

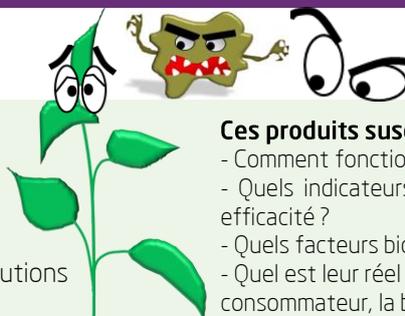
## Stratégies de biocontrôle Quoi de neuf dans la recherche en Pays de la Loire ?

Dernière mise à jour : novembre 2017

### Les entreprises en parlent



**Charlotte CENIER,**  
Consultante biodiversité et biosolutions  
**Agrosolutions**



Les attentes de la société pour un changement de l'agriculture sont fortes. Les demandes du consommateur et les obligations réglementaires poussent la profession agricole à trouver de **nouvelles méthodes de production** plus respectueuses de l'environnement et de la biodiversité. **Le biocontrôle** représente une nouvelle méthode de protection des cultures mais, comme toute nouvelle méthode, elle **nécessite un effort important de développement et d'accompagnement**. Les solutions sont multiples : utilisation de macro-organismes, de micro-organismes, de substances naturelles ou de médiateurs chimiques mais nombreuses sont celles qui ne sont pas encore opérationnelles. De plus, l'utilisation de ces solutions met en jeu des mécanismes d'action et des conditions d'efficacité plus complexes que les matières actives conventionnelles.

### Ces produits suscitent donc de nombreuses questions :

- Comment fonctionnent-ils ?
- Quels indicateurs suivre et quelles notations réaliser pour évaluer leur efficacité ?
- Quels facteurs biotiques et abiotiques vont conditionner leur efficacité ?
- Quel est leur réel impact sur l'environnement, la santé de l'utilisateur et du consommateur, la biodiversité ?

**En dehors de l'emploi de produits, l'utilisation de mécanismes naturels** tels que l'activité allélopathique de certaines plantes, la compétition interspécifique ou la régulation naturelle par les auxiliaires des cultures sont autant de méthodes de biocontrôle à développer et à mieux appréhender.

Les attentes des agriculteurs sont par conséquent très fortes vis-à-vis de la recherche, des fournisseurs, des instituts techniques et des distributeurs pour d'une part **élargir le spectre des solutions disponibles**, encore trop peu nombreuses à l'heure actuelle et, d'autre part, pour les **accompagner dans l'utilisation de ces nouvelles pratiques et solutions**.

Dans ce contexte, les travaux de la SFR Quasav trouvent tout leur sens. Afin de répondre aux attentes terrains et d'accélérer la mise à disposition de ces nouvelles pratiques et solutions, il est **primordial que la recherche et les entreprises coopèrent**.

### Point réglementaire

Les produits de biocontrôle de type **microorganismes**, substances naturelles et médiateurs chimiques, candidats à une homologation, sont soumis à la réglementation «produits phytopharmaceutiques (PPP)» (**AMM PPP**) et bénéficient d'une procédure accélérée d'évaluation et d'autorisation de mise sur le marché par rapport aux produits conventionnels. S'ils acquièrent une AMM, ils peuvent être mentionnés dans la « **liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle** » établie par le ministère en charge de l'agriculture, au titre des articles L.253-5 et L.253-7 du CRPM s'ils satisfont **trois conditions** : 1. avoir une AMM ; 2. être un produit de biocontrôle au sens du L.253-6 du CRPM ; 3. Respecter des dispositions spécifiques en matière de sécurité pour la santé et pour l'environnement. La méthodologie d'établissement de cette liste est détaillée dans la note de service de la DGAL qui paraît périodiquement à l'occasion de la mise à jour de cette liste (dernière en date : note de service DGAL/SDQSPV/2017-826 du 18/10/2017).

Pour les **macroorganismes non indigènes**, le décret n° 2012-140 du 30/01/2012 relatif «aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macroorganismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique» est appliqué. Pour les **macroorganismes indigènes**, il n'existe aucune réglementation portant sur leur utilisation et leur commercialisation à ce jour.

### A la recherche d'un partenariat ? Deux contacts pour vous aider à construire vos projets et à les soutenir :



Ce numéro a été produit avec le concours d'un comité de rédaction constitué de : M.-N. Brisset ([INRA](http://INRA)), M. Marchi ([INRA](http://INRA)), E. Belmas ([GEVES](http://GEVES)), D. Longevialle ([IBMA](http://IBMA)), C. Profizi ([Agrauxine-Lesaffre Plant Care](http://Agrauxine-Lesaffre Plant Care)), C. Cenier ([Agrosolutions](http://Agrosolutions)), L. Emile ([VEGEPOLYS](http://VEGEPOLYS)), T. Redjala ([RFI Objectif Végétal](http://RFI Objectif Végétal)).

# Produits de biocontrôle : définitions et travaux en cours

## 1. Macro-organismes auxiliaires

Invertébrés, insectes, acariens ou nématodes. Modes d'action : parasitoïdes, prédateurs ou nématodes entomopathogènes.



L'équipe EGI de l'[IGEPP](#)<sup>1</sup>, en collaboration avec le [LARIS, Plante & Cité](#), la [FREDON PACA, KOPPERT](#) et [IF TECH](#), a mis au point une **stratégie de protection biologique intégrée** avec l'utilisation d'un **nématode** et d'un **insecte auxiliaire**, et qui a débouché sur des produits commerciaux (Tigranem, Tigrador). Un **outil** a également été créé pour **quantifier les décolorations foliaires et évaluer l'efficacité** de produits de biocontrôle - Projet [PETAAL](#) (2009 – 2012) - *fonds unitaire interministériel (FUI)*.



[bruno.jaloux@agrocampus-ouest.fr](mailto:bruno.jaloux@agrocampus-ouest.fr)

## 2. Médiateurs chimiques

Phéromones d'insectes et des kairomones. Modes d'action : confusion sexuelle, piégeage en masse.



L'équipe EGI de l'[IGEPP](#)<sup>1</sup> a montré que de faibles doses de néonicotinoïdes favorisent la reproduction des ravageurs par la stimulation de leur odorat - [Projet PHEROTOX](#) (2012-2016) - *fonds de l'ANR*.  
→ Les **interactions potentielles entre faibles doses d'insecticides et médiateurs chimiques** doivent être prises en compte dans l'utilisation de ces derniers dans le biocontrôle.



[sylvia.anton@inra.fr](mailto:sylvia.anton@inra.fr)

## 3. Substances naturelles

Substances d'origine végétale, animale, microbienne, minérale. Modes d'action : effet direct sur bioagresseur ou stimulation des défenses de la plante.



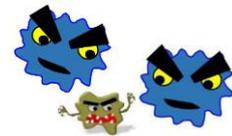
S. Tourneur

Durant sa **thèse** au [LBPV](#)<sup>2</sup>, **Sabine Tourneur** évalue le rôle des **miPEPs** (nouvelle classe de peptides régulateurs) dans le **contrôle de l'interaction entre le tournesol et l'orobanche**, une plante parasite. - [projet miPEPITO](#) (2017-2020) en collaboration avec [MicroPEP Technologies](#) - *fonds de l'ANR*.



[philippe.delavault@univ-nantes.fr](mailto:philippe.delavault@univ-nantes.fr)

L'[IRHS](#)<sup>3</sup> étudie la capacité de **métabolites secondaires** extraits de micro-organismes, à **induire les défenses des plantes** (test [qPFD](#)<sup>®</sup>) ou à **inhiber la croissance des champignons** phytopathogènes - [Projet NABUCO](#) (2015-2018) en collaboration avec [Agrauxine - Lesaffre Plant Care](#) - *fonds du Ministère de l'Agriculture*.



[thomas.guillemette@univ-angers.fr](mailto:thomas.guillemette@univ-angers.fr)



**sans chébérythrine**  
Les défenses de la feuille ne suffisent pas à combattre le champignon



**avec chébérythrine**  
Le champignon est fragilisé ce qui permet à la feuille de se défendre efficacement

L'[IRHS](#)<sup>3</sup> et le [SONAS](#)<sup>4</sup> ont **breveté** des **substances naturelles capables de rendre les bio-agresseurs plus sensibles vis-à-vis des défenses de la plante**.  
→ Ces « **sensitines** »<sup>MD</sup> pourraient agir en synergie avec les SDP (Stimulateurs de Défense des Plantes).

## 4. Micro-organismes vivants

Champignons, bactéries, virus. Modes d'action : effet direct sur bioagresseur, compétition nutritionnelle ou spatiale, stimulation des défenses de la plante.



L'[IRHS](#)<sup>3</sup> identifie des **micro-organismes agressifs vis-à-vis de champignons** phytopathogènes. [Projet NABUCO](#) (2015-2018) en collaboration avec [Agrauxine - Lesaffre Plant Care](#) - *fonds du Ministère de l'Agriculture*.



[thomas.guillemette@univ-angers.fr](mailto:thomas.guillemette@univ-angers.fr)



S. Rezki

**La thèse de Samir Rezki** (2014-2017) à l'[IRHS](#)<sup>3</sup> a étudié le comportement du **microbiote associé aux semences** lors de la transmission des agents phytopathogènes. [Projet MetaSEED](#) (2014-2016) en collaboration avec [HM Clause](#) et [Vilmorin](#) - *fonds de la Région Pays de la Loire*  
→ des populations microbiennes pourraient être ainsi identifiées comme **potentiels agents de biocontrôle** capables d'entrer en **compétition avec les agents phytopathogènes** des semences.



[mathieu.barret@inra.fr](mailto:mathieu.barret@inra.fr)

<sup>1</sup>[UMR IGEPP](#) : Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes (unité mixte de recherche [Inra, Agrocampus-Ouest, Université Rennes 1](#))

<sup>2</sup>[LBPV](#) : Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétales ([Université de Nantes](#))

<sup>3</sup>[UMR IRHS](#) : Institut de Recherche en Horticulture et Semences (unité mixte de recherche [Inra, Agrocampus-Ouest, Université d'Angers](#))

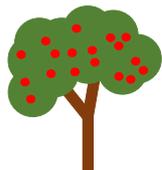
<sup>4</sup>[SONAS](#) : Substances d'Origine Naturelle et Analogues Structuraux ([Université d'Angers](#))



## FOCUS sur les SDP

Stimulateurs de Défense des Plantes : « **toute substance ou tout micro-organisme vivant non pathogène** capable de promouvoir chez la plante un état de résistance face à des stress biotiques ». <http://elicitra.org/>

[marie-noelle.brisset@inra.fr](mailto:marie-noelle.brisset@inra.fr)



L'IRHS<sup>3</sup> et l'UEH<sup>6</sup> travaillent sur l'intégration des SDP dans la conduite des vergers de pommiers en conditions de production ([projet PEPS 2014-2018](#) - fonds du CASDAR - et projet Tavinov 2017-2020 - fonds métaprogramme SMaCH INRA) : sont particulièrement étudiés i) les **facteurs** influençant l'efficacité des SDP (environnement, intrants, autres), ii) la **durabilité** de cette stratégie de protection.



[marie-noelle.brisset@inra.fr](mailto:marie-noelle.brisset@inra.fr)



R. Warneys

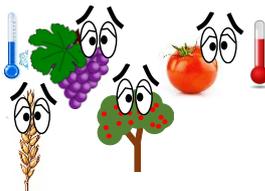


M. Skopikova

La **thèse de Romain Warneys**, effectuée à l'IRHS<sup>3</sup> dans le cadre du projet Pomme d'épi (fonds RFI Objectif Végétal 2016-2019), et celle de **Michaela Skopikova**, au SONAS<sup>4</sup>, visent à explorer le **mode d'action des SDP à différents niveaux** (épigénétique, transcriptomique, protéique et métabolique) chez le pommier.



[alexandre.degrave@agrocampus-ouest.fr](mailto:alexandre.degrave@agrocampus-ouest.fr)



L'efficacité des SDP dépend de l'état physiologique de la plante, en partie conditionné par les stress abiotiques. L'IRHS<sup>3</sup> met au point des **outils d'évaluation** de cet état physiologique, basés sur i) l'expression de **gènes marqueurs de stress** et des techniques d'imagerie ([Laboratoire commun ESTIM](#) avec la [SAS Arexhor Pays de la Loire](#) - fonds ANR LabCom) et ii) l'**activation d'éléments transposables**.



[mathieu.gaucher@inra.fr](mailto:mathieu.gaucher@inra.fr)

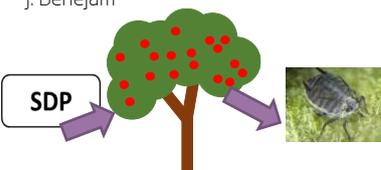


J. Bénéjam

L'IRHS<sup>3</sup> cherche à **combiner défenses constitutives, QTLs de résistance génétique partielle et SDP** pour lutter contre la tavelure du pommier. C'est l'objet de la **thèse de Juliette Bénéjam** (2017-2020), associée aux projets PREDIRE (fonds du RFI Objectif Végétal 2016-2019) et QTLstim (fonds INRA - 2017-2020).



[charles-eric.durel@inra.fr](mailto:charles-eric.durel@inra.fr)



Parmi les gènes de défense induits par les SDP, certains sont impliqués dans la production de **composés organiques volatils**. L'IRHS et l'IGEPP. L'IRHS<sup>3</sup> et l'équipe EGI de l'IGEPP<sup>1</sup> étudient la capacité de SDP à **modifier le comportement du puceron**, par olfactométrie et ElectroPénétrographie.



[sylvia.anton@inra.fr](mailto:sylvia.anton@inra.fr)

## Biocontrôle par la diversité végétale



A. Pollier

Pratiques agricoles, flore du champ et de sa bordure, paysage agricole sont des déterminants majeurs du contrôle biologique. Un modèle conceptuel les intégrant est en cours de développement à l'IGEPP<sup>1</sup> - [Projet PEERLESS](#) (2013-2017) - fonds de l'ANR Agrobiosphère et de la [Chaire AEI](#). La **thèse d'Anna Pollier** a permis d'**améliorer les bandes fleuries** pour le contrôle biologique des **insectes ravageurs** du colza et du blé.



[yann.tricault@agrocampus-ouest.fr](mailto:yann.tricault@agrocampus-ouest.fr)



N. Carton

La **thèse de Nicolas Carton**, au LEVA<sup>4</sup> (ESA d'Angers) a permis de proposer des associations du **lupin** avec des **céréales** pour **contrôler les adventices tout en assurant la productivité** des deux cultures.



[ghellou@groupe-esa.fr](mailto:ghellou@groupe-esa.fr)



M. Luquet

Les cultures associées peuvent aussi apporter des ressources alimentaires aux auxiliaires ; la **thèse de Martin Luquet** (2016-2019), à l'IGEPP<sup>1</sup>, se concentre sur le cas des **parasitoïdes de pucerons dans les associations céréales-protéagineux**.



[bruno.jaloux@agrocampus-ouest.fr](mailto:bruno.jaloux@agrocampus-ouest.fr)



Le LBPV<sup>2</sup> cherche à identifier des espèces de **légumineuses** présentant une **activité allélopathique négative** vis-à-vis de l'**orobanche rameuse**, en vue de les **associer aux cultures de colza** - [Projet PHERAFAB](#) (2014-2017), fonds du CASDAR.



[philippe.simier@univ-nantes.fr](mailto:philippe.simier@univ-nantes.fr)

Mélanger des variétés ou espèces de résistances différentes permet de **limiter la propagation des nuisibles et de ralentir le contournement des résistances**. Un **modèle mathématique** a été développé à l'IRHS<sup>3</sup> pour **concevoir ces mélanges** en fonction des contraintes de la parcelle, et utilisé avec succès dans les [Projets Verger cidricole de demain](#) (2012-2014 puis 2015-2018) - fonds du CASDAR  
→ Modèle utilisable **sur toutes cultures** à l'échelle de la **parcelle** de l'**exploitation** ou du **paysage**.



[natalia.sapoukhina@inra.fr](mailto:natalia.sapoukhina@inra.fr)

<sup>5</sup>LEVA : Unité de Recherche Légumineuses, Ecophysiologie Végétale, Agro-écologie ([Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers](#))

<sup>6</sup>UEH : Unité Expérimentale Horticole ([Inra](#))

# OFFRES AUX ENTREPRISES



## Exemples de sujets de collaboration possibles

- Mettre au point le **test moléculaire de criblage des SDP** (qPFD®) sur de nouvelles espèces cultivées
- Optimiser l'utilisation des **SDP en conditions de production**
- Evaluer les **sensitines** sur de nouveaux pathosystèmes ; tester leur **synergie avec les SDP**
- Formuler les sensitines pour de l'**encapsulation de semences**
- Mettre au point des méthodes de criblage de produits de **biocontrôle sur semences (champignons antagonistes...)**
- **Identifier des molécules actives** dans un extrait d'origine naturelle
- Choisir les **espèces/variétés à associer** et le **mode d'association** selon les systèmes de culture et les objectifs à atteindre

## SUCCESS STORY - Bien choisir ses variétés de légumineuses !

« Le succès des associations de cultures dépend non seulement des espèces mais aussi des variétés choisies. Chez **Jouffray-Drillaud**, nous créons des variétés pour des usages ciblés. **S'allier à la recherche académique** est par ailleurs stratégique pour le **développement de notre R&D**. Notre collaboration avec les partenaires du **projet CASDAR Alliance** nous a permis de **conforter nos choix variétaux dédiés et de quantifier les services écosystémiques** de plusieurs variétés de légumineuses identifiées d'intérêt pour accompagner le colza ou le blé. Ce partenariat a notamment permis de **prouver scientifiquement (UMR Agronomie, UMR AGIR, USC LEVA (ESA-INRA)) l'intérêt de certaines variétés de légumineuses** dans le contrôle relatif des **adventices** et des **insectes parasites** du colza, la restitution azotée, tout en préservant les rendements des cultures. »



Annick Basset  
Jouffray-Drillaud



colza associé colza seul

(association avec une vesce pourpre variété Titane et un trèfle d'Alexandrie monocoupe variété Eclair)

➔ **Renforcez votre R&D** en recrutant un **doctorant** sous modalité **Cifre** (soutien financier de l'**ANRT** et du **CIR**), un **jeune docteur** (aide financière du **CIR**) ou un **étudiant en alternance** (en contrat de professionnalisation ou d'apprentissage).

## Formations à destination des entreprises

Biocontrôle d'origine microbienne et métabolique : Exploitation des micro-organismes et des stimulateurs de défense pour la protection des plantes. **En cours de construction**  
Contact : [thomas.heitz@agrocampus-ouest.fr](mailto:thomas.heitz@agrocampus-ouest.fr)



Formations sur mesure, à la demande :  
Contacts : [thomas.heitz@agrocampus-ouest.fr](mailto:thomas.heitz@agrocampus-ouest.fr)  
[sonia.boucheron@univ-angers.fr](mailto:sonia.boucheron@univ-angers.fr)  
[j.fustec@groupe-esa.com](mailto:j.fustec@groupe-esa.com)



## Brevets

**qPFD®** Dispositif pour déterminer ou étudier l'état de **stimulation des défenses** naturelles de plantes ou parties de plantes. [w0/2011/161388](mailto:w0/2011/161388) [claire.lemontey@paris.inra.fr](mailto:claire.lemontey@paris.inra.fr)

**Sensitines<sup>MD</sup>** Agents **inhibiteurs de la réponse adaptative des champignons**, pour la protection des plantes contre des infections fongiques. [w0/2014/012766A1](mailto:w0/2014/012766A1) [herve.le-deit@ouest-valorisation.fr](mailto:herve.le-deit@ouest-valorisation.fr)

## Services (en Pays de la Loire)

**Tester l'efficacité d'un SDP** par l'outil moléculaire **qPFD®**, sur Pommier, Vigne, Tomate, Pomme de terre, Blé  
**Evaluer l'effet biocide** d'un produit par néphélométrie et spectrophotométrie  
[innovation@vegepolys.eu](mailto:innovation@vegepolys.eu)



**Tests en valeur pratique** de SDP sur verger de pommiers (parcelle dédiée, à l'**UEH6**)  
[arnaud.lemarquand@inra.fr](mailto:arnaud.lemarquand@inra.fr)



**Identifier un bio-agresseur** sur semences et évaluer des solutions de **biocontrôle**  
[joel.lechappe@geves.fr](mailto:joel.lechappe@geves.fr)



**Concevoir des mélanges** optimaux d'espèces ou variétés à l'échelle parcelle, exploitation ou bassin de production  
[natalia.sapoukhina@inra.fr](mailto:natalia.sapoukhina@inra.fr)



Évaluer le **pouvoir antagoniste d'un champignon** vis-à-vis d'un champignon phytopathogène  
[joel.lechappe@geves.fr](mailto:joel.lechappe@geves.fr)



Connaître l'**agressivité** d'un micro-organisme, Evaluer l'impact d'un bio-agresseur sur la **germination** et la **levée**  
[phenotic@listes.univ-angers.fr](mailto:phenotic@listes.univ-angers.fr)



Obtenir des **souches de bactéries** (phytopathogènes ou non)  
[cfbp@inra.fr](mailto:cfbp@inra.fr)



Obtenir des **insectes/pucerons**  
[Bioinsecte@listes.inra.fr](mailto:Bioinsecte@listes.inra.fr)  
[biopuceron@listes.inra.fr](mailto:biopuceron@listes.inra.fr)



**Objectif Végétal.** Recherche, Formation & Innovation en Pays de la Loire est un programme régional (2014-2019) impulsé par la Région Pays de la Loire qui implique les établissements d'enseignement supérieur et de recherche (**Université d'Angers**, porteuse du projet, **Agrocampus Ouest**, **ESA**, **Inra**, **Université de Nantes**) ainsi que le pôle de compétitivité **Végépolys**.  
Objectif Végétal a pour objectifs de renforcer la visibilité de la recherche amont, d'accroître l'attractivité du pôle de formation et ses liens avec les entreprises, de développer les collaborations avec les entreprises et de renforcer la valorisation économique des résultats de la recherche académique.

Contact **La boîte à innovations d'Objectif Végétal :**

Tanegmart Redjala, Chargée de détection & d'affaires Objectif Végétal - [tanegmart.redjala@univ-angers.fr](mailto:tanegmart.redjala@univ-angers.fr) - [www.objectifvegetal.univ-angers.fr](http://www.objectifvegetal.univ-angers.fr)

Maison de la Recherche, Campus du Végétal, 42 rue Georges Morel - CS 60057, 49071 Beaucauzé Cedex - 02 49 18 04 59