**LES BACTERIES**

On a deux grands groupes, les archéobactéries et les eubactéries.
La classification est basée sur des caractères génotypiques, sur la
filiation évolutive (techniques de séquençage, types de parois, …). Par
exemple, la paroi des archéobactéries ne renferme pas d’acide muramique qui est
le composant typique des peptidoglycanes. Les lipides membranaires présentent
des chaînes aliphatiques ramifiées, alors que chez les eubactéries, ces mêmes
chaînes ne le sont pas. De plus, les archéobactéries possèdent des gènes
discontinus.

**I\ Les eubactéries.**

**A\ Morphologie des eubactéries**

Elles sont en général unicellulaires mais on les trouve parfois sous
forme de colonies plus ou moins structurées. Les cellules sont soit
sphériques : coccoïdes, soit en bâtonnets : bacillus.
L’enveloppe : c’est la membrane la
plus interne, elle est cytoplasmique, rarement en contact avec le milieu
externe dont elle est séparée par la paroi. Chez certaines espèces, la membrane
cytoplasmique peut s’invaginer pour donner un empilement de membrane
interne : le mésosome. Cela se retrouve particulièrement chez les
bactéries photosynthétiques ou, chez les bactéries ayant des échanges gazeux
importants.
La coloration de Gram permet de séparer les eubactéries en deux
groupes : les g+ et les g-. Cette coloration est révélatrice d’une
différence de structure de la paroi.
Chez les g+, la membrane cytoplasmique est recouverte d’une zone épaisse de
peptidoglycane qui enferme la cellule dans une coque relativement rigide et
épaisse. Cette gangue est responsable de la forme cellulaire et est chargée de
constituants secondaires comme l’acide teïchoïque.
- Chez les
g-, la couche de peptidoglycanes est faible et est recouverte d’une seconde
membrane externe de composition spéciale renfermant des LippoPolySaccharides
(LPS). Entre la membrane interne et la membrane externe, se situe un espace
étroit appelé le Périplasme où se situe le peptidoglycane.
Les bactéries s’entourent souvent d’une enveloppe supplémentaire plus ou
moins structurée, parfois épaisse, appelée le Glycocalyx.
**B\ Le génome.**
Dans une bactérie, il est représenté par un double brin d’ADN
circulaire. Le génome est parfois complété par des anneaux d’ADN
supplémentaires plus petits : ce sont les plasmides. Ils offrent au monde bactérien des
possibilités extraordinaires d’adaptation car ils sont souvent transmissibles
d’une cellule à l’autre. Les bactéries échangent entre elles des portions de
séquences d’ADN ou de plasmides qui peuvent s’intégrer complètement dans le
génome de la bactérie receveuse

**C\ Les cils et les flagelles.**

Ils sont comparables aux flagelles des cellules mobiles des algues. Ils
sont constitués par un petit nombre de fibrilles et s’insèrent au niveau du
plasmalème sur un blépharoblaste. La protéine constituant ces flagelles est
élastique et contractile comme la myosine des muscles

**D\ La multiplication asexuée.**

Les bactéries se divisent par scissiparité. La division cellulaire
peut-être rapide (de 20 à 30 minutes), à partir d’une cellule, on peut en
obtenir jusqu’à 10^9 en 24 heures. C’est un phénomène de parasexualité. Chez
certaines bactéries, il existe des processus parasexués aboutissant à des
recombinaisons génétiques voisines de celles résultant de la reproduction
sexuée des eucaryotes.

On connaît trois processus : transformation, transduction,
conjugaison qui ont des caractéristiques générales qui permettent de les distinguer
de la reproduction sexuée des eucaryotes.

Chez ces derniers, la contribution des deux gamètes pour constituer le
matériel génétique du zygote est symétrique. Un zygote diploïde redevient
haploïde à la suite d’une méiose. Dans les processus parasexués, il n’y a pas
de gamètes, mais deux cellules à rôle opposé : un parent donneur qui
introduit dans l’autre parent (receveur ou accepteur), une partie de son
matériel génétique et donne un mérozygote qui contient la totalité du matériel
génétique de l’accepteur. Ce matériel génétique est appelé endogénote.

De plus, un ou plusieurs fragments d’ADN du donneur (exogénote) rentre
dans ce nouveau matériel génétique mais les exogénotes sont incapables de se
multiplier et finissent par disparaître. De temps en temps, l’exogénote peut
s’intercaler avec la région homologue de l’ADN du receveur. Par la suite, des
descendances du mérozygote vont apparaître et donneront des bactéries à
matériel génétique recombiné. Toutefois, la majeure partie du génome provient
du receveur.

**1\ La transformation.**

Exemple avec *Streptococcus*
*pneumoniae*: Un échange génétique peut se produire, quand, dans un
milieu de culture où se développe une population bactérienne avec un génotype
donné, on introduit de l’ADN correspondant à un génotype différent. La
transformation ne peut se produire que si les bactéries sont dans un état
«compétent ».

Dans le cas de l’agent de la pneumonie (g+), l’état de compétence est
conféré par un facteur de compétence (une protéine soluble de faible poids
moléculaire, produite et excrétée par les bactéries dans le milieu de culture)
qui est absorbé sur certains sites de la surface cellulaire. Ce facteur induit
une cascade de réactions permettant l’entrée dans la cellule de l’ADN
transformant.

Si l’ADN est originaire d’un organisme différent mais s’il présente
suffisamment d’homologies avec celui de l’endogénote, il est intégré à ce
dernier sous forme de courtes séquences. La bactérie réceptrice, en intégrant
une partie de l’information génétique de l’ADN donneur, acquière donc, une ou
plusieurs caractéristiques du donneur.

**2\ La transduction.**

Ce mécanisme de recombinaison génétique s’opère par l’intermédiaire d’un
bactériophage. Il y a infection d’une bactérie par un virus (virion), qui se
multiplie à l’intérieur et qui provoque sa destruction. Pendant cette
multiplication, ce virus peut intégrer à son ADN une partie du génome de la
cellule infectée. Au cours de l’infection d’une nouvelle bactérie, le virion
introduit dans celle-ci, une séquence du génome de la cellule infectée
précédemment. Ces virions sont appelés : « vecteur de
transduction ».

**3\ La conjugaison (sur *Escherichia coli*).**

Une véritable différenciation de type sexuel existe. Deux bactéries
entrent en contact par un pont cytoplasmique. La bactérie mâle est plus petite
que la bactérie femelle (réceptrice). La bactérie mâle injecte un brin d’ADN
représenté par un plasmide ou un chromosome.

Un trait dominant du monde bactérien est une grande variété et un
important métabolisme. Les bactéries peuvent fixer l’azote atmosphérique.

Exemple : Des bactéries sont à l’origine du gaz naturel et de la
houille. Elles ont donc un rôle fondamental. Sur l’Homme, elles peuvent avoir
un rôle bénéfique ou pathogène.

Les bactéries peuvent être :

aérobies
strictes.
aérobies
facultatives (elles vivent avec ou sans oxygène).
anaérobies
strictes (elles vivent sans oxygène).
anaérobies
qui supportent la présence d ‘oxygène en faibles concentrations.
Les bactéries anaérobies sont les plus
anciennes. Certaines bactéries, comme les végétaux, sont capables d’utiliser
les radiations lumineuses comme source d’énergie. Ce sont des phototrophes,
mais leurs pigments sont différents de ceux des végétaux. En général, la
photosynthèse a lieu en milieu, à peu près, anaérobie.

Les bactéries qui effectuent toutes
leurs synthèses à partir du CO2 comme seule source de carbone sont dites
«photoautotrophes ».

D’autres bactéries vivent au dépend
des composés organiques tout en continuant à utiliser l’énergie lumineuse. Ce
sont les «photohétérotrophes ».

Des bactéries vertes utilisent le CO2
comme source de carbone et H2S comme source de pouvoir réducteur. Ces bactéries
sont dites : « chimio-litho-hétérotrophes ».

 Les bactéries peuvent vivre partout.

Remarque : Les pigments permettant la photosynthèse
sont les bactériophylles et les caroténoïdes.

**II\ Les cyanobactéries.**

C’est le deuxième grand groupe des
procaryotes. On les appelle aussi cyanophycées ou blue-green algae.

**Généralités.**

Les cyanobactéries n’ont pas de
recombinaison génétique. Au niveau des pigments, on note la présence de
chlorophylle A, ainsi que d’autres pigments : les billiprotéines qui sont
solubles dans l’eau (exemple : la
Phycoérythrine qui est rouge et la phycocyanine qui est bleue).

Au microscope, la cellule bactérienne
apparaît souvent homogène car elle n’a pas de plastes individualisés.
Toutefois, on arrive à distinguer une zone périphérique : le
chromatoplasme, et une partie centrale : le centroplasme ou nucléoplasme.
La cellule est entourée d’une paroi épaisse. Celle-ci est similaire à la paroi
des gram-. Dans un certain nombre de
genres, on note la présence d’une gaine. Celle-ci peut avoir une structure
lamellaire très épaisse. Les cellules sont dans une sorte de gelée.

**Structure et fonctions.**

**1\Le
chromatoplasma.**

C’est une partie très colorée par les
pigments. On y trouve des thylacoïdes (se sont des sacs aplatis sur lesquels
est fixée la chlorophylle). Ils sont dispersés dans le centroplasme, mais ne
sont jamais entouré de parois pour former des chloroplastes.

Le complexe pigmentaire. Il est
constitué par la chlorophylle A qui est fixée sur les thylacoïdes, et par les
caroténoïdes.

L’énergie lumineuse que peuvent capter
les caroténoïdes est faible mais ils peuvent avoir un rôle écologique important
car ils protègent contre une trop forte intensité lumineuse et empêchent donc
la photo-inhibition.

Les billiprotéines sont des pigments,
excellents capteurs de l’énergie lumineuse et la retransmettent presque à 100%
à la chlorophylle. Ces billiprotéines donnent un avantage car la présence de
ces deux pigments permet de capter tout le spectre de la lumière (entre 400 et 800 nm). Quand le milieu est
carencé en azote, les cyanobactéries utilisent celui contenu dans les billiprotéines.

**2\**
**Les inclusions cellulaires.**

Les granules de carboxysome :
elles sont le lieu de localisation des enzymes fixant le CO2 (Rubisco)

Les granules de polyphosphates (= la
volutine). Ils sont métachromatiques (s’ils sont colorés par le bleu de
méthylène ils seront rouges). Ils sont le lieu d’accumulation du phosphate. Ils
sont utilisés quand le milieu extérieur est carencé en phosphate.

Les granules de cyanophycine. Ce sont
des réserves d’azote qui peuvent être utilisées des deux côtés de la paroi cellulaire.

Ces granules se constituent quand le
milieu est riche en un élément. C’est un avantage dans la compétition entre
cellules. A partir de ses réserves, une cellule peut se multiplier 7 à 8 fois.

Chez les cyanobactéries planctoniques,
on trouve très souvent des pseudo-vacuoles gazeuses (ce sont de petits
cylindres creux, remplis d’air, leur diamètre est à peu près de 70 nm). Leur
paroi est perméable à l’eau : c’est un espace creux en équilibre avec les
gaz dissous dans le cytoplasme

Leur rôle est de permettre aux
cyanobactéries de faire des migrations verticales soient journalières, soient,
plus étalées dans le temps. Quand ces bactéries sont soumises à une trop faible
intensité lumineuse, il y a multiplication des pseudo-vacuoles gazeuse :
ce qui permet une remontée vers la surface.

 Donc : plus l’intensité lumineuse
augmente, plus la pression osmotique augmente. On assiste donc a un collapsus
ou dégonflement de ces vacuoles qui entraîne la descente des ces bactéries.

Le génome : Il est constitué de
fibrilles d’ADN localisées dans le nucléoplasma.

**3\**
**Cyanobactéries coloniales et multiplication asexuée.**

Certaines cyanobactéries (coloniales)
possèdent des cellules spéciales appelées «hétérocystes ». Ces cellules se
distinguent par une couleur plus verdâtre, moins dense, avec une paroi plus
épaisse et surtout avec à chaque extrémité, la présence d’un pore qui la met en
contact avec les cellules contiguës du filament. Les hétérocystes perdent leur carboxysomes
(et l’enzyme Rubisco [Ribulose 1,5 diphosphate carboxylase] qui fixe le CO2),
et ne peuvent donc plus effectuer la photosynthèse, et ne peuvent en
conséquence, plus rejeter d’oxygène.

Les hétérocystes sont considérés comme les
cellules les plus aptes à fixer l’azote atmosphérique. Tout autour des
hétérocystes, il n’y a pas d’oxygène, c’est ce qui permet un meilleur
fonctionnement de la nitrogénase (c’est l’enzyme qui fixe l’azote).

En milieu anaérobie, toutes les cellules
fixent l’azote atmosphérique. Les hétérocystes ont la faculté de produire des
askinètes. Ce sont des spores de résistances : c’est une cellule normale
qui grandit, se remplie de matière organique et se protège avec une épaisse
membrane, puis se laisse tomber au fond du milieu, puis remontera plus tard
pour recoloniser le milieu.

Remarque :
il existe de vrais et de fausses ramification chez les cyanobactéries.

 La multiplication asexuée :
certaines formes de cyanobactéries forment des endospores ou nannocystes,
d’autres forment des exospores. Beaucoup de cyanobactéries se multiplient grâce
à des spores pluricellulaires qui sont appelés hormospores.

Trichomes

Cyanobactéries coloniales

**Ecologie des cyanobactéries :

Elles sont rencontrées dans tous les
milieux. Dans certains cas, elles ont un rôle utile, par exemple, dans certains
cours d’eau, elles fixent l’azote et servent ainsi d’engrais naturel. Elles
peuvent aussi avoir des effets négatifs : elles peuvent sécréter des
toxines qui seront toxiques pour les autres habitants du milieu. Elles peuvent
aussi être néfastes par leur nombre.**