

□ Cours : La Microflore du Sol et les Bioindicateurs Microbiens

1-Définition

La **microflore du sol** regroupe l'ensemble des **micro-organismes vivants invisibles à l'œil nu** présents dans le sol. Elle représente la partie **vivante la plus active** de la biosphère terrestre.

Elle inclut principalement :

- Les **bactéries**,
- Les **actinomycètes** (bactéries filamenteuses proches des champignons),
- Les **champignons microscopiques** (levures, moisissures),
- Les **algues microscopiques**,
- Les **protozoaires** (rôle indirect via prédation microbienne),
- Les **cyanobactéries** (souvent dans les sols pauvres ou dégradés).

2-Rôle de la Microflore dans le Sol

Fonction	Description
Décomposition	Transformation de la matière organique en humus
Cycle des nutriments	Libération d'azote, phosphore, soufre, etc.
Symbioses	Ex. Rhizobium (fixation de l'azote dans les légumineuses), mycorhizes
Amélioration de la structure	Sécrétion de polysaccharides (agrégation des particules)
Protection des plantes	Certaines bactéries produisent des antibiotiques naturels

3. Composition de la Microflore

Groupe	Exemples	Rôle
Bactéries	Bacillus, Pseudomonas	Dégradation rapide, fixation d'azote, interactions racinaires
Champignons microscopiques	Penicillium, Aspergillus	Dégradation de la cellulose, symbioses
Actinomycètes	Streptomyces	Dégradation lente, production d'antibiotiques
Algues et cyanobactéries	Nostoc, Chlorella	Photosynthèse, fixation d'azote
Protozoaires	Amoebae, flagellés	Contrôle des populations bactériennes

4. Bioindicateurs Basés sur la Microflore

A- Qu'est-ce qu'un bioindicateur microbien ?

C'est un **paramètre biologique ou un micro-organisme** dont la présence, l'abondance ou l'activité renseigne sur l'état écologique du sol.

B. Principaux bioindicateurs microbiens

Bioindicateur	Signification
Diversité bactérienne/fongique	Indique la stabilité et la résilience biologique
Rapport champignons / bactéries (F/B)	Haut = sol forestier stable ; Bas = sol cultivé ou perturbé
Carbone microbien (BM/C)	Indique la part de carbone organique "vivante"
Activité enzymatique	Évalue les fonctions biochimiques (phosphatase, urease, etc.)
Respiration microbienne	Mesure de l'activité métabolique du sol
Biomasse microbienne (fumigation-extraction)	Évalue la quantité totale de micro-organismes actifs

□ Biomasse microbienne (Méthode Fumigation-Extraction)

1. Définition

La **biomasse microbienne du sol** représente la **masse totale de micro-organismes vivants** (bactéries, champignons, actinomycètes) présents dans un volume de sol donné.

La **méthode de fumigation-extraction** permet de quantifier cette biomasse en mesurant le **carbone microbien** (C_{mic}), parfois aussi l'azote microbien (N_{mic}), par comparaison entre un sol **fumigé** (microorganismes tués) et un sol témoin (non fumigé).

2. Principe de la méthode

Étapes principales :

1. Fumigation au chloroforme ($CHCl_3$) :

- Le sol est exposé à des vapeurs de chloroforme pour **tuer les micro-organismes** sans les dégrader chimiquement.

2. Extraction :

- Le carbone libéré par les cellules microbiennes mortes est **extrait avec une solution de K_2SO_4** (sulfate de potassium).

3. Comparaison :

- On compare la quantité de **carbone extrait** du sol fumigé à celle du sol non fumigé.
- La **différence** est proportionnelle à la biomasse microbienne.

4. Calcul du C_{mic} :

$$C_{mic} = \frac{(C_{fumigé} - C_{non\ fumigé})}{0.45}$$

3. Exemple de calcul

- Carbone extrait sol fumigé : 120 mg C/kg
- Carbone extrait sol non fumigé : 70 mg C/kg

$$C_{mic} = \frac{(120 - 70)}{0.45} = \frac{50}{0.45} \approx 111 \text{ mg C/kg}$$

Donc, la biomasse microbienne = 111 mg de carbone microbien par kg de sol sec.

4. Interprétation des valeurs

C _{mic} (mg C/kg sol)	Interprétation
< 100	Sol très pauvre biologiquement (dégradé, pollué ou très sec)
100 – 300	Activité microbienne modérée
300 – 600	Sol actif, bien structuré et fertile
> 600	Sol très riche biologiquement (ex. sol forestier, humique, compost)

5-Utilisation en bioindication

L'indice de biomasse microbienne est utilisé pour :

- Évaluer l'**impact des pratiques agricoles** (engrais, pesticides),
- Suivre la **régénération biologique** des sols restaurés,
- Comparer la fertilité biologique entre types de sols (forêt, agriculture, ville),
- Compléter des indices comme le **rapport BM/C** ou l'**activité enzymatique**.