HAL
open science

Influence du mucilage de maïs sur la structure et les activités de communautés microbiennes fonctionnelles telluriques d'intérêt agronomique

E. Mounier, J. Abadie, I. Gruet, Fabrice Martin-Laurent, Gerard Souche, Séverine Piutti, Dominique Chèneby, H. Quiquampoix, Sophie Slezack-Deschaumes, Christophe Nguyen, et al.

To cite this version:

E. Mounier, J. Abadie, I. Gruet, Fabrice Martin-Laurent, Gerard Souche, et al.. Influence du mucilage de maïs sur la structure et les activités de communautés microbiennes fonctionnelles telluriques d'intérêt agronomique. 5èmes journées d'Ecologie Fonctionnelle, Mar 2003, Nancy, France. 2003. hal-04522165

HAL Id: hal-04522165

https://hal.univ-lorraine.fr/hal-04522165v1

Submitted on 26 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Influence du mucilage de maïs sur la structure et les activités de communautés microbiennes fonctionnelles telluriques d'intérêt agronomique

E. Mounier [2], J. Abadie [3], I. Gruet [1], F. Martin-Laurent [2], G. Souche [3], S. Piutti [1], D. Chèneby [2], H. Quiquampoix [3], S. Slezack-Deschaumes [1], C. Nguyen [1], E. Benizri [1], B. Jaillard [3], C. Robin [1], L. Philippot [2]

(1) UMR Agronomie et Environnement INPL-INRA (ENSAIA) Nancy Colmar, Equipe Rhizosphère
2 avenue de la Forêt de Haye, BP 172, 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy, France

(2) UMR A111-INRA-CMSE, Laboratoire de Microbiologie des Sols, 17 rue Sully - B.P.86510.21065 Dijon Cedex
Laurent.Philippot@dijon.inra.fr

(3) UMR INRA-ENSAM Sol et Environnement, Equipe Rhizosphère et Symbiose
2, Place Pierre Viala, 34060 Montpellier Cedex 1

Travaux conduits dans le cadre du Programme National « Sol et Erosion », INSU-CNRS

Introduction

Le mucilage est un gel essentiellement polysaccharidique produit et sécrété en grande quantité par les apex racinaires (cf poster Nguyen *et al*). L'objectif de ce travail est d'examiner, en complément du poster Gruet *et al.*, l'impact du mucilage de maïs sur les communautés fonctionnelles telluriques impliquées dans les processus de dénitrification, de biodégradation de l'atrazine et de minéralisation du phosphore organique.
La dénitrification est un processus respiratoire microbien au cours duquel les oxydes d'azote solubles, nitrates ou nitrites sont réduits en gaz N_2O et N_2. L'atrazine, un herbicide de la famille des s-triazines utilisé essentiellement sur les cultures de maïs, est biodégradé par une communauté microbienne spécifique dont l'activité est promue dans la rhizosphère. Enfin la minéralisation du phosphore organique nécessite l'intervention de phosphatases extracellulaires essentiellement produites par les microorganismes de la rhizosphère.

Matériels et Méthodes

Le sol utilisé et le protocole expérimental pour obtenir les sols témoins (apport d'eau) et «mucilage» sont décrits dans le poster Gruet *et al.*.
Les dénombrements de bactéries nitrate-réductrices ont été effectués après étalement de séries de suspension-dilutions de sols sur des boîtes de Pétri contenant du milieu TSB + nitrate suivi d'une incubation en anaérobiose de 7 j.
L'ADN a été extrait de 250 mg de sol selon le protocole de Martin-Laurent *et al* (2001). Cinq extractions indépendantes ont été effectuées pour chaque traitement. Une région interne du gène *narG* codant la sous-unité catalytique de la nitrate réductase a été utilisée comme marqueur moléculaire de cette communauté fonctionnelle. L'activité dénitrifiante potentielle a été mesurée par CPG après 24 h d'incubation en anaérobiose et en présence d'acétylène. Les flacons plasma utilisés contenaient de 5 g de sol + présence de 5 ml d'eau + KNO_3.
Les vitesses de dégradation du paranitrophenylphosphate mesurées à pH 6,5 (tampon acétate Na) en fonction de la concentration en substrat ont été déterminées.
Les cinétiques de dégradation de l 'atrazine marquée au ^{14}C (45 000 dpm.g^{-1} de sol) soit sur la chaîne éthyle soit sur le cycle s-triazine ont été déterminées sur les sols témoin et «mucilage» (0.5 g sol équivalent sec, 5 répétitions) pour 5 concentrations différentes d'atrazine (4.5, 3.0, 1.5, 0.75, 0.375 et 0.1875 mg.g^{-1} sol).

Résultats et discussion

	Activité Dénitrifiante Potentielle (N-N_2O/g/h)	UFC NO_3- réd. (10^5 .g^{-1} sol sec)
Sol témoin	4.69 (0.79)	5.8 (0.6)
Sol mucilage	11.52 (0.96)	7.9 (1.9)

Tab. 1. Comparaison des activités dénitrifiantes potentielles et des densités de nitrate réducteurs entre les sols témoin et les sols mucilage

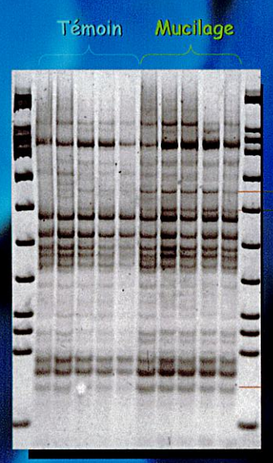

Fig 1. Comparaison des profils RFLP du gène *narG* amplifié à partir du sol témoin et du sol « mucilage »

Une augmentation d'un facteur de 2,5 de l'activité dénitrifiante potentielle a été observée dans le sol amendé en mucilage de maïs. Cette modification de l'activité dénitrifiante est en accord avec les études précédentes montrant une stimulation de l'activité dénitrifiante dans la rhizosphère du maïs.
La densité des micro-organismes nitrate-réducteurs est similaire dans les deux traitements indiquant que cette communauté fonctionnelle n'a pas été affectée par le mucilage. Au contraire, les sols amendés en mucilage présentent des profils RFLP du gène *narG* légèrement différents du sol témoin. Des différences entre les deux traitements ont aussi été observées au niveau de la microflore totale (Cf Gruet *et al.*). L'apport de mucilage a donc non seulement modifié l'activité de dénitrification potentielle mais également la structure de cette communauté fonctionnelle.
L'analyse de la structure de cette communauté et l'identification par séquençage des populations dont la compétitivité à été affectée suite à des apports de mucilage est actuellement en cours.

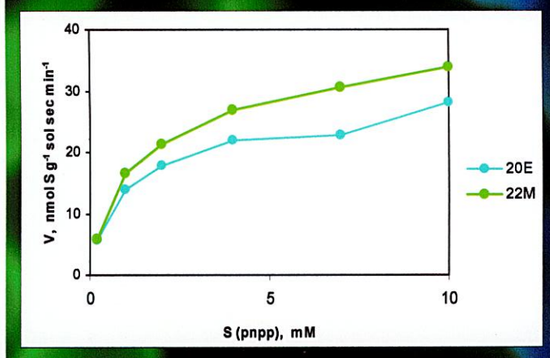

Fig 2. Mesure de la vitesse de dégradation du paranitrophenylphosphate, en fonction de la concentration en substrat dans les sols témoin (E) et « mucilage » (M).

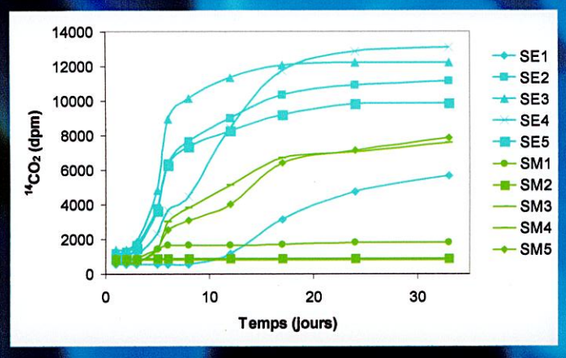

Fig 3. Cinétique de dégradation de l'atrazine marquée au ^{14}C sur la chaîne éthyle dans les sols témoin (SE) et « mucilage » (SM).

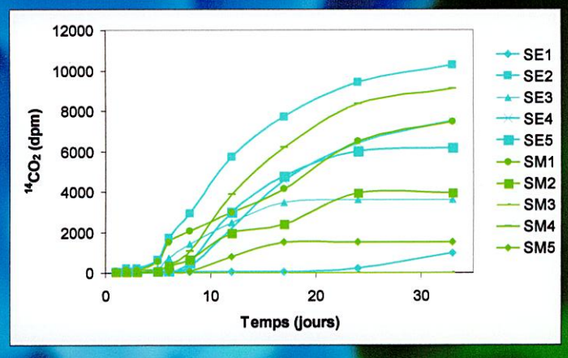

Fig 4. Cinétique de dégradation de l'atrazine marquée au ^{14}C sur le cycle s-triazine dans les sols témoin (SE) et « mucilage » (SM).

Les résultats préliminaires obtenus sur une répétition des sols mucilage et témoin suggèrent un effet stimulant du mucilage sur l'activité phosphatase microbienne.

Les sols témoin et «mucilage» présentent des cinétiques de minéralisation de l'atrazine caractéristiques d'un sol adapté à la dégradation de cet herbicide (Fig. 3 et 4). On note une variabilité importante de l'activité de dégradation de l'atrazine pour des répétitions au sein d'un même traitement. Toutefois, les sols témoin dégradent plus rapidement et plus fortement l'atrazine marquée sur la chaîne éthyle que les sols mucilage (Fig.3). En revanche, les sols témoin et «mucilage» présentent la même aptitude à dégrader l'atrazine marquée sur le cycle s-triazine (Fig. 4). Ces observations suggèrent que la microflore impliquée dans la dégradation de la chaîne éthyle de l'atrazine pourrait être différente de celle impliquée dans la dégradation du cycle s-triazine. De plus, ces résultats sont en contradiction avec les travaux récents de Piutti *et al.* (2002) montrant une augmentation de la vitesse de dégradation de l'atrazine dans la rhizosphère du maïs. Par conséquent, nous pouvons émettre l'hypothèse que l'apport de mucilage n'est pas le phénomène explicatif de l'effet positif de la rhizosphère de maïs sur la dégradation de l'atrazine.

Références

Hartig E., U. Schiek., K-U. Vollack and W.G. Zumft. 1999. Nitrate and nitrite control of respiratory reduction of nitrate in denitrifying *Pseudomonas stutzeri*, by a two component regulatory system homologous to NarXL of *Escherichia coli*. J. Bacteriol.181: 3658-3665

Baumann B., M. Snozzi, J.B. Zendher and JBRD. Meer. 1996. Dynamics of denitrifying activity. of *Paracoccus denitrificans* in continuous culture during aerobic-anaerobic changes. J. Bacteriol. 178: 4367-4374

Philippot, L., and O. Hojberg. 1999. Dissimilatory nitrate reductases in bacteria. Biochim Biophys Acta. 1446(1-2):1-23.

Philippot L., P. Mirleau, S. Mazurier, S. Siblot, A. Hartmann, P. Lemanceau and J.C. Germon. 2001. Characterization and transcriptional analyses of *Pseudomonas fluorescens* denitrifying clusters containing the *nar*, *nir*, *nor* and *nos* genes. Biochim. Biophys. Acta. 15 17: 436-440