

SMARTBIOCONTROL

Note de de presse

De nouveaux biopesticides innovants et prometteurs pour les agriculteurs

Gembloux, 10 décembre 2020 / **SMARTBIOCONTROL – Pour la première fois, 24 partenaires de Flandres, de Wallonie et de France ont rassemblé leur expertise pour proposer aux agriculteurs belges et français une approche innovante pour réduire l’utilisation de pesticides. Au terme du projet Interreg SMARTBIOCONTROL qui les a réunis ces quatre dernières années, les chercheurs et partenaires présentent les résultats les plus innovants et prometteurs de ce projet transfrontalier.**

Lancé officiellement en octobre 2016, SMARTBIOCONTROL fédère les compétences de 24 partenaires issus d’une vingtaine d’entités structurelles diverses (centres de recherches, universités, ASBL, sociétés, fédérations régionales, associations d’agriculteurs) réparties de part et d’autre de la frontière.

Près d’une centaine de chercheurs ont développé pendant quatre années un travail collaboratif et interdisciplinaire intense et productif. Il en résulte de nouveaux produits complètement innovants et très prometteurs visant à mieux armer les agriculteurs belges et français utilisant régulièrement des pesticides chimiques. Les participants au projet ont également développé des outils (enquête et banque de données) destinés principalement aux chercheurs et aux agriculteurs et permettant de mieux cerner le potentiel des biopesticides.

Défi de l’agriculture durable

En agriculture conventionnelle et notamment dans la zone transfrontalière Flandres-Wallonie-France, l’utilisation de certains pesticides chimiques représente un danger potentiel pour la santé humaine et l’environnement. Depuis quelques années, dans plusieurs pays européens, de nombreuses initiatives politiques tendent à réduire l’utilisation de ces pesticides. Les producteurs sont ainsi de plus en plus confrontés aux réglementations et aux exigences toujours plus strictes concernant l’utilisation des pesticides chimiques. Ils sont fortement incités à réduire le plus possible les applications de pesticides conventionnels afin de répondre au défi de l’agriculture durable (‘IPM’ en Belgique, ‘le plan Ecophyto et Agroécologie’ en France). Malheureusement, les alternatives naturelles et moins toxiques sont encore peu développées.

L’utilisation des produits de biocontrôle par les agriculteurs est un principe important de l’agriculture biologique. Ces produits naturels protègent les cultures contre les maladies et assurent une bonne production tout en offrant un produit de bonne qualité.

Ces produits de biocontrôle constituent une alternative concrète aux pesticides chimiques traditionnels utilisés dans la culture conventionnelle. Dans ce contexte, SMARTBIOCONTROL s’articule sur un projet pilote et quatre projets bien distincts mais fortement interconnectés pour sélectionner de nouveaux ingrédients bio-sourcés (BIOSCREEN), développer leur production à

l'échelle industrielle (BIOPROD), évaluer leur efficacité en conditions agronomiques (BIOPROTECT) et assurer leur suivi aux champs (BIOSENS).

Augmenter la part des biopesticides

La valeur globale du marché des biopesticides est évalué à 3 milliards de dollars dans le monde, ce qui ne représente encore que 5% de la valeur globale du marché des pesticides. Un facteur limitant est la disponibilité d'un nombre restreint de biomolécules actives à faibles concentrations. Diversifier l'accès à un panel plus étendu de produits bio-sourcés, sûrs et efficaces, en particulier de la famille des lipopeptides, est l'un des objectifs des équipes réunies dans SMARTBIOCONTROL.

###

NOUVEAUX BIOPESTICIDES ET CAPTEUR POUR LE CONTRÔLE DES CULTURES

Les lipopeptides de *Bacillus*, des molécules répondant à tous les critères d'un biopesticide innovant

Certaines bactéries du genre *Bacillus* vivent naturellement en association avec les plantes auxquelles elles procurent des effets bénéfiques notamment en les protégeant contre l'infection par les pathogènes (biocontrôle) causant des maladies d'impact agronomique énorme. Une des propriétés remarquables de ces *Bacillus* est leur faculté de produire de nombreuses molécules aux multiples fonctions dont certaines sont étroitement impliquées dans l'activité de biocontrôle. C'est le cas des lipopeptides cycliques répartis en trois familles en fonction de leur structure, surfactines, iturines et fengycines.

Ces molécules amphiphiles ont été particulièrement étudiées dans le cadre du projet BIOSCREEN car elles inhibent directement la croissance de nombreux phytopathogènes et agissent en tant que stimulateurs de l'immunité des plantes, deux propriétés clés pour le biocontrôle. De plus, ces lipopeptides sont produits très efficacement par les bactéries en bioréacteurs, ce qui ouvre la perspective de les utiliser en tant que nouveaux produits phytosanitaires bio-sourcés. La toxicité de ces lipopeptides est inférieure à la plupart des pesticides chimiques actuellement utilisés. La biodégradation de la surfactine atteint 50% après 18 jours et 80% au bout de 45 jours. Une augmentation d'un facteur 8 de la quantité des lipopeptides produits a été obtenue en travaillant sur la composition des milieux de cultures et en optimisant les procédés de production.

Des procédés innovants ont en effet été développés au cours de ce projet qui consistent soit à extraire les lipopeptides par extraction de mousse, soit à aérer les bioréacteurs par un contacteur membranaire afin d'éviter le bullage, soit à utiliser des cellules immobilisées dans un réacteur à biofilm.

Des nouveaux lipopeptides prometteurs dans les sols suppressifs de maladies !

Il y a actuellement urgence à trouver des solutions de biocontrôle permettant de réduire l'usage des pesticides chimiques. La recherche de souches bactériennes produisant de nouveaux lipopeptides s'inscrit dans cette démarche, les lipopeptides ou les bactéries les produisant pouvant être utilisées comme agents de biocontrôle. Les sols suppressifs de maladies, dans lesquels les plantes ne sont pas malades, même en présence de pathogènes, représentent d'excellentes sources d'agents de biocontrôle potentiels.

Nous avons étudié la population bactérienne de la rhizosphère de cocoyam dans un sol Camerounais suppressif de la maladie de la pourriture des racines causée par le champignon *Pythium myriotylum*. Nous avons isolé plusieurs souches de *Pseudomonas*, productrices de lipopeptides. Nous avons alors montré qu'une de ces souches produit 4 nouveaux lipopeptides que nous avons caractérisés et appelés bananamides D, E, F et G. Les bananamides ont une activité antifongique contre *P. myriotylum* mais également *Magnaporthe oryzae*, un pathogène du riz et autres céréales. Les bananamides sont donc des lipopeptides prometteurs pour un usage en biocontrôle.

Des variants de rhamnolipides bio-inspirés encore plus actifs

Les rhamnolipides sécrétés par des bactéries du genre *Pseudomonas* ou *Burkholderia* dont certaines souches sont connues pour leur activité de biocontrôle sont des glycolipides comprenant une chaîne d'acide gras couplée avec un ou deux rhamnoses. De par leur activité tensio-active, les rhamnolipides ont de nombreuses applications industrielles, notamment pharmaceutiques et cosmétiques, en biorémediation ou encore en agro-alimentaire. Ces molécules sont non toxiques pour l'homme, ont un faible impact écotoxicologique et sont biodégradables. Par ailleurs, les rhamnolipides possèdent une action antimicrobienne avérée vis-à-vis d'un large panel de microorganismes, en particulier des champignons et des oomycètes. Il a été démontré ces dernières années que les rhamnolipides sont capables d'induire les mécanismes de défense de plantes telles que la vigne, le colza, la tomate et *Arabidopsis* et confèrent une protection efficace contre des microorganismes biotrophe et nécrotrophe. Ils n'ont pas d'effets délétères sur les plantes lorsqu'ils sont utilisés à des concentrations raisonnables de l'ordre du micromolaire.

L'une des problématiques de l'utilisation des rhamnolipides à grande échelle est leur prix de production. De manière à répondre à cette problématique et à trouver des molécules à activité renforcée, la synthèse de variants bio-inspirés et bio-sourcés par chimie verte a été entreprise dans le cadre du projet. Cette moléculothèque de rhamnolipides synthétique a été criblée pour ces propriétés de biofongicides et de stimulation de défense chez plusieurs plantes d'intérêt agronomique. Les données obtenues au cours du projet ont permis de montrer que certaines de ces molécules ont un potentiel très intéressant dans la protection de la tomate, du blé et du riz contre des maladies fongiques. Ces dérivés des rhamnolipides naturels sont donc des candidats prometteurs dans le cadre d'une application en protection des cultures.

La combinaison mycorhizes-oligosaccharides : une autre approche innovante

Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) sont des microorganismes du sol naturellement associés aux racines de très nombreuses plantes sauvages ou cultivées. Ces champignons symbiotiques permettent une meilleure nutrition et une meilleure résistance des plantes aux stress abiotiques, mais aussi aux stress biotiques tels ceux engendrés par des attaques d'agents pathogènes fongiques. Leur intégration dans les itinéraires techniques agricoles nécessite une production de masse sur plante hôte suivie d'une formulation adaptée à la machinerie agricole (par exemple dans des billes de polymères adaptées aux semoirs).

Dans le cadre du projet Bioscreen du portefeuille de projets Smartbiocontrol, nous avons montré que des plants de blé, inoculés au niveau racinaire par un CMA, sont capables en conditions de culture contrôlées de mieux se défendre contre deux maladies foliaires, la septoriose et l'oïdium, causées par deux champignons phytopathogènes. Des analyses de biologie moléculaire ont montré que les plants de blé mycorhizés expriment plus fortement dans leurs feuilles des gènes qui participent aux réactions de défense du blé contre ces deux agents pathogènes.

Parallèlement, un chito-oligosaccharide d'origine fongique, nommé BioA 187, a été appliqué par pulvérisation foliaire sur les feuilles de plants de blé avant infection par le champignon responsable de l'oïdium. Les tests de protection réalisés ont montré un effet protecteur partiel, BioA 187 agissant essentiellement en tant que stimulateur de défense des plantes (SDP), puisqu'il permet d'induire ou de renforcer les défenses du blé. L'utilisation combinée d'un inoculum mycorhizien, ajouté au substrat de culture au moment du semis des grains de blé, et de BioA 187, administré par pulvérisation foliaire des plants de blé lorsqu'ils sont âgés de 6 semaines, permet d'améliorer les taux de protection obtenus contre l'oïdium, montrant un effet synergique de ces deux traitements testés au laboratoire. Ces résultats tendent à montrer qu'il est possible d'agir sur divers leviers pour renforcer l'immunité des plantes vis-à-vis des agents phytopathogènes, en utilisant des microorganismes vivants bénéfiques et des molécules biosourcées, ce qui relève du bio-contrôle.

Limiter l'utilisation des pesticides grâce à des outils de détection précoce des ravageurs

Dans le cadre du portefeuille de projets SMARTBIOCONTROL les chercheurs du projet BIOSSENS ont développé un nouvel outil de détection des ravageurs facile à utiliser. Il se présente sous la forme d'une valisette et sera à terme autonome et transportable sur l'importe quel site. Cette biopuce permet aux agronomes de détecter la présence d'un pathogène de manière précoce et de l'identifier précisément, avant l'apparition des signes cliniques sur la plante. Cette identification permet à l'agriculteur de choisir le traitement adapté et le moment idéal de son application, tout en limitant le recours aux traitements préventifs.

Pour arriver à ce résultat, les partenaires de ce projet transfrontalier ont mis au point un capteur qui utilise comme sonde, selon le cas, des séquences d'ADN ou des anticorps spécifiques de la cible visée. Ces sondes sont fixées sur une couche d'or pour former un capteur « plasmonique » très sensible.

Le capteur est interchangeable et peut être adapté à de nombreux champignons ou bactéries pathogènes pour les plantes. Il suffit pour cela de développer l'anticorps spécifique ou d'identifier la séquence ADN adéquate et ensuite, l'utiliser comme sonde. Actuellement, un premier prototype permet de détecter la présence, dans l'environnement, du champignon *Zymoseptoria tritici*, responsable de la septoriose du blé. Il permet aussi d'identifier une protéine particulière et appelée Mg3LysM qui indique le moment où ce parasite infecte la plante.

Cet outil peut avoir d'autres vocations, telles que la vérification de la dispersion correcte au champ d'un agent de biocontrôle des maladies des plantes étudiés dans SMARTBIOCONTROL tels qu'un *Bacillus* ou un lipopeptide ou encore dans un tout autre domaine d'application, détecter un pathogène *Candida albicans*, qui peut être problématique en milieu hospitalier.

###

D'AUTRES OUTILS DÉVELOPPÉS DANS LE CADRE DE SMARTBIOCONTROL

Base de données pour explorer l'efficacité des produits de biocontrôle sur plusieurs cultures

Dans le domaine agricole, que ce soit en matière de Recherche et Développement ou de pratiques culturales au champ, la veille bibliographique est un élément crucial pour mettre en place les activités les plus adaptées à la problématique posée. Le choix des produits à utiliser par les agriculteurs repose sur les informations transmises par les conseillers agricoles ou la littérature technique accessible via les bases de données ou la presse spécialisée. Pour les chercheurs, la veille

bibliographique est capitale pour mettre en œuvre des travaux innovants leur permettant d'être à la pointe de leur discipline. C'est dans ce contexte que les membres du consortium Bioprotect ont entrepris une étude bibliographique pour répertorier d'une part, les produits de biocontrôle homologués en France et en Belgique contre les agents phytopathogènes et d'autre part, les produits de biocontrôle testés dans la littérature par les chercheurs et expérimentateurs sur les agents phytopathogènes ciblés dans le projet.

Au total, 129 produits de biocontrôle ciblant les agents pathogènes, disponibles dans le marché, ont été répertoriés en Belgique (30) et en France (99), dont 28 à base de microorganismes bénéfiques et 101 à base de substances naturelles d'origine végétale, microbienne, animale ou minérale. Par ailleurs, plus de 400 articles scientifiques ciblant les maladies retenues dans le projet, comme la pourriture grise, l'oïdium, la fusariose, la septoriose, le mildiou, le sclerotinia et le rhizoctone, ont été analysés. Plus de 280 d'entre eux traitent les microorganismes bénéfiques (principalement *Bacillus* sp. et *Pseudomonas* sp.) et 120 abordent les substances naturelles. L'ensemble de ces données sont disponibles sur le site internet du portefeuille de projets Smartbiocontrol (www.smartbiocontrol.eu/fr). Les produits de biocontrôle occupent aujourd'hui environ 5 % du marché des phytosanitaires, mais une forte croissance de leur part (15 %/an) est prédite pour les décennies à venir, avec une prédominance par rapport aux produits de synthèse chimique à l'horizon de 2050 (Olson 2015, *Outlooks on Pest Management*, 26: 203-206).

BIOPROTECT - Recherche sur une meilleure utilisation des produits phytosanitaires biologiques, ou biopesticides, comme alternative aux produits chimiques dans l'agriculture et l'horticulture.

Les produits phytopharmaceutiques biologiques n'ont pas une définition très claire, mais sont généralement considérés comme un sous-groupe au sein des produits phytopharmaceutiques, avec un produit naturel comme substance active. Ces dernières années, le marché des produits phytosanitaires biologiques (dont la valeur marchande actuelle est de plus de 4 milliards de dollars) a connu une forte croissance, qui devrait se poursuivre dans les années à venir. Cela n'est bien sûr pas inattendu, car ces produits présentent des avantages différents (peu ou pas de résidus, plus sûrs pour l'environnement et l'opérateur, faible risque d'apparition de résistance) par rapport aux produits chimiques de protection des cultures. Ils constituent donc un pilier important de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) et une alternative importante aux pesticides chimiques.

Dans le cadre du projet InterregV BIOPROTECT, des recherches approfondies ont été menées sur l'effet et l'application de biofongicides principalement dans diverses cultures. Grâce à ces connaissances, des fiches techniques ont été établies pour une quinzaine de biofongicides actuels, principalement à base de micro-organismes, pour lutter contre les principales maladies fongiques de la pomme, de la laitue, de la carotte, de la fraise et du blé. Outre des informations générales, ces fiches contiennent également des informations spécifiques sur la manière d'appliquer ces agents de manière optimale, ainsi que l'expérience du fabricant et des centres d'essai. Ces fiches seront disponibles sur le site internet SMARTBIOCONTROL (<http://www.smartbiocontrol.eu/fr/accueil/>), dans le but de stimuler l'utilisation de produits phytopharmaceutiques biologiques par les producteurs (tant conventionnels que biologiques).

Les lipopeptides sont parmi les agents les plus efficaces contre les maladies de la laitue

La laitue est une culture importante dans le secteur horticole belge et français, tant en plein air qu'en serre. Pour cette culture spécifique, l'importance d'une protection raisonnée des cultures est élevée, car la partie comestible de la plante est traitée et le risque de résidus de pesticides est plus élevé.

Au cours des quatre dernières années, le projet InterregV BIOPROTECT a mené des recherches sur, d'une part, l'amélioration de l'utilisation des agents biologiques de protection des cultures contre diverses maladies de la laitue et, d'autre part, l'évaluation de l'efficacité des agents reconnus et des agents en cours de développement contre un certain nombre de maladies fongiques courantes. La plupart de ces agents biologiques ont le grand avantage de laisser peu ou pas de résidus. Nous constatons que la gamme d'agents actuellement disponibles sur le marché a un certain potentiel, mais qu'une application correcte est importante pour obtenir une bonne protection.

Plusieurs essais ont montré que les agents biologiques n'étaient pas aussi puissants que leurs homologues chimiques. Toutefois, nous voyons un potentiel dans les listes combinées d'agents biologiques et chimiques, ce qui permettrait de réduire la quantité d'agents chimiques utilisés, ainsi que de limiter les résidus éventuels. L'agent biologique peut aider à garder la maladie sous contrôle, tandis que les agents chimiques peuvent être utilisés pour combattre une infestation grave.

Cette recherche a montré que les lipopeptides développés dans le cadre de ce projet ont un grand potentiel en tant que biofongicides. Cet agent biologique a permis de réduire fortement l'infestation de la laitue par le *Botrytis*. Avec d'autres agents, cet effet était moins prononcé ou parfois absent.

En collaboration avec les partenaires, nous élaborons également des fiches techniques contenant des informations sur les différents produits et les connaissances acquises dans le cadre de ce projet, afin d'aider les producteurs à utiliser ces agents de manière optimale.

Effet préventif et curatif des lipopeptides sur la septoriose du blé

La septoriose, causée par *Zymoseptoria tritici*, est l'une des maladies du blé les plus dommageables. Elle peut entraîner une réduction de 50% des rendements, si cet agent pathogène n'est pas efficacement contrôlé. Plusieurs substances naturelles, telles que les lipopeptides, dont la mycosubtiline, produite par *Bacillus subtilis*, sont actuellement étudiées pour leurs activités fongicides. Des essais en serre ont été réalisés pour évaluer l'efficacité de cette molécule en traitements préventif et curatif.

Cette étude a permis de mettre en évidence que le délai entre l'application de la molécule et l'arrivée du pathogène sur les feuilles est un élément déterminant de son efficacité (réduction de la sévérité de la maladie). Pour une efficacité significative, son application doit être effectuée sur une période allant de deux jours avant à deux jours après l'arrivée du pathogène. De plus, un traitement du blé trop en amont (avant l'arrivée du pathogène) ou au contraire trop tardif (après sa colonisation) se révélera bien moins, voire inefficace. Ainsi, il est nécessaire de travailler la formulation de la mycosubtiline afin d'améliorer sa persistance au champ. Nous espérons ainsi qu'à moyen terme, ce biofongicide pourra être une alternative aux fongicides synthétiques et toxiques dans un contexte de lutte intégrée contre la septoriose du blé.

Des lipopeptides efficaces contre les maladies du pommier

Le projet BioProtect représente la phase appliquée au terrain de SMARTBIOCONTROL. Il a pour objet la protection biologique dans la pratique par l'optimisation de l'efficacité de nouveaux biopesticides.

Le Centre Wallon de Recherches Agronomiques et FREDON ont notamment participé à la phase appliquée en conditions contrôlées et au terrain de l'évaluation en vue de favoriser l'utilisation des produits de biocontrôle dans la région transfrontalière afin de lutter, de façon plus durable, contre la principale maladie sur pommier : la tavelure *Venturia inaequalis*.

Les travaux présentés démontrent le travail collaboratif entre les structures, de l'élaboration de protocoles communs, à l'évaluation au travers de screening réalisés en conditions contrôlées puis au champ, pour évaluer tout le potentiel de ces nouvelles solutions de biocontrôle dont les lipopeptides.

Même si une stratégie globale reste à élaborer et l'évaluation à longs termes à mener, les essais réalisés avec un mélange de lipopeptides composé de Mycosubtiline et de Surfactine ont démontré une certaine efficacité selon les années et les conditions expérimentales.

Produits de biocontrôle pour les carottes

La culture de la carotte est très importante en Flandre, en Wallonie et dans le nord de la France (la région transfrontalière dans laquelle se situe le projet Interreg BioProtect). Comme ces carottes restent assez longtemps dans les champs, surtout en culture industrielle, il y a un risque élevé de développer des maladies. Certaines maladies courantes sont l'oïdium ("maladie blanche"), l'alternariose, la tache de carie (Pythium), la sclérotiniose... Souvent, l'application de bonnes pratiques agricoles générales et des principes de la lutte intégrée contre les parasites (IPM) est insuffisante pour éviter les maladies. Pour obtenir des carottes saines et commercialisables, les producteurs doivent donc les traiter régulièrement avec des produits phytosanitaires (chimiques).

Dans le cadre de ce projet, plusieurs produits biologiques de protection des cultures, existants et nouveaux, ont été testés dans des essais. Lors du premier essai, nous avons constaté que l'effet oïdium du produit Serenade ASO (Rhapsody en France) s'améliorait considérablement lorsqu'un liquide était ajouté. Un deuxième essai a confirmé ce fait et de nouveaux pesticides biologiques ont été testés, qui ont également montré un grand potentiel. Comme les agents biologiques sont plus préventifs et plus efficaces pour réduire la pression des maladies, ils sont idéaux pour être intégrés dans un système commun. Ces agents ont également l'avantage de ne pas laisser de résidus chimiques et de permettre un délai de sécurité très court (0-3 jours) pour la récolte. Dans le cas d'un agent chimique, cependant, cela peut parfois dépasser 3 semaines.

###

LES 24 PARTENAIRES SMARTBIOCONTROL

Partenaires français

1. CNRS Délégation Hauts-de-France
2. Université de Lille
3. Université de Reims Champagne-Ardenne
4. Université d'Artois
5. Université du Littoral – Côte d'Opale
6. Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON)
7. Pôle Légumes Région Nord
8. Chambre d'Agriculture de Région Nord Pas-de-Calais
9. LIPOFABRIK
10. ISA-Yncréa Hauts-de-France
11. Arvalis Institut du Végétal
12. Eurasanté
13. Centre Hospitalier Régional Universitaire de Lille (CHRU Lille), Délégation à la Recherche Clinique et à l'Innovation (DRCI)

Partenaires belges

14. Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt (PCG)
15. MATERIA NOVA
16. MULTITEL
17. CARAH
18. Centre Wallon de Recherches Agronomiques de Gembloux
19. Inagro
20. Université Catholique de Louvain
21. Universiteit Gent
22. Gembloux Agro-Bio Tech / Université de Liège
23. Centre Spatial de Liège (CSL) / Université de Liège
24. Arvalis (Institut du Végétal)

Partenaires financement

1. Interreg France Wallonie Vlaanderen
2. Région Wallonne
3. Province de Flandre orientale
4. Province de Flandre occidentale
5. Région Grand Est

###

Contacts presse

Gembloux Agro-Bio Tech – Université de Liège

Professeur Philippe Jacques, terra.gembloux@uliege.be / +32 (0)81 62 24 79

Université de Liège, Service presse, dmoreau@uliege.be / +32 (0)494 57 25 30

PCG vzw

Louis Lippens, louis@pcgroenteteelt.be / +32 (0)9 331 60 82

Eurasanté / Clubster NSL

Pierre-Louis Robillard, probillard@clubster-nsl.com / +33 (0)3 28 55 50 14

Plus d'infos

www.smartbiocontrol.eu