

Chapitre 1. CELLULE PROCARYOTE

I. DEFINITION

Les procaryotes sont des microorganismes généralement unicellulaires, sauf pour une majorité de Cyanobactéries (microorganismes pluricellulaires). Ils sont subdivisés en deux domaines, les eubactéries (*Eubacteria*) et les archaebactéries (*archaea*). Ces derniers diffèrent des Eubactéries par certaines caractéristiques. Les deux domaines ont la particularité de se reproduire par scissiparité (absence de mitose et de méiose).

II. STRUCTURE ET ULTRASTRUCTURE

1. Au Microscope Photonique

Les procaryotes présentent différentes formes (**figure 1**): cylindrique, pédonculée, spiralée, ou filamenteuse, toutefois deux formes prédominent: sphérique (ou cocci) et bâtonnet (ou bacille). Les archaebactéries ont une taille plus importante que celle des eubactéries.

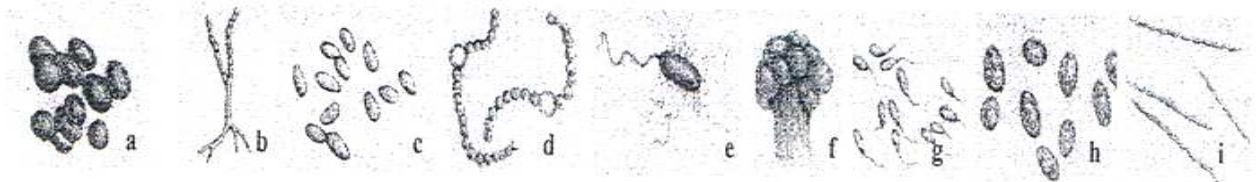


Figure 1 : Différentes formes de bactéries.

2. Au Microscope électronique à Transmission (MET)

Ils présentent des éléments essentiels et des éléments facultatifs (**figure 2**) et sont caractérisés par l'absence de l'enveloppe nucléaire, du système endomembranaire (réticulum endoplasmique, appareil de Golgi ...), du cytosquelette et de mitochondries.

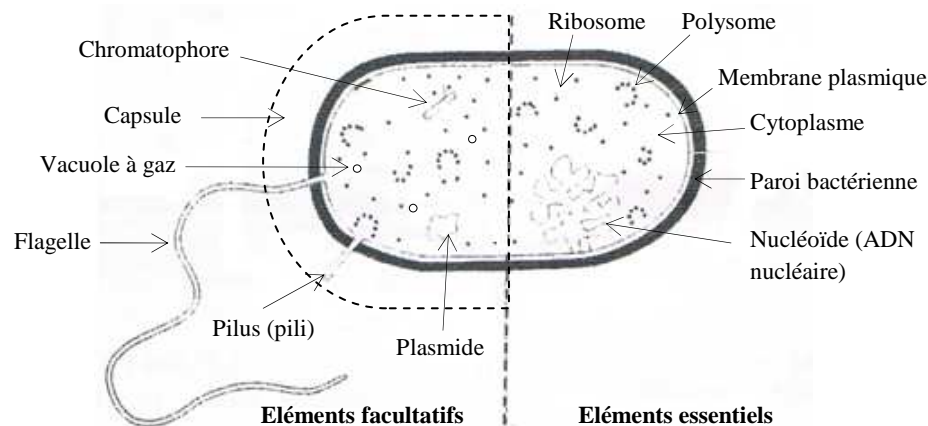


Figure 2 : Organisation de la cellule procaryote.

2.1. Eléments essentiels

Les éléments essentiels sont des éléments communs à toutes les cellules procaryotes: la paroi bactérienne, la membrane plasmique, l'appareil nucléaire (Nucléoïde) et le cytoplasme riche en ribosomes et polyribosomes.

2.1.1. Paroi bactérienne

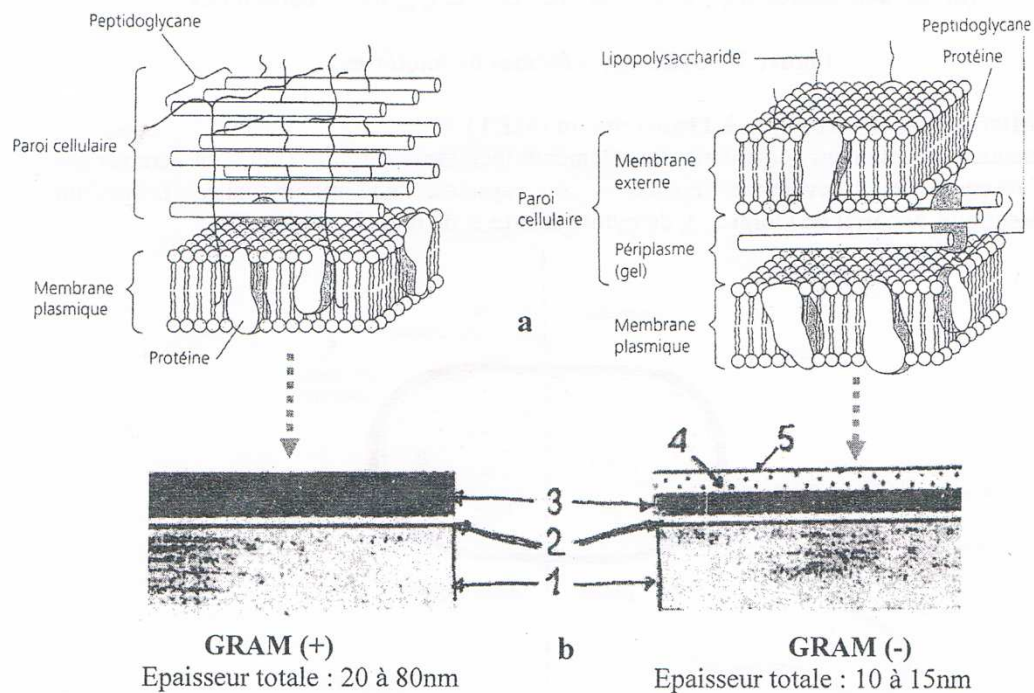
C'est une structure externe, rigide et résistante qui détermine la forme et assure la protection. Chez les eubactéries elle est en générale constituée de polymères de sucres (essentiellement

l'acide N-acétyl muranique et le N-acétyl glucosamine) reliés entre eux par des ponts peptidiques: les peptidoglycanes (PG). La technique de coloration de Gram, basée sur la composition chimique de la paroi a permis de mettre en évidence l'existence de 2 types de bactéries:

- Les bactéries Gram positive (+), ayant une paroi épaisse constituée essentiellement de PG (20 à 80nm) et de peu de lipides (acide lipoteichoïque lié aux PG et aux lipides de la membrane plasmique).

- Les bactéries Gram négative (-), ont une paroi constituée d'une fine couche de PG (1 à 3nm) associés à une lipoprotéine abondante. Cette lipoprotéine est aussi liée à une membrane supplémentaire externe, riche en lipopolysaccharides (LPS). L'espace entre les 2 membranes, dans lequel baignent les PG est un gel aqueux appelé périplasma.

La **figure 3a** représente la proposition de modèles d'architecture moléculaire pour ces deux types de paroi, très schématisés dans la **figure 3b**. Les parois des archaebactéries ne contiennent pas de PG et ont une organisation et une composition chimique différentes de celles des eubactéries.



1- cytoplasme, 2- membrane plasmique, 3- peptidoglycannes (PG), 4- lipoprotéines associées aux PG, 5- membrane externe, 3 et 4- (Gram -) périplasma.

Figure 3: Architecture moléculaire (a) et représentation schématisique (b) des parois des eubactéries Gram (+) et Gram (-).

2.1.2. Membrane plasmique

Au MET la membrane plasmique des procaryotes est analogue à celle des cellules eucaryotes ; elle est trilamellaire, asymétrique, d'épaisseur de 7,5nm et présente une architecture moléculaire en mosaïque fluide. Toutefois sa composition chimique est différente, elle renferme 70% de protéines, 30% de lipides (sans cholestérol) et des glucides rares.

Chez les archaebactéries, les lipides sont ramifiés et constitués de chaînes plus longues, ils sont aussi liés entre eux par des liaisons éther. Alors que chez les eubactéries comme chez les cellules

eucaryotes les lipides ne sont pas ramifiés ; ils sont constitués de chaînes moins longues et sont liés par des liaisons ester.

La membrane plasmique assure plusieurs fonctions dont certaines lui sont spécifiques (respiration et biosynthèses) et d'autres communes à celles des cellules eucaryotes (échanges avec le milieu externe, sans déformation de la membrane).

2.1.3. Cytoplasme

C'est un gel aqueux dépourvu de cytosquelette, il contient des ribosomes et polyribosomes caractérisés par un coefficient de sédimentation de 70S. C'est le lieu de toutes les activités métaboliques mais aussi le lieu de la transcription et de la traduction qui se déroulent en même temps, caractéristique des procaryotes. L'ARNt initiateur de la traduction est la f-méthionine chez les eubactéries et la méthionine chez les archaebactéries comme chez les eucaryotes.

2.1.4. Nucléoïde ou Appareil nucléaire

Appelé aussi chromosome (**figure 4**), il est diffus dans le cytoplasme et il est formé d'une seule molécule d'ADN bicaténaire (double brin), circulaire, superenroulée et formant plusieurs boucles grâce à des enzymes et à son association avec des protéines (histone like) semblables aux histones des cellules eucaryotes.

Le Nucléoïde complètement déroulé a une longueur d'environ 1,4mm, alors que la cellule procaryote a une taille qui varie selon les espèces de 0,1µm à 10µm. Les gènes des procaryotes sont dépourvus d'introns (à l'exception de certains gènes d'archaebactéries), contrairement aux gènes des cellules eucaryotes.



Figure 4 : Organisation de la cellule procaryote.

2.2. Eléments facultatifs

Les éléments facultatifs sont des éléments propres à certaines espèces de procaryotes et absents chez d'autres : le plasmide, la capsule, le flagelle, le pilus, le chromatophore et la vacuole à gaz.

2.2.1. Plasmide

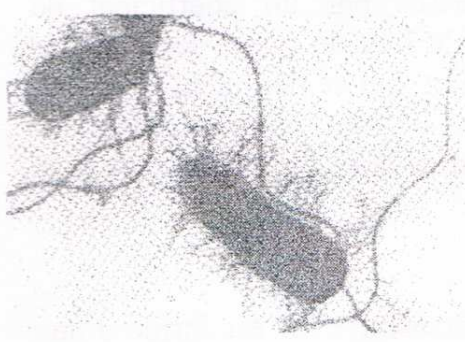
C'est une très petite molécule d'ADN extranucléaire, double brin, circulaire, localisée dans le cytoplasme. Son nombre est variable selon les espèces (1 à plusieurs). Les plasmides portent des gènes utiles mais non essentiels à la croissance normale et à la division des cellules procaryotes. Ils se dupliquent indépendamment du Nucléoïde ; certains d'entre eux ont la capacité de se transférer d'une bactérie à l'autre, ils sont alors appelés plasmides de fertilité (F) s'ils portent les gènes de fertilité ou de résistance (R) s'ils portent des gènes de résistance aux antibiotiques.

2.2.2. Capsule

C'est la structure la plus externe. Couches de nature polysaccharidiques ou de matériel protéino-aqueux, appelée couche fine si elle est diffuse et facilement destructible ou capsule si elle est bien organisée. Elles assurent la protection et/ou l'adhésion des procaryotes à des surfaces.

2.2.3. Flagelle

Appendice qui s'étend à l'extérieur de la membrane plasmique et de la paroi, de structure rigide, cylindrique et de longueur variable pouvant aller jusqu'à 20µm. Il a une organisation, une composition chimique et un mécanisme de fonctionnement très différents du flagelle des cellules eucaryotes. Il est constitué d'une protéine spécifique : la flagelline. Son nombre et sa position sont variables, il permet le déplacement rapide des bactéries mobiles (**figure 5**).



2.2.4. Pilus

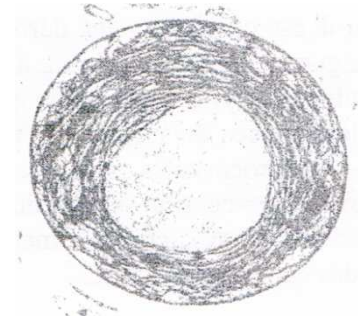
Pili au pluriel, ce sont des extensions courtes et rigides de la membrane plasmique (figure 5). Il existe 2 types : les pili somatiques et les pili sexuels. Les premiers servent à l'adhésion des bactéries aux différentes surfaces et les seconds servent au transfert de matériel génétique (ex. copie du plasmide) d'une bactérie à l'autre.

Figure 5: Flagelles et pili d'une cellule procaryote.

2.2.5. Les chromatophores

Ce sont des systèmes membranaires ou thylakoïdes diffus dans le cytoplasme, riches en pigments spécifiques. Ils sont présents uniquement chez les eubactéries photosynthétiques (**figure 6**).

Figure 6: Ultrastructure d'une bactérie photosynthétique, une cyanobactérie.



2.2.6. Vacuoles à gaz

Ce sont de petites vacuoles ne contenant que de l'air, elles sont présentes dans le cytoplasme des bactéries photosynthétiques vivant en milieu aquatique. Elles permettent à ces dernières de se déplacer verticalement et de flotter.

Pour en savoir plus

1. Allieet et Lalegerie P. 1997- Cytobiologie, cours du PCEM Edit Ellipse.
2. Bornens M. Luovard D. et Thierry J.P. 1993- Penser la cellule en 1991 Médecine-Science, 2 : 198-202.
3. Campbell N.A. et Reece J.B. 2904- Biologie, 2ème éd. Deboeck, 1364p.
4. Gourret J.P. 1987- Bactérie. Documents de microscopie électronique tome 3, université de Rennes, 2ème éd. Document INRAP, Dijon France.
5. Leclerc H., Izard D., Husson M.O. et Jakubczak W. 1983- Microbiologie générale, nouvelle éd.
6. Nicklin J., Graeme Cook K., Paget T. et Killington R. 2000- L'Essentiel en microbiologie, traduit par Parwani A., éd. Bern, Port Royal livres, 362p.
7. Prescott L., Harley J.P. et Klein D.A. 1995- Microbiologie, traduit de l'anglais par Bacq-Calberg C.M., Coyette J., Hohet P. et Nguyen-Distèche M., éd. Deboeck université 1014p.
8. Raven P.H. and Johnson G.B. 1999- BIOLOGY, 5ème éd. WCB/Mcgraw-hill, 1264p.