

Généralités sur la microflore du sol.

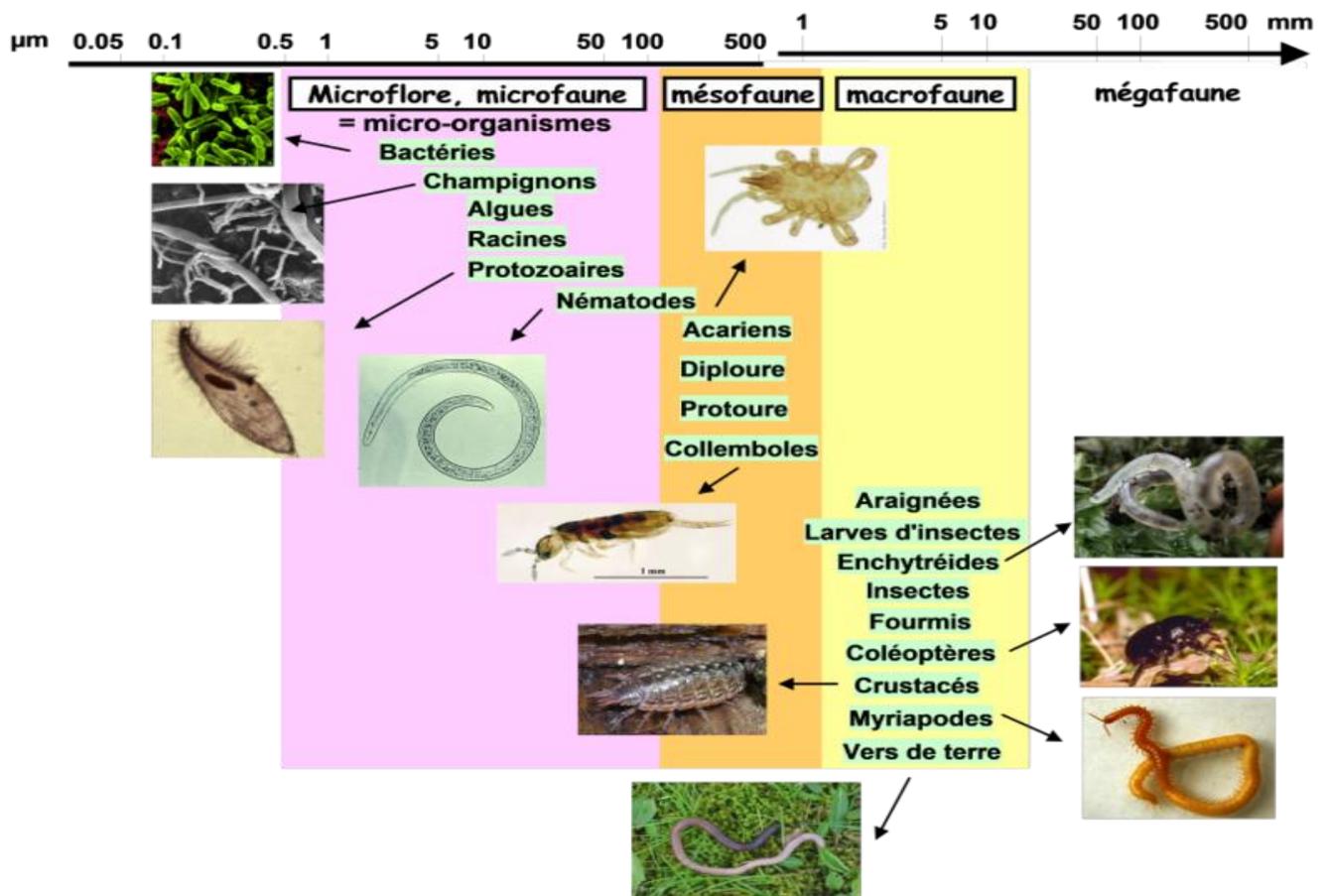
Introduction :

L'étude des microorganismes du sol s'appelle la Microbiologie du Sol.

La microbiologie du sol est une des branches de l'écologie microbienne qui a essentiellement pour objectif l'étude du rôle des micro-organismes dans le sous-écosystème constitué par le sol, la microflore, la faune du sol et les plantes.

Le sol contient une multitude de cellules microbiennes actives, plus de "1 milliard souvent par gramme à coté de ses constituants minéraux sable, argile, limon et des résidus organiques morts.

On utilise la terminologie ; germes du sol ou microflore du sol ou microflore tellurique (tellus, terre en latin) qui signifie micro-organismes du sol.



Taille et diversité des organismes du sol.

1.1.Composition de l'écosystème tellurique

Les sols sont composés d'au moins quatre composantes.

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

Des particules de tailles différentes sont présentes dans le sol:

- la gamme de 0,1-2 mm de diamètre sont appelés **sable**
- celles comprise entre 0,002 et 0,1 mm du **limon**,
- et celles de moins de 0,002 mm de **l'argile**.

1.2.Microflore du sol : principaux groupements

5 conditions du milieu qui sélectionnent les espèces et influencent leur nombre:

- Différentes quantités d'oxygène (aération),
- L'humidité
- La température,
- Le pH,
- Les éléments nutritifs, surtout le calcium qui a un rapport étroit avec le pH.

✚ L'activité microbienne est plus grande dans les couches superficielles du sol riches en matières organiques, en particulier dans et autour de la rhizosphère.

✚ Le nombre et l'activité des micro-organismes du sol dépendent dans une large mesure des quantités de nutriments présents. Les nutriments limitant dans les sols sont souvent les nutriments minéraux tels que le phosphore et l'azote.

1.3.Les grands groupes de microorganismes du sol

1.3.1. Microorganismes Eucaryotes

1. Protozoaires

Ce sont des organismes unicellulaires dont la taille varie de quelques **micromètres** à quelques **millimètres**.

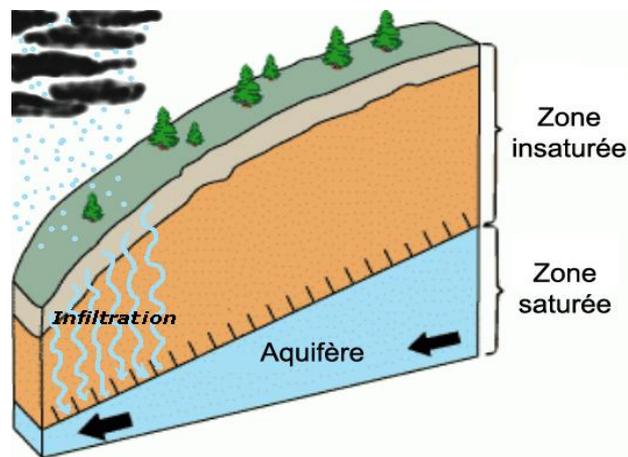
En fonction de leur moyen de locomotion, leur classification s'organise en trois groupes :

1. **les flagellés** : d'une taille maximale de 20 micromètres de longueur, possèdent 1 à 4 flagelles.

2. **les ciliés** : d'une longueur comprise entre 10 et 80 micromètres, ont des cils implantés tout autour de la cellule,
3. **les amibiens** : qui se déplacent par l'intermédiaire de pseudopodes

✚ Par la technique du dénombrement en milieu liquide, Sinclair et Ghiorse (1987) déterminent de :

- $1,9 \cdot 10^5$ à $6,4 \cdot 10^6$ protozoaires g⁻¹ sol dans l'horizon de surface d'un **sollimono-sableux**.
- En revanche leur nombre décroît jusqu'à 28 à 40 protozoaires g⁻¹ sol dans la zone non saturée à texture **limono-argileuse**.
- Aucun protozoaire n'est détecté dans la zone **saturée sous-jacente**



La diminution du nombre de protozoaires dans un profil admet plusieurs hypothèses. Peut être liée à :

- 1. une décroissance de la population bactérienne** : Les protozoaires, prédateurs des bactéries, sont présents dans les zones de forte densité bactérienne.
- 2. la texture du sol** : Ces organismes nécessitent une taille minimale de pores pour vivre. Des pores dont le diamètre est inférieur à 4 micromètres ne sont pas colonisés par les protozoaires. Les sols avec une texture sableuse ou limono-sableuse contiennent un nombre plus important de pores dont le diamètre est supérieur à 4 micromètres que les sols à texture fine (argileuse ou limoneuse).
- 3. la teneur en eau** : La présence d'une quantité suffisante d'eau facilite le mouvement vertical et latéral de ces microorganismes. Contrairement au genre cilié, les protozoaires flagellés tolèrent des environnements avec une faible humidité

2. Champignons

Ou mycètes, peuvent être des levures, des champignons supérieurs et des moisissures des genres *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Mucor*, *Trichoderma*.... Ils sont des êtres **hétérotrophes**, donc vivant au dépend des matières organiques. Si certains sont parasites (*Fusarium*, *Rhizoctone*...), la plupart sont saprophytes. D'autres, vivant en symbiose avec des plantes supérieures, contribuent grandement à leur développement et à leur santé.

Le milieu qui leur convient est moins strict que celui que préfèrent les bactéries : Ils acceptent les milieux acides ou ils ne rencontrent pas la concurrence des bactéries.

Les champignons filamenteux terrestres établissent des ponts dans les zones entre les particules du sol ou des agrégats, et sont ainsi exposés à des niveaux élevés d'oxygène. Ces champignons ont tendance à former des structures imperméables à l'oxygène, comme les **sclérotés** et des **cordes hyphales**. Ceci est particulièrement important pour le fonctionnement des basidiomycètes, qui forment des structures étanches à l'oxygène. Dans ces structures, les champignons filamenteux déplacent les éléments nutritifs et l'eau sur de grandes distances, y compris à travers les espaces aériens.

Par la technique du dénombrement sur milieu gélosé, Madsen *et al.* (1992) comptent **$3,2 \cdot 10^3$** champignons g-1 sol dans la zone non saturée, et moins de 10 dans la zone saturée d'un profil de sol prélevé sur un site forestier.

Ce nombre qui décroît avec la profondeur, est compris entre 0 et 35 champignons g-1 sol entre 14 et 216 mètres de profondeur.

La diminution du nombre de champignons avec la profondeur est la résultante :

- d'une baisse du taux de matière organique
- de la teneur en oxygène de l'atmosphère du sol
- Les champignons filamenteux sont aussi très sensibles à la teneur en eau du sol. Leur nombre est positivement corrélé avec l'humidité. Mais, dans le cas d'une humidité très élevée, comme dans la zone saturée d'un sous-sol, la diffusion de l'oxygène nécessaire au métabolisme aérobie est insuffisante pour satisfaire la croissance des champignons.

3. Algues

Ce sont des organismes unicellulaires ou filamenteux qui nécessitent de la lumière comme source d'énergie. Il s'agit d'organismes eucaryotes tels que des **algues vertes**, des diatomées (algues jaunes et brunes unicellulaires) ou de procaryotes tels que les **cyanobactéries**.

Leur nombre décroît de 10^4 - 10^5 cellules par g de sol en surface à 10^2 cellules par g de sol au delà de **14 mètres de profondeur**. Puisque les algues nécessitent de la lumière pour leur croissance, leur présence en profondeur pourrait s'expliquer par le flux latéral de l'eau d'une rivière proche du site de prélèvement qui aurait véhiculé ces microorganismes.

1.3.2. Microorganismes Procaryotes

1. Bactéries

Se trouvent le plus souvent sur les surfaces intérieures des pores plus petits du sol (2 à 6 μm de diamètre). Là, elles sont probablement moins susceptibles d'être consommées par les protozoaires, contrairement à celles qui se trouvent exposées sur la surface extérieure d'un grain de sable ou une particule de matière organique. Les bactéries sont :

- Aérobie ou Anaérobie
- Hétérotrophe ou Autotrophe ou Semi-autotrophe
- Oxydante ou Réductrice

Le nombre total de cellules bactériennes, estimé par la technique AODC (comptage direct des cellules après coloration à l'acridine orange et examen en microscopie électronique à fluorescence), varie entre 10^9 et 10^7 cellules g^{-1} sol en surface. Il décroît d'un facteur de 10 à 100 avec la profondeur.

Les comptages de bactéries viables sont inférieurs d'un facteur de 10 à 100 par rapport aux comptages totaux.

Ainsi seulement 1 à 10% des cellules bactériennes seraient non viables ou à l'état de dormance.

2. Actinomycètes

Ce sont en fait des bactéries qui développent des filaments très fins 0,5 μm tout autour de la spore d'origine. Ils abondent dans la matière organique en décomposition et dans le sol auquel ils donnent l'odeur caractéristique que l'on perçoit au moment du labour.

Ils jouent un rôle essentiel dans la formation de l'humus en participant activement à la décomposition de la matière organique. Ils prennent le relais des bactéries lorsque l'activité de celles-ci diminue. Des Actinomycètes du genre *Frankia* forment des nodules au niveau des racines de certains arbres et arbustes et participent activement à la fixation de l'azote atmosphérique au même titre que les *Rhizobium* sur les racines des légumineuses. On peut observer ces nodules sur les racines des aulnes.

Les Actinomycètes ont une importance considérable en tant que producteurs d'antibiotiques. Ils sont à l'origine des 2/3 des quelques 6 000 antibiotiques qui ont été isolés. Le groupe le plus important à ce point de vue est celui des *Streptomyces*.