



# Les grands cycles de la biosphère

Pr Sari L

Les micro-organismes sont ubiquitaires, ils sont présent dans tous les écosystèmes :

- ▶ Dans les mers et les océans, ils constituent la biomasse (base du 1er échelon de la chaîne alimentaire) qui nourrit l'ensemble de la faune marine.
- ▶ Dans le sol, ils jouent un rôle dans la décomposition de la matière organique, la fourniture de l'azote assimilable aux plantes, la minéralisation de la matière organique.
- ▶ Les micro-organismes participent activement aux équilibres gazeux de l'atmosphère, en étant à la fois producteurs et consommateurs, d'O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>.



Un écosystème est un système ouvert traversé par des flux d'énergie et des cycles de matière, abritant une communauté biotique formée d'organismes vivant en interaction dans un milieu donné, le biotope.

La communauté biotique renferme trois catégories d'organismes :

- ▶ Les producteurs, qui transforment l'énergie lumineuse en énergie chimique et qui élaborent des composés organiques;
- ▶ Les consommateurs, qui se nourrissent de ces matières organiques.
- ▶ Les décomposeurs, qui recyclent la matière organique morte afin de restituer aux producteurs les matières minérales nécessaires à la poursuite de leurs activités.

- ▶ Les microorganismes sont une composante essentielle de tout écosystème. Ils occupent des micro-habitats spécifiques convenant à leurs besoins.
- ▶ Dans ces micro-habitats, les microorganismes établissent entre eux et avec les autres organismes des relations de différente nature: Neutralisme, coopération et antagonisme.
- ▶ De par ces relations, ils affectent ou non, positivement ou négativement, le développement des autres membres de la communauté biotique.
- ▶ Dans l'environnement, les microorganismes interviennent en tant que producteurs ou décomposeurs.

- ▶ Les microorganismes producteurs sont photolithotrophes ou chimiolithotrophes. Ils tirent leur énergie de la lumière ou des composés inorganiques et synthétisent des matières organiques, en raison de ces propriétés, ils constituent le point de départ de nombreuses chaînes alimentaires.
- ▶ Les microorganismes décomposeurs sont chimiolithotrophes. Par leurs activités métaboliques, ils dégradent les matières organiques en matières minérales. Ce recyclage permanent entretient la vie en rendant les éléments nutritifs constamment disponibles bien qu'ils soient en quantités limitées dans l'environnement.

## 1. Rôles des bactéries dans les cycles biogéochimiques.

Les éléments simples, intervenant dans la constitution de tous les êtres vivants n'existent à la surface de la terre qu'en quantité limitées. Les constituants des organismes morts doivent être recyclés. Les micro-organismes jouent un rôle vital dans ce processus de recyclage.

## 1.1. le cycle du carbone

- ▶ Le cycle du carbone comprend trois étapes : la fixation, la minéralisation et la rétention.
- ▶ La fixation correspond à l'étape de synthèse au cours de laquelle le carbone du gaz carbonique est incorporé dans des molécules organiques.
- ▶ Inversement à la fixation, la minéralisation est l'étape à l'issue de laquelle le carbone contenu
- ▶ Dans les composés organiques retourne dans l'environnement à l'état minéral.
- ▶ Un nouveau cycle recommence sauf pour une partie du carbone libéré qui entreprend une étape de rétention. Ce carbone se trouve emprisonné dans des composés insolubles, inaccessibles ou temporairement réfractaires à la dégradation microbienne.

## 1.2. le cycle de l'azote

- ▶ Le cycle de l'azote dépend spécialement de l'activité des bactéries.
- ▶ Il est nécessaire à la synthèse des acides aminés, des acides nucléiques et des sucres aminés. Notre atmosphère est constituée de 78% d'azote, mais il ne peut être utilisé tel quel.
- ▶ La fixation, la nitrification, la dénitrification, l'assimilation et l'ammonification sont les cinq étapes du cycle de l'azote.
- ▶ La fixation correspond à la transformation de l'azote atmosphérique en ammoniac puis en ions ammonium.
- ▶ L'ammonium est ensuite converti en nitrites puis en nitrates. Au cours de la nitrification ces deux premières étapes ne sont réalisées que par quelques rares espèces bactériennes.

## Les nitrates produits peuvent :

- ▶ Subir une dénitrification et retourner dans l'atmosphère.
- ▶ Etre assimilés et servir à la synthèse de composés organiques azotés.
- ▶ Etre décomposés lors de l'ammonification et de la dénitrification avant d'entreprendre un nouveau cycle.

- ▶ Sous forme d'ammoniac, l'azote est assimilable par de nombreux organismes, incorporé sous forme de groupement aminé.
- ▶ D'autres bactéries utilisent les nitrates comme source d'azote. Dans ce cas les nitrates sont d'abords réduits sous forme d'ammoniac, sans production d'énergie à l'opposé de la respiration nitrique.
- ▶ Par conséquent la décomposition de la matière organique par les saprophytes libère l'ammoniac (désamination des acides aminés). Une partie de l'ammoniac est utilisée directement comme source d'azote. Une autre est oxydée en nitrite  $\text{NO}_2^-$  puis en nitrate  $\text{NO}_3^-$  par des bactéries chimiotrophes lors de la nitrification.
- ▶ D'autres bactéries peuvent réaliser la respiration nitrique et produire de l'ATP en absence d'oxygène.

- ▶ Certaines bactéries peuvent franchir une étape supplémentaire en réduisant les nitrites en azote, c'est la dénitrification, qui constitue une perte d'azote assimilable.
- ▶ Cette perte est compensée par les bactéries fixatrices d'azote. Grace à une enzyme (la nitrogénase). On peut citer *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Nostoc*, *Anabaena*, les cyanobactéries.
- ▶ Une autre forme de conversion a été identifiée chez des bactéries marines dites planctomycètes, c'est la réaction **anammox**.
- ▶ Elle consiste dans l'oxydation de l'ammonium  $\text{NH}_4^+$  en absence d'oxygène. Le nitrite est accepteur d'électron et il est réduit en  $\text{N}_2$  gazeux.

## 1.3. le cycle du soufre

- ▶ Il intervient dans la composition de deux acides aminés la cystéine et la méthionine, dans celle du CoA.
- ▶ Les plantes vertes et certaines bactéries peuvent assimiler le soufre sous forme de sulfate. Mais pour être incorporé, le sulfate doit être réduit en sulfure par un processus qu'on appelle la réduction assimilatrice des sulfates.
- ▶ Dans la nature, il existe des micro-organismes qui assimilent directement les sulfures produits en grandes quantités dans des milieux aquatiques anaérobies par la respiration des sulfates. Ces sulfures sont à leur tour oxydés par des chimiolithotrophes comme *Thiobacillus* et par des bactéries photosynthétiques vertes et sulfureuses pourpres.

## 1.4. le cycle du phosphore

- ▶ Le phosphore est important pour la synthèse des acides nucléiques, des phospholipides.
- ▶ Il n'est pas disponible dans la nature, c'est souvent l'élément le plus limitant pour la croissance des organismes.
- ▶ Le phosphore ne peut être tiré que de la désagrégation de la roche qui contient du phosphate. Dans le sol, on trouve du phosphore organique et inorganique. L'organique est recyclé par les micro-organismes.

## 1.5. le cycle du fer

- ▶ Il consiste dans l'oxydation du fer ferreux en fer ferriques ( $\text{Fe}^{2+}$  en  $\text{Fe}^{3+}$ ), dans des conditions aérobies et à pH neutre (*Thiobacillus ferroxidans*).
- ▶ En anaérobiose, l'ion ferreux s'accumule dans un processus de respiration du fer, qui utilise l'ion ferrique comme accepteur d'électrons (*Geobacter*).
- ▶ Enfin, d'autres bactéries transforment le fer en magnétite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) qui s'accumule dans le cytoplasme. Cette magnétite est sensible aux champs magnétiques et peut servir à des bactéries pour migrer dans les plans d'eau et marécages vers des régions plus riches en oxygène.