

Méthode GEOPHILE

**COMMENT
FONCTIONNE
LA PLANTE
DANS SON SOL
ET DANS SON ATMOSPHERE ?**

Méthode GEOPHILE

LA RHIZOSPHERE = Environnement microbien des racines des plantes



Figure 1.2. Définition physique « expérimentale » de la rhizosphère de *Lolium perenne*. a) système racinaire avec son sol rhizosphérique, b) système racinaire débarrassé de son sol rhizosphérique. (Source : Jossi M.)

Méthode GEOPHILE

La Rhizosphère des plantes digère la roche mère et créé le sol.



Méthode GEOPHILE

RHIZOSPHERE DE LA VIGNE : une masse de terre biologiquement très puissante !



Figure 2.1: Rhizosphere soil adhering to grapevine roots (A), rhizosphere soil collected for assessment (B) and grapevine roots with the rhizosphere soil removed (C).



Méthode GEOPHILE

**ORGANISMES DE LA RHIZOSPHERE
UTILES POUR L'AGRICULTURE
(liste non exhaustive !)**

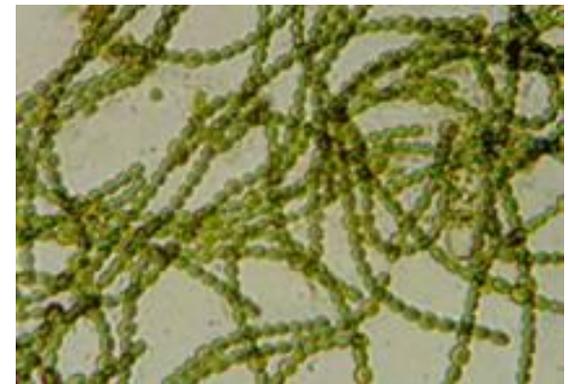
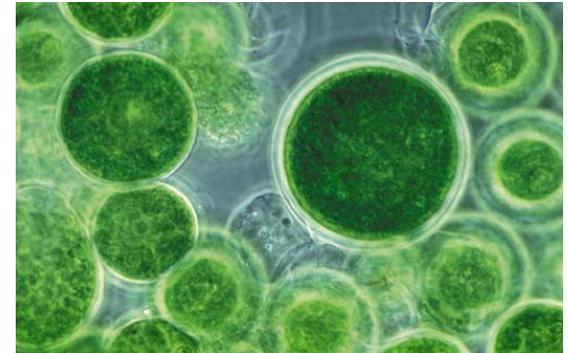
Méthode GEOPHILE

LES ALGUES UNICELLULAIRES

Organismes unicellulaires chlorophylliens (couleur verte) vivant à la surface du sol (0-5 cm en général).

Elles fabriquent une importante biomasse organique par photosynthèse (comme les plantes vertes). Certaines espèces (Cyanobactéries, photo du dessous) ont aussi capables de fixer de l'azote de l'air.

Leur rôle a beaucoup été sous-estimé. Elles seraient à l'origine d'une partie importante de la matière organique des sols. Elles supportent difficilement les produits chimiques agricoles.



Méthode GEOPHILE

LES ARCHEALES

Ce sont des bactéries apparues au début de la vie sur terre, adaptées à des conditions extrêmes (températures basses ou élevées, absence d'oxygène). Elles seraient à l'origine de l'atmosphère terrestre, mais joueraient toujours un rôle dans les sols, en particulier les **bactéries pourpres** :

- **Peuvent vivre en profondeur dans les sols.**
- **Lorsqu'elles sont en surface, elles créent de la matière carbonée par photosynthèse (comme un engrais vert).**
- **Elles s'associent aux bactéries aérobies (telles les Azotobacters, voir plus loin) et leur permettent alors de descendre à de grandes profondeurs dans le sol.**
- **Elles fabriquent des antioxydants qui retardent la dégradation de l'humus et dont les plantes (et les consommateurs !) profitent.**

Les Bactéries Pourpres pourraient jouer un rôle-clé dans la formation des TERRA PRETA (terres noires d'Amérique du Sud, sur 1 mètre de profondeur, qui se régénèrent spontanément).



Méthode GEOPHILE

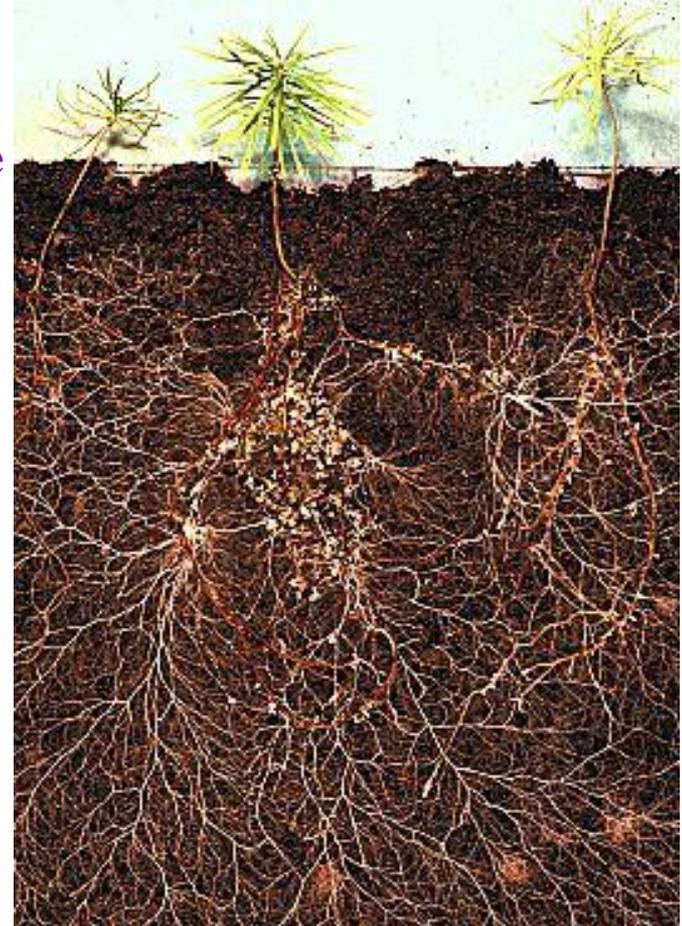
LES MYCORHIZES

Champignons ancrés dans la racine, nourris par la plante elle-même, imprégnant le sol. Ils peuvent lui rapporter de très loin :

- **Eau, azote (sous forme ammoniacale et acides aminés ; voir publication scientifique Université de Turin – Plant Physiology – Volume 147, mai 2008)**
- **Phosphore**
- **Potasse (extraction directe dans les feuillets d'argile)**
- **Magnésium**
- **Oligoéléments Manganèse, Zinc, etc...**

Elles contribuent à rendre la plante indépendante des engrais et à absorber d'autres formes d'azote que les nitrates.

Les légumineuses favorisent leur installation car elles multiplient rapidement les mycorhizes sur leurs racines, dont profite ensuite la culture. Des liaisons dites « ponts mycorhiziens » se font également, permettant des échanges minéraux entre plantes.



Méthode GEOPHILE

LES AZOTOBACTERS

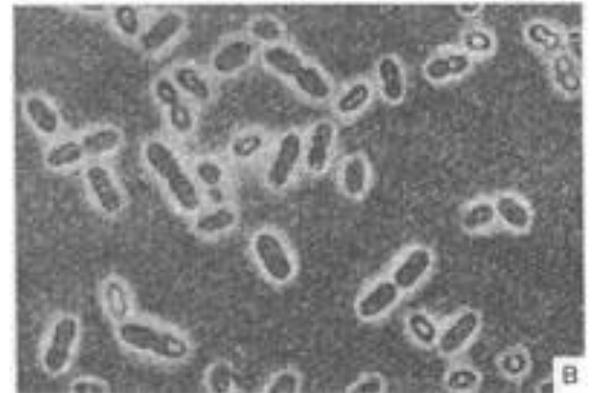
Bactéries libres dans le sol, **fixatrices d'azote atmosphérique** par le même mécanisme bio-chimique que les Rhizobiums des légumineuses (Nitrogénase).

Les Azotobacters sont très gourmands en oxygène et en éléments nutritifs. Le milieu rhizosphérique leur est particulièrement favorable.

En conditions favorables, peuvent fixer **30 à 50 unités d'Azote utilisable par la plante.**

Cet azote est produit à proximité des radicelles et des Mycorhizes, donc est absorbé par la plante avec très peu de pertes.

Fabriquent aussi **des vitamines, des hormones et des protéines capables de chélater le fer et les oligoéléments.**



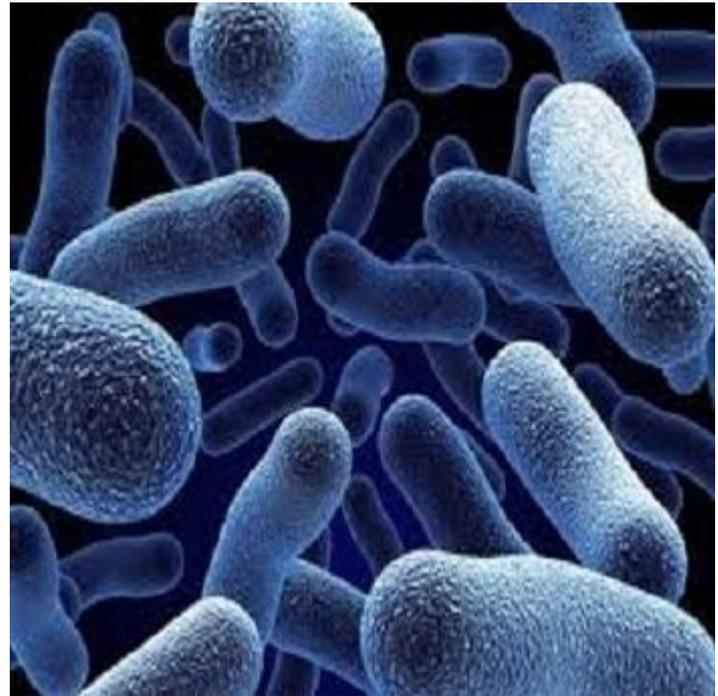
Méthode GEOPHILE

LES PHOSPHOBACTERIES (PSB)

Bactéries absorbant le phosphore bloqué des sols (soit 80 à 98 % du phosphore total, non apparent dans les analyses...) et le mettant à disposition des plantes sous forme assimilable.

Ces bactéries sont synergiques des Mycorhizes et des Azotobacters. Leur présence les aide à bien fonctionner.

Les principales espèces sont Bacillus polymixa, Bacillus megaterium et certaines souches d'Azotobacters.

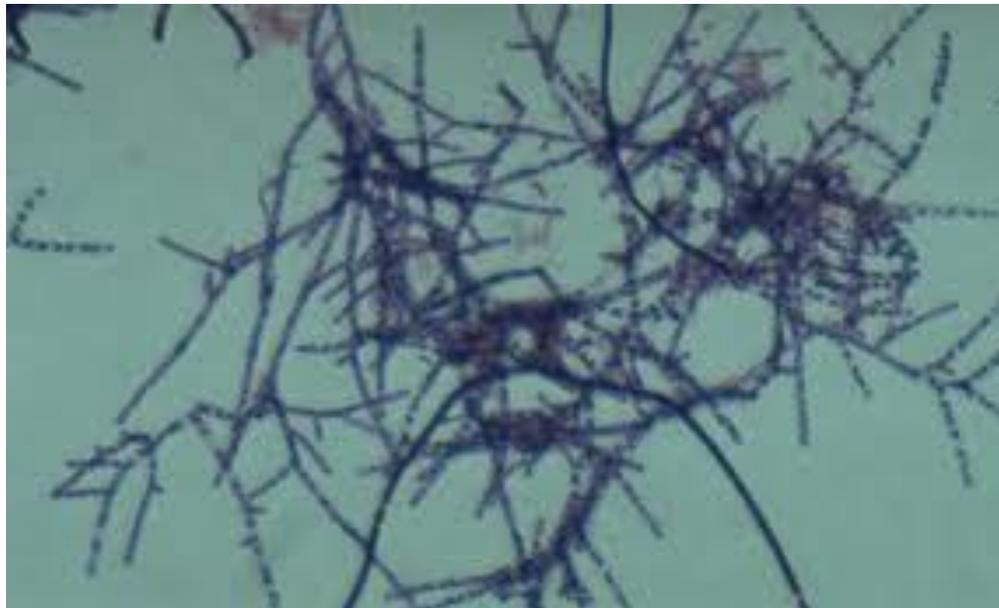


Méthode GEOPHILE

LES ACTINOMYCETES

Bactéries filamenteuses décomposant la matière organique et les exsudats racinaires pour **créer de l'humus.**

Ce sont elles qui donnent à la terre sa bonne odeur humifère. Une terre sans odeur fabrique peu d'humus et les exsudats racinaires sont mal transformés; il repartent souvent dans l'atmosphère sous forme de CO₂.



LES TRICHODERMAS

**Champignons lignolytiques
(décomposeurs du bois et des écorces
morts).**

**Les Trichodermas vivent aussi très
bien dans le milieu de la rhizosphère.
Leurs spécificités :**



- **Production d'humus à partir des matières organiques, exsudats racinaires, comme les Actinomycètes.**
- **Induction de résistance aux maladies dans les plantes lorsqu'ils sont présents sur leurs racines.**
- **Antagonistes naturels des maladies fongiques du bois (Eutypiose, Esca, BDA, Pourridié...).**

Méthode GEOPHILE

LES PROTOZOAIRES et les NEMATODES

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, beaucoup plus gros que les bactéries (5 à 100 fois), qui se nourrissent de ces bactéries. Il permettent le recyclage des éléments qu'elles contiennent. **En particulier, les protozoaires relargent dans le milieu racinaire 2/3 à 3/4 de l'azote fixé par les bactéries, sous forme d'ammoniaque.**



Les Nématodes sont des vers microscopiques, qui, eux aussi, consomment des bactéries et des protozoaires et **recyclent leur contenu sous des formes assimilables par les racines des plantes ou les mycorhizes...** Il y a beaucoup de nématodes bénéfiques (bactériophages, fungiphages, nématophages, et pas seulement des nuisibles. Le sol doit en contenir, sinon l'activité microbienne est beaucoup moins fertilisante...



Méthode GEOPHILE

LES VERS DE TERRE

Les lombrics sont parmi les invertébrés les plus utiles dans les sols :

- Ils créent des galeries profondément dans le sol, permettant l'aération du sol, et dont profitent les racines et les mycorhizes pour y pénétrer.

- Leurs intestins hébergent une flore bactérienne très riche (dont certaines espèces décrites) qui relarguent énormément d'éléments fertilisants. Par rapport au sol environnant, elles sont un véritable fertilisant car elles contiennent :

- 7 fois plus de Phosphore assimilable
- 10 fois plus de Potasse échangeable
- 5 fois plus d'azote assimilable
- 3 fois plus de Magnésium
- 1,5 fois plus de Calcium.

Ils dispersent dans le sol des matières organiques, des microorganismes, des matières minérales et donc enrichissent toutes les niveaux.

Ils se nourrissent essentiellement de bactéries, champignons, mais aussi surtout protozoaires et nématodes et. Ils se développent donc **essentiellement sur des sols couverts de végétation : ceci est encore un argument en faveur de la couverture du sol !**



Méthode GEOPHILE

ANALYSES MICROBIENNES DU SOL ET DES RACINES

Notre partenaire **MYCAGROLAB** (site de l'INRA – BRETENIERES) nous fait à la demande des recherches de **Mycorhizes sur radicelles** (prélèvements effectués en même temps que la terre pour analyse de sol, dans un sac séparé). Il nous donne le pourcentage de mycorhisation des racines (ici, 18 %) et des appréciations qualitatives sur les Mycorhizes présentes.

Depuis 2014, nous pouvons aussi effectuer des recherches avec quantification des **Trichodermas et Azotobacters dans les sols (milieu racinaire)**.



Analyse mycorhizienne

Bulletin de résultats

Demandeur GAEC Brulez Hameau du Grand Mallet 10360 Noé les Mallets	Prescripteur M. Aurélien Febvre SYMBIOSE Saint Denis 71160 Saint Agnan
Tel :	
Mail :	
Dates	
Envoi :	
Réception : 07/03/13	
Analyse : 14/03/13	
	Tel : 03 85 53 82 88
	Mail : febvrea@yahoo.fr

N° Laboratoire	Référence parcelle	
	Culture	Vigne
	Coordonnées GPS (Lat. / Long.)	

Descriptif de la méthode
La fréquence de mycorhization de l'échantillon est estimée sous loupe binoculaire après préparation des systèmes racinaires et traitement chimique avec un colorant spécifique. Pour une structure donnée (arbuscules, vésicules, mycélium externe) :
<ul style="list-style-type: none">la présence de la structure sera notée « + »l'intensité de la structure sera notée « +++ » ou « ++ » ou « + » selon que la présence sera plus ou moins importante :<ul style="list-style-type: none">« + » : faible intensité« ++ » : intensité moyenne« +++ » : forte intensité

ETM : estimation du taux de mycorhization radicaire	
PARCELLE	OBSERVATIONS
Dessus de la Cabane	<ul style="list-style-type: none">Fréquence moyenne de mycorhization : 18 % de racines mycorhizéesMycélium externe (traces)Structures internes (+ à ++):<ul style="list-style-type: none">Arbuscules (+)Vésicules (+ à ++)Mycélium interne (+)

Méthode GEOPHILE

**COMMENT REGENERER LE
FONCTIONNEMENT MICROBIEN DU
SOL ?**

Méthode GEOPHILE

LES COMPOSTS LIQUIDES

Base fermentaire issue de composts de très haute qualité et de substances nutritives naturelles. Ils ont reçu aussi les préparations BD du compost (502 à 507). On peut y rajouter si nécessaire des compléments pour favoriser le développement des Mycorhizes et des champignons.

- Mis en fermentation dans un appareil de **brassage avec oxygénation**. Après 24 heures, la température de l'eau monte à **30 à 35°C** du fait des fermentations.
- Ils s'appliquent sur les sols à la **dose de 50 l/ha** de M.A. Le sol doit être humide.

Le principe a été mis au point par une microbiologiste américaine : Elaine INGHAM. Ils sont connus dans les pays anglo-saxons sous le terme « Compost Teas ». Ils peuvent être associés aux engrais organiques qui agissent comme « supports » des microorganismes.

Nom commercial de la base fermentaire : HUMIGENE PFFB

Compléments : HUMISFER - REMEDIER

Appareil de brassage : AEROFLOT



Méthode GEOPHILE

Application des Azotobacters et des Phosphobactéries

Un agronome et microbiologiste indien, Rajiv Kanitkar, a passé 30 ans à réunir des souches d'intérêt agronomique de ces bactéries. Il a aussi trouvé le moyen de les conserver 2 ans dans un produit liquide. Celui-ci s'applique en traitement de semences ou en pulvérisation au sol.

- Le sol doit être hersé ou biné avant ou après l'application. Il doit être encore humide.
- L'application doit être faite au printemps. Elle permet **une fourniture naturelle d'azote atmosphérique et de phosphore à partir des réserves bloquées du sol + effet « Brix » (voir plus loin)**. Elle peut être associée au Compost Liquide s'il est passé à ce moment.

NOM COMMERCIAL : ACTIGRAINS

Méthode GEOPHILE

Installation des Archéales

- Un travail important a été effectué par un scientifique japonais : Teruo HIGA qui a découvert par hasard l'efficacité agronomique d'un ensemble de microorganismes utiles dont la base est constituée de **bactéries photosynthétiques pourpres (Rhodospseudomonas sp.)**.
- Nous avons réalisé un inoculant sur la base de ce type de bactéries en l'enrichissant avec des souches provenant de très bons sols agricoles. Nous l'avons utilisé sur le terrain, en association avec les autres inoculants habituels (CL, Actigrains, etc...).
- Le résultat en a été une activation de croissance des plantes pouvant être impressionnante, mais parfois excessive lorsque les parcelles sont mal mycorhizées.
- Nous le réservons maintenant plutôt aux parcelles qui ont besoin d'une grosse activation de pousse, en combinaison avec l'ACTIGRAINS.

NOM COMMERCIAL : ACTIPRETA