

**AFPP – 4^e CONFÉRENCE SUR L'ENTRETIEN
DES JARDINS, ESPACES VÉGÉTALISÉS ET INFRASTRUCTURES
TOULOUSE – 19 et 20 OCTOBRE 2016**

**VERS UNE STRATEGIE DE GESTION DURABLE DE LA PYRALE DU BUIS *CYDALIMA PERSPECTALIS*
(WALKER 1859)**

M. GUERIN ⁽¹⁾, E. TABONE ⁽²⁾, J.-C. MARTIN ⁽²⁾, A. I. LACORDAIRE ⁽³⁾, C. GUTLEBEN ⁽¹⁾, F. ROBERT ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Plante & Cité, 26 rue Jean Dixmèras 49066 ANGERS Cedex 1, France, maxime.guerin@plante-et-cite.fr, caroline.gutleben@plante-et-cite.fr

⁽²⁾ INRA PACA, Domain Saint-Paul, Site Agroparc, 84140 AVIGNON elisabeth.tabone@paca.inra.fr, jean-claude.martin@paca.inra.fr

⁽³⁾ Koppert France, 147 avenue des Banquets, 84300 CAVAILLON, France, ailacordaire@koppert.fr

⁽⁴⁾ ASTREDHOR, 44 rue d'Alésia 75682 PARIS Cedex 14, fabien.robert@astredhor.fr

RÉSUMÉ

Depuis 2014, des solutions de biocontrôle et autres méthodes alternatives à la lutte chimique sont expérimentées dans le cadre du programme SaveBuxus©. L'objectif de ce programme est de développer et proposer une stratégie de gestion qui soit durable contre les 2 principaux bio-agresseurs du buis en France métropolitaine qui sont : la pyrale du buis (*Cydalima perspectalis*) et la cylindrocladiose du buis (*Cylindrocladium buxicola*). Pour la pyrale, les axes travaillés sont : (i) l'étude de sa biologie, pour pouvoir notamment positionner aux mieux les interventions de gestion ; (ii) des tests avec des agents entomopathogènes qui ciblent les stades larvaires ; (iii) le piègeage phéromonal, qui cible les imagos ; (iv) la recherche de parasitoïdes oophages, qui ciblent les oeufs. Pour la cylindrocladiose, les axes travaillés sont : (i) la gestion préventive, avec la rédaction d'un guide de bonnes pratiques ; (ii) la tolérance variétale ; (iii) les produits alternatifs en traitement des parties aériennes ; (vi) les produits alternatifs en traitement de sol.

Mots-clés : pyrale du buis, maladies du dépérissement, biocontrôle, méthodes alternatives, stratégie globale.

ABSTRACT

TOWARDS A CONTROL STRATEGY AGAINST BOXTREE CATERPILLAR AND BOXBLIGHT

The aim of the trials program SaveBuxus is to build a control strategy against the 2 main damaging boxtree pests in France : the boxtree caterpillar (*Cydalima perspectalis*) and the boxblight (*Cylindrocladium buxicola*). Biocontrol and alternatives control methods are experienced since 2014. Works on the boxtree caterpillar investigate: its biology, to be able to use the methods at the right time; entomopathogenic organisms, to control caterpillars; pheromone traps, to control moths; oophagous parasitoids, to control eggs. Works on boxblight investigate: preventive control, a handbook on this topic was written; tolerance; alternative products used to spray aerial parts; alternative products used to spray soil.

Keywords: boxtree caterpillar, boxblight, biocontrol, alternative control methods, control strategy.

INTRODUCTION

Ces dernières années, les plantations de buis sont soumises à des attaques importantes de plusieurs bioagresseurs émergents qui causent de sérieux dégâts entraînant parfois leur dépérissement total dans de nombreux sites patrimoniaux, chez les particuliers et chez les pépiniéristes. La pyrale du buis (*Cydalima perspectalis*) et le dépérissement du buis induit par *Cylindrocladium buxicola*, sont à l'origine de déclin massifs de végétaux depuis la fin des années 2000 en France.

Les mesures actuelles de gestion sont souvent insuffisantes pour lutter efficacement contre ces bioagresseurs. Toutefois, certaines solutions biologiques encore peu étudiées constituent de réelles pistes pour mieux les combattre. Ces voies sont explorées et étudiées dans le cadre du projet collaboratif SaveBuxus pendant trois ans. Des études seront menées afin de mesurer leur intérêt pour construire et proposer des stratégies de gestion durables et respectueuses de l'environnement. Elles devront répondre aux demandes sociétale et règlementaire. Les travaux présentés dans cet article sont ceux qui ont été réalisés en 2014-2015 pour le volet Pyrale.

1. MATERIEL ET MÉTHODES

Le volet pyrale se décompose en 4 axes complémentaires (Figure 1) qui ont pour finalité l'élaboration d'une stratégie de contrôle (Consortium SaveBuxus, 2015 a) :

- 1 axe sur la biologie de l'insecte : cet axe permettra de mieux connaître la répartition et le cycle de développement de la pyrale en France Métropolitaine ;
- 3 axes sur la gestion du ravageur à ses différents stades : recherche de parasitoïdes oophages pour les œufs, tests d'agents entomopathogènes pour les stades larvaires et le piégeage phéromonal pour les papillons.

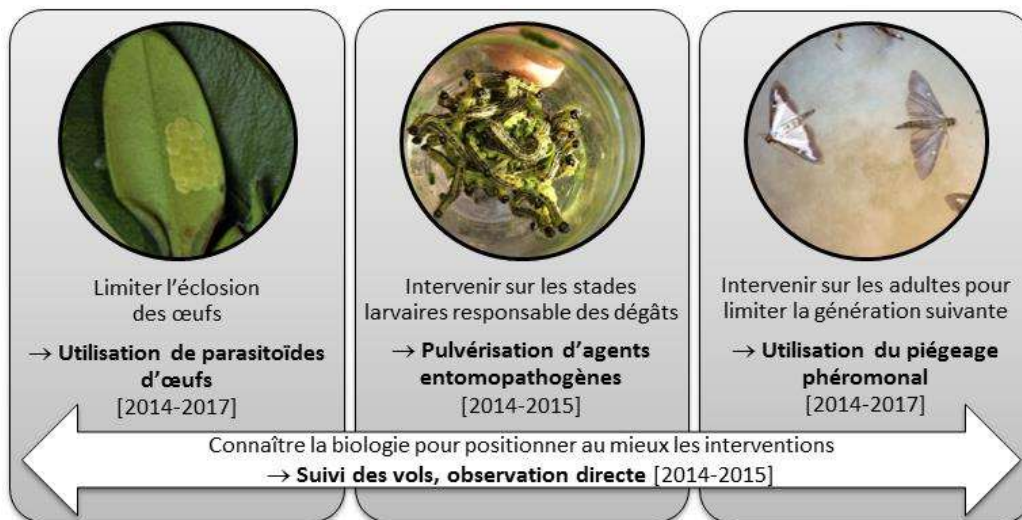


Figure 1 : Les 4 axes de travail du volet pyrale
Figure 1: The four items for the boxtree caterpillar

1.a. Protocole

Selon les axes étudiés, les tâches réalisées varient pour différentes raisons :

- Les axes sur la biologie, les agents entomopathogènes et le piégeage ont été directement travaillés sur le terrain, en mêlant observations, expérimentations et essais de valeur pratique. En effet, d'une part, des travaux de recherche précédents avaient mis en avant les pistes à explorer en conditions réelles (Kawazu et al., 1985), et d'autre part, des produits étaient disponibles à la vente pour réaliser ces tests.
- Pour l'axe parasitoïdes oophages, peu de travaux avaient été réalisés auparavant (Zimmermann et al., 2009), d'où la nécessité de travailler très en amont. Il fallait tout d'abord commencer par une phase de sélection pour trouver des souches d'auxiliaires potentiellement

candidates. Les expérimentations de terrain étaient prévues dans un second temps, selon les résultats obtenus lors de la 1^e phase.

1.a.i. Suivi de la biologie

Le suivi des populations de la pyrale a été réalisé sur une quinzaine de sites. En 2014, les partenaires n'ont réalisé qu'un suivi des vols. En 2015, le suivi des vols a été complété par des observations directes des buis : comptage des différents stades de la pyrale, évaluation du pourcentage de dégâts. Les observations ont été réalisées chaque semaine d'avril à novembre (Tableau I).

Tableau I : Protocole pour le suivi de la pyrale

Table I: for the biology of the pest; observations to do in the plots of trials

Matériel végétal	<i>Buxus sempervivens</i> . plantés dans des espaces verts, en linéaire ou isolés, pyrale présente sur le site depuis au moins 1 an . ou jeunes plants de buis cultivés en conteneur, pyrale inoculée par apport de chenilles (stade larve hivernante à raison de 5/plante), ou plants contaminés
Matériel d'observation	. Suivi des vols : pièges à entonnoir CameRatrap® équipés d'une phéromone 'PHERODIS® pyrale du buis' . Suivi des autres stades : observations directes dans des quadrats de 15 à 30 cm d'arête et de profondeur Figure 2 : Quadrat permettant de délimiter la zone de notation Figure 2: Quadrat used to delineate the area of observation (Droui A., GIE FPSO)
Observations à réaliser	. Evaluation du % de dégâts exprimée en classes de 0 à 4 (0%, <10%, 10-50%, >50%) du plant ou du bloc . Comptage ou présence/absence des différents stades (ooplaques, chenilles < 2 cm et chenilles > 2 cm mortes ou vivantes, cocons pleins et vides, toiles) . Comptage du nombre de papillons capturés dans les pièges



Un suivi plus poussé de la biologie de l'insecte a également été réalisé aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire, et en particulier dans le cadre de l'axe parasitoïdes oophages. Ceci, afin d'avoir une connaissance plus fine du cycle de développement et du comportement de la pyrale (accouplement, ponte ...).

1.a.ii. Agents entomopathogènes

En 2014, des essais en conditions contrôlées (ECC) et des essais de valeur pratique (EVP) ont été réalisés afin de tester l'efficacité des agents entomopathogènes disponibles sur le marché vis à vis de la pyrale : le *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* et deux espèces de nématodes (*Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae*). Le protocole est décrit dans le tableau II.

Tableau II : Protocole pour mesurer l'efficacité des agents entomopathogènes

Table II: Protocol to assess the effectiveness of entomopathogenic agents

I. Dispositif expérimental

Modalités à tester :

- . M0 : Témoin : eau
- . M01 : spécialité Bactura DF (*Bacillus thuringiensis var. kurstaki* ABTS-351) à 0,1 kg/hL
- . M02 à M05 - Nématodes CAPSANEM (*Steinernema carpocapsae*) et ENTONEM (*S. feltiae*) à 2 doses différentes (2500 et 5000 individus/ml) utilisé avec un adjuvant 0.25% (ADDIT, huile de colza)

ECC	10 buis/modalité	3 répétitions/site	3 structures partenaires
EVP	20 buis/modalité	1-2 répétitions/site	5 structures partenaires

III. Réalisation des traitements

Type de matériel : pulvérisateur, pression à 3 bars maximum, pour un volume de bouillie à 1000 L/ha pour les ECC, ou au moins 500 L/ha pour les EVP

Fréquence et positionnement :

Plusieurs séries de 3 traitements à 7-10 jours d'intervalle à positionner :

- . ECC : 1 série au printemps (24-48 h après l'inoculation artificielle ou dès que la présence de chenilles est observée), 1 en été (juin-juillet)
- . EVP : 2-3 séries de traitement (1/génération de chenille), sur les stades les plus jeunes possibles

IV. Observations

Pour chaque série de traitements, 5 observations ont été réalisées : à J0, J+3 du 1^e traitement, J0 au 2^e traitement, J0 au 3^e traitement, J+7 après le 3^e traitement. Les observations étaient similaires à celles réalisées pour le suivi de la biologie.

En 2015, des essais complémentaires ont été réalisés pour explorer les conditions permettant d'optimiser l'efficacité des traitements à base de *Bt. var kurstaki*. Ces essais de valeur pratique ont permis de tester l'influence du type de pulvérisateur utilisé, du volume de bouillie et de l'ajout d'un adjuvant. 8 modalités ont été testées sur 2 sites (Tableau III).

Tableau III : Protocole pour évaluer les conditions permettant d'optimiser la pulvérisation

Table III: Protocole to assess the circumstances to optimize the spray

I. Dispositif expérimental					
Caractéristique des sites :					
	Configuration	Parcelle élémentaire	Nombre de points de mesure		
Site 1	Triple alignement	1 alignement	4 * 3 blocs		
Site 2	Encadrement de pied d'arbre	1 face d'encadrement	3 * 4 blocs		
Modalités à tester :					
MODALITE	SITE	PULVERISATEUR	VOLUME DE BOULLIE (L/ha)	SPECIALITE	DOSE
M1	1	A dos à jet projeté (4-5 bars)	800	SPRUTZIT EC (huile de colza et pyrèthres naturels) → référence	10 L/ha
M2				BACTURA DF (<i>Bacillus thuringiensis var.kurstaki</i>)	
M3			500	BACTURA DF	0,75 kg/ha
M4				BACTURA DF + SQUAD (Huile de colza)	0,75 kg/ha + 0,15%
M5	2	Atomiseur (pneumatique) à jet porté	300-400	BACTURA DF	0,75 kg/ha
M6				BACTURA DF + SQUAD	0,75 kg/ha + 0,15%
M7			600	BACTURA DF	0,75 kg/ha
M8				BACTURA DF + SQUAD	0,75 kg/ha + 0,15%
II. Réalisation des traitements :					
2 traitements : le 1 ^e à faire dès la reprise d'activité des chenilles hivernantes, le 2 ^e 13 jours plus tard					
III. Observations					
6 observations ont été réalisées : avant le 1 ^e traitement, à J+6 du 1 ^e traitement, J0 du 2 ^e traitement, J+6 du 2 ^e traitement, J+15 jours du 2 ^e traitement. Les observations étaient similaires à celles réalisées pour le suivi de la biologie pour évaluer l'efficacité du traitement. En complément, l'utilisation de papier hydrosensible permettait d'évaluer la qualité de la pulvérisation.					

1.a.iii. Piégeage

Entre 2014 et 2015, différents types de tests ont été réalisés afin d'évaluer le kit piège-diffuseur le plus adapté au suivi des vols de pyrale mais également pour commencer à travailler le piégeage de masse (Figure 2). Les protocoles sont décrits dans le Tableau IV.

Figure 2 : Site accueillant les essais sur le piégeage de masse

Figure 2: Plot where mass trapping is tested (JC. Martin, INRA)



1.a.iv. Parasitoïdes oophages

Ce volet innovant consistait à étudier le potentiel de certaines espèces de parasitoïdes oophages (micro-hyménoptère) pour parasiter les œufs de pyrale du buis. Pour ce faire, 54 souches de trichogrammes, issues de la collection de l'INRA d'Antibes, ont été testées dans des tubes de

plexiglass®. Après 48h, les nombres d'œufs parasités ou avortés, ainsi que le nombre de chenilles développées ont été comptabilisés (Figure 3). Les causes de variabilité en terme d'efficacité ont été étudiées et les meilleurs candidats ont été testés en mésocosme sur plantes entières pour confirmer leur potentiel. Par la suite, ces candidats feront l'objet de lâchers *in situ*.

De plus, le potentiel de la génération fille (F1), qui correspond aux trichogrammes émergents des œufs de pyrale parasités, a également été évalué pour étudier la capacité des populations introduites à pouvoir se reproduire.

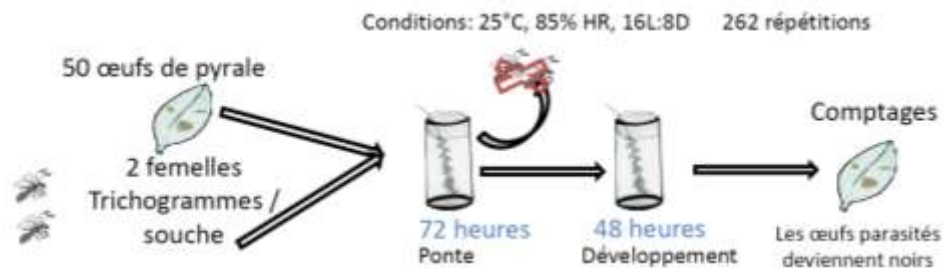


Figure 3 : Etapes pour la sélection des souches de trichogramme au laboratoire (UEFM, INRA)

Figure 3: Steps to select trichogramma strains at the laboratory

Afin de trouver des parasitoïdes indigènes, un appel à contribution pour la collecte de pontes de pyrale a été initié sur l'ensemble du territoire via Plante & Cité et les réseaux des partenaires du projet.

1.b. Partenaires observateurs et expérimentateurs

L'ensemble des travaux a bénéficié du soutien d'un réseau de 23 structures partenaires qui ont participé aux axes biologie, agents entomopathogènes et piégeage (Figure 4).



Figure 4 : Partenaires 2014-2015 du réseau SaveBuxus Volet Pyrale

Figure 4: Partner structures - Item boxtree caterpillar

Tableau VI : Tests réalisés dans le cadre de l'axe piégeage

Table VI : Trials on monitoring and mass trapping

Type de test	Période	Modalités	Parcelles test	Nombre de répétition	Observations
Comparaison des modèles de piège	2014	. 5 pièges comparés : Entonnoir, CAMERatrap®, Cooper Mill Gypsy Moth®, DELTatrap®, Procerex®/PROCESSatrap Expert . Diffuseur CpeX211	1 site de type « parc » comportant des buis isolés de forme arbustive	8	. Nombre de papillons capturés, relevés hebdomadaires pendant toute la durée des vols
Comparaison des diffuseurs	2014-2015	. 2014 : 3 modèles commercialisés + 1 modèle expérimental (CpeX211) . 2015 : 3 modèles commercialisés + 2 modèles expérimentaux . Dans des pièges à Entonnoir	. 2014 : 1 site de type « parc » comportant des buis isolés de forme arbustive . 2015 : 3 sites de type « haie »	6 à 7	. Nombre de papillons capturés, relevés hebdomadaires pendant toute la durée des vols
Evaluation de l'efficacité du prototype de piège (Buxatrap®)	2014	. Prototype comparé au piège à Entonnoir et au piège CAMERatrap® . Diffuseur CpeX211	1 site de type « parc » comportant des buis isolés de forme arbustive	7	. Nombre de papillons capturés, relevés hebdomadaires pendant toute la durée des vols
Comparaison de la hauteur de pose	2014	1,5 m et 0,25 m du sol	1 site de type « haie »	1	. Nombre de papillons capturés, relevés hebdomadaires pendant toute la durée des vols
Développement de la stratégie de piégeage de masse (Figure 2)	2015	. Pièges BUXatrap® (x45) et CAMERatrap (x5) installés à une densité de 1/100 m ²	Parcelle de 5000 m ² dans une roseraie disposant de petits buis de bordure	1	. CAMERatrap® : nombre de papillons capturés, relevés hebdomadaires pendant toute la durée des vols . BUXatrap® : nombre de papillons capturés à la fin de chaque vol . Evaluation des dégâts et dénombrement des chenilles avant l'expérimentation puis à la fin de chaque vol

2. RESULTATS

2.a. La biologie et la répartition de la pyrale du buis en France Métropolitaine

2.a.i. Un ravageur de plus en plus omniprésent

Originnaire d'Asie Orientale, la pyrale du buis a été signalée pour la 1^e fois en Europe en Allemagne en 2007 dans la région de Bale. Arrivée en 2008 par l'Alsace (Brua, 2014), la pyrale est présente fin 2015 dans 86 départements (Réseau SBT, 2009-2015). Elle est désormais disséminée dans l'ensemble des régions (Figure 5). La pression est particulièrement forte au niveau de la petite couronne parisienne, de l'Alsace, de la région Bordelaise, de la région Rhône-Drôme, de l'Est PACA, et depuis 2015 au sud de la Bretagne et dans la moitié sud des Pays de la Loire (Guérin, 2016).

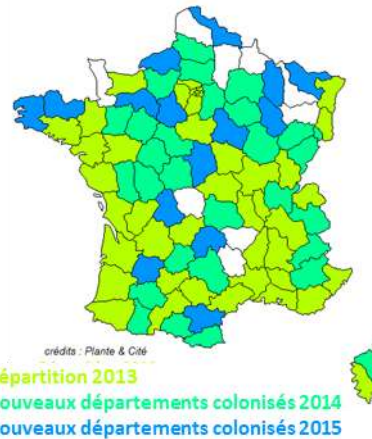


Figure 5 : Carte de répartition de la pyrale en France métropolitaine en décembre 2015

Figure 5: Distribution map of the boxtree caterpillar in France in December 2015

2.a.ii. Un mois et demi de l'œuf au papillon

A 25 °C, la durée totale du cycle est de 45 jours en moyenne. Les femelles adultes vivent en moyenne 12 jours contre 15 pour les mâles. On compte autant de mâles que de femelles dans les populations observées. Tout au long de sa vie, une femelle pond un total de 800 oeufs (+/- 300) (Figure 6) (Tabone et al., 2015).

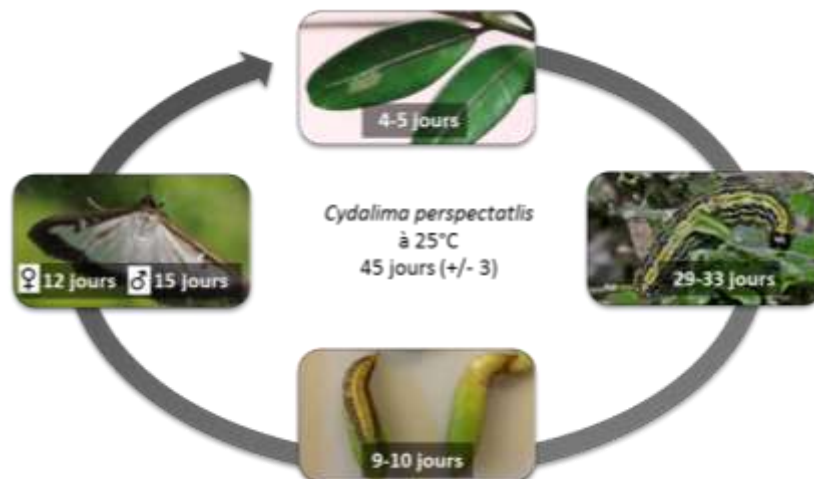


Figure 6 : Cycle biologique de la pyrale du buis à 25°C au laboratoire (d'après Tabone et al., 2015)

Figure 6: Life cycle of the boxtree caterpillar at 25°C at the laboratory

2.a.iii. Une dynamique de développement complexe et variable

La pyrale est capable d'adapter son cycle de développement aux conditions locales (en fonction de la durée du jour, de la température et de l'humidité notamment). Ainsi, il est observé :

- . un décalage du cycle de développement de 2 à 4 semaines entre le Sud et le Nord de la France ;
- . un nombre de générations variable (2 à 4 générations/an) ;
- . des variations des périodes de vols d'année en année en fonction des conditions météorologiques (Guérin, 2016).

En France, les chenilles hivernantes reprennent leur activité de début mars à mi-avril, selon la situation géographique et les caractéristiques propres de chaque chenille. Cette 1^{ère} génération est observée de mars à juillet, avec des vols courant juin. La 2^{ème} génération s'observe de juin à mi-août, avec des vols en août. A partir de fin juillet-début août, les stades et générations se chevauchent, les vols s'observent

en continu (Figure 7). Le nombre d'individus se démultiplie. Selon les régions, on observe de 2 à potentiellement 4 générations (Guérin, 2016).

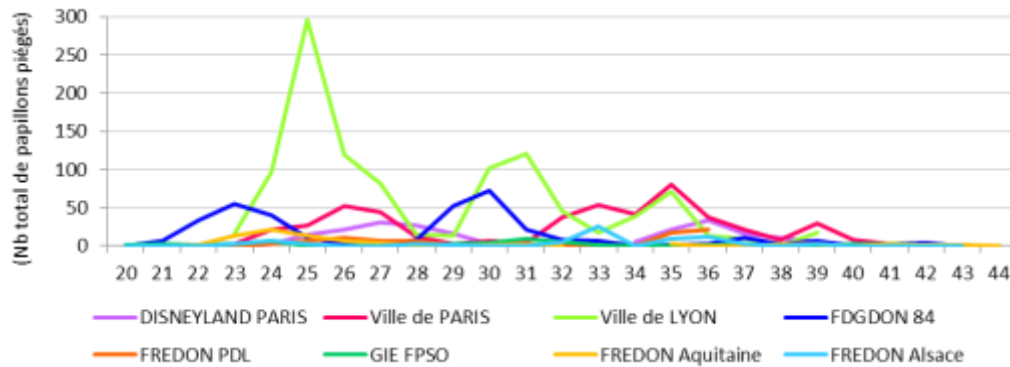


Figure 7 : Courbes de vol 2015
Figure 7: Flight curves in 2015

Les dégâts sont observés à partir de mars-avril avec la reprise d'activité des chenilles. On peut voir dès cette époque des défoliations quasi-totales des arbustes touchés sur les sites les plus lourdement infestés (Figure 8). Ils augmentent progressivement jusqu'à juin, puis ne progressent plus lorsque les chenilles arrêtent de s'alimenter et entrent en nymphose. Les buis émettent alors de nouvelles pousses. Mais dès juillet-août, du fait du chevauchement des stades et générations, des chenilles qui s'alimentent sont présentes en continu. En septembre, les dégâts sont très importants et lorsque le feuillage est largement consommé, les chenilles finissent par décaper l'écorce des rameaux. On observe alors de plus en plus de dépérissements de buis.



Figure 8 : Buis défolié par la 1^e génération de chenilles dès mi-avril
Figure 8: Boxtree completely eaten by the caterpillars in mid-April (Guérin M., Plante & Cité)

Les 1^{ers} cocons d'hivernation sont visibles dès les 1^{ères} vagues de froid soit en septembre pour les années à automne frais (dont 2015) ou à partir d'octobre les autres années. Les dernières chenilles actives entrent en hibernation début novembre. En octobre, on observe donc simultanément cocons d'hivernation et chenilles actives. Selon les sites, le stade larvaire hivernant peut varier (L2 à L5) (Guérin, 2016).

La pyrale du buis se développe sur le genre *Buxus* (CABI, 2011). En France, elle s'observe aussi bien sur buis d'ornement que dans les pépinières, sur buis plantés dans les parcs et jardins que sur buis spontanés dans les espaces naturels (DSF, 2014). Elle est remarquée ponctuellement sur d'autres essences, mais aucun cas de consommation du feuillage par les chenilles n'a à ce jour été rapporté, que ce soit sur le terrain (Guérin, 2016) ou lors de tests d'appétence sur *Ilex crenata* (com. Tabone, 2014).

2.b. Une stratégie de gestion en construction

Les différents travaux conduits ont permis de démontrer que des solutions déjà commercialisées sont efficaces, si elles sont utilisées dans les bonnes conditions. En complément, la gamme pourrait potentiellement être complétée dans le futur par les trichogrammes, ceux-ci s'ajouteraient aux produits de biocontrôle permettant ainsi de lutter contre tous les stades de ce ravageur.

2.b.i. Le *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Btk) efficace, les nématodes non adaptés

Les essais réalisés en 2014 sur les chenilles démontrent l'efficacité supérieure du Btk dans les modalités testées pour gérer les foyers de pyrale (Figure 9). En effet, il s'agit de la seule modalité où les dégâts ont pu être stoppés et où jusqu'à 100% de mortalité des populations larvaires ont été observés une

semaine après le 1^{er} traitement quelles que soient les conditions (configuration végétale du buis, pression parasitaire, générations du ravageur, zone géographique, ...). Dans les tests réalisés, tous les stades larvaires de la pyrale du buis semblent sensibles à la souche ABTS-351 : un seul traitement peut donc s'avérer suffisant s'il est bien positionné. Sur certains sites, un 2^{ème} traitement a permis de contrôler les jeunes larves nouvellement apparues par réinfestation naturelle.

Les 2 espèces de nématodes testées ont une efficacité variable sur chenilles et n'ont pas permis de contrôler suffisamment le ravageur : il a été observé une réduction des infestations dans certains cas mais pas de contrôle total du ravageur. Aucun effet dose n'a pu être mis en évidence. Utilisées seules, ces espèces de nématodes ne sont donc pas adaptées pour lutter contre la pyrale du buis (Consortium SaveBuxus, 2015 b).



Figure 9 : Parcelles d'essais au Parc de la Tête d'Or à Lyon, août 2014 (Stéphane RAPHOZ, Ville de Lyon)

Figure 9: Test plot at the Parc de la Tête d'Or in Lyon in August 2014

Les résultats des essais de pulvérisation réalisés en 2015 démontrent que quelle que soit la technique, il reste difficile de faire pénétrer la bouillie jusqu'au cœur du buis. Le végétal est très dense et la pénétration reste aléatoire. Cependant, certaines modalités permettent d'améliorer sensiblement la pénétration dans la plante et sa couverture, et donc l'efficacité globale du traitement. Dans le cadre de ces essais, c'est l'atomiseur qui apparaît comme le matériel le plus adapté pour lutter contre la pyrale du buis, l'augmentation du volume de bouillie n'apportant pas de plus-value. En revanche, pour le pulvérisateur à dos, l'augmentation du volume de bouillie permet d'améliorer la qualité de la pulvérisation. A noter que, dans le cadre de ces essais, l'ajout d'un adjuvant n'a pas apporté d'amélioration significative quelle que soit la modalité. Enfin, ces travaux ont permis de démontrer que l'huile de colza associée aux pyrèthres naturels possédait une efficacité au moins équivalente au Btk ABTS-351 sur la 1^{ère} génération de pyrale (Consortium SaveBuxus, 2016).

2.b.ii. Du monitoring au piégage de masse

Concernant les diffuseurs, des différences importantes d'efficacité ont été observées entre 2014 et 2015 :

- En 2014, seule le diffuseur CpeX211 a montré une très bonne attraction, avec une persistance d'action bien supérieure aux autres formulations. Les phéromones déjà commercialisées se sont révélées être peu attractives (Figure 10) (Martin et al, 2015).
- En 2015, les phéromones commercialisées étaient toutes attractives et donc adaptées

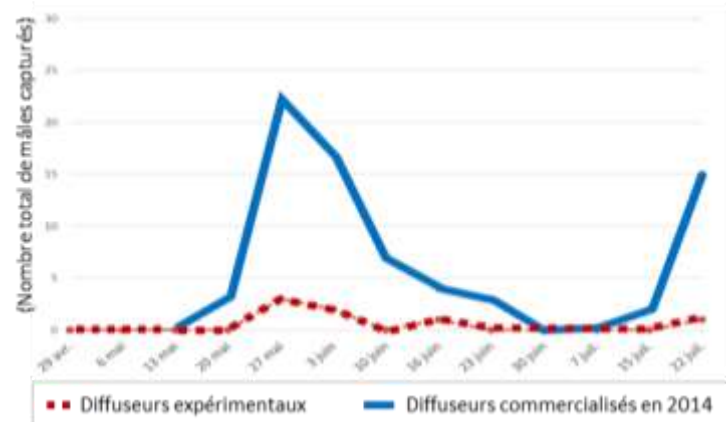


Figure 10 : Courbes de vol 2014 pour les tests diffuseurs

Figure 10: Flight curves for dispenser tests in 2014

pour réaliser un suivi des vols. Cependant, des différences s’observent toujours sur la persistance de diffusion des phéromones : la plupart doivent être changées entre chaque vol (tous les 2 mois) tandis que Ginkobuxus® (= diffuseur CpeX211 de 2014) reste attractive tout le long de la saison (6 mois) et ne nécessite aucun renouvellement. Les autres phéromones expérimentales 2015 étaient en revanche peu attractives.

Les pièges les plus performants pour capturer les papillons mâles de la pyrale du buis sont les pièges à eau de type Entonnoir et le CAMERatrap®, capables de détecter la présence de papillons même pour des niveaux de populations très faibles. Les autres modèles de piège ne se sont pas révélés suffisamment efficaces. Les pièges doivent être installés de préférence à hauteur d’homme, au risque, près du sol, de piéger davantage d’organismes non cibles (lézards, petits rongeurs) (Martin et al, 2015).



Figure 11 : Résultats comparatifs d’efficacité des 5 modèles de pièges testés

Figure 11: Results for the comparison of effectiveness of the 5 traps tested

(a) , (b) : groupes de souches d’efficacité significativement différente

Adaptés pour le suivi des vols, les pièges à eau permettent de comptabiliser facilement le nombre de papillons capturés. En revanche pour le piégeage à grande capacité, dont l’objectif est de diminuer la pression parasitaire, une amélioration des pièges s’avérait nécessaire (en terme de performance et praticité). Aussi, c’est au cours du projet que l’INRA a développé un prototype commercialisé aujourd’hui par la société Koppert sous le nom commercial BUXatrap®. Ce piège possède un fort potentiel de captures (équivalent voire supérieur à celui des pièges à eau) et est facile d’utilisation. En effet, il s’utilise sans eau, et les papillons se dégradent naturellement (par l’action de la chaleur, de la lumière, et consommés par des fourmis ...). Il ne nécessite donc plus d’entretien hebdomadaire. Son autre atout est sa taille et sa couleur discrète, qui lui permettent de mieux s’intégrer aux haies et massifs (Martin et al, 2015). Les expérimentations doivent se poursuivre pour affiner la stratégie de piégeage à mettre en œuvre (densité des pièges en fonction de la configuration du site et de la pression de pyrale), 2015 ayant constitué une année exploratoire.

2.b.iii. Des souches de trichogramme capables de parasiter les œufs de pyrale

Sur l’ensemble des souches testées en tubes, 5 se distinguent par leur efficacité, dont 3 souches indigènes (Figure 13). Elles peuvent engendrer parfois jusqu’à 100 % de mortalité globale. Chaque femelle est capable de tuer jusqu’à 12 œufs, et 3-4 œufs de trichogramme sont pondus en moyenne par œuf de pyrale (Figure 12) (Enriquez et al. 2015, Tabone, 2015). Ce phénomène offre des perspectives intéressantes en terme d’efficacité des descendants des populations lâchées. Ceci sera pris en compte dans la stratégie de lâchers. En effet,



Figure 12 : Pontes de pyrale parasitées par des trichogrammes (E. Tabone, INRA)

Figure 12: Box tree moth eggs

il serait possible de limiter à 2 lâchers pour les 2 premiers pics parasitized by trichogrammas du ravageur.

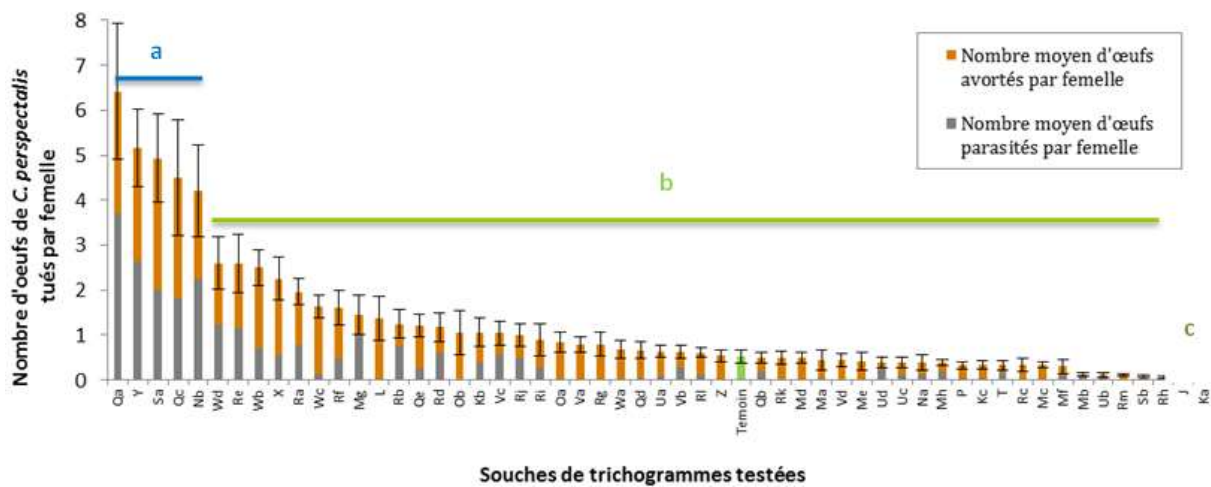


Figure 13 : Moyenne du nombre d'œufs de pyrale tués (avortement et parasitisme) par femelle trichogramme pour chaque souche

Figure 13: Average number of box tree moth eggs killed (abortion and parasitism) per female for each trichogramma strain

a, b, c : groupes de souches d'efficacité significativement différente

La suite des travaux a été réalisée sur les 3 souches indigènes les plus efficaces. L'efficacité, variable entre différentes femelles d'une même souche, semble conditionnée par les œufs de pyrale en tant que tel.

Concernant la génération F1, les femelles sont globalement plus grandes et plus fécondes que leurs parents et semblent plus efficaces pour parasiter les œufs de pyrale.

Enfin, concernant la récolte de ponte, très peu de retours ont été obtenus et ils n'ont pas permis d'identifier de parasitoïdes spontanés. En effet, il s'est avéré très difficile pour les professionnels n'ayant jamais observé d'œufs auparavant de réussir à trouver des pontes de pyrale.

UNE STRATEGIE GLOBALE ADAPTEE

1^{ers} éléments pour la gestion des populations de pyrale du buis

Comme pour toute stratégie de gestion, les opérations réalisées ne peuvent être efficaces que si elles sont positionnées au bon moment du cycle de développement du ravageur. Un suivi rigoureux de la biologie de l'insecte sur le site géré reste indispensable, notamment par le piégeage des papillons mâles.

Les traitements à base de Bt var. kurstaki ABTS-351 sont efficaces pour contenir les populations de pyrale et limiter ainsi les dégâts. Ils doivent être positionnés dès la reprise d'activité des larves hivernantes. Cependant, en fonction des situations, des traitements supplémentaires peuvent être envisagés une semaine après le pic des vols des générations suivantes si nécessaire.

Les différents suivis et essais réalisés dans le cadre du programme SaveBuxus ont permis de constater que les pratiques suivantes conduisent à une réduction des populations et une limitation des dégâts :

1-PROPHYLAXIE :

- a. Supprimer les feuilles mortes et autres débris présents dans, sur et autour du buis concerné
- b. Supprimer manuellement les stades du ravageur en présence dans le cas d'une faible infestation

2-SUIVI/MONITORING :

- a. Observer minutieusement tous les nouveaux pieds achetés ou à planter
- b. Surveiller les buis de manière régulière et avec soin (jusqu'au cœur de la plante) à la recherche de chenilles hivernantes pour intervenir le plus tôt possible en adaptant les méthodes de protection dès la fin de l'hiver (février-mars)
- c. Surveiller les vols des papillons, avec des pièges à entonnoir à eau, associés à la phéromone sexuelle de la pyrale, du printemps à l'automne (avril-octobre)
- d. Surveiller également l'apparition des 1^{ères} chenilles de chaque génération

3-LUTTE :

- a. Effectuer un traitement à base de Bt var. kurstaki ABT-351 ou d'huile de colza+ pyréthre dès la reprise d'activité des chenilles hivernantes, de préférence avec un atomiseur, ou avec un pulvérisateur à dos pour lequel le volume de bouillie permet d'atteindre la limite de ruissellement
- b. Traiter 1 semaine après les pics de vol si besoin (en cas de réinfestation par exemple, constater la présence de chenilles)*

** !!! Certaines spécialités ne peuvent être utilisées qu'un nombre de fois limité par saison, vérifiez les conditions d'emploi sur l'étiquette*

DISCUSSION

Des difficultés méthodologiques n'ont pas toujours permis d'obtenir des réponses aussi précises qu'attendues. En effet, face aux dégâts parfois conséquents que la pyrale peut engendrer, certains sites faisant l'objet d'un suivi ont dû subir un traitement pour limiter l'invasion des ravageurs. Dans ce cas, les suivis ont été interrompus, et ne permettent pas d'établir les conclusions des travaux réalisés. Par ailleurs, pour sauvegarder la santé des buis, il n'a pas été possible de mettre des témoins dans les dispositifs et de fait, l'efficacité n'est peut être pas évaluée au plus juste.

Cependant, malgré ces difficultés, ces suivis et essais ont permis d'améliorer les connaissances sur le développement de la pyrale en France. Il apparaît qu'il diffère légèrement de ce qui est observé dans sa région d'origine, et ouvre des réflexions pour la mise en œuvre d'une stratégie de gestion. Ces avancées permettront, ainsi, aux professionnels et aux particuliers de disposer de techniques innovantes et adaptées pour la gestion du ravageur.

Ces travaux ont également montré l'adaptation des écosystèmes à l'arrivée de ce nouvel intrus. En effet, les premières années, les oiseaux, telles que les mésanges, grandes prédatrices de chenilles, n'avaient pas d'appétence particulière pour cet insecte. Depuis 2-3 ans cependant, il est observé de plus en plus régulièrement des mésanges, geais ou autres espèces en train de consommer des chenilles de pyrale.

Comme pour la gestion de la processionnaire du pin¹, la mésange pourrait donc aussi ici constituer une alliée de poids pour lutter contre la pyrale du buis, notamment dans les buxeraies naturelles de plus en plus menacées par ce ravageur. D'autres insectes peuvent également contribuer à réduire la

¹ Escalon S., 2013. *Chenille processionnaire : les armes de la contre attaque*. INRA ([http://www.inra.fr/Grand-public/Sante-des-plantes/Tous-les-dossiers/Processionnaire-du-pin-une-chenille-haute-surveillance/Chenille-processionnaire-les-armes-de-la-contre-attaque/\(key\)/6](http://www.inra.fr/Grand-public/Sante-des-plantes/Tous-les-dossiers/Processionnaire-du-pin-une-chenille-haute-surveillance/Chenille-processionnaire-les-armes-de-la-contre-attaque/(key)/6), consulté le 30/06/16)

pression de la pyrale, comme par exemple, des guêpes² qui peuvent consommer les chenilles et certaines espèces de mouche capables de les parasiter (tachinaires à priori, à confirmer)³.

En complément des solutions existantes, de futurs lâchers de parasitoïdes oophages pourront parfaire la lutte en tuant un pourcentage important d'œufs, l'objectif étant de réduire le ravageur à tous les stades de son développement. Ceci permettrait de gérer de façon durable cette espèce invasive en créant des équilibres, si une partie des auxiliaires se maintenait. Des exemples existent en France, comme dans le cas du flatide pruineux (*Metcalfa pruinosa*) et de son parasitoïde *Neodryinus typhlocybae*. Des programmes de lâchers ont été organisés localement (en Corse par exemple⁴), et ont permis de baisser significativement les niveaux de populations de ce ravageur.

CONCLUSION

Les travaux du projet SaveBuxus ont permis de mieux connaître la biologie de la pyrale du buis afin d'adapter des moyens de protection existants. La recherche de solutions de biocontrôle pour la gestion de ce ravageur en pleine expansion, a apporté des réponses concrètes avec la conception d'un nouveau piège BUXatrap® et la phéromone sexuelle. Les axes biologie et agents entomopathogènes se sont clôturés en 2015.

A l'écriture de cette communication, les travaux continuent en 2016 sur les autres axes :

- Pour le piégeage phéromonal : poursuite des travaux sur le piégeage de masse ou à grande capacité (densité de pièges en fonction de la pression parasitaire) et 1^{ère} expérimentation sur un programme *Btk* et piégeage de masse ;
- Pour les parasitoïdes oophages : poursuite des tests en mésocosmes, de l'étude comportementale, de l'étude des générations filles de trichogramme, et mise au point d'une stratégie de lâchers.

De plus, en parallèle du programme SaveBuxus, d'autres programmes de recherche et d'expérimentation complémentaires sur la biologie et la gestion de la pyrale sont en cours en France. Par exemple, dans le cadre du projet Optim'phéro⁵, des tests de confusion sexuelle sont réalisés. L'innovation se trouve ici dans la nature même du diffuseur qui est biodégradable. Si cette technique fonctionne, elle pourrait venir compléter la gamme des méthodes existantes. Par ailleurs, le projet INCA se sert du modèle pyrale du buis pour étudier les invasions biologiques. Les connaissances de la biologie et de l'écologie de ce ravageur en France seront dans ce cadre largement approfondies.

REMERCIEMENTS

Le consortium SaveBuxus (Plante & Cité, ASTREDHOR, INRA UEFM, Koppert France) tient à remercier l'ensemble des partenaires ayant contribué au programme, ainsi que l'Onema (plan Ecophyto), l'interprofession Val'hor, la Fondation de France, le Ministère en charge de la Culture, de l'Agriculture et de l'Environnement pour leur soutien technique ou financier.

BIBLIOGRAPHIE

Brua C. (2014). *La pyrale du buis. Le point sur cette espèce envahissante*. Phytoma : la santé des végétaux, n°675, p.16-22

² Marchand C., 2015. *Les guêpes pourraient être une prédatrice de la chenille de la pyrale du buis*. Blog 'Pyrale du buis' (<http://www.lapyraledubuis.com/les-guepes-predateurs-des-chenilles-de-la-pyrale-du-buis/>, consulté le 23/06/16)

³ Carcassès G., 2015. *Un parasite sur la pyrale du buis ?*. Blog 'Nature en ville'

(<https://natureenvilleacergyponoise.wordpress.com/2015/09/25/un-parasite-sur-la-pyrale-du-buis/>, consulté le 23/06/16)

⁴ Fredon Corse, 2016. *Metcalfa pruinosa, un ravageur très polyphage*. FREDON Corse (<http://www.fredon-corse.com/ravageurs/metcalfa-pruinosa.htm>, consulté le 30/06/16)

⁵ Le Crenn P., 2016. *OPTIM'PHERO : une application innovante de phéromones*. INRA (<http://www.inra.fr/Entreprises-Monde-agricole/Resultats-innovation-transfert/Toutes-les-actualites/OPTIM-PHERO>, consulté le 30/06/16)

- CABI (2011). *Cydalima perspectalis (box tree moth)*. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/118433> (consulté le 23/06/16)
- Consortium SaveBuxus (2015 a). **Un programme national pour mettre au point et évaluer des solutions de biocontrôle contre la pyrale et le dépérissement du buis**. Edition Astredhor-Plante & Cité, 4 p.
- Consortium SaveBuxus (2015 b). **Synthèse 2014 - Volet « Pyrale du buis »**. Edition Astredhor-Plante & Cité, 4 p.
- Consortium SaveBuxus (2016 a). **Synthèse 2015 - Volet « Pyrale du buis »**. Edition Astredhor-Plante & Cité (en cours de publication).
- DSF (2014). **Un point sur deux problèmes sanitaires du buis**. Fiche informations techniques du DSF (2 p.)
- Enriquez, T., Giorgi, C., Venard, M., Colombel, E., Gaglio, F., Buradino, M., Martin, J. C., Tabone, E. (2015). **Des souches de trichogrammes contre la pyrale du buis**. Phytoma (685), 21-24.
- Guérin M (2016). **SaveBuxus, Volet Pyrale - Suivi de la biologie : Compte-rendu 2015**. Edition Plante & Cité (11 p.)
- Kawazu K., Honda H., Nakamura S., and Adati T., 2007. **Identification of sex pheromone components of the box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis***. *J. Chem. Ecol.*, 33, 1978-1985.
- Martin JC., Brinquin AS., Morel E., Tabone E., Guérin M. **Vers un outil de biocontrôle innovant et performant contre la pyrale du buis**. Phytoma n°680 janvier 2015, p. 41-44
- Réseau de surveillance biologique du territoire (2009-2015). **Bulletins de santé du végétal**. http://www.ecophytozna-pro.fr/bulletins_de_sante/index/n:187 (consulté le 23/06/16)
- Tabone, E. (2015). **SaveBuxus: une solution de biocontrôle contre la pyrale du buis**. La Lettre INRA aux entreprises (77).
- Tabone E., Enriquez T., Giorgi C., Venard M., Colombel E., Gaglio F., Buradino M., Martin J.-C. (2015). **Mieux connaître la pyrale du buis *Cydalima perspectalis***. Phytoma n°685 juin-juillet 2015, p.18-20
- Zimmermann O., Albert R., Wührer B. (2009). **New pests - known control methods: First experience with *Trichogramma* releases against the box-tree pyralid *Diaphania perspectalis* and the banana moth *Opogona sacchari* in Germany**. *J. Plant. Dis. Protect.*, 116, p. 90