

Microbiologie générale

Par : EL ATYQY Mohamed, Ingénieur I.A.A

www.azaquar.com

Sommaire :

1. PRESENTATION	2
2. PROCARYOTES	2
2.1. Bactéries	2
2.1.1. Structure cellulaire des bactéries	2
2.1.2. Morphologie et association des bactéries.....	4
2.2. Archées.....	5
3. EUCARYOTES	5
3.1. Algues.....	7
3.2. Champignons	7
3.2.1. Moisissures	7
3.2.2. Levures	8
3.3. Protozoaires.....	8
3.4. Autres règnes.....	8
4. VIRUS.....	8
5. NUTRITION ET CROISSANCES DES MICRO-ORGANISMES	9
6. ASSOCIATION DES MICROORGANISMES AUX AUTRES ETRES VIVANTS.....	10
6.1. Association aux plantes et animaux	10
6.2. Interaction des microorganismes.....	10

1. PRESENTATION

La microbiologie est la science qui étudie les micro-organismes. Ces derniers sont des êtres vivant de petite taille qui ne peuvent être vues à l'œil nu (quelques protistes unicellulaires sont visibles à l'œil). Ils ne peuvent donc être observés qu'à l'aide d'un microscope.

Les microorganismes constituent un groupe très diversifié, ils existent à l'état de cellule isolée ou en groupe. Ils sont aussi désignés sous le nom de « microbes » qui est un terme générique et non scientifique visant les bactéries, levures, moisissures, algues, protozoaires et virus, pathogènes ou non. Familièrement, le mot « microbe » désigne un micro-organisme responsable d'une maladie.

Les micro-organismes sont rencontrés dans tous les types d'environnement présent dans la nature. Ils se trouvent dans le sol, l'eau, l'air, mais aussi dans des environnements plus hostiles tel que les pôles, les déserts, les geysers, le fond des océans, etc. De nombreux micro-organismes sont associés aux plantes ou aux animaux avec lesquels ils peuvent entretenir des relations de symbiose, de commensalisme ou de parasitisme. Certains micro-organismes peuvent être pathogènes, c'est-à-dire entraîner une maladie chez les plantes ou les animaux.

Les micro-organismes sont classés en deux groupes : Les procaryotes et les eucaryotes. Les bactéries font partie des procaryotes ; alors que les champignons, les algues et les protozoaires sont des eucaryotes. Les virus qui sont aussi des micro-organismes ne sont classés dans aucun de ces deux groupes

2. PROCARYOTES

On désigne sous le terme « procaryotes » (du grec *pro*=avant et *caryon*=noyau), l'ensemble des micro-organismes dont la cellule ne possède pas de noyau nucléaire ni d'autres organites.

Les procaryotes sont subdivisés en deux groupes taxonomiques : les archées et les bactéries.

2.1. BACTERIES

Les bactéries (*Bacteria*) sont des micro-organismes vivants unicellulaires procaryotes. Elles mesurent quelques micromètres de long (généralement de 0,5 à 5 μm de longueur) et peuvent présenter différentes formes : des formes sphériques (coques), des formes allongées ou en bâtonnets (bacilles) et des formes plus ou moins spiralées (Spirilles).

Les bactéries sont ubiquitaires et sont présentes dans tous les types de biotopes : sol, eau, air, sur les végétaux et les animaux, etc. Chez l'homme, il a été calculé que 10^{12} bactéries colonisent la peau, 10^{10} bactéries colonisent la bouche et 10^{14} bactéries habitent dans l'intestin. La plupart de ces bactéries sont inoffensives ou bénéfiques pour l'organisme. Cependant, de nombreuses espèces bactériennes sont pathogènes et sont responsables de maladies infectieuses comme le choléra, la syphilis et la tuberculose.

2.1.1. STRUCTURE CELLULAIRE DES BACTERIES

Les bactéries sont des cellules relativement simples, caractérisées par l'absence de noyau et d'organites comme les mitochondries et les chloroplastes. La figure 1 ci-après représente la structure d'une cellule bactérienne.

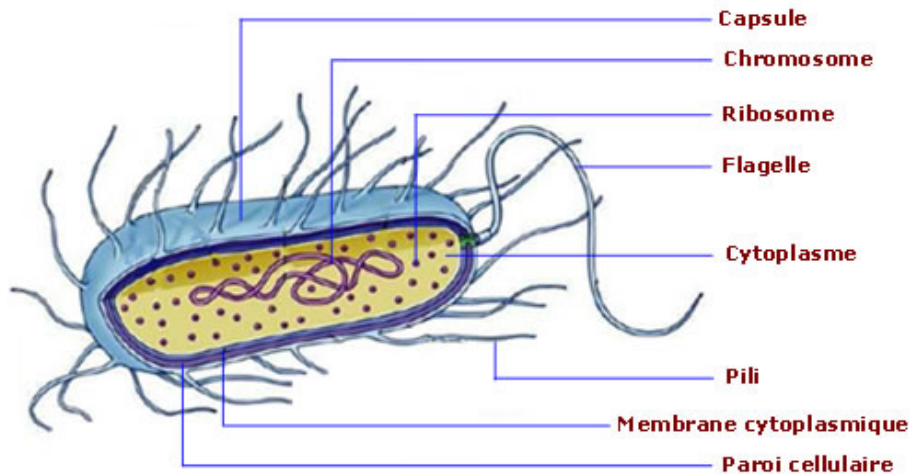


Figure 1 : Structure d'une cellule procaryote (bactérie)

- Chromosome :

Le chromosome bactérien se présente sous la forme d'un filament d'ADN. Il est généralement de forme circulaire et est le support de l'hérédité. En plus de cet ADN génomique, les cellules bactériennes contiennent souvent des molécules d'ADN circulaire extra-chromosomiques appelées plasmides.

- Ribosomes :

Un ribosome est constitué de molécules d'un type particulier d'ARN, l'ARN ribosomal (ARNr), associé à des protéines. Il est formé de deux sous-unités, une grosse et une petite. Ces deux sous-unités sont appelées respectivement 50s et 30s (*s* exprimant la vitesse de sédimentation de ces unités dans les expériences d'ultracentrifugation) chez les procaryotes (60s et 40s chez les eucaryotes).

Les ribosomes jouent un rôle essentiel dans la synthèse des protéines (la traduction protéique) : ce sont eux en effet qui parcourent les ARN messagers (ARNm) et ajoutent les nouveaux acides aminés, fournis par les ARN de transfert (ARNt), à la chaîne protéique en construction : ils sont les catalyseurs de la synthèse protéique.

- Cytoplasme :

Chez les procaryotes, le cytoplasme est le seul compartiment de la cellule. Il est composé d'un gel aqueux appelé cytosol, dans lequel se trouvent :

- Les molécules de réserve « en solution » (protéines, glucides, lipides) ;
- le matériel génétique et les autres composants cellulaires qui flottent librement à l'intérieur.

- Membrane cytoplasmique :

C'est la membrane qui entoure le cytoplasme. Elle est constituée de phospholipides et protéines.

La membrane cytoplasmique agit comme un filtre sélectif qui laisse passer les nutriments. Elle permet aussi le passage de la lumière, de la chaleur, etc. En tant que surface de contact avec l'extérieur, elle assure aussi la transmission d'informations nécessaires à la réactivité de la cellule aux changements de l'environnement et

à la coordination avec d'autres cellules. La membrane plasmique crée donc un espace clos en constant échange avec l'environnement proche.

- Paroi cellulaire :

La paroi cellulaire est l'une des caractéristiques importantes des bactéries. Elle donne à la bactérie sa forme et la protège contre l'éclatement sous l'effet de la pression osmotique du cytoplasme.

En fonction de leur paroi cellulaire, les bactéries peuvent être divisées en deux groupes : les Gram positifs (Gram+) et les Gram négatifs (Gram-). Cette différenciation est basée sur la structure et la composition chimique de la paroi cellulaire mise en évidence grâce à la coloration de Gram. Les bactéries à coloration de Gram+ possèdent une paroi cellulaire épaisse alors que les bactéries à coloration de Gram- ont une paroi fine.

Certaines bactéries ne possèdent pas de paroi : ce sont les mycoplasmes.

- Capsule :

C'est la couche périphérique qui entoure la cellule bactérienne. Constituée de polysaccharides et protéines, elle permet l'attachement des bactéries aux surfaces et les protège contre les effets défavorables du milieu extérieur (composés toxiques, détergents, dessiccation, ...). Certaines bactéries ne possèdent pas de capsule.

- Structures extra-cellulaires (flagelles et pilis) :

La plupart des bactéries ne sont pas automobiles. Mais d'autres, comme les Salmonelles, sont pourvues d'une structure extracellulaire sous forme de fins filaments appelés flagelles, qui leur permettent de se déplacer. Les flagelles sont aussi utilisés par les bactéries hétérotrophes pour se diriger vers des zones riches en nutriments grâce au phénomène appelé chimiotactisme (attraction chimique).

D'autres espèces sont couvertes de nombreux petits « poils », les pilis, qui ne jouent aucun rôle dans la locomotion, mais interviennent dans les processus d'adhésion des bactéries à un support ou dans le phénomène de conjugaison (reproduction sexuée).

2.1.2. MORPHOLOGIE ET ASSOCIATION DES BACTERIES

Les bactéries présentent une grande diversité de morphologies cellulaires (Figure 2). Cette caractéristique est exploitée pour l'identification de la cellule par observation microscopique. La plupart des bactéries ont une forme soit sphériques, appelées coques, ou soit en forme de bâtonnets, appelés bacilles. Certaines bactéries ont une forme intermédiaire, se sont les coccobacilles, et d'autre ont une forme hélicoïdale, appelées spirilles.

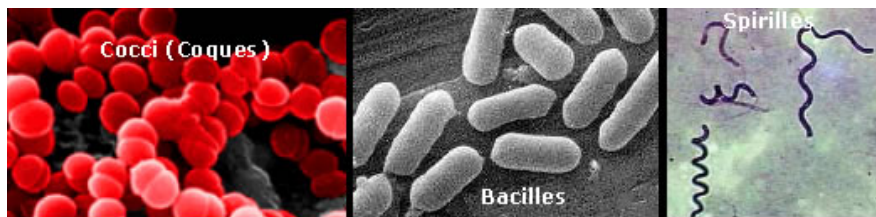


Figure 2 : Formes des bactéries

Le mode d'arrangement des cellules est aussi une caractéristique qui permet de distinguer les bactéries (Figure 3). Beaucoup d'espèces bactériennes peuvent être observées sous forme unicellulaire isolée alors que d'autres espèces sont associées entre eux. Ces derniers peuvent être associées en paires (diplocoques) comme les *Neisserias*, en chaîne comme les *Streptocoques* ou en amas comme les *Staphylocoques*.

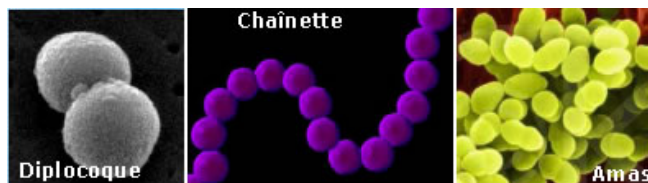


Figure 3 : Modes d'association des bactéries

2.2. ARCHEES

Les archées ou *Archaea* (anciennement appelées archéobactéries) sont un groupe majeur de procaryotes, se distinguant des bactéries par certains caractères biochimiques, comme la constitution de la membrane cellulaire ou le mécanisme de réplication de l'ADN.

Les archées sont des espèces anaérobies et vivent généralement dans des conditions extrêmes (milieu salin, très acide ou très alcalin, milieu à température proche de l'ébullition). Certaines archées sont aussi des organismes plus communs qui vivent dans des conditions de vie ordinaires comme le sol, les lacs, la mer ou l'intestin des animaux.

Les archées ne sont pas considérées comme des micro-organismes nocifs à la santé. En effet, jusqu'à présent, aucune démonstration claire ne prouve l'existence des archées pathogènes.

3. EUCARYOTES

Les Eucaryotes, du grec « noyau vrai », désignent l'ensemble des êtres vivants dont le matériel génétique est enfermé, au sein de la cellule, dans une structure appelée noyau, par opposition aux procaryotes. Les algues, les champignons et les protozoaires sont des eucaryotes.

La cellule eucaryote est entourée par une membrane, la membrane plasmique. L'intérieur est occupé par un liquide aqueux, le cytoplasme, dans lequel baignent divers organites responsables d'activités cellulaires spécifiques (mitochondries, appareil de Golgi, etc.). Enfin, la cellule contient un noyau renfermant le matériel génétique (sous forme d'ADN) entouré par une double membrane.

La figure 4 ci-après représente les différents organites d'une cellule eucaryote.

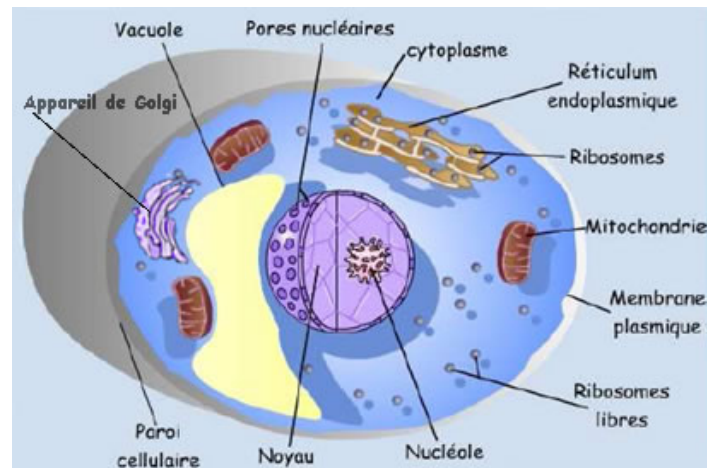


Figure 4 : Structure d'une cellule eucaryote

Outre les structures qu'on trouve chez les cellules procaryotes, les eucaryotes possèdent d'autres organites qui leur sont spécifiques. Il s'agit notamment de : le noyau, la mitochondrie, le réticulum endoplasmique et la vacuole.

- Noyau :

Le noyau est la structure qui contient l'information génétique de la cellule. Il est entouré de deux membranes lipidiques perforées à l'intérieur desquelles se trouvent les chromosomes. Le noyau contrôle toutes les activités cellulaires et assure le maintien de l'information génétique d'une génération cellulaire à l'autre.

- Mitochondrie :

Les mitochondries sont des organites de forme ovoïde assurant la réalisation de la respiration cellulaire, et fournissant l'essentiel de l'énergie (sous forme d'ATP) nécessaire au fonctionnement de la cellule.

- Réticulum endoplasmique :

Le réticulum endoplasmique est associé aux structures cellulaires responsables de la synthèse des protéines et des lipides (les ribosomes dans le premier cas et les enzymes dans le second). Ces molécules nouvellement synthétisées sont prises en charge par le réticulum endoplasmique, qui assurent leur transport jusqu'à l'appareil de Golgi grâce à des vésicules.

- Appareil de Golgi :

L'appareil de Golgi est un organite, généralement situé près du noyau, impliqué dans la maturation des protéines et des lipides nouvellement synthétisés dans la cellule pour les rendre fonctionnelles. Cette maturation comprend en particulier l'élimination de certains résidus glucidiques et l'ajout de molécules glucidiques supplémentaires (c'est notamment le cas pour les protéines et lipides membranaires, souvent associées à des molécules de sucres). Un autre rôle de l'appareil de Golgi est celui du tri des molécules et de leur dispersion vers les différents compartiments cellulaires où ces molécules sont nécessaires.

- Autres organites:

Les cellules des eucaryotes phototrophes, comme les algues, ont des chloroplastes qui convertissent l'énergie lumineuse du soleil en énergie chimique utilisée pour fabriquer des sucres par photosynthèse. Les réserves ainsi produites sont stockées dans les vacuoles de ces cellules.

Certaines cellules eucaryotes peuvent devenir mobiles, en utilisant un cil ou un flagelle (spermatozoïde par exemple). Leur flagelle est plus évolué que celui des procaryotes.

3.1. ALGUES

Ces microorganismes, uni- ou multicellulaires, sont largement répartis dans les eaux douces ou salées et dans le sol. Ce sont des organismes capables d'assurer leur nutrition par photosynthèse (autotrophes), grâce à la chlorophylle qu'elles contiennent.

Les algues possèdent aussi des pigments tels que les caroténoïdes, les xanthophylles et les phycocyanines qui assurent leur coloration et jouent un rôle biochimique important.

3.2. CHAMPIGNONS

Les champignons sont des organismes eucaryotes apparentés aux végétaux, mais qui s'en distinguent, en particulier, par leur mode de nutrition non photosynthétique.

Les champignons ont des formes de vie très variées. Les plus simples sont unicellulaires, mais la plupart sont pluricellulaires. Ils se nourrissent des matières organiques de leur environnement en sécrétant des enzymes qui « digèrent » les divers composés organiques qui les entourent et les réduisent en petites molécules solubles.

Les champignons sont présents dans le sol, plantes, débris végétaux, lichen, parasites de l'homme, des animaux et des plantes.

La classification des champignons décrit quatre phylums (embranchements) principaux : les Oomycètes, les Zygomycètes, les Ascomycètes et les Basidiomycètes. Les moisissures et levures qui ont un grand intérêt en microbiologie alimentaire font partie des champignons.

3.2.1. MOISSISSURES

On trouve des moisissures dans deux grands groupes de champignons, les zygomycètes (champignons inférieurs) et les ascomycètes (champignons supérieurs). Chez les premiers, les hyphes (les filaments qui constituent le mycélium) ne sont pas cloisonnés ; ils le sont chez les seconds (Figure 5).

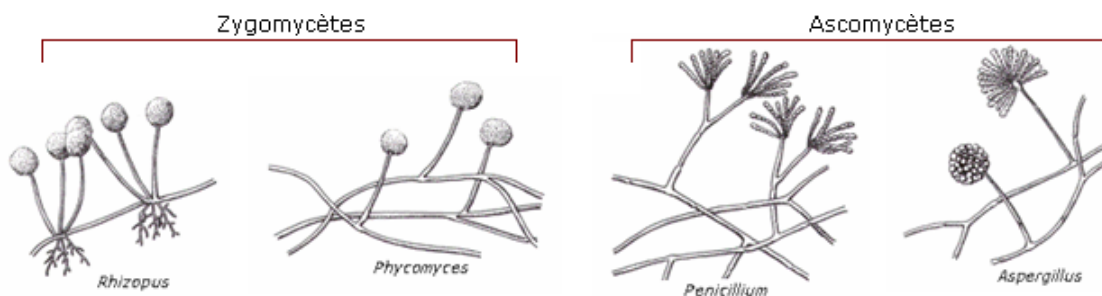


Figure 5 : Structure des moisissures

On peut distinguer, au sein des zygomycètes, deux grands types de morphologie du mycélium, notamment sur la base de critères comme la ramification des hyphes ou la position des sporocystes (structures

sphériques qui contiennent les spores). Chez les moisissures du genre *Rhizopus* (par exemple la moisissure noire du pain, *Rhizopus nigricans*), les sporanges sont disposés en bouquets à partir de ramifications d'un filament appelé stolon. Ces derniers portent en outre des rhizoïdes qui font office de « racines » pour fixer le champignon à son substrat. Chez les espèces comme les *Phycomyces*, la disposition des sporocystes semble plus anarchique, comme apparus au hasard sur les hyphes qui forment un réseau.

Les moisissures les plus connues du groupe des ascomycètes sont celles des genres *Penicillium* (par exemple *Penicillium notatum*, dont on tire la pénicilline) et *Aspergillus* (par exemple la moisissure des confitures, *Aspergillum glaucum*). Leur mycélium en réseau porte non pas des sporocystes, mais des ascospores (structure qui contiennent les asques, cellules reproductrices des ascomycètes).

3.2.2. LEVURES

Les levures sont des champignons généralement unicellulaire (certaines levures sont cependant capables d'arborer un aspect pseudo pluricellulaire) aptes à provoquer la fermentation des matières organiques animales ou végétales.

Ces micro-organismes, de forme généralement ovales, d'environ 6 à 10 microns et jusqu'à 50 micromètres, se multiplient par bourgeonnement ou par scissiparité (division cellulaire). Ils sont souvent capables d'accomplir une sporulation soit dans un but de dormance en milieu défavorable, soit dans un but de dispersion.

Le terme courant de levure désigne généralement le genre *Saccharomyces* (levure de bière ou levure de pain). Il existe beaucoup d'autres genres de levures. En particulier *Candida* possédant un pouvoir pathogène (responsable des mycoses connues sous l'appellation de "candidoses").

3.3. PROTOZOAIRES

Les protozoaires sont des êtres unicellulaires dépourvus de paroi cellulaire (contrairement aux algues), certains vivants en colonies.

La plupart des protozoaires vivent dans un milieu aquatique, océan, lac, rivière, étang. Leur longueur varie entre 2 et 70 microns. Ils se nourrissent en ingérant des bactéries, des déchets excrétés par d'autres organismes, des algues ou d'autres protozoaires.

La plupart des espèces sont mobiles, grâce à des prolongements (les flagelles) ou à des organes ressemblant à des poils (les cils) ou encore par déplacement amiboïde, mouvement continu reposant sur la formation de pseudopodes (extensions en forme de pied).

3.4. AUTRES REGNES

Les règnes végétaux (avec affinité avec les algues) et animaux (avec affinité avec les protozoaires) sont aussi classés parmi des eucaryotes. Ils ne sont pas classés comme micro-organismes car ils ne vivent pas et ne se reproduisent pas à l'état unicellulaire.

4. VIRUS

Les virus sont les plus petits des micro-organismes. Leur taille est de l'ordre de quelques nanomètres ; ils ne sont observables qu'au microscope électronique.

Ce sont des parasites obligatoires de toutes cellules vivantes des animaux, des plantes et bactéries. Leur croissance et leur multiplication ne peuvent s'effectuer qu'à l'intérieur d'une cellule vivante ce qui entraîne, en général, la destruction de la cellule-hôte. Les virus parasites des bactéries sont appelés bactériophages (Figure 6).

Les virus sont composés soit d'acide ribonucléique (ARN), soit d'acide désoxyribonucléique (ADN), d'une coque protectrice appelée capsid, constituée de protéines seules ou combinées à des glucides, et parfois entourés d'une membrane plasmique provenant d'une cellule hôte dont le virus est sorti.

La taille et l'aspect des virus sont très variés. De nombreux virus ont une forme pseudosphérique très simple sans aucune symétrie, dont le diamètre varie entre 60 et 300 nm. Les plus petits, dont la forme est icosaédrique (polygones à vingt côtés), mesurent entre 18 et 20 nm de large. Certains bactériophages portent, outre cette structure, une sorte de queue qui leur permet d'injecter leur génome à l'intérieur de la bactérie qu'ils infectent. Les plus longs virus sont les virus en bâtonnet, dont certains peuvent atteindre plusieurs microns de longueur.

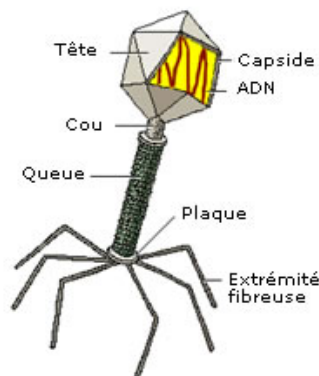


Figure 6 : Structure d'un virus bactériophage

Les virus sont souvent agent de maladies, bénignes ou graves. Actuellement, plusieurs milliers de virus ont été recensés.

5. NUTRITION ET CROISSANCES DES MICRO-ORGANISMES

La croissance microbienne est définie comme une augmentation des constituants cellulaires, et peut se traduire par une augmentation de taille (cas des moisissures par exemple) ou du nombre des microorganismes (bactéries par exemple).

Pour leur croissance, les microorganismes exigent de l'eau, une source d'énergie, de l'azote, des sels minéraux, éventuellement de l'oxygène et/ou des facteurs de croissance (substance organique nécessaire à la croissance d'un micro-organisme et qui ne peut être synthétisée par celui-ci) pour leur croissance. D'autres facteurs comme le pH, la température, les radiations électromagnétiques, ont un effet important sur la croissance des microorganismes.

En absence des conditions favorables de croissance, certains microorganismes se transforment en une forme de résistance (Spores) pour continuer à survivre, mais sans se multiplier. Lorsque le milieu devient favorable, les spores se transforment en forme végétative durant laquelle sont assurées des biosynthèses équilibrées permettant une croissance plus ou moins rapide.

En fonction de la source que microorganisme utilise pour avoir ses nutriments, on distingue plusieurs types trophiques (Tableau 1).

Tableau 1 : Différents types nutritionnels ou trophiques

Classe du besoin	Nature du besoin	Type trophique
Source d'énergie	Rayonnement lumineux	Phototrophe
	Oxydation de composés organiques ou inorganiques	Chimiotrophe
Donneur d'électrons	Minéral	Lithotrophe
	Organique	Organotrophe
Source de carbone	Composé minéral	Autotrophe
	Composé organique	Hétérotrophe
Facteurs de croissance	Non nécessaires	Prototrophe
	Nécessaires	Auxotrophe

6. ASSOCIATION DES MICROORGANISMES AUX AUTRES ETRES VIVANTS

6.1. ASSOCIATION AUX PLANTES ET ANIMAUX

De nombreux micro-organismes sont associés aux plantes et aux animaux avec lesquels ils entretiennent des relations de symbiose, de commensalisme ou de parasitisme.

La symbiose est une association durable entre deux êtres vivants et dont chacun tire bénéfice. Ils s'aident mutuellement à se nourrir, se protéger ou se reproduire.

Le commensalisme est un type d'association naturelle entre deux êtres vivants dans laquelle l'hôte fournit une partie de sa propre nourriture au commensal : il n'obtient en revanche aucune contrepartie évidente de ce dernier (la relation est à bénéfice non-réciproque).

Le parasitisme est une relation entre deux êtres vivants d'espèces différentes dans laquelle l'un des partenaires vit aux dépens de l'autre (l'hôte). Le parasitisme est nocif pour l'hôte.

Certains micro-organismes sont pathogènes aux plantes et animaux auxquels ils sont associés.

6.2. INTERACTION DES MICROORGANISMES

L'interaction de micro-organismes différents peut varier :

- La métabiose : Succession sur un même milieu de micro-organismes ; les premiers préparent le « terrain » pour les suivants, puis stoppent leur multiplication et enfin disparaissent.
- La symbiose : Développement sur un même milieu et en même temps de plusieurs espèces microbiennes, ces espèces se favorisant mutuellement.
- L'antibiose : on en distingue plusieurs formes :
 - par compétition, lié au nombre et à la virulence d'une espèce ; la plus combative occupant le milieu, celui-ci devient impropre au développement de l'espèce la plus faible.
 - par inhibition : les antibiotiques
 - par parasitisme : les bactériophages ou virus dont la multiplication est 25 à 100 fois plus rapide que celle des bactéries.