

## LA RHIZOSPHERE : POINT DE DEPART D'UN VASTE RESEAU DE COMMUNICATION

### SOMMAIRE :

- LA RHIZOSPHERE : ZONE D'INFLUENCE
- LES RHIZODEPOTS : RELAI DE LA COMMUNICATION PLANTE/ORGANISMES VIVANTS DU SOL
- EXEMPLES DE COMMUNICATION PLANTE/ORGANISMES VIVANTS DU SOL DU TYPE « APPEL A UN AMI »

Habitat d'une faune et microflore abondantes et extrêmement variées, le sol constitue un réservoir unique de biodiversité. 1 million d'espèces de bactéries et jusqu'à 100 000 espèces de champignons résident dans 1 gramme de sol et près de 1000 espèces d'invertébrés (acariens, collemboles, nématodes, lombriciens...) sont dénombrés par m<sup>2</sup>.

Dans ce milieu, loin d'être passive, la plante développe des stratégies pour se défendre et attirer à elle les organismes bénéfiques à son développement. C'est au niveau de la rhizosphère que s'élaborent des échanges et activités biochimiques intenses, points de départ d'un vaste réseau de communication.



### La rhizosphère : zone d'influence

Zone de contact entre le sol et les racines, épaisse de quelques millimètres, la rhizosphère se définit comme la **zone d'influence de la plante sur le sol**.

On y trouve une concentration particulièrement importante de microorganismes d'une diversité et composition très différente du reste du sol. Cette population, pour bonne part microbienne, est directement « recrutée » par la plante. Elle constitue ce qu'on appelle le **microbiote racinaire ou rhizobiome**, lequel varie selon les espèces et dans le temps, en lien avec le stade de développement de la plante.

Ce « recrutement » résulte de la libération, par les racines, de composés organiques (rhizodépôts) qui constituent une source d'énergie importante pour les microorganismes.

Se met alors en place un **véritable équilibre dynamique**. D'un côté, par son action sur la nutrition et la santé de la plante, le microbiote racinaire influence (amplifie et modifie) l'exsudation des composés organiques, de l'autre, les composés organiques exsudés modifient le microbiote racinaire.

On peut considérer la rhizosphère comme étant la part de sol restant attachée à la racine ▶

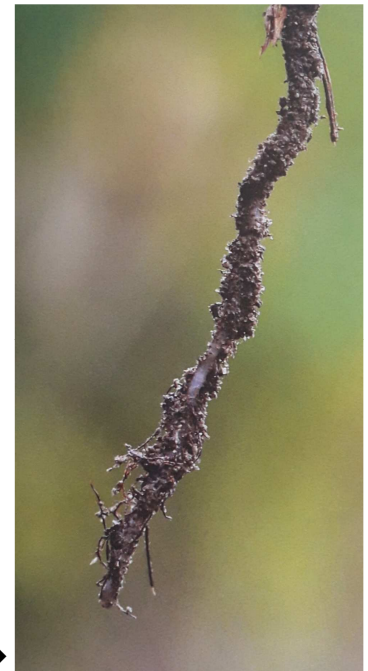
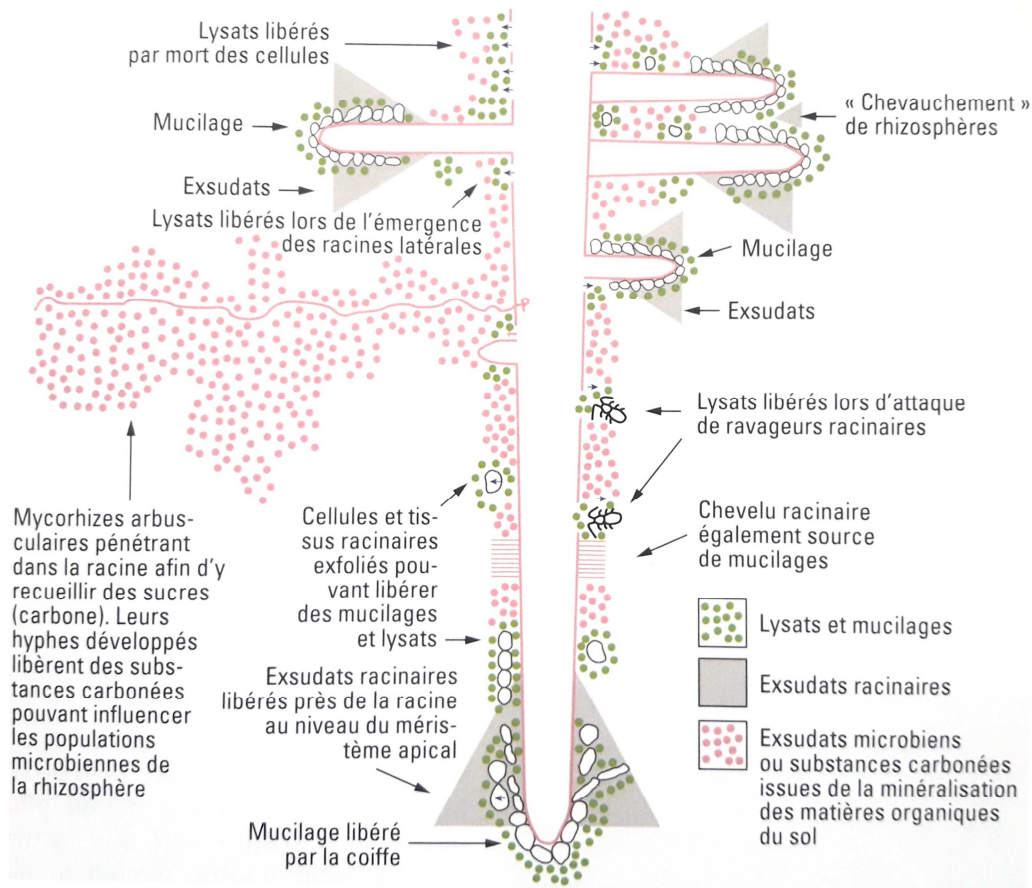


Photo de Jean Jacques Raynal tiré du livre « Les clés d'un sol vivant » de Blaise Leclerc aux Editions Terre Vivante.

## Les rhizodépôts : relai de la communication plante/organismes vivants du sol

Les rhizodépôts englobent l'ensemble des substances carbonées émises par une racine vivante. Ils sont constitués de cellules et tissus racinaires desquamés ainsi que leur contenu (*lysats*), de mucilages (*sucres et protéines complexes émises au niveau de la coiffe et des poils absorbants*), d'exsudats racinaires solubles (*sucres simples, acides aminés, acides organiques, enzymes, phénols, vitamines.....*) et de composés volatiles.



**Rhizodépôt : origine et localisation.** Source FEMS Microbiology 72 (2010) 313-327 tiré du livre « les sols agricoles » de Matthieu Archambeaud et Frédéric Thomas aux Editions France Agricole.

Pour la plante, ce carbone « restitué » a un coût : il représente en moyenne 20% du carbone fixé par la photosynthèse dans une fourchette variant de 10 à 50% selon les espèces et les conditions du milieu : contraintes physiques, environnement chimique et biologique, climat, conditions culturales... Mais ce coût énergétique est compensé par des bénéfices. En effet, les microorganismes de la rhizosphère participent à la nutrition de la plante en solubilisant et facilitant l'absorption des éléments minéraux, lui fournissent des facteurs de croissance et l'aident à lutter contre les pathogènes.

Parmi les rhizodépôts, ce sont les exsudats, qui de par leur nature simple, sont les plus rapidement utilisés et constituent une source de nutriments importante pour les microorganismes de la rhizosphère.

Au-delà de cette « fonction » alimentaire, les exsudats peuvent, comme les composés volatiles, servir de **molécule signal** pour attirer les organismes favorables ou repousser voir éliminer les indésirables. Cette signalisation moléculaire est bien connue pour l'établissement des symbioses mycorhiziennes et des symbioses entre légumineuses et bactéries fixatrices d'azote. Elle est aussi à l'origine d'un réseau d'interactions plus complexes qui impliquent des organismes plus évolués (nématodes, insectes.....).

## Exemples de communication plante/organismes vivants du sol du type « appel à un ami »

Nous n'en sommes qu'au début des découvertes mais déjà les exemples d'interactions plante/organismes vivants du sol (autres que les symbioses), qui impliquent des molécules signal, sont nombreux :

### ► Acquisition de tolérance naturelle des sols au piétin-échaudage.

Lorsqu'elles sont attaquées, les racines de blé infectées par le piétin échaudage (champignon phytopathogène *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) produisent des rhizodépôts capables de sélectionner des populations bactériennes du genre *Pseudomonas*. Ces bactéries sont à même d'éradiquer le champignon par la production d'antibiotiques (2,4-Diacetylphloroglucinol) et la compétition qu'elles exercent sur le fer. Dans certaines situations et au bout de 3-4 cultures de blé successives (non recommandées par ailleurs pour les volets salissement, pression autres maladies du sol...), l'abondance de ces bactéries « amies », peut être telle, qu'on assiste à une diminution de la gravité de la maladie, le sol étant alors qualifié de tolérant.

### ► Chrysomèle du maïs : quand les nématodes s'en mêlent !

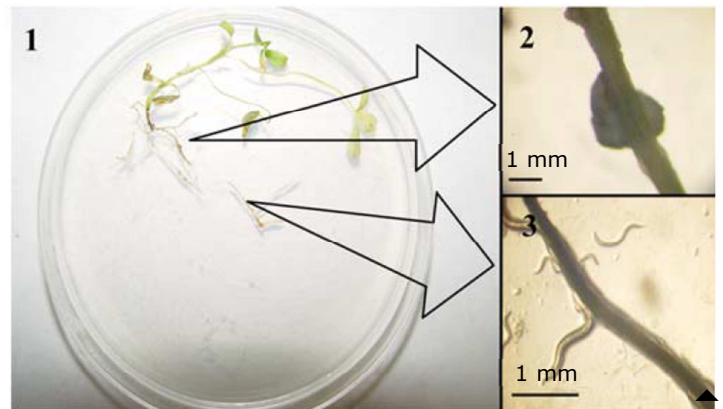
Bel exemple d'interaction à 3, certaines variétés de maïs, lorsqu'elles sont attaquées par une larve de chrysomèle, émettent au niveau de leurs racines du  $\beta$ -caryophyllène, molécule signal qui attire les nématodes entomopathogènes du sol du genre *Heterorhabditis*. Ces derniers, sont porteurs de bactéries du genre *Photorhabdus*, qu'ils libèrent à l'intérieur de la larve. Les bactéries inoculées se multiplient et sécrètent alors des toxines qui provoquent rapidement la mort de la larve.



Nématode du genre *Heterorhabditis* porteur de bactéries *Photorhabdus* visibles (en vert) par fluorescence (source INRA).

### ► Symbiose légumineuses/rhizobium : implication de nématodes « livreurs ».

La symbiose qui se met en place entre légumineuses et bactéries fixatrices d'azote résulte d'un dialogue qui démarre par l'émission de flavonoïdes par les racines. Mais d'autres acteurs interfèrent. En effet, les légumineuses peuvent, par l'émission de molécules volatiles au niveau de leurs racines, recruter des nématodes « livreurs » de rhizobium. C'est le cas de la luzerne (*Medicago truncatula*) qui recrute le nématode *Caenorhabditis elegans* porteur du rhizobium *Sinorhizobium meliloti*.



Racine de luzerne **1** (*Medicago truncatula*) en symbiose avec le *Rhizobium Sinorhizobium meliloti* (**2** zoom sur une nodosité) facilitée par le nématode *Caenorhabditis elegans* **3**. Source : « Soil nematodes mediate positive interactions between legume plants and rhizobium bacteria ». Jun-ichiro Horiuchi, Balakrishnan Prithiviraj, Harsh P. Bais, Bruce A. Kimball and Jorge M. Vivanco. *Planta* (2005).

Ces quelques exemples illustrent les interactions/communications qui s'opèrent entre les différents acteurs du sol au bénéfice de la plante. Mais le champ de recherche est vaste et les travaux menés actuellement sur l'activité biologique des sols nous promettent encore de belles surprises !

En attendant, gardons en tête que la maximisation de ces interactions passe par un maintien de la biodiversité souterraine favorisée en grande partie par la diversité végétale mise en place à la surface (rotation, associations d'espèces....) et les pratiques culturales (simplification du travail du sol, apports de matières organiques...).