Substances naturelles en production végétale

Journées Techniques
10 & 11 avril 2019

Avancées réglementaires, bio-contrôle, substances de base, extraits végétaux...

itab
l'Institut de l'agriculture
et de l'alimentation biologiques

Un événement à destination des fabricants, techniciens, conseillers, organismes de certification, expérimentateurs, agriculteurs...

Mercredi 10 avril
Café d'accueil à 8h30

9h00 Ouverture (X. Niaux, président de l'ITAB)

9h15 Règlementation

- Présentation du projet de décret sur les PNPP et les substances naturelles à usage biostimulant (F. Pellissier, DGAl)
- Introduction aux substances naturelles en biocontrôle (C. Bertrand, Université de Perpignan)
- Les biostimulants en agriculture : statut & règlementation (L. Largant, AFAIA)
- Substances de base : le projet Basic Fiches en appui du terrain (M. Deniau, ITAB)

11h00 Recherche-expérimentation : substances minérales

- Le talc E553b, une poudre mouillable minérale approuvée en arboriculture et sur vigne (L. Faessel, Compo Expert)
- Utilisation de l'hydroxyde de calcium en tant que barrière physique en arboriculture fruitière (Y. Fonsegrives, Lhoist)

11h50 Les substances de base en JEVI (Jardins, Espaces Verts et Infrastructures)

- **Règlementation :** Vers le zéro pesticide total dans les JEVI (D. Poujeaux, MTES)
- **Recherche-expérimentation :** L'intégration des solutions de biocontrôle, biostimulantes et de base pour les gazons (O. Dours, Institut Ecoumène Golf & Environnement)
- **Règlementation :** La place des substances naturelles dans le jardinage amateur (M. Charon, SNHF)

12h45 Repas bio

13h45 Projet SWEET : micro-doses de sucre en protection des plantes

- Présentation de la thématique (I. Arnault, CETU Innophyt)
- Bilan des essais
  - Verger : carpocapse en PFI et AB (L. Romet, CAPL et S. Ondet, GRAB) ; effets physiologiques des applications (B. Frerot, INRA et I. Arnault, CETU Innophyt)
  - Vigne : mildiou, cicadelle... A. Furet, ADABIO, N. Aveline et G. Delanoue, IFV, S. Trouvelot, Université de Bourgogne, M. Chovelon, GRAB)
  - Tomate : *Oidium neolycopersici, Botrytis cinerea, Tuta absoluta*
  - Chou-fleur/salade : Lépidoptères (M. Bardin, INRA) (J. Lambion, GRAB) (N. Desmoucaux, SILEBAN)
  - Maïs : ravageurs telluriques et aériens (JB, Thibord, Arvalis)
- Bilan du projet Casdar SWEET (I. Arnault, CETU Innophyt)

17h30 Fin de la journée

jeudi 11 avril
Café d'accueil à 8h30

9h00 Ouverture (Sabine Bonnot, administratrice ITAB)

9h10 Projet BIOPIPER : production durable d'extraits naturels biocides de deux Pipéracées à La Réunion (J.P. Deguine, CIRAD ; T. Nurbel, Armeflhor & A.M. Cortesero, Université de Rennes 1)

- Présentation du projet Casdar BIOPIPER
- Résultats des essais
- Efficacité insecticides d'huiles essentielles de deux Pipéracées sur des ravageurs des cultures

11h00 Règlementation

- Substances de base, beaucoup de candidats, peu d'élus ! (P. Marchand, ITAB)

11h15 Recherche-expérimentation : huiles essentielles

- Activité anti-fongique d'huiles essentielles : que nous apprennent les tests en laboratoire ? (J. Muchembled, Yncrea)
- L'huile d'oignon (X. van Begin, Xavagri)
- Evaluation de l'effet fongistatique in vitro et in vivo d'extraits naturels formulés sur différents pathosystèmes (T. Picaud, Medinbio)

12h30 Repas bio

13h45 Recherche expérimentation : extraits végétaux

- Evaluation viticole d'extraits de tannin de *Vitis vinifera* contre le mildiou (A. Lanoue, Université de Tours)
- Le tannin de châtaignier et quebracho (C. Zambaux, IAZ Developpement)
- Présentation d'une démarche expérimentale pour l'évaluation d'extraits végétaux dans la protection des cultures - Exemple de la tavelure du pommier (A. Duval-Chaboussou, CTIFL La Morinière)
- Utilisation du son de moutarde contre les ravageurs du sol (P. Letouzé, Terrial, S. Plas, Invenio)
- Quassia, lutte contre l'hoplocampe du pommier (B. Gandubert, La Morinière)
- L'huile de sésame adjuvante pour bouillie insecticide (C. Zambaux, IAZ Developpement)
- La maltodextrine, insecticide large spectre au mode d'action original (M.Roger, Certis)

16h30 Synthèse et clôture de la journée (P. Marchand, ITAB)

17h00 Fin de la journée

Journées techniques substances naturelles en production végétale

Les 10 et 11 avril 2019 à Paris

Depuis 2011, ces journées d'échanges techniques sont devenues un rendez-vous incontournable entre les différents acteurs : fabricants de produits naturels, techniciens, conseillers, expérimentateurs, agriculteurs ou représentants de la recherche et du développement.

Cette 4ème édition a pour objectif non seulement de valoriser les travaux de recherches/expérimentations sur les substances naturelles en production végétale mais aussi d'identifier les leviers techniques et règlementaires à mobiliser pour améliorer la mise en marché, la disponibilité et l'utilisation de ces substances. Elle mêlera des interventions scientifiques et techniques, des témoignages de praticiens et de fabricants, et laisseront également une large place aux échanges.

Ces deux jours feront le point sur :

- La règlementation actuelle sur les produits naturels de protection des plantes,
- La recherche-expérimentation sur les substances naturelles en production végétale
- La restitution de deux projets Casdar portant sur l'utilisation de substances naturelles pour la protection des cultures :
- **SWEET,** optimisation des stratégies de biocontrôle par la stimulation de l'immunité des plantes avec des applications d'infra-doses de sucres.
- **BIOPIPER,** production durable d'extraits naturels biocides de deux Pipéracées à la Réunion.

Coordination : Marie Deniau, Patrice Marchand, Julie Carrière (ITAB)
Maquette : Aude Coulombel (ITAB)
Edition : ITAB
Merci à l'ensemble des intervenants pour la rédaction de leurs textes.

Diffusion autorisée, pas d'utilisation commerciale, pas de modification. Citer la source et les auteurs.

Un évènement organisé par

L'ITAB, l'Institut de l'agriculture et de l'alimentation biologiques, est un organisme de recherche appliquée qui vise à produire et partager des connaissances pour améliorer la production et la transformation biologiques. Il s'attache également à accompagner la transition agro-écologique en facilitant l'évolution de l'agriculture et de la société vers des modèles diversifiés, résilients et durables.

Acteur majeur de la recherche en AB et acteur de l'innovation, l'ITAB développe son activité autour de 3 missions : recherche appliquée sur les systèmes agri-alimentaires biologiques, expertise et partage des connaissances. S'appuyant sur ses valeurs fondatrices de co-construction, d'innovation, d'intégrité et de rigueur, il œuvre avec et au service des agriculteurs, conseillers, transformateurs, formateurs, pouvoirs publics…

Association créée en 1982, l'ITAB regroupe aujourd'hui 54 adhérents, représentants de l'ensemble des acteurs de la filière, 28 collaborateurs répartis dans 3 antennes et affiche un budget de 2 millions d'euros.

L'ITAB est membre d'ITAB Lab, association pour la recherche et l'Innovation bio créée en 2017. Qualifié Institut technique Agricole (ITA) et Institut Technique Agro-Industriel (ITAI) par le ministère de l'agriculture en 2018, l'ITAB est membre des réseaux ACTA et ACTIA. **Plus d'info sur** www.itab.asso.fr

Suivez l'ITAB

Suivez l'ITAB

E-Lettre
Infos techniques, recherche, agenda

L'ITAB est membre de :

Evènement organisé avec le soutien de :

Une substance naturelle, qu'est-ce que c'est ?

Ce sont des **substances** présentes dans le milieu **naturel** et pouvant être d'origine végétale, animale, minérale ou microbienne. Ces substances peuvent se substituer à des pesticides de synthèse et ainsi limiter leur utilisation. Elles sont prises en compte pour la protection des plantes ou la biostimulation par différentes réglementations européennes ou nationales. Par extension quelques composés alimentaires ou usuels sont considérés comme des **substances naturelles** (ex. vinaigre, petit-lait…).

Biocontrôle (Art. L.253-6 du CRPM)

Agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures

Ils comprennent en particulier :

1- Les macro-organismes ;
2- Les produits phytopharmaceutiques comprenant des micro-organismes, des médiateurs chimiques comme les phéromones et les kairomones et des **substances naturelles d'origine végétale, animale ou minérale**.

PNNP : préparation naturelle peu préoccupante

Il n'existe pas de « PNPP » au sens de la Communauté Européenne, mais la Loi d'Avenir Agricole la décrit comme étant obtenue par un procédé accessible à tout utilisateur final et composée exclusivement :

1- soit de **substances naturelles** à usage **biostimulant** (MFSC)
Art. L.255-1 : Les matières dont la fonction, une fois appliquées au sol ou sur la plante, est de stimuler des processus naturels des plantes ou du sol, afin de faciliter ou de réguler l'absorption par celles-ci des éléments nutritifs ou d'améliorer leur résistance aux stress abiotiques.

2- soit de **substances de base**

Article 23 du Règlement (CE) 1107/2009 : les substances de base comme des substances principalement non utilisées comme des produits phytopharmaceutiques, mais qui sont utiles pour la protection des végétaux et dont l'intérêt économique pour faire approuver ces substances peut être limité. Pour en savoir plus : http://substances.itab.asso.fr/

Les **substances naturelles** sont des candidats spontanés pour les applications en substance de base dans le cas de la protection des plantes (ou en biostimulants dans l'autre catégorie des PNPP), sans que cela soit une garantie d'approbation.

Réglementation

Introduction aux substances naturelles en biocontrôle

Pr. Cédric BERTRAND

Académie du Biocontrôle et de la Protection Biologique Intégrée (ABPBI) ;
Groupe Francophone d'Etude des Pesticides Organiques d'Origine Naturelle (PO²N) ;
CRIOBE USR 3278, Université de Perpignan, 68860, France. cedric.bertrand@univ-perp.fr ;
SAS AKINAO, 66860 Perpignan, France.

Mots-clés : interaction, substances naturelles, extraits.

Dans le contexte de l'agriculture biologique, assurer une production agricole végétale économiquement viable passe nécessairement par le recours à l'ensemble des leviers mis en œuvre dans la protection biologique intégrée des cultures. Parmi les leviers les plus prometteurs et innovants, l'utilisation de substances naturelles organiques occupe une place de choix. En effet, ces substances naturelles (extraits complexes ou molécules pures), ont un rôle primordial dans la communication entre les organismes (voir figure) ou/et dans les mécanismes de défense des plantes. Ce sont ces propriétés particulières que l'homme peut exploiter pour rétablir un équilibre au sein des systèmes agricoles. Ainsi, la diversité des substances naturelles et de leurs activités biologiques font d'elles un important réservoir de solution pour la protection des cultures. En se basant sur quelques exemples, nous verrons le potentiel de ces substances, les avantages et les inconvénients de ces produits.

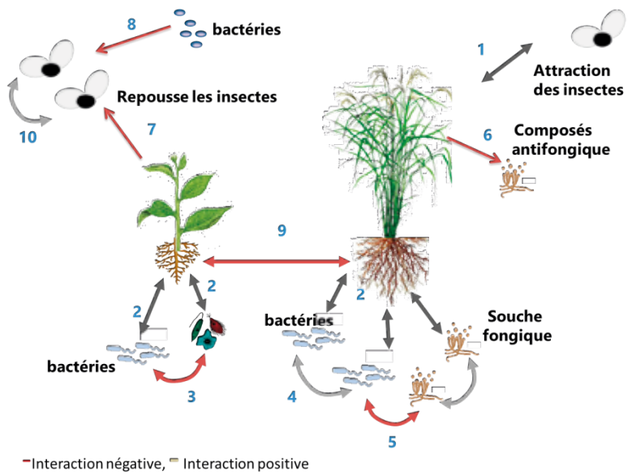


Schéma de quelques interactions interbiotiques, ces interactions mettent en jeux des échanges de composés naturels entre les organismes.

Les biostimulants en agriculture, statuts & réglementation

Laurent LARGANT

AFAÏA
Syndicat professionnel des acteurs de la filière des supports de culture, paillages, amendements organiques, engrais organiques et organo-minéraux et biostimulants
AFAÏA - 9 rue du parvis Saint-Maurice - 49100 Angers

Mots-clés : biostimulants, AMM, harmonisation européenne, plant biostimulants.

Brève introduction, activités d'Afaïa vis-à-vis des biostimulants

- **Ce que sont les biostimulants** (définitions en France, et en Europe), et **ce qu'ils ne sont pas** (différence biostimulant/biocontrôle, biostimulant/PNPP)

Les critères retenus dans le futur règlement (Article 46) sont :

Un " biostimulant des plantes " désigne un produit stimulant les processus de nutrition des plantes indépendamment de la teneur en éléments nutritifs du produit dans le seul but d'améliorer l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes de la plante ou de sa rhizosphère :

a) efficacité d'utilisation des éléments nutritifs ;

b) tolérance au stress abiotique ;

c) traits de qualité des cultures ;

d) disponibilité d'éléments nutritifs confinés dans le sol ou la rhizosphère.

- **Les grandes familles de biostimulants**
- **Les règles de mise en marché des biostimulants**

Conclusion : Quelques données sur l'importance économique des biostimulants et les cultures d'utilisation

Substances de base : le projet Basic'Fiches en appui du terrain

Marie DENIAU

ITAB
Institut de l'Agriculture et de l'Alimentation Biologiques
149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

Mots-clés : substances de base, fiches, filière, usages, site internet.

Afin de simplifier l'utilisation des substances de base, l'ITAB est porteur d'un projet, financé par l'Agence Française pour la Biodiversité, intitulé « Basic'Fiches ». Il réside dans la constitution de fiches sur les substances de base destinées aux agriculteurs, conseillers, collectivités territoriales, organismes de certification et jardiniers amateurs. Réalisées en 2018, elles sont régulièrement mises à jour.
Deux types de fiches ont été mises au point : des fiches « filière » et des fiches « substance ».

- Les fiches « **filière** » permettent de retrouver les substances de base pouvant être utilisées dans la filière, de savoir si elles sont utilisables en agriculture biologique, ainsi que les tableaux d'usages.
- Les fiches « **substance** » regroupent la ou les recette(s) de la substance avec des recommandations (de conservation de la préparation, de précaution d'utilisation, de compatibilité/incompatibilité avec d'autres substances…) ainsi qu'un point réglementaire sur la substance.

Un **guide de lecture** est disponible pour une meilleure compréhension de ces fiches.
L'ensemble de ces fiches est accessible depuis le site internet : **substances.itab.asso.fr**. Les actualités et toute la réglementation incluant le processus d'approbation, concernant les substances de base y sont proposées.
Le projet Basic'Fiches s'étoffe pour regrouper des articles et contenus bibliographiques, ainsi que des vidéos et tutoriels pour chacune des substances de base, notamment sur leur mode de fabrication et leur utilité en protection des plantes.

Substances de base : beaucoup de candidats, peu d'élus !

Patrice MARCHAND

ITAB
Institut de l'Agriculture et de l'Alimentation Biologiques
149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12
01 40 04 50 75 - patrice.marchand@itab.asso.fr

Mots-clés : substances de base, PNPP.

Les PNPP (Préparations Naturelles Peu Préoccupantes) sont toujours inscrites dans la loi (L253) mais celles destinées à la protection phytosanitaire sont clairement et définitivement désignées comme des substances de base au règlement phytosanitaire CE n° 1107/2009. Malgré tout, leur parcours devient chaotique, parsemé d'embuches et les délais réglementaires bafoués ! Dans ces conditions, faut-il en attendre des perspectives intéressantes, loin s'en faut !

Les substances de base approuvées sont au nombre de 20, en 8 années depuis l'entrée en vigueur du règlement CE n° 540/2011, soit moins de 3 par an, même si les 2 premières n'ont été approuvées qu'en 2014 (soit au final 4 par an). Leur taux (estimé) de réussite est en baisse et passera bientôt sous le taux de 50 % au vu des avis EFSA sur les dernières substances proposées.

Les délais théoriques d'approbation ne sont plus respectés (avec des retours en évaluation à l'EFSA) et atteignent au pire des cas 70 mois ! De plus, de nombreux retraits (en augmentation) de dossiers découragent les pétitionnaires de façon globale et parfois pour leur seul et unique dossier (sorbate de potassium, capsicum spice…) !

Les avis EFSA étranges, orientés et parfois iniques (comme sur l'extrait de Saule ou la propolis utilisés en santé humaine, ou sur le petit-lait et le lait) sont de nature à clore toute velléités de dépôt, y compris pour des substances alimentaires.

Les positions tranchées et unanimes des Etats Membres, votant à 100 % les recommandations négatives (mise au vote pour non-approbation) de la DGSanté y compris sur des substances alimentaires, et laissant la Commission Européenne supprimer de larges parties de tableaux d'usages (GAP), dénaturent les dossiers initiaux au point de les rendre aberrants, futiles voire inutiles pour les utilisateurs.

L'intérêt des substances de base est largement affaibli par des blocages systématiques des dossiers, tant dans le parcours (attente et non-respect des délais légaux) que dans les limites d'usages du peu de substances sorties victorieuses du parcours du combattant.

Vers le zéro pesticide total dans les JEVI

Dominique POUJEAUX

Direction de l'eau et de la biodiversité du ministère de la transition écologique et solidaire (MTES/DEB/EARM)
Tour Séquoia, 1 place Carpeaux, 92800 Puteaux

Mots-clés : JEVI (Jardins, Espaces Végétalisés et Infrastructures, ex. zones non agricoles), plan d'action national Ecophyto, loi Labbé, zéro pesticide, surfaces à contraintes.

L'usage des pesticides dans les JEVI présente des particularités et des risques spécifiques qui ont entraîné le gestionnaire du risque à accorder une place relativement importante à la réduction d'usage des pesticides dans ce secteur. Les pesticides y sont utilisés en effet au plus prés de la population, et sur des surfaces peu perméables, souvent minérales, qui entraînent de forts taux de transfert dans l'environnement, air, eau et sol.

Le plan Ecophyto consacre ainsi depuis 2008 un de ses axes à la réduction d'usage des pesticides dans les JEVI. Des évolutions législatives et réglementaires notables ont eu lieu depuis 2006 avec en particulier l'entrée en application de la loi Labbé à partir de 2017. Les pesticides ne sont à ce jour plus utilisables sur la plupart des espaces des JEVI, sauf en ce qui concerne les produits de biocontrôle, les produits à faible risque et les produits utilisables en agriculture biologique.

Le nouveau plan Ecophyto affecte désormais un objectif particulièrement ambitieux aux JEVI : «Supprimer l'utilisation des produits phytopharmaceutiques partout où cela est possible dans les JEVI ».

Depuis 2008 on observe une réduction de l'utilisation des pesticides dans l'ensemble des compartiments des JEVI. Cette réduction a été particulièrement accélérée dans le domaine amateur depuis le début de l'année 2019 et la deuxième interdiction de la loi Labbé. Le biocontrôle et les autres méthodes alternatives se développent rapidement.

L'usage résiduel des pesticides dans les JEVI est encore fort sur certaines surfaces dites « à contraintes ». Peut-on aller plus loin dans la réduction d'usage sur ces surfaces, notamment en cas d'enjeux fort pour la santé ou l'environnement ? Faut-il privilégier les approchesen amont aux traitements à base de substances naturelles, de biocontrôle ou de substances autorisées en agriculture biologique ?

La place des substances naturelles dans le jardinage amateur

Mathilde CHARON

SNHF, Société Nationale d'Horticulture de France
84 rue de Grenelle 75007 Paris

Mots-clés : JEVI (Jardins, Espaces Végétalisés et Infrastructures), PNPP (Préparations Naturelles Peu Préoccupantes), biocontrôle, loi Labbé, substances de base.

Depuis une dizaine d'années, les évolutions règlementaires ont été nombreuses dans le domaine des Jardins, Espaces Végétalisés et Infrastructures (JEVI). Avec l'entrée en application de la loi Labbé au 1er janvier 2019, les produits phytosanitaires disponibles pour le jardinage amateur sont restreints aux substances « naturelles » : produits de biocontrôle, produits utilisables en agriculture biologique (UAB) et substances de base. En dehors des substances de base qui ne sont pas des produits phytosanitaires au sens strict du terme, tous les produits – biocontrôle et UAB – doivent porter la mention Emploi Autorisé dans les Jardins (EAJ) afin d'être utilisable par les jardiniers amateurs, ce qui réduit la liste des produits disponibles.

Trois règlementations différentes, des produits avec une autorisation de mise sur le marché (AMM), d'autres en vente libre, et beaucoup de nouveaux termes. Cette nouvelle approche du jardin suscite de nombreux questionnements et une perte de repère pour les jardiniers amateurs. Si le biocontrôle est en plein essor, ce n'est pas le cas des substances de base pour lesquelles de nombreux sites internet diffusent des informations erronées. Par ailleurs, il ne s'agit plus de traiter systématiquement ou de trouver une unique solution à un problème mais de combiner les différentes méthodes de lutte qu'il existe actuellement (barrières physiques, travail du sol, mesures prophylactiques…) pour optimiser les effets des substances naturelles.

Il est primordial de communiquer largement sur les aspects règlementaires autant que pratiques pour inciter les particuliers à s'intéresser aux nouvelles méthodes de jardinage disponibles qui requièrent une observation attentive des cultures. Il est également important d'insister sur les conditions d'utilisation des substances naturelles. En effet, celles-ci semblent souvent inoffensives mais il existe des risques non négligeables pour la santé de l'applicateur et pour l'environnement en cas de mauvaise utilisation.

La réglementation phytosanitaire : organisation et évolution des parties opérationnelles (poster)

Diane ROBIN, Patrice MARCHAND

ITAB
Institut de l'Agriculture et de l'Alimentation Biologiques
149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12
01 40 04 50 75 - patrice.marchand@itab.asso.fr

Mots-clés : substances actives phytosanitaires, règlement d'exécution (UE) n°540/2011, règlement (CE) n°1107/2009.

La liste des substances actives phytosanitaires autorisées est régie par le règlement d'exécution (UE) n°540/2011 au sein du règlement (CE) 1107/2009. Cette liste est composée de 5 parties qui ont évoluées au cours du temps, concernant chacune différents types de substance : partie A (liste des substances autorisées au moment de l'entrée en application du règlement (UE) n°540/2011), partie B (substances approuvés ou renouvelées), partie C (substances de base), partie D (substances à faible risque) et partie E (substances candidates à la substitution). L'évolution et les relations entre les différentes parties y sont étudiées, ainsi que l'évolution des prolongations de période d'approbation.

Graphiques :
1) Evolution du nombre de substances au cours du temps,
2) Dynamiques entre les différentes parties,
3) Evolution des différentes parties au cours du temps,
4) Evolution potentielle future des différentes parties,
5) Evolution du nombre de prolongations au cours du temps.

Le nombre de substances actives autorisées, après avoir connu une augmentation importante est maintenant entrain de décroître. La partie A a diminué depuis 2011 et finira par disparaître, tandis que les parties B, C, D et E ont augmenté. Le nombre de prolongations augmente également, particulièrement ces deux dernières années.
Le règlement d'exécution (UE) n°540/2011 a subi des changements importants au sein de ses différentes parties depuis sa mise en application., avec une distinction grandissante des différents types de substances actives. Les substances les moins nocives pour l'environnement gagnent en importance, cependant il reste des substances candidates à la substitution autorisées.

La réglementation phytosanitaire : organisation et évolution des parties opérationnelles

Diane C. ROBIN, Patrice A. MARCHAND
patrice.marchand@itab.asso.fr
ITAB, 149 rue de BERCY, F-75595 PARIS CEDEX 12

Objectifs de l'étude

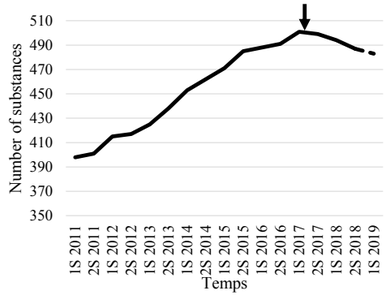
La liste des substances actives phytosanitaires autorisées est régie par le règlement d'exécution (UE) n°540/2011[1] au sein du règlement (CE) 1107/2009[2]. Cette liste est composée de 5 parties qui ont évolué au cours du temps. Elles concernent chacune des substances avec des caractéristiques différentes. L'évolution et les relations entre ces 5 parties sont examinées dans cette étude, ainsi que l'évolution des prolongations de période d'approbation.

Matériels et méthodes

Les différents règlements d'exécution impactant le règlement d'exécution (UE) n°540/2011 ont été analysés. Les 5 parties de ce règlement constituent la base de cette étude: Partie A[3] (liste des substances autorisées au moment de l'entrée en application du règlement (UE) n°540/2011), partie B[3] (substances « classiques » approuvées ou renouvelées), partie C[4] (substances de base), partie D[5] (substances à faible risque) et partie E[6] (substances candidates à la substitution).

Résultats

Figure 1. Evolution du nombre de substances actives au cours du temps



Le nombre de substances actives autorisées, après avoir connu une augmentation importante depuis 2011 est maintenant en train de décroître (Fig.1). La partie A finira par disparaître, tandis que les parties B, C, D et E augmentent (Fig.2).

Figure 2. Evolution des différentes parties depuis l'entrée en vigueur du règlement (UE) n°540/2011

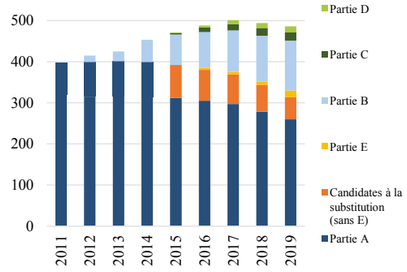
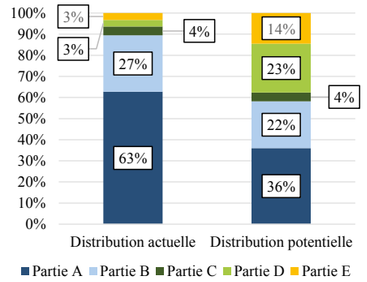
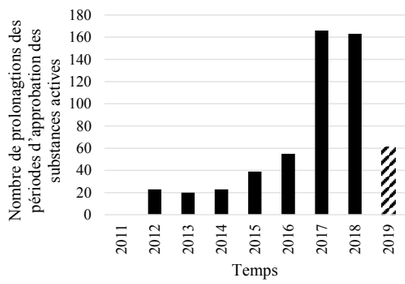


Figure 3. Distribution potentielle en pourcentage des substances actives entre les différentes parties

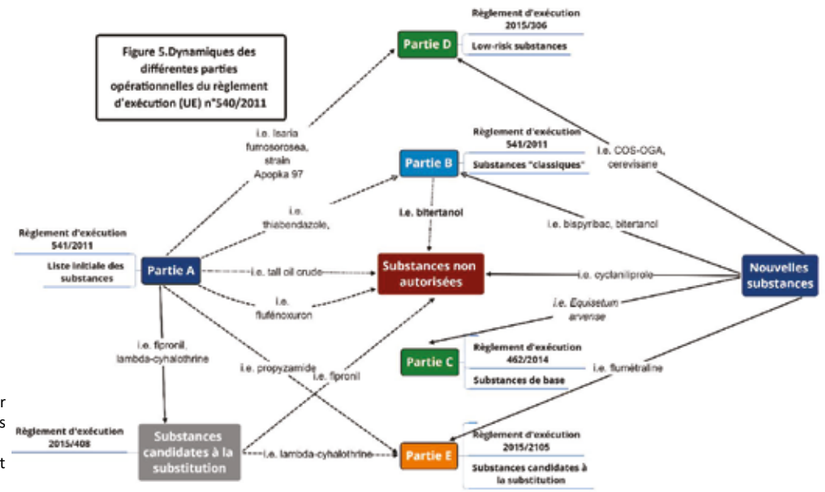


Un scénario (Fig. 3) peut être réalisé selon 2 hypothèses: 1) toutes les substances candidates à la substitution arrivent en partie E, 2) toutes les substances à faible risque potentielles arrivent en partie D. Il est probable que les parties D et E connaissent une plus forte augmentation dans les prochaines années que B et C.

Figure 4. Nombre de prolongations de substances actives dans le règlement (UE) n°540/2011 au cours du temps



Le nombre de prolongations de période d'approbation par an augmente également, particulièrement ces trois dernières années (Fig 4.).
Les relations entre les différentes parties du règlement sont mises en évidence dans la figure 5.



Conclusion

Le règlement d'exécution (UE) n°540/2011 a subi des changements importants au sein de ses différentes parties depuis sa mise en application. On peut noter en particulier une distinction grandissante des différents types de substances actives selon leurs effets potentiels sur la santé et l'environnement. Les substances à faible risque (plus longue durée d'approbation[7]) et les substances de base (dossier simplifié[8]) gagnent en importance. Cependant, il reste un certain nombre des substances candidates à la substitution encore autorisées. L'augmentation du nombre de prolongations de période d'approbation devrait ralentir le renouvellement ou le non renouvellement d'un grand nombre de substances dans les prochaines années.

Bibliographie

1. Règlement d'exécution (UE) No. 540/2011, *OJ L* 153 of 11.6.2011, p. 1–186 (2011).
2. Règlement (CE) No. 1107/2009, *OJ L* 309 of 24.11.2009, p. 1–50 (2009).
3. Règlement d'exécution (UE) No. 541/2011, *OJ L* 153 of 11.6.2011, p. 187–188 (2011).
4. Règlement d'exécution (UE) No. 462/2014, *OJ L* 134 of 7.5.2014, p. 28–31 (2014)
5. Règlement d'exécution (UE) No. 2015/306, *OJ L* 56 of 27.2.2015, p. 1–5 (2015)
6. Règlement d'exécution (UE) No. 2015/2105, *OJ L* 305 of 21.11.2015, p. 31–34 (2015).
7. Villaverde, J. J., Sevilla-Mor´an, B., Sand´ın-Espa¯na, P., L´opez-Goti, C.,& Alonso-Prados, J. L. Biopesticides in the framework of the European Pesticide Regulation (EC) No. 1107/2009. *Pest Management Science*, 70(1), 25. (2014)
8. Marchand, P. A. Basic substances under EU pesticide regulation: an opportunity for organic production? *Journal of Plant Protection Research*, 3(1), 16-19. (2017)

Recherche-Expérimentation sur les substances naturelles

Invelop –White Protect (talc E553b), une poudre mouillable minérale approuvée en arboriculture et sur vigne

Ludovic FAESSEL et Jessica Da COSTA

COMPO EXPERT France
49 Avenue Georges Pompidou, 92300 Levallois-Perret

Mots-clés : talc E553b, qualité alimentaire, barrière physique, stress biotiques et abiotiques.

Invelop – White Protect est une solution alternative en protection des cultures. C'est une poudre mouillable à base de talc E553b spécialement élaboré et formulé pour les applications foliaires en agriculture. Invelop – White Protect est issu d'une roche naturelle qui a uniquement été triée et broyée ; elle provient de la mine de Trimouns à Luzenac dans l'Ariège reconnue pour sa qualité. En effet, le produit respecte des critères stricts d'innocuité avec notamment une qualité alimentaire (E553b) et une très faible teneur en silice cristalline alvéolaire (< 0,1%). Par ailleurs, le talc étant une roche tendre, Invelop – White Protect est un produit non abrasif pour le végétal et le matériel d'application.

Depuis le 7 mai 2018, le talc E553b est approuvé comme une nouvelle substance de base par le Règlement CE n° 2018/691. En arboriculture, le talc E553b est autorisé pour lutter contre les maladies fongiques telles que la tavelure secondaire (*Venturia inaequalis*) et les ravageurs tels que le psylle du poirier (*Cacopsylla piri*), le thrips du pêcher (*Thrips meridionalis*) ou la mouche de l'olivier (*Bactrocera oleae*). Sur vigne, le talc E553b est également autorisé pour lutter contre les maladies fongiques telles que l'oïdium (*Erysiphe necator*).
Le produit agit comme une barrière physique minérale sur les parties aériennes. Grâce à son hydrophobicité, il empêche le développement des agents fongiques notamment en réduisant la durée d'humectation. Par ailleurs, il interfère avec la reconnaissance de la culture par le ravageur.

Le produit bénéficie également d'une homologation matière fertilisante (AMM n°1171131) pour lutter contre les coups de soleil (échaudage, sunburn) en arboriculture. Grâce à son indice de blancheur élevé, le talc E553b agit en réduisant la température à la surface des fruits et réduit ainsi les pertes de qualité.

En conclusion, Invelop – White Protect offre une double protection en permettant de lutter à la fois contre des stress biotiques (tavelure, oïdium, psylle, thrips …) mais également contre des stress abiotiques (échaudage).

Substances minérales

Utilisation du BNA® Pro en tant que barrière physique en arboriculture fruitière

Yannick FONSEGRIVES et Olivier PELTIER

LHOIST France OUEST
Pergade, 81400 Labastide-Gabausse

Mots-clés : BNA® Pro, hydroxyde de calcium, barrière physique, insectifuge.

Le BNA® Pro est utilisée par pulvérisation en traitement hivernal des vergers (pommiers, poiriers, oliviers, abricotiers, amandiers soumis à des infestations type psylles…), permettant d'assurer une protection efficace des anfractuosités, crevasses ou petites blessures qui sont des portes d'entrées et réservoirs potentiels de prédateurs hivernants.
Les résultats expérimentaux obtenus confirment que le BNA® Pro apparait comme une alternative ou un complément crédible à l'utilisation de substances phytosanitaires. Il contribue ainsi à la mise en œuvre du plan Ecophyto développé par le ministère de l'Agriculture.

Essai N°1 : Efficacité du BNA® Pro contre Cacopsylla pruni SEFRA 2016
Lors de cet essai, l'objectif était d'évaluer le potentiel du BNA® Pro contre le vecteur de l'enroulement chlorotique de l'abricotier qu'est le *Cacopsylla pruni*. Une des difficultés majeures de cet essai était la détection du psylle.
La stratégie développée dans cet essai était donc d'une part d'observer l'effet du produit dans une haie de pruneliers dans laquelle la Fédération Départementale des Groupements de Défense des Organismes Nuisibles a l'habitude de détecter des psylles dans le cadre de ses suivis territoriaux et dans une seconde haie de repousses de pruneliers. Ainsi, nous nous donnions plus de chances de détecter des effectifs en quantité acceptable. Des différences apparaissent lors de l'analyse de ces résultats et nous observons des effectifs bien plus faibles dans les modalités traitées avec le BNA® Pro. Ces différences révèlent une diminution significative des populations sur les modalités traitées.

Essai N°2 : Efficacité du BNA® Pro contre la guêpe de l'amandier Eurytoma amygdali – GRAB 2016
L'hyménoptère ravageur *E. Amygdali* rend à lui seul quasi-impossible la production d'amandes en AB. La forte demande commerciale en amandes biologiques nécessite de développer des méthodes de protection efficaces autorisées en AB. Le BNA® Pro a été testé en tant qu'insectifuge (répulsif) sur les adultes.
La pression sur l'essai a été suffisante pour en tirer des enseignements. Le BNA® Pro montre un contrôle du ravageur et suggère une optimisation possible en investiguant sur les dosages, fréquences et méthodes d'application à mettre en œuvre. Des préconisations intéressantes pourront ainsi être formulées prochainement à cette filière qui est en attente.
Aux vues de ces résultats expérimentaux, le BNA® Pro apparait comme une réelle alternative aux produits phytopharmaceutiques.
Même si son mode d'action n'est pas totalement connu, nous formulons l'hypothèse que la barrière physique créée durablement agit notamment par la modification de l'aspect et la texture du bois perturbant ainsi la reconnaissance de la plante par le ravageur, son alimentation et son cycle de ponte.

Intégration des solutions de biocontrôle, bio-stimulantes et de base pour les gazons

Ollivier DOURS

Institut Ecoumène Golf & Environnement
B.P 307 64208 Biarritz Cedex

Mots-clés : gazons, nématodes entomopathogènes, champignons, bactéries, outils de raisonnement.

Des solutions alternatives de biocontrôle, de bio stimulation sont dorénavant disponibles contre les maladies et les ravageurs des gazons. Elles permettent de réduire la fréquence des applications de fongicides et apportent une solution contre les ravageurs dont l'usage « Insecticide » est actuellement vide, tout en améliorant la qualité d'enracinement du gazon.
Au travers des nombreux essais menés depuis une dizaine d'années, les préparations à base de *Trichoderma harzianum* souche T22, *Streptomyces* K61, huile paraffinique et de bactéries comme *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens* ainsi que les nématodes entomopathogènes ont fait leurs preuves avec des efficacités variables sur les maladies et ravageurs des gazons.

Si la formulation granulée semble donner les meilleurs résultats sur les maladies, les solutions doivent être apportées au cours d'opérations d'aération et par un entretien préventif qui donnent à la rhizosphère les conditions favorables et permettent ainsi aux champignons, bactéries antagonistes et nématodes de coloniser rapidement les différentes typologies de sol et les nouvelles racines.
En ce qui concerne les ravageurs, les nématodes entomopathogènes doivent être positionnés à des stades de l'insecte visé et dans des conditions météorologiques précises afin d'espérer un résultat significatif.

Les outils actuels comme l'épidémiosurveillance et toutes les façons culturales ainsi que l'irrigation développés en gestion sanitaire, exigent un suivi biologique, de la rigueur et un savoir-faire.
Les solutions biologiques s'accompagneront d'un cortège d'outils de raisonnement. La modélisation (en cours de validation pour les gazons) optimisera l'usage des solutions de biocontrôle et de biostimulation et ainsi permettra de faire entrer les gazons dans une lutte intégrée élargie combinant le choix des variétés, des méthodes culturales dédiées au positionnement des intrants et avec une prise en compte renforcée de la physiologie végétale.
La grande diversité des sites engazonnés fait appel à l'excellence des gestionnaires qui ont pour défi de définir la gestion adaptée à chaque type de surface de jeu ou d'agrément.

Huiles essentielles

Activité anti-fongique d'huiles essentielles : que nous apprennent les tests en laboratoire ?

Jérôme MUCHEMBLED

Justine Jacquin, Karin Sahmer, Caroline Deweer
ISA Lille – YNCREA Hauts de France / Institut Charles Viollette
jerome.muchembled@yncrea.fr

Mots-clés : huiles essentielles, $CuSO_4$, $CI5_0$, *V. inaequalis, P. infestans.*

Une huile essentielle est un mélange de molécules issues du métabolisme spécialisé de plantes le plus souvent aromatiques, médicinales et à parfums. Toutes les plantes peuvent produire à faibles concentrations des huiles essentielles dans potentiellement tous leurs organes. Généralement produites par hydrodistillation, elles sont présentes partout dans notre société : agro-alimentaire, parfumerie/cosmétiques, hygiène/détergence, santé/bien être… En protection des cultures, quelques produits à base d'huiles essentielles sont utilisés depuis peu comme insecticides, fongicides ou inhibiteurs de germination pour des usages réglementés (ceux à base d'huile essentielle d'écorce d'orange, de girofle ou de menthe). Avant d'arriver formulées sur le marché, ces huiles essentielles ont dû bénéficier de R&D d'abord au laboratoire, puis au champ. Mais comment évaluer l'efficacité de ces substances naturelles ?

Nous proposons d'évaluer au laboratoire l'activité antifongique de plusieurs huiles essentielles grâce au calcul de l'indicateur $CI5_0$ issu d'une gamme de concentrations testées in vitro en microplaques. La miniaturisation des réponses des champignons en milieu liquide permet non seulement le traitement de nombreuses modalités mais aussi d'augmenter le nombre de répétitions intra- et inter-expérimentations afin d'atteindre une robustesse statistique. Les champignons utilisés sont 2 souches de *Venturia inaequalis* (Tavelure du pommier) et 2 souches d'un pseudo-fungi tel que *Phytophthora infestans* (mildiou de la pomme de terre). Les huiles essentielles testées sont celles de : eucalyptus, girofle, houblon, menthe, origan, sarriette, teatree et thym. Elles ont été caractérisées par CPG-SM. Un témoin sulfate de cuivre est utilisé comme référence. Huiles essentielles et sulfate de cuivre sont testées seules ou additionnées d'un adjuvant. Les résultats issus de 3 répétitions indépendantes montrent sur *Venturia inaequalis* que toutes les huiles essentielles testées (sauf houblon) ont une action anti-fongique supérieure ou égale à celle du sulfate de cuivre. Les huiles essentielles de girofle et d'eucalyptus sont les plus efficaces. Les 2 souches de *V. inaequalis* semblent avoir des sensibilités différentes à tous les produits testés (sauf houblon). Pour *P. infestans*, seule l'huile essentielle de girofle semble plus efficace que le sulfate de cuivre et il y a moins de différences de sensibilité aux produits entre les 2 souches utilisées. Les huiles essentielles additionnées de l'adjuvant ne sont globalement pas plus efficaces que les huiles essentielles évaluées seules.

La diversité des résultats obtenus au laboratoire est à mettre en relation avec la diversité biochimique des huiles essentielles et la diversité biologique des champignons, ce qui pourrait être intéressant à prendre en compte dans la conception et l'analyse des expérimentations au champ.

Huiles essentielles

Le diffuseur d'huile essentielle d'oignon, Psila Protect

Xavier Van BEGIN

Xavagri sprl/ bvba

Mots-clés : Psila Protect, huile d'oignon, *Psila rosae*.

➔ Vérifier l'efficacité du diffuseur d'huile essentielle d'oignon contre la mouche de la carotte, toutes variétés confondues sur deux essais menés en 2016 et 2017.

Résultats sur essais de 2016 :
Aucun dégât de mouche de la carotte n'a été observé autour du diffuseur, que ce soit sous filet ou non.
Sur la parcelle isolée, 25% de carottes ont été touchées.

Résultats sur essais de 2017 :
Parcelle avec le diffuseur – récolte et observations le 20 octobre 2017 : seulement 1,25% de dégâts ont été observés, et seulement sur la variété Atomic Red.
Parcelle témoin – récolte le 31 janvier 2018 : 7% des carottes sont touchées.
Les variétés les plus touchées sont : PurpleHaze et Colmar. La blanche de Kuttingen et la jaune du Doubs sont les moins sensibles à la mouche de la carotte.

Conclusions :
Le diffuseur semble avoir éloigné la mouche de la carotte.
Le diffuseur n'est plus efficace à 100m.
Les résultats obtenus en 2016 et 2017 montrent que le diffuseur d'huile essentiel d'oignon est efficace contre la mouche de la carotte.
De plus, on observe une sensibilité variétale. Sur la parcelle avec le diffuseur et sur la parcelle témoin, les variétés blanches de Kuttingen et la jaune du Doubs n'ont pas été touchées.

Photo 1: Dégâts sur carottes, crédit AgribioVar

Photo 2 : Diffuseur d'Huiles Essentielles, crédit AgribioVar

Huiles essentielles

Evaluation de l'effet fongistatique in vitro et in vivo d'extraits naturels formulés sur différents pathosystèmes

Thierry PICAUD[1]

Amaury Moens[1], Céline Kerkhofs[1], Sophie Serderidis[1], Michel Ducamp[2], Claude Herail[2], Claire Guillermet[3], Marie Odette Daribo[3], Jérôme Sainte Rose[3], Caroline Bonneau[4], Laetitia Porcher[4]
[1]MEDINBIO, [2]CIRAD Montpellier, [3]CIRAD Persyst, [4]Centre de R&D de VEGEPOLYS

Mots-clés : PNPP, HE, curatif, cercosporiose noire, tavelure, mildiou.

MEDINBIO a identifié dans la bibliographie scientifique des extraits végétaux ayant des effets contre plusieurs pathogènes fongiques entraînant d'importantes pertes de rendements : *M. fijiensis*-bananier, *V. inaequalis*-pommier et *P. viticola*-vigne.

Deux bioessais sur *M. fijiensis* réalisés par le CIRAD de Montpellier (test *in vitro* sur 4 souches du pathogène) et le CIRAD de Persyst (test *in vivo* en conditions de contaminations naturelles) ainsi qu'un bioessai sur *V. inaequalis et* un sur *P. viticola* réalisé par le centre de R&D de VEGEPOLYS ont permis de mettre en évidence l'efficacité d'une formulation ayant des propriétés antigerminatives ou les plus efficaces en préventif.

Dans le cas de *M. fijiensis*, les substances actives d'origine naturelle peuvent présenter un effet STOP (antigerminatif) avec une efficacité satisfaisante en conditions contrôlées et en conditions de contaminations réelles. Le timing d'application a aussi son importance, dans les conditions de contaminations réelles la formulation CL est appliquée une semaine après l'exposition des plantules au pathogène, l'efficacité du produit n'est donc plus de 100% comme observé dans le test *in vitro*. Contre *V.inaequalis*, ces substances peuvent présenter une action élicitrice ou un effet STOP (antigerminatif) avec une efficacité proche des produits conventionnels en conditions contrôlées. Le timing d'application est un facteur important de réussite. Enfin, les actifs formulés dans les produits ML, AG et KH ont montré sur vigne un effet éliciteur significatif, avec une efficacité remarquable pour le produit KH. Les substances du produit CL révèlent quant à elles des propriétés antigerminatives avec une efficacité non significativement différente du témoin conventionnel.

Sur bananier :

Produit	Origine des extraits
CL	Giroflier *(Syzygium aromaticum)*, cannelier *(Cinnamomum aromaticum)*, ajowan *(Trachyspermum ammi)*, huile de tournesol

Sur pommier :

Produit	Origine des extraits
Eau	/
KH	Chitosan, ortie *(Urtica dioica)*, prêle *(Equisetum arvense)*
TAV	Cannelier de Chine *(Cinnamomum aromaticum)*, origan *(Origanum vulgare)*, ajowan *(Trachyspermum ammi)*, ail *(Allium sativum)*, huile de tournesol
SCORE	Difénoconazole

Sur vigne :

Produits	Origine des extraits
Eau	/
ML	Prêle *(Equisetum arvense)*, ortie *(Urtica dioica)*, théier *(Camellia sinensis)*
AG	Lactosérum, algue *(Ascophyllum nodosum)*
KH	Chitosan, ortie *(Urtica dioica)*, prêle *(Equisetum arvense)*
CL	Giroflier *(Syzygium aromaticum)*, cannelier *(Cinnamomum aromaticum)*, ajowan *(Trachyspermum ammi)*, huile de tournesol
ETONAN	Phosphonates de potassium

Extraits végétaux

Evaluation viticole d'extraits de tannin de *Vitis vinifera* contre le mildiou : une étude à grande échelle

Arnaud LANOUE

Kévin BILLET, Guillaume DELANOUE, Ingrid ARNAULT, Sébastien BESSEAU, Audrey OUDIN, Vincent COURDAVAULT, Patrice MARCHAND, Nathalie GIGLIOLI-GUIVARC'H, Laurence GUERIN

Biomolécules et Biotechnologies Végétales, EA 2106, Université de Tours, Tours, France

Mots-clés : sarments de vigne, stilbénoïdes, agents de biocontrôle, *Plasmopara viticola, Vitis vinifera*

La lutte contre *Plasmopara viticola* en viticulture biologique nécessite des fongicides à base de cuivre ayant des effets nocifs sur la santé et l'environnement. Les extraits de plantes représentent une alternative bio-écologique au cuivre. Le but de cette étude était d'évaluer le potentiel de l'extrait de sarments de vigne, riche en stilbénoïdes, contre le mildiou sur trois cultivars, les trois années qui suivirent une infection naturelle par le mildiou. Dans tous les essais sur le terrain, les traitements par l'extrait de sarments de vigne ont montré une réduction moyenne de l'incidence de la maladie de -35% et de -38% sur les feuilles et les grappes, respectivement. La réduction moyenne de la gravité de la maladie était de -35% et de -43% sur les feuilles et les grappes, respectivement. Dans l'infection artificielle du mildiou, l'efficacité du GCE correspondait à 1 g L^{-1} de cuivre. Aucune phytotoxicité ni effet nocif sur la faune auxiliaire n'ont été observés après un traitement par extrait de sarments de vigne. Étant donné que peu d'agents de lutte biologique, voire aucun, ne sont actifs seuls contre *P. viticola*, l'extrait de sarments de vigne constitue une alternative prometteuse aux fongicides à base de cuivre. Les sarments de vigne, un sous-produit abondant de la viticulture, ont un grand potentiel de valorisation en tant qu'agent de biocontrôle pour une viticulture durable.

Extraits végétaux

Substance de base : *Castanea & Schinopsis* Tannins

Christophe ZAMBAUX

IAZ DEVELOPPEMENT

SASU IAZ DEVELOPPEMENT, 92370 Chaville

Mots-clés : Tanins, polyphénols, extrait végétal, nématicide, fongicide.

Castanea & *Schinopsis* Tannins est une nouvelle substance de base proposée dans le cadre de l'article 23 du règlement 1107/2009. Le dossier est en cours d'évaluation, son rapport technique a été publié par l'EFSA en janvier 2018 (doi:10.2903/sp.efsa.2018.EN-1363). Il est en attente de validation.

Les tanins naturels sont des composés synthétisés par toutes les plantes pour les aider à se préserver d'attaques pathogènes. C'est par exemple l'accumulation de tanins dans les cellules mortes du duramen des ligneux. La protection tient aux propriétés physico-chimiques particulières de ces substances ; la définition générique d'un tanin est sa qualité à se combiner avec l'albumine. Les tanins sont extraits et utilisés depuis de très nombreuses années en particulier dans le processus de tannage des peaux, plus récemment de nombreuses applications se sont développées tant en industriel qu'en alimentation humaine ou animale, dans ce cas les tanins aident à mieux gérer l'assimilation des protéines pour les ruminants avec des effets antiseptiques et nématicides.

Depuis 2010 un ensemble de travaux a été conduit par les partenaires de ce projet, IAZ DEVELOPPEMENT et SILVATEAM (Société Italienne producteur des extraits végétaux), pour identifier les extraits d'intérêt pour la protection des cultures et développer une mise en marché. Les travaux ont été réalisés en Italie en France et en Amérique du Sud. Ils ont abouti à la substance de base proposée, issue de l'association de deux extraits à base de tanins Hydrolysables (*Castanea* sp –Châtaigner) et de Tanins condensés (*Schinopsis* sp –Quebracho). Ces deux matériaux sont extraits mécaniquement sans autre solvant que de l'eau afin de garder au plus près leur qualité d'origine. Ils sont utilisés en Europe tant en applications alimentaires qu'industriels et à ce jour exempté de classification REACH. Le produit proposé est un concentré soluble (SL) à 40% de *Castanea* sp & *Schinopsis* sp Tanins (Formulation IAZ08).

La substance *Castanea* & *Schinopsis* Tannins possède une activité nématicide et fongicide des maladies du sol (*Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia minor*). Elle a été testée sur de nombreuses productions légumières en toute sélectivité. En maladie foliaire *Castanea* & *Schinopsis* Tannins offre un mode d'action qui peut compléter une stratégie de protection, c'est le cas en mildiou de la pomme de terre avec le cuivre. On note également une activité bactéricide (*Xanthomonas arboricola*) en culture de pêcher.

Extraits végétaux

Présentation d'une démarche expérimentale pour l'évaluation d'extraits végétaux dans la protection des cultures – Exemple de la tavelure du pommier

Anne DUVAL-CHABOUSSOU

CTIFL – La Morinière Station d'étude et d'expérimentation fruitière 37800 SAINT-EPAIN

Mots-clés : extraits végétaux, tavelure, *in vitro*, *in campo*.

L'utilisation d'extraits végétaux dans la gestion des maladies et ravageurs des cultures reste peu documentée et peu référencée à ce jour. Les expérimentations scientifiques sont principalement réalisées *in vitro* et *in vivo,* mais très rarement *in campo*. Les références les plus nombreuses sont dites « populaires » et sont largement détenues par les producteurs eux-mêmes (généralement en AB) ou par des formateurs. La recherche croissante de solutions alternatives à l'utilisation de pesticides dans la protection des cultures conduit depuis plusieurs années la communauté scientifique à se pencher sur l'évaluation de produits naturels tels que les extraits végétaux.

L'étude des extraits végétaux soulève des problématiques variées qui nécessitent l'évaluation de nombreux paramètres, notamment lors :

i) de la recherche d'une fabrication homogène et reproductible (qualité des plantes, identification des traceurs/principes actifs, rapport plantes/solvant, qualité de l'eau, température optimale, conservation …),

ii) du criblage des plantes étudiées (origine des plantes, sécurisation de l'approvisionnement),

iii) de l'application au champ (% de dilution dans la bouillie de traitement, rémanence, préventivité/curativité…).

Suite à l'expérimentation d'extraits végétaux sur plusieurs maladies et ravageurs des cultures, une approche méthodologie se dégage, dont les étapes principales sont : la réalisation d'un état de l'art de la littérature « populaire » et « scientifique », l'identification des composés phytochimiques et des modes d'extractions optimaux via notamment l'étude de la pharmacopée humaine, la réalisation d'analyses HPLC/GC, un criblage des extraits végétaux *in vitro et in vivo*, l'étude d'adjuvants et enfin l'évaluation *in campo*.

Cette approche expérimentale de l'étude des extraits végétaux sera présentée en prenant le cas de la principale maladie fongique du pommier : la tavelure.

Extraits végétaux

Utilisation du son de moutarde contre les ravageurs du sol

Stéphan PLAS[1] et Pascal LETOUZE[2]

[1]INVENIO ; [2]TERRIAL

« Pour et Sur le Plan Ecophyto » PSPE 2 - 2014 : Contribuer à l'essor du biocontrôle

TERRIAL 2 avenue de Ker Lann-CS 17228 - 35170 BRUZ

Mots-clés : moutarde, taupins, ravageurs du sol.

Le projet PROBIOTAUPIN a été réalisé entre avril 2015 et novembre 2018par Arvalis Institut du végétal (Chef de file), le CTIFL, l'ACTA, l'UMR DGIMI (Inra - Université de Montpellier II), la SONITO et les stations régionales légumes ACPEL, APREL, CEHM (SudExpé), Invenio avec pour objectif de proposer des stratégies alternatives de protection contre les taupins. Trois axes ont été envisagés : nématodes entomopathogènes, champignons entomopathogènes et substances naturelles insectifuges. Plusieurs solutions de biocontrôle ont donc été testées sur plusieurs cultures dont le son de moutarde.

Les modalités à base de son de moutarde, apporté à des doses de 2,5 à 3 T/ha ont montré des résultats variables :

- Maïs : un essai sur deux avec une efficacité proche d'une référence chimique mais sans différence significative avec le témoin (variabilité),
- Melon : pas d'efficacité sur les attaques sur fruits
- Pomme de terre : pas d'efficacité sur les attaques sur tubercules
- Asperge : une efficacité variable selon les années et les situations, tant sur les taupins que d'autres ravageurs du sol, mais qui ne semble pas aller au-delà de deux mois,

Le son de moutarde semble avoir un effet répulsif sur les ravageurs du sol pendant les deux premiers mois qui suivent son apport.

Extraits végétaux

Quassia amara – Lutte contre l'hoplocampe du pommier

Benjamin GANDUBERT

La Morinière Station d'étude et d'expérimentation fruitière 37800 SAINT-EPAIN

Mots-clés : hoplocampe, extraits végétaux, pommiers, larvicide.

Malgré sa qualification de ravageur secondaire, l'hoplocampe est en passe de devenir un sujet préoccupant pour les producteurs de pommes en agrobiologie. En effet, en cas de forte pression, cet hyménoptère peut causer de graves dégâts dans les vergers. Face à l'efficacité limitée des produits homologués en agriculture biologique, des essais sont menés depuis 2013 par La Morinière afin de tester la quassine, une substance extraite du *Quassia amara*, qui a prouvé son efficacité dans certains pays européens.

Après 3 années d'expérimentations, il est maintenant possible de dresser un premier bilan. La répétabilité et la constance des résultats obtenus confirment en effet l'efficacité de la quassine. Les applications réalisées ont systématiquement permis de réduire les dégâts de manière significative. Il est donc aujourd'hui possible d'établir des préconisations d'usage afin de maximiser l'efficacité des traitements. Il semble que 2 applications en fin de floraison (stade G-H) à une dose de 16 g/ha de quassine soient suffisantes pour maintenir l'infestation dans des proportions acceptables. Au regard des résultats obtenus, il est de toute façon invraisemblable que la quassine puisse atteindre une efficacité de 100 %. Enfin il est important de préciser que cette substance est à priori sans effet sur les pollinisateurs, ce qui constitue un avantage indéniable quant à son positionnement. Malgré les certitudes qui se dessinent, les essais seront toutefois poursuivis afin d'affiner nos références.

Extraits végétaux

Huile de Sésame adjuvante pour bouillie insecticide

Christophe ZAMBAUX

IAZ DEVELOPPEMENT

SASU IAZ DEVELOPPEMENT, 92370 Chaville

Mots-clés : adjuvant, insecticides, sésame, denrées stockées, synergie.

La société IAZ développement a déposé une demande d'AMM auprès de l'ANSES en août 2018 pour une préparation adjuvante pour insecticide à base d'huile de sésame sous le nom ZIMA EW. Cette demande fait suite aux travaux initiés par l'ITAB et SYNABIO en 2015 en vue de rechercher des alternatives au butoxyde de pipéronyle (PBO) comme synergiste des insecticides (pyrèthres naturels et pyrèthrénoïdes de synthèse).

La préparation contient 49,5% d'huile de sésame pur jus cru d'origine bio sans résidu de PBO et apporte aux Pyrèthres Naturelles un gain d'efficacité de plus de 30% en moyenne pour une utilisation contre les ravageurs des denrées stockées. Cette préparation a également démontré sa parfaite sélectivité en utilisation en traitement des cultures.

L'intérêt de développer une solution à base d'huile de sésame tient à sa nature originale dans mondes des huiles végétales. Les premiers travaux démontrant l'apport synergiques de l'huile de Sésame aux insecticides datent des années 40 (C.Eagleson May 1940 – patent US2202145). Des publications à la suite ont mis en évidence un mode d'action et le rôle de certains composés apparentés aux lignans (Sesamin, Sesamolin) aux propriétés anti-oxydantes. L'action de ces substances sur le cytochrome P450 responsable de la dégradation des substances exogènes dans la cellule a clairement été démontrée.

L'huile de sésame en solution adjuvante est une nouvelle substance naturelle pour aider la protection des cultures, ses caractéristiques d'extraits brut sans transformation autre que mécanique permet d'envisager d'utiliser ses propriétés anti-oxydantes dans les diverses stratégies de protection des cultures.

La dose adjuvante choisie a suivi la dose utilisée préalablement en PBO. Le ratio poids/poids était alors de 1 à 8 insecticide/PBO. Appliqué à l'huile de sésame, dans le cas des denrées stockées, pour une dose de pyrèthres naturelles d'environ 300 g pour 100 tonnes de grains stockés, la dose d'huile de sésame serait de 2400g pour 100 tonnes de grains stockés, soit une dose ajustée pour la préparation de 5 L pour 100 tonnes de grains stockés. La même approche a été conduite pour les traitements en végétation avec une dose de 0,4L/Ha de préparation adjuvante.

La préparation ZIMA EW à base d'huile de sésame pur jus cru représente une nouvelle opportunité pour la maitrise des populations de ravageurs. Après l'étape indispensable de validation réglementaire, la préparation pourra être évaluée dans la pratique de la protection des cultures biologiques avec les insecticides naturels disponibles.

Extraits végétaux

La maltodextrine, insecticide large spectre au mode d'action original

Mathilde ROGER

CERTIS EUROPE BV

5 Rue Galilée, 78041 GUYANCOURT CEDEX

Mots-clés : insecticide, substance végétale.

La maltodextrine est une substance active issue du monde végétal, obtenue à partir d'amidon chauffé et hydrolysé par des enzymes. Cet ingrédient est largement utilisé en agroalimentaire, cosmétique et pharmacologie. Depuis 2016, elle est également utilisée en France dans le domaine de la protection des plantes (matière active inscrite au 1107/2009 et AMM n° 2160114). Actuellement en cours d'évaluation pour son inscription à l'annexe II du règlement d'agriculture biologique (889/2008), elle est candidate aux substances faible risque (liste 2018/C 265/02) et le produit formulé (Eradicoat) est sur la liste biocontrôle (liste émise par la DGAL).

La maltodextrine est efficace sur les cibles de petite taille et peu mobiles telles que les pucerons, les acariens et les aleurodes. L'explication de son mode d'action (purement physique) et des conditions d'application essentielles à son efficacité (température, hygrométrie, volume d'eau), ainsi que des preuves de son efficacité sont présentées.

La maltodextrine est utilisée avec succès en Europe depuis plus de 15 ans dans certains pays, cependant, toujours pour des usages sous abris. Certis Europe travaille actuellement à son développement en plein champ, en particulier en arboriculture et maraichage dans un premier temps. Cela passe par une identification des cibles potentielles, mais aussi la compréhension des doses efficaces et des conditions climatiques optimales pendant et après l'application.

Impact environnemental de produits de biocontrôle (poster)

Mélina RAMOS[1,2,3], Marie-Virginie SALVIA[1], Delphine RAVIGLIONE[1], Mercè LLUGANY [2], Esther BADOSA[3], Emilio MONTESINOS [3], Cédric BERTRAND[1,4]

melina.ramos66@gmail.com

[1] *PSL Université Paris: EPHE-UPVD-CNRS, USR 3278 CRIOBE, Université de Perpignan*

[2] *Unitat de Fisiologia vegetal, Universitat Autonoma de Barcelona*

[3] *Center for Innovation and Development in Plant Health (CIDSAV), University of Girona*

[4] *AKINAO,Perpignan Cedex, France*

Mots-clés: produits de biocontrôle (PB), impact environnemental, temps de résilience, DAR.

Dans le contexte actuel de volonté générale de réduction des produits phytosanitaires conventionnels, l'utilisation de produits de biocontrôle (PB) est plébiscitée. Cependant nous manquons de références à la fois sur leur efficacité technique et sur leur profil éco-toxicologique. C'est dans ce cadre que s'inscrit le projet PALVIP (Protection Alternative des productions Végétales Interrégionales Pyrénéennes). Il associe des universités et des structures techniques basées en Catalogne et Roussillon pour évaluer les PB sélectionnés en développement chez les PMEs locales partenaires. Pour cela, les PB seront étudiés selon leur efficacité grâce à des essais en champs, leur impact environnemental et leur effet sur les plantes traitées.

Dans le cadre de ce projet, l'UPVD (Université de Perpignan Via Domitia) développe la partie « étude d'impact environnemental ». Jusqu'à maintenant, la méthode classique d'évaluation d'impact consiste à la détermination de la demi-vie ($t_{1/2}$). Cette méthodologie est peu adaptée aux mélanges souvent complexes que sont les PB. De plus le $t_{1/2}$ ne donne aucune information quant à la formation de produits de dégradation ainsi que les impacts des produits sur la biodiversité. Pour cela nous utiliserons l'approche « Environmetal Metabolic Footprinting » (EMF) récemment mise en place au laboratoire.

Nous avons choisi de travailler sur vigne et plus particulièrement sur le suivi des PB sur feuilles de vigne. L'approche EMF permet d'étudier le méta-métabolome de la matrice, c'est-à-dire à la fois le xénométabolome - qui englobe le produit de traitement et tous ses produits de dégradation – ainsi que le métabolome endogène à la matrice – qui englobe le métabolome microbien et celui de la plante – qui peut être perturbé en présence de PB. L'étude cinétique des EMF peut donc nous donner le temps de résilience du produit, c'est-à-dire le temps nécessaire à la dissipation du BP et de ses effets sur la matrice. Le délai avant récolte (DAR) pourra également être déterminé. Il correspond au temps nécessaire à la dissipation du xénométabolome (résidus).

Les vignes ont été traitées contre l'oïdium avec deux produits de biocontrôle fongicides : Akivi (Akinao) extrait de plante et Bestcure® extrait d'agrumes (Futureco Bioscience), ainsi qu'un produit de biocontrôle supposé stimulateur de défenses naturelles : *Bacillus* EPS (Université de Gérone) *Bacillus amyloliquefaciens*. Nous avons prélevé des feuilles à différents temps entre 2 traitements pour effectuer une cinétique de dégradation des produits. Nous avons optimisé les étape d'extraction et réalisé les analyses en LC-MS (chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse). Nos premiers résultats sur l'évolution du xénométabolome nous permettent d'observer une cinétique de dégradation des PB. Pour certains produits étudiés, ils semblent aussi nous montrer une résilience de la matrice feuille étudiée. Nous allons pousser plus loin nos analyses et l'étendre aux autres matrices du projet : peau de pêche, moût de raisin et sol.

Interreg POCTEFA PALVIP

Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE PRODUITS DE BIOCONTROLE

Ramos Mélina[1,2,3], Salvia Marie-Virginie[1], Llugany Mercè[2], Badosa Esther [3], Raviglione Delphine[1], Montesinos Emilio[3], **Bertrand Cédric[1,4]**

[1] *PSL Université Paris: EPHE-UPVD-CNRS, USR 3278 CRIOBE, Université de Perpignan, 52 Avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan Cedex, France*

[2] *Unitat de Fisiologia vegetal, Universitat Autonoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Spain*

[3] *Center for Innovation and Development in Plant Health (CIDSAV), University of Girona, Maria Aurèlia Capmany, 61, 17003 Girona, Spain*

[4] *AKINAO, 52 Avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan Cedex, France*

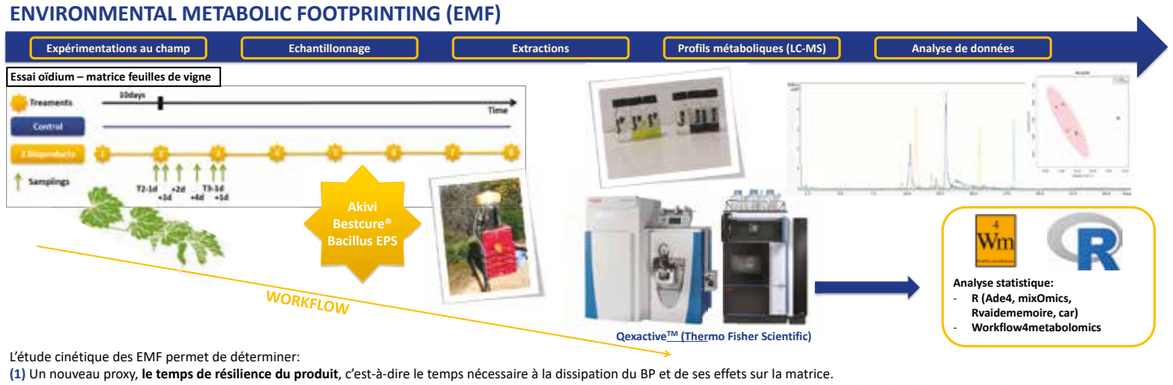
melina.ramos66@gmail.com

INTRODUCTION

Dans le contexte actuel de volonté générale de réduction des produits phytosanitaires conventionnels, l'utilisation de produits de biocontrôle (PB) est plébiscitée. Cependant nous manquons de références à la fois sur leur efficacité technique et sur leur profil éco-toxicologique. C'est dans ce cadre que s'inscrit le projet PALVIP (Protection Alternative des productions Végétales Interrégionales Pyrénéennes). Il associe des universités et des structures techniques basées en Catalogne et Roussillon pour évaluer les PB sélectionnés en développement chez les PMEs locales partenaires. Pour cela, les PB seront étudiés selon leur efficacité grâce à des essais en champs, leur impact environnemental et leur effet sur les plantes traitées.

Dans le cadre de ce projet, l'UPVD (Université de Perpignan Via Domitia) développe la partie « étude d'impact environnemental ». Jusqu'à maintenant, la méthode classique d'évaluation d'impact consiste à la détermination de la demi-vie ($t_{1/2}$). Cette méthodologie est peu adaptée aux mélanges souvent complexes que sont les PB. De plus le $t_{1/2}$ ne donne aucune information quant à la formation de produits de dégradation ainsi que les impacts des produits sur la biodiversité. Pour cela nous utiliserons l'approche « Environmetal Metabolic Footprinting » (EMF) récemment mise en place au laboratoire.

ENVIRONMENTAL METABOLIC FOOTPRINTING (EMF)



L'étude cinétique des EMF permet de déterminer:

(1) Un nouveau proxy, **le temps de résilience du produit**, c'est-à-dire le temps nécessaire à la dissipation du BP et de ses effets sur la matrice.

(2) Dans ce projet, **le délai avant récolte (DAR),** qui correspond au temps nécessaire pour n'avoir plus de différence (en termes de résidus) entre les échantillons traités et les témoins non-traités.

EXTRACTIONS

Pour chaque matrice du projet, le protocole d'extraction est optimisé.
Nous parlerons ici de l'essai oïdium: l'optimisation a été réalisée comme suit et le protocole a été mis au point (à droite).

Evaluation du rendement d'extraction 2 *vs.* 3:
1: feuilles non-traitées
2: feuilles traitées avec Akivi (Akinao)
3: biopesticide (Akivi) seul, il représente notre 100% de rendement

2 solvants d'extraction testés:
- Acétonitrile (*85% de rendement*)
- Méthanol (*50 % de rendement*)

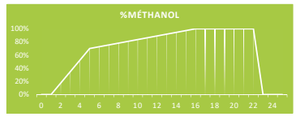
→ **L'acétonitrile extrait mieux les résidus**

Etapes d'extractions pour l'essai oïdium vigne

PROFILS MÉTABOLIQUES (LC-MS)

Les extraits sont analysés sur l'appareil UHPLC-HRMS Vanquish – Qexactive (Thermo Fisher Scientific) avec les paramètres:

- Colonne Polar C18 (Luna® Omega 1.6µm Polar C18 100 Å, 100 ×2.1 mm (Phenomenex))
- Elution Méthanol
- Gradient optimisé de 25min:

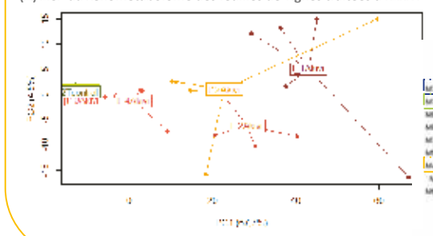


- Analyse de masse en mode: ESI +/-

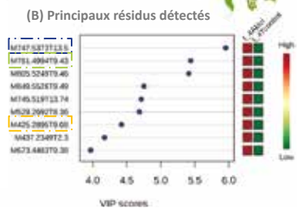
ANALYSE DE DONNÉES

Les profils métaboliques (EMF) de chaque échantillons sont transformés en matrices de données comparables les unes avec les autres grâce à la plateforme W4M.
Les métabolites présents dans les échantillons non-traités (témoins) sont retirés de la matrice totale pour étudier les résidus de traitement: le xénométabolome.
Les données sont ensuite traitées statistiquement pour mesurer la différence relative entre les points cinétiques (A).
Pour chaque point cinétique, les métabolites responsables de la différence avec le témoin sont sélectionnés (B) et après vérification nous pouvons en tirer les cinétiques de dégradation (C).

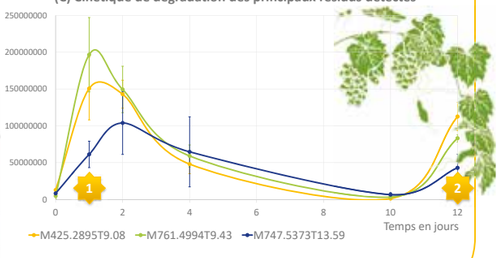
(A) ACP du xénométabolome des feuilles de vignes traitées à l'Akivi



(B) Principaux résidus détectés



(C) Cinétique de dégradation des principaux résidus détectés



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nous avons réalisé une étude de l'évolution des EMF après traitement sur des feuilles de vignes en conditions au champ.
Nous avons optimisé les étapes d'extraction et réalisé les analyses en LC-MS (chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse).
Nos premiers résultats sur l'évolution du xénométabolome nous permettent d'observer une cinétique de dégradation de l'extrait de plante étudié (Akivi).
Dans cette étude préliminaire, le DAR serait estimé entre 4 à 10 jours.
Nous allons pousser plus loin nos analyses et l'étendre aux autres matrices du projet : peau de pêche, moût de raisin et sol.

Restitution de projets Casdar sur les substances naturelles en protection des cultures

Option des stratégies de biocontrôle par la stimulation de l'immunité des plantes avec des applications d'infra-doses de sucres simples

ARNAULT I.[1], AVELINE N.[2a], BARDIN M.[3], BRISSET MN.[4], CARRIERE J.[5], CHOVELON M.[6], DELANOUE G.[2b], FURET A.[7], FREROT B.[8], LAMBION J.[6], ONDET S.[6], MARCHAND P.[5], DESMOUCAUX N.[9], ROMET L.[10], THIBORD JB[11], TROUVELOT S.[12].

[1]CETU Innophyt, Université de Tours, Fac Sciences et Techniques, avenue Monge, 37200 Tours
[2]IFV, Pôle Bordeaux-Aquitaine[a], Pôle Amboise[b]
[3]INRA Centre PACA, Unité de pathologie végétale, 67 allée des chênes, F84143 Montfavet
[4]IRHS - INRA - 49071 BEAUCOUZE Cedex
[5]ITAB, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex
[6]GRAB, 255 chemin de la Castelette, 84911 Avignon cedex 9
[7]ADABio, 95, route des Soudanières, 01250 Ceyzeriat
[8]INRAIEES UMR 1392Route de St Cyr, 78026 Versailles cedex
[9]Sileban, 19 route de Cherbourg, 50760 Gatteville le Phare
[10]CAPL, 84700 SORGUES
[11]Arvalis, Chemin de Pau - 64 121 Montardon
[12] UMR 1347 Agroécologie, AgroSup/INRA/uB, 21065 Dijon.

Mots-clés : lépidoptères, « priming », diagnostic moléculaire, composés volatils, pathogènes.

Introduction

Les sucres simples (mono ou disaccharides) sont reconnus comme des molécules de signalisation dans les plantes, capables d'activer les réponses de défense et ainsi d'augmenter leur niveau de résistance face aux bioagresseurs (Bolouri-Moghaddam et Van-den-Ende, 2012. J. Exp. Bot. 63:3989-3998 ; Trouvelot*et al.* 2014. Front. Plant Sci. 4:1-14 ; Arnault *et al.* 2016. Pest Manag. Sci. 72, 1901-1909). Il s'agit d'un nouveau concept de « SweetImmunity » ou défense liée aux sucres. Le projet USAGE (Onema, 2012-2014) a permis de développer une méthode de biocontrôle avec des applications exogènes foliaires d'infra-doses de sucres (glucose, fructose, saccharose) pour renforcer la préparation à la défense des végétaux contres certains

herbivores et pathogènes tels que les chenilles de lépidoptères ravageurs (pyrale, carpocapse), des insectes piqueurs suceurs (thrips, cicadelle), des oomycètes (mildiou de la vigne), et d'ainsi réduire les doses d'intrants ou augmenter les efficacités existantes. Les effets sont parfois reproduits au champ et au laboratoire et davantage marqués avec le saccharose et le fructose, lors des pressions de nuisibles faibles à modérées et sur des cultures pérennes. Leur effet protecteur n'est que partiel et pose souvent des problèmes de répétabilité dans le temps et d'une parcelle à une autre (Arnault *et al.* 2015. Innov. Agro. 46:1-10). Sur la base de ces résultats et de l'homologation du saccharose et du fructose en substances de base en 2014 et 2015, les partenaires du projet SWEET (Casdar, 2015-2019) soutenu par le RMT ELICITRA ont poursuivi les essais contre des nuisibles, essentiellement des lépidoptères ravageurs, de la tomate, la vigne, du maïs et du pommier. Différentes stratégies à base de sucres seuls ou en association avec d'autres produits ont été testées afin d'améliorer les protections des cultures. De plus, des bio-essais en conditions semi-contrôlées ont permis d'apporter des éléments réponses des effets de l'application des sucres sur l'activation des gènes de défense et sur la modification de la « signature chimique » du pommier. Cette synthèse a été établie avant la fin du projet (30 juin 2019), des conclusions complémentaires seront apportées par la suite.

Essais contre *Cydia pomonella*

En agriculture biologique

Les objectifs ont été d'évaluer le fructose et le saccharose seuls ou en association à 0,1g/l (100 ppm) chacun à différentes cadences, en complément ou non d'une protection à base de virus de la granulose sur d'autres variétés de pommes.

Les vergers d'expérimentation sont situés au nord des Bouches-du-Rhône, tous en confusion sexuelle.15 stratégies à base de fructose ou saccharose seuls ou en association 0,1g/l ont été conduites sur 3 variétés Gala, Akane, Golden.

On observe une diminution des dégâts ou aucun effet (figure 1). La droite indique la zone de neutralité, c'est à dire sans effet des sucres sur les dégâts. Au-dessus de la droite, il n'y a pas d'effet des sucres contrairement au bas de la droite où les sucres permettent de diminuer les dégâts par rapport au témoin non traité.

La stratégie d'association du fructose et du saccharose à 0,1g/l tous les 21 jours est la plus adaptée quel que soit la variété ou la pression. Le pourcentage moyen d'efficacité Abbott de cette stratégie est de 46% contre 23% pour les applications de virus de la granulose (figure 2). Il faut cependant noter une variabilité dans les résultats qui est probablement reliée au niveau de pression du carpocapse.

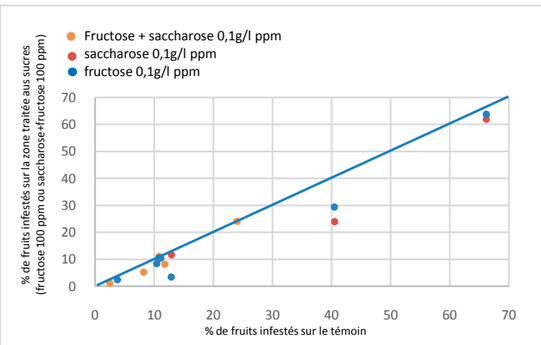


Figure 1. % de fruits infestés desarbres traités avec les sucresen comparaison avec celui des arbres non traités

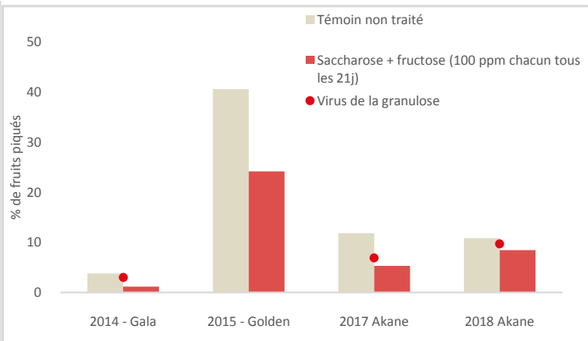


Figure 2. % de fruits piqués selon les variétés et l'année.

En protection fruitière intégrée

Les expérimentations ont été réalisées sur un verger commercial de pommes de la variété Granny Smith® planté en 1999, dans la région d'Orange (84). Les observations du pourcentage de pommes piquées par le carpocapse des pommes ont été réalisées à la fin de chaque génération du ravageur et à la récolte dans l'ensemble des 4 blocs que composait le dispositif randomisé.

Sur l'ensemble des essais depuis 2013, le gain d'efficacité de l'ajout des sucres au traitement chimique de référence est d'environ 23% (figure 3). Les sucres ont accompagné la diminution des doses de produits par une compensation partielle. En 2 ans de tests, le programme allégé de moitié mais renforcé avec les stratégies de sucres a remonté les efficacités jusqu'à 82% et 90% du programme « classique » (figure 4). Les sucres ont accompagné l'espacement des traitements par une compensation partielle, aléatoire et jugée moins performante que l'option précédente.

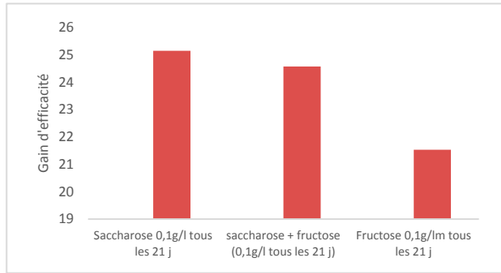


Figure 3. Gain d'efficacité par rapport à la protection chimique en fonction de l'ajout du type de sucre

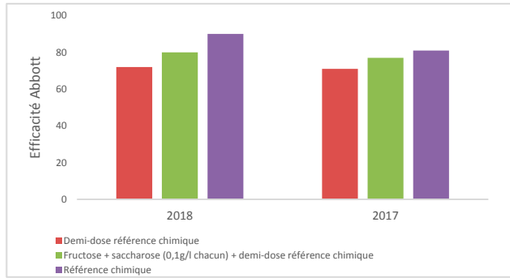


Figure 4. Efficacité des stratégies de doses réduites de référence avec

En conclusion, l'association de fructose et du saccharose à 0,1g/l permet de renforcer la protection chimique de référence mais la réduction de cette dernière à la moitié avec les sucres ne permet pas d'arriver à la même efficacité que la référence. La réduction à ¼ représente une possibilité mais non testée dans le projet.

Effets physiologiques de l'application des sucres en conditions contrôlées sur pommiers

- ***Induction des gènes de défenses du pommier avec l'outil qPFD***

Les tests ont été conduits en serre, en conditions semi-contrôlées sur des semis de pommier (Golden Delicious). Les niveaux d'expression de 28 gènes de défense ont été suivis par qPCR (SYBR Green) à l'aide de l'outil qPFD (Brisset et Dugé de Bernonville, 2011 ; brevet WO/2011/161388).

Les différents essais montrent que l'induction des défenses par le mélange d'infra-doses de sucres s'est révélée variable contrairement à celle observée avec le Bion®. En effet, les deux premiers essais ont montré une activation nette et prometteuse de certains gènes de défense liés à la voie de l'acide salicylique par le mélange fructose + sucrose à 0,1g/l (assez similaire à celle observée pour le Bion®), alors que les deux suivants ont plutôt mis en évidence une activation modérée des voies de l'acide jasmonique et de l'éthylène. Cette différence de profil d'expression des défenses entre les deux séries d'expériences est difficilement explicable et le sujet mériterait d'être approfondi par des expériences complémentaires.

Si le mélange de sucres à 0,1g/l semble capable de moduler les défenses du pommier, aucun effet des sucres seuls n'a été observé. De même, aucun effet de potentialisation ou « helper » n'a été mis en évidence, que

ce soit par l'application d'H202 succédant aux applications de sucres, ou de sucres succédant à l'application de Bion®, ou encore de Bion® succédant à l'application des sucres.

- ***Microbiote et émission des composés volatils lors de l'application des sucres***

De nombreuses études ont démontré l'importance du microbiote des plantes dans la croissance et la santé de ces dernières. La modification du microbiote des feuilles (ou phyllosphère) de pommier en réponse à l'application du mélange des sucres et du Bion® a été analysée en comparant les compositions taxonomiques des communautés bactériennes et fongiques après traitement.

L'étude de l'effet du mélange fructose + sucrose sur le microbiote associé à la phyllosphère du pommier a révélé que cette association de sucres n'impacte pas de manière significative la richesse ou la diversité qu'elle soit bactérienne ou fongique. Malgré tout, la composition en taxons bactériens semble influencée par ces traitements (aux deux concentrations testées, 0,1g/l et 1g/l) et certains taxons subissent des variations importantes dans leurs abondances (diminution, enrichissement) par comparaison avec les témoins issus de plantes traitées à l'eau. Ces effets sur les communautés bactériennes suite à la pulvérisation des mélanges de sucres sont similaires à ceux observés après application du Bion®.

Les différences observées entre essais révèlent cependant une importante variabilité inter-répétition, vraisemblablement due à des différences initiales de composition entre communautés bactériennes et fongiques associées à la phyllosphère. La différence significative d'abondance relative de l'ordre des Sphingomonadales observée dans le second essai est une observation intéressante. En effet, certaines souches de Sphingomonas isolées de la phyllosphère *d'Arabidopsis thaliana* permettent de diminuer la colonisation de l'agent phytopathogène *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000. L'isolement de souches apparentées au genre Sphingomonas pourrait permettre de tester un éventuel effet protecteur de ces souches vis-à-vis d'agents pathogènes aériens du pommier.

Les plantes traitées avec les sucres et le BION émettent des COV différents soit par leur nature, soit par leur quantité. Un mécanisme modifiant les COV après traitements aux sucres est donc envisagé. On différencie le traitement des sucres à 0,1g/l qui donne des effets très variables contrairement au mélange 1g/l qui donnent des répétitions homogènes. En revanche, ce dernier mélange de sucres à 1g/l produit moins de COV que le BION. Concernant le type de COV avec les traitements sucres, les résultats sont similaires à 2016 avec la présence de COV légers et des terpènes.

Essais en viticulture

Contre le mildiou

Les essais se sont déroulés sur deux vignobles : l'un en Aquitaine sur Merlot et l'autre en Savoie-Isère sur Jacquères et Gamay.
Ces essais ont subi différents aléas climatiques selon les régions : gelée noire en Aquitaine en 2017, absence de mildiou en 2016 et 2018 dans les Alpes. La synthèse a été faite en regroupant les essais réalisés sur Usage et Sweet, soit 7 essais. L'objectif était d'évaluer l'efficacité du fructose à 0,1g/l ppm avec des doses réduites de cuivres sous différentes formes. L'ajout de fructose 0,1g/l permet d'augmenter l'efficacité d'une dose réduite de cuivre sous forme hydroxyde (1/4) d'environ 37% (figure 5). Nous avons noté une variabilité dans les effets (figure 6). L'intensité de cet effet diminue avec la pression croissante de mildiou. L'augmentation de doses de fructose diminue cet effet bénéfique. Par ailleurs, le mélange des deux sucres n'apporte pas d'intérêt supplémentaire.

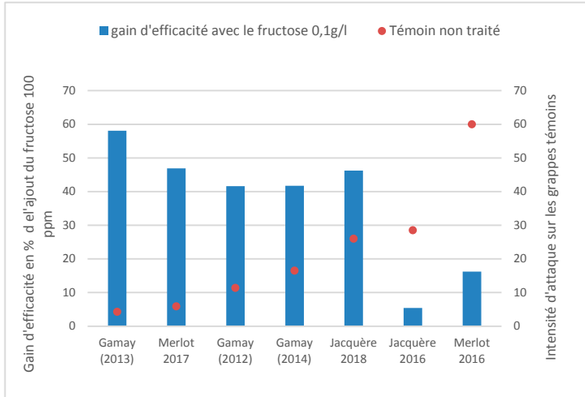


Figure 5. Gain d'efficacité sur les grappes avec l'ajout de fructose à une dose réduite de cuivre. Le témoin non traité fait référence la pression mildiou sur les grappes.

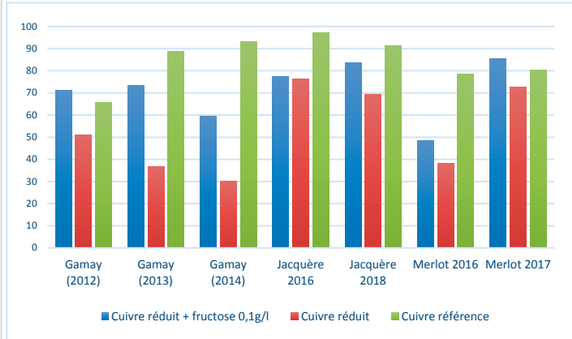


Figure 6. Efficacité sur les grappes avec l'ajout de fructose par rapport à une dose réduite de cuivre et la référence chimique

En complément, des bio-essais en conditions contrôlées sont actuellement en cours afin de déterminer si les applications de fructose à 0,1g/l agissent sur les gènes de défenses sur vigne (cépage Marselan) et/ou sur les gènes liés à la physiologie.

Contre le black rot

Lors du projet USAGE (2012-2015), le fructose appliqué en continue sur la saison semble avoir un effet bénéfique sur la protection du feuillage mais un effet négatif sur la protection des grappes : hypothèse d'une efficacité en début de cycle mais défavorable en fin de cycle. Un essai est positionné sur Jacquère en Savoie avec des stratégies cuivre et soufre visant le black rot, incorporant des sucres et d'autres alternatives (prêle, vinaigre). Sur les trois années, on retrouve en commun 3 modalités : M1 le Témoin non Traité, M2 la Référence Bio à dose « forte) et M3 : une stratégie bio à dose réduite. Les autres modalités découlent de cette modalité 3 avec ajout de produits alternatifs.

On constate que les millésimes ne se ressemblent pas : 2017 a été à forte pression black rot alors que 2016 et 2018 beaucoup moins. On a pu noter que le fait d'augmenter les doses n'apportait rien (corroboré par d'autres essais notamment mildiou) en revanche, le fait d'associer le fructose et le saccharose semble bénéfique contre le black Rot avec notamment, en 2017, année à forte pression, une très bonne efficacité de la stratégie à dose réduite associée à un mélange de fructose + saccharose à 0,1g/l chaque sucre, voire supérieure à la référence à forte dose. Pour le fructose seul, on a une réponse satisfaisante en 2016 mais une nette détérioration de l'efficacité en 2018.

Contre la cicadelle de la flavescence dorée

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'application de sucres sur les populations de *Scaphoïdeus titanus,* cicadelle vectrice de la Flavescence dorée, maladie à phytoplasme et classée comme maladie de quarantaine de la vigne. Les essais réalisés sont dans la continuité du projet USAGE. Ils se sont déroulés dans deux régions différentes (Provence et Savoie).

Selon l'année, trois ou quatre applications de sucres ont été pulvérisées sur les vignes, au moment où les cicadelles étaient au stade jeune larve (L2-3), époque correspondant au premier traitement insecticide obligatoire (maladie de quarantaine à lutte obligatoire). Les modalités étudiées durant le projet ont concerné la dose de sucre (0,1g/l ou 0,5g/l), la qualité du sucre (saccharose, fructose seul ou en mélange), sucre seul ou associé à un pyrèthre naturel (insecticide homologué).

De manière générale, durant les trois années d'observation, les populations initiales de cicadelle ont été très fluctuantes et hétérogènes, ne permettant pas mettre en évidence des différences statistiques entre les modalités comparées. En 2018, les niveaux de populations observés sont très faibles : 1 à 5 formes larvaires pour 100 feuilles observées à Mazan (84). Les comptages larvaires ne sont pas en adéquation avec l'évolution des populations adultes captées par les pièges engluées et chromatiques (figure 7).

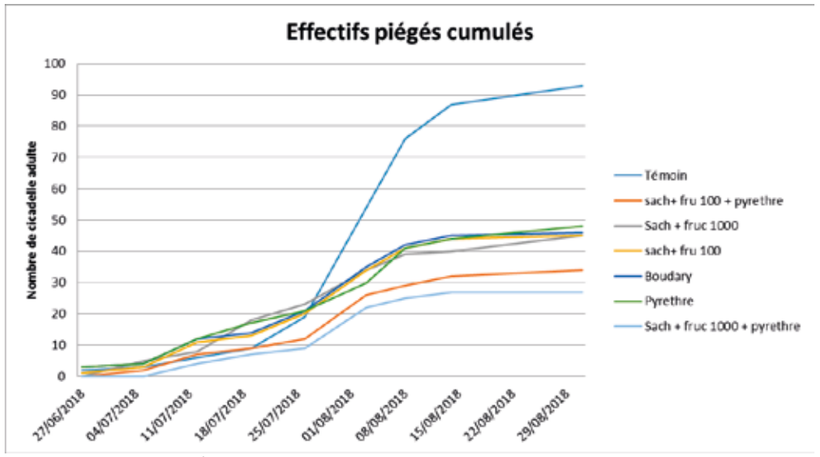


Figure 7. Évolution des populations de cicadelles adultes à Mazan (84) en 2018

Néanmoins, il semble que le mélange saccharose + fructose semble avoir plus d'effet que chaque sucre utilisé seul ; l'ajout de pyrèthre naturel semble renforcer l'action sur les populations du vecteur. La difficulté rencontrée a été de visualiser les formes mobiles de cicadelle (surtout en 2018), comptage rendu aléatoire en fonction des conditions météorologiques.

En Savoie les essais ont eu lieu à Saint Jeoire prieuré sur Jacquère puis à Lucey sur Altesse en 2018. La première année, les parcelles élémentaires ont été de très grande taille afin de pallier aux recolonisations de l'extérieur. En revanche, il n'y avait pas de répétitions ce qui n'a pas permis d'apporter de conclusions : le biais de population de cicadelles s'étant maintenu du début à la fin de l'essai (TNT avec la population la plus faible)
En 2017 et 2018, nous avons testé l'association de fructose et saccharose à diverses concentrations avec et sans Pyrevert au T1 (traitement obligatoire FD), la référence de traitement est constituée de deux Pyrevert (T1 et T2).

Les populations des deux années sont complétement différentes. Sur les fortes populations de 2017, on note peu d'impact des traitements alternatifs par rapport au témoin (à signaler que à la notation précédente, les populations étaient beaucoup plus faibles) voire des populations plus importantes. En 2018, sur populations plus faibles, on observe des résultats intéressants, notamment sur les modalités à Fructose + saccharose à 0,5g/l ppm (avec ou sans Pyrévert).

Les sucres en maraîchage

Sur tomate contre *Oïdium neolycopersici* et *Botrytis cinerea*.

L'objectif du travail a été d'étudier certains facteurs de l'efficacité protectrice de sucres contre deux bioagresseurs majeurs de la tomate, *Oidium neolycopersici* et *Botrytis cinerea*.

Trois pistes d'amélioration de l'efficacité d'un mélange sucrose-fructose ont été explorées au cours de ce projet : le mode de traitement (pulvérisation foliaire vs. traitement racinaire), le génotype de tomate et le greffage de la plante.
Des tests ont été mis en place en conditions contrôlées pour évaluer l'efficacité de l'application des sucres au niveau racinaire et foliaire sur une variété de tomate vis-à-vis d'*O. neolycopersici* et *B. cinerea*. Le périmètre d'action de ces sucres en pulvérisation foliaire a ensuite été évalué sur une dizaine de variétés de tomate et sur une variété de tomate greffée.
Quelles que soient les conditions testées, aucun effet protecteur des sucres n'a été mis en évidence contre *B. cinerea*. Contre l'oïdium, l'effet protecteur est partiel et il est modulé par le génotype de la plante et par le greffage.
L'efficacité protectrice des sucres a ensuite été évaluée sous deux abris tunnels dans des conditions proches des conditions de production commerciales de la tomate par application des traitements sur 3 variétés de tomate. Le traitement réalisé au niveau racinaire (en pépinière) n'apporte aucune protection vis-à-vis de l'oïdium. Les traitements par pulvérisation foliaire (en production) génèrent des effets contrastés selon les tunnels (figure 8) avec un effet protecteur significatif vis-à-vis de l'oïdium pour la variété Clodano dans un tunnel (36% de protection) et une absence d'effet des sucres dans l'autre tunnel.

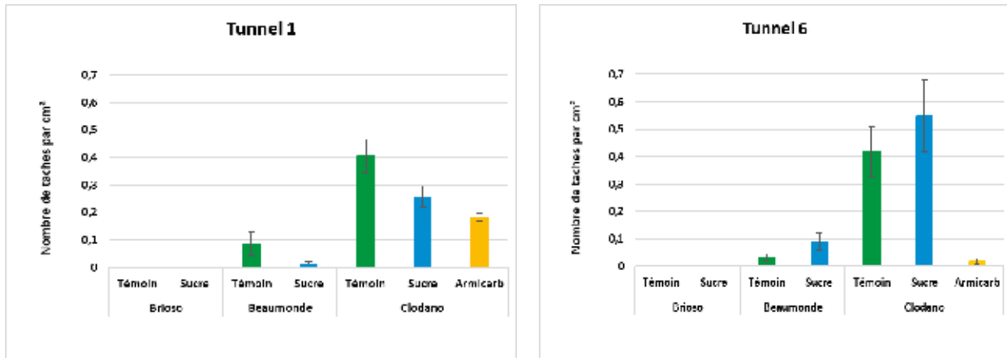


Figure 8. Effet de la pulvérisation du mélange saccharose/fructose (1g/l pour chaque sucre) sur l'intensité de l'oïdium (en nombre de colonies/cm^2 de feuille) sur 3 variétés de tomate

Contre *Tuta absoluta* sur tomate

Tuta absoluta, Lépidoptère dont la larve vit en mineuse, attaque les cultures de tomate en France avec des pertes pouvant atteindre 100% de la récolte. Les solutions de contrôle actuellement disponibles étant insuffisantes, il est nécessaire de trouver une réponse fiable, respectueuse de l'environnement. L'objectif des essais présentés a été de tester une stratégie de gestion, basée sur l'application de stratégies de fructose de saccharose en complément du *Bacillus thuringiensis*.

Entre 2016 et 2018, le fructose et le saccharose ont été testés seuls ou en mélange, éventuellement associés au *Bacillus thuringiensis*, à deux concentrations faibles (0,1g/let 1g/l). En 2016, il apparaît que les modalités à base de sucres à 0,1g/l apportent une protection faible ou inexistante quand les sucres sont appliqués seuls. Le mélange des deux sucres semble un peu plus intéressant. Pour la suite du projet, les travaux concernent la concentration plus forte, de 1000 ppm.

Dans les conditions d'attaque tardive et modérée de 2017, *Bacillus thuringiensis* reste la modalité la plus efficace, avec cependant des niveaux d'efficacité insuffisants (50% sur la dernière récolte). Le mélange saccharose + fructose à 0,1g/l (chaque sucre) ne fournit aucune protection sur feuilles ou sur fruits. Le mélange saccharose + fructose à 1g/l (chaque sucre) semble avoir apporté une légère protection,

notamment en fin de culture. L'ajout au Bt du mélange de sucres à 1g/l permet d'améliorer l'efficacité du traitement de 52% à 60%.

En 2018, les niveaux de piégeage ont été plus importants qu'en 2017. Sur fruits, les attaques ont été tardives mais elles ont ensuite fortement progressé. Dans ces conditions de pression forte ravageur, les traitements Bt ont apporté une protection d'environ 40%, ce qui n'est pas très satisfaisant. L'association fructose et saccharose à 1g/l avec du Bt a apporté la meilleure protection, d'environ 60%.

Le mélange des deux sucres à 1g/l permet d'augmenter l'efficacité du *Bacillus thuringiensis* pour gérer Tuta. Appliqués seuls, les sucres sont inefficaces en protection contre la mineuse.

Contre les lépidoptères ravageurs du chou-fleur et de la salade (*Pieris brassicae, Mamestra brassicae, Autographa gamma*)

3 essais ont été conduits sur 1 site (Val de Saire en Normandie) sur salade (variété Anandra : plantation en juillet) et sur chou-fleur (variété Dexter : plantation en juillet – récolte en octobre).

Traitements : Traitements pré-plantation aux sucres ou à l'eau (sucres : fructose + saccharose 1g/l) - Puis Traitements post-plantation : produits conventionnels seuls, produits AB seuls, sucres associés avec des produits conventionnels (dose réduite), sucres associés avec des produits AB, traitements aux sucres seuls.

Les traitements aux sucres ont été réalisées tous les 5 à 14 jours selon les cultures et la pression lépidoptère de l'année.

Les observations ont porté sur le pourcentage de plantes présentant des dégâts de lépidoptères en cours de culture et à la récolte. Notations de rendements commercialisables à la récolte (poids parés, pourcentage commercialisable, catégories commerciales) pour chaque espèce selon leurs critères de commercialisation.

Sur chou-fleur, en 2016 et 2017, la pression était faible et les meilleurs résultats ont été obtenus avec les stratégies de protection conventionnelle et AB. Cependant en 2017, le programme sucres seuls permet une meilleure protection que le TNT de façon significative. Et en 2016, les résultats montrent que l'application de sucres pourrait favoriser la présence du ravageur. Cependant, les années suivantes, ces résultats ne sont pas vérifiés. En 2018, avec une forte pression lépidoptère, le témoin non traité ne se différencie pas significativement des autres modalités. Ainsi, l'intérêt des sucres dans la protection contre les lépidoptères n'a pas été mise en évidence. De plus, il n'y a pas eu d'effet négatif des sucres observé.

Sur les salades, en 2016, l'application de sucres post plantation n'a montré aucun effet positif sur la résistance des plantes aux lépidoptères. La faible pression lépidoptère en 2017 ne permet pas de conclure sur l'efficacité des sucres. En 2018, aucun effet positif ou négatif sur l'utilisation des sucres dans la lutte contre les lépidoptères en culture de salades n'a été observé avec une faible présence de larves vivantes sur l'essai et un faible pourcentage de salades touchées après parages des salades. Ainsi, l'intérêt des sucres dans la protection contre les lépidoptères n'a pas été mise en évidence. Les observations en cours de culture montrent un potentiel effet attractif des sucres pour les lépidoptères (en 2018 seulement).

Les sucres contre les ravageurs telluriques et aériens du maïs

De premiers essais avaient mis en évidence l'intérêt d'application d'infra-doses de sucre pour la protection contre la pyrale du maïs. Les travaux ont été approfondis dans le but de caractériser les conditions favorables à l'efficacité des sucres pour la protection du maïs contre ce ravageur cible et les essais ont été élargis à d'autres ravageurs cibles du maïs, mais aussi à des ravageurs de céréales à paille.

Au cours du projet, 5 essais réalisés sur cultures de maïs (maïs grain, semence ou doux) ont subi des attaques significatives de pyrale du maïs. L'analyse de l'ensemble des résultats disponibles permet d'observer une efficacité des modalités à base de saccharose dans les situations à faible pression d'attaque de pyrale du

maïs. En revanche, l'efficacité n'est pas systématique (2 situations sur 7 avec une efficacité nulle) et elle décroit très rapidement pour devenir insignifiante dès que les populations de pyrale du maïs atteignent des niveaux significatifs (plus d'une larve par plante dans le témoin) (figure 9).

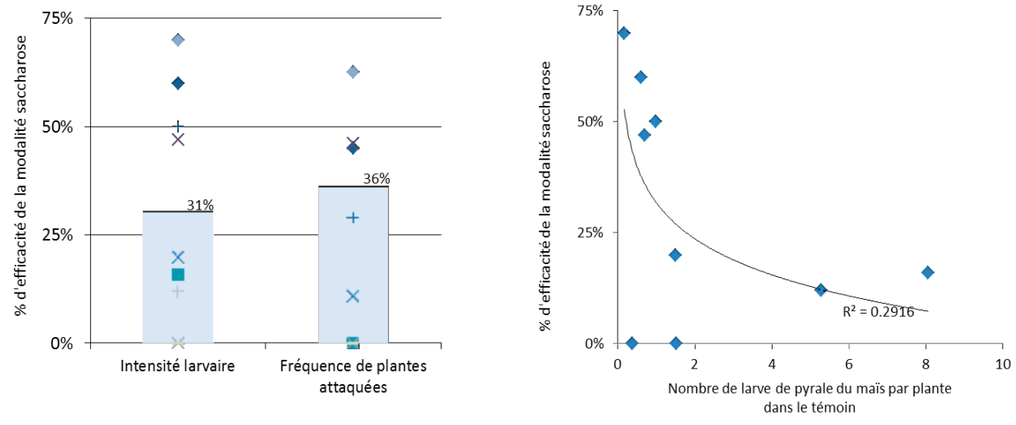


Figure 9. Efficacité de la modalité à base de saccharose pour la protection contre la pyrale du maïs

Des essais réalisés en situation exposée à d'autres ravageurs aériens du maïs (sésamie, héliothis, cicadelle *Zyginidia scutellaris*) n'ont pas permis de mettre en évidence de bénéfice de l'application des sucres. En revanche, des essais visant à étudier l'intérêt de sucres ont été réalisés en situations exposées à des ravageurs telluriques (nématodes, taupins, scutigérelles). D'une façon générale, l'apport de fructose au stade jeune apporte régulièrement un léger bénéfice dans le niveau de protection même si celui-ci est souvent difficile à percevoir compte tenu de la variabilité expérimentale. Aucun bénéfice de l'apport de saccharose n'a pu être mis en évidence vis-à-vis des pucerons d'automne ou de cécidomyie orange sur céréales à paille.

Conclusions

SWEET a permis de cadrer certaines stratégies à base de sucres. Ces premières conclusions permettent d'envisager l'utilisation des sucres dans certaines filières (tableau 1) car les tendances d'efficacité, c'est à dire l'intérêt positif, restent stables. D'autres essais comme la cicadelle de la flavescence, les lépidoptères du chou-fleur où le mélange des sucres paraît intéressant dans la protection des cultures méritent d'être approfondis avant de conseiller une stratégie aux professionnels. Des fiches techniques de synthèse sont en cours de rédaction et seront diffusées à la fin du projet (2020).

Culture /cible	**Mildiou - vigne**	**Carpocapse- pommier**	***Tuta absoluta*- tomate**	**Pyrale - maïs**
Stratégie optimale à base de sucres	Fructose 0,1g/l avec la stratégie habituelle du cuivre (100 à 150g/ha)	Saccharose 0,1g/l ppm + fructose 0,1g/l tous les 21 jours	Saccharose 1g/l + fructose 1g/l en complément du Bt	Saccharose 1g/l 3 à 4 applications

Tableau 1. Stratégie d'intérêt de biocontrôle à base de sucres par culture et bioagresseur

Nous sommes par ailleurs toujours confrontés une variabilité dans les observations : la sensibilité de la variété au bioagresseur, la variété, les micro-organismes épiphytes sont des paramètres d'efficacité. Cette variabilité d'efficacité des produits de biostimulation ou SDN, du labo au champ, ou au même champ, sont des phénomènes connus mais restent non expliqués. La perméabilité cuticulaire doit y jouer un rôle fondamental. Les sucres pénètrent par les stomates qui sont des organes de régulation des échanges gazeux et de la pression osmotique. Le nombre de stomates varient en fonction des variétés et de la face foliaire. Les tomates sont en général sur les faces inférieures, plus difficilement mouillables, ce qui protège la plante du dessèchement. La pénétrabilité des produits est donc soumise aussi à la densité des stomates sur la face supérieure et celle-ci est difficilement contrôlable. Une perspective post-projet serait de tester ces mêmes stratégies en formulation avec des mouillants afin de faciliter la pénétration des sucres par les stomates de la face supérieure, et de peut-être stabiliser les efficacités.

Références

I. Arnault, Nadia Lombarkia, Sophie-Joy Ondet, Lionel Romet, Jacques Auger, Imene Brahim, RahmaMeradi, ArdjounaNasri and Sylvie Derridj, 2016. Foliar applications of micro-doses of sucrose to reduce codling moth *Cydia Pomonella* l. (lepidoptera, tortricidae) damages on apple tree. Pest Management Science 2016; 72: 1901–1909, DOI 10.1002/ps.4228

I. Arnault, A. Furet, A.-C Kasprick, A. Mançois, M. Chovelon, S. Derridj, 2016. Lutte contre le mildiou. Possibilités de réduction des doses d'intrants avec du fructose. Revue des Œnologues, n°161, 46-47

I. Arnault, M. Bardin, S. Ondet, A. Furet, M. Chovelon, A.-C Kasprick., P. Marchand, H. Clerc, M. Davy, G Roy, L. Romet, J. Auger, A. Mançois, S. Derridj. Utilisation de micro-doses de sucres en protection des plantes. Innovations Agronomiques, Vol 46, 2015

MR.Bolouri Moghaddam, W.Van den Ende, 2013. Sweet immunity in the plant circadian regulatory network. Journal of Experimental Botany 64(6), 1439-49.

MR.Bolouri Moghaddam, W.Van den Ende, 2012. Sugars and plant innate immunity. Journal of Experimental Botany, 63 (11), 3989-98.

T.Duge de Bernonville,M.N. Brisset, 2011.Dispositif pour déterminer ou étudier l'état de stimulation des défenses naturelles de plantes ou parties de plantes appartenant à la famille des Rosaceae. WO/2011/161388

S.Trouvelot, MC.Héloir, B.Poinssot, A.Gauthier, et al., 2014. Carbohydrates in plant immunity and plant protection: roles and potential application as foliar sprays. Front. Plant Sci., 04, 1-14.

Production durable d'extraits naturels biocides de deux Pipéracées à La Réunion

J.-P. Deguine[1], T. Atiama-Nurbel[2], H. Beaudemoulin[3], J. Carrière[4], A.M. Cortesero[5], E. Dorla[6], J. Fillâtre[2], J.F. Ginglinger[7], R. Graindorge[2], I. Grondin[6], A. Ligonière[2], P. Laurent[6], P. Marchand[4], G.Tostain[8]

[1] Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UMR Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical (PVBMT) – F-97410 Saint Pierre, La Réunion

[2] Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et Horticole (ARMEFLHOR) - 1 Chemin de l'IRFA, 97410 Saint-Pierre, La Réunion

[3] Société Horticole de Bassin Plat (SHBP) - 31 chemin de la Croix de Jubilée, 97410 Saint-Pierre, La Réunion

[4] Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB) 149, rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12, France

[5] Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes (IGEPP), UMR INRA 1349, Université de Rennes 1 - 263 Avenue du Général Leclerc, CS 74205, 35042 Rennes cedex, France

[6] Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA), Université de La Réunion - 15, avenue René Cassin - CS 92003 - 97744 Saint-Denis cedex 9, La Réunion

[7] Plant Advanced Technologies (PAT) - 19 av de la Forêt de Haye, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France

[8] Pôle de compétitivité Qualitropic -5 rue André Lardy 97438 Sainte-Marie, La Réunion

Mots-clés : biocontrôle, Pipéracées, Biopiper, huiles essentielles, efficacité biocide.

Le projet Biopiper est un projet Casdar (Innovation et partenariat) qui s'est déroulé à La Réunion de 2015 à 2018. Sa finalité est de produire durablement des extraits naturels de deux Pipéracées, en vue de leur utilisation dans le cadre de la Protection agroécologique des cultures.

On distingue 3 objectifs généraux :

(1) Mettre en synergie les compétences de partenaires aux mandats complémentaires sur l'utilisation de plantes endémiques comme outils de biocontrôle ;

(2) Concevoir et mettre au point la production durable des deux plantes en vue de leur utilisation comme outils de biocontrôle ;

(3) Diffuser et valoriser les résultats et produits obtenus.

Ces objectifs généraux se déclinent en 6 objectifs opérationnels du projet :

(1) Animer, coordonner et gérer les activités des partenaires, sur 3 pôles d'activités (recherche, réglementation, valorisation)

(2) Concevoir, mettre au point et optimiser la production des deux plantes

(3) Produire et caractériser sur le plan phytochimique des extraits des plantes sauvages et cultivées

(4) Mesurer l'efficacité des extraits sur divers bioagresseurs de caractère générique et d'importance économique à La Réunion et à l'échelle nationale

(5) Apporter les connaissances réglementaires en vue de l'utilisation commerciale de la production des plantes ou des extraits

(6) Diffuser les résultats pour un transfert réussi auprès des bénéficiaires.

Les principaux partenaires impliqués dans la réalisation du projet sont les suivants : Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et Horticole (ARMEFLHOR) ; Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) ; Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB) ; Plant Advanced Technologies (PAT) ; Société Horticole de Bassin Plat (SHBP) ; Université de Rennes 1 ; Université de La Réunion.

Les principaux résultats ont porté sur la mise au point d'itinéraires techniques de production des deux plantes, sur la caractérisation phytochimique de différents extraits issus de ces plantes, sur l'efficacité biocide des extraits sur différents bioagresseurs des cultures et sur la valorisation technique et commerciale des résultats.

Principaux résultats du projet

T. ATIAMA-NURBEL[1], C. AJAGUIN SOLEYEN[2], H. BEAUDEMOULIN[3], J. CARRIERE[4], P. CLERC[5], A.M. CORTESERO[6], E. DORLA[5], J. FILLATRE[1], J.F. GINGLINGER[7], R. GRAINDORGE[1], I. GRONDIN[5], F. LAMY[6], A. LIGONIERE[1], P. LAURENT[5], P. MARCHAND[4], J.-P. DEGUINE[2]

[1]Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et Horticole (ARMEFLHOR) - 1 Chemin de l'IRFA, 97410 Saint-Pierre, La Réunion

[2] Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UMR Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical (PVBMT) – F-97410 Saint Pierre, La Réunion

[3] Société Horticole de Bassin Plat (SHBP) - 31 chemin de la Croix de Jubilée, 97410 Saint-Pierre, La Réunion

[4] Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB) 149, rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12, France

[5] Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA), Université de La Réunion - 15, avenue René Cassin - CS 92003 - 97744 Saint-Denis cedex 9, La Réunion

[6] Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes (IGEPP), UMR INRA 1349, Université de Rennes 1 - 263 Avenue du Général Leclerc, CS 74205, 35042 Rennes cedex, France

[7] Plant Advanced Technologies (PAT) - 19 av de la Forêt de Haye, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France

Mots-clés : biocontrôle, Pipéracées, itinéraires agronomiques, caractérisation phytochimique, règlementation

L'avenir de l'agriculture et sa durabilité économique, sanitaire et écologique reposent sur une évolution significative et attendue des pratiques phytosanitaires, qui dépendent aujourd'hui trop de l'utilisation de pesticides chimiques. C'est dans ce cadre que des outils de biocontrôle basés sur l'utilisation de plantes ou d'extraits de plantes sont développés. La chimiodiversité offerte par la flore riche de la Réunion présente des perspectives prometteuses dans ce contexte.

Le projet Biopiper est un projet Casdar (Innovation et partenariat) qui s'est déroulé à La Réunion de 2015 à 2018. Sa finalité est de produire durablement des extraits naturels de deux Pipéracées, en vue de leur utilisation dans le cadre de la Protection agroécologique des cultures.

Le projet s'est articulé autour de 4 actions techniques dont les principaux résultats sont les suivants. L'action 1 a permis de concevoir, de mettre au point et d'optimiser la production des deux Pipéracées permettant d'assurer une production optimale de biomasse foliaire. L'action 2 a permis de produire et de caractériser sur le plan phytochimique les extraits de différents écotypes des plantes sauvages et cultivées. L'action 3 a mesuré l'efficacité biocide des extraits sur divers bioagresseurs (bactéries, arthropodes) de caractère générique et d'importance économique à La Réunion et à l'échelle nationale. L'action 4 a initié le processus visant à constituer un dossier réglementaire en vue de l'utilisation commerciale de la production des plantes ou des extraits.

Efficacité insecticide d'huiles essentielles de deux Pipéracées sur des ravageurs des cultures

A.M. CORTESERO[1], C. AJAGUIN SOLEYEN[2], T. ATIAMA-NURBEL[3], P. CLERC[4], E. DORLA[4], R. GRAINDORGE[3], F. LAMY[1], P. LAURENT[4], J.-P. DEGUINE[2]

[1] Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes (IGEPP), UMR INRA 1349, Université de Rennes 1 - 263 Avenue du Général Leclerc, CS 74205, 35042 Rennes cedex, France

[2] Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UMR Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical (PVBMT) – F-97410 Saint Pierre, La Réunion

[3] Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et Horticole (ARMEFLHOR) - 1 Chemin de l'IRFA, 97410 Saint-Pierre, La Réunion

[4] Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA), Université de La Réunion - 15, avenue René Cassin - CS 92003 - 97744 Saint-Denis cedex 9, La Réunion

Mots-clés : Biopiper, efficacité insecticide, Mouches des fruits, La Réunion, DL50.

La finalité du projet Biopiper est de produire durablement des extraits naturels de deux Pipéracées, en vue de leur utilisation dans le cadre de la Protection agroécologique des cultures et de biocontrôle. L'action 3 du projet vise à mesurer l'efficacité des extraits de ces plantes sur divers bioagresseurs de caractère générique et d'importance économique à La Réunion et à l'échelle nationale. Nous présentons ci-dessous les principaux résultats obtenus sur quelques insectes ravageurs au laboratoire.

Sur les Mouches des fruits, ravageurs redoutables à l'échelle mondiale, les DL 50 et DL 95 (doses létales de 50 % et 95 % de la population) ont été mesurées sur 4 espèces (*Zeugodacus cucurbitae*, *Bactrocera zonata*, *Ceratitis quilicii* et *Neoceratitis cyanescens*), avec des extraits à base d'huile essentielle de 2 écotypes de chacune des 2 plantes concernées (écotypes Roche écrite et Notre Dame de la paix pour *Peperomia borbonense* (Peb) et de Mare Longue et Plaine des Palmistes pour *Piper borbonensis* (Pib)). L'analyse des résultats des DL 50 montre que :

a) l'huile essentielle de Pib est toujours plus (ou aussi) efficace que celle de Peb ;

b) l'huile essentielle de Pib-ML (Mare Longue) est, dans la grande majorité des cas, plus efficace que celle de Pib-PAL (Plaine des Palmistes) ;

c) les huiles essentielles des deux écotypes de Peb (REC et NDP) ont des propriétés équivalentes ;

d) globalement, l'extrait qui apparaît le plus efficace sur les Mouches des fruits est l'huile essentielle de l'écotype Mare Longue de *Piper borbonense*.

Par ailleurs, des DL50 ont également été mesurées avec des extraits à base d'acétate d'éthyle sur l'espèce *Z. cucurbitae*. L'analyse montre que l'extrait à base d'acétate d'éthyle de l'écotype Pib-PAL est plus efficace que celui de Pib-ML et que les huiles essentielles (comparées une à une à leurs homologues) sont 6 à 30 fois plus efficaces que les extraits à base d'acétate d'éthyle.

Les tests de DL 50 avec les huiles essentielles ont été conduits sur d'autres arthropodes que les Mouches des fruits : 2 ravageurs d'importance économique (*Bemisiatabaci*, individus issus d'élevage ; *Frankliniella occidentalis*, individus prélevés en culture de poivron sous serre), une drosophile (*Drosophila melanogaster*, individus issus d'élevage). Les DL 50 ont été obtenues pour *B. tabaci*, *D. melanogaster*. L'analyse des résultats montre que : a) quel que soit l'écotype et quel que soit l'extrait, la DL 50 est supérieure pour *B. tabaci* ; b) les huiles essentielles de Pib sont significativement plus efficaces que celles de Peb ; c) il n'y a pas différence de DL 50 entre les écotypes d'une même plante (entre Peb-NDP et Peb-REC d'une part et entre Pib-ML et Pib-PAL d'autre part).

Les tests de DL50 sur *Thrips* n'ont pas abouti. Les résultats obtenus ont en effet montré une grande variabilité, qui n'a pas permis de déterminer une DL50. Nous imputons cette variabilité aux états variables des individus prélevés en serre (traitements pesticides par exemple).
L'huile essentielle de Peb a également été testée sur différents ravageurs des brassicacées (la mouche du chou, *Deliaradicum*, le méligèthe *Meligethes aeneus* et l'altise d'hiver, *Psylliodes chrysocephala*). Un effet biocide a été trouvé sur tous les insectes testés avec des variations importantes de sensibilité : les méligèthes étant les plus sensibles. Des tests olfactométriques ont également été réalisés et ont révélé que l'huile essentielle de Peb n'était pas répulsive. Ce résultat est encourageant et permet d'envisager une application ciblée du produit toxique via la nourriture ou les sites de nutrition du ravageur (approche « attract&kill »).

L'efficacité au champ des huiles essentielles sur aleurodes, punaises et pucerons a été testée lors d'essais préliminaires. Un test de miscibilité a été préalablement réalisé afin de choisir l'adjuvant adéquat pour l'application des préparations au champ. Les limites méthodologiques de ce type d'essais seront discutées.

SITE

Substances de base

http://substances.itab.asso.fr