

COURS N 01 DE CYTOLOGIE

Organisation générale de la cellule eucaryote et procaryote

Dr. AOUATI Amel

Généralités :

Tous les êtres vivants sont constitués d'unités invisibles à l'œil nu appelé cellules.

La cellule est la plus petite unité fondamentale, structurale et fonctionnelle de l'organisme vivant capable de se nourrir, croître, se développer et se reproduire.

Il existe une multitude de types cellulaires pouvant constituer des organismes unicellulaires ou pluricellulaire.

- Les organismes unicellulaires comme l'amibe sont des êtres vivants constitués d'une seule cellule.
- Les organismes pluricellulaires comme les animaux et les plantes sont des êtres vivants constitués de plusieurs cellules.

Le terme de cellule regroupe les cellules eucaryotes et procaryotes.

1. LA CELLULE EUCARYOTE :

La cellule eucaryote est une cellule qui possède un vrai noyau limité par une enveloppe nucléaire contenant le matériel génétique sous forme d'ADN et un cytoplasme hautement structuré contenant de nombreux organites spécifiques.

Elle est limitée par une membrane plasmique qui la sépare du milieu extérieur, et qui limite le cytoplasme.

1.1. Les spécificités morphologiques des cellules eucaryotes :

Les cellules eucaryotes peuvent se présenter sous une organisation unicellulaire comme l'exemple des protistes qui sont de deux types :

- Animal comme les protozoaires (ex : amibes et paramécies).
- Végétal comme les protophytes.

Ou sous une organisation multicellulaires comme c'est le cas pour les organismes supérieurs :

- Animaux et hommes.
- Plantes et champignon.

Les cellules eucaryotes ont différentes formes et tailles comme c'est le cas pour la cellule animale et végétale ayant une taille comprise entre 10 et 100 μm . Cette diversité de forme et de tailles existe aussi au sein d'un même organisme comme c'est le cas chez l'être humain ou les cellules sanguines ont une taille comprise entre 8 et 12 μm , alors que les cellules intestinales, gastriques et hépatiques ont une taille comprise entre 30 et 50 μm .

Les cellules eucaryotes peuvent aussi être libres comme pour les hématies ou associés en tissus.

1.2. Les composants des cellules eucaryotes :

La cellule eucaryote est délimitée par une membrane plasmique et contient un noyau et des organites cytoplasmiques (Figure 01). Le protoplasme représente le contenu d'une cellule vivante comprenant le cytoplasme et le noyau. Le cytoplasme regroupe l'hyaloplasme et les organites.

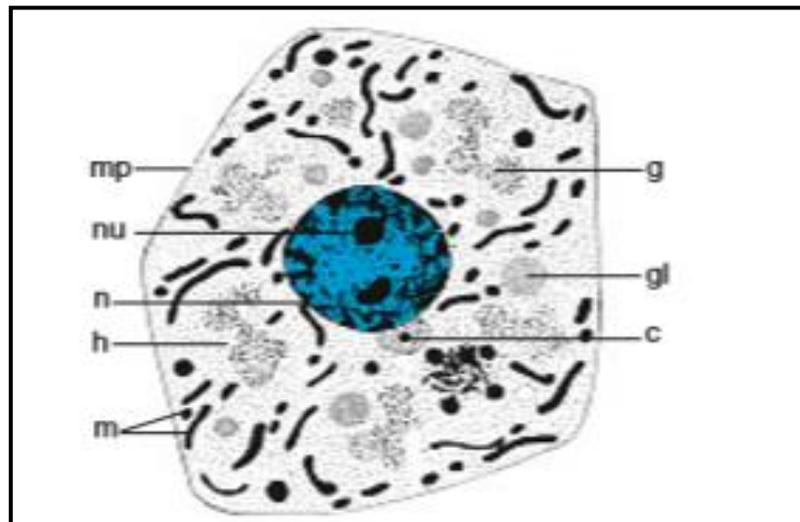


Figure 01 : Schéma d'une coupe de cellules eucaryotes typiques (c : centrosome, g : glycogène, gl : gouttelette lipidique, h : hyaloplasme, m : mitochondries, mp : membrane plasmique, n : noyau, nu : nucléole)

- L'hyaloplasme est une structure transparente, qui sert de support aux organites, il comprend le cytosol et le cytosquelette.
- **Le cytosol** : quant à lui est une solution riche en eau, en protéines, en sucres et en ions, il a un aspect homogène et transparent.

•**La membrane plasmique** : est constituée d'une double couche lipidique, de protéines et de glucides et constitue une barrière sélective fluide mais en même temps étanche isolant la cellule du milieu extérieur.

•**Le noyau** : est l'organite le plus visible au microscope, plus ou moins arrondi et délimité par une double enveloppe appelée l'enveloppe nucléaire. Il contient l'essentiel du matériel génétique de la cellule (ADN).

•**Le réticulum endoplasmique** : est un système membranaire composé de cavités aplaties communiquant entre elles et portant parfois des ribosomes. Il existe deux types de réticulum : Le réticulum endoplasmique rugueux qui est caractérisé par la présence de ribosomes, accolés à la face externe de la membrane réticulaire et le réticulum endoplasmique lisse qui ne comporte compte à lui aucun ribosome sur sa surface. Les deux types assurent plusieurs fonctions physiologiques comme la synthèse des protéines et des lipides, la détoxification des drogues, le stockage du calcium.

•**L'appareil de golgi** : est un système membranaire formé d'un empilement de saccules aplaties. En réceptionnant les vésicules venant du réticulum endoplasmique rugueux contenant des protéines, il en modifiera la structure en ajoutant des résidus glucidiques (par exemple la N glycosylation) jouant ainsi un rôle essentiel dans la synthèse des protéines

•**Les lysosomes** : sont des organites limités par une membrane et contenant des enzymes nécessaires à la digestion cellulaire.

•**Les peroxysomes** : sont des organites plus ou moins sphériques ayant pour rôle la détoxification cellulaire.

•**Le cytosquelette** : est un réseau composé de 3 types de fibres protéiques ; les microtubules, les filaments intermédiaires et les microfilaments d'actine. Jouant tous les trois des rôles fondamentaux dans la structure et le déplacement de la cellule et des organites

•**La mitochondrie** : est un organite en forme de bâtonnets, délimité par deux membranes l'une externe et lisse et l'autre interne formant les crêtes. En plus du fait qu'elle contient de l'ADN mitochondrial, elle assure un rôle essentiel dans la production d'ATP.

2. LA CELLULE BACTERIENNE

Les bactéries sont des microorganismes vivants unicellulaires procaryotes (qui se caractérisent par l'absence de noyau), elles sont ubiquitaires et sont présentes dans tous les types de biotopes : sol, eau, air, sur les végétaux et les animaux, etc. Chez l'homme par exemple il existe 10^{12} bactéries qui colonisent la peau, 10^{10} bactéries qui colonisent la bouche et 10^{14} bactéries qui habitent l'intestin. La plupart de ces bactéries sont inoffensives ou bénéfiques pour l'organisme. Cependant, de nombreuses espèces

bactériennes sont pathogènes et sont responsables de maladies infectieuses comme le choléra et la tuberculose.

2.1. Les spécificités morphologiques des cellules bactériennes :

Les cellules bactériennes mesurent généralement de 0,5 à 10 μm de longueur et sont caractérisées par un ADN libre dans le cytoplasme, par la présence d'un seul chromosome circulaire et l'absence de mitochondries, ainsi qu'un mode de reproduction par scissiparité.

Les bactéries présentent une grande diversité morphologique (Figure 02). Elles peuvent avoir une forme sphériques appelée coques (cocci), une forme de bâtonnets, appelée bacilles, soit en forme hélicoïdale, appelée spirilles.

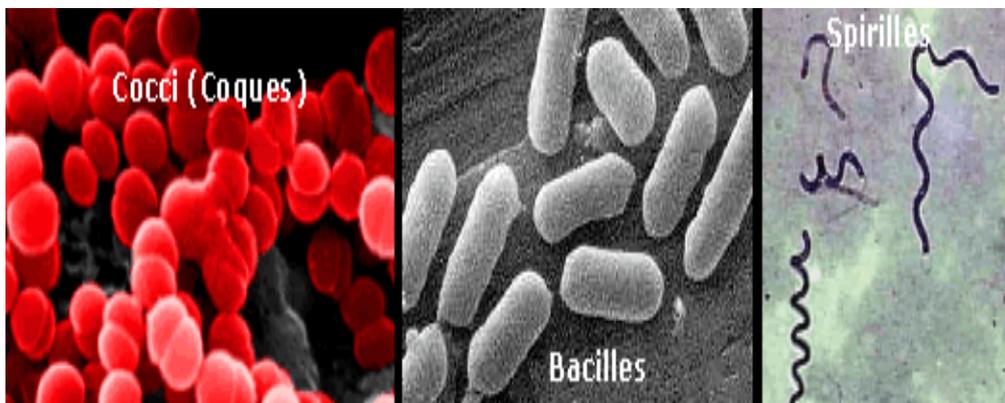


Figure 02 : Schéma illustrant la diversité morphologique des bactéries

Beaucoup d'espèces bactériennes peuvent être observées sous forme unicellulaire isolée, alors que d'autres sont associées entre elles. Ces dernières peuvent être associées (Figure 03) en paires (diplocoques) comme les *Neisserias*, en chaîne comme les *Streptocoques* ou en amas comme les *Staphylocoques*.

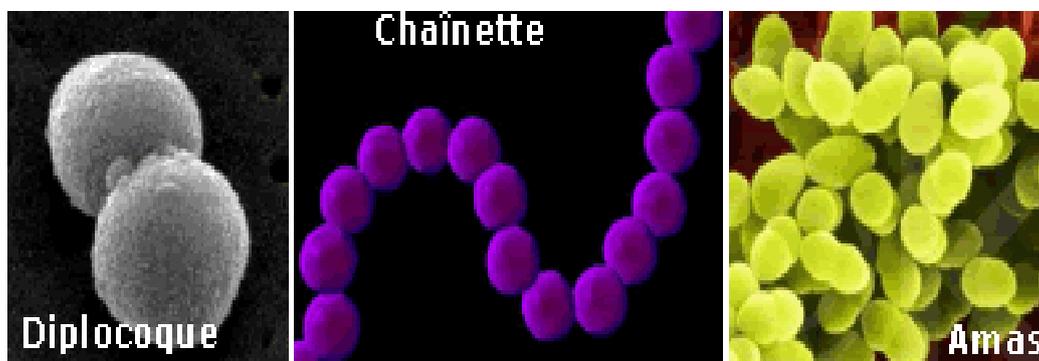


Figure 03 : Schéma illustrant le mode d'association des bactéries

2.1.1. La forme sphérique : Lorsque les cellules bactériennes se divisent dans un seul plan, elles donnent naissance à deux cellules fortement associées, ce sont des diplocoques tels que les pneumocoques, les gonocoques et les méningocoques. Lorsque ce mode de division se poursuit régulièrement, les cocci engendrent des chainettes plus au moins longues qui caractérisent les streptocoques. Lorsque la division s'effectue dans les 3 dimensions, les cocci forment des amas asymétriques (grappe) tels que les staphylocoques (figure 03).

2.1.2. La forme en bâtonnets : Comme les cocci, les bacilles qui sont des bâtonnets droits comme l'espèce *Escherichia coli*, peuvent être associés en deux par deux donnant les diplobacilles, comme ils peuvent aussi former de véritables chainettes donnant ainsi des streptobacilles. Quelquefois les bâtonnets sont incurvés et sont appelés alors vibrions tel que la bactérie *Vibrio Cholerae* et d'autre fois ces bâtonnets sont tellement courts qu'on pourrait les confondre avec des coques (coccobacilles).

2.1.3. Les formes spiralées : se rencontrent chez les tréponèmes, les leptospires et les spirochètes. On les distingue par leur longueur et le nombre de leurs ondulations ; les leptospires et les tréponèmes font de 5 à 15µm de long, et les spirochètes de 30 à 200µm.

2.2. Les composants des cellules bactériennes :

En étudiant l'ultrastructure de la cellule bactérienne, on peut distinguer des éléments constants, retrouvés chez toutes les espèces bactériennes, et des éléments inconstants présents chez certaines espèces seulement (figure 04).

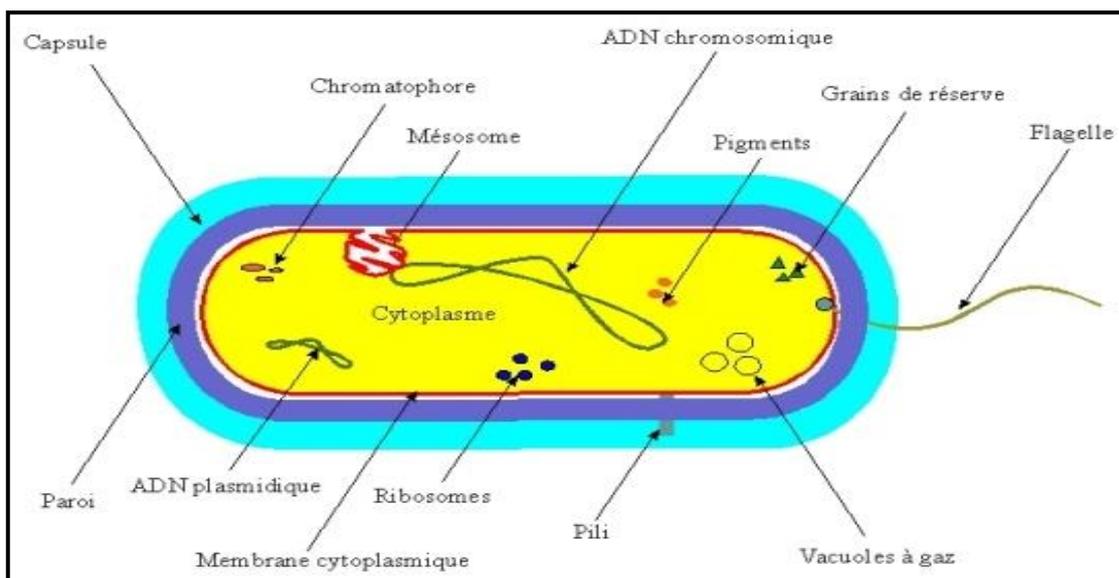


Figure 04 : Schéma illustrant l'organisation générale d'une cellule bactérienne

2.2.1. Les éléments constants des cellules bactériennes :

•**La paroi cellulaire** : est une enveloppe rigide plus ou moins épaisse présente chez toutes les bactéries, elle présente des constituants qui contribuent aux pouvoirs pathogènes. Elle donne la forme à la bactérie et la protège contre les substances toxiques et la lyse osmotique, c'est le site d'action des ATB (antibiotiques).

•**La membrane plasmique** : est composée de protéines et de lipides en proportion variable selon le modèle en mosaïque fluide et contenant des molécules réceptives qui permettent de détecter et répondre aux substances chimiques de l'environnement. Elle entoure le cytoplasme et fait la limite avec le milieu extérieur tout en maintenant le milieu interne constant. Elle est le siège de différents processus métaboliques comme la respiration, la photosynthèse, la synthèse des lipides et des constituants de la paroi.

•**Le cytoplasme** : contient les ribosomes indispensables à la synthèse protéique et divers corps d'inclusion organiques comme les réserves pour la production d'énergie et la biosynthèse.

•**ARN et ribosomes** : indispensables à la synthèse des protéines bactériennes.

•**Appareil nucléaire (ADN)** : assurant les fonctions génétiques et la division cellulaire.

2.2.2. Les éléments inconstants des cellules bactériennes :

•**Capsule** : est une 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** : Ce sont des 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** : Ce sont des 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.

2.3. Organisation et structure de la paroi bactérienne :

La paroi est l'enveloppe caractéristique de la cellule procaryote. Mesurant de 20 à 80 nm d'épaisseur, soit 20% du poids sec des bactéries. Elle est un véritable exosquelette conférant à la bactérie sa forme et lui permettant de résister à la forte pression osmotique interne. Essentiellement composée de peptidoglycane (muréine) considéré comme la partie commune à toutes les parois bactériennes.

La paroi est mise en évidence par la coloration de Gram (coloration avec le violet de gentiane et de fuchsine) qui permet de distinguer deux types de bactéries « les Gram positifs et les bactéries Gram négatifs.

La paroi des bactéries Gram positif est riche en acide teichoïque, absent chez les bactéries Gram négatif, lesquelles ont une paroi plus riche en lipides (Figure 05). La paroi bactérienne est plus ou moins perméable à certains solvants, une propriété mise à profit dans la coloration de Gram. Ainsi lorsque le cytoplasme des bactéries est coloré par le violet de gentiane, la paroi des bactéries Gram négatif, perméable à l'alcool, permet à celui-ci de décolorer le cytoplasme, alors que celle des bactéries Gram positif, imperméable à l'alcool garde le cytoplasme de couleur violette.

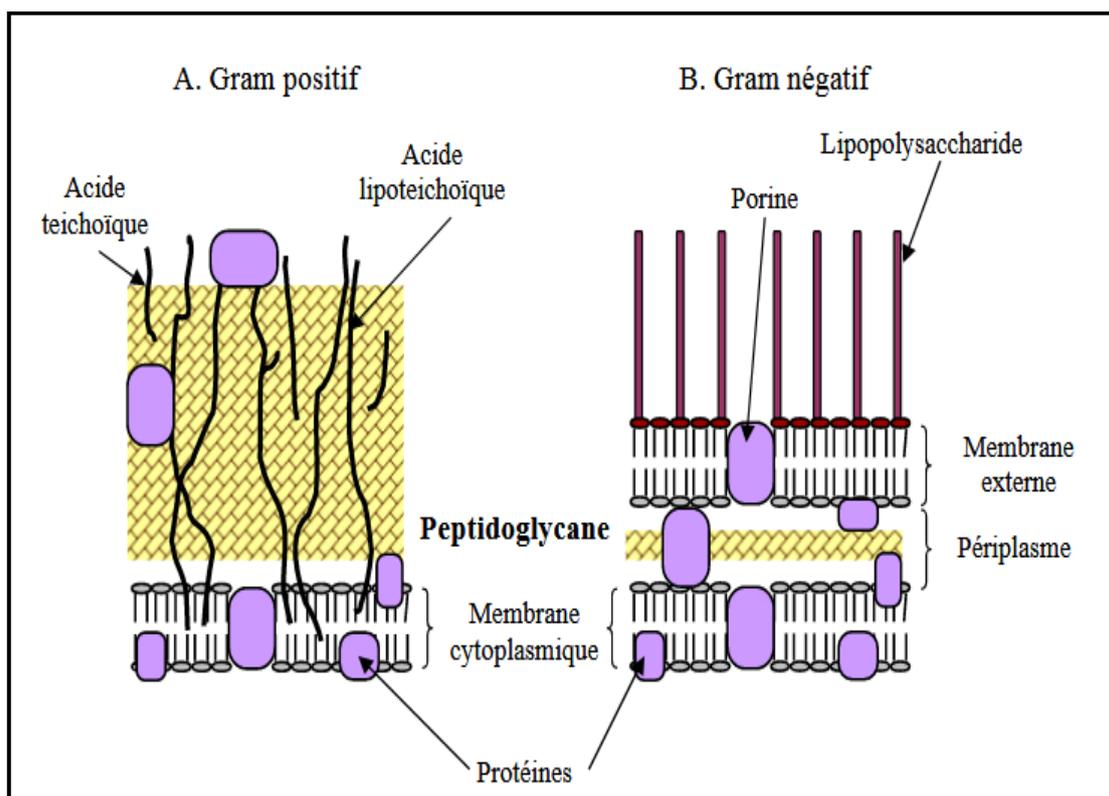


Figure 05 : Structure de la paroi des bactéries Gram⁺ et Gram⁻

2.3.1. La coloration de Gram : La coloration de Gram doit son nom au bactériologiste danois Hans Christian Gram qui avait mis au point en 1884 une coloration permettant de mettre en évidence les propriétés de la paroi bactérienne afin de les distinguer et de les classer.

Ainsi, nous distinguons que les bactéries à Gram positif sont formés d'une simple paroi avec une importante quantité de peptidoglycane et que les bactéries à Gram négatif quant à eux sont formés d'une quantité moins importante de peptidoglycane mais pourvues d'une membrane externe supplémentaire (Tableau 01).

Tableau 01 : Composition chimique de la paroi bactérienne

Composants	Bactéries à Gram positif	Bactéries à Gram négatif
Osamines -N-acétylglucosamine (NAG) -acide N-acétylmuramique (NAM) -galactosamine	+ + +	+
Acides aminés dont acide diaminopimélique (DAP)	24 à 35 % + + +	50 % +
Acides teichoïques -polyribitol-phosphate -polyglycérol-phosphate	+ + +	-
Oses : glucose, galactose, mannose, fucose, rhamnose...	20 à 60 %	20 à 60 %
Lipides*	1 à 2,5 %	22 %