

## CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Les microorganismes constituent un groupe d'êtres vivants irremplaçables. Omniprésents dans l'environnement, ils sont essentiels à l'équilibre de la planète et forment un maillon vital de tout écosystème.

### 1. Un écosystème :

Un écosystème est système ouvert traversé par des flux d'énergie et des cycles de matière, abritant une communauté biotique (Biocénose) formée d'organismes vivants en interaction dans un milieu donné, biotope (communauté abiotique). La communauté biotique renferme 3 catégories d'organismes : les producteurs, les consommateurs et les décomposeurs.

### 2. Présence des microorganismes dans les écosystèmes

#### 2.1. Diversité des microorganismes dans les écosystèmes :

Ils forment des populations très diversifiées, bien adaptées aux conditions de vie des microhabitats dans lesquels ils se développent. Ils abondent dans le sol, dans l'eau, en quantité appréciables dans l'air et particulièrement abondant à la surface de la peau et des muqueuses des animaux et de l'homme car ils y trouvent des conditions particulièrement favorables à leur développement.

#### 2.2. Sélection des microorganismes dans les écosystèmes :

Les facteurs du milieu opèrent une sélection des organismes. Les microorganismes sont capables de résister aux modifications si celles-ci ne sont pas radicales.

**Adaptation phénotypique** : est une réponse temporaire et peu importante aux changements du milieu et ne met pas en jeu de changements génétiques.

**Adaptation génotypique** : implique une modification des informations génétiques par suite de mutations, de recombinaisons génétiques lors de la reproduction sexuée chez les eucaryotes ou parfois lors de transfert d'informations génétiques chez les procaryotes.

#### 2.3. Types d'interactions entre microorganismes

Les micro-organismes interagissent entre eux et peuvent être associés physiquement à un autre organisme de diverses manières. Un organisme peut être situé à la surface d'un autre organisme (ectosymbiote) ou à l'intérieur d'un autre organisme (endosymbiote). L'interaction microbienne peut être neutre, positive, comme le mutualisme, la proto-coopération, le commensalisme, ou négative, comme l'amensalisme, le parasitisme, la prédation ou la compétition.

**a) Le neutralisme** correspond à une situation où deux espèces occupent le même habitat, mais pas la même niche.

**b) La compétition** est une interaction négative la où deux (ou plusieurs) espèces occupent le même habitat et ont besoin, par exemple, de la même nourriture. Souvent l'espèce qui est la plus affectée par cette compétition est éliminée, tandis que l'espèce qui survit prospère.

**c) L'amensalisme** (antagonisme) (du latin « pas à la même table » ; Prescott et *al.*, 1995) est une interaction négative entre une espèce affectée et une espèce inhibitrice, l'espèce affectée

étant soumise à une influence défavorable, tandis que l'espèce inhibitrice n'est affectée d'aucune façon.

Exemple : les streptocoques sont des espèces amensales, tandis que la moisissure *Penicillium* est une espèce inhibitrice. Quand ils sont combinés, la pénicilline, l'antibiotique produit par *Penicillium*, détruit les streptocoques sans affecter ce dernier (Drapeau et Jankovic, 1977).

**d) Le parasitisme et la prédation** sont les formes extrêmes d'interaction négatives. Dans le cas du parasitisme, une espèce est l'hôte et une autre espèce le parasite: celui-ci profite de son hôte, vivant sur lui ou dans lui, sans le détruire (Drapeau et Jankovic, 1977). C'est le cas de certains virus bactériens (bactériophages) qui établissent une relation de lysogénie, procurant à la bactérie des caractères nouveaux ; exemple : la production de toxines chez *Corynebacterium diphtherae*. Ou encore le cas de certains mycètes impliqués dans le biocontrôle ; exemple : *Rhizoctonia solani* qui parasite *Mucor* (Prescott et al., 1995).

**e) 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.

**f) Le commensalisme** est une relation positive où l'hôte n'est affecté de façon ni positive, ni négative, mais où l'espèce commensale (celle "qui mange à la même table") dépend de l'hôte pour sa survie.

**g) Le mutualisme** (ou la symbiose) du latin *mutuus* (réciproque ; Prescott et al., 1995), est une relation positive qui est obligatoire pour les deux partenaires, aucun d'eux ne pouvant survivre en son absence. Exemple : les termites et certaines espèces de protozoaires flagellés qui se trouvent dans le tractus intestinal des termites (Drapeau et Jankovic, 1977).

**h) Le Syntrophisme** (du grec "se nourrir mutuellement") ou cross feeding : association de deux microorganismes, qui coopèrent pour une activité métabolique globale bien précise sans que leur dépendance mutuelle ne puisse être remplacée par une simple addition de substrat ou de nutriment. C'est un cas particulier du symbiotisme. Exemple : le rumen (Esnault, 2012). Le rumen contient une population microbienne importante et diversifiée, où l'on trouve des procaryotes des mycètes et protozoaires anaérobies cellulolytiques (Prescott et al., 2002).

### 3. Rôle des microorganismes dans l'environnement

Souvent on croit que tous les microorganismes sont nuisibles pour l'homme, pourtant seules quelques espèces sont pathogènes. Les autres assurent un rôle majeur dans l'environnement.

- Production de la matière organique : les microorganismes producteurs peuvent être photolithotrophes (algues, cyanobactéries) ou chimiolithotrophes (bactéries sulfuroxydantes, bactéries fixatrices d'azote), dans les deux cas la synthèse des matières organiques se fait par une série de réactions métaboliques complexes dont les premières constituent le cycle de Calvin, où le  $\text{CO}_2$  puisé dans le milieu est utilisé pour former des oses en empruntant les divers voies métaboliques particulières, les oses sont transformés selon le besoin en glucides de réserve, lipides, acides aminés puis en protéines, acides nucléiques..etc
- Décomposition de la matière organique : les microorganismes décomposeurs se sont des chémoorganotrophes (protozoaires, mycètes, bactéries), la décomposition est l'ensemble des réactions qui conduisent à la minéralisation des matières organiques. Elle s'effectue en deux processus : la putréfaction et la fermentation qui sont des

dégradations anaérobies des matières protéiques et des glucides, respectivement. Il existe aussi un processus de minéralisation en condition aérobie par respiration.

- Contribution à l'équilibre des organismes pluricellulaires
- Intervention dans les cycles biogéochimiques

#### 4. Rôle des microorganismes dans les Cycles biogéochimiques

Les microorganismes effectuent de nombreuses transformations biogéochimiques critiques sur la planète terre. Nous allons nous concentrer sur les transformations du carbone, de l'azote et du soufre.

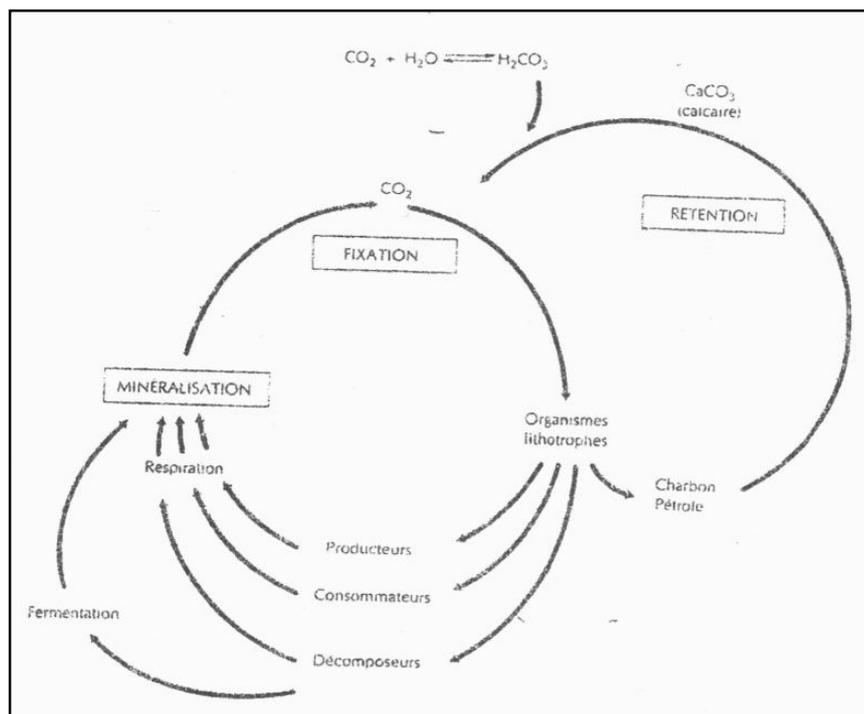
##### a) Cycle de carbone

Le cycle du carbone est un cycle qui comprend 3 étapes :

**La fixation** : les plantes et les microorganismes photolithotrophes et chimiolithotrophes tirent de l'air ou de l'eau le carbone contenu dans une molécule simple : le  $\text{CO}_2$  et est incorporé dans des molécules organiques. Le  $\text{CO}_2$  de l'eau résulte des activités biologiques et de la diffusion du  $\text{CO}_2$  atmosphérique dans l'eau par hydratation, une bonne partie du  $\text{CO}_2$  de l'eau se transforme en ions bicarbonates et carbonates.

**La minéralisation** : inversement, c'est l'étape à laquelle le carbone contenu dans les composés organiques retourne dans l'environnement à l'état minéral. En effet, les composés organiques sont dégradés lors de la respiration et la fermentation.

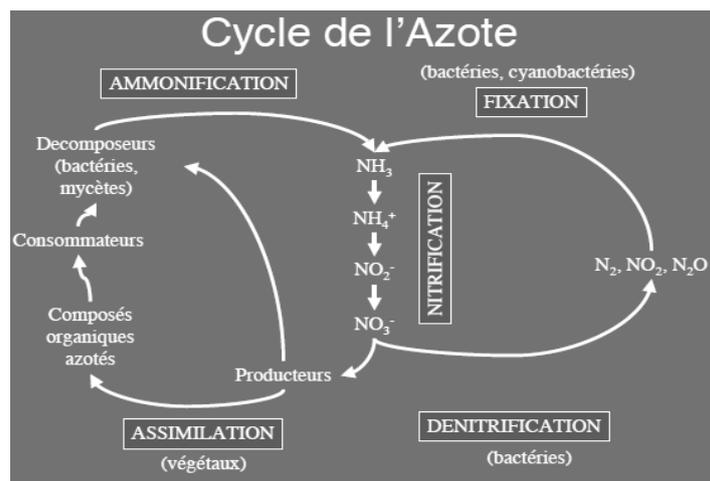
Un nouveau cycle recommence sauf pour une partie du carbone libéré qui entreprend l'étape de **la rétention** : ce carbone se trouve emprisonné sous forme de dépôts minéraux (carbonate insoluble) ou organiques (acide humique, pétrole, gaz, charbon) qui sont des composés insolubles, inaccessibles ou temporairement réfractaires à la dégradation microbienne.



## b) Cycle de l'azote

Le cycle de l'azote illustre bien le rôle crucial que jouent les microorganismes dans la mise en disponibilité des nitrates indispensables aux organismes producteurs et à l'homme.

| ÉTAPE           | DÉFINITION  |
|-----------------|---|
| Fixation        | Transformation de l'azote moléculaire de l'air en ammoniac et en ions ammonium                        |
| Nitrification   | Transformation de l'ammonium en nitrites puis en nitrates   |
| Dénitrification | Transformation des nitrates en azote moléculaire  |
| Assimilation    | Incorporation de l'azote des nitrates dans les acides aminés et les autres composés organiques azotés |
| Ammonification  | Transformation de l'azote organique en azote ammoniacal   |



## c) Cycle du soufre

- 1/ Réaction catabolique du soufre : Minéralisation du soufre organique en forme inorganique : le sulfure d'hydrogène, par de nombreux microorganismes en anaérobiose.
- 2/ Oxydation du sulfure en aérobie en sulfate par des bactéries chimiolithotrophe sulfoxydantes : *Thiobacillus* ex : *Thiobacillus denitrificans*.
- 3/ Oxydation du sulfure en anaérobiose en du soufre élémentaire par des bactéries photolithotrophe : les bactéries pourpres sulfureuses et les bactéries vertes sulfureuses.
- 4/ Réduction catabolique des sulfates en sulfure en anaérobiose par des bactéries anaérobies facultatifs ex : *Thiobacillus denitrificans*.
- 5/ Réduction anabolique des sulfates en sulfure en aérobie par des bactéries sulfato-réductrices aérobies pour permettre la biosynthèse d'acides aminés sulfurés et de protéines (formes organiques du soufre).