



Webinaire n°3 ●●●●

BIOCONTRÔLE ET QUALITÉ PAYSAGÈRE

Synthèse



Le webinaire # 3 : Biocontrôle et qualité paysagère

Date : Jeudi 18 avril 2024 - 13h30 | [Voir le replay](#)

Animation Scientifique

Ingrid Arnault

Membre du CSO R&I

Ingénieure de recherche à l'université de Tours, Ingrid Arnault dirige une structure de valorisation de la recherche dédiée au Biocontrôle. Elle coordonne et participe à des projets de solutions agroécologiques portant sur les biopesticides naturels, les stimulateurs de défense des plantes et les auxiliaires des cultures.

Docteur en écologie microbienne, Marc Bardin travaille à l'unité de Pathologie végétale de l'INRAE d'Avignon.

Ses travaux portent sur la mise en œuvre de solutions de biocontrôle impliquant des agents microbiens antagonistes des agents pathogènes. Il s'intéresse plus particulièrement aux mécanismes moléculaires qui sous-tendent ces antagonismes et assurent leur efficacité. Ils s'inscrivent dans une approche intégrée du biocontrôle des maladies des plantes, et plus généralement dans le cadre de la transition agroécologique de l'agriculture dont un objectif majeur est de minimiser le recours aux pesticides.

Marc Bardin

Membre du CSO R&I



P R O G R A M M E

13h30 Accueil

13h35 Introduction du CSO R&I par Ingrid Arnault & Marc Bardin

13H40 Présentation 3 projets :

DEMETER « Bio-olfacticides : produire plus avec moins d'insecticides »

par Emmanuelle Joly (INRAE)

STREPTOCONTROL « Identification, mode d'action et synthèse des composés inducteurs des réponses immunitaires et antifongiques d'une souche bactérienne utilisée pour la protection des plantes »

par Bernard Dumas (CNRS)

ARPHY - GCPE – Paysage « Accompagnement par la Recherche du réseau DEPHY – Prise en compte des pressions de bioagresseurs et du paysage dans les systèmes de grande culture et polyculture élevage » par Benoît Ricci (INRAE)

14h35 « Biocontrôle : enjeux, applications et perspectives »

par Marie Turner co-directrice de Végénov.

L'invitée

Marie Turner

Co-directrice de Végénov

Spécialisée dans les interactions plantes-microorganismes, ses activités s'inscrivent dans le développement et la promotion d'une agriculture durable. A ce titre, Marie Turner co-dirige Vegenov et pilote le pôle de Qualité et Santé des Plantes de [Vegenov](#). Il s'agit d'un centre technique dont l'objectif est notamment d'évaluer et d'aider au développement de solutions innovantes pour nourrir et protéger les plantes contre des stress biotiques ou abiotiques, que ce soient des produits (de type biocontrôle ou biostimulant), des variétés ou des outils d'aide à la décision.

Dialogue moléculaire entre bactéries et racines des plantes, olfaction des insectes phytophages, prédation... tout un ensemble d'interactions dynamiques existe entre la plante cultivée et le monde qui l'entoure. Et si le décryptage de tous ces mécanismes et processus naturels pouvait permettre de concevoir des solutions s'appuyant sur leur potentiel insoupçonné, comme alternatives aux produits phytosanitaires de synthèse ? C'est ce qu'explorent les projets présentés dans ce webinaire, dont les résultats ouvrent des perspectives séduisantes pour la Recherche & Innovation du plan Ecophyto.





Quelques Définitions

Le **biocontrôle** fait référence à la mobilisation de « l'ensemble d'agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures » (Article L.253-6 du code rural et de la pêche maritime). Voir le **Zoom** en page suivante sur les différentes catégories de produits de biocontrôle.

La **régulation naturelle des ravageurs** s'appuie sur l'action des « **auxiliaires des cultures** », **prédateurs ou parasites des bioagresseurs** des cultures, en la favorisant.



La plante cultivée fait partie d'un écosystème complexe peuplé de microorganismes et de macroorganismes en interactions interspécifiques. Selon la nature des organismes composant cet écosystème les interactions peuvent être soit néfastes pour la plante (microorganismes pathogènes, ravageurs), soit au contraire lui être bénéfiques. Ainsi, la composition de cet écosystème est déterminante sur la santé des plantes. La recherche s'applique à décrypter les processus naturels qui régissent ces interactions afin de déployer des solutions de lutte intégrée basées sur la gestion des équilibres dynamiques des populations d'agresseurs. C'est ce qu'illustre ce webinaire

qui explore d'une part des solutions de biocontrôle (projets [DEMETER](#) et [STREPTOCONTROL](#)), et d'autre part le levier de mobilisation optimisée des régulations naturelles des ravageurs via le contexte paysager des agrosystèmes (projet de thèse [ARPHY - GCPE - Paysage](#)). Ainsi, ce webinaire présente des avancées profitables à mener via des actions à différentes échelles : sur la plante directement, à proximité immédiate de la parcelle ou de la culture, et enfin à l'échelle du paysage, voire du territoire.



Agir directement sur la plante ou le sol

L'application de certains micro-organismes ou substances naturelles sur les cultures peut stimuler le système (immunitaire) de défense contre certaines maladies. La recherche est précieuse pour mieux comprendre leur mode d'action et les facteurs influençant leur efficacité afin d'améliorer et contrôler leur utilisation, et de fournir des préconisations claires aux producteurs. Parmi les produits de biocontrôle, une source majeure de matières actives est constituée des micro-organismes qui se développent au contact des plantes et qui participent à leur protection contre les organismes pathogènes.

Parmi eux, les streptomycètes sont des bactéries du sol qui se développent en particulier au niveau de la rhizosphère (zone à proximité immédiate des racines des plantes), et qui se caractérisent par leur capacité à produire une large diversité de métabolites spécialisés présentant des activités antimicrobiennes et stimulatrices des défenses végétales.

Pourtant à ce jour, « seules 7 souches de streptomycètes sont utilisées en biocontrôle ou bio-stimulant au niveau mondial, et un seul produit contenant une souche de strep-

tomyète a été homologué en biocontrôle en France » constate Bernard Dumas, chercheur au CNRS et porteur du projet

STREPTOCONTROL. Ce projet visait à comprendre l'activité biologique d'une nouvelle souche de streptomycètes sélectionnée, AgN23, dont la capacité à induire le système





immunitaire des plantes et à produire des activités inhibitrices de la croissance de champignons phytopathogènes a été particulièrement remarquée. D'où la pertinence de le considérer comme candidat potentiel à des fins de développement d'une nouvelle génération de produits de protection des plantes. Les travaux se sont focalisés sur une classe de métabolites synthétisée par AgN23, les Galbonolides, qui outre leur activité antifongique, jouent un rôle central dans l'activation des défenses

de la racine. Le projet a montré qu'AgN23 n'avait pas d'impact négatif collatéral sur la flore microbienne de la plante, mais qu'au contraire il influençait bénéfiquement la structuration du microbiote végétal et sa diversité biologique en colonisant la surface racinaire. Grâce à la mobilisation d'un ensemble d'approches complémentaires (génomiques, métabolomiques, méta-barcoding, génétiques moléculaires), le mode d'action de cette souche a été décrypté. Les résultats de ce projet ont permis le lan-

cement d'une étude visant au développement industriel d'AgN23, il s'agit à présent de trouver une formulation efficace garantissant la viabilité de la souche. D'autre part, l'expérience acquise ouvre des perspectives pour développer des travaux sur d'autres souches de streptomycètes.

ZOOM SUR les 4 catégories d'agents de biocontrôle



Macro-organismes auxiliaires

Invertébré, insectes,
acariens, nématodes

Prédateurs,
parasitoïdes ou
entomopathogènes

Non soumis à Autorisation de
mise sur le marché (AMM)



Micro-organismes

Champignons,
bactéries, virus

Parasitisme,
compétition,
antibiose,
stimulation des dé-
fenses des plantes



Médiateurs Chimiques

Phéromones, kairo-
mones ou allomones

Confusion sexuelle
et piégeage

Produits phytosanitaires soumis à AMM
Règlement CE n°1107/2009



Substances naturelles

d'origine végétale,
animale, minérale ou
microbienne

Effet pesticide,
stimulation des dé-
fenses des plantes,
répulsion

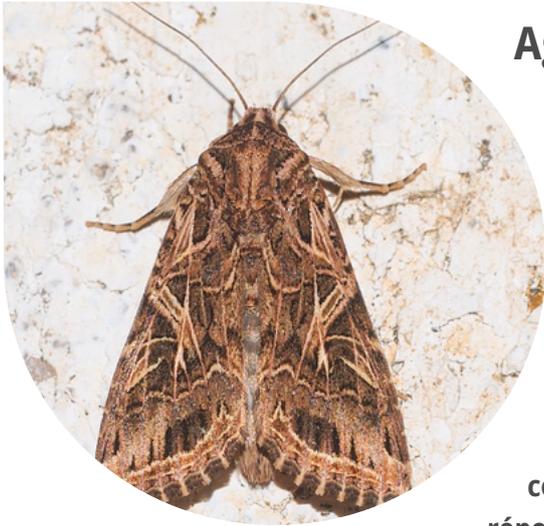


Marie Turner, co-directrice et responsable du pôle qualité et santé des plantes de Vegenov, fait le constat d'un engouement politique récent porté sur les biosolutions, y compris le biocontrôle. Cela se traduit dans l'élaboration de la stratégie nationale de développement du biocontrôle, le lancement du Consortium Biocontrôle, la mise en œuvre du Grand défi biocontrôle et biostimulation. Toutefois, il existe encore une certaine réticence à intégrer ces produits de manière efficace dans les itinéraires techniques de production, quand bien même ceux-ci ont montré des résultats satisfaisants en conditions de laboratoire. « *Beaucoup de travaux sont menés aujourd'hui pour essayer de comprendre les facteurs pouvant influencer cette efficacité en conditions de production et de voir comment l'améliorer, car si on a montré que ces solutions pouvaient être efficaces en laboratoire c'est qu'elles ont du potentiel.* » explique-t-elle. Il convient de prendre en considération et de maîtriser des paramètres extérieurs à la plante : température, hygrométrie, interactions avec d'autres organismes vivants afin d'optimiser l'application de ces agents. En effet, contrairement à un produit conventionnel qui présente un mode d'action plus large avec un effet assez « lance-flamme », l'action d'un produit de biocontrôle est beaucoup plus subtile et dépendante de facteurs environnementaux. Ainsi les conditions d'application vont être déterminantes, et la mobilisation de plusieurs le-

” **Beaucoup de travaux sont menés aujourd'hui pour essayer de comprendre les facteurs pouvant influencer l'efficacité des produits de biocontrôle en conditions de production et de voir comment l'améliorer.** ”

Marie Turner
Vegenov

viens en association va souvent être essentielle pour la réussite de la protection des cultures, comme l'illustrent les travaux du centre de ressources technologiques Vegenov, créé initialement par la filière légumière bretonne. Ainsi dans le cadre de la lutte contre la cladosporiose de la tomate, maladie causée par un champignon, qui crée des nécroses sur les feuilles et qui diminue la productivité des plants, une soixantaine de produits ont été testés, mais leur efficacité s'est révélée faible et variable. Or on s'est rendu compte qu'en optimisant leur mode d'application via une pulvérisation sous le feuillage certains produits étaient nettement plus efficaces. Quatre autres nouveaux produits ont ensuite été identifiés comme particulièrement intéressants dont le limocide (insecticide-fongicide biologique), même si le produit diminue en efficacité après sporulation n'ayant pas d'effet sur le taux de germination des spores. Une autre piste à explorer est l'étude d'un antagoniste naturel (*Hansfordia pulvinata*) identifié dans les années 80 et qui aurait un fort potentiel de régulation, une perspective intéressante est de rechercher comment influencer sa capacité à coloniser les serres de tomates. On retiendra que la mobilisation de solutions de biocontrôle nécessite de repenser les conditions d'utilisation de ces produits, ce qui peut être tout aussi bien un frein qu'une opportunité à leur utilisation.



Agir à proximité immédiate de la culture

Les médiateurs chimiques ou sémiochimiques sont des composés volatils présents dans l'environnement que les insectes détectent, grâce à leurs récepteurs olfactifs (OR) et qu'ils utilisent pour des activités vitales comme la localisation des sources de nourritures et de partenaires sexuels. L'identification de ces molécules est très intéressante pour les utiliser comme solutions de biocontrôle : il s'agit de perturber la réponse naturelle des insectes nuisibles aux odeurs, notamment de semer la confusion chez l'insecte pour le détourner de son objectif (se nourrir ou s'accoupler par exemple) ou de l'attirer dans des pièges, en les diffusant dans l'air à proximité immédiate des cultures.

Le projet [DEMETER](#) a développé une approche tout à fait innovante pour accélérer l'identification de nouveaux sémiochimiques actifs sur le comportement des insectes ravageurs : il mobilise le concept « d'écologie chimique inverse » qui consiste à partir de ces fameux récepteurs olfactifs, protéines à l'interface entre l'air environnant et le milieu intérieur de l'insecte, pour proposer par modélisation moléculaire des nouveaux ligands, appelés bio-olfactocides, qui vont perturber le fonctionnement naturel des récepteurs (compétiteurs, suractivateurs ou bloquants olfactifs). Cette méthode a été couplée à la mise en œuvre d'une approche d'Intelligence Artificielle, et en particulier d'apprentissage automatique.

Le projet avait pour objectif d'expérimenter la preuve de concept de ces approches sur un ravageur clé : la noctuelle du coton *Spodoptera littoralis*,

espèce invasive en Europe. Il a permis d'identifier le récepteur de la phéromone sexuelle de cette espèce, ainsi que deux récepteurs impliqués dans le comportement d'attraction olfactive des chenilles vers les plantes. Ces derniers ont permis d'élaborer des cribles virtuels *in silico* (par informatique) qui ont été ensuite testés expérimentalement avec succès, permettant ainsi la découverte

de nouveaux attractifs potentiels pour gérer cette espèce. Des tests à plus grande échelle sont maintenant nécessaires avant de concevoir l'applicabilité des nouveaux médiateurs chimiques identifiés.

« Le levier des médiateurs chimiques doit être considéré avec vigilance et dans un contexte d'association à d'autres leviers », souligne Emmanuelle Jacquin-Joly, directrice de recherche à

l'INRAE et responsable du projet DEMETER. « En effet, certains odorants de synthèse ne seront ef-

”
Certains odorants de synthèse ne seront efficaces qu'en association avec d'autres méthodes comme l'utilisation de plantes de service [...] ou la mobilisation d'auxiliaires.”

Emmanuelle Jacquin-Joly

INRAE



ficaces qu'en association avec d'autres méthodes comme l'utilisation de plantes de service qui peuvent aussi jouer un rôle par leurs odeurs sur le comportement des insectes ou la mobilisation d'auxiliaires qu'on peut par exemple attirer dans une parcelle par des odeurs. Il s'agit aussi de bien contrôler que les solutions ne provoquent pas d'effets collatéraux, sur les populations d'auxiliaires par exemple, précise-t-elle. » Les récepteurs olfactifs sont très divergents entre insectes, ce qui permet d'agir de manière sélective et de préserver les insectes bénéfiques.



À voir aussi

Appel à projets « [Combiner les leviers alternatifs](#) » d'Ecophyto Recherche et innovation



Agir à l'échelle du paysage et du territoire

Les bioagresseurs qui colonisent les cultures ne se cantonnent pas aux seules parcelles mais sont l'objet de dynamiques de propagation souvent dépendantes des agroécosystèmes à plus larges échelles : exploitation, paysage environnant, territoire. Aussi, certaines stratégies de réduction de l'usage des pesticides ne seront efficaces que si elles prennent en compte ces échelles larges.

La thèse [ARPHY - GCPE – Paysage](#) illustre cette vision. Son objectif était de rechercher à partir des données du réseau DEPHY-Ferme (filiale grande-culture et polyculture élevage) si la pression régionale de bioagresseurs et le contexte paysager jouaient chacun un rôle déterminant dans la capacité des exploitations à réduire leur dépendance aux pesticides. Les résultats ont permis de valider l'hypothèse tacite selon laquelle le niveau d'usage d'insecticides était

plus élevé en situations de forte pression régionale de bioagresseurs. Ils ont aussi confirmé le lien entre les caractéristiques du paysage environnant et le niveau d'usage des insecticides. L'analyse qui a mobilisé 557 fermes du réseau Dephy sur la période 2014-2019 a notamment montré que l'IFT insecticide était plus faible dans les paysages avec fortes proportions de haies. « Ces effets de paysage peuvent être interprétés comme un effet de régulation

biologique », explique Benoit Ricci, chercheur à l'INRAE. « Les haies peuvent fournir des ressources complémentaires à des auxiliaires en début de saison notamment, et leur servir de site de reproduction. Elles peuvent permettre de favoriser la présence d'espèces ennemis naturels et de soutenir des populations de taille suffisante pour fournir le service de régulation biologique. » détaille-t-il. En outre, la densité et connectivité de la trame de haies va faciliter



le déplacement de proche en proche des espèces sauvages à travers les zones agricoles.

Pour aller plus loin, des approches locales complémentaires seraient intéressantes à mener afin de mieux comprendre le rôle joué par les infrastructures agroécologiques dans les régulations biologiques. Il s'agirait de travailler en particulier sur les caractéristiques des haies permettant d'optimiser leur implantation et de faciliter leur gestion. Cela pourrait conduire à développer des outils pour conseiller les agriculteurs dans l'intégration de ces infrastructures agroécologiques au sein de leurs exploitations.

Ces résultats du projet ARPHY

” *Il y aurait un fort intérêt à combiner les réseaux de suivi des bioagresseurs avec le suivi des auxiliaires à l'aide de dispositifs de suivi multi-espèces.* ”

Benoit Ricci
INRAE

- GCPE – Paysage confortent l'importance d'une coordination à l'échelle territoriale dans la lutte intégrée contre les nuisibles comme l'intégration de réseaux de haies ou la concertation entre agriculteurs. Ils ont aussi mis en évidence la

pertinence des réseaux de suivi des bioagresseurs à grande échelle. « Il y aurait un fort intérêt à les combiner avec le suivi des auxiliaires à l'aide de dispositifs de suivi multi-espèces » souligne Benoit Ricci. Les perspectives de recherche sont encore nombreuses pour approfondir ces pistes...



À voir aussi

Appel à projets Eco-phyto II+ Recherche et innovation « Leviers territoriaux pour réduire l'utilisation et les risques liés aux produits phytopharmaceutiques » (2018)



Merci



[Animation Ecophyto RI](#)



[EcophytoPIC](#)



animation-ecophyto@inrae.fr

