

3.3. Interactions avec, le milieu les végétaux et al faune

3.3.1. Micro-organismes et leurs différents types d'interactions biotiques

L'interaction est un caractère fondamental du vivant tout comme le métabolisme. Elle prend des formes diversifiées particulièrement chez les micro-organismes. Ces derniers interagissent non seulement entre eux mais aussi avec des plantes, les animaux et leur milieu. Les interactions peuvent être conflictuelle ou bénéfiques.

- *Les interactions conflictuelles* ont un effet négatif sur l'un ou plusieurs partenaires. Parmi elles, on trouve la compétition, l'amensalisme, le parasitisme.
- *Les interactions bénéfiques* sont au contraire bénéfiques sur l'un ou plusieurs intervenants. Parmi elles, on trouve la coopération, mutualisme, symbiose, commensalisme.

3.3.2. Interaction microorganismes-milieu

- Les microorganismes agissent à divers niveaux sur leur milieu. Ils jouent des rôles essentiels dans les cycles biogéochimiques des éléments nutritifs et dans la formation de l'humus. Ils sont également primordiaux par exemple pour la biodégradation des produits étrangers xénobiotiques (qui n'existent pas à l'état naturels comme les pesticides). Ainsi, plusieurs matières actives de synthèse pour la protection des plantes pourraient voir leur efficacité pratique compromise par une biodégradation accélérée provoquée par leur utilisation répétée.

- L'effet des microorganismes du sol sur la structure du sol est également très important. Grâce aux liants qu'ils produisent et aux hyphes des champignons qui agissent comme une sorte de filet, la structure du sol peut être nettement améliorée et stabilisée. Ceci a un effet positif sur l'aération du sol et sur son équilibre hydrique, et d'autre part protège le sol contre l'érosion.

Enfin, certains microorganismes sont également capable de modifier le pH du sol, ce qui influence la solubilité de certains éléments nutritifs.

D'un autre part, les microorganismes sont fortement dépendant et influencés par la régulation des disponibilités en eau et en oxygène du sol ainsi que par la température et le pH de leurs milieu et même la présence des xénobiotiques.

3.3.3. Interactions des microorganismes- plantes

Les plantes sont la principale source de matière organique dont la plupart des microorganismes du sol dépendent ; en outre, les plantes sont fortement colonisées par des microorganismes, beaucoup d'entre eux ont développé des relations étroites avec les végétaux (commensalisme, mutualisme, pathogènes). Différents types de micro-organismes sont associés aux feuilles, tiges, fleurs, graines et aux racines. La communauté microbienne influence directement ou indirectement les plantes. Cette communauté inclut des microorganismes qui se développent à la surface de la plante ou **épiphytes**, et à l'intérieur des cellules végétales ou **endophytes**. On distingue aussi des microorganismes de la **phyllosphère** (se trouvent sur les surfaces et dans les parties aériennes des plantes) et **microorganismes de la rhizosphère et du rhizoplan** (la rhizosphère est représentée par le volume de sol autour de la racine. La surface de la racine de la plante est appelée rhizoplan).

a. Les interactions conflictuelles: le sol en général et la rhizosphère en particulier regorgent d'innombrables microorganismes dont une partie peut directement attaquer les racines et leur causer des dégâts plus ou moins importants pouvant conduire jusqu'à la mort de la plante: les agents pathogènes. Ceux-ci appartiennent pratiquement à toutes les familles de champignons et de bactéries. Souvent, la plante n'est pas attaquée par un seul pathogène mais par un complexe parasitaire. On distingue:

- Les microorganismes **pathogènes facultatifs** peuvent également vivre de manière saprophyte, c'est à dire de se maintenir et de se développer sur des débris organiques en absence de la plante hôte. tels les *Pythium* présent dans la plupart des champs cultivés. Souvent, ils ne sont pas des pathogènes très agressifs et ne causent d'importants dégâts aux plantes que lorsque les conditions sont défavorables à ces dernières.
- Les agents **pathogène obligatoires**. Ceux-ci ne peuvent se développer qu'en présence de leur plante hôte. En absence de celle-ci, ils peuvent subsister dans le sol pendant une certaine période grâce à des formes de résistances; toutefois, celles-ci ne restent pas indéfiniment viables et, comme ils ne peuvent se développer sans la plante hôte, ne sont plus observable dans une terre n'ayant pas hébergé la plante hôte pendant un certain temps. Lorsque la plante hôte est présente, ces agents pathogène sont souvent très agressifs et peuvent causer de très important dégâts. Un exemple typique de cela est l'hernie du chou: l'agent pathogène, *Plasmodiophora brassicae* (*champignon*), se développe sur les racines des crucifères et cause des excroissances importantes sur les racines.
- De nombreux microorganismes de sol peuvent réduire la production végétale sans causer véritablement de symptômes typiques sur les plantes, mais en les affaiblissent ou en les stressant un peu. On parle alors de pathogènes mineurs. Suivant les conditions environnementales ou l'état physiologique de la plante, certains de ces pathogènes peuvent alors également devenir des «pathogènes typiques».

Exemple, le champignon *Pythium ultimum* peut causer de très gros dégâts aux très jeunes plantes et causer la fonte des semis. A partir d'un certain âge, la plante devient cependant résistante et peut se développer malgré la présence de ce champignon. Celui-ci continue à influencer négativement la croissance de la plante et à causer de véritables et réduire le rendement des plantes.



Du point de vue pathologique, les bactéries jouent surtout un rôle dans les situations très humides et chaudes.

Certaines bactéries pénètrent les racines, principalement par des blessures, et se développent ensuite dans les vaisseaux de la plante, pouvant causer sa mort (*Xanthomonas fragariae* sur fraisiers). D'autres peuvent causer de gros dégâts aux plantes en créant une macération des tissus végétaux avec des enzymes (comme *Erwinia carotovora* sur carotte).

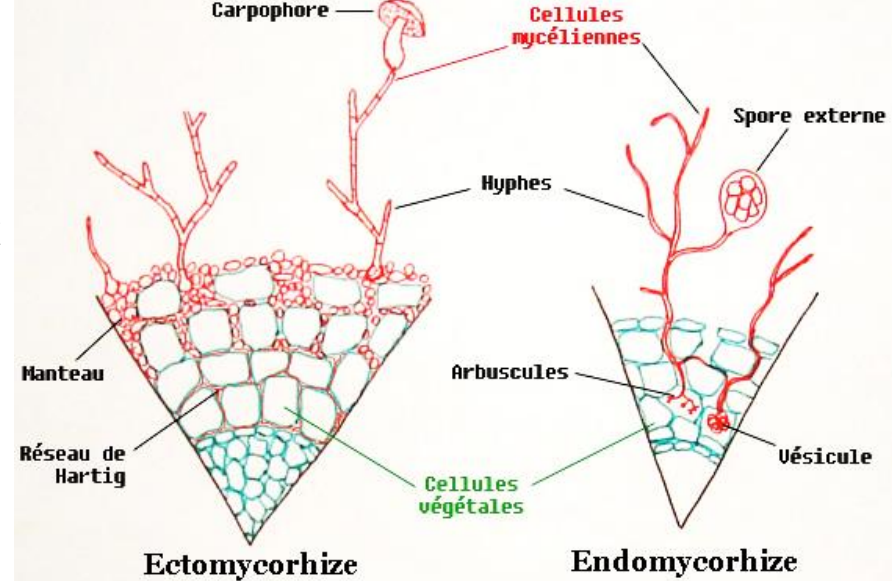
Les bactéries sont très importantes dans la rhizosphère des plantes, où elles peuvent jouer un rôle important, soit en affaiblissant la plante avec des sécrétions de toxines ou d'enzymes de macération.

❖ **Remarque:** Les divers agents pathogènes se différencient également de part de leur spectre des plantes qu'ils attaquent. Certains, comme les responsables des fontes de semis *Pythium et Rhizoctonia*, peuvent attaquer des plantes de diverses familles. D'autres, comme le piétin échaudage *Gaeumannomyces graminis var. tritici*, n'attaque qu'une espèce de plantes. D'autres enfin, comme les fusarioses vasculaires, sont extrêmement spécialisées et chacune de leurs souches ne causent des dégâts qu'à certaines variétés de la plante hôte.

b. Les interactions bénéfiques:

Mutualisme et symbiose: Les plantes interagissent étroitement avec les micro-organismes aussi bien par leurs racines que par et la surface des feuilles ; et même plus au niveau de leur tissu vasculaire ou encore au niveau de leurs cellules. La plupart des mutualismes entre les plantes et les micro-organismes accroissent la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes ou augmentent leurs défenses contre les agents pathogènes. Parmi ces phénomènes mutualistes on peut citer:

Les mycorhizes: sont des associations symbiotiques entre des champignons filamenteux du sol et les racines des plantes. Il en existe deux principaux types, les ectomycorhizes (externes aux racines) et les endomycorhizes (internes aux racines). La mycorhization des racines améliore l'alimentation hydrique et minérale de la plante.



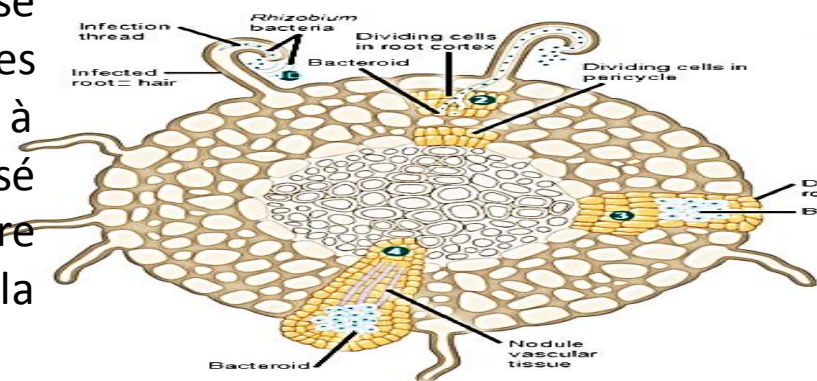
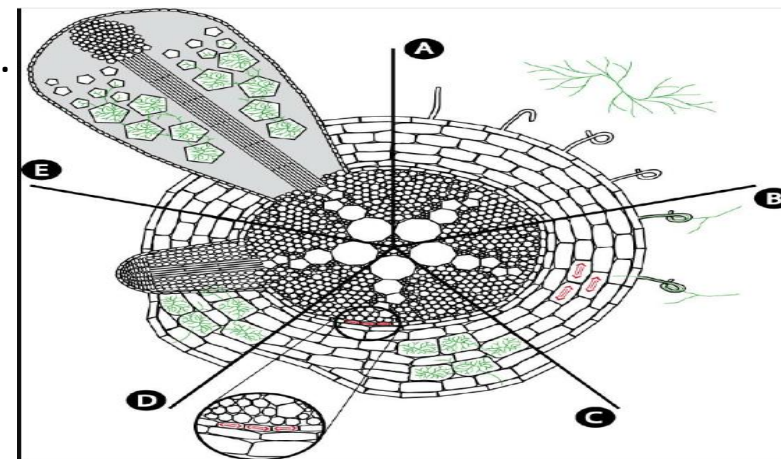
Microorganismes formant des nodules racinaires

Actinorhizae

Des relations actinorhiziennes, se produisent également. Celles-ci sont formées par l'association de souches de *Frankia* avec huit familles de plantes non légumineuses. Elles fixent l'azote et sont importantes, en particulier pour les arbres et les arbustes. Les membres du genre *Frankia* sont à croissance lente.

Les rhizobia

Les bactéries dites rhizobia développent une symbiose avec des plantes légumineuses au niveau de nodules sur les racines ou les tiges, ces bactéries fixent à l'intérieur de ces nodules l'azote atmosphérique utilisé par la plante et en échange cette dernière leur assure les sucres, les acides aminés et les vitamines issus de la photosynthèse.



Microorganismes antagonistes importants:

De nombreux microorganismes travaillent pour la santé des plantes et les protègent contre les agents pathogènes. Ces microorganismes utiles, champignons ou bactéries, appartiennent en partie aux mêmes familles que certains microorganismes pathogènes: *Fusarium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*. Parmi toutes les souches d'une espèce de microorganismes, certaines sont très efficaces alors que d'autres ne montrent aucune action bénéfique sur la santé des plantes, ou même dans certains cas peuvent lui être néfaste, ces organismes utiles, sont appelés **antagonistes**.

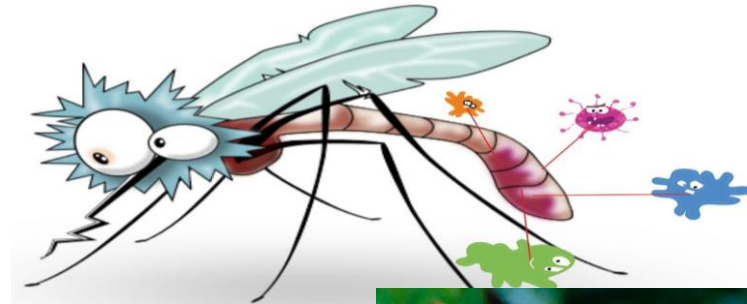
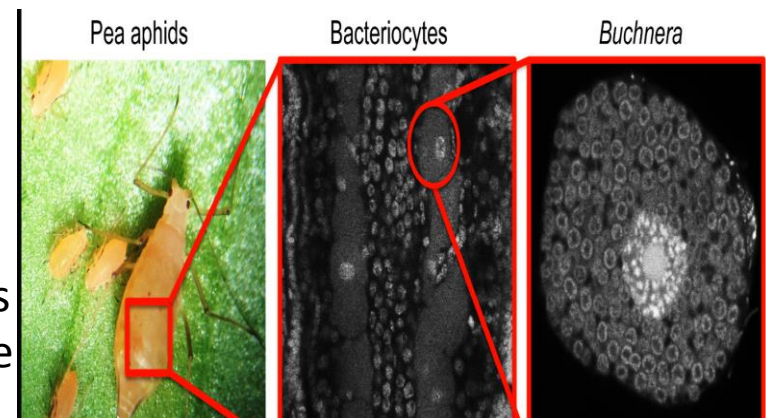
Les mécanismes de protection des antagonistes comprennent des phénomènes de compétition (pour le fer, pour les sites d'infection, pour les nutriments), le parasitisme, la production de cyanure ou d'antibiotiques, production de substances de croissance de la plante, induction de résistance dans la plante, dégradation des toxines du pathogène.

- La souche Fo47 de *Fusarium oxysporum*, protège par exemple diverses plantes contre des fusarioses vasculaires.
- Les *Trichoderma* font partie des champignons antagonistes, ils habitent la plupart des sols et montrent une action contre un grand nombre de champignons parasites. Ils produisent une grande variété d'antibiotiques jouant un rôle important dans la protection des plantes.
- Les bactéries les plus connues comme antagonistes sont les *Pseudomonas* fluorescents, les *Bacillus*, (comme *B. subtilis*) et certains actinomycètes (comme *Streptomyces* spp.).

3.3.4. Interactions des microorganismes-faune

Il existe de nombreuses relations qui peuvent être symbiotiques mutuelles et même pathogènes entre de microorganismes et des invertébrés. Par exemple:

- ✓ *Buchnera* est une bactérie endosymbiote des aphides (puceron). Elle vit à l'intérieur des cellules de l'insecte et lui fournit des acides aminés essentiels.
- ✓ La bactérie *Wolbachia* est hébergée dans des organes génitaux de certains insectes (ex: les moustiques). Cette bactérie peut contrôler les capacités de reproduction de son hôte.
- ✓ Des bactéries sont associées aux termites et leur apportent des sources d'azote et de carbone.
- ✓ D'autres colonisant le rumen (flore intestinale) des herbivores permettent la digestion de la cellulose par ces animaux, de la même manière, certaines bactéries colonisent le jabot d'un oiseau folivore (consommateur de feuilles), le Hoazin (*Opisthocomys hoasin*). Ces bactéries permettent la digestion de la cellulose.



3.4. La fixation d'azote: Symbiose légumineuses-Rhizobia

Voir TD