone**, unité de base du tissu nerveux, servant à transporter les informations.
- **Hépatocyte**, cellule du foie.
- **Adipocytes**.
- **Entérocyte**.
- **Myocyte: cellules myocardiques**.
- Etc.

### Forme

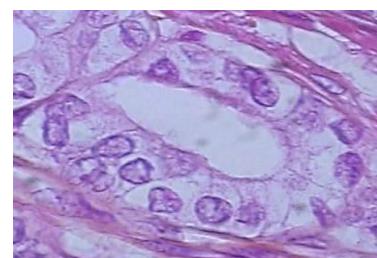
Pavimenteuse ; Cubique ; Prismatique ; Sphérique ; Polygonale ; Pyramidale.



L'épiderme  
(Cellules pavimenteuses)



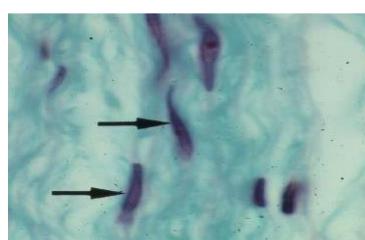
Tissu adipeux ; Cellule macrophage  
(Cellules arrondies)



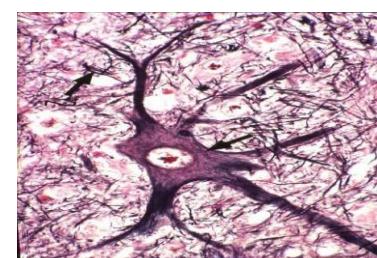
Épithélium glandulaire  
(Cellules cubiques)



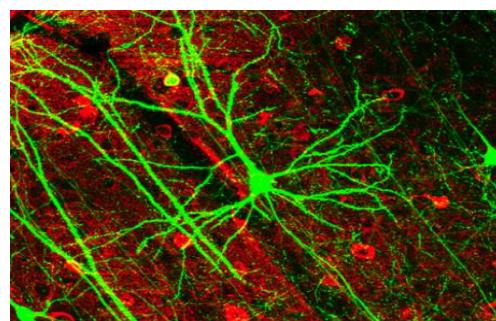
Épithélium respiratoire  
(Cellules prismatiques)



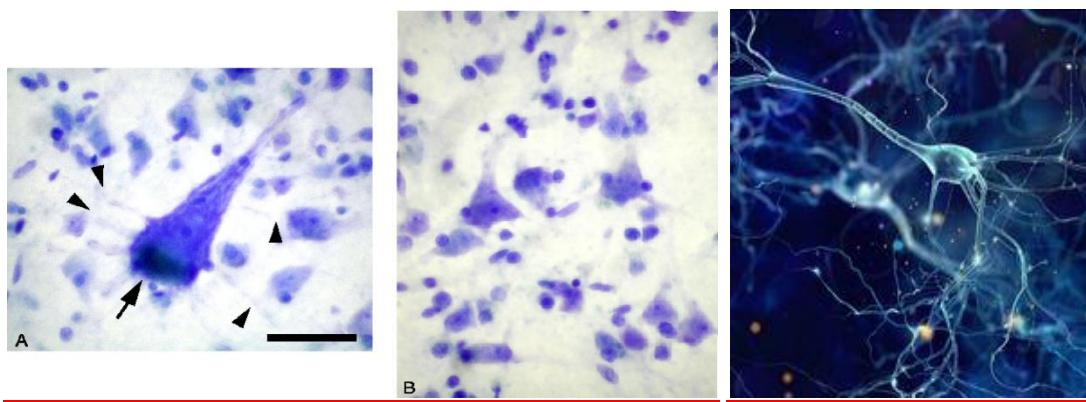
Tissu conjonctif  
(Cellules allongées / fusiformes)



Tissu nerveux  
(Cellules polygonales)



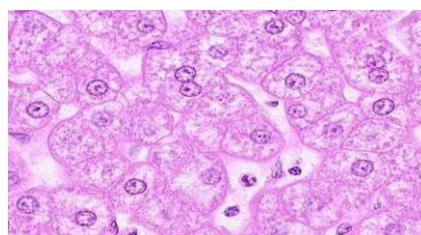
Neurone pyramidale



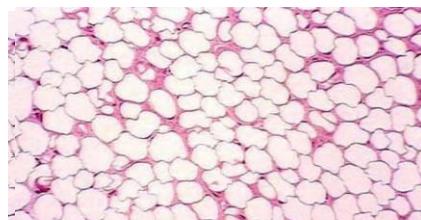
Les cellules de Betz sont de grands neurones moteurs (motoneurones géants) à noyau de forme pyramidale



**Fibroblaste:** cellule présente dans le tissu conjonctif, fusiforme (allongée), longue de 20 à 30 µm, rôle dans le renouvellement du collagène, sécrétion de facteurs chimiotactiques.



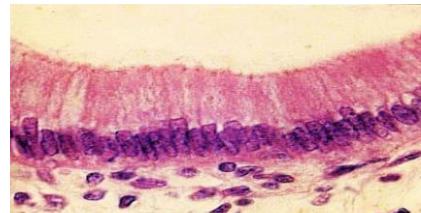
**Hépatocytes :** cellules du foie parfois plurinucléées, rôle dans les synthèses métaboliques (glycogénogénèse, néoglucogenèse, fonction biliaire....).



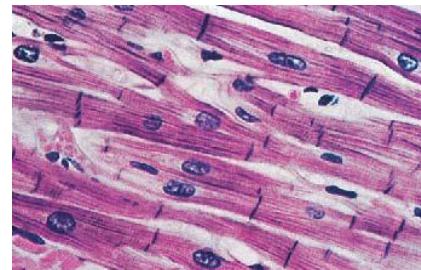
**Adipocytes:** cellules sphériques, diamètre variable entre 30 à 150 µm, contiennent des réserves de triglycérides.



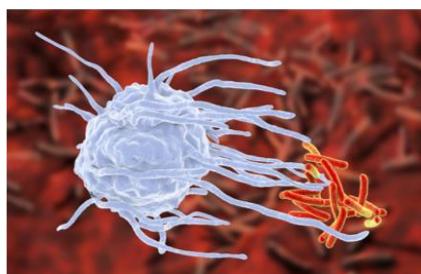
**Neurones :** cellules polygonales, composées d'un péricaryon, prolongements et terminaisons axoniques, longueur variables entre 6 à 135 µm ; rôle dans la transmission nerveuse.



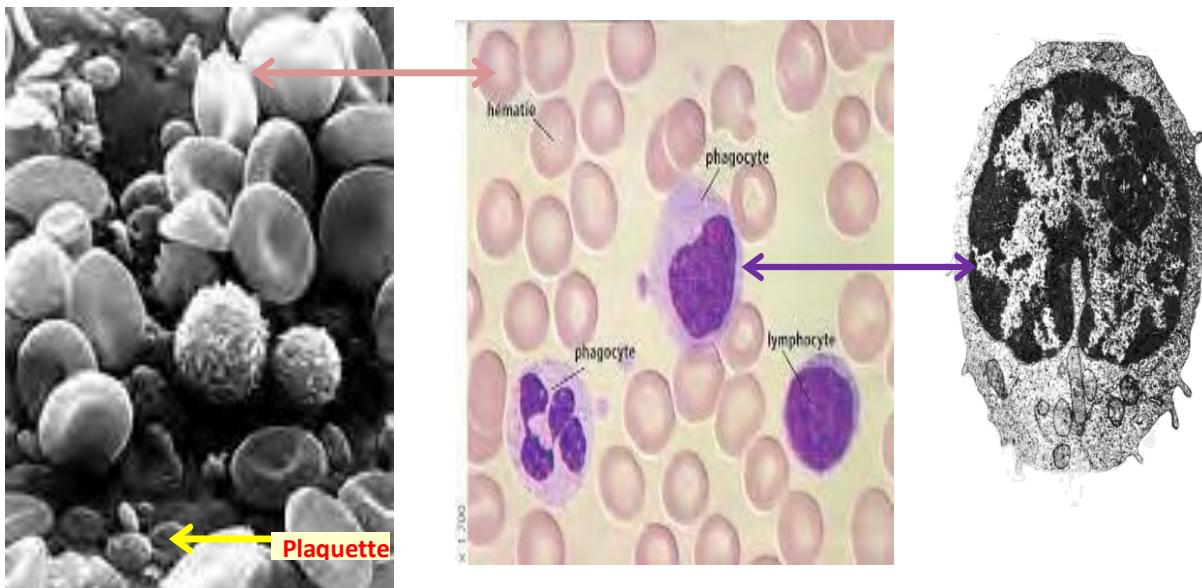
**Entérocyte :** cellule de l'épithélium intestinal cylindrique, rôle dans le transit sélectif de nutriments de la lumière de l'intestin grêle vers le sang.



**Cellules myocardiques (myocytes)** de forme irrégulières, 100 µm, rôle dans la contraction cardiaque.



**Cellule macrophage, grosse cellule arrondie, 20 – 60 $\mu$ m, douée du pouvoir de phagocyter des particules étrangères.**



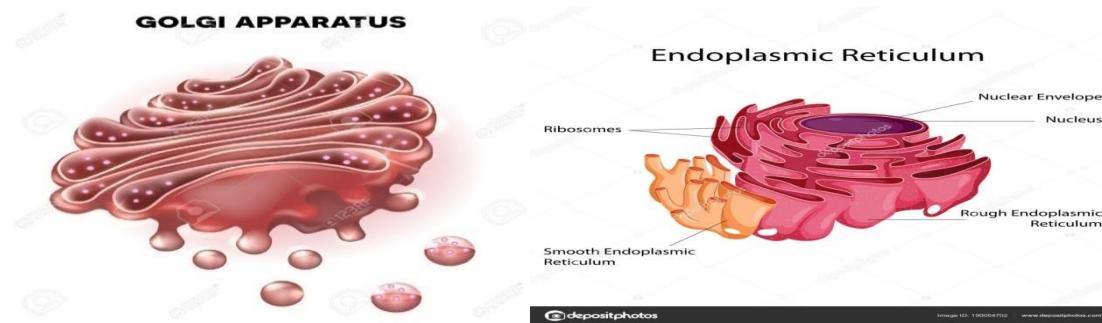
Le tissu sanguin est composé de plusieurs types cellulaires en suspension dans le plasma. Ces cellules sont les globules rouges (5 à 7  $\mu$  de diamètre, rôle dans le transport de l'oxygène et du gaz carbonique), les leucocytes (7 à 20  $\mu$  de diamètre, participent aux défenses spécifiques de l'organisme) et les plaquettes (2 à 5  $\mu$  de diamètre, interviennent dans les phénomènes initiaux de la coagulation).

### Les organites intracellulaires

- Dans les cellules procaryotes, il n'existe aucun organite.
- Dans les cellules eucaryotes, toutes les fonctions sont réalisées par un type d'organite particulier.
- Chaque organite est entouré par une membrane.
- La composition interne de chaque organite dépend de sa fonction.

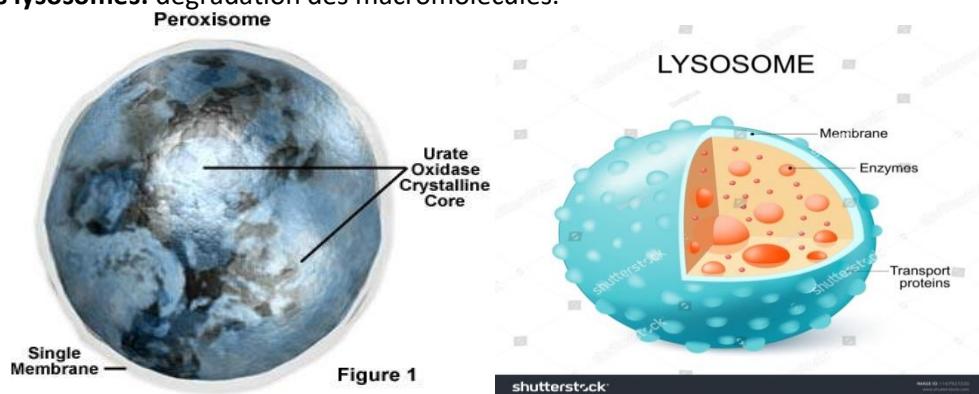
#### Les organites impliqués dans les biosynthèses cellulaires (anabolisme)

- **Appareil de Golgi:** il participe à la synthèse de nouvelles molécules fonctionnelles.
- **Réticulum endoplasmique:** associé aux structures cellulaires (protéines et lipides).



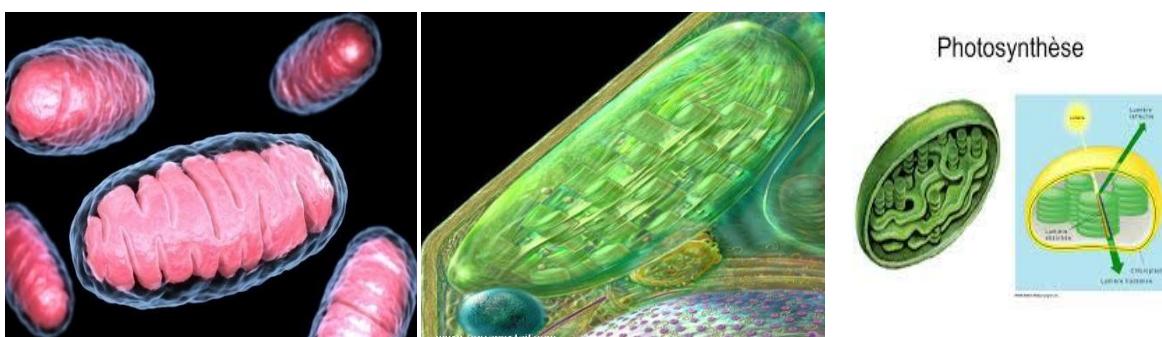
**Les organites de dégradation (catabolisme)**

- **Les peroxysomes:** oxydation des acides gras et la dégradation des prostaglandines.
- **Les lysosomes:** dégradation des macromolécules.

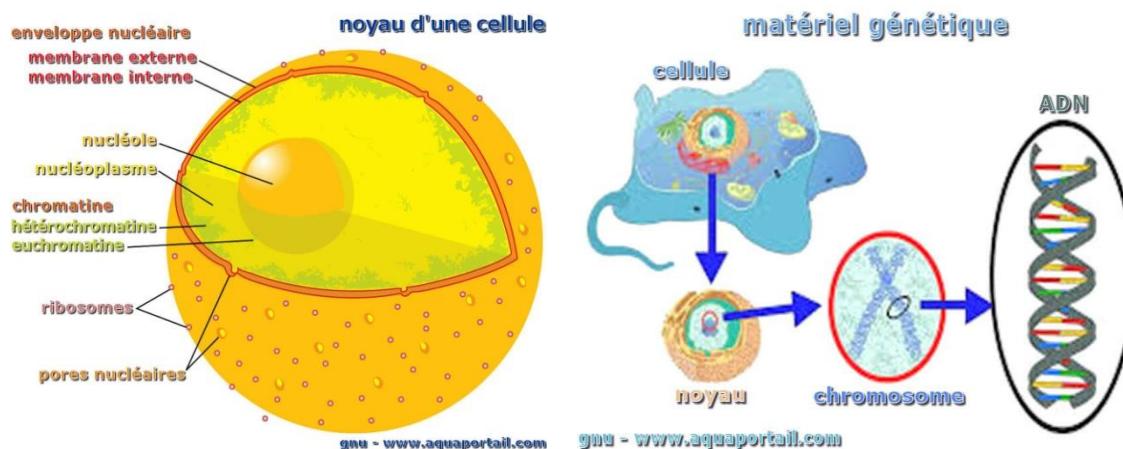


**Les organites énergétiques**

- **Mitochondries:** Produisent l'énergie nécessaire aux fonctions vitales.
- **Les chloroplastes (chez les végétaux).**



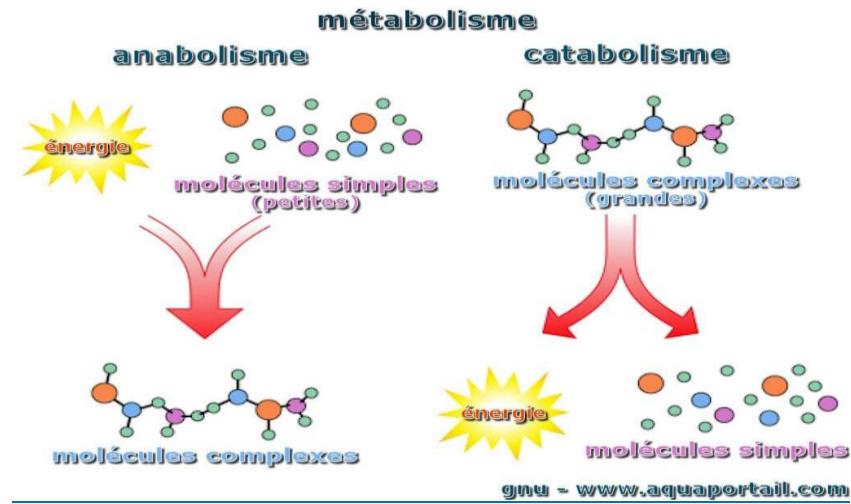
Et enfin le **noyau** cellulaire, qui renferme le matériel génétique sous forme d'ADN, ce dernier contrôle les activités de la cellule et lui permet de se reproduire en transmettant les caractéristiques à ses descendantes, issues des divisions cellulaires, il est le support de l'hérédité.



Le noyau cellulaire.

## Activités cellulaires

- **Métabolisme cellulaire**



- **L'anabolisme cellulaire:** Consiste en la fabrication de protéines, de glucides et de lipides, et aussi la production de nouveaux brins d'ADN.

- **Le catabolisme:** S'effectue dans des organites comme les lysosomes et les peroxysomes.

- **Production d'énergie:** l'énergie est fournie par les mitochondries grâce au phénomène de la respiration cellulaire.

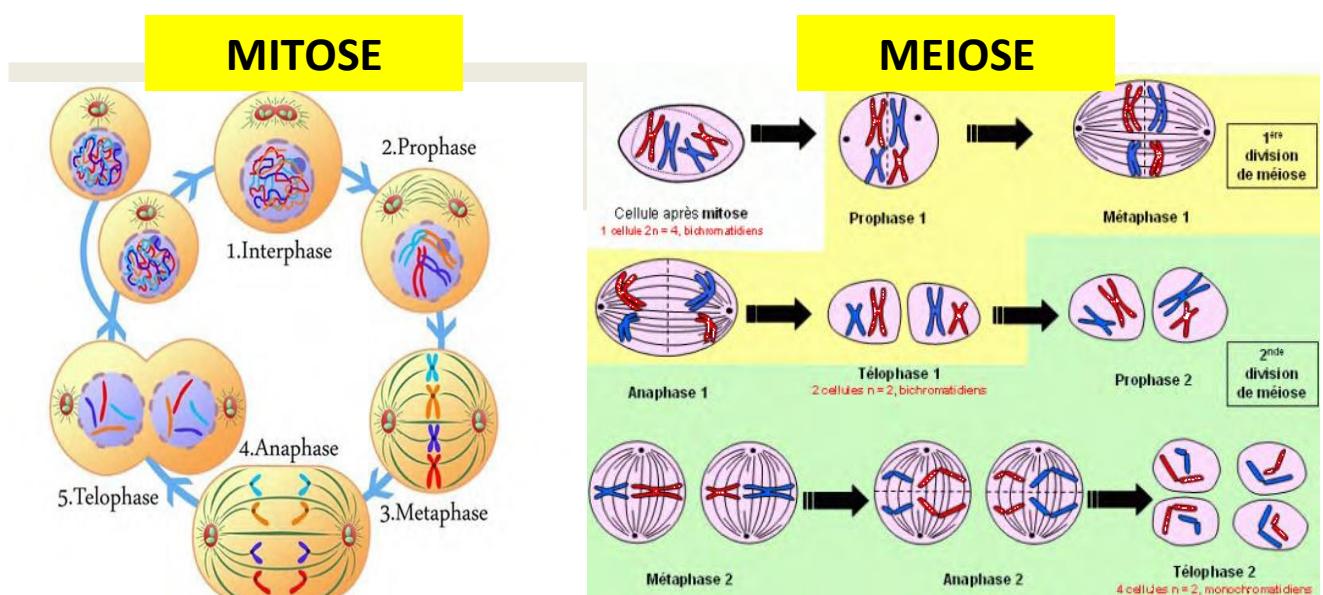
- **Transport membranaire:**

- Transport des ions et des molécules hydrosolubles,
- Transport des macromolécules,
- Exocytose et endocytose.

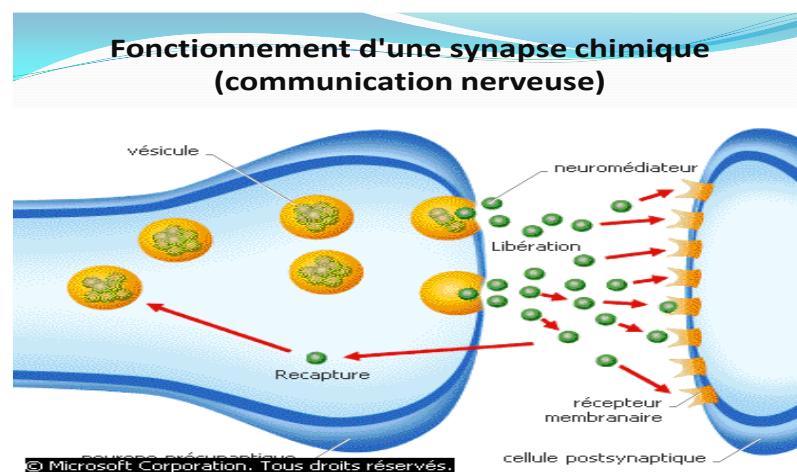
- **Division cellulaire:**

- **Mitose** (organismes uni et pluricellulaires),

- Méiose (organismes pluricellulaires → La reproduction sexuée).



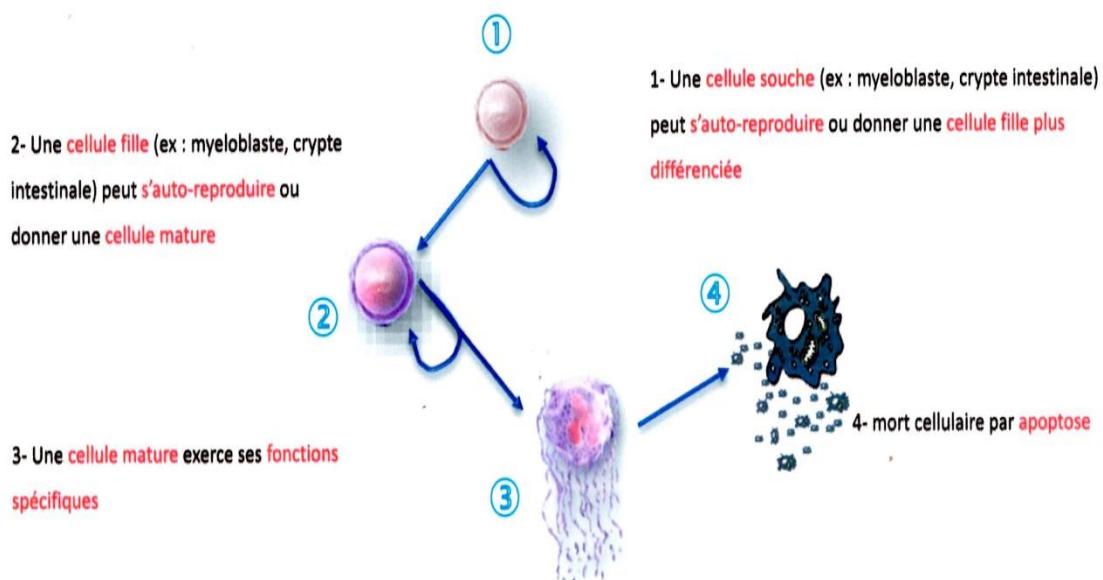
- Communication cellulaire



**N.B/** L'activité des neuromédiateurs est limitée dans le temps, notamment grâce au processus de recapture par le neurone présynaptique, qui stocke à nouveau les molécules dans des vésicules.

### Devenir commun

Une cellule ne peut emprunter que l'une des trois voies : division, différenciation, mort.



Ces différentes étapes sont sous le contrôle de gènes maîtres « master gènes » qui permettent ou interdisent l'expression d'autres gènes plus spécifiques.

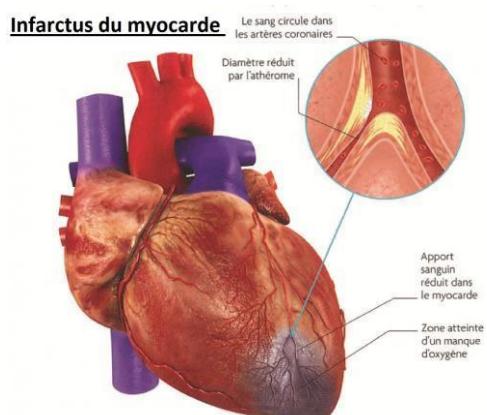
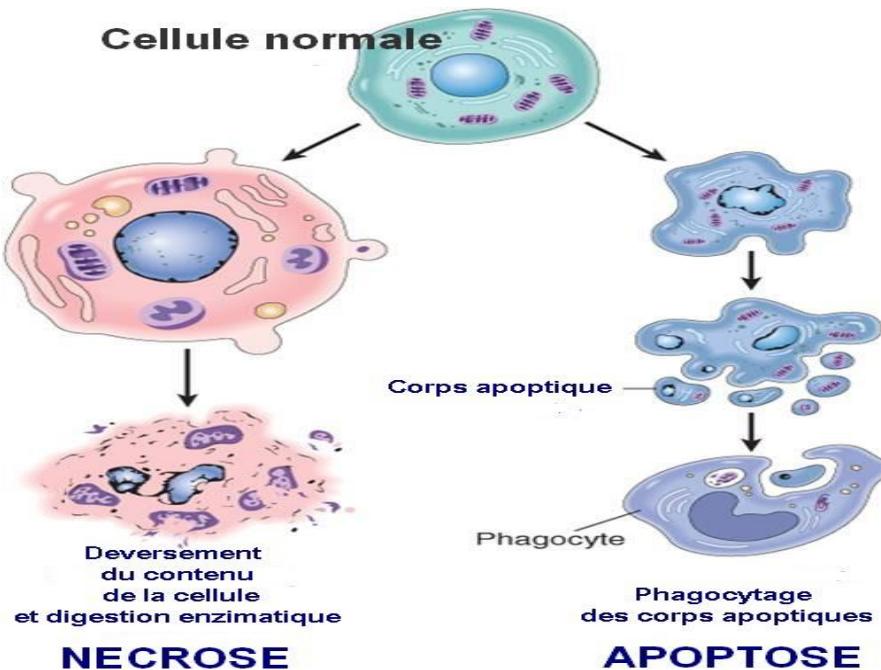
## L'apoptose

L'apoptose ou mort cellulaire programmée, est le processus par lequel des cellules s'autodétruisent sous l'impulsion d'un signal. La mort cellulaire est un phénomène naturel génétiquement programmé qui permet l'élimination des cellules inutiles. Il existe un équilibre étroit entre l'apoptose et la fabrication de nouvelles cellules ce qui permet d'éviter la prolifération cellulaire. Quand l'apoptose ne fonctionne pas, les cellules peuvent se multiplier de façon anarchique et être à l'origine de [cancer](#).

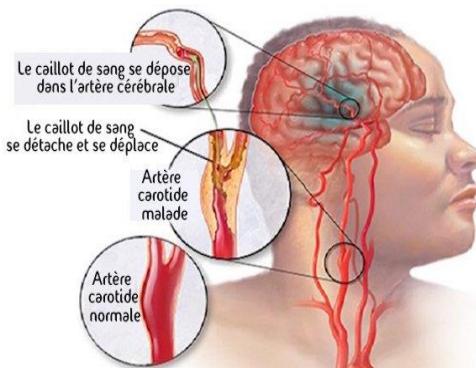
### **Apoptose**



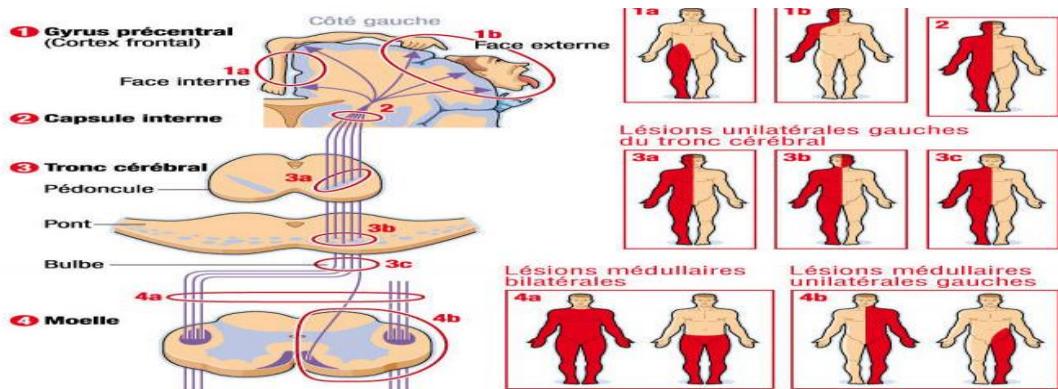
L'apoptose est à différencier de la [nécrose](#), qui est une mort cellulaire pathologique.



**L'infarctus du myocarde** est la mort (nécrose) d'une zone plus ou moins étendue du muscle cardiaque (myocarde). Les cellules musculaires cardiaques de ce territoire ne parviennent plus à se contracter par manque d'apport en oxygène et meurent en quelques heures.



**Un accident vasculaire cérébral** est une lésion du tissu cérébral provoquée par une interruption de la circulation sanguine vers le cerveau, qui ne reçoit donc plus d'oxygène.



### Troubles moteurs (exemple : paralysie)

- **La fonction motrice** désigne l'ensemble des structures qui interviennent dans le contrôle et la régulation des mouvements et de la locomotion (moelle épinière, cervelet).

Les fonctions motrices sont à la fois :

- Nerveuse
- Musculaire et tendineuse.

**N.B/** Une paralysie est une altération partielle (parésie) ou complète (plégie) de la motricité d'un ou de plusieurs membres. Une paralysie résulte d'une lésion du tronc cérébral, de la moelle épinière ou du système neuromusculaire.

- **Les troubles sensitifs** désignent l'ensemble des troubles de la perception qui affectent les organes de sens.



### Picotement, fourmillement et engourdissement (paresthesie)

## Les critères distinctifs entre la cellule eucaryote et la cellule procaryote.

Caractéristiques		Cellule procaryote	Cellule eucaryote
Aspect			
Taille	1-10 µm		10-100 µm
Formes	Cocci, bacille, hélicoïdale		Pavimenteuses, cubiques, prismatiques, polygonales
Arrangement	Diplocoque, chaînettes, amas		Libres, épithéliums, amas
Matériel génétique	-Nucléoïde -ADN circulaire -Bicaténaire -Haploïde		vrainoyau: ADN bicaténaire linéaire diploïde chromatine et nucléole isolées par double membrane
Organites, compartimentation cellulaire	Absent		Présent, complexe, spécialisé.
Nombre de chromosomes	Généralement 1		toujours >1
Type de division	Scissiparité/ étranglement		Mitose / Méiose
ARN : synthèse et maturation	Simple : dans le cytoplasme		Complexé : dans le noyau cellulaire
Protéines : synthèse et maturation	Simple : couplée à la synthèse de l'ARN		Complexé : dans le cytoplasme
Structures cellulaires et organites	Absents sauf ribosomes.		-Organites membranaires -Cytosquelettes -Polysomes libres et liés
Mouvement	Flagelles simples, mouvements lents		Flagelles complexes, cils, courants cytoplasmiques.
Métabolisme	Aérobie ou anaérobie Grande capacité d'adaptation		Surtout aérobie