

# COLLOQUE ÉCOPHYTO RECHERCHE & INNOVATION 2021



## Webinaire 8

### Les itinéraires techniques vers le zéro phyto



Jeudi 9 décembre 2021  
de 13h30 à 15h



## Présentation synthétique du colloque

La réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques constitue une attente citoyenne forte et une nécessité pour préserver notre santé et la biodiversité. Les plans Écophyto successifs matérialisent les engagements pris pour réduire les usages de produits phytopharmaceutiques et parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable.

Sous le format d'une série de 9 webinaires à fréquence hebdomadaire, le **colloque Écophyto Recherche & Innovation 2021** restituera et mettra en perspective les résultats d'une trentaine de projets issus de 3 appels lancés depuis 2015 qui portent sur :

- ▶ La contribution à l'essor du biocontrôle dans le cadre de l'appel Pour et Sur le plan Écophyto 2 ([PSPE2](#)) ;
- ▶ Les notions de résistances et pesticides : résister aux bioagresseurs, vaincre les résistances au changement pour réduire les risques ([Pesticides 2014](#)) ;
- ▶ La mise au point de solutions alternatives aux produits phytopharmaceutiques dans les jardins, espaces végétalisés et infrastructures ([JEVI 2016](#)).

En effet, la recherche-innovation est un levier crucial pour atteindre ces objectifs, dont l'importance s'est renouvelée au fil des plans. L'axe « Recherche & Innovation » du plan Écophyto II+ (axe 2), piloté par

4 ministères (MAA, MTE, MSS, MESRI) avec l'appui du Comité scientifique d'orientation Recherche-Innovation (CSO R&I), mobilise et structure les différentes communautés de recherche-innovation, pour produire et améliorer les connaissances et les outils nécessaires pour atteindre les objectifs fixés par le plan en matière de réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques et des risques associés.

Une action importante de l'axe Recherche & Innovation est le lancement d'appels à projets de recherche-innovation et la valorisation de leurs résultats. Ainsi, le **colloque Écophyto Recherche & Innovation 2021** souhaite s'adresser à différents publics : communautés de recherche-innovation, professionnels agricoles ou non agricoles, industriels et acteurs de l'agro-fourniture, enseignants et étudiants, décideurs et élus locaux.

Chaque session webinaire prendra la forme d'une restitution des résultats de 3-4 projets par leurs porteurs, accompagnée d'interventions de grands témoins.

Une valorisation du contenu du colloque sera réalisée par le biais d'une diffusion à différents niveaux : restitution synthétique des résultats des projets et des points saillants, édition d'articles scientifiques, mise en ligne des vidéos de présentation des projets sur une chaîne YouTube.

[Lien vers la page EcophytoPic dédiée au colloque](#)

### COMITÉ D'ORGANISATION

#### Animation de l'axe Recherche-Innovation

Sibylle de Tarlé (INRAE - UMR Agroécologie), Damien Corazzi (INRAE - UMR Agroécologie), Mariam Yalaoui (INRAE - UMR Agroécologie)

#### Membres issus du CSO R&I

Xavier Reboud (INRAE - UMR Agroécologie) ; Camille Dumat (INP-ENSAT Toulouse) ; Marc Gallien (DREETS Normandie) ; Philippe Nicot (INRAE, unité Pathologie végétale) ; Michel Duru (INRAE, UMR AGIR) ; Antoine Messéan (INRAE, unité Eco-Innov) ; Caroline Gibert (Solagro) ; Thibaut Malusa (INRAE, ISA) ; Thierry Bordin (Chambre Régionale Agriculture Centre-Val de Loire) ; Carole Barthélémy (Université d'Aix-Marseille)

#### Copilotes ministériels de l'axe Recherche-Innovation

Anne-Sophie Carpentier (MTE) ; Anna Grout (MTE) ; Antoine Le Gal (MAA) ; Enrique Barriuso Benito (MESRI) ; Jordan Barlemon (MSS)



# Les itinéraires techniques vers le zéro phyto

Comment redéfinir les itinéraires techniques pour concevoir des systèmes de cultures économes en produits phytosanitaires de synthèse ?

Telle est la question à laquelle nous tâcherons de répondre durant cette session. En effet, les projets présentés proposent des leviers à intégrer dans les itinéraires techniques afin de réduire la dépendance aux pesticides de synthèse. A titre d'exemple, le projet ECOVERGER étudie des méthodes alternatives à mettre en place dans deux systèmes de cultures, les manguiers à la Réunion et les pêchers en Métropole, afin de réduire la pression des bio-agresseurs qui s'attaquent aux organes reproducteurs de ces arbres fruitiers. Une des solutions proposées est la récolte précoce des manguiers afin de réduire le risque d'infestation par les mouches de fruits. Les leviers proposés par ce projet prennent aussi en considération la viabilité économique du système pour les agriculteurs

concernés. La fertilisation et l'irrigation sont aussi des facteurs importants à prendre en compte dans les itinéraires techniques car leur niveau peut, soit favoriser ou, à l'inverse, diminuer les populations de certains bio-agresseurs. Le projet RegPuc étudie ces leviers, en adaptant la fertilisation et l'irrigation dans le but de réguler les populations des pucerons verts dans les vergers de pêchers. Quant au projet BIOCOU, il se concentre sur les méthodes alternatives à mettre en place dans les vignobles afin de lutter contre une maladie importante des vignes, le court-noué, causée par un virus transmis par des nématodes du sol. Ce projet étudie la pertinence de l'utilisation de plantes couvre-sol à effet nematicide en combinaison avec l'utilisation de porte-greffes résistants. Enfin, un exemple concret d'itinéraires techniques sans produits phytosanitaires de synthèse sera aussi présenté et concerne la filière du lin en France.

## Ordre du jour de la session

- ▶ **Introduction par Marc Gallien, chargé de la Prévention santé et sécurité au travail au sein de la DREETS, membre du CSO RI**
- ▶ **Présentations des résultats des projets**
  - [Reg-Puc](#)
  - [ECOVERGER](#)
  - [BIOCOU](#)
- ▶ **Intervention de notre invité témoin**

*Thierry Goujon*  
Directeur de la coopérative Terre de Lin
- ▶ **Échanges / questions – réponses**



## Quelles stratégies d'irrigation et de fertilisation pour réguler les populations de puceron vert en vergers de pêchers ?

Année de démarrage : 2015

Année de fin : 2019

### Responsable scientifique

Marie-Odile Jordan, INRAE PSH

marie-odile.jordan@inrae.fr

### Financement

Coût total du projet : 248 235 €

Subvention Écophyto : 90 000 €

### Mots clés :

Pratique élémentaire alternative ; Modification de l'itinéraire technique ; Irrigation ; Fertilisation ; Vergers fruitiers ; *Prunus persica* ; *Myzus persicae* ; Composition des rameaux ; Développement des rameaux

### Contexte et principaux objectifs

Les méthodes dites "bottom-up" qui permettent de contrôler les bio-agresseurs en modifiant la susceptibilité de la plante hôte sont peu documentées. Cette susceptibilité est liée à l'équilibre dynamique liant le développement et la composition des plantes, et peut être optimisé par des pratiques comme l'irrigation et la fertilisation. Néanmoins, l'effet de ces pratiques varie selon l'état initial de la plante (taille, forme et composition). Leur possible implémentation nécessite donc d'évaluer la variabilité de leurs effets en fonction des statuts trophique et hydrique des plantations. C'est l'enjeu de ce projet, portant sur la possibilité d'utiliser les pratiques d'irrigation et de fertilisation azotée pour limiter les infestations de pucerons verts en verger de pêcher.

Cet objectif implique :

- 1) D'identifier les traits spécifiques du fonctionnement de la plante auxquels le puceron est sensible
- 2) De caractériser les effets des pratiques d'irrigation et de fertilisation sur ces variables clés de l'interaction plante-bioagresseur et sur la production fruitière
- 3) De sélectionner parmi ces combinaisons de pratiques, celles qui semblent les plus adéquates

C'est cette démarche que nous avons suivie, en couplant expérimentation et modélisation.



Dégâts sur fruits en vergers de production.  
Crédit photo : Alice Diot, INRAE

### Principaux résultats et intérêts en lien avec le plan Écophyto

Le projet s'est déroulé en trois étapes :

- 1) Une expérimentation en conditions contrôlées pour identifier les principaux déterminants de la susceptibilité d'une plante
- 2) Une validation multicritères et pluriannuelle (2 ans) des résultats en verger commercial soumis à des infestations naturelles sévères
- 3) Un travail de modélisation : développement et simulation des effets à long terme des pratiques testées

Sur les arbres en pots, la sévérité d'infestation est liée positivement au développement des rameaux (feuilles, structures secondaires) et à la teneur en acides aminés et en carbone non structural des apex, et négativement à la teneur en polyphénols. Ces relations dépendent du statut hydrique et de la variété.

En verger, les arbres soumis à une limitation N (Azote) ont été capables, la première année, de maintenir leur potentiel de développement et de production en puisant dans leurs réserves. Cependant, ils ont été infestés plus tardivement et moins sévèrement. La seconde année, l'infestation était moins sévère sur les rameaux les moins poussants et les arbres limités en azote. À nouveau, les traitements n'ont eu aucun effet sur la production.

La réduction des apports N (Azote) permet donc de réduire la prévalence des infestations, mais il reste à définir la fréquence à laquelle les arbres doivent être correctement alimentés afin de pouvoir reconstituer leurs réserves. L'impact de l'irrigation dépend de l'environnement du verger : la survenue d'un stress hydrique est d'autant plus tardive que la pluviométrie hivernale est forte. Or, il n'est efficace que s'il est appliqué (même temporairement) en début d'infestation, et non à proximité du pic.

Les simulations réalisées avec les « modèles simples » montrent que la croissance est plus sensible à la fertilisation qu'à la présence du puceron. La production n'est affectée que la seconde année : la diminution de croissance des pousses liées à une infestation sévère réduit le nombre de fruits l'année (n+1) puisque ceux-ci sont produits par le bois d'un an. Cette baisse de production se stabilise au bout de 4 ans.

RegPuc a enfin permis d'intégrer à QualiTree (un modèle structure fonction), un module qui formalise l'absorption de l'azote à partir du compartiment sol, sa répartition entre les organes, et ses effets sur le développement et la croissance. C'était un préalable à l'adjonction du « module puceron » en cours de développement.

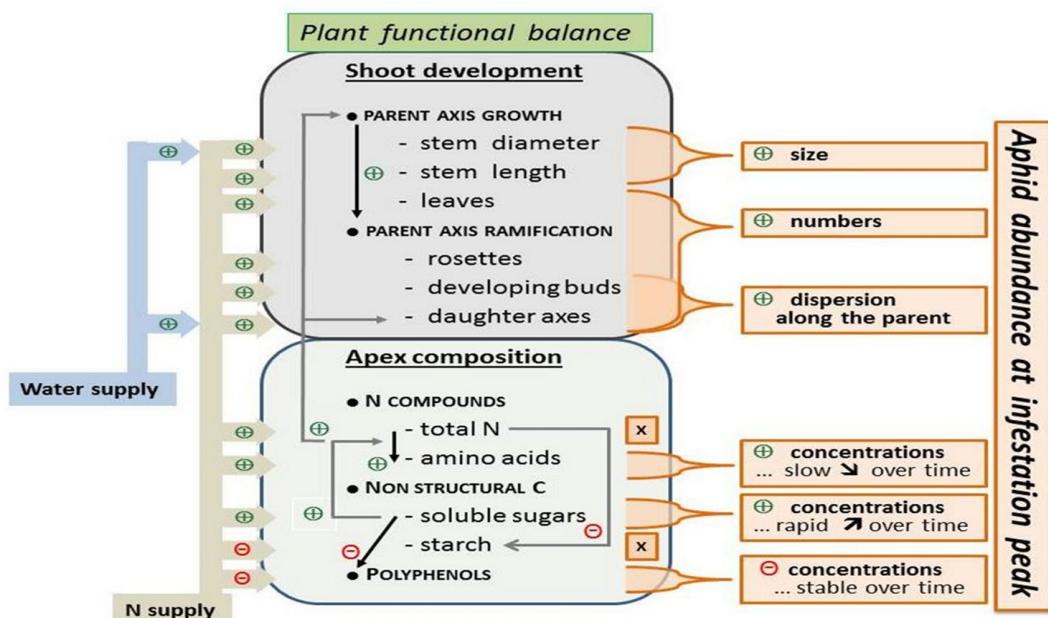


Figure 1: Structuration des interactions arbre-pucerons. L'impact des variables représentatives du développement (en gris clair) et de celles relatives à la composition (en vert pâle) sur les populations de pucerons sont figurées en orange. Il est positif si marqué **+** et négatif si marqué **-**. L'interdépendance des « variables plantes » est indiquée par des flèches, noires si le résultat est issu du travail présenté ici, et gris clair s'il a été extrapolé de travaux antérieurs (Jordan et al. 2011). Les effets de l'irrigation et de la fertilisation sur les variables plantes sont détaillées sur la partie gauche du graphique. Crédit image : Marie-Odile Jordan, INRAE

Nos résultats confirment que les pratiques de fertilisation et d'irrigation peuvent être adaptées à un double objectif : la maximisation de la production et le contrôle des pucerons. Cependant, des études complémentaires doivent établir leurs conséquences à long terme (> à 2 ans) sur la durabilité et la productivité des vergers. Par ailleurs, d'autres pratiques comme la plantation de haies, la sélection de plantes couvre-sol, mobilisées concomitamment pourraient en augmenter l'efficacité, notamment en favorisant la prédatation. De fait, les producteurs devraient avoir à leur disposition un ensemble de méthodes à implémenter en fonction de la spécificité de chaque verger. Ceux-ci sont plus ou moins sensibles aux pucerons en fonction de leur environnement qui détermine le nombre de fondatrices, et de l'état des arbres dont dépend le devenir des premières colonies. Or, aucune méthode de lutte alternative ne cible l'ensemble de ces aspects. Elles doivent donc être combinées pour atteindre le même degré d'efficacité que les pesticides. Les effets de ces combinaisons de méthodes n'ont été que peu étudiés.

## Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

### Transfert :

L'un des partenaires étant une association d'arboriculteurs, le transfert s'est fait en « temps réel » : présentation de l'état d'avancement du projet aux producteurs du réseau lors de journées thématiques, de visites de terrain (de l'essai) et de publications dans le bulletin du réseau. Il est enfin prévu, dès que les conditions sanitaires le permettront, de présenter les résultats finaux lors d'une présentation de synthèse aux producteurs du réseau et aux coordinations techniques des régions PACA et Languedoc-Roussillon. Enfin, une présentation plus courte du projet sera faite dans « *La France Agricole* » dans le cadre d'une collaboration entre ce journal et le GRCETA.

## Recherche :

Les acquis de RegPuc ont permis au partenaire INRAE (unité PSH) de participer à APITree, un projet européen C-IPM portant sur la compréhension du choix par le puceron de son arbre hôte lors du vol de retour à l'automne. Ce projet a été l'occasion d'initier des collaborations avec les équipes de G. Alins (IRTA Lleida ESP) et L. Sigsgaard (Université de Copenhague, Suède).

De plus, INRAE PSH coordonne actuellement un projet PPR : CAP Zéro Phyto, pour lequel il s'agira de mettre en place une expérimentation longue durée (4 ans) en verger de pêcher, portant sur l'utilisation conjointe de différents leviers (fertilisation, irrigation, plantes couvre-sol et de service, stress mécaniques...) sur les interactions plantes-pucerons.

## Publications et colloques scientifiques :

### PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES :

- ▶ Ecological Modelling (n° 338, pp 11-16): **The consequences of aphid infestation on fruit production become evident in a multi-year perspective: Insights from a virtual experiment.** Bevacqua D., Grechi I., Génard M., Lescourret F. (2016)
- ▶ Agronomy for Sustainable Development (n° 38, pp 1-17): **Harnessing the aphid lifecycle to reduce insecticide reliance in apple and peach orchards: A review.** Rousselain A., Bevacqua D., Sauge M-H., Lescourret F., Moody K., Jordan M-O. (2017)
- ▶ Pest Management Science (n° 76, pp 797-806): **Chemical and growth traits of the peach tree may induce higher infestation rates of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sultzer).** Jordan M-O., Sauge M-H., Vercambre G. (2020)
- ▶ Journal of the royal society Interface (n°17: 20200356): **An eco-physiological model of plant-pest interactions: the role of nutrient and water availability.** Zaffaroni M., Cunniffe N. J., Bevacqua D. (2020)

### COLLOQUES SCIENTIFIQUES :

- ▶ International Crop Modelling Symposium: Crop Modelling for Agriculture and Food Security under Global Change (15-17/03/2016, Berlin, Germany): **Consequences of aphid infestation over fruit trees production: the peach tree-green aphid case.** Bevacqua D., Grechi I., Genard M., Lescourret F.
- ▶ 9<sup>th</sup> international conference on integrated protection of fruit crops, 4-8/09/2016, Tessaloniki (Greece). IOBC WPRS Bulletin, (n° 123, pp 79-85): **Combining irrigation, fertilization and pruning techniques helps control aphid populations in apple and peach orchards.** Jordan M-O., Rousselain A., Vercambre G., Sauge M-H.
- ▶ III<sup>rd</sup> International Symposium on Horticulture in Europe – SHE2016 (17-20/10/2016, Chania, Greece): **Modelling fruit plant-pest interactions, their control by cultivation practices and their link to fruit quality.** Lescourret F., Gibert C., Grechi I., Génard M., Bevacqua D.
- ▶ Journées du réseau BAPOA « Biologie Adaptative des Pucerons et Organismes Associés » (19-20/10/2017, Colmar, France) : **Variables écophysiologiques (croissance, architecture, composition biochimique) affectant l'attractivité du pêcher pour le puceron vert.** Jordan M-O., Rousselain A., Sauge M-H.
- ▶ 10<sup>th</sup> International Conference on Dynamical Systems Applied to Biology and Natural Sciences (DSABNS) (03-06/02/2019, Napoli, Italy): **A general eco-physiological framework to model the interactions between phloem feeder pests and plants.** Zaffaroni M., Bevacqua D.
- ▶ XXIX Congresso SltE. (10-12/09/2019, Ferrara Italy): **An eco-physiological model coupling plant growth and aphid population dynamics.** Bevacqua D., Cunniffe N., Zaffaroni M.
- ▶ 14<sup>th</sup> International Symposium « Ecology of Aphidophaga » (16-20/09/2019, Montreal, Canada): **Limiting irrigation and fertilisation enables to limit the aphid populations in commercial apple (*Malus domestica*) and peach (*Prunus persica*) orchards.** Jordan M-O., Drevet Giraud A., Vercambre G., Hucbourg B.
- ▶ The International Society for Ecological Modelling Global Conference (ISEM) (01-05/10/2019, Salzburg, Austria): **An agro-ecological model coupling plant growth and pest population: highlights on the role of fertilization and irrigation.** Zaffaroni M., Bevacqua D.

### ARTICLES DE VALORISATION / VULGARISATION :

- ▶ Info CETA (n°5, mai 2017) : Pêcher : **quelles stratégies d'irrigation et de fertilisation pour réguler les populations de *Myzus persicae*.** Drevet Giraud A.

### JOURNEES TECHNIQUES - RÉSEAU DE PRODUCTEURS DU GR-CETA :

- ▶ Participation à 11 journées techniques (de 2015 à 2019): présentation de l'essai et des résultats.

### COMMUNICATION LORS DE COORDINATIONS TECHNIQUES :

- ▶ 16-18/10/2019 : « **Rencontre CETA des techniciens** » (regroupant les membres de l'association CETA des Techniciens de la région Sud-Est) : présentation des résultats

# ÉCOVERGER

## Conception d'itinéraires techniques économes en pesticides en vergers guidée par les contraintes et les objectifs des agriculteurs. Une approche par modélisation appliquée au pêcher et au mangueir

Année de démarrage : 2015

Année de fin : 2019

### Partenaires

CIRAD UPR HortSys ; INRAE UR PSH ; Université de Montpellier

### Responsable scientifique

Isabelle Grechi, CIRAD UPR HortSys

isabelle.grechi@cirad.fr

### Financement

Coût total du projet : 348 935 €

Subvention Écophyto : 88 921 €

### Mots clés :

Cultures fruitières ; Evaluation socio-économique ; Modification de l'itinéraire technique ; Méthodes de luttes alternatives ; Modélisation ; Pratiques culturales ; Production ; Qualité des fruits ; Typologie des stratégies d'exploitation ; Co-conception

### Contexte et principaux objectifs

L'arboriculture est confrontée à de fortes exigences de la part de la société et des pouvoirs publics pour limiter ses impacts sur l'environnement et la santé humaine, et améliorer la qualité de ses produits. Même si les producteurs mobilisent de plus en plus des méthodes alternatives, la protection des vergers repose encore largement sur la lutte chimique. Une redéfinition des pratiques agricoles s'impose pour inventer des systèmes de production de fruits de qualité, plus économies en pesticides et économiquement viables.

L'objectif du projet était de développer une démarche et des outils d'aide à la conception d'itinéraires (ou solutions) techniques en vergers, évalués sur leur capacité à limiter le développement et les dommages des bio-agresseurs et à satisfaire aux obligations d'efficacité agronomique et de viabilité économique. Des méthodes de contrôle cultural et de lutte physique capables d'augmenter la résistance des vergers vis-à-vis des bio agresseurs ont été recherchées comme alternatives aux pesticides. La démarche a été éprouvée sur deux cultures fruitières : la mangue à La Réunion et la pêche-nectarine en métropole.



Verger de pêchers.

*Crédit photo : Michel Génard, INRAE*

### Principaux résultats et intérêts en lien avec le plan Écophyto

Le projet Ecoverger a évalué l'efficacité de différents leviers de gestion des bio-agresseurs alternatifs aux pesticides, se distinguant par leur mode d'action et leur niveau d'innovation, pour trois cas d'étude : moniliose-pêche, mouche des fruits-mangue et cécidomyie des fleurs-inflorescences du mangueir.

Parmi les leviers évalués, ceux qui visent à limiter l'incidence et la contamination de la culture sont efficaces pour limiter le développement des bio-agresseurs et leurs dommages, mais peuvent impacter le potentiel de production de l'arbre. Un stress hydrique et une charge en fruits de l'arbre modérés réduisent l'incidence de la moniliose, augmentent la qualité des fruits mais réduisent leur calibre et le rendement potentiel. Récolter les mangues à un stade vert-mature à point-jaune très précoce minimise le risque d'infestation des fruits par les mouches, et ne réduit que très faiblement le rendement et la qualité des fruits.

Les autres leviers évalués, qui visent à limiter le développement des bio-agresseurs, ont une efficacité plus partielle et n'impactent pas le potentiel de production. La couverture du sol avec une bâche tissée ou un enherbement spontané haut réduit les populations de cécidomyies des fleurs et leurs dommages sur les inflorescences du mangueir. La synchronisation de la floraison, par des pratiques adaptées, réduirait les populations de cécidomyie,

mais seulement si le verger n'est pas exposé à une forte pression exogène du bio-agresseur. Les récoltes sanitaires en hiver, consistant à éliminer les brindilles et fruits momifiés des saisons précédentes, ne permet de contrôler l'incidence de la moniliose que si l'inoculum primaire est presque entièrement éliminé du verger. L'élimination des pêches infectées apparaît plus efficace quand elle est réalisée pendant la saison de production. De par leur effet partiel, ces leviers sont à utiliser préférentiellement en combinaison avec d'autres leviers.

La substitution de traitements phytosanitaires par certains leviers peut générer des surcoûts liés à l'investissement dans du matériel et à l'augmentation du temps de conduite du verger par introduction d'une nouvelle opération dans l'itinéraire (couverture du sol avec une bâche tissée) ou augmentation de la technicité d'une pratique déjà utilisée (récolte des fruits à des stades de maturité plus ciblés). D'autres leviers sont au contraire plus faciles à mettre en œuvre car simplement basés sur l'adaptation de pratiques déjà utilisées dans l'itinéraire (décalage de la date de fauche, modification du niveau d'irrigation et d'éclaircissement).

Le revenu, le rendement et l'aspect visuel du fruit sont les critères de performance prépondérants pour la plupart des producteurs, tandis que les indicateurs relatifs à la pollution environnementale liée aux traitements phytosanitaires ont finalement moins d'importance (au moins pour la filière mangue). Ceci suggère une faible motivation à mobiliser des pratiques éco-responsables s'il n'y a pas de retour sur investissement par exemple par une meilleure valorisation marchande de la production, ou de mesures de soutien adaptées qui permettraient de compenser de possibles surcoûts ou réductions du rendement.

Pour établir si ces leviers permettent de se substituer, totalement ou en partie, aux pesticides, davantage de recul sur les performances et les conditions d'efficacité et d'adoption de ces leviers mis en œuvre en combinaison et *in situ* est nécessaire. Par ailleurs, la diversité des profils de production incite à rechercher des solutions adaptées à chaque contexte de production, tenant compte des contraintes et objectifs spécifiques des utilisateurs.

## Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

### Transfert :

Le projet Ecoverger a étudié des leviers alternatifs aux pesticides pour la régulation de bio-agresseurs s'attaquant aux organes reproducteurs d'arbres fruitiers en milieu tempéré et subtropical. Des généricités et spécificités sur l'efficacité et les modalités de déploiement de ces leviers ont été établies selon leur mode d'action et les caractéristiques des bio-agresseurs. Par ailleurs, certains freins potentiels à leur adoption étant de nature économique, des mesures incitatives pour l'adoption de pratiques éco-responsables, et une meilleure visibilité et valorisation marchande de la qualité environnementale et sanitaire sur les marchés de commercialisation, pourraient aider à lever ces freins.

### Recherche :

Le projet ODACE<sup>1</sup> du Plan Écophyto II+ prévoit, dans la suite du projet Ecoverger, la mise en œuvre effective et opérationnelle d'une démarche de conception de vergers moins dépendants des pesticides. Pour cela, il mobilisera une palette plus large d'outils et sources de connaissances et lèvera certaines limites du projet Ecoverger. En particulier, il développera un outil d'évaluation interactif qui facilitera le dialogue entre chercheurs et acteurs, et dans lequel la combinaison de plusieurs leviers alternatifs, des bio-agresseurs multiples et plusieurs dimensions de la durabilité seront pris en compte.

### Publications et colloques scientifiques :

#### JOURNÉES TECHNIQUES ET COLLOQUES SCIENTIFIQUES :

- ▶ HortiModel 2016: Vth International Symposium on Models for Plant Growth, Environment Control and Farming Management in Protected Cultivation. 19-22 September 2016, Avignon, France: **A compartmental epidemiological model for brown rot spreading in fruit orchards.** Bevacqua D., Génard M., Turion-Quilot B., Oliveira Lino L., Mercier V., Lescourret F. (2016a).
- ▶ Plant Biology Europe EPSO/FESPB 2016 Congress. 26-30 June 2016, Prague, Czech Republic: **A compartmental epidemiological model for brown rot spreading in stone fruit orchards** [poster]. Bevacqua D., Génard M., Turion-Quilot B., Oliveira Lino L., Mercier V., Lescourret F., Bolzoni L. (2016b).
- ▶ XXVII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia, 12-15 September 2017, Napoli, Italy: **A model for temporal dynamics of brown rot spreading in fruit orchards.** Bevacqua D., Quilot-Turion B., Bolzoni L. (2017).
- ▶ XII International Mango Symposium, 10-16 July 2017, Baise, China: **How different pruning intensities and severities affect vegetative growth processes in “Cogshall” mango trees.** Persello S., Grechi I., Boudon F., Normand F. (2017).

<sup>1</sup> ODACE : Outil d'évaluation et de Dialogue entre acteurs et chercheurs, pour Accompagner la conCEPTION de solutions de protection des plantes dans le contexte arboricole (ECOPHYTO II+ OFB 2021-2023)

- ▶ XII International Mango Symposium, 10-16 July 2017, Baise, China: **Effects of some cultural practices on mango inflorescence and fruit pest infestation and damage in Reunion Island: recent progress, on-going studies and future steps** [poster]. Ratnadass A., Grechi I., Caillat A., Préterre A.-L., Normand F., Graindorge R. (2017).
- ▶ International conference: Models in Population Dynamics, Ecology and Evolution. 9-13 April, Leicester, UK: **A model for temporal dynamics of brown rot spreading in fruit orchards**. Bevacqua D., Quilot-Turion B., Bolzoni L. (2018a).
- ▶ XXVIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia, 12-14 September, Cagliari, Italy: **Climate effects on the spread of brown rot disease: insights from an epidemiological model**. Bevacqua D., Vanalli C., Casagrandi R., Gatto M. (2018b).
- ▶ 30<sup>th</sup> International Horticultural Congress (IHC2018). 12-16 August 2018, Istanbul, Turkey: **Assessment of mango tree - blossom gall midge management solutions from in-silico experiments: overview of an on-going modeling approach** [poster]. Grechi I., Saint Crip L., Soria C., Ratnadass A., Normand F., Amouroux P., Boudon F. (2018).
- ▶ Séminaire de l'UMT Si-Bio, 21 juin 2019, Avignon, France : **Évaluation d'itinéraires techniques pour la gestion de la moniliose en verger de pêcher-nectarine**. Borg J., Kerdraon M., Plénet D. (2019).
- ▶ The International Society for the Ecological Modelling - Global Conference 2019. 1-5 October 2019, Salzburg, Austria: **The mango tree – blossom gall midge system: in-silico assessment of its functioning and management**. Grechi I., Reyné B., Saint-Crip L., Memah M.M., Ratnadass A., Normand F., Boudon F. (2019).
- ▶ 2nd annual ESA International Branch Virtual Symposium. 8-10 April 2019, USA: **Plant organ hardness as a factor of crop resistance to insect pests** [poster]. Ratnadass A., Caillat A., Chantereau J., Chillet M., Fliedel G., Grechi I. (2019).
- ▶ EEF: Ecology across borders. Embedding ecology in sustainable development goals. 29 July-2 August 2019, Lisbon, Portugal: **Climate change and the spread of brown-rot disease in peach orchards: insights from an epidemiological model**. Vanalli C., Bevacqua B., Casagrandi R., Gatto M. (2019).
- ▶ 4<sup>th</sup> TEAM Meeting, 5-9 October 2020, La Grande Motte, France: **Potential of some cultural levers for fruit fly management on mango in Réunion** [poster]. Ratnadass A., Caillat A., Préterre A.L., Brunet-Lecomte C., Lardenois M., Grechi I. (2020)

#### ARTICLES SCIENTIFIQUES :

- ▶ Frontiers in Ecology and Evolution (n°5, p 170): **The crop load affects brown rot progression in fruit orchards: high fruit densities facilitate fruit exposure to spores but reduce the infection rate by decreasing fruit growth and cuticle cracking**. Bellingeri M., Quilot-Turion B., Oliveira Lino L., Bevacqua D. (2018). <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00170>
- ▶ Phytopathology (n° 108, pp 595-601): **A model for temporal dynamics of brown rot spreading in fruit orchards**. Bevacqua D., Quilo-Turion B., Bolzoni L. (2018). <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-17-0250-R>
- ▶ Scientific Reports (n°9, p 8519): **Coupling epidemiological and tree growth models to control fungal diseases spread in fruit orchards**. Bevacqua D., Génard M., Lescourret F., Martinetti D., Vercambre G., Valsesia P., Mirás-Avalos J.M. (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44898-6>
- ▶ European Journal of Agronomy (n° 104, pp 85-96): **Nature abhors a vacuum: Deciphering the vegetative reaction of the mango tree to pruning**. Persello S., Grechi I., Boudon F., Normand F. (2019). <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.01.007>
- ▶ Acta Horticulturae (n° 1244, pp 159-166): **Effects of some cultural practices on mango inflorescence and fruit pest infestation and damage in Reunion Island: recent progress, on-going studies and future steps**. Ratnadass A., Grechi I., Graindorge R., Caillat A., Préterre A.L., Normand F. (2019). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1244.24>
- ▶ Annals of Botany (n° 126, pp 745-763): **V-Mango: A functional-structural model of mango tree growth, development and fruit production**. Boudon F., Persello S., Jestin A., Briand A-S., Grechi I., Fernique P., Guédron Y., Léchaudel M., Lauri P-E., Normand F. (2020). <https://doi.org/10.1093/aob/mcaa089>
- ▶ Acta Horticulturae (n° 1281, pp 633-641): **The mango tree - blossom gall midge system: toward in-silico assessment of management practices**. Grechi I., Saint Crip L., Ratnadass A., Normand F., Soria C., Brustel L., Amouroux P., Boudon F. (2020). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1281.83>

#### Autres valorisations :

- ▶ Documents pédagogiques pour l'école-recherches : « *L'agroécologie à la croisée des disciplines scientifiques* » organisée par le Cirad et Montpellier SupAgro (Saint-Pierre, Ile de la Réunion, 28 novembre – 2 décembre 2016) à laquelle le projet Ecoverger a servi de support d'étude : Fiche : « **Présentation du terrain mangues** » - vidéo : « **La mangue, la culture de compromis** »
- ▶ Tp dispensés en BTS GPN1 (Gestion & Protection de la Nature) à l'EPLEFPA de St-Paul, Ile de la Réunion

#### COMPTE RENDU D'ACTIVITÉS À DESTINATION DES PRODUCTEURS :

- ▶ **Analyse systémique des exploitations productrices de mangues à La Réunion : identification des déterminants influençant les choix techniques et les changements de pratiques des producteurs pour**

**la co-conception d'itinéraires techniques innovants apportant une alternative aux pesticides –**  
Présentation synthétique des types d'exploitation. 8p. Marchetti M. (2016).

- ▶ **Compte rendu d'étude de l'effet de différentes modalités de couverture du sol sur la cécidomyie des fleurs du manguier, la phénologie de l'arbre, et sur l'infestation par les mouches des fruits des mangues précocement tombées au sol.** 9p. Brustel L., Soria C., Wilt M., Ratnadass A. (2017).
- ▶ **Evaluation des dynamiques des mouches des fruits, d'abondance/maturité des mangues et des niveaux d'infestation des fruits en vergers de manguiers.** Préterre A.L., Grechi I., Ratnadass A. (2017). 2 x 8p.
- ▶ **Compte rendu de l'analyse des résultats d'enquête et de classification : identification des profils de production.** Kerdraon M. (2019). 4p+Annexe.

#### POSTERS/FICHES À VOCATION DE TRANSFERT ET VULGARISATION :

- ▶ **Quels leviers pour maîtriser les mouches des fruits et leurs dégâts sur mangue ?** Grechi I., Caillat A., Préterre A-L., Brunet-Lecomte C., Ratnadass A. (2019).
- ▶ **Un dispositif de recherche et de formation sur les options agroécologiques de régulation de la cécidomyie des fleurs du manguier.** Ratnadass A., Amouroux P., Billot T., Briandy A., Brustel L., Grechi I., Normand F., Payet R-M., Reyné B., Saint Criq L., Soria C., Auré A., Wilt M. (2019a).
- ▶ **Quels leviers pour maîtriser les cécidomyies des fleurs et leurs dégâts sur manguier ?** Ratnadass A., Brustel L., Briandy A., Billot T., Grechi I. (2019b).

#### RAPPORTS D'ÉTUDE / DE STAGE :

- ▶ **Projet Ecoverger – Déterminants des pratiques & indicateurs d'évaluation des systèmes techniques en vergers de manguiers.** Cirad. 22p. Parrot L., Michels T., Brulard N. (2019).
- ▶ **Analyse systémique des exploitations productrices de mangues à La Réunion : Identification des déterminants influençant les choix techniques et les changements de pratiques des producteurs pour la co-conception d'itinéraires techniques innovants apportant une alternative aux pesticides.** Mémoire de fin d'étude, ISTOM, 79p + Annexes. Marchetti M. (2016).
- ▶ **Comprendre les déterminants de la décision technique pour mieux accompagner l'innovation : le cas des producteurs de mangues réunionnais.** Mémoire de fin d'étude, UniLaSalle, 71p + Annexes. Girard G. (2017).
- ▶ **Evaluation des dynamiques des mouches des fruits, de l'abondance/ maturation des mangues et des niveaux d'infestation des fruits en vergers de manguiers et évaluation de la relation entre l'infestation des mangues et leur état de maturité.** Mémoire d'année de césure, AgroParisTech, affiliation FacForPro, 38p + Annexes. Préterre A.-L. (2017).
- ▶ **Effet de la taille sur la croissance végétative et la floraison du manguier Cogshall.** Mémoire d'année de césure, Montpellier SupAgro, 29p. Stahl A. (2017).
- ▶ **Evaluation de l'effet de pratiques culturales (paillage/ enherbement du sol/ récolte prophylactique précoce) en vergers de manguiers (*Mangifera indica L.*) sur la régulation de bio agresseurs de la floraison et de la fructification : les cas de la cécidomyie des fleurs (*Procontarinia mangiferae*) et des mouches des fruits (*Diptera : Tephritidae*).** Mémoire de fin d'étude, Ecole d'ingénieurs de Purpan, 95p + Annexes. Brustel L. (2018)
- ▶ **Développement d'un outil pour co-concevoir des itinéraires techniques économies en pesticides en vergers.** Mémoire de Master 2, Université Grenoble Alpes, 29p + Annexes. Girard J. (2018).
- ▶ **Modélisation du système manguier-cécidomyie des fleurs pour une évaluation de modes de gestion du ravageur et de ses dégâts.** Mémoire de Master 2, Université Paul Sabatier, Toulouse III, 60p + Annexes. Saint Criq L. (2018).
- ▶ **Climate change and the spread of brown rot disease in peach orchards: insights from an epidemiological model.** Mémoire de M2, Politecnico di Milano. 109p. Vanalli C. (2018).
- ▶ **Développement d'une démarche d'analyses statistiques de données d'un réseau pluriannuel d'expérimentations systèmes de culture en vergers de pêchers.** Mémoire de fin d'étude, ISPED - Université de Bordeaux, 40p + Annexes. Bostal C. (2019).
- ▶ **Evaluation du potentiel de leviers de gestion culturaux dans la lutte contre la mouche des fruits *Bactrocera dorsalis* (Hendel) sur manguier.** Mémoire de fin d'étude, ISTOM. 80p + Annexes. Brunet-Lecomte C. (2019).
- ▶ **Modélisation du système manguier-cécidomyie des fleurs pour une évaluation de modes de gestion du ravageur et de ses dégâts.** Mémoire de Master 2, Faculté des Sciences de Montpellier, 44p + Annexes. Reyné B. (2019).
- ▶ **Growth and nutrient partitioning in deciduous trees: a modelling framework linking seasonal and inter-annual dynamics.** Mémoire de M2, Politecnico di Milano. 63p. Salvagno P. (2019).
- ▶ **Evaluation de l'effet de pratiques culturales (type de couverture du sol / temps passé au sol par les fruits) et d'états physiologiques (couleur des fruits / état d'abscission / stade de maturité) sur l'infestation des mangues par les mouches des fruits (*Diptera : Tephritidae*) à la Réunion.** Mémoire d'année de césure, AgroParisTech, affiliation FacForPro, 36p+Annexes. Lardenois M. (2020).

Lien internet vers le projet : <https://cosaq.cirad.fr/projets/ecoverger>.



Crédit photos INRAE



Mise en page [www.laboteaverbe.fr](http://www.laboteaverbe.fr)

**INRAe**