**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.**