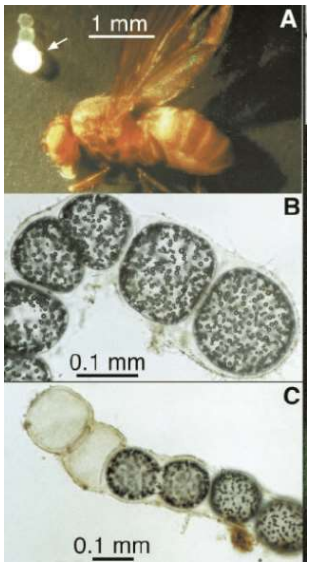
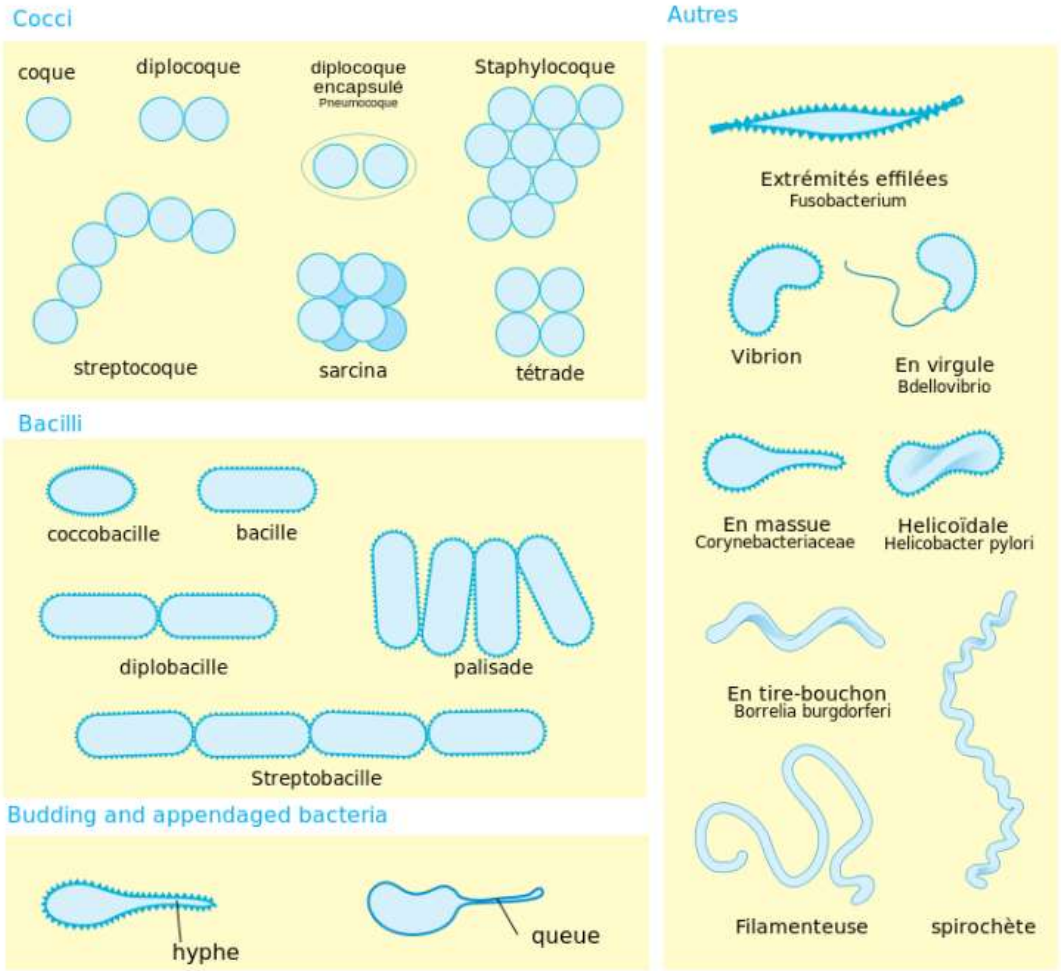
Les bactéries, une lignée à succès

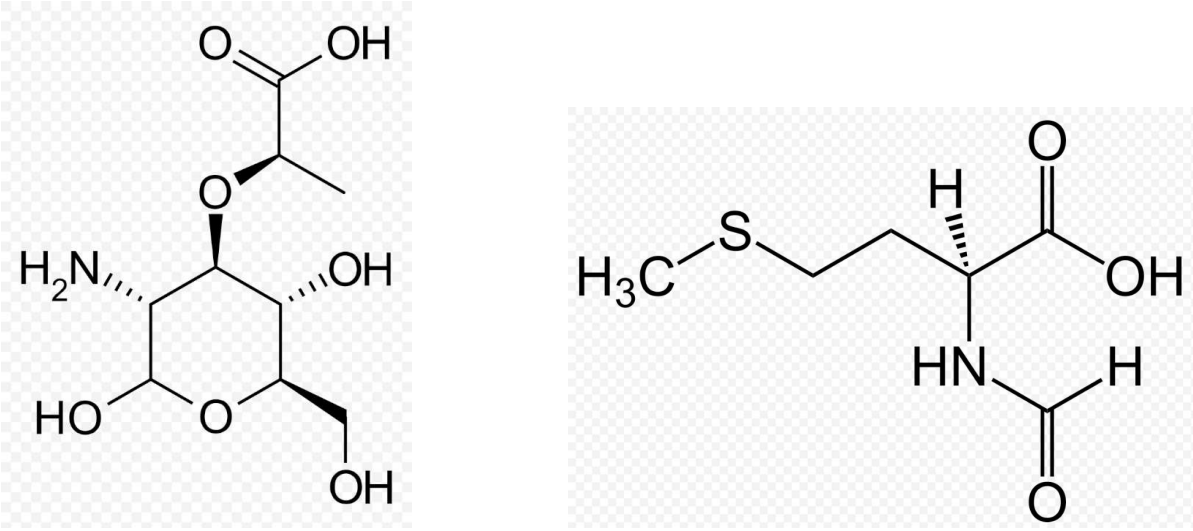


Le groupe des bactéries (domaine Eubacteria) semble être apparue avant les deux autres groupes d'êtres vivants actuels. Leur apparition remonterait à plus de - 3,7 GA car le groupe présentait déjà une certaine diversité à cette époque comme l'atteste la découverte de stromatolithes fossiles marquant la présence de cyanobactéries. Les bactéries sont des êtres procaryotes simples et unicellulaires. La plus part des bactéries vivent en colonies complexes visibles à l'œil nu et s'accrochant au substrat grâce à un gel. Elles ont une forme souvent circulaire (forme coques) ou allongée (forme bacilles) mais certaines peuvent aussi être plus ou moins spiralées. Les plus petites, les ultramicrobactéries vivant en eau douce, fond entre 0,05 et 2 micromètres de diamètre tandis que les plus grandes, tel *Thiomargarita namibiensis*, sont pluricellulaires et peuvent atteindre entre 500 et 750 micromètres de long (0,75 mm).

< *Thiomargarita namibiensis*, la plus grande bactérie connue. Elle peut atteindre jusqu'à 0,75 mm et peut être visible à l'œil nu. Comparaisons avec une mouche drosophile (A), clichés au microscope (B et C).

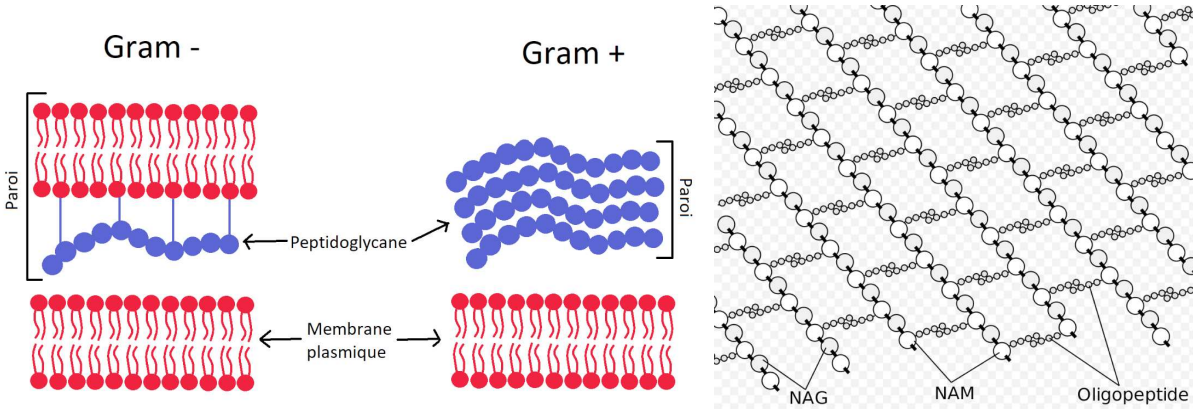
v Aperçu de la diversité morphologique des bactéries.



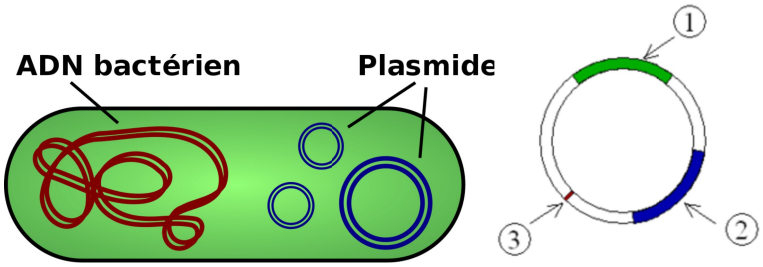


^ Deux molécules caractéristiques des bactéries. L'acide muramique (à gauche) est l'un des composant de la paroi des bactéries. La N-formylméthionine (à droite) est un dérivé d'acide aminé porté par les ARN de transfère bactériens.

Le meilleur moyen de reconnaître une bactérie est l'une des rares caractéristique propre au groupe : la paroi de peptidoglycane. La majorité des bactéries en possède et celles qui en sont dépourvues l'ont perdue secondairement. Cette paroi permet de maintenir la forme de la bactérie et de résister aux contraintes mécaniques notamment contre la pression osmotique relative aux différences de pression et de composition entre le cytoplasme de la cellule et le milieu extérieur. Elle se compose de filaments formés par une alternance d'acides muramiques (NAM) et de N-acétylglucosamine (NAG). Chaque filament est relié par des ponts de pentaglycine établis entre des oligopeptides. Les bactéries à Gram + ont une paroi épaisse à la surface d'une membrane tendis que les bactéries à Gram – ont une paroi fine prise entre deux membranes. A noter que els anitbiotiques du type pénicilline ont pour effet d'inhiber une étape de la mise en place de la membrane ce qui provoque la lyse de la bactérie. Une autre particularité moléculaire des bactéries est leur ARN de transfert (ARNt). En effet, celui-ci porte une N-formylméthionine (fMet) qui est un dérivé de l'acide aminé méthionine (Met). Celle-ci permet l'initiation de la traduction de l'ARN messager (ARNm) en protéine par les ribosomes. En effet, la chaîne d'acides aminés formant la protéine est débutée par l'ajout d'une fMet qui est souvent éliminée une fois la synthèse terminée. La fMet est codée par le même codon que la Met : TAC sur l'ADN et AUG sur l'ARNm. Celui-ci est assimilé à un codon d'initiation de la traduction et est alors traduit en fMet lorsqu'il est en bout de chaîne, mais est assimilé à une Met lorsqu'il apparaît plus loin dans la séquence de l'ARNm. Vu que cette molécule est caractéristique des bactéries, l'organisme des animaux dont l'Homme reconnaît la fMet comme un corps étranger et déclenche une réponse immunitaire contre de potentielles bactéries tentant d'infecter le corps. Outre ces deux particularités moléculaires, le groupe des Eubactéries tiens surtout sur des analyses génomiques. La classification des bactéries se fait également grâce à l'analyse génétique, mais aussi par la comparaison de leur forme, des structures extra cellulaires, du mode de métabolisme et des Gram (réaction négative ou positive à un protocole de traitement spéciale selon l'organisation de leur paroi).

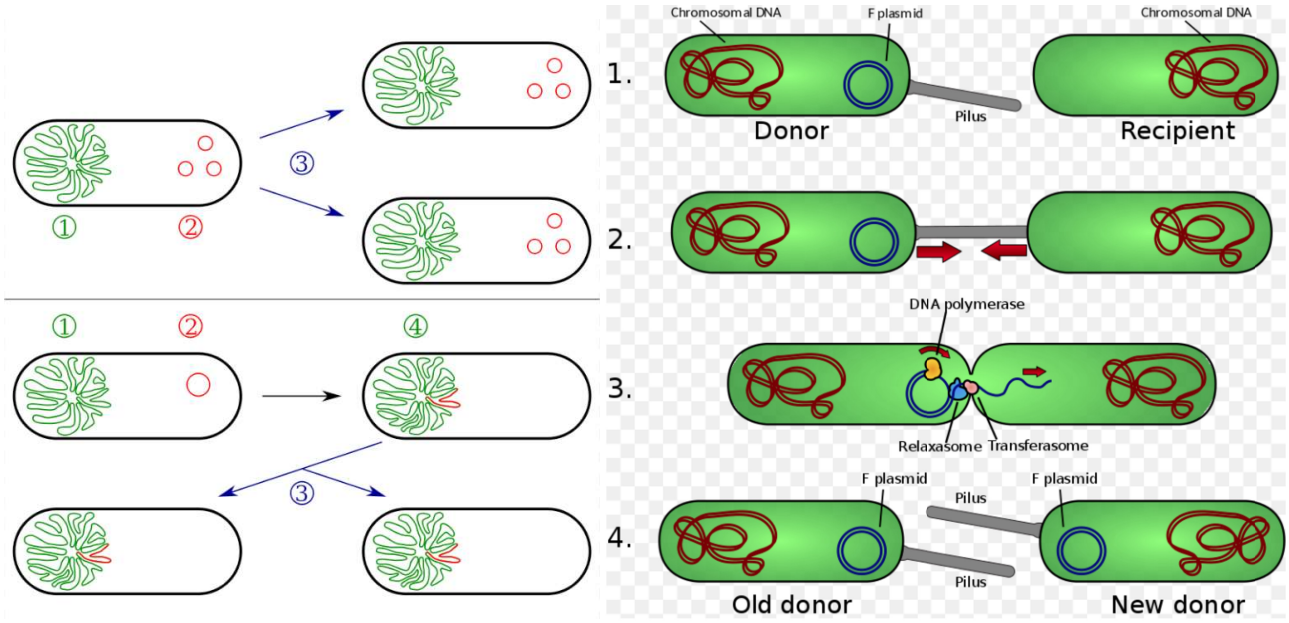


^ La paroi des bactérie. A gauche : les deux types de parois selon leur épaisseur et leur organisation. A droite : composition d'une paroi bactérienne de peptidoglycane.



< Les plasmides. Ces molécules circulaires (et parfois linéaires) d'ADN sont indépendantes du chromosome bactérien (à gauche). Ils portent des gènes (à droite) permettant sa réplication comme une séquence d'origine de réplication (3), ainsi que des gènes apportant un avantage à la bactérie porteuse du plasmide comme un gène de résistance à un antibiotique.

Les bactéries peuvent sécréter des structures extra cellulaires : des poils (pour s'accrocher) ou des flagelles (pour se déplacer) incrustés dans la paroi, une couche de protéines protectrices, … Elles sont munis d'un sen du « toucher » qui leur permet d'appréhender leur milieu et de réagir en conséquence. Les bactéries possèdes généralement un seul chromosome circulaire qui contient la plus part des gènes. Quelques gènes spécifiques sont présents sous formes de plasmides dans le cytoplasme. Elles se multiplient indépendamment du génome et sont transmises lors de la mitose aux bactéries filles. Ce transfère vertical (transfère entre la génération précédente et la nouvelle) se fait soit directement par le cytoplasme (on parle de plasmides non-intégrants), soit par l'intermédiaire du chromosome qui intègre les plasmides avant de les restitués (on parle de plasmides intégrants ou épisomes). A noter que les plasmides se rencontre également chez certains eucaryotes unicellulaires tel les levures. Les bactéries peuvent effectuer la « conjugaison » à l'aide d'un pilus extra cellulaire qui leur permet d'échanger des plasmides conjugatifs dits « de facteur F » (fécondité), ce qui constitue un transfère horizontale de gène (voir chapitre 2 – partie 2). A noter que certains gènes de pathogénicité développés dans certains individus sont conjugatifs et peuvent donc être transmis à d'autres bactéries. Les plasmides facteur R (résistance) contiennent des gènes de résistance à des antibiotiques, des toxines ou des métaux lourds. Les plasmides métaboliques permettent aux bactéries de métaboliser des matières qu'elles n'ont pas l'habitude d'utiliser. Par exemple, les Salmonelles sont capables de dégrader le lactose lorsqu'elles sont plongées dans du lait alors que celles-ci ne pratiquent habituellement pas cette voie métabolique. Tous les types énoncés précédemment apportent un avantage à la bactérie porteuse. Cependant, il existe des plasmides particuliers abritant un système de poison-antidote. Ces plasmides possèdent un gène codant une toxine létale pour la bactérie et un gène codant un antidote à celle-ci. Ces deux gènes sont exprimés et la toxine est dégradée par l'antidote. Or, le système de protéase de la bactérie cherche à recycler les protéines et dégrade l'antidote qui doit donc être d'avantage exprimé que la toxine. Si, lors d'une mitose, une bactérie fille reçoit ce plasmide dont le gène d'antidote est muté et rendu inactif, la toxine prolifère et tue la cellule. Tel est un système poison-antidote dont la fonction est encore inconnue.



^ Transmition verticale et horizontale des plasmides. A gauche : lea transmition des plasmides aux bactéries filles lors de la mitose (transmition verticale) se fait soit par plasmides non-intégrants (en haut) soir par épisomes (en bas). Légende : chromosome (1) ; plasmides (2), mitose (3) ; épisome (4). A droite : transfère de plasmides facteur F entre une bactérie donneuse et une bactérie réceptionneurse (transfère horizontale).

Il existe environ 16 700 espèces de bactéries connues, mais l'estimation de leur diversité atteindrait entre 5 et 10 millions d'espèces. Elles sont si diversifiées quelles se sont adaptées à tout les environnements et biotopes de la planète. On en retrouve partout au dessus, à la surface et dans la Terre : nuages, cours d'eau, fond des océans, désert, forêt, lacs acides, minéraux, cavernes, êtres vivants ... Cette prédominance dans une gamme d'environnement très large se justifie en partie par leurs capacités métaboliques. En effet, si leur diversité morphologique est moindre comparée à celle des

eucaryotes, leur diversité de métabolismes est largement plus importante. Les bactéries sont notamment les premières à avoir pratiqué la photosynthèse. Par cette diversité de métabolismes et leur omniprésence, elles ont un rôle important dans le cycle du carbone et du souffre ainsi que dans la fixation de l'azote par la décomposition des cadavres et excréments permettant de réintégrer ces éléments dans la chaîne alimentaire. Elles vivent en présence (aérobie) ou en absence (anaérobie) d'oxygène selon les espèces. Les bactéries sont également en lien étroit avec les eucaryotes. Outre les cas d'endosymbiose (mitochondries et chloroplastes), elles aident à la digestion, à la protection de la peau, et même à la santé mentale chez les animaux dont l'homme. Cependant, elles peuvent aussi être pathologiques et occasionner des maladies mortelles, parfois avec l'aide de gènes transmis par des virus bactériophages.