

3. Les réseaux trophiques microbiens dans les milieux naturels

Les microorganismes interviennent dans les toutes chaînes alimentaires classiques, mais ils s'intègrent aussi dans ces dernières sous la forme de chaînes trophiques microbiennes appelées les boucles microbiennes.

Les bactéries hétérotrophes utilisant la matière Organique Dissoute détritique, sont consommées par le nanoplancton hétérotrophe (flagellés et ciliés), à son tour consommé (Figure 02).

Une partie de la biomasse bactérienne produite va parvenir jusqu'aux consommateurs terminaux plus rapidement en s'ajoutant aux flux décrits par la chaîne alimentaire classique.

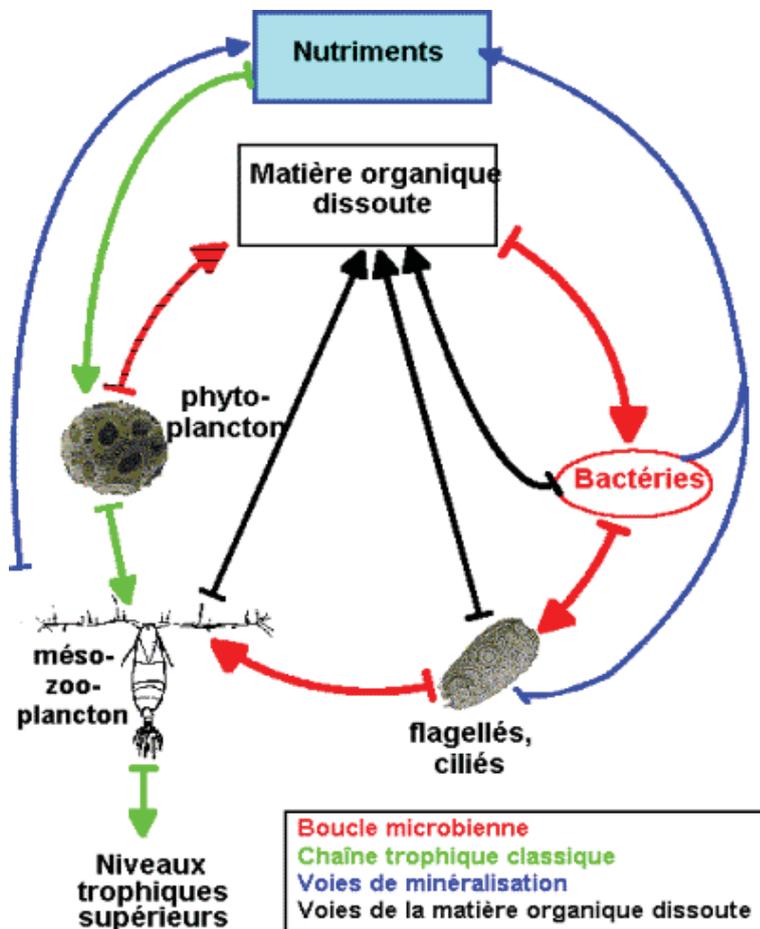


Figure 02: Représentation simplifiée du réseau trophique microbien.

Un réseau trophique

Représente l'ensemble des interactions d'ordre alimentaire entre les êtres vivants d'un écosystème. Parmi ces interactions on retrouve, par exemple, la prédation, le parasitisme, ou encore la consommation de plantes ou de cadavres d'animaux.

Dans un agrosystème, les plantes cultivées et les autres espèces végétales constituent un niveau trophique de base, celui des producteurs.

Au niveau trophique supérieur se trouvent les herbivores. Certains sont considérés comme des bioagresseurs compte-tenu de leur impact négatif sur le rendement des cultures. Les ennemis naturels de ces bioagresseurs constituent un ou plusieurs niveaux trophiques encore supérieurs.

Dans un agrosystème, le cycle des éléments nutritifs dont dépendent les plantes cultivées est sous l'influence de nombreuses interactions trophiques.

On peut par ailleurs espérer contrôler les bioagresseurs en s'appuyant sur leurs ennemis naturels aussi appelés auxiliaires de culture. L'idée d'un tel contrôle biologique (ou biocontrôle) repose sur la notion de cascade trophique.

Autrement dit, la pression accrue des niveaux trophiques supérieurs sur celui des bioagresseurs se répercute sur le niveau de base, la plante cultivée.

L'agroécologie

promeut des systèmes de production valorisant des processus naturels tels que le biocontrôle ou la décomposition de la matière organique. Dans cette perspective, une bonne compréhension de la structure et de la dynamique des réseaux trophiques peut s'avérer utile pour gérer efficacement un agrosystème.

Les réseaux trophiques microbiens des milieux aquatiques et terrestres

L'importance quantitative et fonctionnelle des micro-organismes dans les réseaux trophiques aquatiques n'a sérieusement été considérée que depuis une trentaine d'années, faisant référence, spécifiquement, aux protozoaires et à leurs rôles dans les flux de matière et d'énergie et dans les cycles biogéochimiques.

Les interactions entre les organismes étaient appréhendées de façon

simpliste, avant la découverte du rôle fonctionnel des micro-organismes, notamment hétérotrophes.

Cette vision simplifiée du réseau trophique aquatique résultait de méthodes d'échantillonnage, de conservation et surtout d'observation, qui étaient bien adaptées aux organismes planctoniques de grande taille mais qui n'étaient pas appropriées pour les micro-organismes les plus petits. Pour des raisons pratiques, les organismes planctoniques ont été séparés en plusieurs classes de taille : femto (0,02-0,2 μm), pico (0,2-2 μm), nano (2-20 μm), micro (20-200 μm), méso (0,2-20 mm), macro (2-20 cm) et mega (20-200 cm) (Sieburth *et al.*, 1978).

Les écosystèmes benthiques

Le benthos est défini comme étant l'ensemble des communautés d'organismes vivant à la surface ou au sein des sédiments des écosystèmes aquatiques. Le sédiment est un support physique constitué de deux phases, solide sous forme de particules, et liquide sous forme d'eau qui occupe les interstices entre les particules minérales et organiques (l'eau interstitielle). Il est à noter que les sols sont constitués de trois phases (solide, liquide et gaz). Les communautés microbiennes qui se développent à la surface des macrophytes (périphyton) et des substrats durs des fonds des écosystèmes aquatiques appartiennent aussi au benthos.

Une grande partie des micro-organismes benthiques procaryotes et eucaryotes adhère aux surfaces et est vraiment sessile, tandis que l'autre partie est composée de micro-organismes mobiles qui se déplacent par glissement sur les surfaces ou par natation dans l'eau interstitielle.

Les densités des micro-organismes procaryotes vivant dans les premiers mm du sédiment sont souvent 10^3 à 10^4 fois plus élevées que celle des bactéries de la colonne d'eau.

Dans les systèmes profonds (océan hauturier et grands lacs profonds), cette MO provient essentiellement de la production dans la colonne d'eau par sédimentation. Dans les écosystèmes aquatiques moins profonds, elle peut aussi être produite au niveau du benthos par des producteurs primaires comme les macrophytes (phanérogames et macroalgues), les microalgues et les cyanobactéries ou provenir du bassin versant pour les lacs et pour les systèmes côtiers. Ces systèmes benthiques dominés par des macrophytes ressemblent beaucoup aux systèmes terrestres.

Plusieurs espèces de procaryotes et de microalgues benthiques excrètent de grandes quantités de polymères extracellulaires dénommés EPS selon l'abréviation du terme anglais « *Extracellular polymeric substances* ».

Ces polymères extracellulaires (EPS) jouent un rôle dans l'adhésion des micro-organismes aux surfaces, dans la mobilité des cellules par glissement et représentent également un stock important de matière organique.

Les EPS sont généralement très riches en carbone (C) et pauvres en azote (N) et phosphore (P). Ainsi, l'excrétion des EPS peut, aussi, être le résultat d'une croissance non équilibrée comme, par exemple, dans le cas des carences en N et P.

Ce stock de matière organique, sous forme de polymères, constitue une source de nourriture pour de multiples micro-organismes benthiques et les EPS représentent donc un compartiment important dans les chaînes trophiques benthiques.

Les écosystèmes terrestres

Comme les milieux aquatiques, les sols jouent un rôle important dans la fourniture de services et biens aux êtres humains. Situés à l'interface entre l'atmosphère, la lithosphère, l'hydrosphère et la biosphère, ces écosystèmes participent aux grands cycles nécessaires à la vie sur Terre : cycle de l'eau et des nutriments majeurs (carbone, azote, phosphore, etc.). Ils supportent la plupart des systèmes de production agricoles, sylvicoles et pastoraux et participent à la régulation du climat, au contrôle de l'érosion, à la détoxification. On peut distinguer quatre niveaux d'organisation des constituants du sol (Ruellan et Dosso, 1998) :

- (i) l'agrégat (de quelques mm à quelques dm) : ensemble cohérent de particules élémentaires ;
- (ii) l'assemblage (association d'agrégats) ;
- (iii) l'horizon (de quelques cm à quelques mètres) : couches de sol reconnues homogènes sur le plan morphologique ;
- (iv) la couverture pédologique : ensemble tridimensionnel d'horizons.

Le réseau trophique du sol

Est le système complexe des organismes vivant tout ou partie de leur vie dans le sol, et des interactions qui les unissent, ainsi que leurs interactions avec l'environnement, les plantes et les animaux.

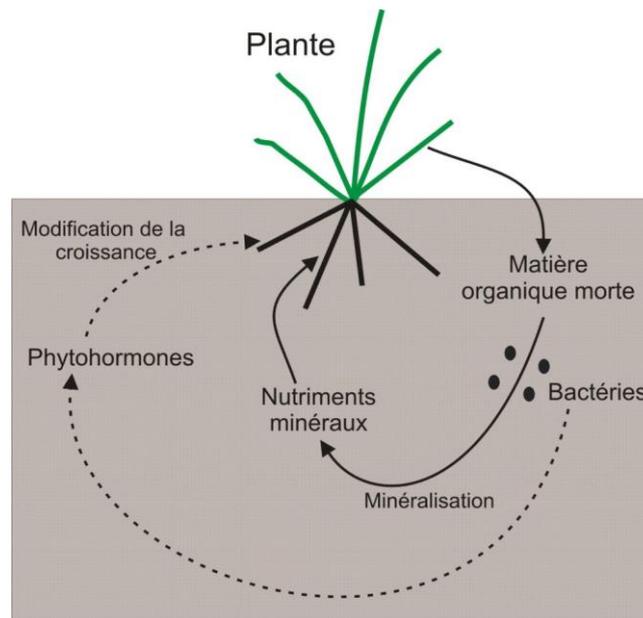


Figure 03: Réseau trophique de sol.

Les microorganismes des milieux pélagiques marins et lacustres

Dans les écosystèmes pélagiques marins et lacustres, le mode de vie planctonique (flottant) est le mieux adapté. Les micro-organismes planctoniques procaryotes ou eucaryotes peuvent être hétérotrophes, **mixotrophes*** ou autotrophes.

Ces microorganismes assurent la quasi-totalité de la production de biomasse et une grande partie des fonctions de l'écosystème pélagique. Plus généralement, les systèmes pélagiques marins et d'eau douce sont les seuls écosystèmes dont la biomasse est essentiellement microbienne.

Les acteurs majeurs des réseaux trophiques microbiens pélagiques

(**Tableau 1**) sont présentés selon la classification de Sieburth *et al.*, (1978) : femtoplankton (0,02-0,2 μm), picoplankton (0,2-2 μm), nanoplankton (2-20 μm), microplankton (20-200 μm), et mesoplankton (0,2-20 mm).

CATÉGORIE	CLASSES DE TAILLE	VIRUS ET MICRO-ORGANISMES
Femtoplankton	0,02-0,2 μm	Virus (la plupart), archaea et bactéries de petite taille
Picoplankton	0,2-2 μm	Virus de grande taille, archées et bactéries (la plupart), cyanobactéries, eucaryotes de petite taille auto- et hétérotrophes
Nanoplankton	2-20 μm	Flagellés hétérotrophes, autotrophes et mixotrophes, ciliés de petite taille, amibes nues de petite taille, zoospores et filaments de fungi
Microplankton	20-200 μm	Ciliés (la plupart), amibes (la plupart), autres Sarcodines (Foraminifères, héliozoaires), dinoflagellés, eucaryotes unicellulaires pigmentés (Desmidiées, Diatomées, etc.)
Mesoplankton	0,2-20 mm	Cyanobactéries filamenteuses

Tableau 1. Classification selon le critère de taille des virus et micro-organismes planctoniques.

Le picoplankton est composé d'organismes procaryotes et eucaryotes : des archées, des bactéries hétérotrophes, du picophytoancton (cyanobactéries et cellules eucaryotes autotrophes) et des picoflagellés hétérotrophes.

Plus précisément, le bactérioplankton des milieux aquatiques est représenté par deux grands domaines : les *Archaea* (ex archeabacteria) et les *Bacteria* (ex eubacteria).

Les *Archaea* ne sont pas confinées aux milieux dits « extrêmes » et elles peuvent représenter jusqu'à 30 % des procaryotes dénombrés dans les zones euphotiques oxygénées des écosystèmes lacustres (Jardillier *et al.*, 2005) et marins (Delong, 1992).

