

Chapitre 1 : Généralité

1. La microbiologie environnementale

Se rapporte essentiellement aux processus microbiens globaux qui se déroulent dans le sol, l'eau ou les aliments ainsi que leurs impacts sur les plantes, et les effets à plus large échelle de la présence et des activités microbiennes.

2. L'écologie microbienne

Utilisée aujourd'hui pour décrire la présence des micro-organismes et leurs contributions au travers de leurs activités aux endroits où on les trouve « eau, sol, air et les associations avec les plantes » ;

L'écologie microbienne, nommée au paravent par la « Microbiologie environnementale », a été définie par Thomas Brock comme l'étude du comportement et des activités des micro-organismes dans leurs environnements naturels « autrement dit micro-environnement » où d'autres micro et macro-organismes y vivent.

Cependant, le fonctionnement des micro-organismes affectent les écosystèmes à plus grand échelle, allant jusqu'à exercer des effets planétaire.

3. L'écosystème = Biotope + Biocénose

L'écosystème peut être défini comme une entité géographique majeure fonctionnelle, composée de plantes, d'animaux, de micro-organismes et de substrats inorganiques du sol, roche ou eau, ayant accès direct ou indirect à l'atmosphère et à la lumière comme source d'énergie.

Il se caractérise par l'interaction de ses différents constituants et existe à l'intérieur d'un climat déterminé. L'être humain fait partie intégrante de l'écosystème.

Les ressources naturelles, eau, sol, air, sont des composants inorganique et organique de l'écosystème, appelé également les substances abiotiques : le biotope. De plus, les composants complémentaires de l'écosystème, appelés biocénose sont les producteurs « les organismes autotrophiques (végétaux) », les consommateurs « sont des hétérotrophes (animaux et l'homme (omnivore)) », ainsi que les micro-organismes hétérotrophiques (Fig. 1).

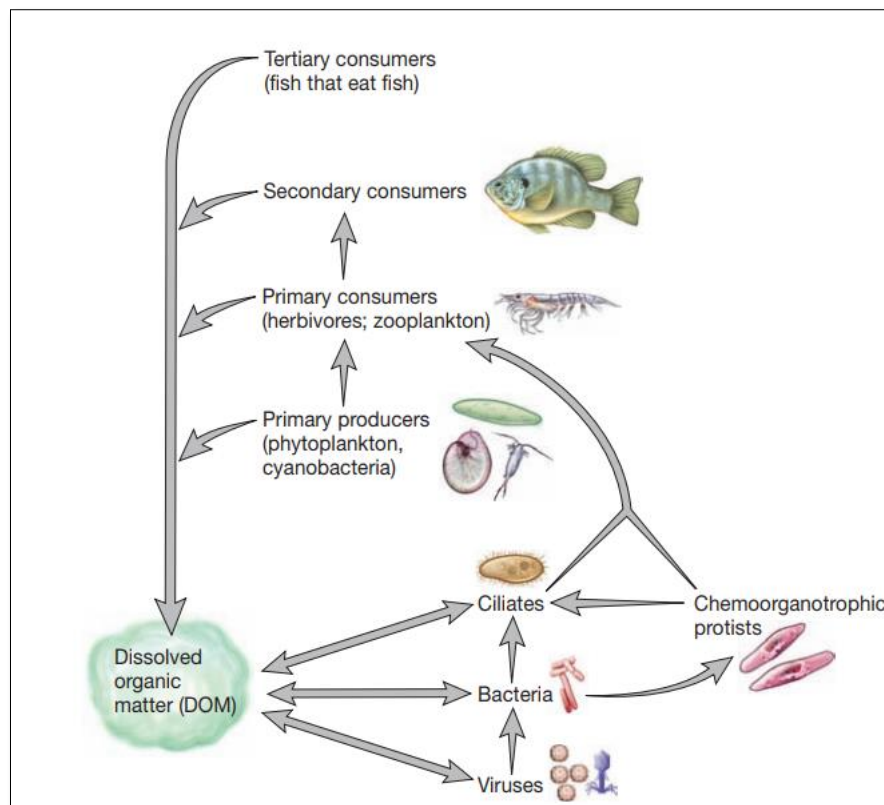


Figure 1 : le rôle vital des micro-organismes dans les écosystèmes [20].

Les micro-organismes contribuent au fonctionnement des écosystèmes par leur interactions entre eux et avec d'autres organismes et en influençant le recyclage des nutriments dans leur micro-environnement.

Ils peuvent jouer deux rôles complémentaires : la synthèse de nouvelle matière organique, à partir de CO_2 et d'autres composés inorganiques au cours de la production primaire et la décomposition de la matière organique accumulée.

Dans l'écosystème aquatique, les plantes et les animaux contribuent à un pool commun de matière organique dissoute qui est consommé toute par une variété de micro-organismes procaryotes et eucaryotes. Ces micro-organismes rendent alors une partie de cette matière organique dissoute à des animaux plus grands sous la forme de particules – ce qui revient à dire que les protistes mangent les bactéries et les consommateurs primaires mangent les protistes -.

De plus, le métabolisme et la mort de ces micro-organismes recyclent une part de la matière organique vers le pool général de matière organique dissoute, on parle d'une boucle microbienne.

Dans l'écosystème terrestre, les rôles des micro-organismes sont similaires à l'exception de la production primaire qui est le fait des plantes vasculaires.

De plus de l'environnement normal, les micro-organismes occupent des écosystèmes particuliers et spécifiques comme les environnements hyper-salins, thermaux, acides, alcalins ou anoxiques.

Les micro-organismes vivent également dans le tractus digestif et la surface des animaux, forment des associations étroites avec les plantes dans la rhizosphère ce qui fait de la biosphère microbienne plus vaste que celle des macro-organismes.

4. Le micro- environnement

La croissance et l'activité des micro-organismes s'exercent dans un environnement dont l'échelle est microscopique. Néanmoins, leurs actions est à l'origine de la production de métabolites et de gradient chimique perceptible à l'échelle macroscopique dans les sols, les environnements aquatiques et l'atmosphère.

Ces micro-organismes réalisent des réactions biochimiques importantes qui modifient les conditions physiques et chimiques du micro-environnement immédiat des cellules. En conséquence, la concentration en substrat et en produits est différente au voisinage de la cellule en comparaison avec celle mesurée globalement dans l'environnement.

5. Les interactions microbiennes

L'interaction microbienne au sein de l'écosystème relève de l'écologie microbienne, c'est une interaction biologique où l'effet des micro-organismes sur les autres composants biotiques de l'écosystème peut être étudié.

Dans l'écosystème, tous les composants biotiques, dépendent les uns des autres pour leur nourriture ou leur survie. L'interaction microbienne entre les mêmes organismes est appelée interaction intraspécifique. De même, l'interaction microbienne entre les différents organismes est appelée interaction interspécifique.

Les micro-organismes peuvent s'associer avec d'autres organismes de diverses manières.

- Un organisme peut être localisé à la surface d'un autre, comme un ectosymbiote. Dans ce cas, l'**ectosymbiote** est généralement un organisme plus petit situé à la surface d'un plus grand organisme.
- En revanche, un organisme peut être localisé dans un autre organisme en tant qu'**endosymbiote**.
- D'autre part, un certain nombre d'organismes hébergent plus d'un symbiote. Le terme **consortium** peut être utilisé pour décrire cette relation. Par exemple, l'espèce *Thiothrix*, une bactérie utilisant du soufre, est fixée à la surface d'une larve d'éphémère et contient elle-même une bactérie parasite.

Les interactions microbiennes peuvent être distinguées en fonction du caractère bénéfique, néfaste ou neutre des micro-organismes pour les autres éléments d'un écosystème comme les plantes, les animaux et les humains, dont on trouve, les interactions bénéfiques pour l'un des partenaires et néfastes pour l'autre (prédation, parasitisme), des interactions bénéfiques pour l'un et neutres pour l'autre (commensalisme) et des interactions à bénéfices réciproques (mutualisme) (Tab 1).

5.1. Interaction interspécifique

- **Le neutralisme** est le cas où deux micro-organismes n'ont aucun effet l'un sur l'autre, et cela en occupant le même habitat.
- **Le mutualisme** (ou la symbiose), [*mutuus* en latin, emprunté ou réciproque] définit la relation dans laquelle certains avantages réciproques reviennent aux deux les partenaires. Il s'agit d'une relation obligatoire, dans laquelle le mutualiste et l'hôte sont dépendants l'un de l'autre. Lorsqu'ils sont séparés, dans de nombreux cas, les organismes individuels ne survivront pas.
- **Le parasitisme**, un parasite est un organisme qui se développe sur ou dans un autre organisme, son hôte, en tire sa subsistance et le tue en résultat direct ou indirect de son développement. **Exemple** : la maladie de typhus est causée par la rickettsie *Rickettsie typhi*, qui est hébergée dans les puces qui vivent sur les rats. Il est transmis aux humains qui sont piqués par de telles puces, donc pour contracter le typhus.
- **La prédation**, c'est quand une espèce étant prédatrice tandis qu'une autre espèce est la proie. Comme c'est le cas avec les organismes plus grands, la prédation chez les micro-organismes implique une espèce prédatrice qui attaque et tue généralement sa proie. **Exemple** *Bdellovibrio*- bactéries Gram-négatives sensibles.
- **La compétition** est une interaction négative survient lorsque deux (ou plusieurs) espèces au sein d'une population ou la communauté occupent le même habitat tentent d'acquérir la même ressource, qu'il s'agisse d'un emplacement physique ou un élément nutritif particulier limité. Si l'un des deux organismes concurrents peut dominer l'environnement, que ce soit en occupant l'habitat ou en consommant un nutriment limitant, il dépassera l'autre organisme.
- **L'amensalisme** (du latin « pas à la même table ») ; est une interaction négative qu'une espèce a sur une autre. Il s'agit d'un processus unidirectionnel basé sur la libération d'un composé spécifique par l'espèce inhibitrice qui a un effet négatif sur l'autre. l'espèce affectée étant soumise à une influence défavorable, tandis que l'espèce inhibitrice n'est

affectée d'aucune façon. Un **exemple** classique d'amensalisme est la production d'antibiotiques qui peuvent inhiber ou tuer un micro-organisme sensible. Le cas de *Pénicillium* qui sécrète un antibiotique (la pénicilline) dirigé contre une espèce bactérienne alentour « amensales » (ex : les staphylocoques).

- **Le commensalisme** du latin *com*, ensemble, et *mensa*, table] est une relation positive entre deux ou plusieurs organismes différents dans laquelle l'association est avantageuse pour l'un d'eux « le commensal » sans affecter le(s) autre(s) « parfois appelé l'hôte » mais où l'espèce commensale dépend de l'hôte pour sa survie. **Exemple** de la nitrification, dont l'oxydation d'ammonium en nitrite par les micro-organismes comme *Nitrosomonas*, et l'oxydation ultérieure du nitrite en nitrate par *Nitrobacter* et des bactéries similaires. *Nitrobacter* bénéficie de son association avec *Nitrosomonas* car il utilise du nitrite pour obtenir de l'énergie pour sa croissance.
- **La coopération** est au profit des deux organismes ; c'est une relation de coopération qui n'est pas obligatoire et, pour la plupart des écologistes microbiens, cet aspect non obligatoire différencie la coopération du mutualisme. **Exemple** : Les micro-organismes cellulolytiques, libère du glucose à partir de la cellulose, qui peut être utilisée par les micro-organismes fixateurs d'azote.
- **La proto-coopération** est une relation positive dans laquelle les deux partenaires profitent de leur association, sans qu'elle soit obligatoire pour aucun d'eux.
- **Le syntrophisme** [du grec *syn*, ensemble, et *trophe*, nourriture] est une association dans laquelle la croissance d'un organisme dépend, ou elle est améliorée par des facteurs de croissance, des nutriments ou des substrats fournis par un autre organisme poussant à proximité. Parfois, les deux organismes en profitent.

Tableau 1 : les effets interactionnels les plus répandus sur les deux organismes.

Partenaire a	Partenaire b	Type d'interaction
+	+	Mutualisme
+	-	Parasitisme (dont prédation)

+	0	Commensalisme
0	-	Amensalisme
0	0	Neutralisme
-	-	Compétition

+ : effet favorable ; - : effet défavorable ; 0 : aucun effet

5.2. Effet interactionnel microbien sur l'écosystème

Par leurs interactions dans l'écosystème, les micro-organismes remplissent de nombreuses fonctions parmi lesquelles :

- Contribuer à la formation de la matière organique via les processus photosynthétique et chimiosynthétique.
- Décomposer la matière organique, souvent avec libération de composés inorganiques (CO_2 , NH_4^+ , CH_4 , H_2 ...) via les processus de minéralisation.
- Servir de source alimentaire riche en nutriments pour d'autres micro-organismes chimiohétérotrophes, y compris des protozoaires et des animaux.
- Modifier les substrats et nutriments utilisés dans les processus de croissances et les interactions symbiotique ce qui contribue au recyclage biogéochimique.
- Modifier les quantités de matières en formes solubles et gazeuses directement par des processus métaboliques ou indirectement par modification de l'environnement (ex : pH)
- Produire des composés inhibiteurs qui réduisent l'activité microbienne ou limitent la survie et l'activité des plantes et des animaux.

Contribuer à la vie des plantes et des animaux par des interactions symbiotiques positives et négatives.