

# Interaction plantes microorganismes

## I. Introduction aux interactions plantes–microorganismes

**Mutualisme** : Le mutualisme est une interaction biologique **bénéfique pour les deux espèces impliquées**. Il s'agit d'une forme de symbiose où chaque organisme tire un avantage de la relation. Ce type d'interaction est fréquent dans les écosystèmes naturels et joue un rôle important dans l'équilibre écologique.

### Exemples :

- Les **abeilles** et les **plantes à fleurs** : les abeilles récoltent le nectar pour se nourrir, tandis qu'elles assurent la pollinisation des plantes.

- Les **mycorhizes** (champignons) et les **racines des plantes** : les champignons aident la plante à absorber les nutriments du sol, et en échange, ils reçoivent des sucres produits par la photosynthèse.

**Commensalisme** : Le commensalisme est une relation biologique entre deux espèces dans laquelle **l'une tire un bénéfice**, tandis que **l'autre n'en tire ni avantage ni inconvénient**. Autrement dit, une espèce profite de la relation sans nuire ni aider l'autre.

**Exemple :**

**Les oiseaux pique-bœufs** qui se perchent sur les bovins : ils se nourrissent des insectes dérangés par les déplacements de l'animal, tandis que le bovin n'est ni aidé ni gêné.

**Les bernacles sur les baleines** : les bernacles se fixent sur la peau des baleines pour se déplacer et filtrer le plancton de l'eau, tandis que la baleine n'en est pas affectée.

**Parasitisme** : Le parasitisme est une interaction biologique dans laquelle **une espèce (le parasite)** tire profit d'une autre espèce (l'**hôte**) en lui **causant un préjudice**, sans généralement la tuer immédiatement. C'est une relation à **bénéfice unilatéral** : le parasite gagne, l'hôte perd.

### **Caractéristiques :**

- Le parasite dépend de l'hôte pour sa **nourriture**, son **abri**, ou pour **compléter son cycle de vie**.
- L'hôte subit des **dommages physiologiques**, un affaiblissement ou des maladies.
- Le parasite peut être **externe** (ectoparasite, comme les puces, tiques) ou **interne** (endoparasite, comme les vers intestinaux).

### **Exemple :**

- **Le ténia** dans l'intestin humain : il absorbe les nutriments digérés par l'homme, causant fatigue et carences.
- **Les moustiques femelles** : elles prélèvent du sang pour développer leurs œufs, tout en pouvant transmettre des maladies (paludisme, dengue).

## Importance écologique

### **1. Stabilité des écosystèmes :**

Les microorganismes (bactéries, champignons, etc.) participent au recyclage des nutriments (azote, phosphore, carbone), maintenant l'équilibre des sols et la biodiversité.

### **2. Formation des sols :**

Certains microbes contribuent à la formation de l'humus, améliorant la structure et la fertilité du sol.

### **3. Régulation des populations végétales :**

Par les symbioses ou les antagonismes (ex. : mycorhizes, pathogènes), les microorganismes influencent la dynamique des communautés végétales.

## Importance agronomique

### 1. Amélioration de la nutrition des plantes :

1. Les **rhizobiums** fixent l'azote atmosphérique pour les légumineuses.
2. Les **mycorhizes** augmentent l'absorption des nutriments minéraux (phosphore, zinc, etc.).

### 2. Stimulation de la croissance :

Des microorganismes PGPR (*Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*) produisent des hormones végétales ou facilitent la disponibilité des éléments nutritifs.

### 3. Protection contre les maladies :

Certains microbes agissent comme **agents de biocontrôle** en inhibant les pathogènes (ex. : *Trichoderma*, *Bacillus*).

### 4. Réduction de l'usage des intrants chimiques :

Les biofertilisants et biopesticides à base de microorganismes permettent une agriculture plus **durable et respectueuse de l'environnement**.

## II. Les symbioses bactériennes

- Les rhizobiums sont des bactéries qui établissent une relation symbiotique avec certaines plantes, principalement les légumineuses comme le pois, le haricot et la luzerne.
- Les rhizobiums **fixent l'azote atmosphérique** ( $N_2$ ) et le transforment en ammonium ( $NH_4^+$ ), que la plante utilise pour sa croissance.
- D'autres bactéries, comme **Azospirillum spp.** et **Bacillus spp.**, vivent à l'intérieur des plantes sans causer de dommage. Elles sont appelées **bactéries endophytes** et aident à la croissance des plantes en produisant des substances bénéfiques, telles que des phytohormones.

## Applications en agriculture

### 1. Biofertilisants et réduction des engrais chimiques :

Les micro-organismes bénéfiques (comme les rhizobiums ou *Azospirillum*) sont utilisés comme **biofertilisants**. Ils fournissent naturellement des éléments nutritifs aux plantes, en particulier l'azote, ce qui permet de **réduire l'utilisation des engrais chimiques**. Cela rend l'agriculture plus écologique et moins coûteuse pour les agriculteurs.

### 2. Impact sur la sécurité alimentaire :

En améliorant la nutrition des plantes et leur croissance, ces micro-organismes **augmentent les rendements agricoles**, surtout dans les sols pauvres. Ils assurent un meilleur **accès à l'azote**, un élément essentiel pour les cultures, ce qui contribue à renforcer la **sécurité alimentaire**, notamment dans les régions à faibles ressources.

### 3. Enjeux écologiques :

L'usage de biofertilisants permet aussi de **réduire les émissions de gaz à effet de serre**, car la fabrication et l'usage excessif d'engrais chimiques (notamment azotés) libèrent du **protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)**, un puissant gaz à effet de serre. En limitant ces intrants, on protège mieux l'environnement.

### III. Les symbioses mycorhiziennes

#### 1. Types de mycorhizes :

Les **mycorhizes** sont des associations bénéfiques entre les champignons et les racines des plantes. Ces champignons aident les plantes à mieux absorber l'eau et les nutriments du sol, surtout le phosphore.

a. **Mycorhizes endomycorhiziennes** : Ces champignons pénètrent à l'intérieur des cellules des racines (permettent l'échange de nutriments entre le champignon et la plante). Ce type est très courant chez les plantes cultivées (blé, maïs, légumes).

#### b. **Mycorhizes ectomycorhiziennes** :

Ces champignons n'entrent pas dans les cellules racinaires, mais entourent les racines comme un manteau. On les trouve surtout chez les **arbres forestiers** comme le chêne, le pin ou le bouleau. Ils sont très importants pour la santé des forêts.

#### c. **Orchidées et mycorhizes spécialisées** :

Les **orchidées** ont besoin d'un type spécial de mycorhizes pour germer et pousser, car leurs graines sont très petites et pauvres en réserves. Le champignon leur fournit les nutriments nécessaires au début de leur vie.

## 2. Fonctionnement de la symbiose entre champignon et plante :

Les mycorhizes (champignons associés aux racines) vivent en **symbiose** avec les plantes, ce qui signifie que **chacun y gagne quelque chose**.

### a. Échange de nutriments et de sucres :

La plante fournit au champignon des **sucres** produits grâce à la photosynthèse. En échange, le champignon aide la plante à **absorber des nutriments** du sol, comme le phosphore.

### b. Meilleure absorption de l'eau et des éléments minéraux :

Grâce à leur réseau de filaments très fins (**les hyphes**), les champignons explorent un plus grand volume de sol. Cela permet à la plante d'**absorber plus efficacement l'eau**, le **phosphore** et des **oligoéléments** essentiels comme le zinc ou le cuivre.

### c. Protection contre les maladies et les stress :

Les mycorhizes aident aussi la plante à **résister aux pathogènes du sol** (champignons nuisibles, bactéries) et à **faire face aux stress abiotiques** comme la sécheresse, la salinité ou la pauvreté du sol.

### 3. Applications en agriculture et reforestation :

#### a. Inoculation mycorhizienne en pépinière :

Dans les pépinières, on peut ajouter des champignons mycorhiziens aux jeunes plants (graines ou racines) : c'est ce qu'on appelle **l'inoculation mycorhizienne**. Cela aide les plantes à mieux s'installer dans le sol, à pousser plus vite et à être plus résistantes dès le départ.

#### b. Sols dégradés et restauration écologique :

Dans les zones où le sol est **pauvre et pollué**, les mycorhizes jouent un rôle clé. Elles permettent aux plantes de **reprendre racine**, même dans des conditions difficiles. On les utilise donc pour **reboiser, lutter contre la désertification et restaurer des écosystèmes dégradés**.

#### c. Agriculture biologique : fertilité durable des sols :

En agriculture biologique, l'usage de mycorhizes permet de **renforcer la fertilité naturelle des sols** sans avoir besoin d'engrais chimiques. Elles favorisent une nutrition équilibrée, la santé des plantes, et contribuent à **maintenir un sol vivant et productif sur le long terme**.