

Biostimulants agricoles et associations mycorhiziennes : faire des champignons de véritables alliés pour des pratiques culturales plus résilientes

ARTHUR GARRIGUE

MOTS-CLÉS : BIOSTIMULANTS, CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS ARBUSCULAIRES, TERROIR, FILIÈRE, SYSTÈME PARTICIPATIF DE GARANTIE

Si l'enthousiasme suscité par la recherche scientifique sur les effets bénéfiques des symbioses entre plantes terrestres et champignons est justifié, peut-il toutefois s'étendre à l'usage agricole des biostimulants à base de champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) ? En se basant sur les acquis et consensus scientifiques concernant les associations mycorhiziennes ainsi que sur une méta-analyse concernant les usages agricoles de biostimulants à base de CMA, ce travail vise à déterminer s'il est possible de faire des champignons de véritables alliés pour des pratiques culturales plus résilientes. Pour ce faire, à partir de l'analyse des limites actuelles des applications commerciales des CMA, deux grandes pistes seront explorées : l'approche par une notion renouvelée de terroir et l'approche par la mise en place d'une filière de production de biostimulants.

BIOSTIMULANTS À BASE DE CMA : DES PROMESSES NON TENUES ?

Il existe un véritable consensus scientifique vis-à-vis des effets bénéfiques que permettent les associations mycorhiziennes pour les plantes terrestres (van der Heijden *et al.*, 2015). Les recherches extensives menées sur le sujet depuis les années 1980 jusqu'à aujourd'hui ont souvent permis de défendre leur application par

la gestion des communautés de champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) dans les sols (Salomon & Watts-Williams, 2024), notamment à travers l'usage de biostimulants ou de biopesticides (Elnahal *et al.*, 2022 ; Delaeter *et al.*, 2024). Il n'est donc pas surprenant que la part de marché mondial pour les biostimulants à base de CMA connaisse une forte croissance, approchant 995 millions USD – soit environ 918 millions EUR¹. Ce type de produit est aujourd'hui largement répandu et disponible dans la plupart des régions du monde.

Une récente méta-analyse, qui représente la prise en compte de plus de trois cents essais de biostimulants à base de CMA, offre cependant un bilan très contrasté et assez largement décevant des effets réellement constatés sur le terrain suite à l'usage de ces produits, eu égard aux promesses commerciales et à l'enthousiasme général (Koziol *et al.*, 2024). Comment expliquer ce bilan et quelles conclusions en tirer ? Est-il donc impossible de réaliser le potentiel des CMA dans le cadre d'applications commerciales ? La compréhension de ce bilan est essentielle pour répondre aux problèmes qu'il soulève et aux risques associés, notamment en termes de coûts pour les agriculteurs et agricultrices, de confiance dans l'outil

1. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/mycorrhiza-based-biofertilizer-market>

technologique que constituent les biostimulants et d'impact négatif sur la recherche dédiée aux CMA.

Avant de mobiliser les résultats de cette méta-analyse, il s'agira en premier lieu de reprendre les éléments généraux que la recherche a vraiment pu établir relativement aux associations mycorhiziennes. Il sera alors plus facile d'exposer les limites des applications commerciales de ce type de symbiose. À la lumière de ces remarques préliminaires, il sera alors possible d'appréhender les tentatives de réponse à ces limites : l'approche par une notion renouvelée de terroir d'une part et l'approche par la mise en place d'une filière ancrée localement d'autre part.

De la recherche sur les associations mycorhiziennes...

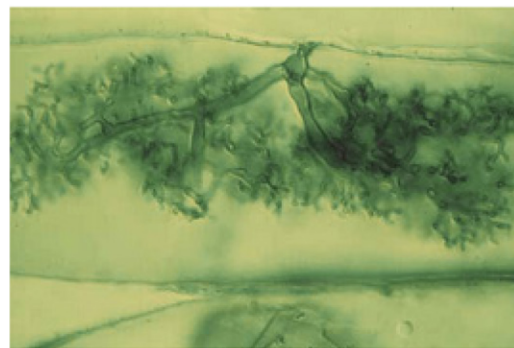
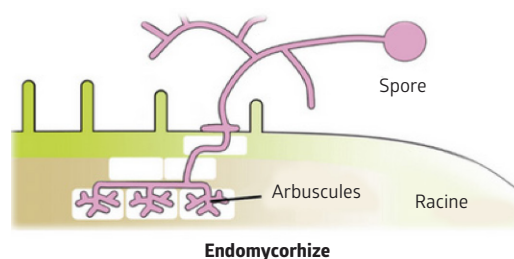
Les CMA, également appelés champignons endomycorhiziens, se distinguent des autres types de champignons mycorhiziens par la formation de grandes quantités d'hyphes parallèles à l'endoderme, à l'intérieur des cellules du système racinaire des plantes. Comme présenté dans la figure 1, à l'intérieur de ces cellules les CMA forment des structures ramifiées que l'on appelle arbuscules, lesquels augmentent la surface d'échange entre la plante et le champignon.

Les CMA sont polyvalents : quelques centaines d'espèces seulement forment des associations avec environ 200 000 espèces de plantes. Les hyphes de ces champignons se développent dans le sol, où ils recherchent des nutriments nécessaires à la croissance des plantes, en particulier les nitrates et les phosphates, à partir des racines de ces plantes. Ces nutriments sont ensuite fournis à leurs plantes hôtes en échange d'hydrates de carbone. Il est également établi que les CMA permettent de renforcer les défenses des plantes contre les herbivores et divers pathogènes, notamment en leur offrant la possibilité de communiquer entre elles. La symbiose mycorhizienne exerce donc une forte influence sur la croissance et la santé des plantes (van der Heijden *et al.*, 2015).

Cette influence se manifeste en particulier à travers le réseau d'hyphes des champignons mycorhiziens qui relient les plantes sous terre, permettant le mouvement des ressources entre elles. Dès lors, la symbiose joue un rôle clé dans les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore des écosystèmes. L'association mycorhizienne

concerne plus de 80 % des espèces végétales terrestres. Compte tenu de la quantité de ressources qui peuvent se déplacer au-dessus du sol suite aux communications interspèces permises par le réseau mycélien ou au-dessous du sol par le biais du réseau mycélien lui-même, le rôle de ce type de symbiose dans le cycle global des nutriments est donc considéré comme majeur (van der Heijden *et al.*, 2015).

FIGURE 1. SCHÉMA PRÉSENTANT UNE ENDMYCORHIZE ET PHOTOGRAPHIE D'ARBUSCULES



Arbuscules à l'intérieur d'une cellule de la racine de poireau

(Source : <https://www.biologie101.fr/biologie-vegetale/appareil-vegetatif-plante/systeme-racinaire>, avec l'aimable autorisation de l'auteur)

Enfin, les CMA participent à la structuration des sols et les préservent de l'érosion. Au-delà de la structuration par leurs seules présence et ramifications, les CMA rejettent de la glomaline dans les sols. Ces glycoprotéines améliorent la stabilité des sols en liant particules minérales et matière organique, permettant une plus grande résilience face à l'érosion provoquée par le vent et l'eau tout en préservant la porosité nécessaire à la pénétration de l'eau, de l'air et des racines (Channavar *et al.*, 2024).

Ce que la recherche a également établi, c'est que les associations mycorhiziennes sont généralement très dépendantes du contexte. Le choix d'investir ou non dans cette symbiose est généralement laissé à la plante, et celle-ci peut donc opter pour d'autres stratégies si le jeu n'en vaut pas la chandelle. Sur une parcelle cultivée avec des doses de fertilisants importantes, les plantes ne vont vraisemblablement pas investir dans une symbiose devenue superflue : pourquoi se lancer dans des échanges de nutriments quand elles peuvent jouir d'un festin d'azote et de phosphore sans contrainte ? En revanche, dans des milieux contraints, relativement pauvres quoiqu'avec toujours un minimum de phosphore nécessaire à la mycorhize, les plantes cultivées sont plus susceptibles d'opter pour la symbiose avec des CMA. À noter qu'en termes de rendement, en conditions limitantes, les plants mycorhizés ont certes une meilleure performance que les plants non mycorhizés, mais ils ne sauraient concurrencer des plants cultivés dans des champs surfertilisés.

D'autres variations de contexte influent par ailleurs sur les associations mycorhiziennes. Parmi elles, les interactions avec d'autres communautés microbiennes sont étudiées mais encore mal connues. Il est en outre difficile de cultiver un certain nombre d'espèces de CMA en laboratoire, notamment en vertu de ces interactions parfois nécessaires à leur bon développement. Et quand l'on parvient effectivement à réaliser certaines prouesses en laboratoire, la mise en pratique en conditions non contrôlées s'avère alors souvent plus périlleuse.

... à l'usage de biostimulants à base de CMA dans les agroécosystèmes

Si les effets bénéfiques des associations mycorhiziennes sont donc avérés et reconnus, l'importance des contextes et des pratiques ne doit quant à elle pas être sous-estimée. C'est bien ce qui semble porter préjudice à l'usage commercial des biostimulants à base de CMA les plus répandus, d'après la dernière méta-analyse en date (Kozioł *et al.*, 2024).

En premier lieu se manifeste la difficulté associée au fait de travailler avec du vivant. En effet, comment maintenir viables des biostimulants et éviter leur contamination en prenant en compte le temps et les conditions de stockage ? De nombreux cas étudiés dans la méta-analyse font état

d'un manque de propagules de CMA viables dans les biostimulants lors de leur utilisation par les agriculteurs et agricultrices. Dans le cas où elles seraient viables, rien ne permet de garantir que la présence des CMA apportés suffira à la formation de l'association mycorhizienne dans la parcelle cultivée.

Ceci est d'autant plus vrai qu'il s'agit souvent d'espèces de CMA complètement exogènes au sol cultivé. Dans ces biostimulants est en effet constatée une très faible diversité des espèces de CMA ; on retrouve souvent une seule et même espèce appliquée de manière indiscriminée : *Rhizophagus irregularis*. Ce manque d'adaptation aux contextes et aux écosystèmes peut avoir des conséquences désastreuses, puisque sont également rapportés des cas où les récoltes sont perdues suite à l'apport de ce type de biostimulants à base de CMA.

Le manque de réglementation, de transparence et de traçabilité n'arrange rien à l'affaire. Les espèces de CMA indiquées sur les paquets de biostimulants ne correspondent pas forcément aux espèces se trouvant effectivement à l'intérieur. Parfois, les espèces ne sont tout simplement pas indiquées. La méta-analyse rend compte d'un échec systématique au niveau de la production des biostimulants, de leur distribution, ainsi que d'un manque de directives claires et de cadres pour l'assurance qualité. D'après les comparaisons que permet cette méta-analyse, les biostimulants développés au sein de laboratoires de recherche ont souvent une efficacité supérieure, ce qui suggère bien une faille dans le contrôle qualité des biostimulants commerciaux.

Les pratiques des agriculteurs et agricultrices ne sont quant à elles pas forcément harmonisées avec la démarche de biostimulation, ce qui peut être la traduction d'un manque de formation ou d'information sur l'usage de ces produits. Ces biostimulants sont de fait vendus avec peu d'explications sur les pratiques culturales, pourtant cruciales pour leur bon fonctionnement – par exemple un travail du sol allégé, des rotations de cultures, un usage restreint des intrants chimiques. Dès lors, l'application du biostimulant au mauvais moment ou une mauvaise gestion peuvent compromettre le succès de la symbiose et le développement des mycorhizes (Chave *et al.*, 2019).

D'aucuns en viennent donc à questionner la pertinence de la démarche qui consiste à

apporter des biostimulants dans les agroécosystèmes (Ryan & Graham, 2018). Face au succès très relatif de ces biostimulants, ces auteurs invitent notamment les chercheurs et chercheuses à porter plus d'attention à des critères comme le développement effectif et significatif de la symbiose avec les plantes cultivées (*mycorrhizal growth response*), plutôt qu'à la seule abondance des CMA sur les parcelles.

D'autres en revanche n'ont pas abandonné l'idée de bénéficier du potentiel des CMA et ont tenté des approches innovantes pour pallier les manquements et défauts les plus répandus des biostimulants à base de CMA. Ce travail entend maintenant rendre compte de deux des pistes explorées en réponse à ce bilan mitigé. Les échelles sont différentes, les problèmes confrontés ne sont pas tout à fait les mêmes non plus : l'enjeu est de révéler le spectre des possibles et des applications pertinentes à travers ces deux types d'approches potentiellement complémentaires.

DEUX PISTES EXPLORÉES EN RÉPONSE AU BILAN MITIGÉ DES BIOSTIMULANTS À BASE DE CMA

L'approche par le terroir

L'approche par le terroir est avant tout une double réponse : au manque de prise en compte des contextes et des écosystèmes d'une part, au manque d'harmonisation des pratiques avec la démarche de biostimulation par l'apport de CMA d'autre part. Cette approche a en effet le mérite de considérer des espaces donnés d'après les interactions entre un milieu physique et biologique identifiable et les pratiques qui lui sont appliquées (OIV, 2010). L'usage de la notion de terroir est souvent lié à la valorisation de caractéristiques distinctives qu'il confère aux produits cultivés. À titre d'exemple, dans le cas du vin d'appellation d'origine contrôlée Pic-Saint-Loup, il est possible d'identifier un contexte climatique et géographique ainsi qu'un milieu physique et biologique spécifiques. En interaction avec cet environnement sont appliquées un ensemble de savoir-faire, de pratiques humaines. Enfin, sont attribuées au vin produit à partir de cet espace et des interactions qui y adviennent – ce qui constitue donc un terroir – des caractéristiques distinctives, lesquelles serviront de justification pour établir l'appellation d'origine contrôlée.

Cet exemple vitivinicole et la référence à la résolution de l'Organisation internationale de la Vigne et du Vin (OIV) ne sont pas des éléments choisis au hasard : il s'agit du contexte dans lequel la *start-up* Mycea a fait ses premiers pas. Celle-ci propose le service *mycoterroir*®, une approche fondée sur la notion de terroir dans laquelle les biostimulants à base de CMA sont développés sur mesure (Battie-Laclau, 2024). En quoi consiste *mycoterroir*® ? Comme présenté dans la figure 2, Mycea procède d'abord à un diagnostic de la santé du sol des parcelles concernées et environnantes, en se concentrant en particulier sur les CMA : la diversité des espèces présentes, l'abondance des CMA dans le sol. Une analyse poussée de ces résultats est ensuite effectuée, à la lumière d'un référentiel national établi par Mycea au cours de plusieurs années de recherches et après de nombreux prélèvements. À partir de ce diagnostic, plusieurs cas de figures sont possibles. Si la parcelle étudiée est trop endommagée ou si elle est en parfaite santé, Mycea ne va pas intervenir. Si Mycea décide d'intervenir, elle va cultiver et multiplier les souches de CMA pertinentes et proposer une formule adaptée au contexte d'intervention, en granulés ou en poudre par exemple, dépendamment du type de culture et de son état d'avancement. De manière complémentaire, Mycea va fournir des conseils et accompagner les agriculteurs et agricultrices pour co-construire des pratiques cohérentes avec la démarche de biostimulation amorcée – peuvent notamment être donnés en exemple la pratique de travail du sol simplifié et l'usage de peu d'intrants chimiques (Laclau, 2025).

L'approche filière

L'approche filière est pour sa part pensée essentiellement comme une réponse face au manque de traçabilité, de transparence, de réglementations et d'harmonisation des pratiques. Cette approche trouve son incarnation dans le projet intitulé Fil'Inoc, porté au Sénégal, et plus généralement en Afrique de l'Ouest, par l'Institut de recherche et de développement (IRD), l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA) et de très nombreux partenaires. Dans ce cas, les biostimulants à base de CMA sont appelés inoculums biofertilisants, d'où le nom du projet : Fil'Inoc pour « filière inoculum ». Le cœur du projet consiste à accompagner la création d'unités

FIGURE 2. ÉLÉMENTS DE COMMUNICATION DE MYCEA SUR LE SERVICE MYCOTERROIR®

ÉTAPE D'ÉVALUATION DU SITE

Votre sol est-il riche ou pauvre en champignons mycorhiziens ?



01. Prélèvements de sol et de racines sur le site à caractériser puis sur des sites environnants riches en diversité mycorhizienne.



02. Évaluation de l'abondance et de la diversité locale des champignons mycorhiziens.

ÉTAPE DE PRODUCTION DE MYCOTERROIR®



03. Production par amplification en chambre de culture des champignons mycorhiziens prélevés sur les sites environnants.



04. Formulation de votre MYCOTERROIR® selon votre projet.



(Source : document fourni par et publié avec l'aimable autorisation de Mycea)

de production locales de biostimulants à base de souches de CMA prélevées sur le territoire et de sous-produits agricoles issus du bassin arachidien (Nadieline *et al.*, 2024). Dans l'état actuel du projet, trois unités de production d'inoculum ont été montées et sont fonctionnelles, sous trois formes économiques différentes : un groupement d'intérêt économique, une association de producteurs et une entreprise privée. L'IRD fournit des souches de CMA viables et propose un contrôle qualité aux producteurs et productrices avant la distribution. Ces trois unités produisent et vendent avec un prix de revient qui comprend le coût des étapes réalisées par l'IRD : le projet fonctionne donc aujourd'hui sans nécessité de chercher de nouveaux financements.

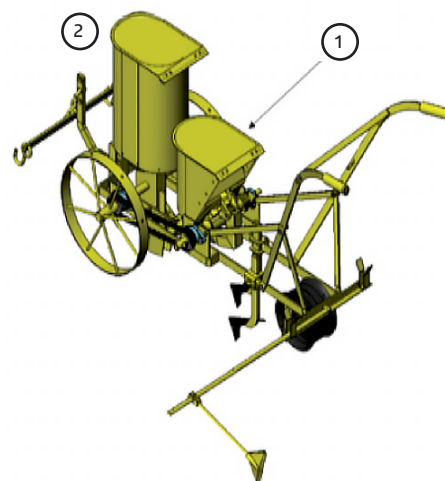
De leur côté, les agriculteurs et agricultrices sont formés à l'usage de ces biostimulants par le biais du dispositif d'accompagnement à distance d'expérimentations multipartenaires (DIADEEM). Ce dispositif doit permettre le partage de compétences clés, avec une dizaine de modules allant de la maîtrise des outils numériques de collaboration à distance jusqu'au respect de la charte de la filière, en passant par une introduction à l'inoculation et à l'agroécologie. Il doit aussi permettre la transmission et la cartographie de données par les agriculteurs et agricultrices pour continuer d'étudier le comportement des inoculums en fonction des différentes conditions – types de sol, environnement, pluviométrie, etc.

Les différentes parties prenantes, en particulier les agriculteurs et agricultrices, ont également participé à la conception d'une machine dédiée à l'épandage sur de grandes surfaces adaptée à leurs pratiques culturales, représentée sur la figure 3 : un semoir d'épandage multifonctionnel. Ce semoir permet de semer des cultures tout en appliquant le biostimulant sur de grandes surfaces agricoles. Il est aussi utilisable pour épandre d'autres intrants, qu'il s'agisse de compost ou d'engrais chimiques, et permet d'optimiser leur usage en limitant les quantités requises par unité de surface (Krasova Wade, 2025).

FIGURE 3. SEMOIR POUR ÉPANDAGE DE BIOSTIMULANTS À BASE DE CMA

1 : Trémie à disque interchangeable pour les semences (arachide, niébé, mil, maïs, etc.) ; 2 : Trémie à disque pour verser le biostimulant de manière synchrone, calibrée avec la semence directement dans les sillons.

(Source : « Fiche semoir », fournie par Tatiana Krasova Wade de l'IRD)



L'objectif à terme est de monter un système participatif de garantie (SPG). C'est-à-dire un système d'assurance qualité ancré localement, avec un cahier des charges et des pratiques harmonisées sur toute la chaîne de valeur, basé sur l'évaluation par les pairs. Se pose également la question d'une homologation de l'inoculum comme intrant biologique pour que les agriculteurs et agricultrices puissent bénéficier de financements de l'État au Sénégal, dans une optique d'intégration à l'écosystème des règles et cadres actuellement en place sur le territoire.

VERS UNE ÉVOLUTION DES PRATIQUES CULTURALES ?

Dans l'approche terroir comme dans l'approche filière prime une optique relationnelle, systémique. La pertinence de la démarche de Mycea tient en effet à l'analyse sur mesure des parcelles concernées, doublée d'un accompagnement des agriculteurs et agricultrices. Fil'Inoc ne peut advenir qu'en vertu d'une entente globale et co-construite sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Par ailleurs, si Mycea n'intervient pas sur des parcelles considérées comme étant en très bonne santé et si Fil'Inoc se développe en premier lieu en Afrique de l'Ouest, c'est aussi le signe qu'une application systématique est à exclure.

Les CMA n'ont en effet pas attendu leur usage sous forme de biostimulants pour sporuler. La démarche de Mycea n'a de sens que dans le cas d'une nécessaire accélération de la transition agroécologique, pour gagner du temps sur une conversion vers l'agriculture biologique ou en réponse à des risques climatiques accrus, par exemple. Celle de Fil'Inoc ne saurait non plus advenir dans n'importe quel contexte : un milieu très contraint combiné avec un usage relativement faible d'intrants chimiques explique la naissance du projet et sa réussite dans le temps au Sénégal. En ce qui concerne les biostimulants et les associations mycorhiziennes, il ne s'agit donc pas tant de simplement remplacer les intrants chimiques par un nouveau type d'intrant dont on attendrait les mêmes effets sans les impacts négatifs actuels.

Ce serait là l'écueil du solutionnisme technologique : rien n'aurait besoin de changer, le paradigme actuel et les pratiques culturelles qu'il comporte pourraient perdurer car des inventions

et de nouvelles technologies nous éviteraient la réflexion. Au contraire, les approches étudiées dans ce travail traduisent l'usage de nouveaux critères de décision : l'impact sur la biodiversité, la résilience des cultures plutôt que le seul rendement. En effet, substituer purement et simplement des biostimulants à base de CMA aux intrants chimiques habituels impactera nécessairement les rendements et le mythe d'une éternelle hausse de ces rendements par l'usage de biotechnologies doit dans ce cas être considéré pour ce qu'il est. Les rendements ne sont donc pas le seul critère qui peut guider les décisions et les pratiques culturelles. Cette réflexion ouvre même la voie à de nouvelles formes de sélection variétale : il est en effet possible d'imaginer une sélection variétale qui priorise des plantes dont les capacités à investir les symbioses sont plus prononcées que celles des autres plantes (Taschen, 2025).

En lieu et place du solutionnisme technologique et dans l'optique d'éviter les écueils du bilan mitigé des biostimulants à base de CMA commerciaux les plus répandus, il s'agit donc plutôt d'adopter une démarche ancrée dans les contextes et les écosystèmes. Une démarche qui favorise l'harmonisation des pratiques, la traçabilité et une transparence accrue des biostimulants produits. En d'autres termes : une démarche agroécologique, seule capable de faire des champignons de véritables alliés pour des pratiques culturelles plus résilientes.

BIBLIOGRAPHIE

- Battie-Laclau, P., Taudière, A., Bernard, M., Bodéan, L., Duchemin, M., de Roman, Y., Yol, A. & Barry-Etienne, D. (2024). *Terroir* and farming practices drive arbuscular mycorrhizal fungal communities in French vineyards. *Frontiers in Microbiology*, 15. 10.3389/fmicb.2024.1463326
- Channavar, V.R., Jakir Hussain, K.N., Vyas, R.D.V., Malappannavar, N., Radder, V.S. & Jagadeesh, B.R. (2024). The Hidden Powers of Glomalin: Insights into Soil Health and Functionality. *Archives of Current Research International*, 24, 469-479. 10.9734/acri/2024/v24i5724
- Chave, M., Angeon, V., Paut, R., Collombet, R. & Tchamitchian, M. (2019). Codesigning biodiversity-based agrosystems promotes alternatives to mycorrhizal inoculants. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(48). 10.1007/s13593-019-0594-y
- Delaeter, M., Magnin-Robert, M., Randoux, B. & Lounès-Hadj Sahrroui, A. (2024). Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Biostimulant and Biocontrol Agents: A Review. *Microorganisms*, 12(7), 1281. 10.3390/microorganisms12071281
- Elnahal, A.S.M., El-Saadony, M.T., Saad, A.M., Desoky, E.S.M., El-Tahan, A.M., Rady, M.M., AbuQamar, S.F. & El-Tarabily, K.A. (2022). The use of microbial inoculants for biological control, plant growth promotion, and sustainable agriculture: A review. *European Journal of Plant Pathology*, 162, 759-792. 10.1007/s10658-021-02393-7
- Kozioł, L., McKenna, T.P. & Bever, J.D. (2024). Meta-analysis reveals globally sourced commercial mycorrhizal inoculants fall short. *New Phytologist*, 246(3), 821-827. 10.1111/nph.20278
- Nadieline, C.V., le Quéré, A., Ndiaye, C., Diène, A.A., Do Rego, F., Sadio, O., Thioye, Y.I., et al. (2024). Development of on-farm AMF inoculum production for sustainable agriculture in Senegal. *PLoS One*, 19(11). 10.1371/journal.pone.0310065
- Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (2010). *Résolution OIV/VITI 333/2010 : définition du terroir vitivinicole*. <https://www.oiv.int/fr/node/3362>
- Ryan, M.H. & Graham, J.H. (2018). Little evidence that farmers should consider abundance or diversity of arbuscular mycorrhizal fungi when managing crops. *New Phytologist*, 220 (4), 1092-1107. 10.1111/nph.15308
- Salomon, M.J. & Watts-Williams, S.J., (2024). Realising the promise of arbuscular mycorrhizal fungal biofertilisers through more applied research. *New Phytologist*, 246(3), 811-813. 10.1111/nph.20363
- Van der Heijden, M.G.A., Martin, F.M., Selosse, M.-A. & Sanders, I.R. (2015). Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future. *New Phytologist*, 205(4), 1406-1423. 10.1111/nph.13288

Entretiens

Krasova Wade T., agente IRD, UMR Eco&Sols, LMI Intensification écologique des sols cultivés en Afrique de l'Ouest (IESOL), Centre de recherche de Bel Air, Dakar-Sénégal, entretiens en visioconférence les 20 et 21/02/2025.

Laclau P., responsable Pôle mycorhizes chez Mycea, entretien téléphonique le 21/02/2025.

Taschen E., chercheuse INRAE, UMR Eco&Sols, entretien en visioconférence le 21/02/2025.

En savoir plus

Brundrett, MC. (2008). *Arbuscular Mycorrhizas. Mycorrhizal Associations: The Web Resource*. <http://mycorrhizas.info>