Journées Techniques PNPP

Substances naturelles
en production végétale

26 & 27 avril
à Paris

Actes des conférences

Un évènement ITAB Institut Technique de l'Agriculture Biologique

Avec le soutien de ASTRÉA et îledeFrance

Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer

Sommaire

Programme
Liste des participants

Introduction au bio-contrôle

Introduction au bio-contrôle : constats, prévisions et exigences règlementaires ; le cas particulier des extraits naturels 3

Réglementation

Intérêt des substances de base pour les usages mineurs 5
Les biostimulants en agriculture : statut & règlementation 7
Les évolutions règlementaires sur le bio-contrôle 9
Procédures et évaluations des produits de bio-contrôle 10
PNPP, le parcours du combattant législatif et règlementaire 11

Recherche-expérimentation en PNPP (1)

L'extrait d'ortie, multi-usages en protection des plantes 13
Utilisation de micro-doses de sucres en protection des plantes- Projet « Usage » 14
L'hydroxyde de calcium, un antifongique minéral 15
Le chitosan, un SDN multifonction 16
Evaluation et compréhension des proprietes antifongiques des propolis 18
Thé de compost : description, mode d'application et résultats 20
Les extraits naturels en Jardin, Espaces verts et Infrastructures 21

Projet Casdar Huiles essentielles

Evaluation de l'intérêt de l'utilisation d'huiles essentielles dans des stratégies de protection des cultures ... 23
Effets biofongicides des huiles essentielles : évaluation in vitro de l'efficacité sur les modèles phytopathogenes *Venturia inaequalis* et *Phytophthora infestans* 25
Evaluation aux vergers de l'efficacité d'huiles essentielles sur venturia sp. 27
Résultats des essais en vignoble, conditions contrôlées et au labo : cas du mildiou de la vigne 29
Résultats des essais en maraîchage : cas du mildiou de la laitue, *Bremia lactucae* 31

Recherche-expérimentation en PNPP (2)

Les extraits végetaux en protection des plantes 33
Présentation des résultats du projet européen Co-Free (2012-2016) sur les alternatives au cuivre 34
Les essais d'intrants alternatifs au CTIFL 35
Quassia, lutte contre l'hoplocampe du pommier 36
Le phosphate de di ammonium, un attractant de la mouche de l'olive 37
Le bicarbonate de sodium, une nouvelle substance de base 38
Les substances de base, 5 ans de progrès 39

Annexes

Activités intrants à l'ITAB
Qui Fait Quoi en recherche-expérimentation sur les produits de protection des cultures

INTRODUCTION AU BIO-CONTROLE : CONSTATS, PREVISIONS ET EXIGENCES REGLEMENTAIRES ; LE CAS PARTICULIER DES EXTRAITS NATURELS

Cédric Bertrand

Université de Perpignan

L'Union européenne, dans le cadre de la directive 2009/128/CE et la France dans le cadre des plans Ecophyto et Ecophyto II se sont données comme ambition de relever un défi de grande ampleur : limiter les impacts négatifs de la protection des cultures sur l'environnement et la santé tout en maintenant, voire en augmentant, les niveaux de production agricole, la qualité des produits de récolte et la rentabilité économique des exploitations et des filières agricoles. Le succès passera nécessairement par le recours à des combinaisons et intégrations de nombreux leviers, allant de la sélection variétale aux changements de pratiques dans les systèmes agricoles. Parmi les leviers les plus prometteurs et innovants, l'utilisation de produits de biocontrôle occupe une place de choix. Le Biocontrôle met en jeu un ensemble d'agents d'origine biologique et de méthodes basées sur des interactions naturelles. Il participe à une stratégie visant à la réduction ou à la substitution de produits réputés à risques pour la santé et l'environnement, tout en assurant une production durable.

Parmi les solutions de biocontrôle l'utilisation croissante d'extraits naturels, souvent complexes, dans les pratiques agricoles conduit à des interrogations quant à leur impact sur l'environnement. En effet, « l'Autorité européenne de sécurité des aliments exige, dans le cadre de la législation européenne (SANCO / 11470 / 2012- rev. 8), l'évaluation des risques étendue et la surveillance écotoxicologique des composés naturels purs ainsi que des extraits de plantes ».

Pour répondre à ces exigences, une approche possible, consiste à définir des protocoles pour analyser l'impact et le devenir de ces composés (extraits naturels) sur le sol. Nous développons une nouvelle approche basée sur un protocole approprié permettant, par profilage métabolique, de suivre les produits de dégradation des produits de biocontrôle ainsi que leurs impacts sur le métabolome du sol. Les résultats encourageants d'une étude préliminaire, effectuée sur des composés purs (naturels et de synthèse), nous incitent à tester cette approche en métabolomique non ciblée sur le devenir dans l'environnement et l'impact des mélanges de substances naturelles (extraits bruts de plantes «botanicals ») utilisés pour la protection des cultures. Cette méthodologie pourrait aussi être adaptée à la recherche d'éventuels résidus dans les produits agricoles traités par ces extraits.

INTERET DES SUBSTANCES DE BASE POUR LES USAGES MINEURS

Jérôme Muessen

OEPP- Commission Européenne

Because of the extensive data packages required for authorization to market plant protection products, growers face increasing difficulties in gaining approval for “minor uses”. These are uses on more specialist crops or against pest problems which are not routinely encountered but may on occasion be very damaging. The European Commission agreed to fund an additional programme of action to address the problem in a more coherent way by establishing a Minor Uses Co-ordination Facility. Jointly funded, initially, by the EU and the governments of France, Germany and the Netherlands, the Facility is hosted by the European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO) in Paris. The co-ordinator started work as from 1st September 2015 and the EU Minor Uses Co-ordination Facility operates under the direction of a Steering Group representing the funding countries and the European Commission.

The main task of the Co-ordination Facility will be to address gaps in pest and disease control measures available for so called 'minor crops' and for minor pests on other crops for farmers as well as for gardeners. It is emphasized that the Facility will coordinate and support minor use work among all Member States. The mission of the Facility is 'to enable farmers in the EU to produce high quality crops by filling minor uses gaps through efficient collaboration to improve availability of chemical and non-chemical tools within an integrated pest management (IPM) framework’.

The criteria to identify a basic substance are laid down in Article 23 of Regulation (EC) No 1107/2009. A basic substance is an active substance which is not a substance of concern, and does not have an inherent capacity to cause endocrine disrupting, neurotoxic or immunotoxic effects; and is not predominantly used for plant protection purposes. In addition a product containing a basic substance is not placed on the market as a plant protection product.

Approved basic substances are listed in Part C of the Annex to Commission Implementing Regulation (EU) No 540/2011. Currently 9 active substances are approved as a basic substance, e.g. Equisetum arvense, vinegar, chitosan and sucrose.

The presentation will provide a few examples of how basic substances can be used to fill minor use gaps.

En raison du vaste ensemble de données nécessaires à l'autorisation de mise sur le marché des produits de protection des plantes, les producteurs sont confrontés à des difficultés croissantes à obtenir l'approbation pour les «utilisations mineures». Ce sont des utilisations sur des cultures plus spécialisées ou contre les problèmes de ravageurs qui ne sont pas couramment rencontrés, mais peut être parfois très dommageable. La Commission Européenne a accepté de financer un programme d'action supplémentaire pour résoudre le problème d'une manière plus cohérente en établissant une Unité de Coordination des Usages mineurs. Financé conjointement, d'abord, par l'UE et les gouvernements de la France, l'Allemagne et les Pays-Bas, le Fonds est hébergé par l'Organisation Européenne et méditerranéenne pour la protection des végétaux (OEPP) à Paris. Le coordinateur a commencé à travailler à partir du 1er Septembre 2015 et l’Unité de Coordination des

Usages mineurs fonctionne sous la direction d'un groupe de pilotage représentant les pays financeurs et la Commission Européenne.

La tâche principale de l'Unité de Coordination sera de combler les lacunes dans le contrôle des ravageurs et des maladies disponibles pour les «cultures mineures» et pour les ravageurs mineurs sur d'autres cultures pour les agriculteurs, ainsi que pour les jardiniers. Il est souligné que l'Unité coordonnera et soutiendra les travaux d'usage limité entre tous les États membres. La mission du Fonds est «pour permettre aux agriculteurs de l'UE pour produire des cultures de haute qualité en remplissant des utilisations mineures lacunes grâce à une collaboration efficace pour améliorer la disponibilité d'outils non-chimiques ou au sein du cadre de la protection biologique intégrée des ravageurs (PBI)».

Les critères pour identifier une substance de base sont fixés par l'article 23 du règlement CE n ° 1107/2009. Une substance de base est une substance active qui n'est pas une substance préoccupante, et ne dispose pas d'une capacité intrinsèque à provoquer des perturbateurs endocriniens, effets neurotoxiques ou immunotoxiques; et ne sont pas utilisés principalement à des fins de protection des plantes. En outre, un produit contenant une substance basique, n'a pas été mis sur le marché en tant que produit phytopharmaceutique.

Les substances de base approuvées sont énumérées dans la partie C de l'annexe du règlement d'exécution (UE) n ° 540/2011. Actuellement 9 substances actives sont approuvées en tant que substance de base, par exemple *Equisetum arvense*, le vinaigre, le chitosan et le saccharose.

La présentation fournira quelques exemples de la façon dont les substances de base peuvent être utilisées pour combler les lacunes des usages mineurs.

LES BIOSTIMULANTS EN AGRICULTURE : STATUT & REGLEMENTATION

Najat Nassr

RITTMO Agroenvironnement

De par leurs modes d'action originaux, les biostimulants des plantes sont parfois qualifiés « d'alternatifs » dans la mesure où ils se différencient, par leur action indirecte via la plante ou le sol, d'autres solutions à action directe (par exemple une action biocide sur un bio-agresseur ou un apport d'engrais) considérées comme plus « conventionnelles ».

Toutefois, les biostimulants posent des problématiques spécifiques, notamment liées à l'évaluation et la démonstration de leur efficacité terrain (celle-ci étant sujette à controverse). Les résultats de laboratoire ne sont pas toujours reproduits au champ. Les interactions avec les conditions environnementales expliquent une partie de cette variabilité et non reproductibilité des résultats mais la formulation des produits, leur dosage, stade et mode d'application jouent également un rôle. De plus, ces produits sont connus sous différentes terminologies, qui ne sont pas toujours explicites en raison de la diversité de définitions qui leurs sont associées. L'origine et la nature des biostimulants sont aussi extrêmement variées (substances organiques, substances inorganiques, micro-organismes vivants, substances de synthèse). Enfin, les modes d'action des biostimulants des plantes sont également variables, même s'ils se distinguent des intrants agricoles « classiques » du fait de leur caractère souvent préventif.

Les biostimulants composés de substances ou de micro-organismes visent uniquement à améliorer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs des végétaux, la tolérance au stress abiotique ou les caractéristiques qualitatives des végétaux cultivés, ils sont par leur mode d'action et revendications sous la réglementation des fertilisants.

La réglementation actuelle sur les intrants agricoles (RCE 1107/2009, RCE 2003/2003, et Code Rural R.253 à R.255) distingue deux grandes catégories séparant les produits de stimulation. Les produits de type SDP (stimulateur des défenses des plantes), sont de par leurs revendications régis par la réglementation des PPP (Produits PhytoPharmaceutiques), tandis que les produits de type biostimulants sont régis par celles des Matières Fertilisantes et Supports de Culture (MFSC). Récemment, la commission européenne a publié le projet de règlement relatif à la mise sur le marché européen des fertilisants. Ce règlement établit les règles pour la mise sur le marché des fertilisants porteurs du marquage CE et modifie les règlements (CE) 1069/2009 et (CE) 1107/2009. Dans ce nouveau projet de règlement, un biostimulant des végétaux est un fertilisant porteur du marquage CE qui stimule les processus de nutrition des végétaux indépendamment des éléments nutritifs qu'il contient, dans le seul but d'améliorer une ou plusieurs des caractéristiques des végétaux (i) l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs, (ii) la tolérance au stress abiotique, ou (iii) les caractéristiques qualitatives du végétal cultivé. Ainsi la réglementation des biostimulants des végétaux est en cours d'harmonisation au niveau européen mais pour l'instant chaque pays a ses propres exigences.

De manière générale, quatre systèmes coexistent en Europe pour l'enregistrement des biostimulants des plantes:

- **Le système déclaratif est basé sur des normes définies par chaque pays ou par le règlement RCE 2003/2003.** Il se réfère à des normes de type DSM pour « Dénomination Spécification Marquage », c'est-à-dire des règles techniques qui existent pour des produits connus définis dans des classes (Dénomination), des spécifications à respecter, et des règles de mention sur l'étiquette du produit (Marquage).
- **L'autorisation avec dossier évalué par une autorité compétente et qui exige des données sur l'efficacité, l'innocuité et une caractérisation détaillée du produit.** Après évaluation et acceptation du dossier par une autorité compétente, le produit peut être mis sur le marché pour une durée bien définie.
- **La notification simple qui consiste à faire enregistrer son produit sans une réelle évaluation** (dossier très simple).
- **La reconnaissance mutuelle régie par le traité fondateur européen de libre circulation des marchandises et défini plus spécifiquement par le RCE 764/2008** qui consiste à autoriser la mise en marché d'un produit s'il est déjà mis en marché dans un autre pays de l'UE.

Au niveau de la France, selon le Code Rural Articles L255-1 à L255-11, la règle générale, pour la mise en marché des biostimulants des plantes est l'homologation (système avec dossier évalué). En ce qui concerne le système déclaratif, il existe depuis 2009 un amendement A4 à la norme NF U 44-551 sur les supports de culture permettant la mise en marché par voie déclarative de supports de culture additionnés de trois types d'additifs agronomiques bien définis. Ces trois additifs sont inclus dans la définition des biostimulants :

- **Stimulateur de croissance et/ou du développement ;**
- **Substances humiques ;**
- **Micro-organismes.**

Cette norme ne peut être appliquée que dans le cas où l'additif agronomique est déjà homologué pour un usage en mélange aux supports de culture. Auparavant, un mélange de biostimulant homologué et d'un support de culture normé devait faire l'objet d'un nouveau dossier d'homologation.

La norme concernant les additifs agronomiques dans les supports de culture a été déclinée pour les engrais et amendements minéraux basiques dans la norme NF U 44-204.

Les processus nationaux de réglementations actuelles permettent de distinguer plusieurs niveaux d'exigences; la France étant au niveau européen un des pays pour lesquels la mise en marché d'un produit biostimulant requiert le plus de données (composition, efficacité, innocuité).

LES EVOLUTIONS REGLEMENTAIRES SUR LE BIO-CONTROLE

Delphine Di Bari

Ministère de l'Agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt- Bureau des intrants et du biocontrôle de la DGAL-SDQSPV

La loi du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt (LAAAF) indique, dans son article premier, que "les politiques publiques visent à promouvoir et à pérenniser les systèmes de production agroécologiques [...]. A ce titre, l'Etat soutient les acteurs professionnels dans le développement des solutions de biocontrôle et veille à ce que les processus d'évaluation et d'autorisation de mise sur le marché de ces produits soient accélérés."

Pour favoriser leur développement, les produits de biocontrôle bénéficient de dispositions réglementaires spécifiques citées dans la LAAAF, dispositions déclinées ou à décliner réglementairement dans le cadre de certains textes d'application.

Mots-clés : politiques publiques, réglementation phytosanitaire, biocontrôle, autorisation de mise sur le marché.

PROCEDURES ET EVALUATIONS DES PRODUITS DE BIO-CONTROLE

Chantal Arrar

Anses-DEPR Unité de Coordination des Intrants du Végétal, UCIV, Direction d'Evaluation des Produits Réglementés

Actuellement selon la règlementation nationale (LAAAF, Art. L.253-6), les agents ou produits de bio-contrôle comprennent :

- **Les macro-organismes,**
- **Les Produits Phytopharmaceutiques contenant :**
  - **Des médiateurs chimiques**
  - **Des micro-organismes**
  - **Des substances naturelles**

Selon le Règlement (CE) n° 1107/2009 s'appliquant à tous les produits phytopharmaceutiques, lorsqu'une substance est identifiée au moment de son approbation comme présentant un risque nettement moindre que d'autres substances, elle est qualifiée de faible risque. Des documents guides ont été développés afin qu'une évaluation appropriée soit réalisée.

Un état de l'art des procédures et documents-guides disponibles et en vigueur sera faite lors de cette présentation par type de produits.

PNPP : LE PARCOURS DU COMBATTANT LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Joël Labbé

Sénateur

Joël Labbé, né le 18 octobre 1952 est un homme politique française, membre d'Europe Écologie Les Verts (EELV). Après avoir abandonné ses études à 20 ans, il devient technicien dans un laboratoire de contrôle alimentaire.

Il obtient son premier mandat électoral en entrant au conseil municipal de sa commune natale à la suite des élections municipales françaises de 1977. Il devient maire de Saint-Nolff en 1995 puis conseiller général, élu dans le canton d'Elven.

Il est élu sénateur lors des élections sénatoriales de 2011. Il abandonne son mandat de conseiller général à la suite de cette élection.

Ses sujet de prédilection sont l'agriculture et la transition vers l'agro-écologie, les pesticides et leurs alternatives et d'une manière plus générale la transition écologique de la société."

L'EXTRAIT D'ORTIE, MULTI-USAGES EN PROTECTION DES PLANTES

Laure Merrien

Université Paris Sud

Les avantages procurés par l'extrait d'ortie sur les cultures, tant dans la lutte contre les parasites que dans son usage biostimulant, sont bien connus des agriculteurs et confirmés par les chercheurs. L'ITAB a soumis l'extrait d'ortie à l'approbation par la Commission Européenne de comme substance de base. L'approbation, attendue en 2016, permettra d'utiliser librement l'extrait d'ortie en protection des cultures. L'extrait d'ortie permet de lutter contre de nombreux parasites, notamment les acariens, les pucerons et certaines maladies fongiques comme le montre le panorama de recherche présenté ici. Son utilisation respecte à la fois l'environnement et la santé des agriculteurs.

Lutte contre les acariens

Les effets de l'extrait d'ortie sur le tétranyque tisserand (*Tetranychus urticae*) ont été étudiés par Dabrowski et Seredynska (2007). L'extrait d'ortie a ainsi une action répulsive sur les acariens : en traitant des feuilles de haricot, les deux chercheurs ont observé que les acariens s'échappaient davantage des feuilles traitées à l'extrait d'ortie que des feuilles témoins. Cette action répulsive s'exprime dès la première heure de traitement. Au bout de quatre heures, les acariens sont respectivement 75 % et 80 % à s'être échappés des feuilles traitées à l'extrait d'ortie 1 % et 2 % (matière sèche MS), contre 35 % sur les feuilles témoins. Les deux chercheurs ont également observé l'effet anti-appétant de l'extrait d'ortie : si l'on propose des feuilles de haricot à des acariens que l'on a privés de nourriture pendant douze heures, ils vont mettre entre 2 et 3,5 minutes pour commencer à sucer des feuilles non traitées, contre 9 à 14 minutes pour commencer à sucer les feuilles traitées à l'extrait d'ortie 2 % (en matière sèche). Enfin, l'extrait d'ortie va entraîner la mortalité des acariens : au bout de six jours, elle atteint 62 % avec l'extrait d'ortie 2 % (en matière sèche), contre 8 % sur le témoin.

Lutte contre les pucerons

Les effets de l'extrait d'ortie diffèrent selon les espèces de pucerons. Selon des études en champs effectuées par Bozsik (1996 et 2007), le puceron farineux du prunier (*Hyalopterus pruni*) n'est que très difficilement dérangé par l'extrait d'ortie. En revanche, le puceron jaune du groseillier (*Cryptomyzus ribis*), le puceron s'attaquant à la spirée *Aphis spiraephaga* et le puceron noir du cerisier *Myzus cerasi* sont repoussés. Il s'agit visiblement d'un simple effet répulsif et anti-appétant, car on ne retrouve pas de pucerons morts sur les feuilles traitées. Ces résultats sont cependant à prendre avec prudence du fait de la grande variabilité qu'a observé Bozsik en répétant ses expériences. Ce dernier a également étudié les effets de l'extrait d'ortie sur le gros puceron du noyer, *Callaphis juglandis*. L'effet répulsif est cette fois significatif, avec une bonne efficacité qui se retrouve lorsque l'on répète l'expérience plusieurs fois. Gaspari et al. (2007) ont étudié les effets de l'extrait d'ortie sur le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*). L'extrait d'ortie, à une concentration en matière sèche de 4 %, réduit ainsi la fécondité du puceron de 20 %, sans montrer d'effets toxiques sur son prédateur, la punaise *Macrolophus pygmaeus*.

UTILISATION DE MICRO-DOSES DE SUCRES EN PROTECTION DES PLANTES- PROJET « USAGE »

Ingrid Arnault

CETU – Innophyt, Université de Tours, UFR Sciences et Techniques

Arnault I.[1], Bardin M.[2], Ondet S.[3], Furet A.[4], Chovelon M.[3], Kasprick A.-C.[5], Marchand P.[6], Clerc H.[7], Davy M.[8], Roy G.[9], Romet L.[10], Auger J.[11], Mançois A. [12], Derridj S[13].

Les sucres des plantes (glucose, fructose, saccharose, raffinose …) jouent un rôle fondamental dans la résistance de la plante à différents stress. On parle d'un nouveau concept de Sweet Immunity ou défense liée aux sucres. Le projet USAGE (2012-2014, ONEMA) a proposé de tester des applications foliaires d'infra-doses de sucres sur les plantes pour renforcer et accélérer le processus de Sweet Immunity sur différents couples de plante-bioagresseur. Le projet a regroupé 43 séries d'essais (6 en arboriculture, 12 en viticulture, 25 en maraîchage) dont 38 en conditions de productions. L'objectif générique était d'associer des sucres avec des doses réduites d'intrants tout en conservant la qualité de production agronomique. Les résultats, malgré les aléas d'expérimentations, ont permis d'observer un intérêt des applications de solutions de saccharose et de fructose pour le contrôle de différents bioagresseurs, lors de pressions parasitaires faibles à modérées et sur des cultures pérennes (vigne, arboriculture). Ainsi, les dégâts de carpocapse ont été réduits de 55% en arboriculture biologique avec le saccharose et le fructose. Dans les vignobles biologiques, les solutions de fructose ont permis de réduire les doses de cuivre contre le mildiou. Les résultats ont contribué à l'approbation du saccharose et du fructose en substance de base.

Fort de ces résultats, les partenaires d'USAGE, et d'autres partenaires (Arvalis, INRA de Versailles, d'Angers, les acteurs du RMT Elicitra, le VinOpole centre Val de Loire et le lycée de Fondettes) se sont mobilisés autour du projet SWEET, lauréat CASDAR 2015. Il s'agit de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans ces applications de sucres, de stabiliser les résultats obtenus et d'explorer d'autres complexes de bioagresseurs dans un objectif agronomique de biocontrôle.

Mots-clés : choix expérimentation au champ et en conditions contrôlées, molécules « priming», diagnostic moléculaire, facteurs d'efficacité, essais pratiques, homologation

1 CETU Innophyt, Université de Tours, UFR Sciences et Techniques, avenue Monge, 37200 Tours
2 INRA, UR 407 de pathologie végétale, F84143 Montfavet
3 GRAB, 255 chemin de la Castelette, 84911 Avignon cedex 9
4 Adabio, 2 rue du Dr Veyrat, 73800 Montmelian
5 Chambre d'agriculture d'Indre et Loire, 38 rue Auguste Fresnel, 37171 Chambray les Tours
6 ITAB, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex
7 Invenio, domaine de lalande, 47110 Livrade sur Lot
8 Sileban, 19 route de Cherbourg, 50760 Gatteville le Phare
9 Station expérimentale LCA, Le Riou - Route de Cellettes, 41250 Tour-en-Sologne
10 CAPL, 92 Rue Joseph Vernet, 84000 Avignon
11 IRBI UMR CNRS 7261, UFR des sciences et techniques, avenue Monge, 37200 Tours
12 Lycée Viticole d'Amboise, 46 avenue Emile Gounin, 37400 Amboise
13 Retraitée INRA, route de saint Cyr, 78000 Versailles

L'HYDROXYDE DE CALCIUM, UN ANTIFONGIQUE MINERAL

Olivier Peltier, Pierre Boyet et Yvon Darignac

LHOIST

L'hydroxyde de calcium approuvé au Comité PAFF du 20 mars 2015 en tant que substance de base[1] au sens du règlement européen CE n°1107/2009, est utilisable de cette façon en agriculture conventionnelle et aussi en AB.

L'hydroxyde de calcium, substance minérale calcique, intervient en tant que barrière physique sur le végétal. Il assure un effet de protection par le biais de la barrière minérale qu'il crée entre le ravageur/agent pathogène et la plante cultivée. Ceci se traduit par la perturbation de la reconnaissance entre la plante et le ravageur ou l'agent phytopathogène. La modification de l'aspect du support peut perturber l'alimentation et le cycle de développement de ravageurs/agents pathogènes.

Le BNA Pro est un hydroxyde de calcium concentré à 600g/L. Sa formulation liquide est brevetée (N°EP 166 3869B1). Le BNA Pro présente un pH de 12. C'est un lait de chaux micronisé :

- **d50:** 3.5µm (50% des particules sont ≤ 3.5µm)
- **d90:** 18µm (90% des particules sont ≤ 18µm)
- **d98:** 65µm (98% des particules sont ≤ 65µm)

Le BNA Pro a un fort pouvoir collant et couvrant lui permettant de persister de façon prolongée sur le végétal.

Le BNA Pro se présente comme une alternative à l'utilisation des produits phytosanitaires. Il est utilisable en agriculture biologique conformément au règlement CE n°834-2007.

Le BNA Pro s'applique avec un matériel de pulvérisation classique (pulvérisateur à dos, atomiseur…). Dilué de façon plus ou moins importante, il permet de protéger les vergers, notamment des chancres, mais aussi du psylle du poirier par exemple. Par une application en sortie d'hiver, au stade où les femelles psylles sont prêtes à pondre sur les lambourdes, l'application de BNA Pro va permettre de créer une barrière physique qui va perturber la ponte des œufs et ainsi diminuer la population du ravageur tout au long de la saison. L'application de BNA Pro en sortie d'hiver (stade B) peut permettre également sur des vergers de pêcher de limiter les symptômes de monilia. Cela se traduit par une diminution de fruits pourris en vergers.

[1] RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) 2015/762 DE LA COMMISSION du 12 mai 2015 portant approbation de la substance de base hydroxyde de calcium, conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant l'annexe C du règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission.

LE CHITOSAN, UN SDN MULTIFONCTION

Siegfried Bank

CHIPRO GmbH

Le chitosan, stimulateur naturel de défense des plantes (SDP et SDN), est un produit d'origine animale : la chitine de crabe. Il vient d'être approuvé en tant que substance de base au sens du règlement européen de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques (CE n°1107/2009) et est en cours d'autorisation pour l'utilisation en AB. Après la cellulose, la chitine, est le deuxième polysaccharide le plus abondant sur la planète. Il est synthétisé par de nombreuses espèces : champignons, insectes, crustacées, lichen… Le chitosan est obtenu par hydrolyse de la chitine issue de carapace de crabe. Il est utile pour la protection des plantes et respectueux de l'environnement. Son intérêt est multiple : il agit comme un éliciteur des mécanismes de résistance chez les plantes et participe ainsi à l'amélioration de la santé et à l'apparence de la plante.

➲ **Sur le chancre bactérien du kiwi**

Le chitosan a été montré efficace contre *Pseudomonas syringae pv. actinidiae* qui est l'agent causal du chancre bactérien du kiwi (*Actinidia chinensis* et *Actinidia deliciosa*) provoquant des taches nécrotiques sur les feuilles, des fissures longitudinales le long du pétiole et suintantes et le flétrissement des rameaux. Fait intéressant, le chitosan a toujours montré une performance globalement supérieure à d'autres produits pour réduire les symptômes de la maladie tout au long de l'essai (3 ans). Ainsi, cette étude confirme que le choix du moment de pulvérisation sur la base du cycle de la maladie véhiculé par l'agent pathogène est efficace pour réduire la gravité de la maladie dans une zone fortement contaminée. Enfin, d'autres essais montrent également que cette utilisation de chitosan en tant que composé, est très prometteuse pour le contrôle au champ de *P. s. pv. Actinidiae* tout au long de la saison.

➲ **Sur plants de pommes de terre**

Afin d'étudier les effets du chitosan soluble sur la croissance des plantules in vitro et l'augmentation du rendement de mini tubercules de pomme de terre (obtenus par micro propagation), des plantules du cultivar *Agria* ont été traitées in vitro avec du chitosan soluble à des concentrations différentes ajoutées au milieu solide de culture de tissu. Les plantules ont ensuite été transférées en serre et les paramètres de rendement ont été évalués. Les résultats indiquent que le chitosan soluble peut être incorporé dans la production de semences de pommes de terre (plantules in vitro) avec une amélioration de l'acclimatation des plantules, une augmentation du nombre de mini tubercules et du rendement.

➲ **Sur plants de soja**

Les effets du chitosan sur la croissance et la qualité de certains germes de soja ont été évalués. Le soja a été trempé dans de l'eau, de l'acide acétique à 0,05%, et des solutions de chitosan pendant 8 heures, puis cultivées pendant 3 jours. Le traitement au chitosan augmente le poids total des germes de soja d'environ 7%, ce qui est favorable à une meilleure commercialisation. Tous les autres paramètres sont restés stables, sauf la teneur en acides aminés libres qui était plus élevée que celles des témoins.

➲ **Sur virus X et fusariose de la tomate**

Une approche prometteuse pour le contrôle efficace de la bactérie phytopathogène *Ralstonia solanacearum* (responsable du flétrissement bactérien de la tomate) est la combinaison de la sélection de cultivars résistants et l'induction de mécanismes de défense des plantes à l'aide du chitosan. Différentes formulations de chitosan et d'autres produits ont été évaluées pour contrôler le ToLCV (virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate) et la croissance de la tomate dans les conditions naturelles. Les résultats, indiquent que l'addition de chitosan et de *Pseudomonas* a porté l'efficacité de la lutte biologique contre le virus ToLCV à plus de 80%. Sous serre, l'application de T. *harzianum* et du chitosan (1 g/l) par trempage racinaire combiné avec le chitosan (0,5 g/l) par pulvérisation foliaire a réduit l'incidence et la sévérité du flétrissement bactérien de la tomate de 66,6% et 47,6%, respectivement. Le traitement à base de *T. harzianum* appliqué seul ou en combinaison avec le chitosan a entraîné une augmentation des teneurs en phénols totaux et une stimulation des activités chitinase et β,1-3-glucanase (source d'une meilleure défense) dans les feuilles des plants de tomates traités comparés aux non traités. Les résultats de cette étude ont montré la possibilité d'utiliser des traitements combinés à base de *T. harzianum* et de chitosan à l'échelle commerciale pour lutter non seulement contre la fusariose des racines mais aussi contre la maladie du collet de la tomate. Cet usage montre la compatibilité du chitosan avec d'autres solutions de bio-contrôle.

➲ **Sur le flétrissement du pin**

Le flétrissement du pin (PWD) est causé par *Bursaphelenchus xylophilus* et pose de grands défis environnementaux et économiques. Le travail Nunes da Silva a montré que l'application de différents poids moléculaire (PM) de chitosan comme amendement du sol pourrait être utilisé pour contrôler le PWD du pin maritime (*Pinus pinaster*, très sensible) et du pin de pierre (*Pinus pinea*, moins sensible). A la fin de la période expérimentale (24 jours après l'inoculation), *P. pinaster et P. pinea* non traités ont présenté environ 3825 ± 100 et 70 ± 47 nématodes, respectivement. Pour *P. pinaster*, le chitosan à haut PM a conduit aux résultats les plus drastiques, induisant une réduction du nombre de nématodes de 21,9 fois, alors que pour *P. pinea*, le plus efficace est le chitosan de faible PM, qui a réduit le nombre de nématodes jusqu'à 7 fois.

➲ **En protection post-récolte**

L'application post-récolte de chitosan a été efficace dans la réduction de la production de cellulose et d'enzymes pathogènes comme les polygalacturonases et pectinases, montrant une action préventive contre le bioagresseur *P. expansum* de la poire mais qui n'offre pas une résistance durable ou une efficacité curative. L'activité antifongique du chitosan (à 0,5%) est améliorée en combinaison avec la levure *C. laurentii*.

EVALUATION ET COMPREHENSION DES PROPRIETES ANTIFONGIQUES DES PROPOLIS

Nicolas Cardinault

Pollenergie

Auriane Dudoit, Pierre Brat, Christian Mertz et Catherine Brabet : CIRAD, unité Qualisud, Montpellier 34000 ; Jason Chang Lam et Patrice Marchand : ITAB, Paris 75000

Les fruits et les légumes tropicaux ou non ont une durée de vie généralement très limitée, ils empruntent une filière plus ou moins longue de la production à la consommation, caractérisée par des étapes de récolte, de conditionnement, de distribution et de mise en vente qui peuvent provoquer des pertes importantes. Les pertes sont liées à des altérations physiologiques, mécaniques ou biologiques. Parmi ces altérations, celles dues aux organismes pathogènes sont les plus nombreuses, les plus dommageables et les plus difficiles à éviter, de par leur grande variabilité: moisissures, bactéries, levures, insectes, nécessitant chacun une action particulière. On peut noter que sur 100.000 espèces de champignons, moins de 10 % sont pathogènes pour les plantes et qu'une centaine d'espèces de champignons seulement sont responsables de la majorité des dégâts de post-récolte. Les agences internationales pour les ressources alimentaires recommandent donc une forte réduction des pertes en post récolte afin de couvrir les futurs besoins alimentaires. Parmi les espèces les plus représentées on trouve les Colletotrichum responsables de l'anthracnose sur bananes, les Penicillium sur agrumes, les Fusarium sur ananas ou les botrytis sur la tomate. Actuellement la plupart des procédés industriels utilisés pour la désinfection des fruits font appel à des composés chimiques comme les fongicides, les bactéricides et les insecticides. L'utilisation de moyens chimiques de protection entraîne souvent la présence de résidus de pesticides dans les fruits.

La propolis est un produit naturel confectionné par les abeilles. Dans la ruche, les ouvrières fabriquent la propolis à l'aide de résines recueillies sur des bourgeons de plantes et d'écorces d'arbres. Il existe de nombreuses sortes de propolis qui sont fonction de la zone géographique où se trouve la ruche, de la disponibilité des végétaux présents, de la saison et de l'espèce d'abeille. C'est de cet écosystème que va dépendre en partie la qualité de la propolis. Les propolis les plus fréquentes sont la propolis européenne issue majoritairement des peupliers et du marronnier. La propolis verte du Brésil provient de *Baccharis dracunculifolia*, la propolis rouge provenant de *Dalbergia ecastophyllum* (Cardinault 2010). Il existe ainsi des différences significatives de composition entre ces différentes propolis (Bankova 2005). Les extraits éthanoïques de Propolis purifiée (exemptés des cires, pollen et autres composés indésirables) présentent de nombreuses activités pharmaco-biologiques telles que des activités antibactérienne (Bankova, Christov et al. 1999; Marcucci, Ferreres et al. 2001), fongicide et/ou fongistatique (Burdock 1998; Agüero, Gonzalez et al. 2009), antivirale (Amoros, Simõs et al. 1992; Amoros, Lurton et al. 1994), anti-inflammatoire (Dobrowolski, Vohora et al. 1991) ou antioxydante (Moreno, Isla et al. 2000). Les flavonoïdes et autres composés phénoliques ou certains terpénoïdes apparaissent comme étant les principaux composés responsables des effets biologiques attribués à ces Propolis. Parmi les flavonoïdes identifiés comme à action antimicrobienne ou antifongique, citons les sous-classes des flavonols (ex. galangine), des flavones (ex. pinocembrine) ou des chalcones (ex. 2'-4'-dihydroxychalcone) (Agüero, Gonzalez et al. 2009).

La plupart des travaux sur l'activité antifongique de la propolis portent sur des pathogènes humains (*Candida albicans* en particulier comme champignon) et ces pathogènes sont le plus souvent des pathogènes de conservation susceptibles de provoquer des problèmes chez l'homme comme *Escherichia coli* ou *Listeria* (Alvarez, Ponce et al. 2013). Malheureusement, on note que peu de travaux ont été spécifiquement appliqués à des souches pathogènes de produits végétaux. En effet, même si la littérature sur la propolis est extrêmement vaste (plus de 4000 articles à date), les effets antifongiques de cette substance sur les souches fongiques des fruits et plus encore le mode d'action de ses différentes fractions reste un vaste sujet d'investigation.

Par conséquent, l'utilisation d'un extrait naturel comme la propolis qui permettrait d'améliorer la qualité et la durée de conservation des fruits apparait alors comme un challenge économique et scientifique pertinent.

La société Pollenergie basée à Saint Hilaire de Lusignan (47) et spécialisée dans la commercialisation de produits de la ruche, l'UMR QualiSud du Cirad de Montpellier et l'ITAB de Paris vont collaborer dans ce projet.

Cinq objectifs majeurs ont été listés pour mener à bien ce travail :

- **Objectif n° 1 :** Sélectionner sur des bases biochimiques et microbiologiques la ou les variétés de propolis présentant une action fongistatique et/ou fongicide stable.
- **Objectif n° 2 :** Identifier les fractions (polyphénoliques, terpéniques) associées à ces effets antifongiques (pré-sélection de souches cibles). Etudier les effets synergiques et antagonistes de ces fractions et des composés majeurs vis-à-vis de leurs propriétés antifongiques.
- **Objectifs n° 3 :** Caractériser la ou les fractions actives dans une approche structure /activité antifongique/ hydrophobicité.
- **Objectif n° 4 :** Incorporer la fraction active dans une forme utilisable commercialement pour le traitement post-récolte des fruits.
- **Objectif n°5 :** Obtenir l'homologation de la propolis en tant que substance de base utilisable comme fongicide en agriculture biologique.

Le développement de ce travail commun passera par la réalisation d'une thèse avec cofinancement Pollenergie - ANRT sous la forme d'une bourse Cifre ayant pour sujet : « Evaluation et Compréhension des Propriétés Antifongiques des Propolis ».

THE DE COMPOST : DESCRIPTION, MODE D'APPLICATION ET RESULTATS

Maud Tragin

Arexhor Pays de la Loire

Le thé de compost oxygéné (TCO) est encore aujourd'hui peu connu en France, seules quelques entreprises utilisent ce produit. Pourtant, le thé de compost peut être un produit très intéressant en production, notamment pour les productions conduites en agriculture biologique. En effet, des travaux menés il y a environ 10 ans, au Canada, en Belgique ou en Suisse, ont montré que ce type de produit pouvait améliorer les qualités agronomiques et sanitaires des cultures.

Partant de ce constat, l'équipe de l'AREXHOR Pays de la Loire (membre du réseau ASTREDHOR) s'est intéressé au thé de compost, à sa fabrication, à son utilisation et à ses effets sur les cultures ornementales. La première approche fut d'évaluer, en 2014, l'efficacité du thé de compost de la société SoilTech sur *Phytophthora sp*. en culture de *Choisya ternata* (Oranger du Mexique). Dans cette expérimentation, le thé de compost était appliqué pur, tous les 15 jours, par arrosage (3 % du volume du pot). En fin de culture, la parcelle traitée présentait 80 % de plantes saines contre 40 % pour la parcelle témoin. Par ailleurs, des effets sur les composantes agronomiques ont été constatés : stimulation du développement, coloration plus verte du feuillage.

Suite à ces résultats, l'AREXHOR Pays de la Loire poursuit ces recherches sur le sujet en évaluant le thé de compost sur d'autres pathosystèmes telluriques (*Phytophthora sp*.) et foliaires (oïdium). L'objectif étant de vérifier la possible transposition de ces résultats à d'autres cultures et d'affiner le mode d'application de ce produit. En parallèle, d'autres stations du réseau ASTREDHOR intègrent le thé de compost dans des projets de recherche pour des problématiques sanitaires. Nous avons également constaté que de nombreux producteurs effectuent des tests en production afin d'améliorer la qualité globale des cultures tout en diminuant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques.

LES EXTRAITS NATURELS EN JARDIN, ESPACES VERTS ET INFRASTRUCTURES

Sarah André & Maxime Guérin

Ville de Paris, Direction des Espaces Verts et de l'Environnement
Plante & Cité

La gestion différenciée, développée depuis la fin des années 90, a constitué une étape forte vers une gestion plus écologique des espaces verts et publics. Pour diverses raisons (économie de moyens, gestion plus respectueuse de l'environnement, gestion plus respectueuse de la santé humaine), de plus en plus de gestionnaires se sont mis à adopter ce type de démarche. En parallèle, la réglementation a fortement évolué, rendant l'utilisation des produits phytosanitaires de plus en plus contraignante sur les espaces accueillant du public. De nombreuses structures s'inscrivent ainsi aujourd'hui dans des politiques « vers le 0 phyto », parfois dans le cadre de chartes ou de labels. Dans les JEVI, plus de 90 % des interventions de gestion concernent la flore spontanée (sur voirie notamment). Sur ce volet, les alternatives naturelles sont rares (acide pélargonique, acide acétique), et les gestionnaires privilégient l'utilisation d'outils de désherbage mécanique ou thermique, ainsi que la gestion préventive (réaménagement) quand ils souhaitent continuer à désherber. D'avantage de solutions sont disponibles pour la gestion des ravageurs et maladies tels que le *Bacillus thurengiensis*, largement utilisé contre la processionnaire du pin ou la pyrale du buis, ou encore le *Beauveria bassiana*, utilisé contre le papillon palmivore. L'offre en matière de produit de biocontrôle reste cependant encore limitée dans les JEVI et les gestionnaires sont dans l'attente de nouveaux produits, notamment à action herbicide. Depuis de nombreuses années, les espaces verts parisiens (parcs, jardins et bois) gérés par la Ville de Paris sont entretenus selon des modes de gestion écologique. Les produits phytosanitaires de synthèse, dangereux pour l'environnement, ont été remplacés par des méthodes alternatives et raisonnées, dans un double objectif de santé publique et de préservation de la biodiversité. Des formations soins aux végétaux ont été mises en place pour accompagner les agents sur terrain dans le diagnostic et la prise de décision de traiter. Les pratiques horticoles mises en place comme le paillage, le compostage, l'adaptation des plantes au sol et au climat….sont quelques exemples de cette nouvelle gestion qui fait aujourd'hui l'objet d'une labellisation écologique. Dans le cadre du label EcoJardin seuls les produits naturels non dangereux pour l'environnement sont autorisés.

L'expérience de la ville de Paris est présentée à travers des exemples concrets d'utilisation de cette gamme de produits comme le vinaigre en désinfection des outils, les produits de biocontrôle utilisés en espaces verts, vignes, production florale.

EVALUATION DE L'INTERET DE L'UTILISATION D'HUILES ESSENTIELLES DANS DES STRATEGIES DE PROTECTION DES CULTURES

Rodolphe Vidal

ITAB

Ce projet s'inscrit dans le contexte actuel de recherche de moyens plus durables de protection des cultures, cela concerne l'agriculture conventionnelle mais également l'agriculture biologique pour lesquelles le remplacement du cuivre et la recherche d'alternatives efficaces aux produits phytosanitaires de synthèse (Plan Ecophyto, rapport Herth et feuille de route du MAAPRAT sur le Biocontrôle) constitue un important challenge.

Mots clés : formulation, stratégie, alternatives, fongicides, évaluation

Le projet CASDAR Huiles Essentielles démarré en 2013, a démontré l'intérêt et l'efficacité de l'utilisation des huiles essentielles dans le cadre de la protection des cultures. L'objectif est de tester 7 huiles essentielles (origan, thym à thymol, sarriette des montagnes, tea tree, eucalyptus, girofle et menthe verte) pour lutter contre les mildious de la vigne, de la pomme de terre, de la salade et contre la tavelure du pommier. Ce projet s'appuie sur une approche pyramidale à plusieurs niveaux:

- **au laboratoire,** cette étape consiste à tester l'efficacité des huiles prises individuellement puis en mélanges sur leur capacité à enrayer la croissance mycélienne et de sporulation des champignons cultivable en culture pure. En parallèle, des tests de miscibilité avec des adjuvants de type huileux ou alcooliques ont été effectués afin de proposer une formulation basique utilisable pour les essais de terrain
- **en milieu contrôlé,** des essais ont été menés sur des plantes en pots afin de définir l'efficacité des huiles et leur concentration d'utilisation optimale
- **en plein champ,** des essais s'appuyant sur les deux premiers niveaux ont permis de valider des itinéraires techniques incluant les huiles essentielles pour la protection des cultures.

Les résultats *in vitro* montrent sans ambigüité que toutes les HE testées possèdent une activité fongicide. En effet, une CI50 (concentration d'inhibition de 50 % de la croissance mycélienne) est calculable pour toutes les huiles et sur les modèles fongiques cultivables en culture pure (mildiou de la pomme de terre – *Phytophtora infestans*- et tavelure du pommier – *Venturia inaequalis*-).

Lorsque l'on passe en condition du terrain (sous abri ou en plein champ), le projet n'a pas permis de mettre en évidence des efficacités significatives à 0,2% (v/v) sur les champignons cibles. Des tendances peuvent cependant être rapportées. En outre, la toxicité des HE vis-à-vis des insectes auxiliaires des cultures a également été testée. A la concentration de 0,2% dans le sirop de nourrissage, aucun effet toxique significativement supérieur à la mortalité naturelle n'a été remarqué.

Ces résultats intéressants ne permettent pas d'utiliser les HE comme substances de remplacement des molécules actives phytosanitaires. En dehors des écueils rencontrés (réglementation relative aux adjuvants utilisables en AB), ce projet nous amène à repenser la protection des plantes comme

une maitrise système plutôt que par l'utilisation de molécule en « pompier » pour se débarrasser d'un pathogène. En effet, la recherche de molécules naturelles moins nocives pour l'environnement et les applicateurs s'accompagne inévitablement d'une moindre efficacité biocide et demande donc d'être plus attentif aux fluctuations fines de la santé des systèmes de production. Une évaluation *ad hoc* de l'impact de ces substances sur les différents compartiments écologiques semble donc nécessaire pour comprendre l'impact des HE sur les productions végétales et leur environnement.

EFFETS BIOFONGICIDES DES HUILES ESSENTIELLES : EVALUATION IN VITRO DE L'EFFICACITE SUR LES MODELES PHYTOPATHOGENES *VENTURIA INAEQUALIS* ET *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

Jérôme Muchembled & Caroline Deweer

ISA Lille

Un des axes du projet CASDAR N°1222 (2013-2015, MAAF) « Evaluation de l'intérêt d'utiliser des huiles essentielles en protection des cultures » était d'évaluer l'efficacité biofongicide d'huiles essentielles in vitro sur *Phytophthora infestans* (mildiou de la pomme de terre) et *Venturia inaequalis* (tavelure du pommier). Ces deux phytopathogènes peuvent causer des pertes non négligeables en production, doivent être gérés de manière intégrée et nécessitent souvent l'emploi de fongicides. L'emploi des fongicides pouvant conduire à des pollutions environnementales, nous cherchons à savoir si des substances végétales peuvent avoir une efficacité biofongicide naturelle sur ces agents pathogènes. Nous avons produit au laboratoire, dans des conditions spécifiques et innovantes, des données comparatives de l'efficacité biofongicide d'huiles essentielles par rapport à des références fongicides (chimiques et minérales). 7 huiles essentielles commerciales (AB) ont été utilisées après la vérification de leur composition par Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse (CPG-SM). Les 7 Huiles Essentielles (HE) ont été testées en microplaque sur 2 souches S et R fongicide de *P. infestans et V. inaequalis*, en présence ou en absence d'un adjuvant de type alcool terpénique. Pour P. infestans, les 2 souches sont Sensible et Résistante méfénoxam, seule résistance connue et couramment présente en France. Pour *V. inaequalis*, les 2 souches sont Sensible et Résistante aux triazoles. Les composés majoritaires de chaque huile essentielle ont également été testés : citronellal pour l'HE d'eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) ; eugénol pour l'HE de girofle (*Syzygium aromaticum*) ; D-carvone et L-carvone pour l'HE de menthe (*Mentha spicata*) ; *carvacrol* pour l'HE d'origan (*Origanum compactum*) et de sarriette (*Satureja montana*) ; terpinen-4-ol pour l'HE de tea tree (*Melaleuca alternifolia*) ; thymol pour l'HE de thym (*Thymus vulgaris*). Toutes les expériences ont été réalisées au moins trois fois de manière indépendante. Les efficacités sont estimées par le calcul de la CI50 grâce à l'aide d'un programme statistique spécifiquement développé.

Dans tous les cas, toutes les HE et tous les composés majoritaires sur les 2 souches des 2 phytopathogènes présentent une efficacité biofongicide. Si les HE et les composés majoritaires sont toujours moins efficaces que les fongicides chimiques, les niveaux d'efficacité sont parfois identiques à ceux des fongicides minéraux de référence comme le CuSO4. Pour *P. infestans*, les HE les plus efficaces sont celles de girofle et origan avec une plus grande efficacité sur la souche R méfénoxam, et au même niveau d'efficacité que la référence minérale ($CuSO_4$) (Muchembled et al, 2015 b, d). Notons que pour les 2 souches de *P. infestans*, l'eugénol est moins efficace que l'HE de girofle. Pour *V. inaequalis*, les HE les plus efficaces sont celles de girofle et d'eucalyptus avec une plus grande efficacité sur la souche sensible aux triazoles, et avec une meilleure efficacité que la référence $CuSO_4$ (Deweer et al, 2015 ; Muchembled et al, 2015 a, c). Si l'eugénol est plus efficace que l'HE de girofle sur la souche S de *V. inaequalis*, il est aussi efficace que la girofle sur la souche R. Dans nos conditions expérimentales, l'adjuvant de type alcool terpénique non seulement n'améliore généralement pas l'efficacité des HE mais aussi en diminue l'efficacité parfois (Deweer et

al, 2014 ; Muchembled et al, 2015d). Il est très intéressant de constater que les efficacités de certaines HE sont parfois comparables à celle du sulfate de cuivre. Ceci permettrait d'envisager leur utilisation dans une perspective de réduction de l'utilisation du cuivre en protection des plantes.

La méthodologie de criblage employée permet d'estimer de manière reproductible l'efficacité de nombreuses substances naturelles par rapport à différentes souches de phytopathogènes. Cette méthodologie permet de modéliser assez rapidement en conditions contrôlées le caractère biofongicide de très nombreuses modalités (7 huiles essentielles * 2 phytopathogènes * 2 souches * adjuvant * 3 répétitions). L'analyse statistique des résultats montre que les efficacités biofongicides enregistrées dépendent à la fois de la nature de l'huile essentielle, du type de phytopathogène, du type de souche, de la présence ou de l'absence de l'adjuvant. La modélisation de la réponse doit ensuite être corrélée à des tests réalisés in planta (ou sur des modèles de feuilles en survie, ou en serre, ou en champs) afin de vérifier l'efficacité dans des conditions moins contrôlées.

BIBLIOGRAPHIE

- Deweer, C., Muchembled, J., and Halama, P. (2014). In vitro evaluation of 7 essential oils efficacy on Venturia inaequalis. Natural Products and Biocontrol, 24-26 september 2014, Perpignan, communication orale.
- Deweer, C., Muchembled, J., Sahmer, K., Halama, P. (2015). Biocontrol and botanical substances: innovative methods for evaluation of essential oils on a triazoles resistant strain of Venturia inaequalis XVIII. International Plant Protection Congress 24–27 August 2015, Berlin, communication orale.
- Muchembled, J., Corroyer, N., Deweer, C., Dupont, N., Sahmer, K., Halama, P., Larrieu, J.F., Le Maguet, J., Navarro, J.M., Tournant, L., and Vidal, R. (2015a). Evaluation au laboratoire et aux vergers de l'efficacité d'huiles essentielles sur Venturia sp. 5ème conférence internationale sur les méthodes alternatives de protection des plantes, 11-13 mars 2015, Lille, 67-77.
- Muchembled J., Deweer C., Emile L., Brehault L., Gelin D., Zavodski J., Sahmer K., Halama P. (2015b). Développement du biocontrôle et substances naturelles végétales : que nous apprennent les essais au laboratoire ? Application sur 2 souches de Phytophthora infestans S et R méfénoxam. 11ème Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes, 7-9 décembre, Tours, pages 553-560.
- Muchembled, J., Deweer, C., Sahmer, K., and Halama, P. (2015c). Evaluation in vitro de l'efficacité de 7 huiles essentielles sur une souche de Venturia inaequalis résistante aux triazoles. Les rencontres du végétal, 12-13 Janvier 2015, AgroCampusOuest Angers, communication orale.
- Muchembled, J., Deweer, C., Sahmer, K., and Halama, P. (2015d). In vitro evaluation of 7 essential oils efficacy on Phytophthora infestans. XVIII. International Plant Protection Congress, 24–27 August 2015, Berlin, poster.

EVALUATION AUX VERGERS DE L'EFFICACITE D'HUILES ESSENTIELLES SUR *VENTURIA SP.*

Jean-François Larrieu

CA 82

N. CORROYER, N. DUPONT, J-F. LARRIEU, Jean Le MAGUET, L. TOURNANT, CRAN (Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie), IFPC (Institut Français des Productions Cidricoles), CA82 (Chambre d'Agriculture du Tarn et Garonne), FREDON Nord Pas de Calais

Mots-clés : biocontrôle - huile essentielle - *venturia* - laboratoire – vergers-pommiers.

L'étude de l'efficacité de 7 huiles essentielles en laboratoire sur les spores de *Venturia inaequalis*, le champignon responsable de la tavelure du pommier a été réalisée dans le cadre d'un projet CASDAR « évaluation de l'intérêt d'utiliser des huiles essentielles en protection des cultures » (2013-2015). Des tests aux vergers complémentaires des essais en laboratoire ont eu pour but de déterminer l'intérêt des huiles essentielles, non seulement en Agriculture Biologique (comparativement au cuivre) mais aussi en production fruitière intégrée. Il y avait peu de résultats d'essais sur l'utilisation des huiles essentielles en protection des vergers de pommiers avant cette étude. Suite aux résultats des essais en laboratoire, 4 HE ont principalement été testées sur les campagnes 2013, 2014 et 2015 par 2 réseaux d'expérimentation (Nord et Sud) : eucalyptus, girofle, sarriette et tea tree. Les HE sont utilisées à la concentration de 0,2% v/v additionnées d'Héliosol à 0,2% v/v. Les traitements ont eu lieu tous les 7 jours (sauf s'il n'y avait pas de précipitation durant cette période) ou tous les 20 mm de pluie. 5 à 6 notations tavelure étaient prévues au cours de la saison :

- **1er passage :** sortie des taches issues des premières contaminations au seuil de projection de 5% d'ascospores projetées
- **2eme passage :** sortie des taches issues des contaminations au seuil de projection de 25% d'ascospores projetées
- **3eme passage :** 50%
- **4eme passage :** 75%
- **5eme passage :** fin des contaminations primaires
- **6eme passage :** récolte

Le réseau Nord était constitué de la CRAN, de la FREDON NPC et de l'IFPC sur pomme de table et pomme à cidre. Le réseau Sud était constitué de la CA 82 sur pomme de table.

La pression tavelure, trop forte ou trop faible suivant les situations, de 2013 à 2015, n'a malheureusement pas permis de différencier les modalités entre elles dans les différentes régions. Notons qu'il n'y a pas eu de symptôme de phytotoxicité observé pour une cadence de traitement assez élevée. Par contre des effets non intentionnels de certaines huiles essentielles ont pu être notés. En particulier dans différents sites, et sur deux années, un effet favorisant des colonies de pucerons cendrés et lanigères a été soit noté, soit observé. Un lien peut-être présumé entre la phytotoxicité sur hyménoptères de certaines huiles et ces évolutions de colonies de pucerons.

BIBLIOGRAPHIE

- Deweer, C., Muchembled, J., and Halama, P. (2014) In vitro evaluation of 7 essential oils efficacy on Venturia inaequalis. Oral communication, Natural Products and Biocontrol, Perpignan (France).
- Deweer, C., Yaguiyan, A., Muchembled, J., Sahmer, K., Dermont, C., and Halama, P. (2013) In vitro evaluation of dill seed Essential Oil antifungal activities to control Zymoseptoria tritici. 65th International Symposium on Crop Protection, Ghent, Belgium. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 489-496.
- EFSA (2013). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of confirmatory data submitted for the active substance Copper (I), copper (II) variants namely copper hydroxide, copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper (I) oxide, Bordeaux mixture, EFSA Journal;11(6):3235.
- Gao Liqiang, Berrie Angela, Yang Jiarong and Xu Xiangming (2009). Within- and between-orchard variability in the sensitivity of Venturia inaequalis to myclobutanil, a DMI fungicide, in the UK. Pest Manag Sci 2009; 65: 1241–1249.
- KOLLER W, SMITH F. D., REYNOLDSJ K. L., WILCOXI W. F. and BURRI J. A. (1995). Seasonal changes of sensitivities to sterol demethylation inhibitors in Venturia inaequalis populations. Mycol. Res. 99 (6): 689-692.
- Mondino, P., Casanova, L., Celio, A., Bentancur, O., Leoni, C. and Alaniz, S. (2014), Sensitivity of Venturia inaequalis to Trifloxystrobin and Difenoconazole in Uruguay. Journal of Phytopathology. doi: 10.1111/jph.12274.
- Sahmer, K., Deweer, C., Muchembled, J., and Halama, P. (2014) Utilisation d'une régression non linéaire pour comparer l'efficacité d'huiles essentielles en tant que biofongicides. 46èmes Journées de Statistique, Rennes (France). 6 p.
- Sauphanor B., Dirwimmer C. (2009). Ecophyto R&D, Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires, Volet 1, Tome IV: analyse comparative de différents systèmes en arboriculture fruitière. INRA.
- Schnabel, G., Parisi, L. (1997) Sensitivity of Venturia inaequalis to five DMI fungicides, including the new triazole fluquinconazole, and to pyrimethanil. Z Pflanzenk Pflanz 104:36–46.
- SHIRANE N, TAKENAKA H, UEDA K, HASHIMOTO Y, KATOH K, ISHII H (1996). Sterol analysis of DMI resistant and -sensitive strains of Venturia inaequalis. Phytochemistry, Vol. 41, No. 5, pp. 1301-1308.
- Stammler, G. Taher, K., Koch, A., Haber, J., Liebmann, B., Bouagila, A., Yahyaoui, A., Nasraoui, B., (2012) Sensitivity of Mycosphaerella graminicola isolates from Tunisia to epoxiconazole and pyraclostrobin. Crop Protection, 32-36.
- VIJAYA PALANI P., LALITHAKUMARI D. (1999). Resistance of Venturia inaequalis to the sterol biosynthesis inhibiting fungicide, penconazole [1-(2-(2,4-dichlorophenyl) pentyl)-1H-1,2,4-triazole]. Mycol. Res. 103 (9) : 1157-1164.
- Xu X.-M., Gao L.-Q., Yang J.-R. (2010). Are insensitivities of Venturia inaequalis to myclobutanil and fenbuconazole correlated ? Crop Protection 29, 183-189.

RESULTATS DES ESSAIS EN VIGNOBLE, CONDITIONS CONTROLEES ET AU LABO : CAS DU MILDIOU DE LA VIGNE

Nicolas Aveline & Marc Chovelon

IFV & GRAB

La problématique de l'usage du cuivre, notamment en viticulture biologique, reste d'actualité. Les discussions au niveau européen tendent vers une baisse des doses autorisées à échéance rapprochée. Ainsi les besoins de solutions de réduction (produits complémentaires, modulation des doses, optimisation de la pulvérisation) deviennent urgents. Le projet CASDAR Huiles Essentielles (HE), coordonné par l'ITAB, a fédéré plusieurs Instituts techniques et Chambres d'agriculture pour évaluer l'efficacité de l'application d'huiles essentielles sur divers modèles dont pomme/tavelure, laitue/mildiou… et mildiou/vigne. L'objectif était de déterminer si certaines huiles apportent une efficacité contre ces maladies et ainsi pouvoir les utiliser en diminuant les doses globales de cuivre apportées en conditions de production. En viticulture, les partenaires mobilisés (ADABIO Savoie, CA71, GRAB et IFV) ont réalisés des essais sur 3 modèles complémentaires : disques foliaires en survie, vignes en pots et vignoble. Les huiles essentielles étudiées sont issues de griffes de Girofle, l'Eucalyptus citronné, l'Origan, le Thym, la Sarriette et le Tea-Tree.

Les essais sur disques foliaires en survie (IFV)

Afin de mieux évaluer l'effet des HE sur le mildiou, des essais ont été réalisés en conditions contrôlées, sur des disques foliaires issus de feuilles de vigne (cépage merlot) récoltées au vignoble. Les huiles essentielles et leur adjuvant (Tween 20®) sont appliqués sur les disques qui sont inoculés avec une solution de sporocystes de *P.viticola* et conservés en survie. En 2013, les premiers essais au laboratoire ont permis de montrer que les HE seules à 0.2% avaient un effet antifongique lorsque la solution de sporocystes était directement mélangée avec la solution d'HE. En 2014 et 2015, la majorité des essais ont fait intervenir la contamination 24h après le traitement des disques avec les HE. Cette stratégie ressemble à ce qu'on réalise au vignoble, à savoir une application quelques jours avant les évènements contaminants annoncés (pluies). Dans ces conditions, les résultats de 2014 montrent que les HE sont inefficaces pour diminuer les contaminations de mildiou. Le changement de volume de pulvérisation (1 à 3 fois) ou l'augmentation de la concentration des HE (de 0.1% à 0.2%) n'a pas permis d'obtenir une efficacité. Le constat de perte d'efficacité entre les résultats en mélange et l'inoculation à 24h ont poussé les études en 2015 vers des essais d'application préventive en faisant varier les temps d'inoculation du mildiou (6h, 17h et 24h), en gardant la concentration des HE à 0.2%. Les résultats obtenus montrent une bonne efficacité 6h après traitement puis une perte rapide d'efficacité dès 17h et une inefficacité à 24h. Les HE ne présentent pas les mêmes efficacités (meilleures efficacités du Thym et de l'Origan) mais la baisse d'efficacité avec le temps est générale.

Les essais sur plants de vigne en pots (GRAB)

Au GRAB d'Avignon, des essais ont été réalisés en 2013 et 2014 sur des vignes en pots sous ombrière. Les plants ont été traités avec une application d'HE (0.2%) puis inoculés 4 jours après avec une solution de sporocystes de mildiou. En 2013, la pression de l'inoculum est restée trop faible et les résultats sont peu exploitables, les HE utilisées à une dose forte de 2% induisent des

dégâts de phytotoxicité. En 2014, les modalités HE sont globalement moins touchées sur le feuillage par le mildiou par rapport au témoin non traité mais il n'est pas possible de les classer de façon statistique. Il apparaît aussi que dans les conditions d'essai, les adjuvants utilisés ont aussi une influence sur le mildiou et qu'il n'est pas possible de distinguer statistiquement l'activité des HE et celle de leur adjuvant. En tendance, les HE (associées à leur adjuvant respectif) de Girofle et de Thym semblent les plus efficaces.

Les essais au vignoble (partenaires ADABio Savoie, CA71, GRAB et IFV)

En 2014 et 2015, les HE ont été utilisées au vignoble dans des essais d'évaluation classiques (micro-parcelles répétées en blocs de Fisher) en associant les huiles (0.2%) avec une dose de cuivre basse (100 à 150 g de cuivre métal à chaque traitement ; Kocide Opti®). L'objectif était que la dose de cuivre basse seule ne soit pas assez efficace contre le mildiou et que l'ajout d'HE puisse révéler une efficacité supplémentaire pour palier ce décalage. Les résultats des essais au vignoble sont très hétérogènes, notamment en 2015 où la pression mildiou a été relativement faible (Bourgogne et Savoie). Si on essaie de synthétiser les données en regroupant les résultats des 2 années, on ne tire rien de concluant : l'ajout des HE à la dose faible de cuivre, quelle que soit la plante utilisée, ne procure pas une efficacité supplémentaire par rapport à la dose fiable de cuivre seule. Si on regarde dans le détail les résultats essai par essai, on peut observer quelques tendances mais celles-ci ne se retrouvent pas entre les sites d'essai ou parfois même entre les millésimes. Ainsi l'HE d'Eucalyptus semble provoquer des effets négatifs sur les parcelles du Bordelais (2014 et 2015), alors qu'elle montre des tendances positives en Savoie !

Quelques questions toujours en cours !

S'il est clair que les HE disposent intrinsèquement d'un potentiel anti-mildiou intéressant (résultats des essais sur plants et sur disques foliaires), leur utilisation au vignoble pose un certain nombre de questions et d'interrogations. Tout d'abord sur la nature même des huiles qui, lorsqu'elles sont pures, possèdent des phrases de risques et nécessitent une manipulation précautionneuse. De plus, leur nature hydrophobe pose de véritables problèmes de dilution dans la bouillie de traitement : lors des expérimentations, de nombreux adjuvants naturels ou commerciaux ont été évalués mais ceux qui donnent les meilleurs résultats ne permettent pas une dissolution parfaite et durable. Ainsi on peut se demander si les HE ont été appliquées de façon homogène et optimale sur les essais au vignoble. Enfin, la question la plus importante est celle soulevée par les essais in vitro : l'hypothèse d'une dégradation rapide des composés actifs contenus dans les HE, par des éléments extérieurs (oxygène, UV, autres produits phytosanitaires…) remet en cause l'utilisation en application préventive.

Le recours à une formulation spécifique est une piste d'amélioration possible pour protéger les composés actifs des agressions extérieures. Ces études nécessiteraient des caractérisations chimiques des principaux constituants des HE et un travail sur des co-formulants adaptés. Cette voie a déjà été choisie par certains industriels pour développer des produits à base d'huiles essentielles ou de composés issus d'HE (Bioxeda®, Sporatec®).

Une autre piste serait d'employer les HE en application sur des symptômes déjà établis, pour profiter de leur action immédiate sur le mycélium et les spores. Dans les essais in vitro du programme HE, cette stratégie a été étudiée mais les réalisations n'ont pas donné de résultats exploitables. Il serait peut-être judicieux de poursuivre dans cette voie en améliorant les protocoles et les méthodologies.

RESULTATS DES ESSAIS EN MARAICHAGE : CAS DU MILDIOU DE LA LAITUE, *BREMIA LACTUCAE*

Jérôme Lambion & Nadine Treuvey

GRAB & SERAIL

Le mildiou de la laitue (*Bremia lactucae*) est la maladie la plus redoutée sur cette espèce, notamment en culture biologique sur les créneaux d'hiver, sous abris, mais également de printemps et d'automne, en plein champ. Dans le quart Sud-Est, les dégâts sont très importants, parfois dès la pépinière et entraînent de fortes pertes financières. Dans le cadre de protocoles communs au sein du CASDAR HE, deux stations maraîchères travaillent sur ce phytopathogène, avec des contextes pédoclimatiques et des créneaux de production bien distincts : le GRAB, à Avignon (84) et la SERAIL à Brindas (69).

Pour faciliter l'évaluation d'un nombre important d'huiles essentielles, il a été nécessaire de travailler dans un premier temps en conditions contrôlées et simplifiées (sur plantes en pot et jeunes plants) afin de mieux caractériser les activités des huiles essentielles.

Ainsi, en **2013**, une dizaine de modalités a été testée, intégrant sept huiles essentielles différentes, seules ou en association, et avec ou sans co-formulant.

L'essai réalisé au GRAB, en pépinière sur jeunes plants de laitue, a permis d'évaluer l'intérêt de plusieurs huiles essentielles (thym, sarriette, origan, tea tree, girofle, eucalyptus) à la dose de 0,2%, pour limiter les attaques de *Bremia*. Il est apparu que l'émulsifiant choisi (Héliosol) a montré une certaine activité fongicide dans les conditions de l'essai. Seule l'**huile essentielle de girofle** et Cuivrol (environ 2kg/ha de cuivre métal) ont apporté une protection correcte vis-à-vis du mildiou, supérieure aux autres modalités. A la dose de 0,2%, aucune huile essentielle n'a fait preuve de phytotoxicité.

Concernant celui de la SERAIL, également conduit en pépinière, sur jeunes plants, a permis d'évaluer les sept huiles essentielles (girofle, eucalyptus, thym vulgaire, arbre à thé, origan, menthe poivrée et sarriette des montagnes) à deux concentrations (0,01% et 0,1%), associées à un de ces deux co-formulants : LI700, lécithine de soja à 5% ou Mix In, « huile végétale à 2%. Sur les sept huiles essentielles étudiées, aucune ne se distingue en terme d'efficacité, par rapport au témoin ou au Cuivrol, quelle que soit sa dose ou le co-formulant qui lui est associé.

En 2014, sur le site de la SERAIL, deux essais ont été conduits, le premier en pépinière, le second en plein champ. Le premier a permis de tester à nouveau les sept huiles essentielles à deux doses (0,2% et 0,5%) associées à un mouillant, l'Héliosol (terpènes de pin).

Sur les sept huiles essentielles étudiées, seule l'**huile essentielle de sarriette** a montré des résultats prometteurs par rapport à l'ensemble des autres modalités.

Fort de ce constat, ce sont donc les huiles essentielles de girofle et de sarriette qui seront testées en conditions de production, en culture de laitue.

Le second essai conduit à la SERAIL, a permis d'évaluer les deux huiles essentielles associées au même mouillant Héliosol seules ou en mélange à deux doses (0,1% et 0,2%). Les premières attaques de *Bremia* ont été très précoces et relativement virulentes. Elles n'ont pas permis de montrer d'efficacité par rapport au témoin non traité.

A la récolte, les attaques restent homogènes et importantes, avec en moyenne 25% des feuilles attaquées par modalité. Cet essai n'a pas permis de discerner d'effet traitement par rapport au témoin.

Au GRAB, cet essai a également été réalisé avec le même mouillant Héliosol, en testant les deux huiles essentielles seules (à 0,2%) et en mélange (0,1% chacune et 0,2% chacune). Dans cet essai (pression mildiou modérée), Cuivrol a apporté une protection limitée (25% d'efficacité), à la dose totale de cuivre métal égale à 2,88kg/ha. Les huiles essentielle de girofle et de sarriette, testées seules ou en mélange, n'ont pas apporté de protection satisfaisante, dans les conditions expérimentales de 2014. Aucune phytotoxicité n'a été observée.
En 2015, le mélange des deux huiles essentielles (girofle et sarriette) à la 0,2% chacune a été testé avec deux émulsifiants : Héliosol (terpènes de pin) et Fieldor Max (triglycéride d'origine végétale).
Dans l'essai du GRAB (pression mildiou forte), les modalités à base de cuivre ont apporté une protection limitée (40% d'efficacité pour le Cuivrol, 50% d'efficacité pour l'Héliocuivre). Fieldor Max a montré une activité fongicide (20% d'efficacité) supérieure à Héliosol (5% d'efficacité). Par contre, les huiles essentielles de girofle et de sarriette, testées en mélange avec chacun des émulsifiants, n'ont pas apporté de protection satisfaisante, dans les conditions expérimentales de 2015. Aucune phytotoxicité n'a été observée.
A la SERAIL, les conditions climatiques de l'année n'ont pas permis d'observer de développement de mildiou et ainsi empêcher l'évaluation de l'efficacité des modalités contre ce phyto pathogène.

Au final, les huiles essentielles testées ne semblent pas apporter une protection satisfaisante vis-à-vis du mildiou de la laitue, dans les conditions des essais menés et répétés sur trois années. Toutefois, aucune phytotoxicité n'a été observée.

LES EXTRAITS VEGETAUX EN PROTECTION DES PLANTES

Thierry Picault

MEDINBIO

Elicitation high tech au service de l'agriculture biologique

La décoction de prêle figure à présent comme substance de base enregistrée depuis 2013.

Elle est communément utilisée en agriculture biologique pour son effet éliciteur. Un de ses composants enzymatiques potentiellement intéressant pour gérer les insectes, la thiaminase, est détruit par les températures élevées. Medinbio a cherché à optimiser le processus d'extraction à 60 degrés, en développant à grande échelle une technique de laboratoire : l'extraction aux ultrasons. L'effet cavitation accélère très nettement la vitesse d'extraction : 20 min correspond à une extraction conventionnelle de 24 h. En dehors d'un avantage en termes d'intégrité des principes actifs, le procédé présente un avantage économique et environnemental. La décoction de prêle sera testée en combinaison avec d'autres produits alternatifs au cours de l'année 2016 sur différentes cultures.

Les huiles essentielles : des insectifuges en maraîchage

Les huiles essentielles sont communément employées en agriculture biologique pour différentes finalités fongiques, microbiologiques et en gestion des insectes.

Medinbio s'est focalisé sur la gestion des thrips et pucerons du fraisier.

L'INS™ a ainsi été développé, ce produit est capable de contrôler les thrips et les pucerons en période estivale ou sous serre (nécessité d'une température supérieure à 18 degrés). Cette émulsion regroupant plusieurs huiles essentielles différentes a été élaborée en conditions de laboratoire, puis sur le terrain en serre tunnel sur fraisier, en 2015. Des résultats très encourageants ont été obtenus: avec une réduction des populations de pucerons de 80%, et une réduction de 70% des populations de thrips.

PRESENTATION DES RESULTATS DU PROJET EUROPEEN CO-FREE (2012-2016) SUR LES ALTERNATIVES AU CUIVRE

Claude-Eric Parveaud

GRAB

Annegret Schmitt, Andrea Scherf, Sara Mazzotta, Stefan Kühne, Ilaria Pertot, Jürgen Köhl, Aimilia Markellou, Didier Andrivon, Jolanta Kowalska, Claude-Eric Parveaud, Markus Kelderer, Edith Lammerts van Bueren, Christian Bruns, Maria Finkh, Benno Kleinhenz, Jo Smith, Annabel Simon-Levert, Philippe Pujos, Marc Trapman, Jacques Stark, Pierre van Cutsem, Sujeeth Neerakkal, Hubertus Kleeberg, Arne Peters, Lucius Tamm

Le projet européen CO-FREE vise à développer des stratégies pour remplacer ou réduire l'usage du cuivre dans l'agriculture biologique, intégrée et conventionnelle. Les stratégies de gestion testées dans le projet mobilisent différents leviers : produits alternatifs systèmes d'aide à la décision, sensibilité variétale, intégration de la notion d'idéotypes sont intégrées au sein des systèmes de cultures. Dans le projet, les patho-systèmes évalués sont la pomme / *Venturia inaequalis*, le raisin / *Plasmopara viticola*, la tomate et la pomme de terre / *Phytophthora infestans*. Plus de dix produits alternatifs ont été étudiés à base de micro-organismes (*Trichoderma atroviride Lysobacter* spp, *Cladosporium*), de protéines, de levures, d'oligosaccharides complexes, de métabolites bactériennes issues de nématodes (*Aneurinibacillus migulanus* et *Xenorhabdus bovienii*), à base d'extraits de plantes ou d'algues (sauge, réglisse, PLEX, algues). Des essais de terrain ont été réalisés dans différents pays européens en 2012-2015 selon les normes internationales EPPO.

Concernant la tavelure / pommier, les résultats mettent en évidence une efficacité de certains produits alternatifs en traitements stop et une réduction des dégâts jusqu'à 50% sur fruits en système agroforestier. Concernant le mildiou / raisin, une réduction des dégâts jusqu'à 40% a été observée sur feuille et grappe. Dans le cas du mildiou / tomate, une réduction des dégâts jusqu'à 58% (au champ) et 70% (serre) a été observée. Enfin, concernant le mildiou / pomme de terre, certains produits alternatifs ont permis de retarder le développement de l'infection (feuille et tige) et permis d'augmenter le rendement jusqu'à 40%. Le choix de la variété a été identifié comme primordial. Des effets secondaires positifs ont été observés dans certains cas (rendement et qualité / pomme de terre ; acariens prédateurs / vigne). Une sélection de certains résultats sera présentée.

LES ESSAIS D'INTRANTS ALTERNATIFS AU CTIFL

Michel Giraud

CTIFL

Le Ctifl travaille depuis plusieurs années à l'étude, la mise au point et l'intégration dans les itinéraires culturaux de stratégies dites « alternatives » basées sur les moyens de biocontrôle. Ces travaux, concernent à la fois les légumes de plein champ et sous abri et l'arboriculture fruitière et font partie intégrante de la protection intégrée des cultures (combinaison de méthodes). Deux groupes de travail ont été mis en place et animés par le Ctifl, l'un sur les cultures légumières, l'autre sur les fruits, et ont permis de constituer l'inventaire des produits existants selon leur statut règlementaire et des bases de données d'essais effectués sur centres Ctifl et en stations régionales, nécessaires à la connaissance des produits, et à la capitalisation des essais pour aider à leur homologation. Par ailleurs, le Ctifl fait partie du RMT Elicitra, relatif aux SDP (stimulateurs de défense des plantes). La majorité des essais réalisés sur centre, comme en stations régionales, l'ont été dans le cadre de prestations soumis à des accords de confidentialité.

Actuellement, l'essentiel des travaux réalisés sur le biocontrôle porte sur les macroorganismes, les médiateurs chimiques, et les microorganismes, avec pour objectifs principaux, la recherche de solutions alternatives face à des émergences (par exemple recherche ou expérimentations de parasitoïdes pour *Drosophila suzukii*), contre les bioagresseurs telluriques (nématodes et champignons) comme alternatives à la désinfection des sols, ou sur des usages non ou mal pourvus. Dans le panorama expérimental, les substances naturelles sont peu présentes, souvent par manque de produit bénéficiant d'une efficacité suffisante sur les couples hôte/bioagresseur concernés, et de sociétés partenaires. Mais un projet Europe-Chine est en cours et des essais sont prévus sur aleurodes et *Tuta absoluta* sous abri (EUCLID). Les projets relatifs à l'intégration des SDP dans la protection ont été développés (ex. Defileg) et d'autres sont en cours (ex. PEPS).

QUASSIA, LUTTE CONTRE L'HOPLOCAMPE DU POMMIER

Benjamin Gandubert & François Mairel

La Morinière & Indena

Malgré sa qualification de ravageur secondaire, l'hoplocampe est en passe de devenir un sujet préoccupant pour les producteurs 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.

LE PHOSPHATE DE DI AMMONIUM, UN ATTRACTANT DE LA MOUCHE DE L'OLIVE

Jean-Michel Duriez

AFIDOL-Association Française Interprofessionnelle de l'Olive

La mouche de l'olive reste le ravageur le plus problématique pour l'oléiculture française. Le cycle biologique de la mouche sera brièvement décrit en soulignant les facteurs climatiques et culturaux qui favorisent ou défavorisent le développement de l'insecte. Les méthodes de protection en bio seront présentées avec une évaluation de leur efficacité, de leurs contraintes d'utilisation, de leur impact sur l'environnement et de leur coût. Les méthodes de piégeage massif sont connues mais méritent d'être précisées. Dès le milieu du siècle dernier, l'attractivité des sels d'ammoniaque a été mise en évidence. Parmi eux, le phosphate d'ammoniaque (PDA) a été souvent privilégié. Sous les initiales PDA, se retrouvent plusieurs substances: phosphate d'ammoniaque, phosphate diammonium ou diammonique, phosphate mono-ammonique, etc.

En France, l'AFIDOL préconise la forme phosphate diammonium. Quelques exemples de pratiques du piégeage massif de *Bactrocera oleae* en Espagne et en Italie seront présentés. Nous estimons qu'il existe en France autour de 40000 oléiculteurs. Parmi eux 10000 sont des agriculteurs dont 1300 en bio. En France, le PDA a commencé par être utilisé dans le cadre du piégeage de monitoring.

Depuis plus d'une vingtaine d'années, quelques oléiculteurs utilisent le PDA dans le cadre du piégeage massif. Son efficacité dépend de nombreux paramètres et ceci crée des annonces et rumeurs très hétérogènes: certains oléiculteurs sont très satisfaits et d'autres très déçus. Suite aux conditions climatiques 2014 très favorables à la mouche de l'olive en France, l'AFIDOL a décidé de mettre en avant l'intérêt du piégeage massif en 2015. Le règlement d'exécution CE n° 354/2014 a supprimé le phosphate de diammonium de l'annexe II du règlement CE n° 889/2008 de l'agriculture biologique pour cause d'absence de statut à la règlementation générale. L'intervention de l'ITAB, est déterminante dans la procédure de réinscription du PDA dans les produits autorisés dans le cadre du bio. En conclusion seront présentées les pistes actuelles d'amélioration du piégeage massif, dans lesquelles le PDA a toujours sa place.

LE BICARBONATE DE SODIUM, UNE NOUVELLE SUBSTANCE DE BASE

Jean-Philippe Pascal

Solvay

De l'alimentation humaine, de la pharmacie, de la cosmétique à la détergence, naturellement présent dans l'organisme, doté d'un profil toxicologique et environnemental exceptionnel, le bicarbonate de sodium (hydrogénocarbonate de sodium) est un produit aux multiples usages.

Son universalité et ses diverses fonctionnalités expliquent qu'il puisse intervenir dans tant de domaines, d'où, en décembre 2015, l'approbation par la Commission Européenne, de classer le bicarbonate de sodium, substance de base, conformément à la réglementation européenne (CE n°1107/2009) relative aux produits phytosanitaires, en tant que substance fongicide.

LES SUBSTANCES DE BASE, 5 ANS DE PROGRES

Patrice Marchand

ITAB

La maîtrise de la réglementation est un facteur clef pour la maîtrise des intrants en AB, et en particulier des produits phytosanitaires. En 2011, nous avons entrepris de défricher l'article 23 du règlement phytopharmaceutique CE n°1107/2009, décrivant les substances de base.[1] Nous avons commencé la constitution du dossier Prêle, dont nous avons fait état lors des dernières JT PNPP de 2013. En 5 ans nous avons monté plus de 30 dossiers correspondant à un peu moins de substances, 8 sont approuvés, 5 non approuvés, 2 inadmissibles. 50% de pertes c'est désolant, 50% de réussite et ¾ des substances de base approuvées portées par l'ITAB c'est une belle référence pour un article du règlement phyto dans les cartons pendant 3 ans de 2009 à 2012. Bien sûr il y a aura encore des pertes, mais le mouvement lancé est désormais espérons le irréversible. Les acteurs se multiplient et les votes se succèdent maintenant de façon régulière. La dernière barrière dressée devant nous, celle de l'invendabilité, est presque déjà caduque et illusoire. On trouve d'ailleurs déjà des sites de vente en ligne de substances de base ! Ces substances de base phytosanitaires-là n'ont ni LMR, une approbation illimitée pour toute l'Europe, une activité « cide » limité voire nulle et pas de DAR, pour la plupart.

Année	Substance	Activités	Usages
2014	Prêle	SDN, antifongique	Arboriculture, Viticulture
	Chitosan Chipro GmbH	SDN, antifongique	Viticulture, Maraîchage
	Saccharose	SDN, insectifuge	Arboriculture, Grandes Cultures
2015	Hydroxyde de calcium IFOAM-EU	antifongique	Arboriculture
	Vinaigre	antifongique	Grandes Cultures, Maraîchage
	Saule	SDN, antifongique	Arboriculture, Viticulture
	Lécithine	antifongique	Viticulture, Maraîchage
	Fructose	SDN, insectifuge	Arboriculture
	Bicarbonate sodium EPA, DK	antifongique	Arboriculture
2016	phosphate de di ammonium PDA	attractant	Arboriculture
	petit-lait	antifongique	Serre

Tableau 1: Approbation en substance de base

1 Marchand, P. A. (2015), Basic substances: an opportunity for approval of low-concern substances under EU pesticide regulation. Pest. Manag. Sci., 71: 1197–1200. doi: 10.1002/ps.3997

Institut Technique de l'Agriculture Biologique

Produits de protection des cultures en AB

Les principes fondamentaux de l'AB visent une gestion globale des agrosystèmes et le maintien des équilibres naturels en privilégiant l'observation et les méthodes prophylactiques.

Mais, lorsque ces méthodes se révèlent insuffisantes, il est parfois nécessaire d'avoir recours, de manière ponctuelle et ciblée, à des traitements directs avec des produits phytopharmaceutiques. Ces produits font l'objet d'une recherche active pour évaluer leur efficacité et intérêt d'utilisation et sont encadrés par une réglementation européenne et nationale.

L'ITAB, ACTEUR INCONTOURNABLE DES PRODUITS DE PROTECTION DES CULTURES BIOLOGIQUES

Evaluer l'efficacité et l'intérêt de l'utilisation de substances naturelles pour la protection des cultures biologiques

Identifier des stratégies innovantes d'alternatives (bio-contrôle, substances à base de plantes, huiles essentielles,...)

Améliorer la mise sur le marché des produits naturels de protection en AB

Réaliser des dossiers d'approbation substances de base au sens du règlement CE n°1107/2009 (mise sur le marché des produits phytosanitaires)

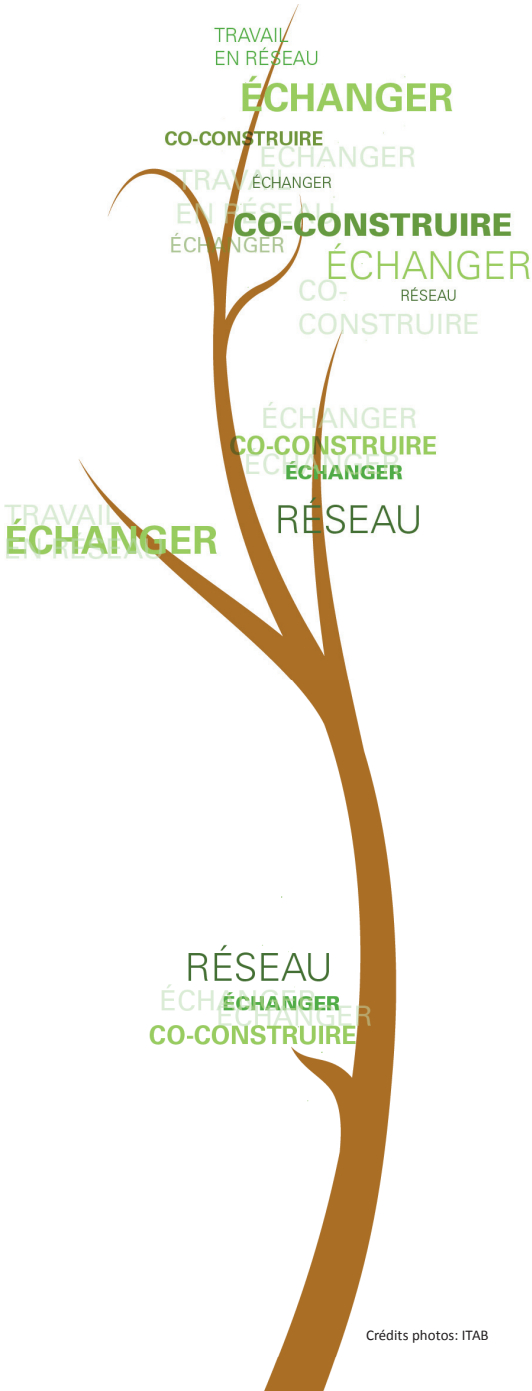
Gérer les demandes de dérogations en cas de danger menaçant les cultures

Gérer les usages orphelins en AB

Créer des références sur les produits utilisables en AB

Gérer le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France

Expertise règlementaire sur les intrants utilisables en AB



Travaux et contacts sur
www.itab.asso.fr
rubrique intrants

Avec le soutien de:

Crédits photos: ITAB

Institut Technique de l'Agriculture Biologique

Qui Fait Quoi

en recherche-expérimentation sur les produits de protection des plantes en AB

Connaître et faire connaître la recherche-expérimentation en AB

Sur ce portail collaboratif des «Qui Fait Quoi», consultez les actions menées par les partenaires du réseau et complétez ce panorama par vos travaux.

Pourquoi les QFQ ?

- Faire connaître ce qui se fait ou s'est fait ;
- Mettre en lien différents acteurs de l'AB ou intéressés par l'AB ;
- Capitaliser les acquis, pour mieux les diffuser ;
- Valoriser les actions de chacun mais aussi les actions d'un réseau entier.

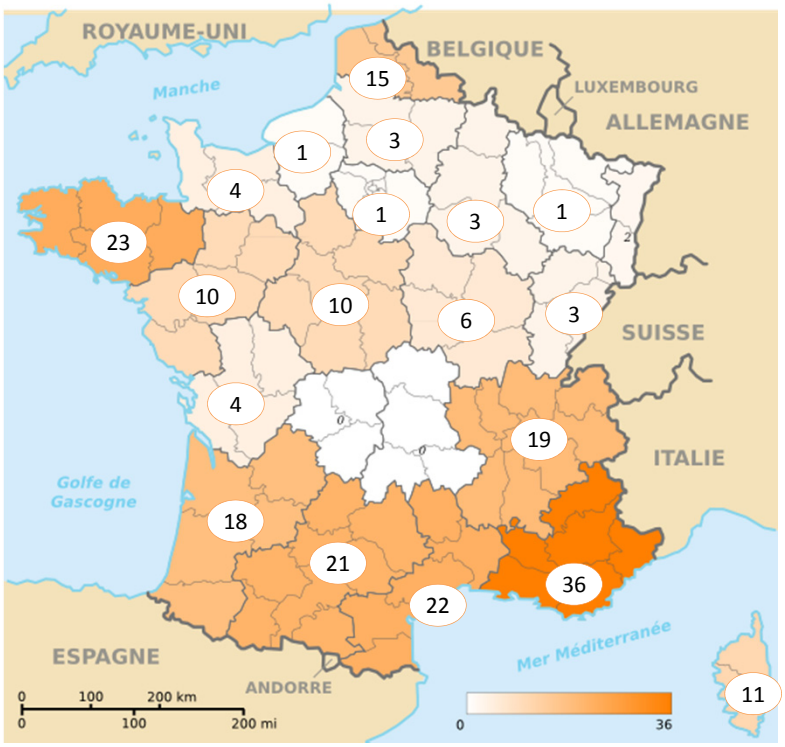
Le Qui Fait Quoi c'est aujourd'hui **2 061 actions recensées !**
Pour rechercher ou encore saisir une action, rendez- vous vite sur : www.qfq.itab.asso.fr

Zoom sur les actions « Produits de protection des cultures »

C'est **224 actions** dont 24 spécifiques sur la règlementation.

Production	Nombre d'actions
Cultures légumières	83
Cultures fruitières	74
Grandes Cultures	59
Viticulture	36
Cultures fourragères	7
Autres	6
Horticulture	2
Plantes aromatiques	2

Les productions les plus étudiées concernent principalement les cultures légumières (pommes de terre,20), les cultures fruitières (pommes,27) et les grandes cultures (maïs,18).



Contacts qui fait quoi : qfq@itab.asso.fr. **Contacts Intrants :** julie.carriere@itab.asso.fr

ITAB

Institut Technique de
l'Agriculture Biologique

L'institut technique dédié à la recherche-expérimentation en AB

Depuis 34 ans, l'ITAB fédère les experts de terrain, de la recherche et les professionnels de toutes les productions biologiques. Il produit également des références et outils techniques, utiles aux agriculteurs en AB et conventionnels.

Le conseil d'administration de producteurs et professionnels de l'aval et son équipe salariée mènent les 3 grandes missions de l'institut : animation et expertise, co-construction de projets, et diffusion et valorisation.

Implication dans
55 projets de recherche
dont **16 pilotés par l'ITAB**
7 européens
et dans **9 RMT**

2200 actions de recherche en AB recensées

5 colloques organisés par an

1 revue Alter Agri

50 guides et fiches techniques

149, rue de Bercy
75 595 PARIS Cedex 12

www.itab.asso.fr

Membre de : ACTA

Réalisation : *Julie Carrière, Aude Coulombel, Patrice Marchand (ITAB)* ***Crédits photos :*** *ITAB, Wikimedia*