

INTERACTIONS

MICROORGANISMES

COUR 1

➤ **Présentation du module :**

Ce module est centré sur les nombreuses **interactions auxquelles participent les microorganismes** dans **leur environnement**, qu'il s'agisse **d'interactions avec le milieu physique** ou **d'interactions biotiques**.

➤ **Savoir requis:**

- Microbiologie générale,
- Microbiologie de l'environnement,
 - Ecologie microbienne,
- Physiologie végétale et animale.

1. Définition Microbiologie Générale

La **microbiologie** est un domaine des sciences appliquées qui a pour objectif d'étudier les micro-organismes et les activités qui les caractérisent. La microbiologie se consacre à l'identification et à la caractérisation des micro-organismes, à l'étude de leur origine et de leur évolution, les produits de leurs activités et leurs besoins ; et à comprendre les relations qu'ils entretiennent entre eux et avec le milieu où ils vivent.

2. Définition de la microbiologie de l'environnement

C'est l'étude des relations existantes entre les micro-organismes de l'environnement.

NB : Le plus important est de savoir qu'il y'a des interactions entre les **micro-organismes** et **l'environnement** (des échanges positifs et négatifs).

3. Définition de l'écologie microbienne

L'écologie microbienne aborde la place et le rôle des micro-organismes dans un habitat (environnement).

4. Définition de la physiologie

C'est le mode de fonctionnement : la structure de la cellule, la nutrition, le métabolisme, la croissance.

I. **Ecologie des microorganismes dans les écosystèmes simples ou complexes (Exemple du sol) :**

1. Définitions :

- **Ecologie et Ecosystème :**

L'écologie est l'étude des écosystèmes. L'écosystème est un système dynamique constitué par un grand nombre d'individus vivant dans un même milieu. Ce milieu se maintient et se régularise grâce à de nombreuses relations entre ses composants.

L'étang est un bon exemple d'écosystème : "un étang est une masse d'eau qui contient un système équilibré d'eau et de substances abiotiques, de producteurs, de consommateurs et de réducteurs (micro-organismes décomposant).

- **Niche écologique :** est un habitat.
- **Biofilms :** les microorganismes tendent à créer leurs propres microenvironnements ou niches, en élaborant des biofilms. Il s'agit de systèmes microbiens organisés, fait de couches de cellules associées à des surfaces.

2. Interactions interspécifiques

Les micro-organismes peuvent être associés à d'autres organismes de multiples façons :

- 1- S'installe à la surface d'un autre : ectosymbiote.
- 2- S'installe à l'intérieur d'un autre : endosymbiote.
- 2- Il ya aussi de nombreux cas où les micro-organismes vivent à la fois à l'intérieur et à l'extérieur d'un autre organisme : ecto/endosymbiote.

NB : Chaque organisme est adapté à un habitat particulier. Il n'est pas étonnant que plusieurs espèces puissent vivre dans un même habitat ou dans une même niche spécifique. Les interactions qui se produisent entre deux espèces différentes peuvent être neutres, négatives ou positives.

3. Les types d'interactions entre micro-organismes :

La compétition : c'est une interaction négative, 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.

Exemple : les streptocoques et la moisissure *Penicillium*. Quand ils sont combinés, la pénicilline, l'antibiotique produit par *Penicillium*, détruit les streptocoques.

Le parasitisme : Ce sont les formes extrêmes d'interaction négatives. Dans le cas du parasitisme, une espèce est l'hôte et une autre espèce est le parasite: celui-ci profite de son hôte, vivant sur lui sans le détruire. C'est le cas de certains virus.

Le commensalisme : c'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.

Exemple: plusieurs espèces d'anémones (plantes herbacées) sont commensales des crabes; quand ces derniers se nourrissent, des particules de nourriture sont disponibles pour les anémones, ce qui n'est pas le cas en l'absence de cette relation.

Le mutualisme : c'est une relation positive qui est obligatoire pour les deux partenaires, aucun d'eux ne pouvant survivre sans l'autre.

Exemple : les termites et certaines espèces de protozoaires flagellés qui se trouvent dans le tractus intestinal des termites.

Le symbiotisme : est une relation à échanges positifs entre les deux organismes. Chacun tire profit de l'autre.

4. Les Interactions Micro-organismes – sol :

A/ Définition du sol :

Le sol est la matière extérieure lâche de la surface de la Terre. Le sol est l'habitat d'une variété d'organismes, y compris les bactéries, champignons, protozoaires, insectes, nématodes, des vers, et de nombreux autres animaux. Les virus sont également présents dans les sols.

B/ Spécificité de l'écosystème tellurique (le sol) :

1) Composition : Les sols sont composés d'au moins quatre composantes :

- (1) la matière inorganique minérale, typiquement 40% ou plus du volume du sol,
- (2) de la matière organique, habituellement d'environ 5%,
- (3) de l'air et de l'eau, plus ou moins 50%, et
- (4) des microorganismes et des macro-organismes.

Détail :

- **L'oxygène dans le sol :** Le sol est riche en Oxygène, ainsi, les micro-organismes du sol sont en contact physique étroit avec l'oxygène.
- **L'eau :** Est l'un des principaux facteurs qui influent sur l'activité microbienne dans le sol et sa disponibilité est variable. Ainsi, la teneur en eau du sol dépend des précipitations, du drainage et la couverture végétale.
- **Autres gaz :** Présence de « Co » et de « CO₂ ».
- **Le pH :** se situe entre 6 à 9.
- **Les bactéries et les champignons** utilisent différentes stratégies fonctionnelles pour profiter du sol. La plupart des bactéries du sol sont situées sur les surfaces des particules du sol et nécessitent de l'eau et des éléments nutritifs.
- **Une grande variété d'insectes et d'animaux** sont aussi présents dans les sols, et ceux-ci utilisent souvent les champignons et les bactéries comme sources de nourriture, ainsi que les résidus de transformation.

Exemple : Les vers de terre, avec leur capacité à mélanger et à ingérer les sols, rejettent des bactéries et des enzymes de leurs intestins, ce processus est important pour la structure du sol et sa communauté microbienne. Les vers de terre aident également à mélanger les matières organiques dans le sol.

2) Associations des micro-organismes du sol : Les plantes sont la principale source de matière organique dont la plupart des micro-organismes du sol dépendent ; en outre, elles sont fortement colonisées par des microorganismes, beaucoup d'entre eux ont développé des relations étroites avec les végétaux (mutualisme, pathogènes). Différents types de micro-organismes sont associés aux feuilles, tiges, fleurs, graines et aux racines.

3) Rôle des microorganismes dans le cycle de Carbone :

Introduction

Au cours de leur croissance et de leur métabolisme, les micro-organismes interagissent les uns avec les autres dans les cycles des nutriments, tel que le carbone, le soufre, l'azote, le phosphore, le fer et le manganèse. Le cycle des éléments nutritifs est aussi appelé : cycle biogéochimique.

1. Le cycle du carbone :

Le carbone peut être présent sous des formes réduites, tels que le méthane (CH_4) et la matière organique (carbone organique), et sous des formes oxydées, tel que le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO_2) et la calcaire (CaCO_3 ; carbone inorganique).

Le cycle du carbone est la circulation du : CO_2 , **du CO, du CaCO_3 et du CH_4** dans l'écosystème.

1.1. Les réservoirs de carbone :

Le plus grand réservoir de carbone sur Terre provient des sédiments et des roches, telles que le calcaire (CaCO_3). En plus des organismes tel que les plantes, les micro-organismes et les animaux, qui contiennent de grandes quantités de carbone sous forme de composés organiques, tels que la cellulose, amidons, les graisses et les protéines. Et il y'a aussi l'humus qui renferme la matière organique morte.

1.2. La photosynthèse :

La photosynthèse joue un rôle important dans le cycle du carbone, car elle fait circuler le CO_2 .

Elle se fait par les organismes autotrophes (plantes vertes). Ces derniers réduisent le dioxyde de carbone en matière organique. La photosynthèse est la première étape du cycle du carbone dans laquelle les cyanobactéries, les

algues et les bactéries sulfureuses vertes, incorporent le dioxyde de carbone dans la matière organique en utilisant l'énergie solaire.

5. Les micro-organismes du sol :

Un gramme (1g) de sol contient environ 1 milliard de bactéries réparties en 5 à 25 000 espèces.

Rares sont les microorganismes pathogènes. En revanche, un grand nombre d'entre eux **favorisent la croissance des végétaux, assurent la dégradation de polluants, et fournissent des composés d'intérêt tels des enzymes, des antibiotiques.**

Parmi les microorganismes bénéfiques, nous retrouvons **les champignons mycorhiziens**, qui entretiennent des relations très étroites avec les plantes. Ils apportent à la plante des éléments nutritifs, essentiellement **le phosphore** utiles à sa croissance, et d'autre part ils **renforcent ses défenses naturelles** vis-à-vis du stress d'origine biotique ou abiotique.

D'autres microorganismes, en particulier les **bactéries du genre *Bacillus* ou *Pseudomonas*** qualifiées de « **PGPR** », sont également capables de **stimuler la croissance des plantes** et de **s'opposer à l'activité d'agents pathogènes.**

NB : Les PGPR : secrètent des hormones de croissance .

5.1. Quels sont les micro-organismes vivants dans le sol ? (Exemples)

Actinomycètes : groupe de bactéries appartenant à la flore du sol, qui jouent un rôle important dans la décomposition des matières organiques.

Azotobacter : bactérie aérobie stricte et libre dans le sol qui fixe l'azote atmosphérique chez la plupart des végétaux et le transforme en ammonium.

Mycorhizes : mycorhize est une association entre les racines des plantes et des champignons. Cette association est essentielle à la survie des deux partenaires. Chez la plante, elle augmente sa capacité d'absorber les minéraux essentiels et sa résistance aux maladies des racines. Et elle permet au champignon de tirer les glucides directement de son partenaire.

Rhizobium : bactérie aérobie stricte qui fixe l'azote atmosphérique en association avec des plantes hôtes (légumineuses) et le transforme en ammonium.

Trichoderma : champignon filamenteux qui crée une barrière physique et stimule le développement racinaire par libération d'éléments nutritifs et

minéraux. Elle détruit les champignons pathogènes par production d'enzymes cellulolytiques et grâce à la production de molécules à activité biocide.

5.1.1. Rôle des Bactéries dans le sol (A quoi servent les bactéries ?) :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires.

Leur rôle est qu'elles servent aux transformations des éléments utiles à la plante, tel que le carbone, l'azote, le soufre et phosphore.

Ainsi, les bactéries, sont responsables de nombreux processus :

- libération des éléments nutritifs à partir de la matière organique et des minéraux du sol.
- oxydation de l'ammonium en nitrates (nitrification - bactéries nitrosomonas et nitrobacters : cycle de l'azote).
- production d'hormones de croissance qui favorisent le développement des racines.
- compétition avec les micro-organismes pathogènes limitant ainsi les risques de maladie.
- formation des agrégats du sol

5.1.2. Les champignons et le sol :

Les champignons sont des organismes pluricellulaires, parfois unicellulaires, aérobies, plus résistants que les bactéries aux conditions difficiles. Leur Taille est très variable.

Ils sont répartis en 4 groupes selon leur régime alimentaire:

- les **décomposeurs** (ils décomposent la matière organique fraîche),
- les **prédateurs**
- les **pathogènes** et **parasites** (occasionnent des dégâts sur les cultures)
- les **symbiotiques** (Ex : les champignons mycorhiziens).

5.1.2.1. Interactions des champignons avec le sol :

- Décomposition de la matière organique des éléments.
- Contribuent à la stabilisation des agrégats du sol.
- Amélioration de la nutrition des plantes par la solubilisation et le transport actif d'éléments minéraux (surtout phosphore), via les mycorhizes.

- Régulation des populations nuisibles pour les cultures (*EX : Trichoderma*). Et dégradation de certains pesticides et polluants.
- Source d'alimentation pour d'autres membres de la chaîne alimentaire.

➤ Définitions à connaître :

Biosphère : est l'ensemble qui constitue l'atmosphère (air), l'hydrosphère (eau) et l'humusphère.

Enzyme : substance protéique qui accélère une réaction biologique. les enzymes jouent un rôle important dans les processus métaboliques.

Humusphère : mélange de minéraux, d'eau, d'air, de matières organiques et d'organismes vivants.

Mucilage : substance contenant des polysaccharides sécrétée par les bactéries du sol et permettant de coller les particules du sol entre elles (*Ex : les biofilm*).

Phyllosphère : écosystème présent à la surface des feuilles. Elle se compose d'une grande variété d'organismes vivants. Il permet à la plante de résister aux agressions extérieures.