



HAL
open science

La mycorhization protège le blé contre la septoriose: analyse transcriptomique de la résistance induite

Delaeter Mathieu, Lucau-Danila Anca, Randoux Béatrice, Maryline
Magnin-Robert, Anissa Lounès - Hadj Sahraoui

► **To cite this version:**

Delaeter Mathieu, Lucau-Danila Anca, Randoux Béatrice, Maryline Magnin-Robert, Anissa Lounès - Hadj Sahraoui. La mycorhization protège le blé contre la septoriose: analyse transcriptomique de la résistance induite. 7èmes Journées Francophones des Mycorhizes (JFM7), 2024. hal-04579885

HAL Id: hal-04579885

<https://hal.science/hal-04579885>

Submitted on 18 May 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.



JFM7

7èmes Journées Francophones des Mycorhizes

14-16 Mai 2024
Montpellier, France

<https://jmf7.journees.inrae.fr/>

Livret de résumés



Bienvenu aux JFM7

Les associations mycorhiziennes sont bien connues pour leur rôle dans l'amélioration de la croissance des plantes. Elles contribuent également à la résistance/tolérance de plantes à de nombreux stress biotiques et abiotiques, participent au maintien de la diversité végétale et aux cycles de nombreux éléments dont le carbone et le phosphore. A l'heure du développement d'une agriculture durable dans un contexte fort de pressions liées aux changements climatiques, la valorisation des connaissances sur les mycorhizes paraît essentielle du fait de leur rôle à l'interface entre le sol et les plantes.

Depuis 2008, les Journées Francophones des Mycorhizes sont organisées tous les 2 ans, avec la particularité d'être entièrement gratuites pour les participants. Bien que l'évènement soit francophone, il s'agit d'un événement international avec différents pays représentés dans les éditions précédentes (Canada, Belgique, Suisse, pays d'Afrique du Nord).

Nous espérons que ces *Journées JFM7* en 2024 à Montpellier permettront de resserrer les liens de la communauté francophone travaillant sur les mycorhizes, de favoriser les échanges d'informations et les collaborations, et de favoriser l'insertion des jeunes scientifiques dans cette communauté par la reconnaissance de leurs travaux de recherche.

Le Comité local d'Organisation

Sabine, Perrine, Elisa, Agnès, Marc

Remerciements

Nous remercions tous nos sponsors qui ont permis d'organiser ces *Journées JFM7* en 2024 à Montpellier.

Un grand merci également au *Comité Scientifique* pour son aide pour établir un programme scientifique bien intéressant !

Merci à tous les participants pour les propositions de présentations de leurs travaux récents et excitants ! Cette manifestation ne pourrait exister sans vous, merci par avance pour toutes les discussions et rencontres à venir.

L'organisation des JMF7 n'aurait pas été possible sans l'appui de nos gestionnaires et administrations pour gérer toute la logistique.

Et, enfin, nous remercions les services autour de notre évènement, support technique de l'Institut Agro, traiteurs, collègues du *Jardin des Plantes*, sécurité,

....

Le Comité local d'Organisation

Sabine, Perrine, Elisa, Agnès, Marc

Comité local d'Organisation



ZIMMERMANN Sabine

IPSIM CNRS



TASCHEN Elisa

Eco&sols INRAE



RUDINGER Perrine

IPSIM INRAE



ROBIN Agnès

Eco&sols Cirad



DUCOUSSO Marc

AGAP-Institut Cirad

Avec le soutien des équipes



Comité Scientifique



Almaria Juliana

Ecol Microb Lyon CNRS



CHAVE Marie

Astro Guadeloupe INRAE



DUCOUSSO Marc

AGAP-Institut Cirad



KRASOVA WADE Tatiana

Laboratoire commun de Microbiologie Dakar Sénégal IRD



LEFEBVRE Benoit

Lipme Toulouse INRAE



LUU Doan

IPSIM CNRS



RICHARD Franck

CEFE CNRS



ROBIN Agnés

Eco&sols Cirad

Comité Scientifique



SELOSSE Marc André

MNHN Paris



TASCHEN Elisa

Eco&sols INRAE



VENAULT FOURREY Claire

IAM Nancy INRAE



WIPF Daniel

Agroécol Dijon INRAE



ZIMMERMANN Sabine

IPSIM CNRS



Christophe Roux

LRSV CNRS Toulouse

Sponsors



MERCI

Soirée conviviale

Jardin des Plantes

<https://facmedecine.umontpellier.fr/patrimoine-historique/jardin-des-plantes/>

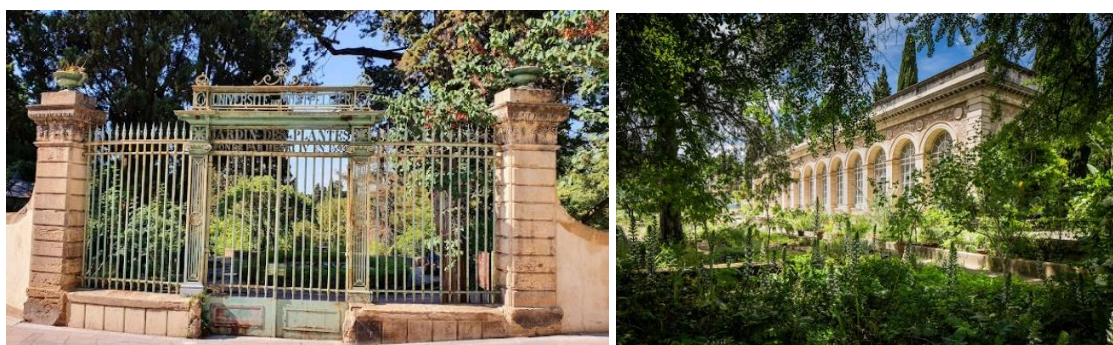
Mercredi 15 Mai 2024

Trajet (à pied environ 20-30 min // ou aussi Bus#6 direction Doria, arrêt Paladilhe puis 9 min de marche)

19h Arrivée pour la **Soirée Cocktail-Dîner au Jardin** (19h-22h30)

Jardin des Plantes

(Découverte vers 19h30 tour guidé par Marc-André Selosse & Emmanuel Spicq)



Le *Jardin des Plantes* se situe **Boulevard Henri IV** (à côté de la Croix Rouge)

Prix Poster

New Phytologist Poster Prize

Special issue: Mycorrhizal research now: New Phytologist: Vol 242, No 4
(<https://www.wiley.com>)

New Phytologist, supporting and promoting constantly publications and scientific meetings in the field of plant-microbe-environment interactions, sponsors a price for the best *JFM7* Poster, selection by a mixed jury during the *JFM7*.

Thanks to all of you for your effort for exciting & nice presentations.

Good luck to all & **Congratulation** to the Winner!

Anyhow, you are all winners, you will have a lot of interesting discussions, exchanges, maybe new ideas, recognition from colleagues...

Prix du meilleur poster – parrainé par New Phytologist

Numéro spécial: "Mycorrhizal Research Now"; *New Phytologist* 242, No 4, Mai 2024
(<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/toc/14698137/2024/242/4>)

New Phytologist soutient des publications et l'organisation de réunions scientifiques dans le domaine des interactions végétales-micro-organismes-environnement.

Un prix sera accordé pour le meilleur poster présenté aux *JFM7*.
(Sélection par un jury mixte pendant les *JFM7* & remise du prix avant la clôture)

Merci à tous pour vos efforts pour vos belles et passionnantes présentations.

Bonne chance à tous et félicitations au gagnant !

Quoi qu'il en soit, il n'y aura que des gagnants, avec beaucoup de discussions intéressantes, d'échanges, peut-être de nouvelles idées, de reconnaissance de collègues...

Collection thématique dans *Frontiers*



Frontiers in Microbiology - Microbe and Virus Interactions with Plants

& Linked to: *Frontiers in Plant Science - Plant Symbiotic Interactions section*

Mycorrhizal Symbioses: From Molecular and Functional Insights to Ecosystem Research and Application

<https://www.frontiersin.org/research-topics/60975>

Topic Editors

Sabine Dagmar Zimmermann, Monica Calvo-Polanco, Agnès Robin, Elisa Taschen

Mycorrhizal symbiosis between plant roots and soil fungi improves significantly the plant nutrition, tolerance of biotic and abiotic stress, and contributes thus to a better adaptation of plants towards environmental conditions as linked to climate change. Beneficial effects of such symbiotic interactions have been known since a while, focalizing research to a number of topics concerning the mechanisms of establishment and functioning of these fungal-root interactions. Moreover, the hidden network of fungal hyphae in the soil contributes to carbon storage. In a wider context of increasing challenges for plant growth and tolerance, mycorrhizal interactions as part of the whole soil biome are of interest in natural ecosystems and for application in agriculture.

The goal of this Research Topic is to bring together current research concerning mycorrhizal research at different levels, from molecular and functional analyses to more integrated studies of ecosystems and practical applications. The Research Topic will reflect increasing fundamental knowledge and its direct translation into ecological and sustainable praxes for plant growth, soil management, maintenance of ecosystems and agricultural progress. Studies might be focalized to the fungal or plant partners in the frame of symbiotic associations or to their impact with respect to environmental stress, also linked to global climate change.

We expect contributions to be included in the Research Topic involving:

- **Mechanisms of establishment and functioning of mycorrhizal interactions**
- **Impact of mycorrhizal symbiosis on plant performance and soil functioning**
- **Management of beneficial soil-fungi-root interactions for better plant growth and adaptation**

The Research Topic covering recent advances in fundamental and applied research on different levels focalizes on all kind of mycorrhizal symbioses. We aim to demonstrate increasing knowledge on these beneficial microbe-plant interactions together with their direct impact on plant and ecosystem performance as well as open questions and challenges.

The Research Topic invites all authors from the field of mycorrhizal research, and especially participants of the *7th French Mycorrhizal Days in Montpellier* in May 2024. We invite researchers to contribute Original Research articles, Methods, Reviews, Mini-Reviews, Perspectives or Opinion articles.

Manuscript Deadline: 29/07/2024 (extension possible)

Programme

7èmes Journées Francophones des Mycorhizes - 14-16 Mai 2024



4 Sessions scientifiques, Séminaire d'ouverture & Sessions Poster

Mardi 14 Mai 2024

A partir de 12h00 : Accueil de participants

14h Ouverture du congrès

14h15 - 17h45 Session 1

1. Biologie fonctionnelle des symbioses à l'échelle cellulaire

Co-chair & Keynote: **Claire VENAULT-FOUREY** (IAM, INRAE, Nancy) / **Doan LUU** (IPSiM, CNRS, Montpellier)

Cette session abordera différents aspects: du déchiffrement du dialogue moléculaire opérant pour l'établissement de la symbiose mycorhizienne à son fonctionnement (échanges nutritionnels). Les mécanismes régulant les compromis entre fonctions symbiotiques et immunité de la plante entière pourront être abordés.

14h15 - 15h30 Chapeau 1 & Présentations de participants (résumés sélectionnés)

14h15 Chapeau 1 (C1#1) Claire VENAULT-FOUREY (IAM, INRAE, Nancy) / **Doan LUU** (IPSiM, CNRS, Montpellier) "*Signalisation et nutrition hydrominérale dans les symbioses mycorhiziennes*"

14h45 (T1#3) Léo BUNEL "*Coordination entre l'endoderme racinaire et la symbiose mycorhizienne à arbuscules pour les échanges nutritifs*"

15h (T1#7) Thomas GUZMAN "*Les traits foliaires nous renseignent-ils sur le type de partenaire mycorhizien?*"

15h15-15h30 Poster Flash 1 (P1#1-3)

15h30-16h30 Pause & Poster Session 1

16h30 - 17h30 *Suite Session 1* Présentations de participants (résumés sélectionnés)

16h30 (T1#5) Louise MATIC "Recherche de systèmes de transport de potassium impliqués dans le transfert de K⁺ de la mycorhize arbusculaire au riz lors d'interactions symbiotiques"

16h45 (T1#4) Antoine SPORTES "Dialogue transcriptomique en condition de carence phosphatée"

17h (T1#6) Claude PLASSARD "La présence de la plante-hôte modifie-t-elle le protéome du symbiote ectomycorhizien? Exemple de l'interaction *Hebeloma cylindrosporum* / *Pinus pinaster*"

17h30 - 18h30 *Pause*

18h30 - 19h30 *Conférence Grand Public* - Invité :

Marc-André SELOSSE (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

"Pas de plante sans champignon ! Comment les champignons du sol ont aidé les plantes hier et aideront l'agriculture demain"

Inscription gratuite mais obligatoire, dans la limite des places disponibles <https://sondages.inrae.fr/index.php/384348>

19h30 - 21h *Réception* (Apéro dinatoire)

Mercredi 15 Mai 2024

9h - 17h30 **Session 2**

2. Mycorhizes et fonctions associées: de l'échelle plante à l'écosystème, en milieu naturel & cultivé

9h - 12h30 **Session 2.1**

2.1 Santé et nutrition des plantes, fonctions dans les sols

Co-chair & Keynote: **Daniel WIPF** (Agroécologie, INRAE, Dijon) / **Christophe ROUX** (LRSV, CNRS, Toulouse) / **Benoit LEFEBVRE** (LIPME, INRAE, Toulouse)

S'intéressant aux services rendus par les champignons mycorhiziens, cette session abordera les effets physiologiques sur la plante ou les plantes en interactions à travers un réseau mycélien, ainsi que les mécanismes sous-jacents.

9h - 12h30 **Chapeau 2.1 & Présentations de participants (résumés sélectionnés)**

9h **Chapeau 2.1 (C2.1#1) Pierre-Emmanuel COURTY** (Agroécologie, INRAE, Dijon)
"Mycorhize et nutrition des plantes: quoi de neuf à se mettre sous la racine?"

9h30 (T2.1#2) **Célien DURNEY** "L'âge du vignoble modifie la communauté racinaire des champignons mycorhiziens à arbuscules"

9h45 (T2.1#3) **Lucas GALIMAND** "Tolérance au stress hydrique chez la vigne: étude de deux porte-greffes mycorhizés"

10h-10h30 **Poster Flash 2 - Sessions 2.1 & 2.2 (P2.1 & P2.2 #4-22 & 35)**

10h30-11h30 **Pause café & Poster Session 2.1.** (P2.1#4-11)

11h30-12h30 **Suite Session 2.1** Présentations participants (résumés sélectionnés)

11h30 (T2.1#5) **Mathieu DELAETER** "La mycorhization protège le blé contre la septoriose: analyse transcriptomique de la résistance induite"

11h45 (T2.1#6) **Margot TRINQUIER** "Outils moléculaires pour décrire les interactions CMA-blé: la disponibilité du phosphate induit un changement de communauté de CMA et d'absorption de l'azote par les mycorhizes"

12h (T2.1#7) **Pierre-Louis ALAUX** "Le nanisme du blé remodèle le développement de la plante et du champignon lors de la symbiose mycorhizienne arbusculaire"

12h15 (T1#2) **Andrea GENRE** "Les facteurs myc stimulent la biosynthèse des strigolactones et l'accommodation fongique favorisant le développement de la mycorhize à arbuscules chez *Medicago truncatula*"

12h45-13h **Photo de Groupe (Amphi de Verdure, devant le bâtiment...)**

13h-14h **Buffet déjeunatoire & Poster Session 2.2.** (P2.2.#12-22&35)

14h-17h30 Session 2.2

2.2 Interactions plantes-champignons à l'échelle de la communauté des plantes

Co-Chair & Keynote : **Juliana ALMARIO** (Ecologie Microbienne Lyon) / **Franck RICHARD** (CEFE, CNRS, Montpellier)

Dans la continuité de la session précédente (2.1), cette session fait un zoom arrière sur le fonctionnement de la symbiose mycorhizienne, et explore comment les interactions biotiques et le filtre environnemental co-façonnent la structure, la composition des communautés végétales et fongiques, et le fonctionnement des écosystèmes terrestres.

14h - 17h30 Chapeau 2.2 & Présentations de participants (résumés sélectionnés)

14h Chapeau 2.2 (C2.2#1) **Juliana ALMARIO** (Ecologie Microbienne Lyon) / **Franck RICHARD** (CEFE, CNRS, Montpellier) "*Aux frontières évolutives et fonctionnelles des mycorhizes*"

14h30 (T2.2#2) **Marc-André SELOSSE** "L'endophytisme racinaire, une salle d'attente pour l'évolution du statut mycorhizien?"

14h45 (T2.2#3) **Rémi PETROLLI** "Influence des champignons mycorhiziens sur la distribution spatiale des orchidées épiphytes tropicales"

15h (T2.2#4) **Pauline BRUYANT** "Contribution of root-associated microbiota to phosphorus nutrition of non-mycorrhizal plants"

15h15 - 15h45 *Poster Flash 3 (P3#23-33)*

15h45 - 16h30 *Pause & Poster 3*

16h30-17h30 *Suite Session 2.2* Présentations participants (résumés sélectionnés)

16h30 (T2.2#5) **Kenji MAURICE** "Les réseaux microbiens des plantes désertiques: les symbiotes structurent-ils le microbiote étendu?"

16h45 (T2.2#6) **Germain DROH** "La composition des communautés de champignons endomycorhiziens des cacaoyères de Côte d'Ivoire influencée par des facteurs pédoclimatiques"

17h (T2.2#7) **Bacem MNASRI** "Caractérisation moléculaire des communautés de mycorhizes à arbuscules associées à la gesse chiche cultivée au nord de la Tunisie"

17h30 **Fin de la Session & Pause/Trajet** (à pied env 20-30 min // ou aussi Bus#6)

19h Arrivée pour la *Soirée Cocktail-Dîner au Jardin* (19h-22h30)

Jardin des Plantes

(Découverte vers 19h30 tour guidé par Marc-André Selosse & Emmanuel Spicq)

Jeudi 16 Mai 2024

9h - 13h15 Session 3

Applications et ingénierie biologique (agriculture, restauration des milieux)

Chair/co-Chair & Keynote : **Marie CHAVE** (INRAE Astro, Guadeloupe) / **Tatiana KRASOVA WADE** (IRD Dakar, Sénégal)

Ouverte à la diversité des acteurs de la transition agroécologique, cette session abordera les différentes modalités de valorisation des symbioses mycorhiziennes en milieu naturel ou agricole. Elle vise à partager les connaissances et les innovations sur les processus de production et de mise en œuvre des champignons mycorhiziens à l'échelle des agro-écosystèmes.

9h - 9h45 Chapeau 3 & Présentations de participants (résumés sélectionnés)

9h *Chapeau 3* (C3#1) **Marie CHAVE** (INRAE Astro, Guadeloupe) / **Tatiana KRASOVA WADE** (IRD Dakar, Sénégal) "Coupler innovations techniques et organisationnelles pour valoriser les champignons mycorhiziens"

9h30 (T3#2) **Maxime LABBE** (Canada) "Premiers stades de mycorhization arbusculaire sur des résidus miniers hydroensemencés en forêt boréale québécoise"

9h45-10h30 *Conférence interdisciplinaire* – Ouverture (invité)

[30 min & 15 min discussion]

Jean-Louis PHAM (France) "Souches mycorhizienne: Considérations sur le transfert et les notions de propriétés de ce matériel biologique «en vogue»"

10h30 - 11h30 *Pause & Poster Fin*

11h30 - 12h30 *Suite Session 3* Présentations de participants (résumés sélectionnés)

11h30 (T3#4) **Yvan DE ROMAN** (France) "MYCOTERROIR... 3 ans après: devenir d'une parcelle viticole restaurée avec les communautés endomycorhiziennes locales"

11h45 (T3#5) **Mohamed HIJRI** (Maroc) "Amélioration des performances des pois chiches grâce à l'inoculation mycorhizienne qui a induit un changement dans les communautés fongiques des pathogènes fongiques"

12h (T3#6) **Maryline CALONNE-SALMON** (Belgique) "Effets des pratiques agricoles sur la colonisation du froment d'hiver: Acquis d'un réseau de parcelles en région wallonne"

12h15 (T3#7) **Lyès BRADAI** (Algérie) "Les truffes du désert et la population des oasis du Sahara septentrional algérien"

12h30 - 12h45 *Clôture* "Mot de la Fin"

13h Buffet déjeunatoire = *Panier repas* sur place ou à emporter

POSTER

Affichage & Discussion Mardi 14 à Jeudi 16; Espace "Pause"

Poster Flash (Mardi 14 & Mercredi 15), 2 min, 1 diapo

Mardi 14 Mai

15h15-15h30h 15min *Poster Flash 1, Session 1 (P1#1-3)*

P1#1 Tania HO-PLAGARO "Régulation transcriptionnelle des mycorhizes arbusculaires par des facteurs de transcription GRAS"

P1#2 Zélie LESTERPS "*Mt/AA7*: a common regulator of root development and endosymbiosis?"

P1#3 Damien INES "Le Système Ubiquitine Protéasome (UPS) dans les interactions plantes-microorganismes bénéfiques et pathogènes"

Mercredi 15 Mai

10h-10h30 30 min *Poster Flash 2 - Sessions 2.1 & 2.2 (P2.1#4-P2.2#22+35)*

P2.1#4 Joël FONTAINE "Requalification écologique d'un sol pollué après trois années de culture de l'angélique (*Angelica archangelica*) inoculée avec *Rhizophagus irregularis*"

P2.1#5 Cassandre KRAFFT "Tolérance au césium stable dans le système ectomycorhizien *Pinus sylvestris* -*Suillus luteus*"

P2.1#6 Adem Fraga "Effets de l'inoculation au champ de Champignons MA et de *Rhizobia* (natifs et de commerce) sur la croissance et les rendements de l'arachide" (*pas présent*)

P2.1#7 Angélique ANDRE "Coupler Champignons Mycorhiziens à Arbuscules et plantes de service pour le biocontrôle des nématodes à galles"

P2.1#8 Louise VEDRENNE "Étude des associations mutualistes (CMA et *Rhizobiums*) de 15 génotypes de pois (*Pisum sativum*), avec 3 sols aux propriétés physico-chimiques contrastées"

P2.1#9 Lahcen OUAHMANE "The *Lamiaceae* and *Cistaceae* plant families act as nurse plants in the Mediterranean environment. Methods including microbiology, biochemistry, and molecular biology" (*pas présent*)

P2.1#10 Anissa LOUNES-HADJ SAHRAOUI "Importance des stades de développement et des communautés mycorhiziennes associées dans la production des huiles essentielles chez *L. dentata*, espèce menacée d'extinction dans les zones arides du Maroc"

P2.1#11 Halima BOUCHENTOUF "Mycorhization sous deux conditions axénique et gnotoxénique d'*Helianthemum ledifolium* avec *Terfezia claveryi*"

P2.2#12 Saliha KADI-BENNANE "Analyse comparative du comportement des plants de *Quercus canariensis* et de sa communauté ectomycorhizienne soumis au stress hydrique"

P2.2#13 Montan GAUTIER "Repenser la trufficulture en s'appuyant sur la biodiversité des truffières spontanées: mise en évidence des interactions entre la truffe noire et la biodiversité végétale associée"

P2.2#14 Ibrahim JAMILLOU SALISSOU "Impact de l'association des cultures sur la densité des spores des champignons à mycorhize arbusculaire et les paramètres de mycorhization dans un champ expérimental de tomate: cas du sol de la région de sagaia, sud-ouest Niamey"

P2.2#15 Erik STORM "Diversité et enjeux de conservation des communautés fongiques du Parc National de Port-Cros; de la valorisation des herbiers anciens au métabarcoding des sols"

P2.2#16 Léonie GRATACAP "Le metabarcoding de l'ADNe, un outil complémentaire aux inventaires mycologiques pour aborder la biodiversité fongique?"

P2.2#17 Adrien TAUDIERE "Analyses de métabarcoding: vers une approche équilibrée entre reproductibilité, souplesse et créativité"

P2.2#18 Nadjat MEZAOUR "Etude comparative de la communauté ectomycorhizienne de *Juniperus thurifera*. L. ssp. *aurasiaca* et de *Juniperus phoenicea* de la région de Batna (Algérie)"

P2.2#19 Alexandre ROBIN-SORIANO "Décrire les mycorhizes arbusculaires à l'échelle d'une région: outils et méthodologie appliquée à la région d'AlUla en Arabie Saoudite"

P2.2#20 Joris CARBONARE "Le mélange hêtre commun– sapin pectiné, un facteur de diversité pour les champignons du sol?"

P2.2#21 Fatou NDOYE "Diversité et impact des champignons mycorhiziens à arbuscules sur le rendement du fonio blanc (*Digitaria exilis* Stapf), une culture négligée"

P2.2#22 Ismahen LALAYMIA "Evaluation du profil odorant des fraisiers mycorhizés et communication inter-plantes via le réseau mycélien commun suite à une attaque de *Drosophila suzukii*"

P2.2#35 Liam LAURENT-WEBB "Truffes du désert dans la région d'AlUla: le mycobiote racinaire d'*Helianthemum lippii*"

Mercredi 15 Mai

15h15 - 15h45 15 min **Poster Flash 3 Session 3 (P3#23-34)**

P3#23 Marouf Khadidja BOUAZZA "Marouf Évaluation des potentialités mycorhizogènes chez *Medicago sativa* et leur effet sur son développement sous stress hydrique"

P3#24 Najat MADJOUR "Effet de l'inoculation mycorhizienne dans la réhabilitation d'un site dégradé dans l'ouest algérien suite à l'extraction du gypse"

P3#25 Sonia LABIDI "Rôle des pratiques agroécologiques sur la culture de la tomate: essai en plein champ" (*présent mais pas présenté en Flash*)

P3#26 Daniela ALIAGA RAMOS "Mycorrhizal status in the flora of an ancient Cuban ultramafic outcrop: Implications for the ecological restoration"

P3#27 Zohra CHADDAD "L'effet de l'inoculation par des champignons mycorhiziens à arbuscules sur la croissance et la nodulation de *Chamaecytisus albidus* dans des conditions standards et de carence hydrique"

P3#28 Pierre-Emmanuel COURTY "La co-inoculation d'un champignon mycorhizien à arbuscule et de rhizobactéries module la production de métabolites du fraisier"

P3#29 Damien BLAUDEZ "Phytomanagement des sols contaminés par les métaux: bénéfices issus d'inoculations avec des champignons mycorhiziens ou endophytes"

P3#30 Patricia LACLAU "MYCOTERROIR: un service mettant les communautés endomycorhiziennes locales au service de la santé des sols et des plantes"

P3#31 Anouck CHAMPION "Estimation de la taille efficace des populations d'arbres et de champignons mycorhiziens à partir de données génétiques"

P3#32 Hicham BOUSSIF-FORET "Recherche sur la Biofertilisation au Phosphore de roche en culture de bleuets sauvage sur la Côte-Nord du Québec"

P3#33 Marc DUCOUSSO "Kamaalula: gérer les truffières naturelles pour la production de truffes du Désert"

P3#34 Hassna FOUNOUNE-MBOUP "Effets des Champignons Mycorhiziens à Arbuscules dans la biodisponibilité des micronutriments chez le mil (*Pennisetum glaucum*)" (*pas présent*)

Session 1

Biologie fonctionnelle des symbioses à l'échelle cellulaire

Co-chair & Keynote : **Claire VENEULT-FOURREY** (IAM, INRAE, Nancy) / **Doan LUU** (IPSiM, CNRS, Montpellier)

Cette session abordera différents aspects : du déchiffrement du dialogue moléculaire opérant pour l'établissement de la symbiose mycorhizienne à son fonctionnement (échanges nutritionnels). Les mécanismes régulant les compromis entre fonctions symbiotiques et immunité de la plante entière pourront être abordés.

Communications orales – Session 1

Chapeau 1 (C1#1) **Claire VENEULT-FOURREY** (IAM, INRAE, Nancy) / **Doan LUU** (IPSiM, CNRS, Montpellier) "*Signalisation et nutrition hydrominérale dans les symbioses mycorhiziennes*"

(T1#2) **Andrea GENRE** "Les facteurs myc stimulent la biosynthèse des strigolactones et l'accommodation fongique favorisant le développement de la mycorhize à arbuscules chez *Medicago truncatula*"

(T1#3) **Léo BUNEL** "Coordination entre l'endoderme racinaire et la symbiose mycorhizienne à arbuscules pour les échanges nutritifs"

(T1#4) **Antoine SPORTES** "Dialogue transcriptomique en condition de carence phosphatée"

(T1#5) **Louise MATIC** "Recherche de systèmes de transport de potassium impliqués dans le transfert de K⁺ de la mycorhize arbusculaire au riz lors d'interactions symbiotiques"

(T1#6) **Claude PLASSARD** "La présence de la plante-hôte modifie-t-elle le protéome du symbiote ectomycorhizien? Exemple de l'interaction *Hebeloma cylindrosporum* / *Pinus pinaster*"

(T1#7) **Thomas GUZMAN** "Les traits foliaires nous renseignent-ils sur le type de partenaire mycorhizien?"

Signalisation et nutrition hydrominérale dans les symbioses mycorhiziennes

Claire VENAULT-FOURREY (IAM, INRAE, Nancy) / **Doan LUU** (IPSiM, CNRS, Montpellier)

Mail: claire.veneault-fourrey@inrae.fr , doantrung.luu@cnrs.fr

Résumé

La mycorhization joue un rôle majeur dans la santé des plantes. Une analyse comparée des mécanismes de signalisation requis pour l'établissement de la symbiose endomycorhizienne et ectomycorhizienne sera présentée. Le rôle de la mycorhization dans la nutrition en particulier, azotée et phosphatée des plantes est bien connue. De nouveaux travaux mettent, cependant, en lumière son rôle dans la nutrition d'autres nutriments tout aussi importants dans la croissance et le développement des plantes. Par exemple, aussi bien chez le modèle ectomycorhizien qu'endomycorhizien, les effets bénéfiques de la mycorhization sur la nutrition potassique sont documentés et les acteurs moléculaires caractérisés.

Les facteurs myc stimulent la biosynthèse des strigolactones et l'accommodation fongique favorisant le développement de la mycorhize à arbuscules chez *Medicago truncatula*

Andrea GENRE ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université de Turin, Viale P.A. Mattioli 25 – 10125 Torino, Italie.

Mail: andrea.genre@unito.it

Résumé

La symbiose mycorhizienne arbusculaire (AM) avec les glomérormycètes du sol est supposée s'être développée dès les premières plantes sont passées de l'environnement aquatique à l'environnement terrestre et se retrouve aujourd'hui chez la majorité des plantes terrestres, y compris la plupart des cultures. Ce succès écologique découle de la capacité des champignons AM à fournir à leurs plantes hôtes un accès supplémentaire aux nutriments minéraux du sol et à l'eau, recevant en retour une partie du produit de la photosynthèse.

Cet échange de nutriments a lieu à l'intérieur du tissu cortical interne de la racine. Ici, des structures de hyphes hautement ramifiées appelées arbuscules sont hébergées à l'intérieur des cellules végétales vivantes par le biais d'un processus massif de réorganisation cellulaire en coordination avec le développement fongique. Une telle interaction intime est réalisée après un échange de signaux chimiques dans la rhizosphère, où le champignon libère des "facteurs myc" qui alertent la plante hôte de la proximité fongique, induisant un certain nombre de réponses symbiotiques.

Ces facteurs myc - qui comprennent des chito-oligosaccharides à chaîne courte - peuvent être appliqués de manière exogène pour promouvoir le développement de l'AM tant dans des conditions contrôlées de laboratoire que dans le champ. En effet, leur perception par les racines hôtes active l'expression de gènes liés à la signalisation et à la réorganisation cellulaire qui accélèrent l'adaptation fongique conduisant à un établissement plus efficace et rapide de la symbiose, avec un potentiel prometteur pour les applications agricoles.

Mots clés: mycorrhizes arbusculaires, facteur myc, chito-oligosaccharides, strigolactones, cellular accommodation, signalling

Coordination entre l'endoderme racinaire et la symbiose mycorhizienne à arbuscules pour les échanges nutritifs

Léo BUNEL ⁽¹⁾, Agathe Nicolas ⁽¹⁾, Sandra Bensmihen ⁽¹⁾, Guilhem Reyt ⁽¹⁾

⁽¹⁾ LIPME, Université de Toulouse, INRAE, CNRS, F-31326 Castanet-Tolosan, France.

Mail : leo.bunel@inrae.fr

Résumé

Les arbuscules sont le site d'intenses échanges réciproques de nutriments entre la plante et le champignon. Le mécanisme par lequel l'échange de nutriments se produit entre les cellules corticales contenant les arbuscules et les tissus vasculaires n'est pas connu. Ces échanges peuvent s'effectuer par une combinaison de trois voies : apoplastique, transcellulaire et symplastique. L'endoderme, localisé entre les cellules du cortex et le cylindre central est connu pour avoir un rôle majeur dans le transport des nutriments. Cette couche cellulaire présente des barrières pariétales spécifiques comme le cadre de Caspary et la subérine, qui bloquent respectivement les voies de transport apoplastique et transcellulaire. Afin de mieux comprendre le rôle de l'endoderme dans la mise en place de la symbiose mycorhizienne à arbuscules et dans les échanges nutritifs associés, nous avons utilisé la légumineuse modèle *Medicago truncatula*. Pour étudier le rôle de la voie apoplastique, nous avons inoculé des mutants affectés dans la déposition de la bande de Caspary avec *Rhizophagus irregularis*. Nous observons que l'absence de cette barrière n'affecte pas la formation des structures symbiotiques. Pour étudier la voie transcellulaire, nous avons développé des protocoles d'analyse d'images afin de déterminer si la déposition de subérine est corrélée avec la formation des arbuscules. De plus, nous avons généré des lignées transgéniques présentant une augmentation ou une répression de la déposition de subérine. Enfin, l'importance de la voie symplastique est étudiée grâce au dénombrement des plasmodesmes et à l'utilisation de marqueurs diffusibles permettant de quantifier la connectivité symplastique entre le cylindre central et le cortex. Ces travaux permettront d'identifier la ou les voies de transport empruntées dans le cadre des échanges plante-champignon, et comment leur modification peut affecter la nutrition globale de la plante.

Mots clés: endoderme, lignine, subérine, nutrition

Mycorhize à arbuscule & Vigne: dialogue transcriptomique en condition de carence phosphatée

Antoine SPORTES ^{(1)*}, Mathilde Hériché ^{(1)*}, Valérie Montfort-Pimet ⁽¹⁾, Daniel Wipf ⁽¹⁾, Pierre Emmanuel Courty ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Agroécologie, Institut Agro Dijon, CNRS, Université de Bourgogne, INRAE, Université de Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France

*These authors contributed equally to this work.

Mail: antoine.sportes@inrae.fr

Résumé

Le transfert de nutriments constitue une composante cruciale de la symbiose mycorhizienne à arbuscules (SMA). Les nutriments minéraux essentiels sont transférés du sol à la plante par les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA), stimulant ainsi sa vigueur et sa productivité. En retour, les CMA reçoivent de la plante des produits carbonés, source d'énergie. La vigne, en termes économiques et agricoles, figure parmi les cultures majeures dans le monde. Aujourd'hui la majeure partie des vignobles mondiaux sont constitués de greffés-soudés, soit de l'association d'un cépage et d'un porte-greffe. L'utilisation de porte greffe fût introduite dans le but de contrebalancer la pandémie du phylloxéra fin du XIXème siècle. Aujourd'hui la grande diversité de porte-greffe confère également d'autres avantages de résistances au stress biotiques et abiotiques, tout en influençant la physiologie du cépage. Dans cette étude, nous avons analysé le transcriptome racinaire de la symbiose entre *Vitis vinifera* et *Rhizophagus irregularis*, en mettant particulièrement l'accent sur les conséquences d'une carence en phosphore (P).

Au niveau transcriptomique, notre étude a montré que (i) un traitement à forte teneur en P a diminué le niveau d'expression de nombreux gènes de *Vitis vinifera* et de *Rhizophagus irregularis*, (ii) la régulation de certains gènes - régulés par les CMA - est finement ajustée par la disponibilité en P (*i.e* *VvPT8*, *VvRAM2*, *etc*), (iii) la régulation de certains gènes était indépendante de la concentration en P et uniquement contrôlée par la présence du CMA dans les racines (*i.e* *VvPR7*, *etc.*) et (iv) une coordination des gènes du CMA et de la plante dans les racines en fonction de la disponibilité en P. Enfin, grâce à l'établissement d'un nouveau protocole de transparisation des tissus racinaires combiné à de l'immunomarquage, nous avons mis en évidence la localisation du transporteur de phosphate *VvPT4* (régulé par la mycorhize à arbuscule) au niveau de la membrane péri-arbusculaire.

Mots clés: Vigne, Mycorhize à arbuscule, Stress phosphaté, RNAseq, Immunomarquage

Recherche de systèmes de transport de potassium impliqués dans le transfert de K⁺ de la mycorhize arbusculaire au riz lors d'interactions symbiotiques

Louise MATIC ⁽¹⁾, Kawiporn Chinachanta ⁽²⁾, Martin Boeglin ⁽¹⁾, Myriam Dauzat ⁽³⁾, Romain Boulord ⁽³⁾, Anne-Aliénor Véry ⁽¹⁾, Pierre-Emmanuel Courty ⁽⁴⁾, Doan Trung Luu ⁽¹⁾

¹ IPSiM, Univ Montpellier, CNRS, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

² Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

³ LEPSE, Univ Montpellier, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

⁴ Agroécologie, AgroSup Dijon, CNRS, Univ. Bourgogne, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France

Mail: maticlouise@gmail.com

Résumé

Des recherches intenses pour expliquer les mécanismes moléculaires des interactions bénéfiques entre champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) et plantes ont conduit à l'identification de transporteurs de phosphate et d'ammonium impliqués dans les échanges de nutriments du CMA vers la plante, chez plusieurs espèces végétales. Malgré l'importance du potassium (K⁺) pour la physiologie des plantes, la contribution de la symbiose mycorhizienne à arbuscule à la nutrition en K⁺ des plantes a été peu documentée. La surexpression des transporteurs de K⁺ végétaux a été décrite chez *Lotus japonicus* et la tomate en condition de symbiose mycorhizienne à arbuscule. Ici, la nutrition en K⁺ du riz (*Oryza sativa*) colonisé par *Rhizophagus irregularis* a été analysée aux niveaux cellulaire et physiologique afin d'identifier les systèmes de transport du K⁺ importants pour la voie mycorhizienne de la nutrition potassique, en condition normale et sous stress salin. Ainsi deux lignées de riz invalidées dans des gènes de systèmes de transport du K⁺ ont été analysées. Le rôle du K⁺ dans les relations entre le riz et *R. irregularis* sera également discuté.

Mots clés: Potassium, salinité, riz, *Rhizophagus irregularis*.

La présence de la plante-hôte modifie-t-elle le protéome du symbiote ectomycorhizien ?

Exemple de l'interaction *Hebeloma cylindrosporum* / *Pinus pinaster*

Claude PLASSARD¹, Madeleine Sugano¹, Claude Nespoulous², Valérie Rofidal³, Laurie Amenc¹, Carlos Trives-Segura¹, Véronique Santoni³, V. Demolombe-Liozu³, Hervé Quiquampoix¹, Sabine D. Zimmermann²

Campus de Montpellier, 2 Place Pierre Viala

¹ UMR Eco&Sols, INRAE, IRD, CIRAD, Univ. Montpellier, Institut Agro Montpellier

² UMR IPSiM, INRAE, CNRS, Univ. Montpellier, Institut Agro Montpellier

³ Plateforme MSPP, IPSiM

Mail: claude.plassard@inrae.fr

Résumé

Dans les associations mycorhiziennes, l'interaction entre les deux partenaires entraîne probablement un remodelage de leur protéome respectifs, en particulier celui du partenaire fongique au niveau de l'interface cellules fongiques/cellules racinaires. Dans le cas de l'association entre le basidiomycète ectomycorhizien *Hebeloma cylindrosporum* et le pin maritime (*Pinus pinaster*), nous avons émis l'hypothèse que les transporteurs de Pi fongiques pourraient subir des modifications post-transcriptionnelles dans le réseau de Hartig pour permettre un efflux de phosphate (Pi) du champignon à la plante dans ce territoire racinaire. Nous avons abordé cette hypothèse en étudiant le protéome du champignon, dont le génome est séquencé, en fonction de la présence/absence de la plante-hôte et du statut P du champignon (plus/moins P). Pour cela, les thalles ont d'abord été cultivés en conditions plus ou moins P puis ont été incubés dans un milieu très simplifié, en présence ou en absence du pin maritime. Ce système d'incubation *in vitro* permet de mimer l'espace apoplasmique du réseau de Hartig des ectomycorhizes, zone très difficile à étudier autrement. Après 48 h d'incubation, les thalles ont été collectés et les protéines totales extraites. Le protéome a été analysé pour les différentes conditions, ainsi que son degré de phosphorylation. Les résultats obtenus montrent que la présence du pin maritime modifie la quantité de protéines et/ou leur degré de phosphorylation. Finalement, parmi toutes les protéines potentiellement impliquées dans les échanges de Pi, seuls les deux transporteurs H⁺:Pi (HcPT1.1 et HcPT2) ont été identifiés. De façon remarquable, la présence des racines de pin pendant ces 48 h induit la phosphorylation de ces deux transporteurs de Pi fongique de façon différentielle selon le traitement P des thalles.

Mots-clés: relation plante-champignon, *Hebeloma cylindrosporum*, *Pinus pinaster*, protéome fongique, phosphorylation, transporteurs P fongiques

Les traits foliaires nous renseignent-ils sur le type de partenaire mycorhizien?

Thomas GUZMAN ⁽¹⁾, Pierre Petriacq ⁽²⁾, Yves Gibon ⁽²⁾, Josep Valls-Fonayet ⁽³⁾, Thomas Dussarrat ⁽²⁾, Nicolas Devert ⁽¹⁾, Cédric Cassan ⁽²⁾, Amélie Flandin ⁽²⁾ & Lisa Wingate ⁽¹⁾

⁽¹⁾ INRAE, UMR ISPA, 71 Av. Edouard Bourlaux, 33140 Villenave-d'Ornon, Gironde, France

⁽²⁾ INRAE, UMR BFP, 71 Av. Edouard Bourlaux, 33140 Villenave-d'Ornon, Gironde, France

⁽³⁾ ISVV, 210 Chem. de Leysotte, 33140 Villenave-d'Ornon, Gironde, France

Mail: thomas.guzman@inrae.fr

Résumé

La symbiose mycorhizienne est une association plante-champignon largement répandue à travers le règne végétal. Compte tenu des différentes caractéristiques et répartitions des types des champignons arbusculaires (AM) et ectomycorhiziens (EM) à travers les biomes, les types mycorhiziens peuvent être associés à différentes conditions climatiques et édaphiques, renforcées par des rétroactions entre les conditions du sol et les caractéristiques des plantes. Bien qu'il devienne clair que les arbres associés aux AM et EM diffèrent dans leur qualité de litière et stratégie d'acquisition de nutriments, les études portant sur la manière dont les traits foliaires diffèrent en fonction des associations mycorhiziennes ont conduit à des résultats contrastés.

Ici, pour la première fois, les métabolomes foliaires de 32 espèces d'arbres européennes ont été examinés à l'aide d'une combinaison de mesures ciblées et non ciblées afin de distinguer les différences dans les traits biochimiques d'arbres associés aux AM et EM et de mieux comprendre comment le métabolome végétal et fongique a évolué dans ces différents systèmes symbiotiques et pourquoi ?

Les empreintes métaboliques des feuilles diffèrent considérablement selon les différents types fonctionnels de plantes (PFT) et notamment entre espèces associées aux AM ou aux EM. Les métabolites de la voie des phénylpropanoïdes, en particulier les flavonoïdes, ont été identifiés comme d'importants facteurs pour distinguer les préférences mycorhiziennes des espèces d'arbres. Cette approche métabolomique décrit la diversité des métabolites végétaux qui affectent la qualité de la litière à travers la phylogénie végétale et identifie ceux qui peuvent revêtir une importance particulière dans la compréhension de la co-évolution de différents types de champignons mycorhiziens avec certains groupes d'espèces d'arbres.

Mots clés: mycorhizes, traits foliaires, métabolomes

Poster – Session 1

P1#1 Tania HO-PLAGARO “Régulation transcriptionnelle des mycorhizes arbusculaires par des facteurs de transcription GRAS”

P1#2 Zélie LESTERPS “*MtIAA7*: a common regulator of root development and endosymbiosis?”

P1#3 Damien INES “Le Système Ubiquitine Protéasome (UPS) dans les interactions plantes-microorganismes bénéfiques et pathogènes”

Régulation transcriptionnelle des mycorhizes arbusculaires par des facteurs de transcription GRAS

Tania HO-PLÁGARO, Jonathan D Avilés-Cárdenas, María Isabel Tamayo-Navarrete, Nuria Molinero-Rosales; José Manuel García-Garrido

Département de microbiologie des sols et des plantes, Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Granada, Espagne

Mail: tania.ho@eez.csic.es

Résumé

La symbiose mycorhizienne à arbuscules (MA) est une interaction mutualiste établie entre les racines des plantes et les champignons mycorhiziens à arbuscules. Cette interaction est très bénéfique pour la croissance des plantes et leur résistance aux stress biotiques et abiotiques, et elle s'est révélée être un outil potentiellement important pour augmenter la productivité des plantes grâce à des pratiques agricoles durables. La colonisation mycorhizienne à arbuscules nécessite que les cellules racinaires hôtes subissent des modifications structurelles et fonctionnelles significatives, qui sont accompagnées de changements transcriptionnels étendus. Des avancées récentes montrent que les facteurs de transcription GRAS jouent un rôle central dans la régulation de la complexe reprogrammation génétique déterminant le développement mycorhizien à arbuscules. Des preuves expérimentales suggèrent que les facteurs de transcription GRAS sont capables d'interagir et de former des complexes régulateurs de la transcription qui contrôlent les différentes étapes de la symbiose MA. Nous avons étudié la régulation transcriptionnelle du développement MA dans les racines de tomate en recherchant des facteurs de transcription GRAS candidats. Nos recherches en cours et nos études de caractérisation fonctionnelle utilisant des plantes de tomate avec des racines transgéniques surexprimées et silencieuses montrent qu'un réseau de facteurs GRAS joue un rôle essentiel dans la reprogrammation transcriptionnelle dans la cellule hôte de la tomate pendant la mycorhization. Nous nous concentrons sur la pertinence des facteurs de transcription GRAS dans les changements morphologiques et développementaux requis pour la formation et le renouvellement des arbuscules, les structures fongiques où se produit la translocation bidirectionnelle des nutriments entre le champignon et la plante.

Mots clés: Mycorhizes à arbuscules, régulation transcriptionnelle, facteurs de transcription GRAS, tomate

MtIAA7: a common regulator of root development and endosymbiosis?

Zélie LESTERPS ⁽¹⁾, Anne-Laure Fuchs ^(1 2), Guilhem Reyt ⁽¹⁾, Julien Pirrello ⁽²⁾, Sandra Bensmihen ⁽¹⁾

⁽¹⁾ LIPME, Université de Toulouse, INRAE, CNRS, Castanet-Tolosan, France.

⁽²⁾ LRSV, Université de Toulouse, CNRS, UPS, Toulouse INP, Castanet-Tolosan, France.

Mail: zelie.lesterps@inrae.fr

Résumé

Plants are able to interact closely with microorganisms in the soil. Among these microbes are rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). Interestingly, both rhizobia and AMF produce Lipo-chitoooligosaccharides (LCO) signals. Purified LCOs from both bacterial and fungal origin can stimulate root development in legumes and non legumes. The phytohormone auxin is implicated in both root development and endosymbiotic interactions. A study conducted by our team revealed a synergistic effect of auxin and LCOs in stimulating root development. However, the molecular mechanism involved is poorly understood. The *MtIAA7* gene of *Medicago truncatula*, encoding a protein from the Auxin/Indole-acetic acids (AUX/IAA) family, was identified as being upregulated by the combination of these two molecules. Furthermore, phylogenetic analysis reveals that after duplication at the base of dicots, IAA7 is only conserved in plants capable of interacting with AMF. This raises interesting question on the role of *MtIAA7* during mycorrhization. This is why we are characterizing the function of the *MtIAA7* gene in the context of root development, nodulation, and mycorrhization. To do so, we mainly use a reverse genetics approach, but we are also looking for the mechanisms that govern the activity of the MtIAA7 protein. Additionally, we aim to compare the role of the *Medicago* gene with that of *Arabidopsis*, which does not form an endosymbiosis, or tomato, which is only capable of interacting with AMF. The results obtained indicate that *MtIAA7* is a negative regulator of root development and nodulation. Moreover, preliminary results show a role for *MtIAA7* in arbuscular mycorrhizal symbiosis. Surprisingly, the closest homolog of *MtIAA7* in *Arabidopsis* displays the same root phenotype as *Medicago*.

Mots clés: Auxin signalling, root development, *Medicago truncatula*, Tomato

Le Système Ubiquitine Protéasome (UPS) dans les interactions plantes-microorganismes bénéfiques et pathogènes

Damien INES, David WENDEHENNE, Pierre-Emmanuel COURTY, Claire ROSNOBLET

UMR1347 Agroécologie, INRAE, Institut Agro Dijon, Univ. Bourgogne, 21000 Dijon, France

Mail: Damien.Ines@inrae.fr

Résumé

Le contrôle de l'homéostasie protéique, aussi appelé protéostasie, est un processus dynamique et autorégulé correspondant à l'équilibre entre la synthèse des protéines et leur dégradation. La régulation de la protéostasie est indispensable à la survie cellulaire. Elle implique notamment un processus de dégradation nommé « système ubiquitine-protéasome » (UPS).

Chez les plantes, lors d'attaques de micro-organismes pathogènes, l'UPS est fortement mobilisé. Par exemple, il a été démontré que le déclenchement de la réponse immunitaire chez les plantes provoque une augmentation du taux de protéines ubiquitinylées ainsi qu'une mobilisation des différents acteurs de l'UPS tel que le protéasome ou encore la protéine Cell Division Cycle 48 (Cdc48), une AAA+ ATPase qui facilite la prise en charge des protéines ubiquitinylées par le protéasome.

Dans l'établissement et le fonctionnement d'interactions bénéfiques, l'implication et la régulation de l'UPS n'ont été que très peu appréhendés. C'est pourquoi nous avons travaillé sur une symbiose mutualiste à bénéfices réciproques, la symbiose mycorhizienne à arbuscules. Des plantules de *Medicago truncatula* ont été inoculées avec une solution de spores de *Rhizophagus irregularis*. Après extraction des protéines des racines, l'abondance relative des acteurs clés de l'UPS, tels que les sous-unités protéasomales et la protéine Cdc48 a pu être étudiée par Western-Blot au cours des étapes précoces du dialogue moléculaire opérant lors de l'établissement d'une symbiose. Ces analyses ont permis de démontrer que les différents acteurs de l'UPS s'accumulent transitoirement lors des étapes précoces de la mise en place de la symbiose mycorhizienne.

En résumé, ce travail apporte de nouvelles informations sur le rôle de l'UPS et sa dynamique lors de l'interaction plante-microbe.

Mots clés: Protéostasie, Cell Division Cycle 48, Système Ubiquitine Protéasome, Mycorhize

Conférence Grand Public

Marc-André SELOSSE (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

"Pas de plante sans champignon ! Comment les champignons du sol ont aidé les plantes hier et aideront l'agriculture demain"

Un des aspects méconnus de la vie des plantes est le rôle de champignons du sol dans leur nutrition. Les racines de 90% des plantes sont colonisées par des filaments microscopiques de champignons : ceux-ci échangent de l'eau et des sels minéraux collectés dans le sol contre du sucre issu de la plante. Cette association, réciproquement vitale, explique par exemple le lien des truffes et des cèpes aux arbres : cette association est appelée mycorhize. Elle protège la plante contre les agresseurs et les parasites, et son influence s'étend dans la plante bien au-delà de la racine, par exemple dans le fonctionnement des feuilles ou des fruits. Trop peu mobilisées en agriculture jusqu'ici, les mycorhizes sont déjà extrêmement prometteuses pour une agriculture plus respectueuse de l'environnement.

Mardi 14 mai 2024

18h30-19h30

Institut Agro de Montpellier
Amphithéâtre Lamour



CONFÉRENCE GRAND PUBLIC

Pas de plante sans champignon !

Comment les champignons du sol ont aidé les
plantes hier et aideront l'agriculture demain.

Prof. Marc-André SELOSSE

Inscription **GRATUITE**
mais **OBLIGATOIRE**
en cliquant sur ce **lien**
<https://sondages.inrae.fr/index.php/384348>
Dans la limite des places disponibles

Session 2

Mycorhizes et fonctions associées: de l'échelle plante à l'écosystème, en milieu naturel & cultivé

2.1 Santé et nutrition des plantes, fonctions dans les sols

Co-chair & Keynote : **Daniel WIPF** (Agroécologie, INRAE, Dijon) / **Christophe ROUX** (LRSV, CNRS, Toulouse) / **Benoit LEFEBVRE** (LIPME, INRAE, Toulouse)

S'intéressant aux services rendus par les champignons mycorhiziens, cette session abordera les effets physiologiques sur la plante ou les plantes en interactions à travers un réseau mycélien, ainsi que les mécanismes sous-jacents.

Communications orales – Session 2.1

Chapeau 2.1 (C2.1#1) Pierre-Emmanuel COURTY (Agroécologie, INRAE, Dijon)
"Mycorhize et nutrition des plantes: quoi de neuf à se mettre sous la racine?"

(T2.1#2) **Célien DURNEY** "L'âge du vignoble modifie la communauté racinaire des champignons mycorhiziens à arbuscules"

(T2.1#3) **Lucas GALIMAND** "Tolérance au stress hydrique chez la vigne: étude de deux porte-greffes mycorhizés"

(T2.1#4) Hanane DOUNAS "Effets des champignons mycorhiziens arbusculaires et des extraits algaux sur la croissance, les paramètres physiologiques et l'activité biochimique de deux plantes aromatiques et médicinales" (*pas présent*)

(T2.1#5) **Mathieu DELAETER** "La mycorhization protège le blé contre la septoriose : analyse transcriptomique de la résistance induite"

(T2.1#6) **Margot TRINQUIER** "Outils moléculaires pour décrire les interactions CMA-blé: la disponibilité du phosphate induit un changement de communauté de CMA et d'absorption de l'azote par les mycorhizes"

(T2.1#7) **Pierre-Louis ALAUX** "Le nanisme du blé remodèle le développement de la plante et du champignon lors de la symbiose mycorhizienne arbusculaire"

"Mycorhize et nutrition des plantes: quoi de neuf à se mettre sous la racine?"

Pierre-Emmanuel COURTY ⁽¹⁾, **Daniel WIPF** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne, Dijon, France

Mail: pierre-emmanuel.courty@inrae.fr

Résumé

Les plantes ont développé diverses caractéristiques souterraines pour s'adapter aux environnements changeants, et les microbes du sol associés aux racines jouent un rôle crucial dans la réponse, l'adaptation et la résilience aux conditions environnementales défavorables. En effet, les plantes ne vivent pas seules, elles interagissent avec de nombreux microorganismes formant un holobionte. Parmi les diverses interactions plantes-microorganismes et plus particulièrement entre les racines des plantes et les microorganismes du sol, les champignons mycorhiziens à arbuscules sont un élément fondamental dans les réponses des plantes à diverses conditions environnementales. La façon dont le génotype de la plante, les caractéristiques des racines et les environnements de croissance influencent ces interactions et, par conséquent, la résilience et la productivité de la plante. Les progrès dans l'étude du phénotypage et du fonctionnement des racines nous permettent de comprendre plus finement les services apportés par cette symbiose mycorhizienne pour améliorer la nutrition et la protection des plantes dans le contexte d'une agriculture durable face au changement climatique.

Mots clés: Holobionte, Diversité fonctionnelle, Services écosystémiques, Transport

L'âge du vignoble modifie la communauté racinaire des champignons mycorhiziens à arbuscules

Célien **DURNEY** ^(1,2), Pierre-Antoine Noceto ⁽¹⁾, Diederik van Tuinen ⁽¹⁾, Julie de Sousa ⁽³⁾, Daniel Wipf ⁽¹⁾, Pierre-Emmanuel Courty ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comte, 21000 Dijon, France

⁽²⁾ JAs HENNESSY & C°, 16100 Cognac, France

⁽³⁾ Champagne de Sousa, 51190 Avize, France

Mail: celien.durney@inrae.fr

Résumé

Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) sont des organismes clés dans les écosystèmes viticoles car ils fournissent de nombreux services écosystémiques aux sols et aux plantes. De nombreux facteurs tels que le sol, le climat et les pratiques agricoles peuvent modifier la dynamique et les fonctions des communautés microbiennes, néanmoins les données sur la dynamique des communautés de champignons mycorhiziens au fil du temps sont relativement rares et toujours sur une courte échelle temporelle. Nous avons analysé pendant deux ans, en tirant parti de la petite taille des parcelles de Champagne, la diversité des CMA dans trois vignobles géographiquement proches et présentant des paramètres pédologiques similaires. Les parcelles différaient par l'âge des vignes (11, 36 et 110 ans), mais, appartenaient depuis la plantation à la même maison et avaient des pratiques culturales identiques (travail du sol à l'aide de chevaux). Les analyses de diversité ont révélé une différence dans la composition des communautés de CMA entre le sol et les racines des vignes, et entre les racines de vignes d'âges différents. Cela souligne l'adaptation de la communauté de CMA aux changements physiologiques de la plante hôte. L'étude des dynamiques des communautés de CMA permettra d'analyser les effets des changements environnementaux et des pratiques agricoles.

Mots clés: Champignons mycorhiziens à arbuscules, Communautés mycorhiziennes, Vigne, Âge des plantes hôtes

Tolérance au stress hydrique chez la vigne: étude de deux porte-greffes mycorhizés

Lucas GALIMAND⁽¹⁾, Martin Lamy⁽¹⁾, Laurence Deglène-Benbrahim⁽¹⁾, Valat⁽¹⁾, Laure Laloue Hélène⁽¹⁾, Julie Chong⁽¹⁾ & Loïc Yung⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratoire Vigne, Biotechnologies et Environnement UPR-3991, Université de Haute-Alsace, 33 rue de Herrlisheim, 68000 Colmar, France

Mail: lucas.galimand@uha.fr

Résumé

Le vignoble alsacien est régulièrement confronté aux aléas du dérèglement climatique, notamment à des périodes de stress hydrique, affaiblissant la plante et favorisant l'action d'agents pathogènes. Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) sont identifiés comme une stratégie agroécologique durable pour pallier à ces conditions défavorables [1]. La symbiose avec ces CMAs améliore la nutrition de la vigne et sa capacité à tolérer les stress biotiques et abiotiques [2]. Notre étude vise à appréhender les effets de cette symbiose sur des porte-greffes (PG) de vigne soumis à un stress hydrique modéré à sévère.

Une expérimentation en conditions contrôlées a permis d'analyser les effets d'une souche commerciale de *Rhizophagus irregularis* sur divers paramètres de croissance et sur des marqueurs physiologiques de la photosynthèse, pour les PG SO4 et 41B, soumis au stress hydrique. Parallèlement, l'effet de cette inoculation sur l'expression de gènes associés à des aquaporines a été appréhendé. L'inoculation avec *Rhizophagus irregularis* a permis d'améliorer la croissance des 41B (+33%) et SO4 (+42%) soumis au stress hydrique. Avec une augmentation de biomasse aérienne et racinaire de respectivement 29 et 24%, la mycorhization a significativement amélioré le développement de SO4 en contexte de stress hydrique. Ce meilleur développement des plantes mycorhizées semble lié à une meilleure activité photosynthétique. En effet, pour les plantes soumises au stress hydrique, la symbiose a permis de maintenir certains paramètres photosynthétiques à des niveaux comparables à ceux des plantes non stressées, notamment l'assimilation nette du carbone, la conductance stomatique et l'efficacité des photosystèmes II. Nos premiers résultats moléculaires indiquent que l'expression de gènes codant pour des aquaporines est principalement influencée par la mycorhization plutôt que par le stress hydrique. Ces résultats soulignent l'importance des symbioses mycorhiziennes pour la tolérance au stress hydrique chez la vigne.

Mots clés: conditions contrôlées, endomycorhizes, porte-greffes de vigne, réponse au stress hydrique

[1] Goss et al., (2017). Functional diversity of mycorrhiza and sustainable agriculture: Management to overcome biotic and abiotic stresses. 1st edn.. Academic Press. 254 p.

[2] Trouvelot et al., (2015). Arbuscular mycorrhiza symbiosis in viticulture : a review. *Agron. Sustain. Dev.*, 35, 1449–1467.

Effets des champignons mycorhiziens arbusculaires et des extraits algaux sur la croissance, les paramètres physiologiques et l'activité biochimique de deux plantes aromatiques et médicinales

Hanane DOUNAS ⁽¹⁾, Lahcen Ouahmane ⁽¹⁾ (*pas présent*)

⁽¹⁾ Laboratoire de Biotechnologies Microbiennes, Agro-Sciences et Environnement (BioMAgE), Unité de Recherche Labellisée-CNRST N°4, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc.

Mail: handounas7@gmail.com

Résumé

Dans ce travail, des extraits de deux espèces d'algues, *Ulva rigida* et *Fucus spiralis*, ont été appliqués sur deux espèces de plantes aromatiques et médicinales : *Rosmarinus officinalis* et *Melissa officinalis*. Différentes dilutions d'extraits d'algues (25% et 50% pour chaque espèce d'algue) ont été utilisées deux fois par semaine pendant 3 mois.

Les extraits algaux et les champignons mycorhiziens à arbuscules ont été utilisés comme suppléments nutritifs, biostimulants ou biofertilisants pour améliorer la croissance et le rendement des plantes.

Ces traitements ont révélé des effets positifs significatifs sur la croissance des plantes, les paramètres physiologiques et l'activité biochimique. L'étude met également en évidence l'impact potentiel de ces traitements sur le rendement et la qualité des huiles essentielles.

Cette étude permet de mettre en évidence les effets synergiques des extraits d'algues et des champignons mycorhiziens à arbuscules sur l'écosystème plante-sol. Ces pratiques agro-écologiques peuvent être utilisées comme alternatives aux pratiques agricoles conventionnelles basées sur les intrants chimiques.

Enfin, la combinaison d'extraits d'algues et de champignons mycorhiziens à arbuscules pourrait constituer une approche respectueuse de l'environnement pour un développement durable.

Mots clés: extrait algaux, champignons mycorhiziens arbusculaires, biostimulant, plantes médicinales.

La mycorhization protège le blé contre la septoriose: analyse transcriptomique de la résistance induite

Mathieu DELAETER ⁽¹⁾, Anca Lucau-Danila ^(2,3), Béatrice Randoux ⁽¹⁾, Maryline Magnin-Robert ⁽¹⁾ & Anissa Lounès – Hadj Sahraoui ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant (UCEIV, UR 4492), Université du Littoral Côte d'Opale, 50 rue Ferdinand Buisson, 62228 Calais cedex, France

⁽²⁾ Unité Transfrontalière BioEcoAgro UMRt 1158, Univ. Lille, INRAE, Univ. Liège, UPJV, JUNIA, Univ. Artois, Univ. Littoral Côte d'Opale, Cité Scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq, France

⁽³⁾ Joint Laboratory CHIC41H University of Lille-Florimond Desprez, Cité scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq, France

Mail: mathieu.delaeter@univ-littoral.fr

Résumé

La recherche d'alternatives aux produits phytosanitaires, néfastes pour l'environnement et l'être humain, devient prioritaire. En remplacement des fongicides conventionnels, les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) permettraient de lutter contre les maladies fongiques du blé. Des études ont démontré l'efficacité d'un CMA, *Funneliformis mosseae* (*Fm*), à protéger le blé contre l'oïdium et la septoriose, en lien avec l'établissement dans les feuilles d'une résistance induite (MIR pour Mycorrhiza-Induced Resistance). Notre travail vise à caractériser les modifications de l'expression des gènes lors de l'établissement de la MIR dans les feuilles de blé, susceptibles de conduire à la protection contre *Zymoseptoria tritici* (*Zt*), agent pathogène responsable de la septoriose. Des feuilles de plants de 3, 4 et 6 semaines, inoculés ou non par *Fm*, ont été échantillonnées pour étudier l'expression des gènes durant l'établissement de la symbiose racinaire. Puis à 6 semaines, des plantes, mycorhizées ou non par *Fm*, ont été infectées par *Zt* ; leur réaction à l'infection a été analysée après 48 heures. A 3 et 4 semaines, 9 gènes, liés au stress abiotique et au métabolisme lipidique, sont sur-exprimés chez les plants mycorhizés. A 6 semaines, 214 gènes, majoritairement liés aux stress biotiques et abiotiques et au métabolisme glucidique, sont sur-exprimés chez les plants mycorhizés. 162 d'entre eux sont également sur-exprimés chez les plants non-mycorhizés et infectés. Par ailleurs, 120 gènes sont sous-exprimés chez les plants mycorhizés infectés en comparaison des plants non-mycorhizés et infectés. Enfin, 41 gènes, induits chez des plants mycorhizés non-infectés, sont sous-exprimés chez les plants mycorhizés et infectés. L'analyse fonctionnelle des gènes modulés a été réalisée. Une analyse par RT-qPCR affinera les profils d'expression de gènes modulés par la mycorhization et possiblement impliqués dans la MIR. Leur expression pourra être suivie lors de l'inoculation du blé par d'autres espèces de CMA afin de sélectionner de potentiels marqueurs de la MIR.

Mots clés: blé, septoriose, champignons mycorhiziens à arbuscules, analyse transcriptomique

Outils moléculaires pour décrire les interactions CMA-blé: la disponibilité du phosphate induit un changement de communauté de CMA et d'absorption de l'azote par les mycorhizes

Margot TRINQUIER ^(1,2), Agnès Ardanuy ⁽¹⁾, Eric Lecloux ⁽³⁾, Patrick Bruno ⁽⁴⁾, Virginie Gascioli ⁽¹⁾, Claire Jouany ⁽³⁾, Christophe Roux ⁽²⁾ & Benoît Lefebvre ⁽¹⁾

(1) LIPME, Université de Toulouse, INRAE, CNRS, Castanet-Tolosan, Occitanie, France

(2) LRSV, Université de Toulouse, CNRS, UPS, Toulouse INP, Castanet-Tolosan, Occitanie, France

(3) AGIR, INRAE, Toulouse INP, ENSFEA, Castanet-Tolosan, Occitanie, France

(4) Unité Expérimentale Grandes Cultures d'Auzeville, INRAE, Castanet-Tolosan, Occitanie, France

Mail: Margot.trinquier@inrae.fr

Résumé

Afin de promouvoir les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) en agriculture, nous devons développer des outils permettant de mieux comprendre la dynamique des interactions nutritionnelles entre les CMA et les cultures. Nous avons combiné la caractérisation des CMA dans les racines de blé sur un essai de fertilisation au phosphore (P) de 50 ans pendant deux ans, avec des expériences ciblées dans des conditions contrôlées utilisant des gradients d'azote (N) et de P pour (1) évaluer le changement de communauté avec l'augmentation du P et (2) évaluer le potentiel des gènes marqueurs mycorhiziens pour caractériser l'état et la fonction symbiotiques. Nos résultats montrent un changement de la communauté des CMA entre des niveaux de P faibles et élevés, diminuant la diversité et augmentant notablement la dominance de l'espèce *Funneliformis mosseae*. En conditions contrôlées, nous avons également observé une augmentation de l'abondance relative de *F. mosseae* avec des niveaux élevés de P, lorsqu'elle est co-inoculée avec *Rhizophagus irregularis*. Les gènes marqueurs sélectionnés ont été spécifiquement exprimés au cours de la symbiose. L'expression de AM3, un gène marqueur de colonisation précoce, s'est avérée être un bon indicateur de la colonisation. Les résultats sur le terrain ont montré un effet contrasté des niveaux de P sur l'expression d'AM3 d'une année à l'autre, avec une inhibition de la colonisation mycorhizienne dans un sol à forte teneur en P en 2022, mais pas en 2019. Une expérience complémentaire en conditions contrôlées a révélé que cela pouvait s'expliquer par une disponibilité distincte du N. Les gènes d'expression (codant pour les transporteurs d'ammonium, de nitrate et de phosphate localisés dans la membrane péri-arbusculaire) ont révélé qu'un niveau élevé de P augmente la nutrition mycorhizienne en N lorsque celui-ci est limitant. Nos résultats indiquent que ces marqueurs peuvent permettre d'explorer la potentielle variabilité fonctionnelle parmi les CMA et leur dépendance au contexte abiotique.

Mots clés: Fertilisation phosphatée, Azote, Transporteurs péri-arbusculaires, Communauté CMA

Le nanisme du blé remodèle le développement de la plante et du champignon lors de la symbiose mycorhizienne arbusculaire

Pierre-Louis ALAUX ⁽¹⁻⁴⁾, Pierre-Emmanuel Courty ⁽²⁾, Hélène Fréville ⁽³⁾, Jacques David ⁽³⁾, Aline Rocher ⁽³⁾, Elisa Taschen ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ UMR 7205, Institut Systématique Evolution Biodiversité, Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, Sorbonne Université, EPHE, UA, 75005 Paris, France

⁽²⁾ Agroécologie, Institut Agro Dijon, CNRS, Université de Bourgogne, INRAE, Dijon, France

⁽³⁾ AGAP Institut, Université de Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

⁽⁴⁾ UMR Eco&Sols, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, IRD, Montpellier, France

Mail: Pierre-louis.alaux@mnhn.fr

Résumé

L'introduction des gènes de nanisme, induisant une hauteur réduite, dans les variétés modernes de blé a contribué à accroître les gains de rendement dans les agrosystèmes intensifs, grâce à une réduction de l'impact de la verse. Nous avons évalué lors de la symbiose, la réponse de la plante et du champignon à la variation génétique au niveau d'un locus de caractères quantitatifs majeur connu pour héberger un gène de nanisme (Rht). Nous avons utilisé douze génotypes provenant d'un panel de blé dur appelé Evolutionary Pre-breeding Population (EPO). Chaque génotype de blé a été cultivé avec ou sans *Rhizophagus irregularis* dans des microcosmes qui permettent de séparer un compartiment avec les racines mycorhizées, d'un compartiment avec le mycélium extra-radicalaire. Pour caractériser la symbiose, nous avons évalué la phase intra et extra racinaire du champignon, ainsi que la biomasse végétale et la quantité de phosphore accumulée. Nous nous sommes aussi intéressés au caractère d'héritabilité des variables mesurées. Le champignon a montré un développement plus important dans les racines des plantes naines que dans les plantes non naines, montrant des augmentations de 27 %, 37 % et 51 % de la colonisation des racines, des arbuscules et des vésicules. De plus, la biomasse des structures fongiques extra-radicalaires a augmenté d'environ 31 % chez les plantes naines. La biomasse des racines des plantes a diminué d'environ 43 % chez les plantes naines mycorhizées, ce qui a entraîné une réduction significative du rapport racines/parties aériennes. Lorsqu'elles sont mycorhizées, les plantes naines ont une quantité totale de phosphore significativement plus faible, ce qui laisse présager une symbiose moins bénéfique pour la plante et plus bénéfique pour le champignon. Nous avons aussi mesuré que, tout comme les paramètres de biomasses aériennes et racinaires, la longueur d'hyphes était fortement déterminée par des facteurs génétiques, là où la colonisation racinaire, le taux arbuscules et les spores extra racinaire sont principalement impactés par le gène du nanisme. Ces résultats mettent en évidence l'effet des gènes du nanisme Rht sur le développement des racines et des champignons, en faveur des champignons plutôt que de la plante. Cela nécessite des recherches plus approfondies sur les mécanismes moléculaires régissant ces effets, ainsi que sur les changements dans la physiologie des plantes et leurs implications pour favoriser la symbiose mycorhizienne à arbuscules dans des agrosystèmes plus durables.

Poster – Session 2.1

P2.1#4 Joël FONTAINE “Requalification écologique d’un sol pollué après trois années de culture de l’angélique (*Angelica archangelica*) inoculée avec *Rhizophagus irregularis*”

P2.1#5 Cassandre KRAFFT “Tolérance au césium stable dans le système ectomycorhizien *Pinus sylvestris* -*Suillus luteus*”

P2.1#6 Adem FRAGA “Effets de l'inoculation au champ de Champignons MA et de *Rhizobia* (natifs et de commerce) sur la croissance et les rendements de l'arachide“ (*pas présent*)

P2.1#7 Angélique ANDRE “Coupler Champignons Mycorhiziens à Arbuscules et plantes de service pour le biocontrôle des nématodes à galles”

P2.1#8 Louise VEDRENNE “Étude des associations mutualistes (CMA et *Rhizobiums*) de 15 géotypes de pois (*Pisum sativum*), avec 3 sols aux propriétés physico-chimiques contrastées”

P2.1#9 Lahcen OUAHMANE “The *Lamiaceae* and *Cistacea* plant families act as nurse plants in the Mediterranean environment. Methods including microbiology, biochemistry, and molecular biology“ (*pas présent*)

P2.1#10 Anissa LOUNES–HADJ SAHRAOUI “Importance des stades de développement et des communautés mycorhiziennes associées dans la production des huiles essentielles chez *L. dentata*, espèce menacée d’extinction dans les zones arides du Maroc”

P2.1#11 Halima BOUCHENTOUF "Mycorhization sous deux conditions axénique et gnotoxénique d'*Helianthemum ledifolium* avec *Terfezia clavertyi*"

Requalification écologique d'un sol pollué après trois années de culture de l'angélique (*Angelica archangelica*) inoculée avec *Rhizophagus irregularis*

Julien Langrand, Papa Mamadou Sitor Ndour, Frédéric Laruelle, Benoit Tisserant, Natacha Facon, Jérôme Duclercq, Anissa Lounès-Hadj Saharaoui, **Joël FONTAINE**

Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant (UCEIV - UR 4492), Université du Littoral Côte d'Opale, 50 rue Ferdinand Buisson, 62228 Calais cedex, France.

Mail: joel.fontaine@univ-littoral.fr

Résumé

Parmi les méthodes émergentes sur les marchés du traitement et de la gestion des sites et sols pollués par les éléments traces (ET), la phytostabilisation présente l'avantage d'une part, de contrôler la mobilité des polluants dans le sol et d'autre part, de rétablir une dynamique permettant aux sols pollués de récupérer les niveaux de fonctionnalité historique en favorisant leur résilience. Aussi, pour répondre à la double exigence de performances environnementale et économique, les stratégies de phytostabilisation sont désormais combinées à celles liées à la valorisation de la biomasse. Dans ce contexte, la culture de plantes aromatiques et médicinales, destinée à la production d'huiles essentielles a été récemment présentée comme une alternative innovante et économiquement viable pour le phytomanagement des sols pollués par les ET. Ainsi, dans le cadre de ce travail, l'angélique (*Angelica archangelica*) a été cultivée pendant trois ans, à l'échelle de l'hectare, sur le site pollué de Metaleurop, situé en Région Hauts de France, en présence au non d'un inoculum mycorhizien commercial contenant l'espèce *Rhizophagus irregularis*. L'apport de la végétalisation et de l'inoculation mycorhizienne dans la requalification écologique du sol pollué a été évalué par un suivi de différents indicateurs de fonctionnalité du sol (i) la quantification de la biomasse microbienne via le dosage de marqueurs lipidiques spécifiques (acides gras associés aux phospholipides (AGPL)), (ii) la caractérisation de la structure des communautés bactériennes et fongiques (Illumina miseq) et (iii) l'étude de la diversité fonctionnelle microbienne grâce à la détermination des profils métaboliques du sol (test Biolog, Ecoplates) et l'annotation fonctionnelle des taxa. Nos résultats ont montré que la végétalisation permet d'accroître la biomasse bactérienne ainsi et la capacité métabolique globale du sol. L'inoculation mycorhizienne a quant à elle engendré une augmentation de l'abondance des gènes du cycle du carbone. En analysant la topologie des réseaux de cooccurrence, nous avons constaté également que la complexité des réseaux augmentait avec le temps de culture mais également avec une influence positive de l'inoculation mycorhizienne.

Mots clés: Phytomanagement, sol pollué, *Rhizophagus irregularis*, communautés microbiennes.

Tolérance au césium stable dans le système ectomycorhizien *Pinus sylvestris* - *Suillus luteus*

Cassandre KRAFFT ⁽¹⁾⁽²⁾, Samuele Guadagnino ⁽¹⁾, Kato Verhaevert ⁽¹⁾, Joske Ruytinx ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Groupes de Recherche Microbiologie et Génétique des Plantes, Vrije Universiteit Brussel, Bd de la plaine 2, Ixelles Bruxelles, Belgique.

⁽²⁾ Master Microbiologie Environnement Santé, Muséum National d'Histoire Naturelle, 15 rue Cuvier, Paris, France.

Mail: cassandre.krafft@edu.mnhn.fr

Résumé

Le genre *Suillus* est un modèle d'étude pour comprendre l'écologie et l'évolution des symbioses ectomycorhiziennes. *Suillus luteus* se démarque en tant que pionnier fongique, notamment dans les milieux perturbés et pollués. On sait que les champignons ectomycorhiziens jouent un rôle important dans la protection de leurs plantes hôtes contre les éléments potentiellement toxiques. L'objectif de notre recherche est d'analyser les phénotypes adaptatifs de *S. luteus* résultant de la catastrophe nucléaire de Fukushima et d'évaluer leur capacité potentielle à protéger les pins contre des stress tels que le césium stable. Nous avons collectés des isolats de *S.luteus* dans des sols contaminés par des radionucléides (¹³⁷Cs) et dans des zones non polluées dans la préfecture de Fukushima. Des tests exposant ces isolats à différentes concentrations de ¹³⁷Cs et à des doses d'irradiation gamma montrent que l'ensemble de ces isolats sont tolérants. Néanmoins, nous avons pu observer une capacité plus importante à solubiliser le potassium chez les souches provenant de la zone contaminée.

Pour évaluer la capacité des souches à protéger les pins, nous avons choisi deux des isolats, l'un provenant d'une zone contaminée et l'autre de la zone non contaminée. Une expérience qui consiste à exposer les pins à différentes concentrations de chlorure de césium nous a permis de déterminer une concentration sub létale pour le pin de 100mg/L (0,6 mM). Des co-cultures in vitro entre *P.sylvestris* et du mycélium des souches *S.luteus* en présence de césium ont été réalisées, suivies d'analyses morphologiques (longueur des racines, biomasse et microscopie) et génétiques (qRT-PCR). Nos résultats montrent un effet différencié de l'exposition au césium stable sur les pins en fonction de la mycorhization et de l'origine de la souche fongique. Ainsi, notre travail permet de visualiser les effets macroscopiques et microscopiques du césium stable sur les pins et nos résultats montrent que la mycorhization influence les effets du stress induit par le césium stable.

Mots clés: *Suillus-Pinus*, Tolérance au stress, Césium, Adaptation

Effets de l'inoculation au champ de Champignons MA et de *Rhizobia* (natifs et de commerce) sur la croissance et les rendements de l'arachide

Adem FRAGA (*pas présent*)

Université Badji Mokhtar, Dépt. de Biologie, Lab. Sols et Développement Durable

Mail: adem5golden@hotmail.fr

Résumé

La culture de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) se développe en Algérie mais sa production reste en deçà des besoins car les rendements sont faibles et variables. L'apport d'engrais pourrait constituer une solution à cette faible production, cependant, plusieurs aléas en découlent. Ainsi, l'agriculture conventionnelle doit s'orienter vers des systèmes culturaux plus durables à faibles intrants. Les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) et les bactéries fixatrices d'azote N₂ (BFA) qui forment des symbioses mutualistes avec l'arachide apparaissent comme des organismes telluriques très importants à considérer dans la production de cette plante.

L'objectif de ce présent travail est de comparer les effets de l'inoculation par des CMA et des BFA natifs et commerciaux sur la croissance et les rendements de l'arachide. Pour cela, des inoculations simples par *Funneliformis mosseae* (FM) et par *Bradyrhizobium* sp (Br1) (respectivement souches de CMA et de BFA autochtones) et par *Rhizophagus irregularis* (RI) et *Bradyrhizobium* sp (Br2) (souches du commerce) sont effectuées parallèlement à une double inoculation par FM+Br1 et RI+ Br2 et un témoin non inoculé. L'essai est conduit dans une parcelle sans amendement et comporte ainsi sept traitements répétés quatre fois appliqués à 9 graines d'arachide par ligne. Les *inocula* fongiques consistent en des fragments racinaires mycorhizés de plantules de sorgho élevées axéniquement et ceux rhizobiens sous forme de suspension bactérienne Br1 ou Br2. L'incidence des souches inoculées est évaluée sur les paramètres de la symbiose, de la croissance et du rendement de l'arachide.

Les résultats montrent l'apport statistiquement bénéfique de l'inoculation simple et hautement bénéfique de la double inoculation. Les rendements sont, au moins multipliés par deux. Néanmoins, les valeurs des paramètres obtenues avec les *inocula* du commerce sont sensiblement supérieures.

Ainsi l'inoculation contrôlée de l'arachide permet d'améliorer ses rendements et constitue un moyen biologique efficace pour une agriculture plus productive et respectueuse de l'environnement.

Coupler Champignons Mycorhiziens à Arbuscules et plantes de service pour le biocontrôle des nématodes à galles

Angélique ANDRE⁽¹⁾, Mathilde Vermot-Desroches⁽¹⁾, Philippe Julianus⁽¹⁾, Chantal Flereau⁽¹⁾, Hélène Gautier⁽²⁾, Caroline Djian-Caporalino⁽³⁾, Marie Chave⁽¹⁾

⁽¹⁾ INRAE, UR ASTRO, Petit-Bourg, Guadeloupe, France

⁽²⁾ INRAE, UR PSH, Avignon, France

⁽³⁾ INRAE, Institut Sophia Agrobiotech, Sophia Antipolis, France

Mail: angelique.andre@inrae.fr

Résumé

Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) contribuent à la santé des plantes, notamment grâce à leur effet de biocontrôle contre les ravageurs du sol tels que les nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.). Ces parasites ont un impact particulièrement sévère sur les cultures maraîchères. Notre objectif est de coupler les effets de biocontrôle des CMA et des plantes de service comme leviers agroécologiques pour réduire l'impact des nématodes à galles. L'étude a été menée sous serre sur une variété de poivron sensible (*Capsicum annuum cv Doux Long des Landes*) en comparant deux stratégies de valorisation des CMA. La première utilise un inoculum du commerce standard composé de deux souches de CMA (*Funneliformis mossae* et *Rhizophagus fasciculatus*). La seconde favorise la diversité des CMA indigènes à l'aide d'une plante de service cultivée en inter-rang avant de planter les poivrons. A partir d'analyses en métabarcoding, nous avons évalué la capacité de différentes plantes de service à multiplier une diversité de CMA indigènes. L'effet de biocontrôle des CMA a été couplé à celui d'une plante de service répulsive vis-à-vis des nématodes: *Tagetes patula* associée aux poivrons infectés par les nématodes à galles. Nous avons montré que la stratégie de valorisation des CMA indigènes a été plus efficace que l'utilisation de l'inoculum du commerce pour mycorhizer les poivrons. L'association de *T. patula* avec des poivrons mycorhizés a réduit de 72 % en moyenne l'infection des poivrons par les nématodes à galles. *T. patula* a montré un bon potentiel en tant que plante de service pour son effet de biocontrôle et sa capacité à promouvoir la diversité des CMA indigènes. Ces résultats nécessitent des études plus approfondies en conditions contrôlées et sur une période plus longue avant d'être menées au champ.

Mots clés: Biocontrôle, Plantes de service, Diversité des CMA indigènes, Cultures maraîchères

Étude des associations mutualistes (CMA et *Rhizobiums*) de 15 génotypes de pois (*Pisum sativum*), avec 3 sols aux propriétés physico-chimiques contrastées

Louise VEDRENNE, Daniel Wipf, Pierre-Emmanuel Courty

Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne, Dijon, France

Mail: louise.vedrenne@inrae.fr

Résumé

Les Fabaceae, dont le pois (*Pisum sativum*), sont capables de former plusieurs symbioses mutualistes: la symbiose rhizobienne (SRh) et la symbiose mycorhizienne à arbuscules (SMA). Au cours de la SRh, les rhizobia fixent l'azote atmosphérique, conférant un avantage nutritionnel important aux plantes hôtes. La SMA améliore, entre autres, la nutrition en éléments minéraux et en eau des plantes, leur permettant une meilleure adaptation aux conditions environnementales. La SRh et la SMA sont des acteurs clés pour le développement de systèmes agricoles performants et durables. Nous avons sélectionné 6 variétés de pois présentant des rendements contrastés sur trois sols aux propriétés édaphiques différentes. Pour chacune de ces variétés, nous avons étudié la croissance, le rendement en grains, mais aussi la diversité microbienne (rhizobia et champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA)) associée aux racines. L'amplification des régions *LSU* des CMA et *Nod309* des rhizobia suggère l'existence d'associations Pois-CMA-rhizobia dominantes sur les 3 types de sol, semblant indiquer une préférence de la plante hôte pour certains partenaires microbiens. Nous avons notamment identifié une espèce de CMA présente et majeure chez les 6 variétés sur les 3 sols. En ce qui concerne la SRh des profils contrastés de rhizobia ont été obtenus en fonction du sol, de la variété de pois, et des conditions de cultures de la plante.

Mots clés: Symbiose rhizobienne, mycorhize à arbuscule, diversité microbienne, Pois

The *Lamiaceae* and *Cistaceae* plant families act as nurse plants in the Mediterranean environment. Methods including microbiology, biochemistry, and molecular biology

Lahcen Ouahmane (*pas présent*), Hanane Dounas

Laboratory of Microbial Biotechnologies, Agro-Sciences and Environment (BioMAgE), Labeled Research Unit-CNRST N°4, Cadi Ayyad University, Marrakesh, Morocco

Mail: l.ouahmane@uca.ac.ma

Résumé

In degraded semiarid ecosystems, shrubs grow in patchy distributions, creating fertility islands that enhance the proliferation of indigenous plant species and serve as "nurse plants" by impacting the preservation of indigenous flora. Some plant species can effectively improve the production of mycorrhizal propagules in their rhizosphere, indicating that mycorrhizal propagules contribute to fertility islands.

An experiment was conducted to examine the impact of shrubs used as nurse plants on the growth of *Cupressus atlantica*. An experimental plantation was carried out by combining uninoculated, arbuscular mycorrhizal (AM) *Cupressus* seedlings with a close planting of *Lavandula stoechas* and *Thymus stureioides*. Following a three-year period of cultivation, the partnership between *C. atlantica* and *L. stoechas*, *T. stureioides* resulted in increased growth of *C. atlantica* and improved soil microbial features. The addition of *L. stoechas* and *T. stureioides* resulted in considerably higher levels of AM mycelium network, total microbial activity, dehydrogenase activity, phosphate-solubilizing fluorescent pseudomonads, and N, P nutrient intake.

In addition, the effects of rhizospheric soils from (*Cistus laurifolius*, *Cistus monspeliensis*, *Cistus salviifolius*, *Cistus villosus*,) on the development, mineral nutrition, and mycorrhizal colonization of *Q. rotundifolia* seedlings were analyzed after six months culture of *Q. rotundifolia* seedlings under greenhouse conditions. The study found that all species displayed both arbuscular and ectomycorrhizal symbiosis. Arbuscular fungal colonization was lower in *Quercus* plants, while ectomycorrhizal roots were greater in soils under both *Cistus* and *Quercus*. *Q. rotundifolia* seedling growth was greater in soils with *Quercus* and *Cistus*. Microbial activity and biomass were higher in *Quercus* trees than under *Cistus* species. Cultivation of *Q. rotundifolia* in rhizospheric soils improved soil fertility, facilitating natural regeneration of holm oak.

This study emphasizes the importance of using complex arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal fungi from native plants to avoid constraints like low genetic diversity, competitiveness, and adaptability to environmental conditions.

Key words: *Cupressus*, *Quercus*, *Arbuscular mycorrhiza*, *Ectomycorrhiza*

Importance des stades de développement et des communautés mycorhiziennes associées dans la production des huiles essentielles chez *L. dentata*, espèce menacée d'extinction dans les zones arides du Maroc

Akachoud OUMAIMA ⁽¹²³⁾, Julien Langrand ⁽¹⁾, Bouamama Hafida ⁽³⁾, Facon Natacha ⁽¹⁾, Laruelle Frédéric ⁽¹⁾, Qaddoury Ahmed ⁽²⁾, Anissa LOUNES–HADJ SAHRAOUI ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université Littoral Côte d'Opale, UCEIV - UR n°4492, Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant, F-62228 Calais cedex, France

⁽²⁾ Laboratoire d'AgroBiotechnologie et Bioingénierie, Faculté des Sciences et Techniques (FST) Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

⁽³⁾ Laboratoire de Recherche en Développement Durable et Santé, Faculté des Sciences et Techniques (FST) – Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

Mail: anissa.lounes@univ-littoral.fr, akachoud.oumaima@gmail.com

Résumé

A l'heure actuelle, la demande mondiale en huiles essentielles (HE) est en forte croissance en raison de l'engouement suscité pour leur utilisation dans divers secteurs d'activités. Dans ce contexte, les Plantes Aromatiques et Médicinales (PAM) occupent une place importante sur le marché mondial du fait de leur capacité à produire une large gamme de biomolécules à haute valeur ajoutée, dont les HE, dotées de diverses propriétés biologiques. Cependant, plus de 23% des espèces de PAM sont actuellement menacées d'extinction, à cause des conditions environnementales défavorables. Ainsi, notre travail vise à étudier l'influence du stade de développement et des communautés mycorhiziennes associées sur la production des HE chez une espèce spontanée de PAM des zones arides du Maroc et menacée d'extinction, *Lavandula dentata*. Les résultats obtenus ont montré que le rendement maximum en HE a été obtenu pendant la floraison (14,3 µl/g de MS). Le stade de développement influence significativement le profil chimique et l'abondance des composés terpéniques (camphre et terpinen-4-ol) des HE produites, et par conséquent leurs propriétés biologiques antimicrobiennes et herbicides. Une corrélation positive a été observée entre le rendement, la qualité des HE et la mycorhization de *L. dentata*. L'intensité de mycorhization de *L. dentata* (45%) et sa biomasse mycorhizienne rhizosphérique (4,2 µg/g de sol) ont été les plus élevées pendant la floraison. Une plus grande diversité de champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) a été identifiée durant la floraison par comparaison aux autres stades. Le genre *Glomus* était le plus abondant, suivi de *Septoglomus*, et *Paraglomus*, représentant ensemble près de 95% des communautés de CMA associés à la rhizosphère de *L. dentata*. En conclusion, le développement de bioinoculants à base des CMA identifiés pendant la floraison permettrait d'optimiser le rendement et la qualité des HE de *L. dentata*, tout en favorisant l'utilisation des ressources naturelles des zones arides.

Mots clés: Plantes aromatiques et Médicinales, diversité mycorhizienne, huiles essentielles, activités biologiques.

*Ce travail a été financé dans le cadre du projet franco-marocain PHC TOUBKAL/21/115. Campus France : 45884PG, et projet VPMA4.

Mycorhization sous deux conditions axénique et gnotoxénique d'*Helianthemum ledifolium* avec *Terfezia claveryi*

Halima BOUCHENTOUF

Mail: halima.bouchentouf@ump.ac.ma

Résumé

Terfezia claveryi est une espèce de truffe du désert appartenant au genre *Terfezia*, qui forme une symbiose avec plusieurs plantes hôtes, principalement les plantes du genre *Helianthemum*. Ces deux symbiotes ont été collectés au niveau des hauts plateaux de l'oriental dans la région de Beni Mathar pour nos essais expérimentaux.

Les hauts plateaux de la région orientale du Maroc sont connus pour leur importante production des carpophores des truffes du désert. Mais malheureusement depuis cinq, six ans la récolte des truffes a chuté drastiquement et les carpophores sont devenus rares voir même absents de la région. Au cours de nos prospections sur le terrain nous avons noté une extinction totale des *Helianthemum* qui est la plante communément mycorhizée par *Terfezia*, du fait de son appréciation par le bétail et des changements climatiques.

Ainsi, dans l'objectif d'une restauration de la faculté de production des truffes des hauts plateaux du Maroc, nous menés des essais de mycorhization contrôlée de l'*Helianthemum ledifolium* par *Terfezia claveryi* au laboratoire et en serre. Ces essais ont été faits dans deux conditions différentes : en conditions axéniques et en conditions gnotoxéniques.

Dans les deux conditions de nos essais, nous avons réussi une ectomycorhization de l'*Helianthemum ledifolium* par *Terfezia claveryi*, mais sans manteau fongique autour des mycorhizes.

Les racines de l'*Helianthemum ledifolium* en conditions gnotoxéniques présentent une fréquence et une intensité de mycorhization plus élevés (47.67% et 27,76% respectivement) alors qu'en conditions axéniques, la fréquence et l'intensité de mycorhization sont de 27.77% et 14.23% respectivement.

Les résultats obtenus de la mycorhization dans les conditions gnotoxéniques sont encourageants pour envisager la mycorhization contrôlée des plants d'*Helianthemum ledifolium* avec *Terfezia claveryi* sous ces conditions à grande échelle, afin de transplanter les plants mycorhizés sur le terrain au niveau de la région des hauts plateaux de l'oriental (Beni Mathar) et de suivre leurs développements et la fructification de leur symbiote fongique; *Terfezia claveryi*.

Mots clés: *Helianthemum ledifolium*, *Terfezia claveryi*, ectomycorhization, axéniques, gnotoxéniques

Session 2

Mycorhizes et fonctions associées: de l'échelle plante à l'écosystème, en milieu naturel et cultivé

2.2 Interactions plantes-champignons à l'échelle de la communauté des plantes

Communications orales – session 2.2

Chair/co-Chair & Keynote: **Juliana ALMARIO** (Ecologie Microbienne Lyon) / **Franck RICHARD** (CEFE, CNRS, Montpellier)

Dans la continuité de la session précédente (2.1), cette session fait un zoom arrière sur le fonctionnement de la symbiose mycorhizienne, et explore comment les interactions biotiques et le filtre environnemental co-façonnent la structure, la composition des communautés végétales et fongiques, et le fonctionnement des écosystèmes terrestres.

Chapeau 2.2 (C2.2#1) Juliana ALMARIO (Ecologie Microbienne Lyon) / Franck RICHARD (CEFE, CNRS, Montpellier) "Aux frontières évolutives et fonctionnelles des mycorhizes"

(T2.2#2) **Marc-André SELOSSE** "L'endophytisme racinaire, une salle d'attente pour l'évolution du statut mycorhizien?"

(T2.2#3) **Rémi PETROLI** "Influence des champignons mycorhiziens sur la distribution spatiale des orchidées épiphytes tropicales"

(T2.2#4) **Pauline BRUYANT** "Contribution of root-associated microbiota to phosphorus nutrition of non-mycorrhizal plants"

(T2.2#5) **Kenji MAURICE** "Les réseaux microbiens des plantes désertiques: les symbiotes structurent-ils le microbiote étendu?"

(T2.2#6) **Germain DROH** "La composition des communautés de champignons endomycorhiziens des cacaoyères de Côte d'Ivoire influencée par des facteurs pédoclimatiques"

(T2.2#7) **Bacem MNASRI** "Caractérisation moléculaire des communautés de mycorhizes à arbuscules associées à la gesse chiche cultivée au nord de la Tunisie"

Session 2.2 *Interactions plantes-champignons à l'échelle de la communauté des plantes*

Chapeau 2.2 (C2.2#1) **Juliana ALMARIO** (Ecologie Microbienne Lyon) / **Franck RICHARD** (CEFE, CNRS, Montpellier)

Mail: juliana.almario@univ-lyon1.fr , franck.richard@cefe.cnrs.fr

Aux frontières évolutives et fonctionnelles des mycorhizes

Les mycorhizes sont définis comme des associations symbiotiques à bénéfice réciproque, établies entre des champignons dits mycorhiziens et des plantes dites mycorhiziennes, au niveau des racines de ces dernières. Le trait caractéristique (anatomique et fonctionnel) principal des mycorhizes est la formation d'un organe/tissu symbiotique émanant souvent d'une co-évolution plante-champignon, et associé à un échange bidirectionnel de nutriments entre les deux partenaires. Cependant des recherches récentes (et anciennes) remettent en question cette définition en nous informant sur la diversité et la complexité des associations bénéfiques plantes-champignons. Cette présentation abordera cette question en explorant les interactions plantes-champignons se trouvant aux frontières évolutives et fonctionnelles des mycorhizes. Plus spécifiquement, nous illustrerons les nouvelles frontières du paradigme mycorhizien à travers deux modèles fascinants :

(1) nous exposerons tout d'abord les questions posées par les interactions simultanées multiples réalisées par certains groupes de champignons ecto-mycorhiziens, colonisant à la fois des plantes symbiotiques et non symbiotiques, et discuterons des stratégies écologiques associées,

(2) nous évoquerons ensuite les associations pseudo-mycorhiziennes, dans leurs dimensions structurelles et fonctionnelles, en s'appuyant sur l'exemple des Helotiales.

L'endophytisme racinaire, une salle d'attente pour l'évolution du statut mycorhizien?

Marc-André SELOSSE ^(1,2), Liam Laurent ⁽¹⁾ & Philippe Rech ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (UMR 7205 – CNRS, MNHN, UPMC, EPHE), Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités, 57 rue Cuvier, 75005, Paris, France

⁽²⁾ Institut Universitaire de France

Mail: marc-andre.selosse@mnhn.fr

Résumé

Les phytopathologistes trouvent des champignons parasites. Les mycorhizologues trouvent des champignons mycorhiziens. Les physiologistes végétaux trouvent des champignons endophytes dans les tissus sans symptômes. La matière organique morte révèle des champignons saprotrophes. Mais quels sont les faits, notamment issus des travaux de barcoding ? De nombreuses études montrent des champignons de niche écologique supposées « connue » dans des situations inattendues, suggérant que les niches écologiques des champignons sont moins étroites que nous le pré-supposons.

Les racines de nombreuses plantes non ectomycorhizées livrent des séquences de champignons ectomycorhiziens : le phénomène est plus marqué au voisinage d'arbres ectomycorhiziens. Dans ces hôtes inattendus, le cortège intra-racinaire est faiblement filtré par rapport à la diversité rhizosphérique et on observe un effet de la famille de plante hôte. Des méthodes de microscopie et d'hybridation in situ par fluorescence (FISH) nous ont permis de montrer des preuves du comportement endophyte (colonisation non mycorhizienne d'hôtes non-ectomycorhiziens) pour les Sebacinales, le genre *Tuber* et les Russulales. Des travaux en mésocosmes suggèrent, dans le cas de *Tuber melanosporum*, que ces interactions interfèrent avec la physiologie des plantes non ectomycorhizées.

Nous proposons une interprétation évolutive : l'endophytisme racinaire est une « salle d'attente », où la biotrophie prédispose à l'évolution vers des mutualismes mycorhiziens. Certains taxons fongiques, désormais mycorhiziens, conservent cette capacité endophyte ancestrale. Ce scénario explique aussi l'émergence des champignons mycorhiziens des Ericacées et des Orchidées.

Mots clés: barcoding, endophytisme, *Russula*, *Tuber*

Influence des champignons mycorhiziens sur la distribution spatiale des orchidées épiphytes tropicales

Rémi PETROLLI⁽¹⁾, Rosa Kemmerling⁽¹⁾, Géromine Collobert⁽¹⁾, Eve Hellequin⁽¹⁾, Tony Robinet⁽²⁾, Neil Lancaster⁽³⁾, David Roberts⁽⁴⁾, Thierry Pailler⁽⁵⁾, Claudine Ah-Peng⁽⁶⁾, Marc-André Selosse^(1,7,8), Florent Martos⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (ISYEB), Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS, Sorbonne Université, EPHE, Université des Antilles, CP 39, 57 rue Cuvier, F-75005, Paris, France

⁽²⁾ Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques (UMR 8067 BOREA) Muséum National D'Histoire Naturelle, CNRS, Sorbonne Université, IRD, UCN, UA, Station Marine de Concarneau, 29900 Concarneau, France

⁽³⁾ Royal Horticultural Society (RHS), 80 Vincent Square, London, UK

⁽⁴⁾ Durrell Institute of Conservation and Ecology, School of Anthropology and Conservation, University of Kent, Canterbury, UK

⁽⁵⁾ Herbar de l'Université de La Réunion, UMR C53 Cirad-Université, Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical, F-97410 St Pierre, La Réunion, France

⁽⁶⁾ UMR PVBMT, University of La Réunion, 97410 Saint-Pierre, La Réunion, France

⁽⁷⁾ Department of Plant Taxonomy and Nature Conservation, University of Gdańsk, Wita Stwosza 59, 80-308, Gdańsk, Poland

⁽⁸⁾ Institut Universitaire de France (IUF), Paris, France

Mail: remi.petrolli@laposte.net

Résumé

Avec plus de 25 000 espèces recensées dans le monde, les orchidées forment l'une des familles de plantes à fleurs les plus diversifiées. Leurs champignons mycorhiziens, principalement des Basidiomycètes, sont des saprophytes capables de croître dans l'environnement même en l'absence de leur hôte. Certains de ces champignons poussent sur l'écorce des arbres en régions tropicales, où ils s'associent à des orchidées dites épiphytes. À l'instar de celles des orchidées terrestres, les graines d'orchidées épiphytes sont minuscules, quasiment dépourvues de réserves, et nécessitent la présence d'un champignon mycorhizien compatible pour germer sur l'écorce (germination symbiotique).

Dans cette étude, nous avons cherché à comprendre l'influence de la distribution spatiale des champignons mycorhiziens sur celle des orchidées épiphytes tropicales, sur différents arbres hôtes. Pour cela nous avons identifié, par une méthode de *metabarcoding* environnemental, les communautés fongiques de l'écorce de 13 espèces d'arbres d'une forêt tropicale de l'île de La Réunion. Par la même méthode, couplée à des isollements de champignons en culture *in vitro*, nous avons caractérisé les communautés mycorhiziennes associées à une espèce d'orchidée montrant une préférence d'hôte extrême (*i.e.*, poussant sur une seule espèce d'arbre hôte) sur toute son aire de distribution.

Les résultats montrent que cette espèce d'orchidée s'associe spécifiquement à trois partenaires mycorhiziens sur l'ensemble de l'île, dont deux nettement associés aux stades juvéniles. Les communautés fongiques des écorces varient de manière significative en fonction des espèces d'arbres et les partenaires mycorhiziens associés aux stades juvéniles de l'orchidée étudiée colonisent spécifiquement l'écorce de son arbre hôte préférentiel.

Ces résultats suggèrent une influence des champignons mycorhiziens sur la distribution des orchidées en milieu naturel, en contraignant spatialement la germination des graines. Les facteurs responsables de cette interaction spécifique arbre-champignons-orchidée demeurent inconnus, et de futures expériences de germinations symbiotiques *in situ* permettront d'en étudier plus précisément les mécanismes associés.

Mots clés: ADN environnemental, champignons de l'écorce, mycorhizes épiphytes, mycorhizes tropicales

Contribution of root-associated microbiota to phosphorus nutrition of non-mycorrhizal plants

Pauline BRUYANT ⁽¹⁾, Jeanne Doré ⁽¹⁾, Yvan Moëgne-Loccoz ⁽¹⁾, Juliana Almario ⁽¹⁾

⁽¹⁾ UMR CNRS 5557 Ecologie Microbienne, Université Claude Bernard Lyon1, 43 Boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne, France

Mail: pauline.bruyant@univ-lyon1.fr

Résumé

Most plants rely on the arbuscular mycorrhizal symbiosis to meet their P requirements. Interestingly, while several plant lineages have abandoned this symbiosis during their evolution, this loss is often associated to a symbiont switch, with the development of more recent associations, such as ectomycorrhizae or orchid mycorrhizae. Surprisingly, no particular adaptation has been described for non-mycorrhizal (NM) Brassicaceae, Cyperaceae, and Caryophyllaceae plants, raising the question of how they support their P nutrition. We hypothesize that diverse fungi may play analogous roles to arbuscular mycorrhizal fungi, contributing significantly to P nutrition of NM plants, particularly in P-deficient soils. To characterize the root-associated microbiota of NM plants, we conducted a large-scale ITS2 metabarcoding analysis on wild-growing NM species across 7 sites of contrasting levels of plant-available P. Our results show that NM plants select a slightly different root microbiota compared with their mycorrhizal neighbours, albeit with little similarities between NM families. By employing a machine-learning approach, we identified fungal taxa associated with higher P accumulation in NM plants, primarily from the Helotiales (24 OTUs) and Pleosporales (19 OTUs) orders, including known plant-beneficial lineages. To test their impact on NM plants, we isolated representative strains of these taxa and examined their effects on growth and P content of NM plant species. These results led us to focus on isolates from two Helotiales lineages, with current experiments aiming to assess if these fungi can (1) enhance the growth and P acquisition of several native NM plant species in natural soil, and (2) transfer P to these plant species. These findings should establish the interaction with such “mycorrhiza-like” fungi as new adaptations, balancing the loss of the arbuscular mycorrhizal symbiosis in NM plants.

Mots clés: Phosphorus, Non-mycorrhizal plants, Root endophytes, Helotiales

Les réseaux microbiens des plantes désertiques : les symbiotes structurent-ils le microbiote étendu ?

Kenji MAURICE¹, Liam Laurent-Webb², Amélia Bourceret², Stéphane Boivin³, Hassan Boukcim^{3,4}, Marc-André Selosse^{2, 5, 6}, Marc Ducouso¹

¹ Cirad-UMR AGAP, Univ Montpellier, INRAE, 34398 Montpellier Cedex 5, France

² Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (UMR 7205 – CNRS, MNHN, UPMC, EPHE), Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités, 57 rue Cuvier, 75005, Paris, France

³ Department of Research and Development, VALORHIZ, Montpellier, France

⁴ ASARI, Mohammed VI Polytechnic University, Laayoun, Morocco

⁵ Laboratory of Plant Protection and Biotechnology, Intercollegiate Faculty of Biotechnology of University of Gdansk and Medical University of Gdansk, University of Gdansk, Abrahama 58, 80-307 Gdansk, Poland

⁶ Institut Universitaire de France, Paris, France

Mail: kenji.maurice@gmail.com

Résumé

L'assemblage du microbiote rhizosphérique et racinaire des plantes est soumis à de nombreuses contraintes biotiques et abiotiques, particulièrement en écosystème aride. Il est de plus en plus admis que les symbiotes, les mycorhizes et les bactéries fixatrices d'azote, jouent un rôle déterminant dans la structure du microbiote étendu. Les interactions entre ces taxons symbiotiques et l'ensemble des bactéries et champignons est cependant encore peu connu, et plus particulièrement si les types symbiotiques des végétaux (i.e., mycorhizien à arbuscules, ectomycorhizien, associés à des bactéries fixatrices d'azote ou non symbiotique) conditionnent le microbiote étendu. Nous avons donc étudié le microbiote rhizosphérique et racinaire de plusieurs espèces végétales avec des types symbiotiques contrastés dans un écosystème aride afin de tester comment se structurent les symbiotes entre eux et en relation avec le microbiote étendu. Au travers du séquençage de trois amplicons (ITS, 18S et 16S) sur plus de 600 échantillons nous avons étudié les relations de covariance du microbiote fongique, bactérien et leurs interactions par le biais des réseaux de cooccurrences. Les symbiotes, et plus particulièrement les taxons mycorhiziens arbusculaires forment des clusters de covariance intra-spécifiques, autrement appelés des motifs mixtes assortatifs. Ces résultats pionniers en écosystème naturel suggèrent des stratégies d'associations différentielles entre les champignons symbiotiques en comparaison aux saprotrophes ou aux pathogènes. Ces différences d'associations pourraient expliquer la colonisation mycorhizienne opportuniste des plantes non symbiotiques, ainsi que leur stratégie de résistance aux conditions abiotiques de sécheresse caractéristique des environnements arides. Au contraire, les bactéries fixatrices d'azote sont bien intégrées au microbiote étendu, et mettent en évidence l'importance de ces taxons dans la structuration du microbiote végétal.

Mots clés: Microbiome, réseaux, symbiotes, désert

La composition des communautés de champignons endomycorhiziens des cacaoyères de Côte d'Ivoire influencée par des facteurs pédoclimatiques

Germain DROH⁽¹⁾, Cristian Rincón⁽²⁾, Lucas Villard⁽²⁾, Ian R. Sanders⁽²⁾, Assanvo SP N'guetta⁽¹⁾

⁽¹⁾ UPR Génétique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

⁽²⁾ Département d'écologie et d'évolution, Université de Lausanne, Lausanne, Suisse

Mail: drohge7@yahoo.fr

Résumé

Le changement climatique, la baisse de la fertilité des sols et le vieillissement des vergers de cacao, menacent gravement la production durable de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire (Ameyaw *et al.*, 2018). Pourtant, le cacao représente 40% des recettes des exportations ivoiriennes (Pany, 2020). Il est donc nécessaire d'explorer des stratégies de culture innovantes et durables susceptibles de renforcer la résilience des cultures, d'améliorer la santé des sols et d'assurer la viabilité économique des producteurs. Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA), qui forment des relations symbiotiques avec les racines du cacaoyer, sont donc prometteurs pour atteindre ces objectifs. Les CMA jouent un rôle central dans l'amélioration de la nutrition minérale, hydrique, et l'augmentation de la résistance aux pathogènes (Smith & Read, 1997; 2008). Compte tenu des écosystèmes diversifiés et complexes dans lesquels le cacao est cultivé (Jagoret *et al.*, 2019), comprendre la dynamique des CMA des cacaoyères est crucial pour développer des pratiques agricoles durables. Une approche d'échantillonnage hiérarchique a été utilisée dans les cacaoyères nichées dans des localités, et dans trois régions du pays. Cette stratégie, combinée au séquençage du gène de l'ARNr 18S et à un modèle de sélection d'OTUs de *novo* (Pagni *et al.*, 2013 ; Ordoñez *et al.*, 2020) a permis d'étudier la composition des communautés (123 mises en évidence) et la façon dont elle est influencée à différentes échelles géographiques et selon les gradients environnementaux. Plusieurs facteurs, dont le pH, ont influencé la diversité globale des CMA et l'abondance des taxons et des familles spécifiques de Glomeromycotina avec une super dominance de *Glomus*. Les variations expliquées par les facteurs pédologiques, climatiques et géographiques conduit à une explication par d'autres processus, se produisant probablement à des échelles plus petites.

Mots clés: Côte d'Ivoire, Diversité, Champignons mycorhiziens à arbuscules, Cacaoculture

Caractérisation moléculaire des communautés de mycorhizes à arbuscules associées à la gesse chiche cultivée au nord de la Tunisie

Takwa Gritli ¹, Hui Wu ², Wael Taamali ³, Wei Fu ², Mohamed Najib Alfeddy ⁴, Lahcen Ouahmane ⁵, Pierre-Emmanuel Courty ⁶, Daniel Wipf ⁶, Mustapha Missbah El Idrissi ⁷, Baodong Chen ², **Bacem MNASRI** ¹

¹Laboratory of Legumes and Sustainable Agroecosystems, Centre of Biotechnology of Borj-Cédria BP 901 Hammam-lif 2050, Tunisia

²State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences 100085, China

³Laboratory of Olive Biotechnology Centre of Biotechnology of Borj-Cedria, BP 901 Hammam-lif 2050, Tunisia

⁴Phytobacteriology Laboratory Plant Protection Research, Unit CRRA Marrakesh National Institute for Agronomical Research Marrakesh 40000, Morocco

⁵Laboratory of Microbial Biotechnologies Agrosiences and Environment Faculty of Science Semlalia, Cadi Ayyad University Marrakesh 40000, Morocco

⁶Agroécologie Institut Agro Dijon CNRS Univ. Bourgogne INRAE Univ. Bourgogne Franche-Comté F-21000 Dijon, France

⁷Faculty of Sciences, Centre de Biotechnologies Végétale et Microbienne, Biodiversité et Environnement, Mohammed V University, Rabat, Morocco

Mail: mnbacemm@yahoo.com

Résumé

Lathyrus cicera (la gesse chiche) est une importante culture annuelle de légumineuses cultivée dans plusieurs zones du monde sujettes à la sécheresse. Les informations disponibles sur la diversité des mycorhizes à arbuscules (CMA) associées au *L. cicera* et sur l'effet des pratiques agricoles favorisant la richesse de la communauté des AMF sont limitées. On se propose d'étudier l'influence des pratiques de gestion agricole sur les espèces d'AMF associées au *L. cicera* cultivé dans le nord de la Tunisie. De plus, nous avons exploré les communautés de CMA associées au *L. cicera* dans différents sites du subhumide du nord de la Tunisie. Le séquençage d'amplicons MiSeq a été utilisé pour identifier les espèces d'AMF colonisant les racines et le sol rhizosphérique du *L. cicera*. 435 variants de séquence d'amplicon (ASVs) ont été identifiés, représentant 25 taxons virtuels (VTs) de CMA appartenant à 5 genres: *Glomus* >> *Claroideoglomus* >> *Diversipora* > *Paraglomus* > *Scutellospora*. Nous avons aussi montré que les pratiques de gestion agricole n'ont eu aucun impact sur la colonisation des AMF dans les plantes racinaires cultivées dans le sol étudié. Cependant, l'analyse de redondance a révélé que des propriétés du sol telles que la salinité, le phosphore disponible et l'azote total ont un impact sur la distribution et l'abondance des CMA, notamment dans les *Glomus* spp.

Mots clés: Gesse chiche, CMA, Colonisation racinaire, Promoteur de croissance microbienne des plantes

Poster – Session 2.2

P2.2#12 Saliha KADI-BENNANE “Analyse comparative du comportement des plants de *Quercus canariensis* et de sa communauté ectomycorhizienne soumis au stress hydrique“

P2.2#13 Montan GAUTIER “Repenser la trufficulture en s’appuyant sur la biodiversité des truffières spontanées: mise en évidence des interactions entre la truffe noire et la biodiversité végétale associée“

P2.2#14 Ibrahim JAMILLOU SALISSOU “Impact de l’association des cultures sur la densité des spores des champignons à mycorhize arbusculaire et les paramètres de mycorhization dans un champ expérimental de tomate: cas du sol de la région de sagaia, sud-ouest Niamey“

P2.2#15 Erik STORM “Diversité et enjeux de conservation des communautés fongiques du Parc National de Port-Cros; de la valorisation des herbiers anciens au métabarcoding des sols“

P2.2#16 Léonie GRATACAP “Le métabarcoding de l’ADNe, un outil complémentaire aux inventaires mycologiques pour aborder la biodiversité fongique?“

P2.2#17 Adrien TAUDIERE “Analyses de métabarcoding: vers une approche équilibrée entre reproductibilité, souplesse et créativité“

P2.2#18 Nadjat MEZAOUR “Etude comparative de la communauté ectomycorhizienne de *Juniperus thurifera*. L. ssp. *aurasiaca* et de *Juniperus phoenicea* de la région de Batna (Algérie)“

P2.2#19 Alexandre ROBIN-SORIANO “Décrire les mycorhizes arbusculaires à l’échelle d’une région: outils et méthodologie appliquée à la région d’AlUla en Arabie Saoudite“

P2.2#20 Joris CARBONARE “Le mélange hêtre commun– sapin pectiné, un facteur de diversité pour les champignons du sol?“

P2.2#21 Fatou NDOYE “Diversité et impact des champignons mycorhiziens à arbuscules sur le rendement du fonio blanc (*Digitaria exilis* Stapf), une culture négligée“

P2.2#22 Ismahen LALAYMIA “Evaluation du profil odorant des fraisiers mycorhizés et communication inter-plantes via le réseau mycélien commun suite à une attaque de *Drosophila suzukii*“

P2.2#35 Liam LAURENT-WEBB “Truffes du désert dans la région d’AlUla: le mycobiote racinaire d’*Helianthemum lippii*“

Analyse comparative du comportement des plantes de *Quercus canariensis* et de sa communauté ectomycorhizienne soumis au stress hydrique

Aldjia Ait Gherbi, **Saliha Kadi-Bennane**, Karima Bedad, Nadjat Mezaour

Département des Sciences Agronomiques Faculté des sciences Biologique et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie

Mail: Saliha.kadibennane@ummt0.dz

Résumé

Le but de notre étude est l'analyse du comportement de la communauté symbiotique des jeunes plants de chêne zeen âgés de 5 mois au stress hydrique. Les glands du chêne zeen sont placés dans des pots remplis de sol de chênaie. Une série de dix pots sont disposés en deux blocs (5/5) dans le laboratoire. Pendant 5 mois, un bloc est soumis à un traitement d'arrosage à intervalle de 5 jours (T₁). Le deuxième bloc est soumis à un arrosage à intervalle de 10 jours pendant 03 mois puis à un arrêt d'arrosage jusqu'à flétrissement des feuilles (T₂). Une quinzaine de plants de chaque traitement ont été soumis à des mesures de croissance: hauteur, diamètre au collet, biomasse racinaire et aérienne et Teneur Relative en Eau (TRE). Les ectomycorhizes (Ecms) ont été classés en types d'exploration selon la classification d'Agerer (2001). Les indices de similarité de Jaccard, de Pielou, et l'indice de dispersion ont été calculés. Les résultats ont mis en évidence l'effet du stress hydrique sur la croissance et la communauté ectomycorhizienne des plants de T₁ et T₂. Des différences très hautement significatives ont été observées pour les variables biomasse racinaire à $P=0.0006$, Biomasse aérienne à $P=0.0004$ et hauteurs à $P= 0,001$. La TRE a révélé une déperdition importante chez les plants du T₂ de 70 %. La richesse ectomycorhizienne de 57 Ecms a été plus importante chez les plants du T₁ avec 49 Ecms et de 31 Ecms chez les plants de T₂. La classification fonctionnelle des Ecms permet de noter la fréquence des ectomycorhizes du type d'exploration moyenne et longue distance chez les semis élevés en pot. Les indices de similarité inférieur à 0,5 et l'indice de dispersion supérieur à 0,5 ont suggéré la dissimilitude entre la communauté ectomycorhizienne des plants soumis ou non au stress hydrique.

Mots clés: Ectomycorhizes, croissance, stress hydrique, Plantule, *Quercus canariensis*

Repenser la trufficulture en s'appuyant sur la biodiversité des truffières spontanées: mise en évidence des interactions entre la truffe noire et la biodiversité végétale associée

Montan GAUTIER ⁽¹⁾, Elisa Taschen ⁽²⁾, Marc-André Selosse ⁽³⁾, Franck Richard ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (UMR CEFE), Université de Montpellier-CNRS-EPHE-IRD, 1919 route de Mende, CEDEX 5, F-34293 Montpellier, France

⁽²⁾ INRA, UMR Eco&Sols, Place Viala, 34060, Montpellier, France

⁽³⁾ Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (ISYEB – UMR 7205 – CNRS, MNHN, UPMC, EPHE), Muséum National d'Histoire Naturelle, Sorbonne Universités, 57 rue Cuvier, 75005, Paris, France

Mail: montan.gautier@cefe.cnrs.fr

Résumé

La truffe noire (*Tuber melanosporum* Vittad.) est un champignon ectomycorhizien endémique du bassin méditerranéen, qui fut cueilli jusqu'au 19^{ème} siècle puis peu à peu cultivé sur des terres agricoles. C'est lors du siècle dernier que le modèle de production a progressivement évolué, passant d'un modèle forestier et paysan à un modèle arboricole intensif, qui fut accentué par la mise sur le marché de plants mycorhizés dans les années 1970. En France, la production de truffes est en diminution depuis la fin du 19^{ème} siècle. Cette baisse de production s'accompagne d'une perte progressive des savoirs empiriques, accumulés à partir des observations en truffières dites « naturelles ». Pourtant, c'est dans ces dernières que la truffe exprime les caractéristiques de sa niche fondamentale, alors que ce sont dans les truffières plantées que l'essentiel de la connaissance biologique et écologique de cette espèce a été acquise pendant les dernières décennies. Dans ces écosystèmes « naturels » ou spontanées, plusieurs strates végétales se superposent et pourraient, d'après le savoir empirique des trufficulteurs, favoriser le développement du champignon. Ces espèces végétales, ou plantes compagnes, et les liens qu'elles entretiennent avec la truffe noire pourraient servir dans le développement d'un nouveau modèle cultural alliant diversité, longévité et productivité. Sur la base d'un large corpus provenant de la littérature scientifique et de publications non indexées, et appuyé par des entretiens sociologiques réalisés auprès des trufficulteurs, ce poster aura pour objectif d'identifier les espèces végétales affectant positivement le développement de la truffe noire, ainsi que de distinguer les processus biologiques sous-jacents. On suppose que les plantes compagnes affectent le développement de la truffe par la création d'un microenvironnement biotique, abiotique favorable, et/ou par une interaction symbiotique, mycorhizienne ou non. Ce poster présentera les premiers résultats provenant de la 1^{ère} campagne de terrain de l'année 2024 en truffières naturelles.

Mots clés: *Tuber melanosporum*, plante compagne, ectomycorhize, endophytisme

Impact de l'association des cultures sur la densité des spores des champignons à mycorhize arbusculaire et les paramètres de mycorhization dans un champ expérimental de tomate : cas du sol de la région de saguia, sud-ouest Niamey

Ibrahim JAMILOU SALISSOU, Dahiratou IBRAHIM DOKA, Moussa BARAGE

1. Laboratoire Biologie/ENS/ Université Abdou Moumouni Niamey, Niger
2. Faculté D'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Mail: ibrahimjamilou8@gmail.com

Résumé

La région de Saguia, c'est une zone à vocation agro-pastoralisme ou la population est dans une situation précaire en moyens de subsistances à cause surtout de la baisse de production agricole et de la baisse de la fertilité du sol. D'où la nécessité de cette étude: l'impact de l'association des cultures sur la densité des spores des champignons à mycorhize arbusculaire et les paramètres des mycorhization. Un champ expérimental a été mis en place de dispositif de Fischer avec six (6) traitements y compris le témoin et quatre (4) répétitions, donc au total 24 parcelles expérimentales. Les échantillons de sol ont été prélevés entre 0 et 20cm de profondeur, tout autour du système racinaire de la tomate. Les racines ont été récoltées en vue de leur observation des paramètres de mycorhization au laboratoire, soit dans des flacons contenant du GEE (glycérol-éthanol-eau). Les méthodes de Walker en 1982, de Furlan et Fortin, 1975 et de Schenck & Smith, 1982 ont été utilisées respectivement pour l'extraction, le dénombrement, et l'identification des spores. La méthode Philips et Hayman, 1970 a été utilisée pour la coloration des radicules et celles de Neeman, 1966 et de Trouvlot *et al* 1986 pour le calcul des paramètres de mycorhization. Les résultats obtenus montrent que l'association avec la plante mycorhizée avec 123 spores CMA/100g est plus efficace sur la densité des spores par rapport à l'association avec plante non mycorhizée avec 116 spores CMA, avec une différence non significative. Ensuite, l'association tomate + poivron a enregistré une plus grande valeur concernant la longueur de colonisation, le nombre et les taux d'infection respectivement 12,5 cm 49 pour le nombre d'infection et 98% suivi par l'association tomate + maïs avec (11,75 cm pour la longueur de colonisation; 47 pour le nombre d'infection; 94% pour le taux de colonisation) et une faible valeur de ces paramètres au niveau du témoin. Aussi l'effet de l'association des cultures influe sur la fréquence, l'intensité et la teneur d'arbuscule. Dont, tous les traitements sont efficaces et ont enregistré, une valeur plus élevée qu'à celle de traitement témoin. On retient que l'association tomate + poivron améliore plus les paramètres de mycorhization.

Mots clefs: Association des cultures, paramètres de mycorhization, Saguia, Niamey, Niger

Diversité et enjeux de conservation des communautés fongiques du Parc National de Port-Cros; de la valorisation des herbiers anciens au métabarcoding des sols

Erik STORM¹, J.-M. Bellanger¹, G. Astruc², T. Decaëns¹ & Franck Richard¹

1. Centre d'Ecologie fonctionnelle et Evolutive (UMR 5175). 1919 route de Mende, 34193 Montpellier Cedex 5

2. Parc national de Port-Cros. 181, allée du Castel Sainte Claire, BP 70220,83406 Hyères

Mail: erikstorm.pro@gmail.com

Résumé

Le bassin méditerranéen est l'un des principaux points chauds de biodiversité, mais reste paradoxalement peu connu lorsqu'on considère sa diversité fongique. Le Parc national de Port-Cros aire protégée d'une richesse exceptionnelle adossée au littoral Méditerranéen français, ne fait pas exception à cette règle : sa partie insulaire se positionne comme un lieu où la diversité fongique est encore largement à dévoiler. Dans ce travail de recherche conduit de 2024 à 2026, une exploration de la diversité fongique de cette aire protégée sera conduite, afin de mieux en comprendre les enjeux de conservation, au regard des patrons révélés sur les trois principales îles et sur la zone continentale attenante. L'approche mise en œuvre couplera 1) la mobilisation des herbiers mycologiques amateurs et le barcoding ADN des collections intéressantes, et 2) le séquençage de l'ADN fongique présent dans les sols des différents habitats naturels présents dans le parc, selon un échantillonnage stratifié. Parce qu'elle forme des liens privilégiés avec la végétation et qu'elle concentre une grande richesse d'espèces de macromycètes, la guildes ectomycorhizienne fera l'objet d'une attention toute particulière. Les premiers entretiens conduits auprès des mycologues référents d'une part, et le travail d'analyse de la végétation du parc d'autre part, ont permis de mettre en évidence un corpus conséquent, fait d'archives écrites et photographiques, accompagnées d'herbiers, et d'identifier des habitats à enjeux dans lesquels la diversité fongique reste peu connue. Ce travail en cours permettra de réaliser un inventaire mycologique du parc national, et de mieux comprendre 1) la structuration géographique des patrons de diversités fongiques et 2) les liens étroits entre diversité fongique et habitats. Cette étude s'inscrit bien dans la démarche du projet Stoechas du Parc National, car en plus d'approfondir la connaissance scientifique et de dresser un inventaire, elle permet d'optimiser les possibilités de gestion en établissant des zones prioritaires de conservation pour la faune et la fonge du sol.

Mots clés: Fungi, Conservation, Métabarcoding, Méditerranée

Le metabarcoding de l'ADNe, un outil complémentaire aux inventaires mycologiques pour aborder la biodiversité fongique?

Léonie GRATACAP ^(1,2), Antoine Brin^(1,3), Gérald Grünh ⁽⁴⁾, Carole Hannoire ⁽⁵⁾, Gilles Corriol ⁽⁵⁾, Laurent Larrieu ⁽¹⁾, Fabien Laroche ⁽¹⁾, Nicolas Gouix ⁽¹⁾, Alexandre Raimbault ^(1,6), Coralie Roy-Camille ^(1,7), Joseph Garrigues ⁽⁸⁾, Mélanie Roy ^(2,8)

⁽¹⁾ Ecole d'ingénieur de Purpan (INP), 75 Voie du Toec, 31076 Toulouse, France

⁽²⁾ Université Paul Sabatier, 118 Rte de Narbonne, 31062 Toulouse, France

⁽³⁾ UMR INRAE-INPT DYNAFOR (Dynamiques et Ecologie des Paysages Agriforestiers) 24 Chem. de Borde Rouge, 31320, France

⁽⁴⁾ Office National des Forêt (ONF), 5 Avenue de Mirandol, 48000 Mende, France

⁽⁵⁾ CBNMP (Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées), Lieu-dit Vallon De Salut, 65203 Bagnères-de-Bigorre, France

⁽⁶⁾ Prague

⁽⁷⁾ Laboratoire Evolution et Diversité Biologique (EDB), Bâtiment 4R1 31062 cedex 9, 118 Rte de Narbonne, 31077 Toulouse

⁽⁸⁾ Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMI IFAECI/CNRS-CONICET-UBA-IRD)

Mail: leonie.gratacap@univ-tlse3.fr

Résumé

Les sols hébergent 59% de la biodiversité terrestre, et sans doute 90% des espèces de champignons. Le sol est par ailleurs devenu un support pour identifier la biodiversité du sol par le séquençage haut-débit de l'ADN environnemental, mais les résultats exubérants questionnent tant les chiffres que leur validation pour inventorier la biodiversité fongique d'un point de vue écologique et taxonomique. Nous avons choisi de caractériser la biodiversité des champignons à partir du sol de vieilles hêtraies, où des inventaires mycologiques avaient été produits, et de comparer les regards d'écologues et de taxonomistes sur les données produites. A l'automne 2022, 192 échantillons de sol de 12 parcelles de hêtraie de la Massane ont été échantillonnés. Les inventaires précédents avaient détecté 1055 espèces, notamment des champignons saproxyliques, 11 932 unités taxonomiques opérationnelles (OTUs) ont été observées, dont 4685 (39%) sont assignées à une espèce et représentent 51% des séquences. Parmi celles-ci 385 avaient été observées lors d'inventaires, et 127 nouvelles mentions pourraient être validées à partir de l'ADN environnemental. Les communautés sont largement dominées par des champignons ectomycorhiziens, qui représentent 18% des OTUs et 49% des séquences et dont le mode de vie est assigné à partir du genre. Enfin l'hétérogénéité est élevée au niveau de la réserve de la Massane, et 80% des communautés sont ainsi renouvelées entre parcelles. L'ensemble des données apporte des indicateurs utiles sur les patrons de diversité d'un point de vue écologique, mais leur usage reste limité pour la détection d'espèces de champignons saproxyliques et la constitution d'inventaires. Ce projet souligne les défis mais aussi les perspectives qui accompagnent l'usage du séquençage haut-débit du sol, et l'importance d'un dialogue étroit entre mycologues et écologues autour de l'exploration de la biodiversité du sol.

Mots clés: champignons, metabarcoding, écologie des communautés, vieilles forêts

Analyses de métabarcoding: vers une approche équilibrée entre reproductibilité, souplesse et créativité

Adrien TAUDIERE

IdEst, St-Bonnet-de-Salendrinque, FRANCE

Mail: adrien.taudiere@zaclys.net

Résumé

L'étude des communautés des champignons mycorhiziens s'appuie beaucoup sur les techniques de séquençage à haut débit pour la description des communautés grâce à la méthode du métabarcoding. De nombreux pipelines bio-informatiques ont été développés pour analyser ces données complexes et relativement massives. Cette jungle d'outils, en continuelle expansion, permet une grande richesse d'analyses adaptées à de nombreuses situations variées. En revanche, cette « pile of pipeline » entrave la reproductibilité des analyses et la comparaison entre études. De plus, relancer une partie des analyses entraîne un coût en temps de calcul non négligeable. Je propose ici une méthode basée sur quelques packages R afin de rédiger des scripts clairs et reproductibles tout en bénéficiant d'un grand nombre d'outils d'analyses sans sortir du logiciel R. L'objectif est d'avoir une méthode capable de s'adapter à des données spécifiques (souplesse) tout en stimulant la créativité sans (trop) diminuer la reproductibilité et la robustesse des analyses. Cette approche a l'avantage de permettre facilement de relancer des analyses complètes, y compris les rapports statistiques, en changeant un paramètre du pipeline pour contrôler l'effet de choix méthodologiques sur les résultats biologiques. Cette méthode est illustrée par une analyse de métabarcoding de champignons endomycorhiziens depuis les fichiers en sortie de séquenceur jusqu'au test d'hypothèse sur les facteurs structurant la diversité alpha et bêta.

Mots clés: métabarcoding, bio-informatique, visualisation, R, analyses écologiques, reproductibilité

Etude comparative de la communauté ectomycorhizienne de *Juniperus thurifera* L. ssp. *aurasiaca* et de *Juniperus phoenicea* de la région de Batna (Algérie)

Nadjat MEZAOUR, Saliha Kadi-Bennane, Chafi Harchaoui-Bournine, Katia Djennadi

Laboratoire Mycorhizes (UMMTO), Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie

Mail: nadjat.mezaour@ummtto.dz

Résumé

Les espèces du genre *Juniperus* sont des espèces pionnières peu exigeantes qui occupent une place importante dans les écosystèmes forestiers en raison de leur capacité d'adaptation aux conditions extrêmes du milieu. Elles sont des candidats intéressants dans les programmes de reboisement face au réchauffement climatique. Cependant, peu d'étude se sont intéressées à l'aspect mycorhizien élément clé de l'adaptation des végétaux aux conditions adverses du milieu. L'objectif de ce travail est l'inventaire comparatif de la communauté ectomycorhizienne de *Juniperus thurifera* du Mont Chélia et *Juniperus phoenicea* de Djerma (Batna, Algérie). L'échantillonnage est réalisé en janvier 2023 autour de 7 arbres et les racines collectées au niveau des quatre points cardinaux ont été observées. La description des ectomycorhizes et la richesse morphotypique est effectuée selon les caractéristiques morpho-anatomiques et les stratégies exploratoires du sol établies par Agerer (2001). L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne est réalisée suivant la méthode de la gridline intersect de Giovannetti et Mosse (1980).

L'étude morpho-anatomique des deux espèces du Genévrier a permis de distinguer 23 morphotypes ectomycorhiziens dont 9 communs. La richesse morphotypique la plus élevée est enregistrée chez le Thurifère avec 19 morphotypes comparativement à 13 morphotypes distingués chez le Phénicie. La richesse morphotypique en fonction des types exploratoires révèle la présence des quatre types exploratoires avec une dominance du type contact quelque soit l'espèce. Par ailleurs, l'estimation de la colonisation mycorhizienne montre un taux de 21.45% chez le Phénicie et de 14.46% chez le Thurifère. De plus, la colonisation ectomycorhizienne du type exploratoire contact a été la plus élevée 12.22% et 10.60% chez les deux espèces. L'étude suggère que face aux contraintes extrêmes du milieu, la stratégie adoptées chez le Thurifère a été la diversification des partenaires fongiques contrairement au Phénicie qui à recruter moins de partenaires privilégiant la colonisation d'une plus grande longueur racinaire.

Mots clés: *Juniperus thurifera*, *Juniperus phoenicea*, ectomycorhizes, types exploratoires

Décrire les mycorhizes arbusculaires à l'échelle d'une région: outils et méthodologie appliquée à la région d'AIUla en Arabie Saoudite

Alexandre ROBIN-SORIANO ⁽¹⁾, Kenji Maurice ⁽¹⁾, Stéphane Boivin ⁽²⁾, Amelia Bourceret ⁽³⁾, Liam Laurent-Webb ⁽³⁾, Sami Youssef ⁽²⁾, Jérôme Nespoulous ⁽²⁾, Inès Boussièrre ⁽¹⁾, Julie Berder ⁽²⁾, Coraline Damasio ⁽¹⁾, Bryan Vincent ⁽¹⁾, Hassan Boukcim ^(2,5), Marc Ducouso ⁽¹⁾, Muriel Gros-Balthazard ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ AGAP-Institut, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, SupAgro, F-34398, Montpellier, France

⁽²⁾ Department of Research and Development, VALORHIZ, Montferrier sur Lez, France

⁽³⁾ ISYEB, Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, EPHE-PSL, Sorbonne Université, Paris, France

⁽⁴⁾ DIADE, Univ Montpellier, CIRAD, IRD, Montpellier, France

⁽⁵⁾ ASARI, Mohammed VI Polytechnic University, Laâyoune, Morocco

Mail: alexandre.robin@cirad.fr

Résumé

Les Champignons Mycorhiziens Arbusculaires (CMA) grâce à leur capacité à former une symbiose, les mycorhizes arbusculaires (MA) avec les racines de 80% des plantes vasculaires, contribuent très activement aux fonctionnements des écosystèmes, notamment arides et hyper arides. Afin de développer des outils de gestion pour un usage raisonné et durable des sols désertiques, il est nécessaire de les caractériser à l'échelle régionale. Pour cela nous combinons des méthodes 1- d'extractions de spores des sols par tamisage humide, 2- d'observation au microscope de racines pour la mise en évidence des MA et 3- de metabarcoding d'e-DNA avec 2 marqueurs différents sur plus de 1.000 échantillons prélevés sur l'ensemble de la région d'AIUla en Arabie Saoudite. Nous discutons du choix des méthodes, de leurs utilisation conjointes et des résultats obtenus dans cette région aux sols hyper alcalins. Cette étude nous a permis de décrire des profils de mycorhizations particuliers, pour des Poaceae, des Fabaceae et des Amaranthaceae ainsi que sur deux plantes de culture oasienne, des *Citrus* et le Palmier dattier. Les CMA de l'ordre des Glomerales dominant très significativement dans les sols et dans les MA. L'ordre des Gigasporales, avec de grandes spores, totalement absent de nos analyses semble inadapté aux conditions désertiques. Nous décrivons les communautés de CMA à l'échelle de la région grâce à un échantillonnage aléatoire appuyé par des échantillonnages ciblés. Ce cadre d'analyse des MA est transposable à d'autres régions et peut aussi être adapté à d'autres types d'interactions plantes microorganismes.

Mots-clés: Mycorhize arbusculaire, Ecosystèmes hyper arides, Metabarcoding, Arabie Saoudite

Le mélange hêtre commun – sapin pectiné, un facteur de diversité pour les champignons du sol?

Joris CARBONARE ⁽¹⁾, Antoine Brin ⁽¹⁾, Sophie Mennicken ⁽²⁾, Floriane Kondratow ⁽¹⁾, Sophie Manzi ⁽³⁾, Mélanie Roy ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Ecole d'Ingénieurs de PURPAN, Université de Toulouse, UMR 1201 Dynafor INRAE, 75 voie du TOEC - BP 57611 31076 Toulouse, France

⁽²⁾ KBE, University of South Bohemia, République Tchèque

⁽³⁾ Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, Toulouse

⁽⁴⁾ IRL IFAECI, Buenos Aires, Argentine

Mail: joris.carbonare@etu.umontpellier.fr

Résumé

Les communautés fongiques, acteurs clés dans les processus écosystémiques tels que les cycles biochimiques et la santé des plantes, sont fortement influencées par la composition en essences des forêts. Dans les peuplements adultes, la compréhension de ces influences s'est traditionnellement limitée à la comparaison entre des parcelles mono-spécifiques et des parcelles avec un mélange équié fixe. Cette approche peut masquer les nuances écologiques présentes le long des gradients continus de composition forestière. Notre étude aborde cette question en examinant l'influence d'un gradient de mélange hêtre/sapin sur les communautés fongiques du sol des forêts des Cévennes (France), où le sapin a été récemment réintroduit. Nous testons l'hypothèse de forêts mixtes plus riches en espèce en particulier de champignons mycorhiziens. Grâce au métabarcoding de l'ADN environnemental du sol, nous avons révélé une diversité fongique variant significativement avec le gradient de mélange, et qui atteint un maximum pour des forêts composées à 35% de sapin. Nos résultats soulignent aussi un patron de substitution d'espèces au sein des communautés fongiques le long de ce gradient. La relation unimodale obtenue démontre que la complémentarité de niches entre le hêtre commun et le sapin pectinés favorise la diversité fongique jusqu'à un point de saturation, au-delà duquel la dominance d'une espèce arborée restreint cette diversité. Cette observation souligne que la biodiversité fongique est non seulement influencée par la présence de différentes espèces d'arbres, mais aussi par leur proportion relative, mettant en lumière le rôle de la structure forestière dans la modulation de la biodiversité du sol. Ces résultats renforcent l'argument en faveur d'une sylviculture qui optimise les mélanges d'espèces, pour favoriser l'installation une communauté fongique complexe et résiliente.

Mots clés: Communautés fongiques, mélange d'essences, ADNe

Diversité et impact des champignons mycorhiziens à arbuscules sur le rendement du fonio blanc (*Digitaria exilis* Stapf), une culture négligée

Fatou NDOYE^{1,3*}, Diedhiou Abdala Gamby^{2,3}, Gueye Mame Codou⁴, Diop Ibou^{2,3}, Sadio Oumar⁵, Sy Mame Oureye², Diouf Diegane^{1,3}, Kane Aboubacry^{2,3}

¹Département Agronomie et Production Végétale, UFR SAEPAN, Université du Sine Saloum El Hadj Ibrahima Niass, BP 55, Kaolack, Sénégal

²Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005, Dakar-Fann, Sénégal

³Laboratoire Commun de Microbiologie (LCM IRD/ISRA/UCAD), Bel-Air BP 1386, CP 18524, Dakar, Sénégal

⁴Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS), Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), BP 3320, Thiès, Sénégal

⁵ IRD, Université Brest, CNRS, Ifremer, LEMAR, Dakar, Sénégal, BP 1386, CP 18524

Mail: fatou.ndoye@ussein.edu.sn , fatoundoye20@gmail.com

Le fonio blanc (*Digitaria exilis* Stapf) est encore considéré comme une culture négligée dans certains pays ouest-africains, malgré ses nombreuses qualités nutritionnelles et thérapeutiques. Par ailleurs, très peu d'informations existent sur son statut mycorhizien et sur la diversité des champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) qui lui sont associés. L'objectif de cette étude était d'une part de déterminer la diversité des CMA dans la rhizosphère du fonio ; et d'autre part d'évaluer sa dépendance mycorhizienne. Pour ce faire, des échantillons de sols ont été prélevés de champs de fonio de 5 régions du Sénégal appartenant à 3 zones climatiques (soudanienne, soudano-sahélien et soudano-guinéenne), puis le potentiel mycorhizien, la densité des spores et la diversité des CMA ont été déterminés. Par ailleurs, une accession de fonio a été inoculée séparément avec sept espèces de CMA dans un dispositif expérimental en conditions semi-contrôlées. Ainsi, 20 morphotypes de CMA appartenant à 8 genres (*Acaulospora*, *Ambispora*, *Dendiscutata*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Racocetra*, *Sclerocystis* et *Scutellospora*) ont été répertoriés des différents sols prélevés. La densité des spores et le potentiel mycorhizien étaient plus élevés en zone soudanienne alors que la diversité y était plus faible. Pour l'essai d'inoculation, les résultats ont montré des augmentations de la biomasse totale (+14,44% à +45,56%), du tallage (+15,79% à 31,58%), des feuilles (+13,41% à +35,79%), des panicules (+20,70% à 39,24%) et de racèmes (+52,94% à +125,29%) en fonction de l'espèce de CMA utilisée. Ces résultats indiquent que le degré de dépendance mycorhizienne du fonio varie d'une espèce de CMA à une autre. Par ailleurs, ces résultats suggèrent que l'utilisation de CMA comme biofertilisants pourrait constituer une stratégie prometteuse pour améliorer la productivité du fonio.

Mots clés: Fonio, plante mineure, diversité, inoculation

Evaluation du profil odorant des fraisiers mycorhizés et communication inter-plantes via le réseau mycélien commun suite à une attaque de *Drosophila suzukii*

Ismahen LALAYMIA ¹, Aurélie Noriega ¹, Chloé D. Galland ², François Verheggen ², Mahmoud Gargouri ¹, Stéphane Declerck ²

¹Applied Microbiology, Mycology, Earth and Life Institute, Université catholique de Louvain, Croix du Sud, 2 box L7.05.06, Belgique

²Chemical and Behavioral Ecology, Terra, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège. Avenue de la faculté d'Agronomie, 2B – 5030 Gembloux, Belgique

Mail: ismahen.lalaymia@uclouvain.be

Résumé

Les plantes ont développé divers mécanismes de défense pour faire face aux attaques d'insectes. Parmi ceux-ci, la production des composés organiques volatils (COV). Le profil en COVs des plantes peut être fortement affecté par les stimuli environnementaux incluant les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA). Ici, nous évaluons l'impact de *Rhizophagus irregularis* MUCL 41833 sur le profil en COVs de *Fragaria vesca* suite à une attaque de *Drosophila suzukii*, puis nous mettons en évidence la communication via le réseau mycorhizien commun (RMC) entre une plante attaquée par *D. suzukii* et une plante saine par l'observation des modifications qualitative et quantitative des COVs par GC-MS. Au total, 49 composés, dont des esters, aldéhydes, alcools, cétones et terpènes ont été identifiés et quantifiés. L'analyse discriminante partielle des moindres carrés (sPLS-DA) révèle une séparation des traitements en 3 groupes en fonction de leurs COVs. Le premier composé de fraisiers Myc-A-, le deuxième de Myc-A+ et le troisième de fraisiers Myc+A- et Myc+A+. Quinze VOCs qui ont contribué à cette séparation ont été mis en évidence par l'analyse de l'importance variable dans la projection (VIP). L'oct-1-èn-3-ol, le 2-heptanol et le 1-decanol étaient les composés les plus abondamment émis par les fraisiers Myc-A+, et leur abondance avait diminué chez les Myc+A+. Chez les fraisiers Myc+A-, le 4-oxohex-2-enal, le 3-hexen-1-ol, et l'acide-acétique-methyl-ester étaient les plus abondants et leur abondance avait augmenté chez les Myc+A+. Pour la deuxième expérience, reliant une plante attaquée par *D. suzukii* et une plante saine, l'analyse sPLS-DA des COVs a permis la séparation des fraisiers des différents traitements en 5 groupes, dont un groupe comportant les fraisiers Myc+A+ donneurs et les fraisiers receveurs de ce même traitement. Cette étude montre que le CMA peut entraîner une élévation, ou un amorçage de certains composés volatils connus pour leur rôle dans la défense des plantes contre les ravageurs et met en évidence une communication inter-plantes via le RMC.

Mots clés: *Rhizophagus irregularis*, *Drosophila suzukii*, composés organiques volatiles (COV), réseau mycorhizien commun (RMC)

Truffes du désert dans la région d'AIUla: le mycobiote racinaire d'*Helianthemum lippii*

Liam LAURENT-WEBB⁽¹⁾, Kenji Maurice⁽²⁾, Alexandre Robin-Soriano⁽²⁾,
Marc Ducouso⁽²⁾, Marc-André Selosse^{(1), (3), (4)}

⁽¹⁾ Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (ISYEB), Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, Sorbonne Université, EPHE, UA, 57 rue Cuvier, 75005 Paris, France

⁽²⁾ LSTM, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, IRD, SupAgro, Montpellier, France

⁽³⁾ Department of Plant Taxonomy and Nature Conservation, University of Gdańsk, Gdańsk, Poland

⁽⁴⁾ Institut Universitaire de France, Paris, France

Mail: liam.laurent@free.fr

Résumé

Les milieux arides ont des ressources renouvelables d'eau limitées, surexploitées par les filières agricoles. Le développement de cultures à faible besoins en irrigation est un des leviers permettant de limiter l'impact des activités humaines sur les réserves hydriques naturelles. Le développement de la production de truffes du désert dans la région d'AIUla (Arabie Saoudite) pourrait ainsi permettre de diversifier la production agricole de cette oasis habituellement productrice de dattes. Afin d'évaluer le potentiel de la région d'AIUla pour la production de truffes du désert, nous avons caractérisé le microbiote racinaire d'hôtes potentiels (*Helianthemum lippii*) dans plusieurs sites en couplant des approches de séquençage (ITS2 et 18S) et de microscopie optique. De plus, nous avons effectué un suivi de production de ces sites afin d'identifier une potentielle production spontanée. En août 2021 et mai 2022, sur la base de l'ITS2, nous avons identifié différentes OTUs assignées à des genres formant des truffes du désert, en particulier *Picoa*. Les analyses réalisées à l'aide du marqueur 18S révèlent pour leur part une forte proportion de Glomérales. Ces analyses moléculaires ont été corroborées par les observations microscopiques de racines d'*Helianthemum lippii* qui ont permis de mettre en évidence la présence de vésicules et d'arbuscules dans les racines, structures typiques des mycorhizes arbusculaires alors qu'*Helianthemum lippii* est principalement décrite comme ectendomycorhizienne. Finalement, nous avons ainsi identifié une production spontanée de truffes du désert de l'espèce *Tirmania nivea* dans un des quatre sites étudiés au printemps 2023. Étonnamment, nous n'avons pas identifié de séquences affiliées à cette espèce dans les racines d'*H. lippii* par séquençage. Ces données suggèrent qu'*Helianthemum lippii* est une espèce candidate pour la production de truffes du désert dans la région d'AIUla et qu'elle forme à la fois des ectendomycorhizes et des mycorhizes à arbuscules en conditions naturelles.

Mots clés: Truffes du désert, milieux arides, ectendomycorhizes, *Helianthemum*

Session 3

Applications et ingénierie biologique (agriculture, restauration des milieux)

Communications orales – Session 3

Chair/co-Chair & Keynote: **Marie CHAVE** (INRAE Astro, Guadeloupe) / **Tatiana KRASOVA WADE** (IRD Dakar, Senegal)

Ouverte à la diversité des acteurs de la transition agroécologique, cette session abordera les différentes modalités de valorisation des symbioses mycorhiziennes en milieu naturel ou agricole. Elle vise à partager les connaissances et les innovations sur les processus de production et de mise en œuvre des champignons mycorhiziens à l'échelle des agro-écosystèmes.

Chapeau 3 (C3#1) Marie CHAVE (INRAE Astro, Guadeloupe) / Tatiana KRASOVA WADE (IRD Dakar, Senegal) "Coupler innovations techniques et organisationnelles pour valoriser les champignons mycorhiziens"

(T3#2) **Maxime LABBE** (Canada) "Premiers stades de mycorhization arbusculaire sur des résidus miniers hydroensemencés en forêt boréale québécoise"

Conférence interdisciplinaire – Ouverture (invité) [30 min & 15 min discussion]
Jean-Louis PHAM (France) "Souches mycorhizienne: Considérations sur le transfert et les notions de propriétés de ce matériel biologique «en vogue»"

(T3#3) Gbèdotchitché Gwladys AZONGNIDE (Bénin) "Densité de spores dans les parcs à karité et amélioration de la croissance juvénile du karité par mycorhization" (*pas présent*)

(T3#4) **Yvan DE ROMAN** (France) "MYCOTERROIR... 3 ans après : devenir d'une parcelle viticole restaurée avec les communautés endomycorhiziennes locales"

(T3#5) **Mohamed HIJRI** (Maroc) "Amélioration des performances des pois chiches grâce à l'inoculation mycorhizienne qui a induit un changement dans les communautés fongiques des pathogènes fongiques"

(T3#6) **Maryline CALONNE-SALMON** (Belgique) "Effets des pratiques agricoles sur la colonisation du froment d'hiver: Acquis d'un réseau de parcelles en région wallonne"

(T3#7) **Lyès BRADAI** (Algérie) "Les truffes du désert et la population des oasis du Sahara septentrional algérien"

Coupler innovations techniques et organisationnelles pour valoriser les champignons mycorhiziens

Marie CHAVE ⁽¹⁾, **Tatania KRASOVA WADE** ⁽²⁾

⁽¹⁾ INRAE, UR ASTRO, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe, France

⁽²⁾ IRD, UMR Eco&Sols IRD/CIRAD/INRAE/Montpellier SupAgro / IESOL, Centre de Recherche de Bel-Air, BP 1386, CP 18524 Dakar, Senegal

Mail: marie.chave@inrae.fr; tania.wade@ird.fr

Résumé

La transition agroécologique invite à valoriser la biodiversité, en particulier celle du sol, afin de réduire l'utilisation d'intrants de synthèse (pesticides et engrais) dans les systèmes agricoles, de favoriser la reforestation et de restaurer les milieux. Les différentes stratégies innovantes de valorisation de la biodiversité des champignons mycorhiziens (ecto et endo mycorhizes) s'inscrivent dans des dynamiques allant d'une « faible » à une « profonde » écologisation de l'agriculture. La « faible écologisation » tient dans « la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles ou de nouvelles technologies faciles à transférer », telle que la substitution des intrants de synthèse par des intrants biologiques. La stratégie majoritairement développée actuellement est la production standardisée plus ou moins industrielle. Elle s'appuie sur l'utilisation d'inocula produits à partir d'un nombre réduit de souches sélectionnées. D'autres stratégies s'inscrivent dans une écologisation plus profonde impliquant un changement de paradigme plus important par rapport au modèle productiviste, elles revêtent une dimension systémique. Certaines stratégies innovantes consistent à valoriser les champignons mycorhiziens natifs naturellement présents dans les sols. Il s'agit, par exemple, de conserver et d'utiliser la biodiversité des champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) pour produire des « services écosystémiques intrants » (support et régulation). Ces derniers dépendent de pratiques et d'actions mises en œuvre à différentes échelles (parcelle, exploitation, territoire) et nécessitent des modèles d'organisation et d'intervention multi-échelles (association et coopérative de producteurs, Groupement d'Intérêt Economique, Entreprise individuelle). Différentes démarches participatives, impliquant les agriculteurs et s'appuyant sur des dynamiques locales de partage de connaissances, visent la production de champignons mycorhiziens à la ferme. La diversité des stratégies de valorisation des champignons mycorhiziens présentée met en évidence l'importance du rôle de l'agriculteur, de la qualité de la coordination locale, du partage de l'information et des connaissances qui participent à l'évolution et à l'adaptation des agro-écosystèmes.

Mots clés: Champignons mycorhiziens, Innovation, Valorisation, Agroécologie

Premiers stades de mycorhization arbusculaire sur des résidus miniers hydroensemencés en forêt boréale québécoise

Maxime LABBE ⁽¹⁾, Christine Lethielleux-Juge ⁽²⁾ & Marie Guittonny ⁽¹⁾

¹ Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, Qc, Canada, J9X 5E4

² Irrigation NORCO inc., Saint-Hugues, Qc, Canada, J0H 1N0

Mail: Labm96@uqat.ca

Résumé

Afin de respecter le cadre réglementaire québécois, les résidus miniers doivent être végétalisés à la fermeture du site. Toutefois ils présentent des conditions physiques, chimiques et biologiques associés aux successions écologiques primaires, ce qui rend difficile l'implantation de la végétation. Au Québec, les parcs à résidus des mines de fer sont localisés en contexte boréal nordique et sont ceinturés par des digues avec des pentes abruptes, ce qui augmente le niveau de contraintes pour le succès de végétalisation. Un dispositif en bloc complet aléatoire recouvrant 0,9 hectare a été conçu sur une digue (pente de 3:1) de résidu minier afin d'étudier l'influence de l'emplacement sur la pente et de la dose d'hydrosemis sur le développement des symbioses endomycorhiziennes et de la végétation. Trente-six parcelles (4 répétitions), réparties sur 3 hauteurs (haut, milieu et bas de pente) ont reçu aléatoirement 1, 2 ou 3 couches d'hydrosemis en 2022. La bouillasse contenait un mélange de semences d'intérêt agronomique et un inoculant de *Rhizophagus irregulare*. La composition de la communauté végétale et son recouvrement, le taux de mycorhization et la diversité des champignons mycorhiziens arbusculaires ont été étudiés. La 2^e année après ensemencement, le recouvrement de la végétation était dominé par des graminées du genre *Festuca*, *Lolium*, *Phleum* et *Agrostis*. *Festuca* dominait en haut de pente tandis que *Lolium* dominait en bas de pente. Le taux de mycorhization et la présence d'arbuscules étaient significativement plus importants dans les parcelles ayant reçu 3 couches d'hydrosemis que dans celles ayant reçu 1 couche. Les analyses taxonomiques réalisées sur du sol rhizosphérique et des racines n'ont pas permis l'identification de glomérormycètes dans les parcelles expérimentales. Toutefois, des glomérormycètes ont été identifiés dans les racines de plantes prélevées dans des parcelles témoins. Le genre *Claroideoglomus* était le plus abondant dans la parcelle témoin la plus proche du dispositif expérimental.

Mots-clés: Forêt boréale, mycorhizes à arbuscules, végétalisation, résidus miniers

Conférence interdisciplinaire – Ouverture (invité)

Souches mycorhiziennes: Considérations sur le transfert et les notions de propriétés de ce matériel biologique «en vogue»

Jean-Louis PHAM

IRD, UMR DIADE, Comité Nagoya

Mail: jean-louis.pham@ird.fr

Résumé

La Convention sur la Diversité Biologique (1992) a défini le principe d'Accès aux ressources génétiques et de Partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation (APA), dont le Protocole de Nagoya (2010) a précisé la mise en œuvre par les états, souverains sur leur biodiversité. L'accès à des ressources génétiques et leur utilisation sont conditionnés par le consentement préalable informé du fournisseur et la contractualisation du partage des avantages entre le fournisseur et l'utilisateur. Jusqu'à présent circonscrit au matériel biologique et aux connaissances traditionnelles associées, le périmètre réglementaire de l'APA sera probablement étendu aux "ressources génétiques dématérialisées" que sont les séquences génétiques.

De la collecte d'échantillons biologiques jusqu'à leur valorisation et aux stratégies de propriété intellectuelle, en passant par leur utilisation et leur conservation en collection, nous verrons que la nécessaire prise en compte de la lettre et de l'esprit de l'APA concerne donc nombre d'étapes de la recherche et développement mobilisant des micro-organismes, dans des situations de partenariat très diverses.

Densité de spores dans les parcs à karité et amélioration de la croissance juvénile du karité par mycorhization

Gwladys AZONGNIDE (*pas présent*), Christine OUIINSAVI

Laboratoire d'Etudes et de Recherches Forestières, Université de Parakou, Benin

Mail: gwladysaz@yahoo.fr

Résumé

Vitellaria paradoxa, communément appelé karité, est une espèce semi-domestiquée d'importance alimentaire, économique et écologique mais caractérisée par une croissance juvénile lente et un cycle végétatif prolongé. Cette étude a pour but d'évaluer la densité et la diversité morphologique des spores dans divers habitats, et par la suite d'améliorer la croissance juvénile des jeunes plants de karité par mycorhization. Les spores ont été extraites à l'aide de la méthode du tamis humide à partir de sols prélevés dans des champs, des jachères et des savanes. Après la germination des noix de karité, différents traitements ont été appliqués au substrat, mycorhization naturelle avec 30 g de sol prélevé dans les champs à une profondeur de 10-20 cm sous l'arbre à karité et une mycorhization contrôlée avec 30 g de champignons mycorhiziens à arbuscules du genre *Glomus* (*Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus rosea*). Combinaison de 30g d'CMA avec une fertilisation minérale (1,5 g/pot/mois de NPK) ; application de fumier de bœuf avec AMF d'autre part. Nos résultats indiquent une variation significative de la densité des spores en fonction du type d'habitat et de la profondeur d'échantillonnage du sol ($p < 0,0001$). Une plus grande densité de spores a été observée dans les sols échantillonnés dans les champs à une profondeur de 10 à 20 cm du sol. Un an après la germination des noix, les plantules mycorhizées présentent les meilleures performances de croissance des plantules. Nos résultats mettent en évidence le potentiel de la mycorhization pour améliorer la croissance juvénile du karité inoculé. Cependant, une combinaison de souches CMA avec une fertilisation organique et minérale donne les meilleures performances de croissance pour les jeunes plants de karité. D'autres études sur les taux de mycorhization et la nutrition des jeunes plants permettraient de mieux comprendre ce processus symbiotique sur les jeunes plants de karité.

Mots clés: *Vitellaria paradoxa*, champignons mycorhiziens à arbuscules, *Glomus*, Bénin

MYCOTERROIR... 3 ans après: devenir d'une parcelle viticole restaurée avec les communautés endomycorhiziennes locales

Yvan DE ROMAN, Patricia Battie-Laclau, Mathilde Bernard, Lucas Bodénan, Myriam Duchemin, Olivier Sainlez, Azimê Yol, Dominique Barry-Etienne

Mycea, 162 rue du Caducée, CS 75095, 34197 Montpellier Cedex 5, France

Mail: yvan.de-roman@mycea.fr

Résumé

Mycea a développé MYCOTERROIR qui valorise les communautés locales de champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) afin d'améliorer naturellement la santé des sols et des plantes. Ce service permet de multiplier les communautés locales de CMA et de produire sur mesure des inocula adaptés à toute parcelle pauvre en CMA. En y introduisant des communautés diversifiées et adaptées au pédoclimat local, la diversité endomycorhizienne est restaurée et les cultures améliorées.

Dès 2020, le service MYCOTERROIR a été testé sur une vigne adulte pour laquelle un inoculum a été produit à partir des communautés de CMA prélevées à proximité. Un dispositif expérimental a été installé en mai 2020 afin de tester trois doses d'inoculum MYCOTERROIR. Chaque modalité est composée de trois placettes de 35 ceps où seuls les ceps centraux ont été suivis durant trois ans. Le rendement a été estimé en 2021 et mesuré en 2022 et 2023. Le taux de mycorhization a été évalué annuellement et la diversité en CMA des racines déterminée par métabarcoding en 2023. Le nombre et la diversité des spores dans le sol ont été observés en début et fin d'essai.

Jusqu'en 2022, les ceps inoculés ont été significativement plus mycorhizés et productifs que les témoins. A partir de 2023, les témoins ont rattrapé les ceps inoculés en termes de mycorhization et de rendement. Les analyses de diversité confirment qu'après trois ans, les ceps témoins ont été colonisés par les CMA introduits sur les ceps inoculés. De même, le nombre de spores a doublé et le nombre d'espèces de CMA dans le sol multiplié par trois.

Ces résultats mettent en évidence que les communautés locales de CMA introduites via le service MYCOTERROIR, se sont non seulement maintenues, mais également développées, restaurant ainsi le statut endomycorhizien de la parcelle, favorable à la vigne.

Mots clés: biostimulation vigne, communautés locales, diversité endomycorhizienne, restauration du sol

Amélioration des performances des pois chiches grâce à l'inoculation mycorhizienne qui a induit un changement dans les communautés fongiques des pathogènes fongiques

Sulaimon Basiru ⁽¹⁾, Khadija Aitsimhand ⁽¹⁾, Rachid Elfermi ⁽¹⁾, Khaoula Errafii ⁽¹⁾, Jean Legeay ⁽¹⁾, **Mohamed HIJRI** ^(1,2)

⁽¹⁾ African Genome Center, Mohammed VI Polytechnic University, Ben Guerir, Morocco

⁽²⁾ Institut de La Recherche en Biologie Végétale, Département de Sciences Biologiques, Université de Montréal, Montreal, QC, H1X 2B2, Canada

Mail: Mohamed.Hijri@um6p.ma

Résumé

Le mycobiome végétal joue un rôle crucial dans le cycle de vie des plantes, tant dans le maintien de la santé que pendant les attaques des pathogènes. Cependant, la manière dont les interactions symbiotiques entre les racines des plantes et les symbiotes mycorhiziens influencent les communautés fongiques des plantes et la santé de celles-ci, demeure méconnue. Cette étude vise à examiner comment la symbiose mycorhizienne à arbuscules interagit avec le mycobiome des pois chiches pour affecter la santé des plantes. Les graines de pois chiches ont été inoculées avec un champignon mycorhizien à arbuscules (CMA) non indigène *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198 et cultivées sous deux régimes de fertilisation phosphatée (P) dans un environnement semi-contrôlé. Nous avons examiné la colonisation mycorhizienne, la biomasse végétale et la nutrition minérale. Le métabarcoding ciblant l'ITS fongique a été réalisé pour évaluer les altérations dans le mycobiome des pois chiches, et des analyses d'abondance différentielle ont été effectuées pour identifier les taxons clés pouvant influencer la réponse des pois chiches à l'inoculation. L'inoculation avec le CMA a eu un effet plus important sur la croissance des pois chiches et la nutrition minérale par rapport à la fertilisation phosphatée. Par exemple, la biomasse aérienne ($P = 0,067$), les racines ($P = 0,001$) et la biomasse totale hors sol ($P = 0,010$) ont été significativement améliorées 90 jours après le semis. De plus, la teneur en phosphore ($P = 0,05$) et en sodium ($P = 0,09$) a également augmenté grâce à l'inoculation. Le profilage ITS du mycobiome des racines de a révélé une diversité fongique significative dans les deux biotopes des racines et du sol, principalement composée d'Ascomycota suivie de Basidiomycetes, Chytridiomycota, Glomeromycota, Monoblepharomycota, Mucoromycota et Rozellomycota. Les analyses d'abondance différentielle ont mis en évidence 10 ASV qui ont été significativement impactés par l'inoculation de CMA; cinq de ces ASV étaient appauvris et comprenaient d'importants agents pathogènes végétaux tels que *Fusarium solani* ($P = 0,0036$), *Sarocladium kiliense* ($P = 0,0029$), *Fusarium nygamai* ($P < 0,001$), *Neocosmospora rubicola* ($P < 0,001$) et *Stagonosporopsis* sp. ($p = 0,0029$). Notre étude confirme l'importance de la symbiose avec les CMAF dans la physiologie, la nutrition minérale et la dynamique de la communauté fongique des pois chiches ; mettant en évidence le potentiel d'une espèce de CMA généraliste en tant qu'agent de bio-inoculation et de lutte biologique.

Mots clés: Mycobiome, Pois chiche, Inoculation mycorhizienne, Métabarcoding

Effets des pratiques agricoles sur la colonisation du froment d'hiver: Acquis d'un réseau de parcelles en région wallonne

Brieuc Hardy ⁽¹⁾, **Maryline CALONNE-SALMON** ^(2*), Stéphane Declerck ⁽²⁾, Bruno Huyghebaert ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centre wallon de Recherches agronomiques, rue du bordia, 4, 5030 Gembloux, Belgique

⁽²⁾ Laboratoire de mycologie, Université catholique de Louvain, Place Croix du Sud, 2, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

Mail: maryline.calonne@uclouvain.be

Résumé

Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) sont connus pour les services qu'ils rendent aux plantes cultivées en termes de nutrition minérale et de résilience face aux stress biotiques et abiotiques. De nombreux facteurs agronomiques sont considérés comme défavorables aux CMA naturellement présents dans les sols agricoles, comme le travail du sol intensif, une teneur élevée en P disponible dans le sol ou encore la culture de plantes non-mycorhizogènes comme la betterave ou le colza. Néanmoins, la plupart des données concernant l'effet des conditions du milieu sur les CMA résultent d'expériences en conditions contrôlées ou d'essais factoriels au champ. Dans le cadre d'un projet financé par la Région Wallonne (Belgique) appelé MicroSoilSystem, les facteurs agronomiques qui impactent l'abondance de CMA dans les sols agricoles ont été identifiés dans un réseau de parcelles réparti au sein du territoire wallon, afin de hiérarchiser les facteurs d'impact à l'échelle du système de culture. Ce réseau comprenait 48 parcelles en agriculture conventionnelle, biologique et de conservation des sols, couvrant un large spectre de conditions de sol et d'historiques culturels. Pour l'identification des pratiques culturelles et des conditions de sol potentiellement favorables aux consortia microbiens, des interviews ont été réalisées chez les agriculteurs du réseau. Pour hiérarchiser les facteurs agronomiques en termes d'importance relative sur la mycorhization, les 48 parcelles ont été emblavées en froment d'hiver (variétés Arminius en agriculture bio et/ou Chevignon en agriculture conventionnelle) et les pourcentages de colonisation des racines de froment d'hiver par les CMA ont été mesurés. De notre analyse de données, il ressort que la succession culturale est le principal facteur qui contrôle la colonisation racinaire du froment d'hiver par les CMA indigènes dans les sols agricoles à l'échelle régionale. Le type de plantes cultivées domine largement d'autres facteurs comme l'intensité de travail du sol ou la disponibilité en nutriments.

Mots clés: facteurs agronomiques, agriculture biologique ou conventionnelle, labour, succession culturale

Les truffes du désert et la population des oasis du Sahara septentrional algérien

Lyès BRADAI¹, Haroun Chenchouni², Souad Neffar², Khaled Amrani³, Samia Bissati¹

¹ Univ Ouargla, Fac. des Sciences de la Nature et de la Vie, Lab. Bio-ressources Sahariennes: Préservation et Valorisation, Ouargla 30000, Algeria

² Department of Natural and Life Sciences, FSES NV, University of Tebessa, 12002 Tebessa, Algeria

³ Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 34090 Montpellier, France

Mail: bradai_l@yahoo.fr

Résumé

Notre étude met en évidence les connaissances, l'utilisation et les pratiques ethnomycologiques relatives aux truffes du désert (Terfez) chez la population oasienne du Sahara septentrional algérien.

L'étude est menée par des entretiens ou des interviews directs avec les producteurs et des chercheurs de la truffe du désert, dans deux localités du Sahara Septentrional algérien, connues par leur forte production des truffes du désert.

Trois espèces sont récoltées et consommées par la population oasienne : *Terfezia claveryi* connue sous le nom de Terfesse Lakhal (truffe noire), qui est l'espèce la plus appréciée et la moins fréquente, suivie par *Terfezia areanaria* Terfesse Lahmar (truffe rouge), l'espèce la moins appréciée et la plus fréquente est *Tirmania nivea* appelé Terfesse Labyed (truffe blanche).

Souvent la répartition et la production des Terfès sont liées à des conditions climatiques particulièrement la pluviométrie. 90% des chercheurs se basent sur la forte abondance de la plante symbiotique (*Helianthemum lippii*) et commencent la recherche et la récolte le début du mois de février jusqu'à mars et cela qu'après les pluies d'automne.

Dans certaines oasis, les Terfez sont récoltées chaque année malgré la sécheresse qui s'étale sur toute l'année, ici les agriculteurs gardent sur leurs sols *Helianthemum lippii* et irriguent leurs palmeraies pour substituer les pluies.

Dans la majorité des cas les quantités de truffes du désert récoltées sont destinées à l'autoconsommation, seuls 26,7% orientent le surplus des quantités vers la commercialisation, et uniquement 15% jugent que cette activité constitue une importante source de revenu. Les Terfez sont utilisés en pharmacopée traditionnelle, notamment contre les infections oculaires, contre l'asthénie et pour augmenter la fertilité masculine.

Mots-clés: Sahara algérien, Truffes du désert, ethnomycologie, bioécologie

Poster – Session 3

P3#23 Marouf Khadidja BOUAZZA "Marouf Évaluation des potentialités mycorrhizogènes chez *Medicago sativa* et leur effet sur son développement sous stress hydrique"

P3#24 Najat MADJOUR "Effet de l'inoculation mycorhizienne dans la réhabilitation d'un site dégradé dans l'ouest algérien suite à l'extraction du gypse"

P3#25 Sonia LABIDI "Rôle des pratiques agroécologiques sur la culture de la tomate: essai en plein champ"

P3#26 Daniela ALIAGA RAMOS "Mycorrhizal status in the flora of an ancient Cuban ultramafic outcrop: Implications for the ecological restoration"

P3#27 Zohra CHADDAD "L'effet de l'inoculation par des champignons mycorhiziens à arbuscules sur la croissance et la nodulation de *Chamaecytisus albidus* dans des conditions standards et de carence hydrique"

P3#28 Pierre-Emmanuel COURTY "La co-inoculation d'un champignon mycorhizien à arbuscule et de rhizobactéries module la production de métabolites du fraisier"

P3#29 Damien BLAUDEZ "Phytomanagement des sols contaminés par les métaux: bénéfices issus d'inoculations avec des champignons mycorhiziens ou endophytes"

P3#30 Patricia LACLAU "MYCOTERROIR: un service mettant les communautés endomycorhiziennes locales au service de la santé des sols et des plantes"

P3#31 Anouck CHAMPION "Estimation de la taille efficace des populations d'arbres et de champignons mycorhiziens à partir de données génétiques"

P3#32 Hicham BOUSSIF-FORET "Recherche sur la Biofertilisation au Phosphore de roche en culture de bleuets sauvage sur la Côte-Nord du Québec"

P3#33 Marc DUCOUSSO "Kamaalula: gérer les truffières naturelles pour la production de truffes du Désert"

P3#34 Hassna FOUNOUNE-MBOUP "Effets des Champignons Mycorhiziens à Arbuscules dans la biodisponibilité des micronutriments chez le mil (*Pennisetum glaucum*)" (*pas présent*)

Évaluation des potentialités mycorhizogènes chez *Medicago sativa* et leur effet sur son développement sous stress hydrique

Marouf Khadidja Bouazza ⁽¹⁾, Fatima Chaffa, Daham Azzouz, Abdelkader Bekki ⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratoire biotechnologie pour la sécurité alimentaire et énergétique, Université d'Oran 1 Ahmed Benbella, Algérie

⁽²⁾ Laboratoire de biotechnologie des Rhizobia et amélioration des plantes, Université d'Oran 1 Ahmed Benbella, Algérie

Mail: doujamarouf@gmail.com

Résumé

Afin d'améliorer le rendement et la qualité de la luzerne et satisfaire les besoins en ressources fourragères, mais aussi pour améliorer sa tolérance à la sécheresse, le présent travail vise à évaluer le potentiel mycorhizogène de *Medicago sativa* L. dans un agrosystème à Oran (Nord-ouest Algérien) et de tester l'effet de la mycorhization arbusculaire sur son développement et sa résistance au stress hydrique. Des prospections de mycorhizes dans les racines et dans le sol rhizosphérique sont effectuées. Les taux de mycorhization racinaire, la densité des spores et le potentiel infectieux mycorhizogène (PIM) sont évalués. Un essai d'inoculation sous serre de *Medicago sativa* L. en conditions de stress hydrique est réalisé. A travers cet essai, des paramètres morphologique, colonisation racinaires endomycorhizienne et le dosage des protéines des plantes sont effectués. Les examens microscopiques des racines de *M. sativa* L. ont révélé la présence des endomycorhizes arbusculaires. La fréquence de la colonisation mycorhizienne (F %) est relativement élevée (98,89 %). L'intensité de la colonisation mycorhizienne est également importante (56,83 %). Le PIM du sol est important. Le nombre de spores de CMA isolées est relativement faible (734,44 spores/100 g de sol). L'inoculation de *M. sativa* L. par des champignons mycorhiziens arbusculaires a montré un effet positif sur la croissance et la résistance au stress hydrique. Cette étude a montré des résultats intéressants et mérite d'être approfondie par des essais *in situ*.

Mots clés: Champignons mycorhiziens arbusculaires, *Medicago sativa* L., inoculation, stress hydrique.

Effet de l'inoculation mycorhizienne dans la réhabilitation d'un site dégradé dans l'ouest algérien suite à l'extraction du gypse

Najat MADJOUR ⁽¹⁾, Celien Durney ⁽²⁾, Antoine Sportes ⁽²⁾, Pierre-Antoine Noceto ⁽²⁾, Daniel Wipf ⁽²⁾, Pierre-Emmanuel Courty ⁽²⁾, Abdelkader Bekki ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Biotechnologie des Rhizobia et Amélioration des Plantes (LBRAP), Département de Biotechnologie, Faculté des Sciences, Université Oran 1, Sénia, Algérie

⁽²⁾ Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne, Dijon, France

Mail: madjournadjet@gmail.com

Résumé

L'anthropisation des sols par divers mécanismes à un impact négatif sur les communautés de microorganismes telluriques dont les Champignons Mycorhizien Arbusculaires (CMA) ainsi que sur les mécanismes abiotique et biotique régissant l'équilibre des écosystèmes. Notre travail consiste à déterminer l'influence de l'inoculation mycorhizienne sur l'installation du couvert végétal dans des sols anthropisés, ainsi que sur la composante des communautés de CMA indigènes. Dans cette perspective de recherche, nous avons comparé l'effet de différents inocula mycorhiziens et un amendement organique sur le développement de l'olivier (*Olea europaea*) introduit dans un site dégradé suite à l'exploitation du gypse dans l'ouest algérien, ainsi que sur structuration des communautés de CMA dans ce milieu dégradé.

Les résultats obtenus montrent que l'inoculation avec des champignons mycorhiziens sélectionnés à un effet très important non seulement sur le changement de la composition des communautés des champignons mycorhiziens natifs mais aussi sur le développement de l'olivier (*Olea europaea* introduit). Ces résultats révèlent l'importance de l'inoculation mycorhiziennes dans la réhabilitation des sols anthropisés.

Mots clés: Inoculum, Restauration, Champignons mycorhiziens Arbusculaires, *Olea europaea*

Rôle des pratiques agroécologiques sur la culture de la tomate: essai en plein champ

Amal Ferchichi ^{(1)*}, **Sonia Labidi** ^{(1)*}, Sofiène Hammami ⁽¹⁾,
Besma Sghaier-Hammami ⁽¹⁾, Fayçal Ben Jeddi ⁽¹⁾, Emilio Guerrieri ⁽²⁾, Naceur Jbeli ⁽³⁾

⁽¹⁾ Institut National Agronomique de Tunisie, 43 avenue Charles Nicolle, Tunis 1082, Tunisie

⁽²⁾ CNR-Institut pour la Protection Durable des Plantes (CNR-IPSP), Conseil National Italien de la Recherche, Portici, Italie

⁽³⁾ Laboratoire des Substances Bioactives, Centre de Biotechnologie de Borj Cédria, Hammam-Lif 2050, BP 901, Tunisie

* A. Ferchichi & S Labidi ont contribué à parts égales au présent travail

Mail: sonia.labidi@inat.ucar.tn

Résumé

La culture de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est l'une des plus importantes dans le bassin méditerranéen et en Tunisie. Toutefois, cette culture est très exigeante en fertilisants chimiques et en pesticides d'où la nécessité d'adopter d'autres alternatives pour améliorer sa durabilité.

L'objectif du présent travail est d'étudier l'effet de certaines pratiques agro-écologiques comme les cultures intercalaires à base de légumineuses à graines et la biofertilisation mycorhizienne sur la croissance et la qualité des tomates produites. Pour réaliser cet objectif, une parcelle expérimentale a été installée à Tunis. Le dispositif expérimental est complètement aléatoire avec quatre modalités : culture de tomate ayant reçu une fertilisation chimique conventionnelle (contrôle), culture de tomate biofertilisée avec un inoculum mycorhizien composé de souches locales de champignons mycorhiziens arbusculaires (M), la tomate non biofertilisée et cultivée en intercalaire avec la fève (NMF), la tomate biofertilisée et cultivée en intercalaire avec la fève. Les différents paramètres ont été déterminés au cours de la première cueillette des fruits de tomate.

Les résultats trouvés ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif de la biofertilisation mycorhizienne et de la culture intercalaire sur les biomasses fraîches et sèches des plantes de tomate. Cependant, une amélioration significative des teneurs en phosphore de 32 et 25,6% a été observée, par rapport au contrôle, chez les plantes biofertilisées et celles biofertilisées et cultivées en intercalaire avec la fève. Le diamètre (4,06 cm) et le poids (81,24 g) du fruit les plus élevés ont été enregistrés chez les plantes biofertilisées. La même tendance a été constatée pour le brix.

L'ensemble de nos résultats ont montré que la biofertilisation mycorhizienne joue un rôle indispensable dans l'amélioration de la durabilité de la culture de la tomate à travers la réduction de l'utilisation des fertilisants chimiques, tout en produisant des fruits de même qualité.

Mots clés: biofertilisation mycorhizienne, qualité des fruits, durabilité

Mycorrhizal status in the flora of an ancient Cuban ultramafic outcrop: Implications for the ecological restoration

Daniela ALIAGA-RAMOS ⁽¹⁾, Dubiel Alfonso-González ⁽¹⁾,
Rosalina Berazaín-Iturralde ⁽¹⁾, Annele Roque-Quintero ⁽¹⁾, Carlos Sánchez ⁽¹⁾,
Lucie Vincenot ⁽³⁾ & Yohan Pillon ⁽²⁾

⁽¹⁾ National Botanical Garden, Carretera del Rocío Km 3 ½, Calabazar, Boyeros C.P. 19230, Havana, Cuba

⁽²⁾ UMR DIADE, Centre IRD Montpellier, BP 64501 34394 Montpellier Cedex 5, France

⁽³⁾ Ecodiv USC INRAE 1499, Université de Rouen, Normandie, Batiment Blondel F-76821 Mont-Saint-Aignan Cedex, France

Mail: danialiagaramos96@gmail.com

Abstract

Ecological restoration consists of three main stages: characterization of the ecosystem before exploitation, diagnosis of the level of damage caused, and subsequent rehabilitation. Native pioneer, potential nurse plants with tolerance to environmental stressors are often selected as candidates for reforestation. This process becomes particularly complex in ultramafic soils since they offer very difficult living conditions (nutrient deficiency, high concentrations of heavy metals and Mg, low water-holding capacity) and little fertility for the establishment and growth of plants. The flora of these ecosystems has adaptations that allow it to develop in these habitats, including the ability to hyperaccumulate metals and to form symbiotic associations with microorganisms in the roots such as mycorrhizae. The inclusion of these criteria for plant selection in restoration plans could facilitate their establishment due to the high adaptive capacity that these features provide in constraining environments. Cajalbana is one of the ancient ultramafic outcrops in Cuba and constitutes the region with the greatest density of endemic species of Cuban flora among the serpentine regions. As part of its flora, 330 species of spermatophytes grouped in 75 botanical families have been reported. Of these families, 84 % are reported in the literature as mycorrhizal, of which 81 % may be associated with arbuscular mycorrhizal fungi and 25 % with ectomycorrhizal fungi. In Cajalbana, mycorrhizal genera have been reported for six of the 62 plant families documented for the area with any mycorrhizal association. Furthermore, there are 12 known hyperaccumulator plant species (Ni) grouped in seven genera, three of which have endomycorrhizal reports. Despite its floristic values, most of the ultramafic outcrop is a mining concession close to being exploited for metal extraction (Ni, Co). It is essential, therefore, to have an updated inventory of plants in the area that includes their status as metal hyperaccumulators and mycorrhizal association.

Keywords: Cajalbana, mycorrhizae, metal hyperaccumulation, ultramafic ecosystem

L'effet de l'inoculation par des champignons mycorhiziens à arbuscules sur la croissance et la nodulation de *Chamaecytisus albidus* dans des conditions standards et de carence hydrique

Zohra CHADDAD ^(1,2), Omar Bouhnik ⁽¹⁾, Antoine Sportes ⁽²⁾, Mouad Lamrabet ⁽¹⁾, Daniel Wipf ⁽²⁾, Pierre-Emmanuel Courty⁽²⁾, Mustapha Missbah El Idrissi ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centre de Biotechnologies Végétales et Microbiennes, Biodiversité et Environnement, Faculty of Sciences,

Mohammed V University in Rabat, 4, Ibn Battouta avenue, Agdal, Rabat, Morocco

⁽²⁾ Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne, 17, rue Sully, Dijon, France

Mail: chaddad.zohra1997@gmail.com , Zohra_Chaddad@etu.u-bourgogne.fr

Résumé

Les régions du centre et du sud du Maroc se caractérisent par de faibles précipitations, des températures élevées et de mauvaises pratiques de gestion des sols. La légumineuse *Chamaecytisus albidus*, une plante endémique de cette région, forme des associations symbiotiques avec les bactéries fixatrices d'azote et les champignons mycorhiziens à arbuscule (CMA). *C. albidus* est une plante arbustive fourragère, d'un fort intérêt pour la restauration des sites dégradés. Cette étude a consisté en l'étude de l'effet de l'inoculation par le CMA commercial *Rhizophagus irregularis* DAOM197198 sur la biomasse et la nodulation des plantes de *C. albidus* dans des conditions hydriques standards (80-90 % de la capacité au champ) et de carence hydrique (30-40 % de la capacité au champ), sur des plantes inoculées ou non par des rhizobiums. Les résultats ont montré que l'inoculation par le CMA a permis une augmentation significative moyenne de 231 % de la biomasse aérienne, de 175 % de la biomasse racinaire, de 146 % pour la longueur de la partie aérienne et de 154 % pour le poids moyen des nodules en comparant avec les plantes non inoculées par le CMA. Cette augmentation est plus significative en l'absence de stress, avec des pourcentages respectivement de 284%, 211%, 156% et 169% pour la biomasse aérienne, la biomasse racinaire, la longueur de la partie aérienne et le poids des nodules. Par contre, en présence de stress, les pourcentages sont seulement de 164 %, 124 %, 135 % et 137 %, respectivement. L'inoculation par le CMA a ainsi permis une amélioration de la croissance de *C. albidus*. Amélioration plus importante en condition normale qu'en carence hydrique. L'inoculation a également entraîné une amélioration du poids des nodules, mais pas de leur nombre.

Mots clés: *Chamaecytisus albidus*, Stress hydrique, Légumineuses, Champignons mycorhiziens à arbuscule (CMA)

La co-inoculation d'un champignon mycorhizien à arbuscule et de rhizobactéries module la production de métabolites du fraisier

Raphaël BOUSSAGEON^(1,2), Francesca Vaccaro⁽³⁾, Marine Garnier-Mugneret⁽¹⁾, Alessio Mengoni⁽³⁾, **Daniel WIPF**⁽¹⁾, **Pierre-Emmanuel COURTY**⁽¹⁾

⁽¹⁾ Agroécologie, INRAE, Institut Agro, Univ. Bourgogne, Dijon, France

⁽²⁾ Plant–Soil Interactions, Department of Agroecology and Environment, Agroscope, Zurich, Switzerland

⁽³⁾ University of Florence, Florence, Italy

Mail: pierre-emmanuel.courty@inrae.fr , raphael.boussageon@gmail.com

Résumé

Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) - formant une symbiose mutualiste avec la plupart des espèces végétales terrestres - et les rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (RFCP) améliorent la croissance et le rendement des plantes en favorisant l'accès aux nutriments du sol, ainsi que la tolérance aux stress biotiques et abiotiques. Ces microorganismes bénéfiques modulent des voies métaboliques spécifiques au sein de la plante et la co-inoculation peut être envisagée pour améliorer le rendement et la qualité de la production végétale.

En utilisant le fraisier comme plante modèle, différentes combinaisons d'inoculation avec le CMA *Rhizophagus irregularis* DAOM197198 et des souches RFCP ont été testées sur trois géotypes de *Fragaria x ananassa* var. « Cijosé », « Favori » et « Mara des bois ». Ces souches ont été choisies au regard de leur genre (*Pseudomonas*) et caractéristiques RFCP (ex. production d'auxines et de biofilms). Les effets des différentes combinaisons CMA/RFCP ainsi que l'effet d'une triple inoculation (un CMA et deux RFCPs) sur la production de métabolites de la fraise ont été évaluée par GC-MS. Trois réplicas ont été analysés pour chaque condition.

Les combinaisons CMA/RFCP ont des effets différents sur la production de métabolites en fonction des variétés de fraisiers. On note une production de métabolites indépendant de la souche et une production de métabolites spécifique de la souche RFCP associée au CMA. La double inoculation montre des résultats différents comparée à chacune des inoculations simples.

L'inoculation par différentes combinaisons de CMA/RFCP active ou réprime des voies métaboliques spécifiques qui peuvent être valoriser pour améliorer la qualité de la fraise.

Mots clés: fraisier, *Rhizophagus irregularis*, rhizobactéries favorisant la croissance des plantes

Phytomanagement des sols contaminés par les métaux: bénéfiques issus d'inoculations avec des champignons mycorhiziens ou endophytes

Damien BLAUDEZ ⁽¹⁾, Charlotte Berthelot ^(1,2), Loïc Yung ^(1,3), Thierry Béguiristain ⁽¹⁾, Catherine Sirguey ⁽⁴⁾, Lisa Ciadamidaro ⁽⁵⁾, Michel Chalot ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Université de Lorraine, CNRS, LIEC, Nancy, France

⁽²⁾ CTIFL, Carquefou, France

⁽³⁾ Université de Haute Alsace, INRAE, LVBE, Colmar, France

⁽⁴⁾ Université de Lorraine, INRAE, LSE, Nancy, France

⁽⁵⁾ Université de Franche-Comté, CNRS, Chrono-environnement, Montbéliard, France

Mail: damien.blaudeez@univ-lorraine.fr

Résumé

Les racines des plantes établissent des associations intimes avec de nombreuses espèces de champignons tels que les champignons endomycorhiziens, ectomycorhiziens et les endophytes fongiques. Les associations endophytiques racinaires impliquent un large éventail de champignons, dont les plus connus sont les dark septate endophytes (DSE). Les DSE sont un assemblage polyphylétique de champignons ascomycètes dont la structure est caractérisée par des hyphes mélanisés foncés et des microscélérotés. Ces différents acteurs fongiques sont connus pour améliorer la croissance de leurs plantes hôtes, et pourraient également améliorer leur niveau de tolérance à divers stress abiotiques dont le stress métallique.

Dans un contexte de phytomanagement des sites contaminés par les métaux, nous avons pour objectif, dans un premier temps, d'étudier le microbiome fongique associé aux racines d'espèces phyto-rémediantes. Dans un second temps, après isolement et sélection des meilleurs symbiotes fongiques, l'évaluation de leurs effets est étudiée au niveau du développement de plantes productrices de fibres ou de plantes utilisées dans les domaines de l'agromine ou de la bio-énergie.

Mots clés: phyto-rémediation, symbiotes fongiques, stress métallique, essais *in situ*

MYCOTERROIR: un service mettant les communautés endomycorhiziennes locales au service de la santé des sols et des plantes

Patricia Battie-LACLAU, Mathilde Bernard, Lucas Bodénan, Yvan De Roman, Myriam Duchemin, Oliver Sainlez, Azimê Yol, Dominique Barry-Etienne

Mycea, 162 rue du Caducée, CS 75095, 34197 Montpellier Cedex 5, France

Mail: patricia.laclau@mycea.fr

Résumé

Depuis 2018, Mycea innove en développant MYCOTERROIR, un service de multiplication des communautés locales de champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) à destination des professionnels désireux d'améliorer la santé de leurs sols et de leurs cultures. Ce service est basé sur (1) un référentiel interne à Mycea des communautés de CMA à l'échelle nationale, (2) un diagnostic endomycorhizien préalable de la parcelle à restaurer et (3) un procédé innovant permettant la multiplication sur mesure d'une grande diversité d'espèces de CMA prélevées localement. Le service MYCOTERROIR est adapté à toute parcelle diagnostiquée pauvre en CMA et permet ainsi d'améliorer son statut endomycorhizien en y introduisant des communautés de CMA diversifiées et adaptées au pédoclimat de la parcelle.

En pratique, une caractérisation préalable de l'abondance et de la diversité endomycorhizienne de la parcelle à restaurer est réalisée. Les communautés locales de CMA à multiplier sont ensuite prélevées au niveau de sites dits « de référence » situés dans la limite du même territoire communal que la parcelle où elles seront appliquées. Basée sur le référentiel de Mycea, cette méthode de prélèvement permet ainsi de maximiser la diversité locale tout en conservant la cohésion entre espèces ainsi que leur adaptation aux conditions de sol, de climat et de culture de la parcelle à restaurer. Les communautés de CMA prélevées sont multipliées en chambre de culture selon un procédé adapté à la taxonomie endomycorhizienne. Chaque inoculum MYCOTERROIR produit est ainsi hautement diversifié (> 20 espèces différentes), dosé en spores viables, pouvant être conservé jusqu'à 18 mois. Les différentes formulations développées permettent d'apporter chaque inoculum MYCOTERROIR à la plantation, au semis ou sur des plantes déjà en place.

L'apport de MYCOTERROIR permet de retrouver rapidement une grande diversité endomycorhizienne adaptée à chaque parcelle et d'améliorer durablement la santé et la résilience des sols et des cultures.

Mots clés: santé des plantes, communautés locales, diversité endomycorhizienne, restauration des sols

Estimation de la taille efficace des populations d'arbres et de champignons mycorhiziens à partir de données génétiques

Anouck CHAMPION ⁽¹⁾, Myriam Heuertz ⁽¹⁾, Roberta Gargiulo ⁽²⁾

⁽¹⁾ INRAE, Univ. Bordeaux, Biogeco, Cestas, France

⁽²⁾ Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, UK

Mail: anouck.champion@inrae.fr

Résumé

La diversité génétique est à la base des changements évolutifs, et confère aux populations une plus grande capacité d'adaptation et de survie à long terme. Cependant, la diversité génétique de nombreuses espèces est gravement menacée par les activités humaines. Le cadre mondial pour la biodiversité 2022 Kunming-Montréal comprend un indicateur génétique basé sur la taille efficace des populations (N_e), afin d'évaluer l'état de conservation génétique de toutes les espèces. Bien que cet indicateur puisse être calculé à partir de données génétiques ou de données indirectes, des incertitudes subsistent quant à la meilleure pratique pour l'estimation de N_e chez les organismes présentant des traits d'histoire de vie complexes (ex: clonalité, longévité) tels que les arbres et leurs symbiotes mycorhiziens. L'objectif de ce projet est d'obtenir des estimations de référence de N_e chez ces organismes à l'aide de données génétiques. Pour atteindre cet objectif, nous avons d'abord effectué une recherche par mots-clés afin d'identifier des jeux de données de génétique des populations (SNPs ou marqueurs microsatellites), pour les espèces d'arbres tempérés et tropicaux, ainsi que pour les champignons ectomycorhiziens. Après avoir recherché la présence de clones et analysé la structure génétique des populations, nous avons estimé N_e à l'aide de différents logiciels (notamment *NeEstimator*). Nos résultats préliminaires, axés sur des espèces ectomycorhiziennes des genres *Boletus*, *Suillus* et *Tuber*, montrent que la plupart des jeux de données contiennent des clones et présentent une forte structure génétique des populations. Selon les espèces, les estimations de N_e varient de 0,8 à plus de 3000, avec de larges intervalles de confiance, ce qui peut indiquer de trop faibles tailles d'échantillons pour obtenir des estimations robustes de N_e . En outre, nous observons un biais tendant à sous-estimer N_e lorsque l'on regroupe des pools génétiques divergents, d'où l'importance de prendre en compte la différenciation génétique avant d'estimer N_e . Nos résultats préliminaires représentent les premières estimations de N_e chez les champignons et seront complétés par d'autres analyses sur des données avec des plans d'échantillonnage et des traits d'histoire de vie contrastés, afin de comprendre les facteurs influençant l'estimation de N_e .

Mots-clés: génétique de la conservation, taille efficace des populations, arbres, champignons ectomycorhiziens

Recherche sur la Biofertilisation au Phosphore de roche en culture de bleuets sauvage sur la Côte-Nord du Québec

Hicham BOUSSIF-FORÊT, Christine Lethielleux-Juge, Marc-Antoine Chiasson, Lydia Aid, Thiago Gumiere

Université Laval, Québec, Québec, Canada

Mail: hicham.boussif-foret.1@ulaval.ca

Résumé

L'apatite est un biofertilisant utilisé comme source de phosphore, qui favorise les microorganismes symbiotiques du sol. Ce biofertilisant représente une alternative aux engrais polluants, notamment pour la culture de plantes nécessiteuses en phosphore et/ou dans des conditions de faible disponibilité, tels que les sols acides forestiers. Dans ce contexte, cette étude vise à évaluer l'utilisation de l'apatite extraite du sous-sol de la région de Sept-Îles, micronisée et bouletée, comme biofertilisant agricole sur l'espèce *Vaccinium angustifolium* en culture sauvage. Trois expériences ont été menées dans les régions de Gallix, Longue-Rive et Sacré-Cœur sur la Côte-Nord du Québec au Canada. Chaque expérience comportait 5 traitements, chacun avec 3 répétitions. i) Apatite; ii) Actisol (fumier de volaille); iii) mélange apatite-Actisol; iv) fertilisant chimique traditionnel et v) témoin (non fertilisé). Les paramètres analysés durant deux cycles de culture comprenaient la composition chimique du sol, l'abondance et la diversité des champignons mycorhiziens éricoïdes associés aux racines. La composition taxonomique des champignons totaux a été déterminée par séquençage de la région ITS. Des structures mycorhiziennes ont été colorées et observées au sein des racines. Le taux de mycorhization n'a cependant pas pu être calculé malgré les efforts d'adaptation des protocoles. Les analyses de sols obtenues indiquent un pH significativement supérieur à Sacré-cœur. Plusieurs genre d'Héliotales formant des mychorizes éricoïdes ont été identifiés en fortes proportions, notamment *Pezoloma* & *Oidiodendron* ainsi que *Phialocephala* et de nombreux genres Agaricomycètes & Basidiomycètes, typiques de la forêt boréale, en faibles proportions. Les résultats de cette étude contribueront à l'avancement de l'agriculture durable en explorant de nouvelles sources de fertilisation respectueuses de l'environnement, favorisant la santé du sol et des plantes agricoles.

Mots clés: Fertilisation, microorganismes, phosphore, bleuets

Kamaalula:

Gérer les truffières naturelles pour la production de truffes du Désert

Marc DUCOUSSO ⁽¹⁾, Kenji Maurice ⁽¹⁾, Alexandre Robin-Soriano ⁽¹⁾, Liam Laurent-Webb ⁽²⁾, Amelia Bourceret ⁽²⁾, Marc-André Selosse ⁽²⁾, ⁽³⁾, ⁽⁴⁾, Stéphane Boivin ⁽⁵⁾, Hassan Boukcim ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ AGAP-Institut, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, SupAgro, F-34398, Montpellier, France

⁽²⁾ Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB), Museum National d'Histoire Naturelle, CNRS, Sorbonne Université, EPHE, UA, 57 rue Cuvier, 75005 Paris, France

⁽³⁾ Department of Plant Taxonomy and Nature Conservation, University of Gdańsk, Gdańsk, Poland

⁽⁴⁾ Institut Universitaire de France, Paris, France

⁽⁵⁾ Department of Research and Development, VALORHIZ, Montpellier, France

Mail: marc.ducouso@cirad.fr

Résumé

Avec un index d'aridité de 0,018, la région d'AIUla au Nord-Ouest de l'Arabie Saoudite est une zone désertique hyper aride. Au coeur de ces conditions extrêmes, des populations naturelles d'*Helianthemum lippii* une Cistaceae hôte de la Truffe blanche du Désert, *Tirmania nivea* ont été identifiées. Ces truffières naturelles sont situées à proximité immédiate d'axes de drainage a l'amont de massif gresoux sur des sols sableux avec une proportion relativement élevée d'argile et de limon. Afin d'améliorer notre compréhension de l'écologie de cette symbiose et des facteurs favorables à la production truffière, les populations d'*Helianthemum lippii* ont été caractérisées: densité, état sanitaire, abrutissement, plantes compagnes, microbiote associe. La description des conditions environnementales optimales de production de ces truffières permettra de développer les outils pour la détection de nouvelles truffières, ainsi que la préservation et l'amélioration de la production de Truffes du Désert dans les aires protégées d'AIUla.

Mots clés: Truffes du désert, Ecosystèmes hyper arides, *Helianthemum*, Arabie Saoudite

Effets des Champignons Mycorhiziens à Arbuscules dans la biodisponibilité des micronutriments chez le mil (*Pennisetum glaucum*)

FOUNOUNE Hassna ⁽¹⁾ (*pas présent*), DIALLO Bassirou ⁽¹⁾,
ADIGOUN Rabiath Feichokpè Raïssa ^(1,2), KANE Aboubacry ⁽²⁾,
FALL Abdoulaye Fofana ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratoire National de Recherches sur les Productions Végétales (LNRPV), Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Dakar, Sénégal

⁽²⁾ Université Cheick Anta Diop, Dakar, Sénégal

Mail: fhassna@yahoo.fr

Résumé

En Afrique de l'ouest, pour remédier aux défis posés par les carences en micronutriments dans les cultures et leur adaptation aux changements climatiques, les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) ont émergé comme une solution prometteuse. Des études interdisciplinaires ont démontré que les CMA jouent un rôle crucial dans l'amélioration de la biodisponibilité des micronutriments pour les plantes, même dans des conditions de stress climatique telles que la chaleur et la sécheresse.

Depuis 2020, plusieurs études ont évalué l'efficacité de souches sélectionnées de CMA sur diverses cultures pour augmenter la biodisponibilité des micronutriments et leur résilience aux changements climatiques. Dans le cadre de cette étude, nous avons testé et évalué la contribution d'une souche spécifique de CMA (*Glomus mosseae*) à la biodisponibilité des micronutriments (zinc et fer) dans la biomasse du mil.

Les résultats ont montré que la combinaison de *Glomus mosseae* et de produits résiduels organiques, améliorerait significativement les paramètres de croissance et les teneurs en micronutriments dans des accessions de mil. L'inoculation avec CMA a favorisé l'absorption de micronutriments, notamment le fer et le zinc, non seulement dans les racines mais aussi dans les parties aériennes des plantes.

Ces recherches ont permis de sélectionner des souches spécifiques de CMA adaptées à différentes cultures, contribuant ainsi à l'augmentation des teneurs en micronutriments de ces cultures essentielles pour la sécurité alimentaire. Des essais sur le terrain ont confirmé l'efficacité de ces approches, offrant des solutions durables pour renforcer la résilience des cultures face aux défis croissants posés par les changements climatiques tout en améliorant la sécurité alimentaire et la nutrition des populations les plus vulnérables.

Ainsi, ces études mettent en évidence le potentiel des CMA comme solution prometteuse pour relever les défis complexes des carences nutritionnelles chez les populations.

Mots clés: *Glomus mosseae*, Mil, Micronutriments, Fer

Liste des participants

Nom	Prénom	Email	Affiliation	Ville	Pays	C / T / P
AIT GHERBI	Aldjia	diidjiagro@gmail.com	Université Mouloud Mammeri UMMTO	Freha	DZ	P2.2#12
ALAUX	Pierre-Louis	Pierre-louis.alaux@mnhn.fr	Muséum National d'Histoire Naturelle	Paris	FR	T2.1#7
ALIAGA RAMOS	Daniela	danieliagaramos96@gmail.com	Jardin Botanique National		CU	P3#26
ALMARIO	Juliana	juliana.almario@univ-lyon1.fr	Université de Lyon	Lyon	FR	C2.2#1 T2.2#4
ANDRÉ	Angélique	angelique.andre@inrae.fr	INRAE	Petit-Bourg	GP	P2.1#7
ARDANUY	Agnes	agnes.ardanuy@inrae.fr	INRAE	Castanet Tolosan	FR	T2.1#6
ARDITI	William	william@arditi.fr	UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
ASLAN ATTAR	Hesham	hamzahesham@hotmail.com		Montpellier	FR	
AUTHIER	Louise	louise.authier@cefe.cnrs.fr	CEFE	Montpellier	FR	
BARRAUD	Fabrice	fabb@premiertech.com	Premier tech growers and consumers	VIVY	FR	
BARRY-ETIENNE	Dominique	dominique.barry@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	T3#4 P3#30
BAUD	Adélaïde		Collège Joffre		FR	
BECQUER	Adeline	adeline.becquer@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	
BENCHERIF	Karima	bencherif_karima@yahoo.fr		Djelfa	FR	
BERNARD	Mathilde	mathilde.bernard@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	T3#4 P3#30
BLAUDEZ	Damien	damien.blaudez@univ-lorraine.fr	Université de Lorraine	Vandoeuvre-lès-Nancy	FR	P3#29
BODÉNAN	Lucas	lucas.bodenan@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	T3#4 P3#30
BOUAZZA MAROUF	Khadidja		Université Oran	Oran	DZ	P3 #23
BOUCHENTOUF	Halima	halima.bouchentouf@ump.ac.ma	Université Mohammed Premier	Oujda	QA	P2.1#11
BOUDIAR	Christine	Christine.Dryburgh@ac-montpellier.fr	Académie de Montpellier	Montpellier	FR	
BOURDEIX	Alice	alice.bourdeix@inrae.fr	IPSIM INRAE	Montpellier	FR	
BOURDETTE	Corentin	corentin.bourdette@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	
BOUSSIF-FORÊT	Hicham	hicham.boussif-foret.1@ulaval.ca	Université Laval	Québec	CA	P3#32
BOIVIN	Stéphane	stephane.boivin@valorhiz.com	Valorhiz	Montpellier		T2.2#5 P2.2#19 P3#33
BRADAI	Lyes	bradai_l@yahoo.fr	Université Kasdi Merbah Ouargla	Ouargla	DZ	T3#7
BRUNEL	Brigitte	brigitte.brunel@supagro.fr	Institut Agro, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
BRUYANT	Pauline	pauline.bruyant@univ-lyon1.fr	Université Claude Bernard Lyon 1	Villeurbanne	FR	T2.2#4
BUNEL	Léo	leo.bunel@inrae.fr	Laboratoire des Interactions Plantes-Microbes-Environnement	Castanet-Tolosan	FR	T1#3
CADET	Sandrine	sandrine.cadet@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	
CAILLIATTE	Rémy	remy.cailliatte@inrae.fr	INRAE	Montfavet	FR	
CALONNE-SALMON	Maryline	maryline.calonne@uclouvain.be	Université catholique de Louvain	Louvain la Neuve	BE	T3#6
CARBONNE	Francis	francis.carbonne1@univ-tlse3.fr	Université de Toulouse	Toulouse	FR	
CARBONARE-DELPAL	Joris	joris.carbonare@gmail.com	Université de Montpellier	Lyon	FR	P2.2#20
CARTERON	Alexis	alexis.carteron@gmail.com	Université de Toulouse	Toulouse	FR	
CASIERI	Leonardo	Leonardo.Casieri.contractor@mycorrhziae.com	Mycorrhizal Applications LLC	St. Louis	US	
CHADDAD	Zohra	chaddad.zohra1997@gmail.com	Univ Mohammed V de Rabat & Univ Bourgogne-Franche-Comté	Rabat & Dijon	MA / FR	P3#27
CHAMPION	Anouck	anouck.champion@inrae.fr	INRAE, UMR BIOGECO	Cestas	FR	P3#31
CHAVE	Marie	marie.chave@inrae.fr	INRAE	Petit-Bourg	GP	C3#1 P2.1#7
CHOMEL	Mathilde	mathilde.chomel@fibl.org	Inst de recherche de l'agriculture biologique (FiBL France)	Eurre	FR	
CLOUSE	Samuel	samuelclouse24@gmail.com	Mycophyto	Antibes	FR	
CLUCHIER	Mathieu	mathieu.cluchier@mycea.fr	Mycea	Castelnau le lez	FR	
COURTY	Pierre-Emmanuel	pierre-emmanuel.courty@inrae.fr	INRAE	Dijon	FR	C2.1#1 T1#4 & #5 P1#3 T2.1#2 & #7 P2.1#8 T2.2#7 & 8 P3#24, 27, 28
COUSSON	Arthur		IRD, Eco&Sols	Montpellier	FR	

DECLERCK	Stéphane	stephan.declerck@uclouvain.be	Université catholique de Louvain	Louvain la Neuve	BE	P2.2#22 T3#6
DE ROMAN	Yvan	yvan.de-roman@mycea.fr	Mycea	Montpellier Cedex 5	FR	T3#4 P3#30
DELAETER	Mathieu	mathieu.delaeter@univ-littoral.fr	(UCEIV, UR 4492, Université du Littoral Côte d'Opale	Calais	FR	T2.1#5
DEZETTE	Damien	damien.dezette@inrae.fr	INRAE, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
DIETTE	Sébastien	sebastien.diette@alcina.fr	Mycea	Montpellier	FR	
DIRICK	Léon	leon.dirick@cnrs.fr	IPSiM	Montpellier	FR	
DROH	Germain	drohge7@yahoo.fr	Univ Félix Houphouët-Boigny	Abidjan	CI	T2.2#6
DUBREUCQUE	Roman	roman.dubreucque@cnrs.fr	CNRS	Moulis	FR	
DUCHEMIN	Myriam	myriam.duchemin@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	T3#4 P3#30
DUCOUSSO	Amandine	amandine.ducouso@free.fr	Université catholique de Louvain	Louvain	BE	
DUCOUSSO	Marc	marc.ducouso@cirad.fr	Cirad, UMR AGAP	Montpellier	FR	P3#33 T2.2#5 P2.2#19 & 35
DURNEY	Célien		INRAE	Dijon	FR	T2.1#2 P3#24
FAURE	Benoît	fauresvt@gmail.com	Collège Clémence Royer	Castelnau le Lez	FR	
FINALE	Diego	diego.finale@etu.umontpellier.fr	INRAE	Montpellier	FR	
FINCK	Johanna	j.finck@fertinnov-environnement.com	Fertil'Innov	Montpellier	FR	
FLAGEUL	Gwénaëlle	gwenaelle.flageul@mycophyto.fr	Mycophyto	Grasse	FR	
FONTAINE	Joël	joel.fontaine@univ-littoral.fr	Chimie Environnementale & Interactions sur le Vivant - Univ du Littoral Côte d'Opale	Calais	FR	P2.1#4
FRIAUD	Rodrigue	rodrigue.friaud.17@normalesup.org	CNRS	Moulis	FR	
FUCHS	Anne-laure		INRAE Auzeville-Tolosane	Auzeville-Tolosane	FR	P1#2
GAILLARD	Isabelle	isabelle.gaillard@inrae.fr	INRAE, IPSiM	Montpellier	FR	
GALIMAND	Lucas		Lab Vigne Biotechnologies Environnement - UHA	Colmar	FR	T2.1#3
GASSER	Mélanie	melanie.gasser-trudu@inrae.fr	DGIMI UMR1333 - INRAE	Montpellier	FR	
GAUTIER	Montan	montan.gautier@cefe.cnrs.fr	CEFE - CNRS		FR	P2.2#13
GENRE	Andrea	andrea.genre@unito.it	Université de Turin	Torino	IT	T1#2
GEOFFROY	Alexandre	a.geoffroy@fertinnov-environnement.com	Fertil'Innov	Montpellier	FR	
GIRAUD	Marie	mariegiraud34@orange.fr		Le Bousquet d'Orb	FR	
GONNET	Perrine	Perrine-Violain.Gonnet@ac-montpellier.fr	Lycée docteur Iacroy	Conilhac Corbières	FR	
GOTTY	Karine	karine.gotty@inrae.fr	INRAE		FR	
GRANGEON	Romain	romain.grangeon@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	
GRATACAP	Léonie	leonie.gratacap@univ-tlse3.fr	Université Paul Sabatier	Toulouse	FR	P2.2#16
GUZMAN	Thomas	thomas.guzman@inrae.fr	INRAE - UMR ISPA	Villeneuve-d'Ornon	FR	T1#7
HAROUNA MAIDOUKIA	Abdoul Razack	maidoukia5@gmail.com	Université Djibo Hamani Tahoua	Tahoua	NE	
HJRI	Mohamed	Mohamed.Hjri@um6p.ma	African Genome Center	Ben Guerir	MA	T3#5
HINSINGER	Philippe	philippe.hinsinger@inrae.fr	INRAE, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
HIRISSOU	François	f.hirissou24@gmail.com	Agronome indépendant	Carsac-Aillac	FR	
HMIDI	Dorsaf	dorsaf.hmidi@umontpellier.fr	Institut des Sciences des Plantes de Montpellier	Montpellier	FR	
HO PLAGARO	Tania	tania.ho@eez.csic.es	EEZ-CSIC	Granada	ES	P1#1
HOFF	Grégory	gregory.hoff@mycophyto.fr	Mycophyto	Grasse	FR	
HU	Ruoyu	ruoyu.hu@unil.ch	Université de Lausanne		CH	
INES	Damien	Damien.ines@inrae.fr	INRAE		FR	P1#3
JAMILOU SALISSOU	Ibrahim		Université Abdou Moumouni	Niamey	NE	P2.2#14
KADI-BENNANE	Saliha	kadilynda@yahoo.fr	Univ Mouloud Mammeri	Tizi-Ouzou	DZ	P2.2#12 P2.2#18
KRAFFT	Cassandre	cassandre.krafft@edu.mnhn.fr	MNHN		FR	P2.1#5
KRASOVA WADE	Tatiana	tania.wade@ird.fr	IRD, UMR Eco&Sols	Dakar	SN	C3#1
LABBÉ	Maxime	labm96@ugat.ca	Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue	Québec	CA	T3#2
LABIDI	Sonia	sonia.labidi@inat.ucar.tn	Institut National Agronomique de Tunisie	Tunis	TN	P3#25
LACLAU	Patricia		Mycea	Montpellier	FR	P3#30 T3#4
LAFORGUE	Jules	j.laforgue151@laposte.net	Faculté des sciences	Montpellier	FR	
LALAYMIA	Ismahen	ismahen.lalaymia@uclouvain.be	Université de Louvain	Louvain-la-Neuve	BE	P2.2#22
LAURENT-WEBB	Liam	liam.laurent@free.fr	Museum National d'Histoire Naturelle	Saint Germain-lès-Corbeil	FR	P2.2#35 T2.2#5 P2.2#19 P3#33

LEFEBVRE	Benoit	benoit.lefebvre@inrae.fr	Laboratoire des interactions plantes-microbes-environnement (LIPME) - INRAE	Castanet Tolosan	FR	T2.1#6
LESTERPS	Zélie	zelie.lesterps@inrae.fr	LIPME laboratoire des interactions plantes - microbes - environnement	CASTANET TOLOSAN	FR	P1#2
LETHIELLEUX-JUGE	Christine	christine.juge@irrigationnorco.com	Irrigation NORCO	Québec	CA	T3#2 P3#32
LOUNES - HADJ SAHRAOUI	Anissa	anissa.lounes@univ-littoral.fr	Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO)	Calais	FR	P2.1#10
LUU	Doan	doan.luu@cnrs.fr	IPSiM	Montpellier	FR	C1#1 T1#5
Madjoub	Najat	madjoubnadjet@gmail.com	Université Oran 1	Oran	DZ	P3#24
MAGNE	Kévin	kevin.magne@inrae.fr	IJPB	Versailles	FR	
MANZANO	Sarah	sarah.manzano13@gmail.com	Mycea	34790	FR	
MATIC	Louise	louise.matic@inrae.fr	Institut des Sciences des Plantes de Montpellier (IPSiM)	Montpellier	FR	T1#5
MAURICE	Kenji	kenji.maurice@gmail.com	CIRAD	Montpellier	FR	T2.2#5 P2.2#19 & 35 P3#33
MEZAOUR	Nadjet	nadjet.mezaour@ummo.dz	Sciences Biologiques et Agronomiques	Tizi-Ouzou	DZ	P2.2#18 P2.2#12
MNASRI	Bacem	mnbacem@yahoo.com	Centre de biotechnologie de Borjcedria Tunisie	Hamman LIF	TN	T2.2#7
MOTTELET	Philémon	philemon.mottelet@gmail.com	INRAE, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
MOUSAIN	Daniel		INRAE, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
NDOYE	Fatou	fatoundoye20@gmail.com	Université Sine Saloum El-Hâdj Ibrahima NIASS (USSEIN, kaolack)	Kaolack	SN	P2.2#21
NESPOULOUS	Claude	claude.nespoulous@inrae.fr	INRAE	Montpellier	FR	T1#6
NEUVÉGLISE	Cécile	cecile.neuveglise@inrae.fr	INRAE	Montpellier	FR	
NGOM	Mariama	maringom@hotmail.fr	Dép Biol Végétale, Faculté des Sciences & Techniques, Université Cheikh Anta Diop	Dakar	SN	
PELOSI	Céline	celine.pelosi@inrae.fr	INARE	Avignon	FR	
PELTIER	Jean-Benoit	jean-benoit.peltier@inrae.fr	INRAE	Montpellier	FR	
PEREZ	Méryl	meryl.perez@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	
PERGAMENT	Emma	emma.pergament@agroforesterie.fr	Association Française d'Agroforesterie	Auch	FR	
PETROLI	Rémi	remi.petroli@laposte.net	Laboratoire d'Écologie Alpine (LECA)	Gières	FR	T2.2#3
PHAM	Jean-Louis	jean-louis.pham@ird.fr	IRD, UMR DIADE, Comité Nagoya	Montpellier	FR	CI invit
PHILIPPE SOLANO	Toledo Silva	philippe.toledo@unesp.br	UNESP/UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
PILLON	Yohan	yohan.pillon@ird.fr	IRD	Montpellier	FR	P3#26
PLASSARD	Claude	claude.plassard@inrae.fr	INRAE, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	T1#6
PONS	Benjamin	benjamin.pons@paris.fr	Ville de Paris, Division Expertise Sol et Végétal (DEVE)	Paris	FR	
QUIQUAMPOIX	Hervé	herve.quiquampoix@inrae.fr	INRAE, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	T1#6
REYT	Guilhem	guilhem.reyt@inrae.fr	LIPME	Castanet-tolosan	FR	T1#3 P1#2
RICHARD	Franck	franck.richard@cefe.cnrs.fr	Université de Montpellier UMR CEFE	Montpellier	FR	C2.2#1 P2.2#13 & 15
ROBIN	Agnès		CIRAD, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
Rochefort	Jeanne	jeanne.rochefort@valorhiz.com	Valorhiz	Montpellier	FR	
ROBIN-SORIANO	Alexandre	alexandre.robin@cirad.fr	AGAP	Montpellier	FR	P2.2#19 P2.2#35 P3#33
ROUX	Christophe	christophe.roux@univ-tlse3.fr	LRSV - Laboratoire de Recherche en Sciences Végétales	Castanet-Tolosant	FR	T2.1#6
RUDINGER	Perrine	perrine.rudinger@inrae.fr	INRAE		FR	
SADOU	Hayatou	sadouhayatou@gmail.com	UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
SAINLEZ	Oliver	oliver.sainlez@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	T3#4 P3#30
SAMBA	Ramatoulaye	ramatoulaye.mbaye@ucad.edu.sn	Université Cheikh Anta Diop	Dakar	FR	
SASIA	Alizée	aliz.sasia@gmail.com	Institut Agro de Montpellier		FR	
SCOTTÉ	Camille	camille.scotte@inrae.fr	INRAE	Montpellier	FR	
SEGURET	Evelyne		CIRAD, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	
SEJALON-DELMAS	Nathalie	nathalie.sejalon-delmaz@univ-tlse3.fr	Université Paul Sabatier - Jardin botanique (JBCS)	Auzeville-Tolosane	FR	

SELOSSE	Marc-André	ma.selosse@wanadoo.fr	MNHN	Paris	FR	Invit GP T2.2#2 T2.2#3 T2.2#5 P2.2#13 & 35 P3#33
SIDHOUM	Warda	sidhoumwarda@yahoo.fr	Université de Mostaganem Abdelhamid Ibn Badis	Mostaganem	DZ	
SOUSSOU	Souhir	s.soussou@fertillinov-environnement.com	Fertil'Innov	Montpellier	FR	
SPORTÈS	Antoine		INRAE Dijon	Dijon	FR	T1#4 P3#24 & 27
STORM	Erik	erikstorm.pro@gmail.com	UMR CEFE	Montpellier	FR	P2.2#15
TASCHEN	Elisa	elisa.taschen@inrae.fr	INRAE, UMR Eco&Sols	Montpellier	FR	T2.1#7 P2.2#13
TAUDIÈRE	Adrien	adrien.taudiere@zaclys.net	IdEst	St Bonnet de Salendrinque	FR	P2.2#17
TEFFAHI	Mustapha	mustapha.teffahi@univ-relizane.dz	Université de Relizane	Relizane	DZ	
TENOUX	Camille	camille.tenoux@gmail.com	Pépinières Tenoux	Valdoule	FR	
TEROL	Hugo	hugo.terol@cirad.fr	UMR AMAP, INRAE	Montpellier	FR	
TICHIT	Anaïs	anaïs.tichit@cirad.fr	AGAP	Montferrier-sur-Lez	FR	
TISSERANT	Benoit	benoit.tisserant@univ-littoral.fr	Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO)	Calais	FR	
TRINQUIER	Margot		INRAE CNRS UPS		FR	T2.1#6
TRUC	Cyril	cyril.truc@mycea.fr	Mycea	Saint Gély du Fesc	FR	
VEDRENNE	Louise	louise.vedrenne@inrae.fr	INRAE Dijon	Dijon	FR	P2.1#8
VEVAULT- FOURREY	Claire	claire.vevault-fourrey@inrae.fr	INRAE	Champenois	FR	C1.1
VINCENOT	Lucie	lucie.vincenot@univ-rouen.fr	Ecodiv USC INRAE 1499 Université de Rouen Normandie	Mont-Saint-Aignan	FR	P3#26
VINCENT	Bryan	bryan39260@gmail.com	CIRAD	Montpellier	FR	P2.2#19
WIPF	Daniel	daniel.wipf@inrae.fr	Université de Bourgogne, UMR Agroécologie	Dijon	FR	C2.1#1 T1#4 T2.1#2 T2.2#7 P2.1#8 P3#24, 27, 28
YOL	Azimé	azime.yol@mycea.fr	Mycea	Montpellier	FR	T3#4 P3#30
YUNG	Loïc		Lab Vigne Biotechnologies Environnement - UHA	Colmar	FR	T2.1#3 P3#29
ZIMMERMANN	Sabine D.	sabine.zimmermann@cnrs.fr	IPSiM	Montpellier	FR	T1#6