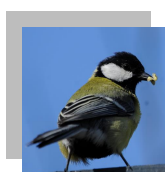


REGULER LA PYRALE DU BUIS CYDALIMA PERSPECTALIS : LIMITES D'UTILISATION DE LA
PHEROMONE SEXUELLE DE SYNTHESE ET PREMIERE APPROCHE NON SCIENTIFIQUE DE LA
PREDATION PAR LES MESANGES (*PARUS SPP.*)

J.-C. MARTIN ⁽¹⁾, M. BURADINO ⁽¹⁾, A.-S. BRINQUIN ⁽¹⁾, M. CORREARD ⁽¹⁾, J. THEVENET ⁽¹⁾,
D. VAUTHIER ⁽¹⁾, E. MOREL ⁽¹⁾, A. GILLI ⁽¹⁾, M. VENARD ⁽²⁾ & E. TABONE ⁽²⁾

⁽¹⁾ INRA UEFM SITE AGROPARC 84914 AVIGNON CEDEX 9 (France) anne-sophie.brinquin@inra.fr

⁽²⁾ INRA UEFM SITE VILLA THURET 90 CHEMIN RAYMOND 06160 ANTIBES-JUAN LES PINS
(France)



RÉSUMÉ

L'INRA UEFM a expérimenté dès 2014 le piégeage phéromonal sur la pyrale du buis *Cydalima perspectalis*. En 2015, un piège à phéromone (BuxaTrap®) était breveté et un référentiel d'efficacité des diffuseurs commercialisés était établi. Par la suite les expérimentations de plus grande envergure ont montré les limites d'utilisation du piégeage de masse et de la confusion sexuelle comme stratégies de biocontrôle utilisées seules. Certains produits, commercialisés, de monitoring ou de lutte montrent des limites d'efficacité, non décrites dans les guides d'utilisation fournis par les distributeurs. Un même nom de diffuseur référencé et commercialisé ne correspond pas toujours au même diffuseur d'années en années. Face à ces problèmes, le gestionnaire a des difficultés à se retrouver.

Les premières observations de suivis de mésanges *Parus spp.* montrent que la pyrale du buis est entrée dans le régime alimentaire des mésanges et que les alcaloïdes largement présents dans le buis n'ont pas d'action néfaste sur les oisillons dans le nid.

A ce jour, seule la combinaison de traitement BtK au printemps, associé avec le piégeage phéromonal sur toute la saison de vol, permet une réduction significative des dégâts dus à la pyrale du buis. La pose de nichoirs à mésange est compatible avec ces stratégies alternatives de régulation.

Mots-clés : *Cydalima perspectalis*, phéromone, biocontrôle, masstrapping, confusion sexuelle, *Parus spp.*

ABSTRACT

CONTROL THE BOX-TREE PYRALID : LIMITING USE OF SEXUAL SYNTHETIC PHEROMONES AND FIRST NON SCIENTIFIC APPROACH OF THE PREDATION BY *PARUS SPP.*

Since 2014, INRA UEFM has experimented with pheromone trapping on boxwood moth, *Cydalima perspectalis* Walker. In 2015, a sexual-pheromone trap (BuxaTrap®) was patented and a frame of reference for the effectiveness of commercially available diffusers was established. Subsequent large-scale experiments have shown the limitations of using mass trapping and sexual confusion as biocontrol strategies when they are used alone.

Some marketed products, monitoring or control, show efficiency limits that are not described in the user manuals provided by distributors. The same name of referenced and marketed diffusers does not always correspond to the same diffusers from year to year. Faced with these problems, the manager has difficulties to get his bearings.

In addition, first observations of tits (*Parus spp.*) show that boxworm is now entered in the diet of the tits. Alkaloids, widely present in boxwood, do not seem to have any harmful effect on the nestlings in the nest (no mortality in nests). Until now, only the combination of BtK treatment in the spring associated with pheromone trapping throughout the flying season, allows a significant reduction in that pest damage. The installation of nest boxes is compatible with these alternative strategies of *C. perspectalis* regulation.

Keywords: *Cydalima perspectalis*, pheromone, biological control, mass-trapping, sexual confusion, *Parus spp.*

INTRODUCTION

La pyrale du buis *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) est un lépidoptère invasif, originaire d'Asie orientale et présent en France depuis la fin des années 2000 (Brua, 2014), (Kenis et al, 2013). Elle a très rapidement colonisé le territoire national en occasionnant d'importants dégâts voire la mortalité de buis tant en espace vert qu'en milieu naturel. La mise au point de méthodes de gestion de l'insecte devenait fortement nécessaire pour protéger les buis quelquefois patrimoniaux. Ainsi, l'INRA UEFM s'est associé à plusieurs partenaires d'abord dans le projet SaveBuxus, puis Optim'Phéro pour expérimenter des stratégies de biocontrôle de la pyrale du buis (deux projets financés par le plan Ecophyto). Dès la fin de l'année 2014, un référentiel d'efficacité des diffuseurs commercialisés ou expérimentaux fournis par les firmes était établi. De même, le piège BuxaTrap® utilisable sans adjuvant a très vite montré ses atouts : efficacité et pratique d'utilisation (Martin et al, 2015).

L'étape suivante consistait à expérimenter le piégeage de masse, la confusion sexuelle et l'optimisation de l'usage des diffuseurs avec comme objectif d'étudier l'impact de ses stratégies de gestion sur l'insecte cible mais aussi sur la réduction des dégâts sur le buis. L'observation des mésanges *Parus spp.* en relation avec la pyrale du buis sera conduit comme étude préliminaire.

MATERIEL ET MÉTHODE

1-Expérimenter le piégeage de masse et la confusion sexuelle

a) Site d'étude

Le site de la Roseraie du Val de Marne, fortement attaqué par la pyrale du buis et disposant à cette période-là de 5 kilomètres linéaires de bordure en buis *Buxus sempervirens* a été choisi comme site d'étude du piégeage de masse et de la confusion sexuelle grâce à un partenariat avec le CD93.

Figure 1 : Présentation du site d'étude en 2016, avec les 2 modalités piégeage (jaune), confusion sexuelle (rouge) et le témoin (vert) – La Roseraie du Val de Marne

Figure 1 : Presentation of the study site in 2016 with the two modalities: the trapping method area (yellow) and the sexual confusion area (red). The control area in green

Place: The rose garden of Val de Marne



b) Protocole expérimental

En 2015, le site de la Roseraie a été partagé en deux, avec une partie piégeage de masse et une partie confusion sexuelle. Le témoin était situé à une centaine de mètres de la Roseraie sur un terrain de l'habitation du préfet.

En 2016, le site de la Roseraie a été partagé en trois parties : une modalité piégeage de masse, une modalité confusion sexuelle et au centre le témoin soit 4000 m² par parcelle.

- Dénombrement des chenilles / 5 haies de comptage d'une longueur d'un mètre en 2015 et 11 haies de comptage d'un mètre en 2016
 - Avant la première nymphose les 7 mai 2015 et 5 mai 2016.
 - Dénombrements intermédiaires le 23 juillet 2015, 25 septembre 2015 et 15 juillet 2016
- Dispositif de piégeage de masse
 - En 2015, 50 pièges BuxaTrap® installés sur 5000 m² soit 1 piège/100 m²

- En 2016, 50 pièges BuxaTrap® installés sur 4000 m² soit 1 piège/80 m²

- Dispositif de confusion sexuelle
Le gel phéromonal BoxTPro fourni par la firme M2I Life Sciences a été déposé au pinceau sur les buis des haies à raison de :
 - 500 points de diffusion en 2015 sur 5000 m² soit un équivalent de 4g/ha. Chaque dépôt était constitué de 4 mg de phéromone gel BoxTPro microencapsulée.
 - 500 points de diffusion en 2016 sur 4000 m² soit un équivalent de 6.25g/ha. Chaque dépôt était constitué de 5 mg de phéromone gel BoxTPro microencapsulée

2-Favoriser la nidification des mésanges

A l'automne 2016, 20 nichoirs à mésanges en bois, ont été installés sur le site de la Roseraie du Val de Marne sur une surface totale d'un hectare : 17 nichoirs avec un orifice d'entrée de diamètre 32 mm adapté à la mésange charbonnière et 3 avec un orifice de diamètre 28 mm, adapté à la mésange bleue. L'objectif de cette étude est dans un premier temps de favoriser la nidification des mésanges sur le site afin de favoriser par la suite la prédation de la pyrale du buis par ces dernières. L'étude étant conduite sur une période courte de 2 années, aucune conclusion chiffrée ne pourra être obtenue. Un suivi de quelques nichoirs à mésanges sera fait ponctuellement par la pose de pièges photographiques (caméra) devant les nichoirs. A l'automne, les nichoirs seront nettoyés et remis en état le cas échéant.

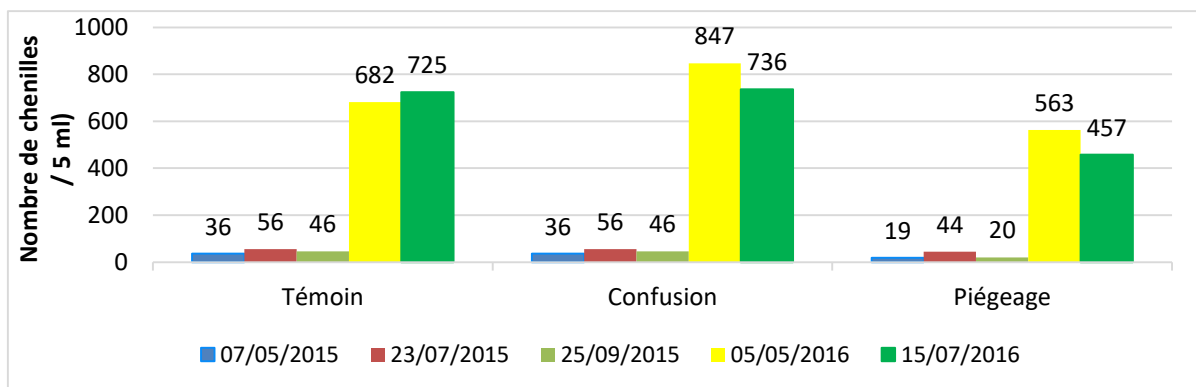
RESULTATS

1- Résultats piégeage de masse et confusion sexuelle

- Dénombrement des chenilles rapporté à 5 mètres linéaires

Figure 2 : Résultat des dénombrements de chenilles de pyrale du buis pour les modalités « piégeage », « confusion » et le témoin pour les 5 dates de relevés entre 2015 et 2016 sur le site de la Roseraie du Val de Marne (rapporté à 5 mètres linéaires)

Figure2 : C. perspectalis moths counts for the three modalities: "trapping", "sexual confusion" and "control" for five dates plans between 2015 and 2016 in the rose garden of Val de Marne (for 5 ml)



Les dénombrements des chenilles effectués dans la placette témoin sont un indicateur de la dynamique naturelle de la pyrale du buis sur le site de la Roseraie au cours de la période expérimentale. Ils permettent ainsi de réajuster ou corriger les données obtenues dans les placettes « confusion » et « piégeage » au cours de la même période afin d'en évaluer l'impact (formule d'Hederson et Tilton).

Figure 3 : Formule d'Henderson et Tilton utilisée pour évaluer l'impact du traitement par piégeage ou par confusion sexuelle sur les chenilles de pyrale du buis pour chaque année

Figure 3 : Henderson and Tilton formula's used to evaluate the impact of the trapping or the sexual confusion on *C. perpsectalis* moths for each year.

Henderson-Tilton's formula

$$\text{Corrected \%} = \left(1 - \frac{n \text{ in Co before treatment} * n \text{ in T after treatment}}{n \text{ in Co after treatment} * n \text{ in T before treatment}} \right) * 100$$

Where : n = Insect population , T = treated , Co = control

Tableau 1: Impact des traitements par piégeage ou par confusion sexuelle effectués entre 2015 et 2016 sur le site de la Roseraie du Val de Marne. Impact évalué par dénombrement des chenilles (“-“ **réduction des populations** ; “+“ **augmentation**)

Table 1: Trapping and sexual confusion effects' between 2015 and 2016 on the area of rose garden Val de marne. The impact is assessed by the moths count (“-“ **population decrease** ; “+“ **increase**)

	Confusion sexuelle	Piégeage de masse
Impact entre le 7/5/2015 et le 5/5/2016	+24.18%	+56.41%
Impact entre le 5/5/2016 et le 15 juillet 2016	-18.26%	-23.64%

- Observations des dégâts sur les buis

Les notations de dégâts, bien qu'étant non exploitables du fait de la réduction du feuillage à chaque relevé, montrent une augmentation fulgurante au cours des 14 mois de suivis. Dans les placettes « Confusion » comme « Piégeage », les dégâts sont généralisés au 15 juillet 2016 avec des défoliations quasi totales identiques au témoin.

2-Favoriser la nidification des mésanges

Les observations des nichoirs et le suivi par photo ont permis de constater que :

- 11 nichoirs ont été colonisés sur les 20 installés, soit 11 couvées pour 1 hectare. Ce fort taux de colonisation obtenu dès la première année de pose des nichoirs, révèle la richesse entomologique du milieu, en lien aussi avec la forte abondance de la pyrale du buis. D'autre part, il confirme la relation positive entre le nombre de nichoirs installés à l'hectare et le taux de colonisation (Martin et al, 2016).
- Les chenilles de pyrale du buis sont entrées dans le régime alimentaire des mésanges. Les larves (chenilles) de pyrale du buis sont fortement chargées en alcaloïde, présent dans les feuilles de buis. Cet état de fait pouvait induire l'hypothèse que les chenilles de pyrale du buis ne seraient pas consommées par la mésange. La pose et le suivi de pièges photographiques sur le site de la Roseraie au printemps 2017 confirment ainsi les qualités appétentes de la pyrale pour la mésange et son entrée dans le régime alimentaire de cette dernière.
- Les alcaloïdes ne semblent pas toxiques pour les oisillons nourris entres-autres par les chenilles de pyrale du buis. Une autre question en lien avec les alcaloïdes devait être vérifiée : le nourrissage des oisillons, plus fragiles que les adultes, avec des chenilles chargées en alcaloïdes peut-il induire leur mort ? Lors du nettoyage des 11 nichoirs avec couvées à l'automne 2017, aucun poussin mort n'a été observé. Cette première constatation permet ainsi de mettre en évidence que le nourrissage des poussins par des pyrales du buis chargées elles-mêmes d'alcaloïde n'est pas toxique pour ces derniers.

Figure 4: Photos prises à La Roseraie du Val de Marne en mai 2017. *Parus major* consommant (ou transportant à leurs couvées) une chenille de pyrale du buis *Cydalima perspectalis*. (©Photos J.C.Martin INRA)

Figure 4: Pictures took in the rose garden (Val de Marne) in May 2017. *Parus major* grabbing (or carrying to the nest) a *C. perspectalis* moth. (©Pictures J.C.Martin INRA)



CONCLUSIONS, DIFFICULTES RENCONTREES ET PERSPECTIVES

Deux années d'expérimentation montrent, qu'utilisée seule, la confusion sexuelle avec BoxTpro ou le piégeage de masse aux doses utilisées ne permettent pas de réduire l'impact de la pyrale du buis en terme de dégâts occasionnés sur les buis. En effet, bien qu'ayant obtenu en 2016 une réduction des populations d'environ 20% (18.26 et 23.64%), à ce niveau d'infestation de la pyrale du buis (plus de 100 chenilles par mètre linéaire), **80% des chenilles restantes sont suffisantes pour défolier tous les buis**. Il faut noter que les bordures de buis de très petites tailles (environ 25cm sur 25) n'ont pas redébourré au printemps 2017 et qu'à ce jour la quasi-totalité des bordures en buis du site de la Roseraie est morte et arrachée. **Il est toutefois important de préciser que le produit BoxTPro utilisé dans le cadre de ces expérimentations a obtenu pour l'été 2018 une autorisation de mise sur le marché (AMM 2189998) jusqu'au 24 octobre 2018.** Depuis, la publicité et la communication sur le produit bat son plein au niveau de l'ensemble du territoire national malgré les résultats obtenus par la recherche (exemple La provence 17/07/2018 « Face au fléau que représente la pyrale, M2i protège les buis grâce aux phéromones »).

Autre difficulté rencontrée par les gestionnaires

Les changements des modèles de diffuseurs, de distributeurs, de formes ou types de diffuseurs sont des actions courantes pour les quelques firmes qui distribuent ces produits en France. Ainsi, on trouve par exemple sur le marché entre 2015 et 2018, 3 types de diffuseurs au même nom Phero...* (*nom commercial dissimulé) avec en 2015 un diffuseur tubulaire caoutchouc rouge, en 2016 un diffuseur type tube eppendorf transparent et depuis 2017, une seringue avec phéromone gel (figure 5). Les 3 diffuseurs consécutifs ont gardé le même nom commercial. Ils ont fait l'objet de test comparatif par l'INRA dans le cadre du programme SaveBuxus avec les résultats suivants : celui de 2015 était peu performant ; celui de 2016 était performant mais avec une persistance d'action de 2 mois seulement avec la nécessité de le changer 2 mois après ; celui de 2017 et 2018 est peu attractif au départ et devient performant après 2 mois de mise sur le terrain, réduisant ainsi les captures lors du premier vol produisant ainsi des dégâts importants par la suite (fiche de synthèse SaveBuxus en ligne). Avec un même nom commercial, le gestionnaire ne peut pas s'y retrouver et le travail de développement fait par la recherche n'a plus d'intérêt. Une obligation de traçabilité et une référence unique de chaque type de diffuseurs.



Figure 5 : Trois modèles de diffuseurs de phéromone distribués par une même firme avec le même nom commercial en 2015 (haut), 2016 (milieu) et 2017 (bas)

Figure 5: Three sex-pheromone dispensers models sold by a same company with the same trade name in 2015 (top), 2016 (middle) and 2017 (bottom)

Les premières observations faites autour des nichoirs à mésanges installés à la Roseraie du Val de Marne, nous amènent à penser que favoriser la nidification des mésanges pourrait être une stratégie de régulation biologique de la pyrale du buis, à combiner avec d'autres méthodes (piégeage phéromonal, confusion sexuelle, lâchers de parasitoïdes oophages...) comme cela a déjà été démontré sur d'autres ravageurs (Martin et al, 2016).

Le gestionnaire d'espace en buis doit combiner les stratégies de biocontrôle pour protéger efficacement ses buis (Guérin M., 2016). Dans le cas de fortes attaques, le traitement à base de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki (BtK) est nécessaire sur les chenilles dès le printemps, puis le piégeage de masse au cours du premier vol (mai-juin) permettra de ralentir la recolonisation du site par la pyrale du buis. La pose de nichoirs sur les sites infestés par la pyrale du buis favorisera la nidification des mésanges, lesquelles contribueront aussi à réguler les chenilles défoliatrices en association avec les autres stratégies alternatives.

A ce jour, les études sur la confusion sexuelle se poursuivent avec d'autres méthodes d'application de la phéromone (projet SaveBuxus II) et à des doses plus importantes (protocole confidentiel) afin d'apporter une réponse satisfaisante pour le gestionnaire. Les recherches de substances répulsives ou non appétentes ainsi que d'une souche de parasitoïdes efficaces sont aussi des voies étudiées dans le cadre de ce projet afin de contrôler cet « incontrôlable » ravageur !

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Conseil Départemental du Val de Marne pour la mise à disposition du site de la Roseraie et sa compréhension malgré les échecs dans la protection des buis.

Cette étude a été conduite dans le cadre du plan Ecophyto :

- Programme SaveBuxus, coordonné par Astredhor et Plante & Cité, en partenariat avec l'INRA et la firme Koppert, et bénéficiant du soutien financier de l'interprofession Val'hor, du FRB Ecophyto et FranceAgriMer
- Programme Optim'Phero, initié par l'UEFM en partenariat avec la firme M2I Life Sciences et la FREDON PACA et bénéficiant du soutien financier du FRB / Ecophyto

BIBLIOGRAPHIE

- MARTIN J. C. , BRINQUIN Anne-Sophie, Morel Estelle, TABONE Elisabeth et GUERIN Maxime, 2015 – Vers un outil de biocontrôle innovant et performant contre la Papyrazzer le frelon et la processionnaire. *Phytoma* **671**, 5.
- Martin J. C., 2018 - La Roseraie abrite de nouvelles générations de mésanges pour mieux se protéger. <https://prodinra.inra.fr/record/432639>
- <https://Roseraie.valdemarne.fr/Roseraie-abrite-nouvelles-generations-mesanges-pour-mieux-se-protger>
- Martin J.C., PRINGARBE M., CORREARD M., TURION N., GILG O. et JEAN F., 2016 – Des nichoirs à mésanges contre la processionnaire du pin. *Phytoma* **697**, 20-25.
- GUERIN M., TABONE E., MARTIN J.C., LACORDAIRE A.I., GUTLEBEN C. et ROBERT F., 2016 – Pyrale du buis : vers une stratégie de gestion durable. *Phytoma* **697**, 26-30.

Figure 6: *Parus major* et *Cydalima perspectalis* à la Roseaie du Val de Marne (mai 2018) (©Photo J.C.Martin INRA)

Figure 6: *Parus major* and *Cydalima perspectalis* in the rose garden of Val de Marne (May 2018) (©Picture J.C.Martin INRA)

