

Les associations mycorhiziennes dans les sols : une meilleure maîtrise de la production végétale ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 05.01.Q01

janvier 2024

Mots clés : symbiose mycorhizienne - diversité - productivité - résilience - agrosystème - sols écosystème

Afin de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement de certaines pratiques agricoles, l'identification d'itinéraires culturels respectueux des règles d'une agriculture durable à faibles apports d'intrants est devenue une urgence fondamentale, afin de répondre à l'objectif de nourrir une population mondiale en constante évolution, et ce sans surexploiter ni appauvrir les ressources naturelles.

Dans ce contexte est apparu le concept d'*agriculture doublement verte*, ayant pour principale vocation de combiner les objectifs de la révolution verte avec ceux visant à préserver la biodiversité, et à maintenir la capacité de résilience des agroécosystèmes.

L'utilisation des associations champignons–racines (les mycorhizes) présente un intérêt majeur.

Une approche novatrice de l'agriculture

Cette approche novatrice de l'agriculture trouve ses principes fondateurs dans l'agroécologie, qui est généralement définie comme un ensemble de moyens et pratiques visant à valoriser les théories écologiques, dans la conception d'itinéraires culturels respectueux des règles d'une agriculture durable à faibles apports d'intrants.

La définition de pratiques agricoles reposant sur des mécanismes biologiques¹ connus pour :

- leur importance dans l'évolution spatio-temporelle des écosystèmes végétaux terrestres,
- leur effet sur la productivité de l'agro-écosystème,
- et leur impact sur la capacité de résilience de l'agro-écosystème,

est considérée comme une approche scientifique et technique robuste susceptible de remplir les objectifs de l'agriculture doublement verte et d'assurer la transition écologique en agriculture.

Ces processus biologiques – qui améliorent la nutrition minérale des plantes, ainsi que leur résistance à des stress d'origine biotique et/ou abiotique – sont largement dépendants de l'établissement et du fonctionnement de la symbiose mycorhizienne, qui est l'association symbiotique entre les racines de la majorité des plantes terrestres et des champignons appartenant au phylum des glomérômycètes.

La symbiose mycorhizienne

La symbiose mycorhizienne est observée dans tous les écosystèmes terrestres et chez plus de 80 % des familles de plantes.

La *symbiose mycorhizienne à arbuscules* est la plus ancienne et la plus répandue au sein du règne végétal terrestre ; en effet, 70 à 90 % des espèces végétales sont associées à des champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA). Elle concerne en particulier des plantes d'intérêt alimentaire essentiel (céréales, légumineuses...). La nouvelle classification place les CMA (anciennement regroupés dans les Zygomycètes) dans le phylum des Glomeromycota, et les répartit en quatre ordres différents :

- Archaeosporales,
- Paraglomerales,
- Diversisporales

¹ par exemple : facilitation inter-plantes ; processus de *plant soil feedback*, ou rétroaction plante/sol

- Glomerales,
soit 14 familles et environ 29 genres.

De nombreuses études ont montré l'importance des CMA pour le développement de la plante hôte dans :

- la mobilisation et l'acquisition de nutriments (par exemple : azote et phosphore),
- la nutrition hydrique de la plante,
- sa résistance face aux stress d'origine biotique (agent pathogène) et/ou abiotique (stress hydrique, salin),
- ou encore sa tolérance aux polluants organiques et inorganiques.

L'ensemble de ces propriétés attribuées aux CMA explique l'intérêt porté à cette composante microbienne du sol dans le cadre d'une agriculture à faibles apports d'intrants.

Tableau 1 : principales propriétés de la symbiose mycorhizienne en tant que contributeur de services écosystémiques (source : Gianinazzi *et al.*, 2010)

Fonction	Service écosystémique
Développement d'un réseau mycélien Modifications dans l'architecture racinaire de la plante	Amélioration de la structure du sol et de sa stabilité, de la rétention d'eau
Amélioration de la nutrition minérale et hydrique de la plante	Stimulation de la croissance de la plante hôte et diminution de l'apport d'intrants minéraux
Production de molécules type glomaline	Amélioration de la structure du sol et de sa stabilité, de la rétention d'eau
Prospection large de la porosité des sols ; effet barrière aux sels et aux contaminants	Résistance des plantes à la sécheresse, salinité, métaux
Antagonisme et effet barrière contre les organismes pathogènes	Amélioration de la résistance des plantes aux prédateurs racinaires (ex : nématodes, etc)
Modification du métabolisme secondaire des plantes	Amélioration de la qualité des produits (Ex : qualité nutritionnelle, qualité chimique d'huiles essentielles, etc)

Les déficits en azote et en phosphore sont les principales carences minérales des sols cultivés : en conséquence, les CMA apparaissent comme des agents biologiques performants susceptibles de remédier à ces facteurs limitant la productivité de l'agrosystème. En particulier, les caractéristiques des sols tropicaux et méditerranéens (faible teneur en P assimilable) et le besoin accru de productivité des périmètres cultivés pour satisfaire les besoins alimentaires des populations locales, offrent un champ d'action à privilégier pour démontrer l'intérêt de valoriser la symbiose mycorhizienne pour les décennies à venir.

Comment augmenter le potentiel mycorhizogène ?

Deux stratégies peuvent être envisagées pour augmenter le potentiel infectieux mycorhizogène des sols cultivés :

- Une approche dite *réductionniste* (ou *mycorhization contrôlée*), qui vise à introduire en masse une souche de CMA préalablement sélectionnée pour un paramètre donné, par exemple l'impact sur la croissance de la plante hôte, la résistance au stress salin, etc.
- Une approche dite *holistique*, qui vise à favoriser la multiplication des propagules de CMA en introduisant dans les itinéraires culturaux (cultures mixtes, rotations) des espèces hypermycotrophes, par exemple des légumineuses.

L'effet mycorhizien est optimal dans des sols présentant des paramètres abiotiques peu ou pas favorables à la production végétale, par exemple un sol présentant des carences minérales. Des augmentations de rendement pour le blé dur, après une gestion holistique du potentiel mycorhizien du sol ou après une inoculation d'un champignon mycorhizien *Rhizophagus irregularis*, ont été observées².

Un potentiel cependant encore sous-exploité

Les potentialités offertes par la symbiose mycorhizienne en termes d'amélioration de la productivité des agrosystèmes sont reconnues et scientifiquement démontrées. Toutefois force est de constater que cette

² Wabbi et al. 2015-2016

ressource microbienne, naturellement présente dans la majeure partie des sols de la planète, reste sous-exploitée malgré les nombreux travaux scientifiques³, et reste encore relativement ignorée par les hommes de l'art.

Afin de remédier à cette situation, différents axes de recherche doivent être urgemment explorés :

- La prise en compte du paramètre symbiose plante/microorganisme, dans les stratégies de sélection de variétés de plantes de grande culture.
- L'acceptation des connaissances acquises en écologie microbienne des sols, pour adopter des protocoles susceptibles d'assurer l'utilisation de ces ressources microbiennes telluriques de manière pertinente, raisonnée et performante.
- La création d'une charte décrivant les bonnes pratiques à respecter dans le cadre de la formulation et de l'utilisation de biofertilisants microbiens (type champignon mycorhizien) afin de garantir à l'utilisateur une qualité et un impact élevé sur les rendements des cultures.

Robin DUPONNOIS, membre de l'Académie d'Agriculture de France, et Yves PRIN, chercheur au CIRAD

Ce qu'il faut retenir :

La symbiose mycorhizienne – entre des champignons et la majorité des plantes – est un processus biologique ubiquiste régissant l'évolution spatio-temporelle des éco-agrosystèmes.

Cette symbiose, entre des champignons et les racines, offre de multiples services qu'il convient de valoriser et d'optimiser dans la définition d'itinéraires culturels facilitant l'établissement et le fonctionnement de ces interactions plantes/microorganismes

- soit par une gestion de type *holistique*, via l'établissement de couverts végétaux diversifiés tant au niveau spécifique que fonctionnel (ex : association céréales/légumineuses) visant à promouvoir la multiplication des communautés mycorhiziennes telluriques,
- ou de type *réductionniste*, par l'introduction en masse dans le sol d'un symbiote fongique préalablement sélectionné pour un paramètre donné (ex : promotion de la croissance des plantes dans un environnement sous contraintes abiotique, type salinité ou carences minérales).

Cette gestion de la symbiose mycorhizienne constituera une des stratégies agroécologiques susceptibles d'être mise en œuvre afin d'assurer la productivité et la stabilité des agroécosystèmes, dans le cadre d'une gestion durable des ressources naturelles terrestres.

Pour en savoir plus :

- E. OUTAMAMAT, S. EL MRABET, H. DOUNAS, A. BARGAZ, R. DUPONNOIS, L. OUAHMANE : *Symbiotic interactions between a newly identified native mycorrhizal fungi complex and the endemic tree Argania spinosa mediate growth, photosynthesis, and enzymatic responses under drought stress conditions*. Canadian Journal of Forest Research 52 (1)2022
- S. WAHBI, Y. PRIN, J. THIOULOUSE, H. SANGUIN, E. BAUDOIN, T. MAGHRAOUI, K. OUFDOU, C. LE ROUX, A. GALIANA, M. HAFIDI, R. DUPONNOIS: *Impact of Wheat/Faba Bean Mixed Cropping or Rotation Systems on Soil Microbial Functionalities*. Frontiers in Plant Sciences 7 (1364), 2016.
- A.H. FITTER : *Why plant science matters*, The New Phytologist 193(1), 2012
- S. GIANINAZZI, A. GOLLOTTE, M.N. BINET, D. VAN TUINEN, D. REDECKER, D. WIPF : *Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services*, Mycorrhiza 20(8), 2010.

³ 6 925 articles portant sur la symbiose mycorhizienne ont été publiés depuis 2020, d'après la base de données ISI Web of Science (01 2024)