Les organismes procaryotes et acellulaires.

# Les organismes procaryotes.

## 1.Les organismes procaryotes dans l’évolution.

(Fig. 1)

Les procaryotes sont des organismes qui n’ont pas de véritable noyau.

Les procaryotes n’ont pas de véritable noyau, ont un matériel génétique organisé sous la forme d’un nucléoïde, se divisent par fission binaire et partagent d’autres caractéristiques structurales, génétiques et biologiques.

Ils sont divisés en deux règnes :

* Les Archées :
  + Euryarchées comprenant notamment les méthanogènes (archées anaérobies productrices de CH4), les halophiles extrêmes (organismes dont la croissance dépend d’une forte teneur en sel) et les thermoplasmales (groupe d’organismes acidophiles et thermophiles ne possédant pas de paroi).
  + Crénarchées sont des hyperthermophiles (organismes vivant dans des milieux très chauds) (Sulfolobus, Pyrodictium, Thermoproteus…)
* Les bactéries sens stricto.

## 2. Structures.

### Les éléments obligatoires.

#### La membrane plasmique.

* Composition : elle est composée de phospholipides et de protéines transporteurs appelés perméases.
* Fonction : elle contrôle les échanges avec le milieu extérieur. C’est une membrane imperméable à toute molécules (sauf les petites comme H2O, CO2 et O2). Elles permettent un transport actif de certaines molécules.

#### La paroi bactérienne.

Elle est formée de peptidoglycanes formant un réseau plus ou moins épais. Il permet la rigidité de la cellule et donc une résistance à la pression osmotique (différence entre extérieure et intérieure) et *donne sa forme caractéristique* à la cellule (Fig. 3-4).

Il y a un espace périplasmique entre la membrane plasmique et la paroi bactérienne.

#### Le cytoplasme.

Il ne contient aucuns organites (aucune membrane interne libre). Les seules particules cytoplasmiques observées sont les ribosomes.

#### Le(s) *mésosome*(s).

C’est une invagination de la membrane plasmique dans le cytoplasme. Ce sont les sites d’ancrage de l’ADN. C’est également le lieu de certaines activités métaboliques (enzyme de synthèse du peptidoglycane de paroi, et les éléments de la chaine respiratoire [futurs crêtes mitochondriales ?]). On observe la sécrétion de molécules synthétisées d*ans le cytoplasme par exocytose ou endocytose.*

#### Le nucléoïde.

C’est la zone centrale bien délimitée contenant l’ADN. Cependant, le nucléoïde n’est pas bordé d’une membrane et ne constitue donc pas un vrai noyau.

L’ADN se trouve sous deux formes : l’ADN génomique (une seule molécule à un seul exemplaire double brin circulaire et nu ; il forme le chromoïde *ou K bactérien*) et l’ADN plasmidique (il est double brin circulaire et nu mais de taille largement inférieure ; on peut trouver 1 ou plusieurs type de plasmides par cellule en plusieurs exemplaires : cellules polyploïdes. Les éléments sont autonomes par rapport à l’ADN génomique et non-indispensable.). L’ADN plasmidique contient des gènes d’adaptation au milieu (comme la résistance aux antibiotiques).

### Les éléments facultatifs.

#### La membrane externe sur la paroi bactérienne.

Cette membrane est composée de phospholipides et de lipopolysaccharides et de complexes protéiques : les porines. C’est une membrane très perméable grâce aux porines et ne constitue pas de barrière particulière. On ne connait pas sa fonction.

#### La capsule et la couche visqueuse.

Il constitue une couche externe à la paroi et à la membrane externe. Elle est composée de polysaccharides très variés non organisés. Sous forme de capsule, elle est bien délimitée et reste attachée à la cellule. Sous forme de couche visqueuse, les limites sont mal définies et se détachent par amas. Elles ont une fonction de protection contre le dessèchement. En effet, les polysaccharides sont hydrophiles et pompent l’eau du milieu extérieur. Ils protègent également contre la fixation de virus.

#### Les flagelles et pilis

*(Fig. 6).*

Ce sont des appendices filiformes de nature protéique. Ils sont différents des flagelles eucaryotes.

Les flagelles sont des polymères de flagellines, des filaments fins, très longs (jusqu’à dix fois la longueur de la cellule), très souples et permettent la mobilité par ondulation.

Les pilis sont des filaments très fins, beaucoup plus courts et plus rigides. Leur particularité est que certains permettent un transfert de matériel génétique (les pilis sexuels). Les autres n’ont pas de fonctions connus.

#### Les membranes photosynthétiques.

On les trouve chez les bactéries photosynthétiques qui sont surement les ancêtres des chloroplastes. Elles réalisent la photosynthèse sur des replis particuliers de la membrane plasmique qui seraient les ancêtres des thylakoïdes.

### La sporulation.

Chez certaine bactéries, il y a sporulation (formation de spores) lorsque l’environnement devient défavorable. Les spores sont en effet des structures de résistance lorsqu’il y a épuisement des sources de carbone et/ou d’azote ou bien dans des conditions d’assèchement.

#### Formation de l’endospore

#### *(Fig. 7).*

* Invagination de la membrane plasmique pour former le septum sporal divisant le cytoplasme en deux compartiments inégaux.
* Invagination jusqu’à entourer complètement une bulle de cytoplasme contenant le matériel génétique (après réplication) formant la préspore.
* Formation d’enveloppes (couches protectrices) autour de la préspore formant l’endospore (ou spore mûre).
* Libération de la spore par lyse de la cellule mère.

#### Propriété de l’endospore.

Le cytoplasme est très déshydraté (10-20% d’eau au lieu de 90%), aucunes activitées métaboliques et donc une très grande résistance aux agents chimiques toxiques (javel), aux radiations (UV radioactifs bloqués par l’enveloppe) et à la chaleur. Tous ces éléments rendent difficiles la stérilisation.

La seule manière d’éliminer les spores est l’autoclavage (20min à 120° sous pression).

Sous cette forme, l’endospore a une grande longévité (50ans ou plus).

#### Germination de l’endospore.

Pour qu’il y ait germination, il faut qu’il y ait un traitement particulier pour activer la spore (choc thermique). La spore germe si elle est en condition favorable. Il y a alors reprise des activités métaboliques, réhydratation du cytoplasme (provocant un gonflement) et synthèse d’une paroi bactérienne.

## 3. Les éléments de classification.

### Les bactéries GRAM + et GRAM -.

On divise les bactéries en deux grands groupes en fonction de l’organisation de leurs parois. Elles donnent un résultat différent avec la coloration de GRAM.

#### Principe de la coloration

(Fig. 8-9).

Coloration de la paroi du peptidoglycane. Les bactéries GRAM -  ne retiennent pas la colorationCe sont des étapes de coloration différentes. Certaines vont devenir violettes (+) et d’autres rouge (-).

Cette coloration permet de visualisé la différence de composition des parois bactériennes.

#### Les bactéries GRAM +.

Paroi assez rudimentaire. On trouve de l’intérieur vers l’extérieur de la bactérie :

* Membrane plasmique.
* Paroi de peptidoglycane très épaisse.

#### Les bactéries GRAM -.

On trouve de l’intérieur vers l’extérieur de la bactérie :

* Membrane plasmique.
* Paroi mince.
* Membrane externe.

La coloration de GRAM colore la paroi de peptidoglycanes et donc les bactéries gram – ne retiennent pas le colorant après lavage. Elles sont plus dangereuses car présence de pathogène : membrane externe et constitué de lipopolysaccharides très toxique. Membrane externe protège de défense de cellule hôte Plus résistante aux antibiotiques.

### Forme des bactéries.

* Cocques(cocci)
* Batonnets (Bacilles)
* Autres (croissant, tourbillons…)

## 4. Origine de la diversité métabolique des procaryotes

### Origine de la glycolyse

Les premiers procaryotes absorbaient des composés organiques libres formés dans les mers anciennes par synthèse abiotiques. Lorsque tout l’ATP libre a été consommée, la sélection naturelle a probablement favorisé les cellules capables de régénérer de l’ATP à partir d’ADP qui ont été sélectionnées. Evolution progressive vers la glycolyse. La glycolyse est une voie métabolique qui décompose les molécules organiques en produit plus simple et qui utilise l’énergie pour générer de l’ATP par phosphorylation au niveau du substrat. la glycolyse peut s’accomplir sans oxygène, par fermentation à l’époque.

### Origine des chaines de transport des électrons et de la chimiosmose

La chimiosmose utilise le transport d’électrons le long d’une chaine de protéines intra-membranaire pour expulser des protons puis se sert du gradient électrochimique des protons pour alimenter la synthèse de l’ATP. A l’origine, on pense que la pompe à protons permettait de maintenir un pH interne. Chez certaines bactéries, le transport d’électrons est apparu afin d’expulser davantage de H+, les cellules pouvaient alors utiliser le gradient électrochimique de H+ pour fabriquer de l’ATP. Ce système est utilisé dans la respiration anaérobie. Exemple : Pseudomonas sont des bactéries qui vivent dans un milieu saturé d’eau sans oxygène, l’accepteur final d’électrons n’est pas l’oxygène mais des ions nitrate.

### Origine de la photosynthèse

Deux grandes crises dans l’évolution du monde procaryote :

-Disparition de l’ATP libre entraine le développement d’autres systèmes.

- la consommation des nutriments organiques plus rapide que par la synthèse abiotique. Développement de systèmes pour fabriquer ses propres précurseurs. Exemple : Bactéries Halophiles extrême, ces bactéries possèdent un pigment capable de capter l’énergie lumineuse au niveau de la membrane plasmique. Ce pigment absorbe la lumière en utilisant l’énergie pour expulser des H+ de la cellule. Ce gradient stimule la synthèse d’ATP.

Exemple : ces bactéries possèdent aussi un pigment photosynthétique (la chlorophylle). Elles sont capables d’utiliser le sulfure d’hydrogène H2S au lieu de l’eau comme source d’électrons.

### Les cyanobactéries, révolution de l’O2 et origine de la respiration cellulaire

Capables de créer des composés organiques à partir d’eau et de CO2. Elles ont libéré de l’oxygène comme sous produit de la photosynthèse. Ce sont des bactéries qui vivaient avec d’autres bactéries : les stromatolithes. L’apparition de l’oxygène est une crise pour les procaryotes, atmosphère oxydante, extinction d’un grand nombre de bactéries. Ces procaryotes qui ont survécu : capables de vivre sans oxygène.

## 5. Conclusion :

La recherche scientifique a avancé grâce à une bactérie e-coli. Beaucoup d’application dans l’industrie pharmaceutique pour produire des vitamines, des antibiotiques. On utilise les bactéries méthanogènes qui peuvent aider à dépolluer des eaux usées. Elles transforment des grosses molécules organiques. Les pseudomonasmes vivants dans le sol peuvent aider à la décomposition de pesticides et autres composés synthétiques, elles utilisent des sources de carbone inhabituelles.

# Les organismes acellulaires

## 1. Les virus.

### Structure.

Ils ne sont pas composés d’un cytoplasme limité par une membrane plasmique. Ils sont incapables de se reproduire seul, ce sont des parasites intracellulaires obligatoires. Ils sont en général des agents pathogènes qui tuent la cellule affectée pendant leurs cycles de reproduction.

Tous les types de cellules peuvent être affectés par les virus, en particulier les cellules animales (grippes, rhumes, herpès, sida), les cellules végétales (mosaïque du tabac, …) et les bactéries (bactériophages).

#### Matériel génétique.

On observe des virus à ARN ou ADN simple ou double brin codant pour trois à 200 protéines virales.

#### Couches de protection.

On a en général une capside (couche protéique) situé autour de l’acide nucléique. Elle est formée de protéines qui s’organisent de manière géométrique. On observe parfois deux capsides emboitées : HIV.

On peut trouver une couche supplémentaire nommée enveloppe et correspondant à une membrane formé des phospholipides de la cellule hôte et des protéines virales.

Mais l’enveloppe n’est pas obligatoire, il existe donc des virus nus et enveloppés.

### Cycle de reproduction d’un virus.

Il y a alternance de deux phases :

* Une phase extracellulaire où le virus est sous forme de virion inerte et ne possédant aucune activités métaboliques.
* Une phase intracellulaire correspondant à la phase de reproduction au dépens de la cellule hôte.

#### Pénétration dans la cellule hôte.

Le virus se fixe à la surface de la cellule hôte grâce à l’interaction entre une de ses protéines de surface et un récepteur à la surface de la cellule. Cette interaction détermine la spécificité d’hôte du virus.

En général, seul l’acide nucléide pénètre la cellule hôte, la capside restant à l’extérieur.

#### Cycle lytique.

*Schéma voir sur internet.*

Il y a adsorption du virion à la cellule hôte, entrée de l’acide nucléique viral, synthèse des protéines virales et réplication du matériel génétique avec dégradation du chromosome de l’hôte, assemblage des virions dans la cellule hôte puis lyse de la cellule hôte.

Les particules virales sont libérées soit par lyse de la cellule hôte (la cellule éclate), soit par bourgeonnement (La particule virale part avec une partie de la membrane de la cellule hôte formant un virus enveloppé).

L’ensemble du cycle peut aller très vite (E. coli : 1c/20mn et il y a une centaine de particules virales [du bactériophage T2] produites par cycle).

#### Cycle lysogène.

Il a lieu chez certains virus animales ou bactériophages. L’ADN viral s’intègre dans le génome de la cellule hôte : on parle de provirus. La transmission du provirus se fait lors de la multiplication de la cellule hôte, lorsque l’ADN génomique est répliqué. Le provirus est alors transmis aux cellules filles après mitoses et il n’y a donc pas synthèse de protéines virales. Ce virus est silencieux et non-pathogène car il ne conduit pas à la mort cellulaire (dans l’immédiat du moins).

Au moment de l’induction, l’ADN viral s’excise de l’ADN génomique, à la suite d’un stress (comme les UVs), le virus rentre alors dans un cycle lytique conduisant à la mort cellulaire.

#### Phase extracellulaire.

La particule virale est inerte, il n’y a ni activité métabolique, ni reproduction. Le virion a une durée de vie variable.

### Vivant ou pas ?

Les virions sont inertes mais sont constitués des molécules issues de la vie et utilisent les mécanismes de la vie pour la reproduction, ils évoluent et ont une durées de vie extracellulaire. Ils seraient donc plutôt vivants.

## 2. Viroïdes.

Ils ne sont constitués que d’acides nucléiques. Ils n’ont pas de protéines. C’est de l’ARN monobrin circulaire et très autoaparié. Ils sont responsables de maladies chez les végétaux.

## 3. Prions

Ce sont des particules protéiques infectieuses. C’est le nom donné au virus responsable de maladies dégénératives du système nerveux. C’est la maladie de Creutzfeld Jacob.

### La protéine PrP.

Elle est présente chez tous les animaux et localisée dans les neurones. Sa fonction reste inconnue.

Il en existe deux formes :

* PrPc : forme normale cellulaire.
* PrPsc : forme anormale scropiée.

La séquence d’acide aminé est la même pour les deux formes. Il n’y a donc pas de mutation de l’ADN. Cependant, leurs structures 3D est très différente et encore méconnue. C’est une protéine très résistante à la chaleur et aux protéases (surtout sc) et s’abrège en fibrille.

### Multiplication du prion.

C’est une particule infectieuse formée d’un amas de fibrille de PrPsc. S’il y a une seule protéine PrPsc, elle n’est pas infectieuse. Il doit y en avoir un minimum de 100 000.

La transmission se fait par ingestion et par voie sanguine. En effet, les fibrilles sont insolubles et résistantes aux protéases des sucs digestifs et peuvent donc gagner le système nerveux. La multiplication se ferait par contact, c’est-à-dire qu’une PrPsc peut transformer par contact une PrPc en PrPsc. La conformation anormale est contagieuse.

C’est le seul cas connu d’agent infectieux sans acide nucléique. Il ne s’agit pas d’une reproduction puisqu’il n’y a pas de synthèse de novo de PrPsc.

La durée d’incubation est très longue (10-30ans chez l’homme) car le temps de multiplication est long. Cependant, à partir d’un certain seuil, les individus décèdent en quelques mois.