

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster #2 proposé par : **OLMIX**

Biostimulants non microbiens du sol pour améliorer l'efficacité des engrais par une mycorhization accrue des racines

Auteurs : Bruno DARIDON, Directeur R&D Plant-Care OLMIX

Plusieurs ingrédients actifs, notamment les algues, permettent de favoriser l'enracinement et la mycorhization des plantes de grande culture et ainsi ils permettent une meilleure efficacité de l'acquisition des éléments nutritifs par la plante. On mesure les différences de composition de la diversité microbienne rhizosphérique induites par les modalités de fertilisation/biostimulation par métagénomique. Cette approche de biostimulation du sol permet d'actionner le levier de la fertilité biologique et de développer des solutions plus économes en intrants. Les plantes de grande culture ainsi biostimulées sont mieux enracinées deviennent plus résilientes. On vérifie la qualité de nutrition par une plus grande exportation d'éléments minéraux dans les parties aériennes. La biostimulation du sol est à la fois active sur le microbiote local et/ou sur des microorganismes inoculés.

Contact du poster : **Bruno DARIDON**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster #3 proposé par : **Unité EDYSAN - UMR CNRS 7058**

Utilisation de *Sphingomonas sediminicola* et de *Rhizobium leguminosarum* comme bio-intrants microbiens pour le développement d'une agriculture durable

Auteurs : Candice Mazoyon, Bertrand Hirel, Audrey Pecourt, Manuella Catterou, Laurent Gutierrez, Vivien Sarazin, Frédéric Dubois, Jérôme Duclercq

La prise de conscience des effets néfastes de l'agriculture intensive a conduit à repenser les pratiques agricoles. De nombreuses études se sont penchées sur l'utilisation des intrants biologiques microbiens pour promouvoir l'agriculture durable, mais elles se concentrent généralement sur des espèces spécifiques ou des espèces symbiotiques comme les *Rhizobium*. Cependant, dans les sols agricoles conventionnels, ces bactéries ne sont pas particulièrement abondantes, contrairement aux *Sphingomonas* qui dominent les communautés bactériennes. Récemment, nous avons démontré que l'utilisation de *Sphingomonas sediminicola* augmentait la biomasse du pois de façon similaire au gain observé avec *Rhizobium leguminosarum*. En conditions réelles, l'utilisation de ces intrants microbiens, seuls ou en combinaison, a permis d'améliorer la fonctionnalité du sol associée à une meilleure productivité du pois. Ainsi, *R. leguminosarum* et *S. sediminicola* sont des alternatives importantes pour le développement de pratiques agricoles plus durables, en particulier dans des conditions de fertilisation azotée réduite.

Contact du poster : **Jérôme DUCLERCQ**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster #6 proposé par : **Arvalis**

Guide d'interprétation à l'analyse des bioindicateurs Microbioterre : un nouvel outil vers un conseil opérationnel à la parcelle agricole

Auteurs : Romain Tscheiller¹, Christophe Barbot², Nadia Bennegadi-Laurent³, Elodie Cusset³, Thibaud Deschamps¹, Sabine Houot⁴, Blaise Leclerc⁵, Anne-Sophie Perrin⁶, Sylvie Recous⁷, Wassila Riah-Anglet³, Pierre-Yves Roussel⁸, Matthieu Valé⁹

1 Arvalis-Institut du Végétal, 2Chambre d'agriculture d'Alsace, 3 UniLaSalle-Campus Rouen 4 INRAE-UMR Ecosys, 5 Itab, 6 Terres Inovia, 7 INRAE-UMR FARE, 8 Chambre d'agriculture de Bretagne, 9 AUREA AgroSciences

La gestion durable des systèmes de culture vise à optimiser les pratiques permettant à la fois de stocker du carbone dans le sol de manière durable et d'augmenter l'activité de dégradation de la matière organique qui conduit à la fourniture de nutriments aux cultures. Le projet Microbioterre a permis de référencer les indicateurs analytiques de microbiologie des sols déjà validés par la recherche, et techniquement au point, dans le but d'en faire des outils de pilotage de pratiques culturales à un coût raisonnable. Ce projet a donné lieu à la rédaction d'un guide d'interprétation de l'analyse des bioindicateurs en 2022, à destination des conseillers agricoles et agriculteurs.

La démarche de diagnostic et une méthodologie pour intégrer ces nouveaux indicateurs seront explicités. Un menu de 12 indicateurs est retenu sur 25, se basant sur leur aptitude à différencier des pratiques culturales et le lien avec le fonctionnement biologique du sol, mais également sur la variabilité des mesures, la maturité des méthodes d'analyses, les critères de praticité et coût. Un référentiel a été créé, permettant de positionner les indicateurs d'une parcelle à diagnostiquer par rapport à une gamme de variation dans des contextes pédoclimatiques variés à l'échelle nationale. En revanche, ce positionnement seul ne suffit pas à prodiguer des conseils, car les travaux n'ont pas permis de définir de valeurs souhaitables par indicateur. Ainsi, une valeur donnée ne peut être à l'heure actuelle qualifiée de satisfaisante ou insatisfaisante. Pour approfondir le conseil, un schéma d'interprétation est proposé, liant les indicateurs, les fonctions des sols (Kibblewhite et al., 2008) et plus directement les processus impliqués, ainsi que les pratiques culturales. Ce schéma marque une avancée dans l'interprétation de ces nouvelles mesures, ouvrant la voie à une identification des indicateurs à mobiliser et des pratiques à mettre en place en fonction des objectifs de l'agriculteur.

Ce guide est une première étape permettant une meilleure compréhension du fonctionnement biologique d'un sol à partir d'un diagnostic analytique. Cependant, les interactions entre les bioindicateurs, le type de sol et le climat impliquent de renforcer le référentiel de positionnement des indicateurs. De plus, la détermination d'états souhaitables sur les indicateurs d'intérêts permettrait un pilotage plus objectif et tactique des pratiques.

Contact du poster : **Romain TSCHEILLER**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster #7 proposé par : **INRAE**

Atlas français des champignons du sol

Auteurs : DJEMIEL Christophe, TERRAT Sébastien, DEQUIEDT Samuel, JOLIVET Claudy, MARON Pierre-Alain et RANJARD Lionel

Un seul gramme de sol peut contenir plusieurs millions de champignons microscopiques ! Depuis un milliard d'années d'évolution et d'adaptations, le règne des champignons est un acteur incontournable de la biodiversité de notre planète. Les champignons sont souvent observés grâce à leurs sporophores qui se développent au-dessus du sol. Ces derniers représentent pourtant seulement la pointe de l'iceberg de leur diversité car les champignons sont en réalité majoritairement présents sous forme microscopique dans nos sols. Dans cet atlas, les auteurs qui sont des chercheurs INRAE spécialistes en écologie microbienne et en sciences du sol, dévoilent une nouvelle vision des champignons. Ils ont réalisé le premier inventaire national complet des communautés de champignons du sol sur l'ensemble du territoire national. Ceci a été rendu possible grâce à l'utilisation des dernières technologies de séquençage massif de l'ADN environnemental sur les 2 200 sols du Réseau de mesures de la qualité des sols, couvrant l'ensemble de l'hexagone. Cet atlas synthétise l'ensemble des connaissances scientifiques et représente le premier guide naturaliste sur la distribution et l'écologie des communautés de champignons du sol à l'échelle de la France, à destination du grand public. Il cartographie l'abondance, la diversité et la composition des communautés de champignons du sol à grande échelle et permet d'identifier les paramètres de l'environnement (e.g., type de sol, climat, mode d'usage, géomorphologie) qui conditionnent cette distribution. Il aborde aussi plus précisément la distribution des grands taxa fongiques présents dans les sols français, permettant de mieux comprendre leur écologie en termes de sensibilité à certaines conditions environnementales et d'implication dans les grandes fonctions et services rendus par les sols. L'Atlas conclut par des démonstrations opérationnelles de l'utilisation des champignons en tant que bio-indicateurs de la qualité des sols pour évaluer l'impact et la durabilité de certaines pratiques agricoles, industrielles et urbaines. Un ouvrage unique, tant par le sujet traité que par des représentations originales permettant d'appréhender le monde mystérieux et incroyable de ce règne invisible des champignons du sol. L'ouvrage est en cours de rédaction, sa parution est prévue en début d'année 2024.

Contact du poster : **Christophe DJEMIEL**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster #8 proposé par : **Novasol experts**

Atlas français des bactéries du sol

Auteurs : Karimi, B., Chemidlin Prévost-Bouré, N., Dequiedt, S., Terrat, S., Ranjard, L.

Les microorganismes des sols, et en particulier les bactéries, constituent la partie cachée de l'iceberg de la biodiversité. Pendant longtemps délaissés des scientifiques, la nature microscopique, la diversité et le rôle de ces organismes dépassent nos capacités de perception. Pourtant au début des années 2000, des chercheurs se sont lancés le défi d'étudier l'écologie des bactéries des sols à l'échelle de la France métropolitaine. Grâce au Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS), un échantillonnage intensif et systématique de 2200 sols sur le territoire national, et à des outils de biologie moléculaire standardisés et déployés à haut débit, de nombreuses connaissances nouvelles et génériques sur la vie bactérienne des sols ont pu être produites. Après leur validation académique, l'objectif logique a été de les diffuser le plus largement possible à travers un ouvrage grand public.

Les deux chapitres introductifs présentent le rôle et l'importance des sols et de leur biodiversité ainsi que les méthodologies employées pour les étudier à l'échelle de la France. Le corps de l'ouvrage est constitué de 3 parties décrivant successivement les communautés (biomasse microbienne, richesse et structure des communautés bactériennes, réseau d'interactions bactérien), les 35 groupes taxonomiques bactériens majeurs ainsi que les 16 habitats des bactéries des sols de France. Dans chaque partie, des cartes de distribution et une description complète de la communauté et des taxons sont présentés, associés à une présentation des principaux filtres environnementaux.

L'ensemble de ces connaissances scientifiques présentées dans cet atlas constitue le pré-requis à la conception de bioindicateurs de la qualité microbiologique applicable au terrain, à l'élaboration d'outils de diagnostic opérationnel pour évaluer l'impact des pratiques agricoles et au développement d'une expertise scientifique pour l'interprétation écologique du diagnostic.

Cet ouvrage cible une large gamme de lecteur, depuis les étudiants aux chercheurs, en passant par tous les acteurs du sol, avec pour objectif de renforcer l'intérêt et les connaissances communes sur la biodiversité du sol.

Contact du poster : **Battle KARIMI**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#9** proposé par : **Novasol experts**

Le diagnostic Novasol : enjeux, domaines d'application, plus-value

*Auteurs : **Guilland, C., Karimi, B.***

Novasol est un jeune bureau d'études, spécialisé dans l'évaluation de la qualité écologique des sols. Sur la base d'outils, de référentiels et d'expertises développés à l'INRAE au cours des 20 dernières années, il a pour mission d'accompagner les acteurs de terrain travaillant en lien avec les sols. L'objectif est de : i- les aider à décrypter leurs sols et la biodiversité microbienne qu'ils abritent et 2- les guider dans l'utilisation et l'intégration de ce nouveau diagnostic écologique dans leur projet pour optimiser les choix des modalités d'usage et de gestion des sols. Ce diagnostic, déjà largement utilisé pour évaluer de nouvelles pratiques de gestion des sols (par ex. désherbage électrique, couverts végétaux, paillage) est également déployé dans le cadre du développement des filières ENR en contexte agricole (agrivoltaïsme, méthanisation). Il s'applique aussi en appui de projets de requalification de friches ou de sites industriels. Ce diagnostic unique en son genre constitue une méthode objective et robuste pour évaluer et valider la pertinence des projets initiés dans une démarche de transition (agro-)écologique. Cette nouvelle expertise supporte le développement d'actions innovantes en faveur des sols en apportant une preuve de résultats au-delà d'un simple effort de moyens, ce qui est indispensable dans le cadre de l'apparition de nouvelles réglementations et de nouveaux labels environnementaux.

Contact du poster : **Charles GUILLAND**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster #11 proposé par : **RITMO Agroenvironnement**

Application des indicateurs microbiens pour étudier l'état des sols dans des systèmes de culture innovants en maraîchage biologique

Auteurs : Elie Langard, Lucas Galimand, Najat Nassr

L'évaluation de la performance des systèmes de culture en maraîchage est assez complexe et implique la prise en compte de nombreux critères. Dans le cadre du projet SEFerSol, DEPHY EXPE l'analyse d'un essai système et non factoriel complexifie cette évaluation. Ce projet étudie depuis 2015 deux Stratégies (systèmes de cultures innovants - SdCi) de gestion combinée de l'Enherbement et de la Fertilité du Sol en maraîchage biologique en comparaison à un système de référence. Dans l'objectif d'évaluer les performances globales des systèmes de cultures mis en œuvre dans ce projet, l'évaluation multicritère a été utilisée. Cette analyse multicritère a considéré des indicateurs agronomiques, environnementaux mais aussi socio-économiques. En ce qui concerne la dimension environnementale, certains indicateurs de la fertilité biologique du sol ont été étudiés : biomasse bactérienne, biomasse fongique (qPCR 16S et 18S), activité microbienne par respirométrie (NF EN ISO 16072). La méthode d'agrégation des données, le choix des seuils, la prise en compte de répétitions « systèmes » et non factorielles, etc... ont été mis en œuvre et affinés tout au long de l'expérimentation. Les travaux de recherche suggèrent que les indicateurs microbiens du sol peuvent différencier le niveau de fertilité des sols au sein d'un site mais ils semblent ne pas être suffisamment sensibles aux pratiques de gestion des sols et devraient être intégrés à une série d'autres indicateurs. Ainsi, en lien avec l'activité microbienne, certains indicateurs chimiques (minéralisation de la MO) et physiques (stabilité structurale des microagrégats) ont été également analysés. Selon les indicateurs, des seuils absolus (valeurs bibliographiques, ...) ou relatifs (en comparaison entre les systèmes) ont été établis.

Contact du poster : **Najat NASSR**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#12** proposé par : **CNRS**

Caractérisation d'une molécule à effet PGPR issue de *Streptomyces*

Auteurs : Hamdali H, Lebrihi A, Monje MC, Benharref A, Hafidi M, Ouhdouch Y et Virolle MJ

L'apport d'engrais phosphatés dans les sols agricoles est nécessaire à la croissance des plantes. Cependant une forte proportion de ces engrais solubles précipite et/ou est adsorbée sur les éléments du sol et n'est plus disponible pour les plantes. Afin de concevoir un engrais phosphaté à libération lente pour éviter ce phénomène de saturation des sols en phosphate qui conduit à la pollution des eaux, des souches capables de solubiliser le phosphate minéral insoluble (PMI) ont été isolées à partir des mines de phosphate marocaines. Une des souches, apparentée à *Streptomyces griseus*, s'étant avérée très efficace pour solubiliser le PMI, l'impact de sa présence sur la croissance de grains de blé dans un sol pauvre en phosphate supplémenté ou non en PMI moulu ou en phosphate soluble, a été testée en godet et sous serre. La présence de cette souche a stimulé la croissance des parties aériennes et racinaires du blé, d'environ 50 % et 80% respectivement, par rapport au sol non inoculé et n'a été inférieure que de 10 à 13 % à celle obtenue avec un sol non inoculé mais supplémenté en phosphate soluble. La molécule responsable de la solubilisation du PMI s'est révélée être de la famille des viridomycines. Compte tenu de ses propriétés intéressantes, cette molécule et/ou les souches qui la produisent en association avec le PMI moulu pourraient constituer un nouveau type d'engrais phosphaté à libération lente dont la fabrication serait nettement moins chère et polluante que celle des engrais phosphatés solubles. Cette molécule pourraient également permettre la dés-adsorption du phosphate immobilisé des sols pour nourrir les plantes.

Contact du poster : **Marie-Joelle VIROLLE**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster #14 proposé par : **BIOPHYTECH**

La Trichodynamisation : un procédé de biostimulation des populations microbiennes positives du sol

*Auteurs : **BESNARD Olivier - PETIT Jean Loup - THOMAS Auriane - AUVERGNE Romane***

Les capacités stimulatrices, fertilisantes et protectrices des végétaux par certaines moisissures du sol, notamment celles du genre *Trichoderma*, sont largement établies. Les approches technologiques et appliquées qui en ont été faites s'avèrent décevantes, car souvent dues aux manques de réceptivité des sols, puisque les espèces employées sont exogènes au substrat à traiter. L'approche proposée est un procédé (breveté) personnalisé à chaque cas de parcelle à inoculer, consistant à prélever, isoler, caractériser, sélectionner, multiplier, ensemençer et diagnostiquer les sols, par les espèces spécifiques de *Trichoderma* indigènes à chacune d'elle. On décrit dans ce poster les 7 étapes clés de ce procédé, dont les garanties sont que la réceptivité des sols devient idéale à une bonne installation de la population choisie, selon les objectifs et desiderata des utilisateurs. Tous les outils de microbiologie y sont mis en œuvre : milieux de cultures, caractérisations morphologiques, physiologiques et moléculaires, génie des procédés fermentaires stériles en milieux solides, analyses respirométriques, enzymatiques et génomiques. Ce processus s'effectue par une démarche de traçabilité certifiée, selon des critères quantitatifs et qualitatifs (pouvoir germinatif et pureté), aboutissant à des résultats efficaces et durables.

Contact du poster : **Olivier BESNARD**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#16** proposé par : **INRAE Bordeaux-Aquitaine - UMR SAVE**

Recherche de bioindicateurs microbiens de la résilience de la vigne en Champagne

Auteurs : Lucile PELLAN, Paola FOURNIER, Laurence MERCIER, Emilie CHANCEREL, François DELMOTTE, Corinne VACHER

La vigne est colonisée par des communautés microbiennes diversifiées. Ces micro-organismes contribuent à la santé de la plante et répondent rapidement aux changements environnementaux (climat, pratiques culturales), ce qui pourrait faire d'eux de bons bioindicateurs de l'état de santé de l'écosystème viticole. En effet, ces micro-organismes colonisent la vigne principalement au niveau des racines depuis le sol qui constitue un réservoir microbien, et depuis les espaces aériens. Ils sont ensuite disséminés aux différents organes de la plante et aux plantes adjacentes. Ces microbiotes spécifiques vont être associés à des rôles fonctionnels variés, positifs ou négatifs pour la vigne (protection contre les pathogènes, résistance aux stress abiotiques, amélioration de la nutrition, mais aussi déclenchement de maladies). L'objectif de cette étude est d'identifier des micro-organismes bioindicateurs de la résilience de la vigne, définie comme stabilité des rendements au cours du temps. Pour cela, des parcelles aux rendement contrastés ont été sélectionnées en Champagne sur la base de relevés temporels. Nous avons ensuite échantillonné le sol, les racines, les feuilles et les baies puis caractérisé les microbiotes associés par des approches de métabarcoding ciblant les communautés bactériennes et fongiques (incluant les champignons mycorhiziens à arbuscules). En utilisant des analyses différentielles d'abondance et des algorithmes d'apprentissage automatique supervisés, nous rechercherons, dans les différents compartiments analysés, des micro-organismes ou des combinaisons de micro-organismes caractéristiques des parcelles viticoles résilientes. Ces bio-indicateurs microbiens permettront de développer programmes de bio-surveillance des écosystèmes viticoles et d'orienter les pratiques culturales.

Contact du poster : **Lucile PELLAN**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster #17 proposé par : **Gene&GreenTK**

Mise en œuvre d'enzymes innovantes pour la lutte contre les bactéries et champignons phytopathogènes

Auteurs : Kergaravat Baptiste, Laure Plener, Billot Raphaël, Grizard Damien, Chabrière Eric, Daudé David

« Eliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable ». Tel est l'un des 17 objectifs du développement durable promulgués par l'ONU. La protection des cultures contre les phytopathogènes s'inscrit dans cette démarche, nécessaire pour la sécurité alimentaire d'une population mondiale croissante, dans un contexte de changement climatique prégnant. Face à la toxicité et la rémanence de la plupart des biocides et pesticides chimiques, le développement d'alternatives durables permettant de lutter efficacement contre les phytopathogènes est aujourd'hui une priorité, s'inscrivant notamment dans les objectifs du plan Ecophyto II+.

Parmi les alternatives possibles, les enzymes, qui allient activité, spécificité et durabilité sont des biomolécules de choix. Ainsi, la start-up deeptech Gene&GreenTK a mis son expertise en ingénierie d'enzymes au service de l'agriculture, en développant des innovations de rupture pour la lutte contre les bactéries et les champignons phytopathogènes. Deux technologies enzymatiques, dont le potentiel est présenté ici, sont nées de ces travaux : des enzymes lactonases, ciblant les bactérioses (feux et chancres bactériens, pourriture molle) et des enzymes chitinases, pour lutter contre les fusarioses et autres pourritures fongiques.

Contact du poster : **Baptiste KERGARAVAT**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#18** proposé par : **Toopi Organics**

LACTOPI START : the first EU registered microbial based biostimulant using human urine in submerged liquid fermentation

Auteurs : J.Saludas, H. Abdo, E. Cosson

Mineral fertilizers and pesticides are essential for feeding mankind. However, their massive use is an environmental dead end. At the same time, in 2023, we still urinate in drinking water, threatening our water resources throughout the globe. Yet urine is rich in essential nutrients for fertilization, but not concentrated enough to be widely used in agriculture with competitiveness.

Toopi Organics address all these major issues by developing a sustainable and economically viable solution based on upcycling human urine into agricultural bioproducts. This frugal production process uses human urine collected at source in waterless urinals as a culture medium for microorganisms of agricultural interest.

The very first urine-based product of Toopi Organics, named LACTOPI START, is composed of a plant growth-promoting and phosphorus solubilizing Lactic Acid Bacteria (LAB). In 2022, LACTOPI START became the first urine-based microbial biostimulant to receive market approvals in Europe, especially in France and Belgium. This product, used as a liquid starter on various crops from cereals to vegetables has demonstrated its efficacy in greenhouse trials and more than 35 field trials showing the possibility to improve nutrients efficiency and crop biomass thanks to this recycling urine solution.

Contact du poster : **Julien SALUDAS**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#19** proposé par : **UniLaSalle**

Prebiotics' application as an agroecological approach to improve plant growth, soil conditions, and carbon sequestration

Auteurs : ALAHMAD Abdelrahman, EDELMAN Lucas, CASTEL Lisa, THIOYE Babacar, BERNARDON-MERY Aude, LAVAL Karine, TRINSOUTROT-GATTIN Isabelle

Soil fertility and productivity are severely impacted by exploitation and degradation processes. These threats, coupled with population growth and climatic changes, force us to search for innovative agroecological solutions. Prebiotics are one type of soil biostimulants that are used to enhance soil conditions, plant growth, and could contribute to improve carbon sequestration. In this context, our study was designed to evaluate and explain the effects of two commercial prebiotics (K1® and NUTRIGEO L®) on soil mixed with organic wheat straws and cultivated with Zea mays L. in comparison to untreated soil at two harvesting dates after their application (3 weeks D1 and 10 weeks D2). For that, we monitored plant growth criteria, soil physico-chemical parameters, soil organic matter (OM) evolution, and soil microbial community structure and diversity with emphases on indigenous microbial selection and root mycorrhization. The obtained results demonstrated the short- and medium-term positive effects of prebiotics on soil fertility and microbial community and their repercussions on plant biomass and carbon storage. Our aim is to confirm the vital role prebiotics will play as a new alternative approach in the agroecological transition toward modern, durable, and sustainable agriculture.

Contact du poster : **Abdelrahman ALAHMAD**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#21** proposé par : **Vegenov**

BOUSSOLE project: Impact of soil microbial diversity on telluric diseases in vegetable crops

Auteurs : Klervi CRENN, Céline HAMON, Baptiste TURBAN, Vianney ESTORGUES, Charlotte ROBY, Laetitia MEST, Myriam ABGRALL, Thibault NORDEY et Damien PENGUILLY

With 35 ha of cultivated crops in 2019, Brittany is one of the main French vegetable producing region. The region concentrates 85% of the national production of cauliflowers, mainly located in the north littoral of the region. In soil disease management, the impact of soil microflora is still not enough explored. One of the objectives of the BOUSSOLE project (2019-2021) was to study potential correlations between the abundance and diversity of soil microflora, the agronomic practices of producers and the inoculum content of 3 major soil diseases infecting cabbages: *Plasmodiophora brassicae* (clubroot), *Phytophthora megasperma* and *Rhizoctonia solani* (black foot). A study of 67 cauliflowers parcels during 5 years did not reveal an impact of agronomical practices nor microbial communities on the management of these 3 diseases. Nevertheless, statistical analyses showed a strong correlation between the intensity of rotations and *Plasmodiophora brassicae* content. Agronomical advisers now strongly recommend farmers to reduce the number of Brassicaceae in their crop rotation. The BOUSSOLE project represents a first study of this magnitude in an open-field vegetable cropping systems in this region.

Contact du poster : **Klervi CRENN**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#22** proposé par : **I.A.G.E**

Nouvelles méthodes de biologie moléculaire pour le diagnostic de la qualité microbiologique du sol

Auteurs : Cécile GRUET, Sarah SAADI, Jérémy DI MATTIA, Marie DUCOUSSO, Franz DURANDET, Olivier COUILLEROT

Le suivi de la qualité biologique des sols peut contribuer à une gestion plus durable de l'agriculture. Ce suivi peut être effectué notamment par la caractérisation de la microflore endémique du sol, ou encore par la quantification de microorganismes valorisés en bio-intrants afin d'optimiser leur utilisation. Des approches qualitatives comme le metabarcoding sont actuellement utilisées pour répondre à ces enjeux, mais des méthodes quantitatives sont également nécessaires. L'utilisation de ces outils de biologie moléculaire est pertinente s'ils prennent en compte la répartition hétérogène des microorganismes dans le sol. Pour cela, IAGE a développé une application, MAPARCEL, générant des zones d'échantillonnage dans une parcelle, poolées en une seule analyse. Pour un diagnostic quantitatif du sol, cet échantillonnage représentatif a été couplé à la technique de PCR digitale. Ces développements ont permis le diagnostic fiable de parcelles agricoles entières, tant au niveau de la détection d'un champignon pathogène tellurique, qu'au niveau de la mesure de la biomasse microbienne et du ratio 16S/18S, de bons indicateurs de la santé d'un sol. L'application MAPARCEL peut être utilisée en amont des outils de biologie moléculaire, et la PCR digitale complète le metabarcoding en ciblant de manière sensible et spécifique les microorganismes ou fonctions d'intérêt. Ces travaux pourront, à l'avenir, permettre une vue globale et représentative de la qualité des sols.

Contact du poster : **Cécile GRUET**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#24** proposé par : **Fertil'Innov Environnement**

Préservation d'une agriculture durable grâce à la maîtrise des interactions plantes/microorganismes bénéfiques

Auteurs : Soussou S., Geoffroy A., Finck J. et Cleyet-Marel JC.

La durabilité des agrosystèmes est fortement menacée par les pratiques culturales intensives et le changement climatique. La biodiversité du sol et le bon fonctionnement des écosystèmes terrestres sont fortement perturbés par les activités humaines qui conduisent ainsi à l'artificialisation des terres. La redéfinition du modèle agricole dominant et l'orientation vers une intensification écologique des systèmes de cultures passent par une utilisation optimale des fonctionnalités et services offerts par les écosystèmes. Dans ce contexte, la maîtrise des associations plantes-microorganismes bénéfiques (bactéries symbiotiques, champignons mycorhiziens, PGPR,...) est un enjeu majeur dans l'agriculture afin d'améliorer la résistance des cultures aux stress abiotiques, de maximiser les productions et de préserver la fertilité des sol. La recherche de nouveaux outils pour bien identifier et valoriser les microorganismes du milieu édaphique est indispensable et constitue ainsi une étape clé pour atteindre les objectifs d'un développement durable en agriculture. Fertil'Innov Environnement met en place des stratégies innovantes pour isoler, identifier et suivre dans le sol et dans les végétaux les microorganismes bénéfiques à la croissance des cultures afin d'améliorer la productivité et la stabilité du couvert végétal.

Contact du poster : **Souhir SOUSSOU**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#25** proposé par : **Università Cattolica del Sacro Cuore - Piacenza**

SOIL ASSAY OF DIFFERENT INTER-ROW MANAGEMENT ON THE BIODIVERSITY OF MICROBIAL AND MICROARTHROPOD COMMUNITIES IN VINEYARDS OF THE OLTREPÒ AREA (NORTH-WESTERN ITALY)

Auteurs : Maria Cristina Reguzzi, Carlo Maria Cusaro, Alberto Vercesi, Emanuele Mazzoni, Maria Cristina Bertonazzi, Cristina Ganimede, Massimiliano Bordoni, Claudia Meisina, Michael Maerker, Sauro Simoni, Elena Gagnarli, Enrica Capelli

To support sustainable agronomic practices in viticulture, the impact assessment of inter-row management on soil ecosystem services can be evaluated by the characterization of soil networks by fungal, bacterial and arthropod communities. We explored the diversity of soil microbial and microarthropod consortia in relation to different tillage application or permanent grass cover, in a traditional winegrowing area in north-western Italy. Bacterial and fungal communities were detected by NGS analyses respectively of 16S and ITS1 DNA barcodes. Microarthropod communities were calculated by Biological Soil Quality index (QBS-ar). Chemical, physical, and geological properties of soils were determined. Tillage affects biotic communities' composition: abundance of Alphaproteobacteria was higher in soils under alternate tillage or with permanent grass cover. Acidobacteria abundance was higher in soils sharing fertilisation treatments but differing for inter-row management. A particular microbial profile was observed in the soil under repeated tillage and weeding, where *Malasseziomycetes* registered the highest abundances. Fungal communities' analysis evidenced a microbial profile associated with the type of fertilization. A positive correlation was found between Fungi and Bacteria orders, a negative correlation between Arthropods and Fungi orders and a weak and not significant correlation between Arthropods and Bacteria orders.

Contact du poster : **Maria Cristina REGUZZI**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#26** proposé par : **TotalEnergies**

BIOSTIMULANTS EXTRACTION FROM DIGESTATES AND THEIR IMPACT ON SOIL BIODIVERSITY AND PLANT GROWTH

Auteurs : Chaves B. , Thevenin N , Richard-Molard C , L. Vieubl  Gonod , Lot M.C. , Salomez M. , Joimel S. , Houot S. , Sambusiti C.

Increasing volume of digestate are expected in Europe through the development of the anaerobic digestion to achieve carbon-neutrality by 2050. Digestate is nowadays valorized as a fertilizer and a soil improver due to its high contents in organic matter and mineral nutrients. New valorization routes are expected for this coproduct as land spreading is not always possible due to regulatory framework, nutrient surplus, transportation distance, storage cost or low-quality digestate. Biostimulant fractions of digestate could be a way to better valorize this co-product. Nowadays, few studies have undertaken research about biostimulant/humic-like substances from digestate. The objectives of this work are to extract and characterize biostimulant fractions from territorial AD plants digestate and to evaluate their effectiveness on soil biodiversity (microorganisms and earthworms) and plant growth.

Contact du poster : **M lanie SALOMEZ**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#27** proposé par : **Laboratoire LBAE**

Evaluation de l'activité microbienne et de la stabilité structurale des sols à l'échelle parcellaire

Auteurs : Julie FOULON, Emmanuelle BAUDU, Robin BEGHIN, Vincent BUSTILLO, Claire Emmanuelle MARCATO-ROMAIN

Les sols du sud-ouest de la France sont soumis à un aléa d'érosion fort. La sensibilité des sols à l'érosion dépend de nombreux paramètres physico mais également biologiques. C'est dans ce cadre que le projet EC2CO SEPSOL a été mis en place en collaboration entre le Laboratoire de Biotechnologies Agroalimentaire et Environnementale (LBAE), le Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère (CESBIO), le laboratoire d'écologie fonctionnelle et environnement (LEFE) et l'INP Purpan, autour du site atelier d'Auradé (32). La parcelle étudiée est en pente et comprend des zones cultivées en grande culture et des zones enherbées. Des approches physico-chimiques et biochimiques ont été combinées pour évaluer les relations entre qualité microbiologique et stabilité structurale des sols (méthode de Le Bissonais). La diversité fonctionnelle a été évaluée par Biolog, et la production de substances exopolymériques microbienne (EPS) a été évaluée par dosages colorimétriques et fluorimétriques. Les résultats obtenus ont montré, au sein d'une même parcelle, une plus grande diversité, fonctionnalité, stabilité des sols enherbés que des sols cultivés. Le focus sur les EPS a de plus montré des comportements différents au sein de la parcelle cultivée, avec un rôle possible des polysaccharides et de l'ADN extracellulaires dans la stabilité des agrégats.

Contact du poster : **Julie FOULON**

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#28** proposé par : **HEPH-Condorcet / Hainaut Analyses / CARAH**

Evaluation de l'impact de l'application de fongicides sur les populations microbiennes du sol en culture de pommes de terre

Auteurs : Moulin, Meganne ; Rivière, John ; Serneels, François ; Bonnave, Maxime ; Couvreur, Benjamin ; Mahieu, Olivier ; Lanterbecq, Déborah

Le projet international IMPOCHA (IMPROVING SOIL, POTATO CROPS, HUMAN HEALTH AND FORAGE QUALITY IN A CLIMATE CHANGE CONTEXT) est financé par BELSPO et implique des chercheurs de Chine, d'Afrique du Sud et de Belgique pour une durée de 3 ans. Le projet est centré sur la culture de pommes de terre, qui est une culture importante du point de vue économique et agronomique dans les pays partenaires du projet. Celui-ci est articulé selon 3 axes : la santé, la biodiversité et le changement climatique.

L'objectif du volet biodiversité est d'étudier l'impact des pratiques agricoles sur le microbiome du sol en culture de pommes de terre. L'analyse des populations bactériennes et fongiques repose sur une méthode innovante de séquençage à haut débit (plateforme Illumina MiSeq) de l'ADN des microorganismes cibles. Les séquences ainsi obtenues permettent d'évaluer la composition des sols et de les comparer entre eux pour évaluer l'impact de l'utilisation des fongicides, ainsi que des pratiques culturales, sur la dynamique des populations microbiennes et leur distribution relative au sein du microbiome.

Contact du poster : **Meganne MOULIN**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#32** proposé par : **Université de Haute Alsace**

La mycorhization, un levier pour améliorer la santé de la vigne ?

Auteurs : L. Yung, M.L. Goddard, L. Valat, L. Deglène-Benbrahim, L. Belval, I.R. Martin, L. Roth, H. Laloue, C. Bertsch, J. Chong

La viticulture constitue une activité économique essentielle en France, cependant la vigne est actuellement confrontée aux problématiques du réchauffement climatique et des dépérissements. En effet, les stress abiotiques résultant du réchauffement climatique affaiblissent la plante et favorisent l'action des agents pathogènes, notamment ceux liés aux maladies du bois (MDB). Parmi les microorganismes capables de s'associer aux racines de la vigne, les champignons mycorhiziens à arbuscules sont reconnus comme étant des microorganismes auxiliaires des cultures améliorant la nutrition des plantes et leur tolérance face aux stress. Mieux comprendre l'intérêt de la mycorhization en viticulture apparaît essentiel pour répondre aux enjeux environnementaux et favoriser la transition agroécologique du vignoble. Le Laboratoire Vigne, Biotechnologies et Environnement (LVBE) s'intéresse depuis une dizaine d'années à la mycorhization chez la vigne. Ses travaux ont permis de mettre en évidence l'effet de la mycorhization sur le métabolisme et les réponses de défense de la vigne, en présence (Bruisson et al., 2016) et en absence (Goddard et al., 2021) d'agents pathogènes, en conditions contrôlées. De récents travaux nous ont également permis de mettre en lumière l'intérêt des symbioses mycorhiziennes pour des vignes soumises à un stress hydrique. Enfin, nos travaux s'orientent actuellement vers des applications en pépinière et au vignoble. Les principaux résultats issus des travaux précédemment cités seront présentés dans un poster.

Contact du poster : **Loïc YUNG**

Flash Poster Scientifique

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes



27-28 juin 2023 • Biocitech Paris-Romainville

Poster **#34** proposé par : **Biointrans**

Prédiction *in silico* d'opérons impliqués dans la synthèse d'exopolysaccharides bactériens

Auteurs : Joris Tulumello, Justine Long, Julie Rodriguez, Nicolas Chabert, Wafa Achouak, Renaud Nalin¹ et Thierry Heulin

Les exopolysaccharides (EPS) sont des polymères de sucres synthétisés par la majorité des bactéries du sol, leur fournissant une protection vis-à-vis du stress hydrique et de la prédation. Ils jouent également un rôle très important dans les interactions avec les racines des plantes. L'analyse biochimique de leur composition et de leur structure est longue et coûteuse. Nous proposons une approche génomique qui est à la fois plus rapide et moins coûteuse pour les identifier. Les gènes impliqués dans la biosynthèse des EPS sont organisés en opérons, facilitant l'analyse bioinformatique des génomes des bactéries productrices d'EPS. Nous avons conçu un outil bioinformatique de prédiction d'opérons en recherchant les gènes impliqués dans la biosynthèse. Cette prédiction permet de retrouver la totalité des opérons connus dans la littérature, de comparer des opérons entre eux et de les regrouper par similarité. Les bactéries peuvent donc être comparées en fonction du type d'EPS qu'elles produisent. Les applications en termes de diagnostic sont de pouvoir prédire le type d'EPS produit par une bactérie dont on a le génome ou dans un sol dont on peut déterminer le métagénome. En termes de 'solutions microbiologiques', cela permet de sélectionner un caractère particulièrement important vis-à-vis de la plante hôte (réduction du stress hydrique) au même titre que d'autres caractères recherchés pour réduire les intrants chimiques (phytosanitaires, engrais).

Contact du poster : **Joris TULUMELLO**

Flash Poster Scientifique