

**AFPP – NEUVIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES RAVAGEURS EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 26 ET 27 OCTOBRE 2011**

**CONTROLE BIOLOGIQUE DE *CHILO SACCHARIPHAGUS* BÖJER A ÎLE DE LA
REUNION : IMPACT D'UN STOCKAGE AU FROID SUR L'EFFICACITE AU CHAMP DU
PARASITOÏDE *TRICHOGRAMMA CHILONIS* ISHII**

M. MARQUIER ⁽¹⁾, H. DO THI KHANH ⁽²⁾, J. FRANDON ⁽³⁾, R. GOEBEL ⁽⁴⁾ et E. TABONE⁽²⁾

⁽¹⁾ Département de Mise au Point des Méthodes de Lutte, FDGDON-Réunion (Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles), 97460 Saint-Paul, La Réunion. .marquier@fdgdon974.fr

⁽²⁾ Unité de Lutte Biologique, INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) – Centre Provence-Alpes-Côte-d'Azur, 06903 Sophia Antipolis. .do@sophia.inra.fr, @sophia.inra.fr

⁽³⁾ BIOTOP SAS, 06560 Valbonne. @biotop.fr

⁽⁴⁾ Unité de recherche Systèmes Cultures Annuelles, CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), 34398 Montpellier cedex 5. .goebel@cirad.fr

RÉSUMÉ

Pour une application à grande échelle de la lutte biologique contre le foreur ponctué de la canne à sucre, *Chilo sacchariphagus*, par le parasitoïde *Trichogramma chilonis*, il faut la rendre économiquement plus abordable pour les agriculteurs. Pour réduire les coûts de production de l'auxiliaire, un projet est conduit depuis 2008 pour étudier les possibilités d'arrêt de développement chez *T. chilonis*. Les premiers résultats en laboratoire ont montré qu'un stockage de deux mois au froid n'affecte pas les performances biologiques de *T. chilonis*. Un essai a été conduit en 2010 afin d'évaluer l'impact d'un tel stockage sur l'efficacité des trichogrammes au terrain. Avec une réduction des dégâts de 30 %, les trichogrammes stockés au froid ont montré une efficacité comparable aux trichogrammes non stockés.

Mots-clés : *Trichogramma chilonis* ; *Chilo sacchariphagus* ; lutte biologique ; stockage au froid ; lâchers au champ.

SUMMARY

BIOCONTROL OF *CHILO SACCHARIPHAGUS* BÖJER ON REUNION ISLAND: IMPACT OF COLD STORAGE ON THE EFFECTIVENESS IN THE FIELD OF PARASITOID *TRICHOGRAMMA CHILONIS* ISHII

To apply on a wider scale the biocontrol of sugarcane stemborer, *Chilo sacchariphagus*, with the parasitoid *Trichogramma chilonis*, it should be made more accessible for the growers. To decrease the costs of insect production, a project began in 2008 to study for arresting development of *T. chilonis*. First results in the laboratory showed that biological quality of *T. chilonis* is not decreased by a two months cold storage. In 2010, a field trial determined if a cold storage affects the efficacy of Trichogramma in the field. Trichogramma cold stored were as effective as Trichogramma no stored and reduced damages by 30%.

Key words: *Trichogramma chilonis*, *Chilo sacchariphagus*, biological control, cold storage, field releases.

INTRODUCTION

Le foreur ponctué, *Chilo sacchariphagus* Böjer (Lepidoptera, Crambidae), est un des principaux ravageurs de la canne à sucre à La Réunion (Vercambre, 1993). Les galeries creusées dans les tiges par les chenilles du foreur sont responsables d'importantes pertes en rendement, de 10 à 40 tonnes de cannes par hectare en cas d'attaques sévères sur la variété sensible R579 (Goebel *et al.*, 1999a). Alors que les traitements chimiques sont difficilement envisageables, la lutte biologique est une solution alternative sans impact sur l'environnement.

Un programme de recherche et développement conduit en partenariat par la FDGDON-Réunion, le CIRAD et l'INRA a abouti à la mise au point d'une stratégie de lutte biologique. Des lâchers inondatifs de trichogrammes, *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera, Trichogrammatidae) sont effectués au champ, en début de cycle végétatif de la canne à sucre. Ensuite, la prédation par les fourmis prend la relève pour contrôler le ravageur (Goebel *et al.*, 1999b; Soula *et al.*, 2003). Les premiers résultats obtenus en parcelles expérimentales ont montré que seize lâchers hebdomadaires de 100 000 trichogrammes par hectare permettent un gain en rendement avec une réduction des dégâts de 50 % (Goebel *et al.*, 2005).

A la suite de ces bons résultats, notre objectif est de développer à grande échelle cette stratégie de lutte biologique et de la rendre plus abordable pour les producteurs. Pour cela, il faut assurer une production à grande échelle de l'auxiliaire *T. chilonis* et simplifier la mise en œuvre de la stratégie au terrain (Barreault *et al.*, 2005; Marquier *et al.*, 2008; Goebel *et al.*, 2010; Marquier *et al.*, 2011).

Pour une production de masse de l'auxiliaire, la possibilité d'un arrêt de développement chez *T. chilonis* permettrait un stockage au froid. Cette technique possède plusieurs avantages. Elle permettrait notamment une meilleure gestion des sites de production et de la main d'œuvre, une augmentation de la capacité de production et une plus grande disponibilité des trichogrammes pour les lâchers. Ainsi une diapause de onze mois chez *T. brassicae* a permis le développement à grande échelle de la lutte biologique contre la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* (Voegele *et al.*, 1986 ; Bigler, 1994).

Un projet a débuté en 2008 pour rechercher les possibilités d'arrêt de développement chez *T. chilonis* (Tabone *et al.*, 2008). Ce projet s'est déroulé en 3 étapes : la recherche d'un arrêt de développement en faisant varier 3 paramètres (température, temps de stockage, stade de maturation) ; le contrôle de la qualité des trichogrammes après le stockage ; et l'évaluation au champ de l'efficacité des trichogrammes stockés. Les deux premières étapes ont abouti à l'obtention d'un arrêt de développement par un stockage au froid de deux mois avec une qualité des trichogrammes au laboratoire comparable ou supérieure à celle des trichogrammes non stockés (Clain *et al.*, 2010; Do Thi Khanh *et al.*, 2011).

Les résultats présentés dans cet article sont ceux de la troisième étape dont l'objectif était d'évaluer si un stockage au froid de deux mois affecte ou pas l'efficacité des trichogrammes en plein champ.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les parcelles expérimentales

L'essai a été conduit dans la zone humide du nord-est de l'île, zone à forte pression en *Chilo sacchariphagus*, sur 5 parcelles de canne à sucre de la variété R579 en repousse.

Les modalités testées

3 modalités ont été testées dans cet essai :

Témoin : pas de lâchers de trichogrammes ;

Référence : lâchers de trichogrammes non stockés ;

Stockage : lâchers de trichogrammes stockés deux mois au froid.

16 lâchers hebdomadaires de 100.000 trichogrammes /ha ont été réalisés de décembre 2009 à avril 2010 sur des cannes âgées de un mois après la coupe, avec une densité de 100 postes de lâcher /ha.

Le dispositif expérimental était constitué de cinq blocs éclatés. Chaque bloc comprenait deux sous-blocs constitués chacun de deux unités expérimentales : la modalité Référence associée à un Témoin et la modalité Stockage associée à un Témoin. Les modalités traitées et témoins étaient espacées de 25 m. Cette distance était un compromis entre la distance maximale possible pour conserver une homogénéité des attaques du foreur ponctué entre les deux modalités et la distance minimale admise pour éviter une dispersion des trichogrammes de la modalité traitée à la modalité témoin sur culture de canne à sucre (Rachappa et Naik, 2000; Barreault, 2004). Au total, le dispositif expérimental comprenait 20 unités expérimentales de 2 500 m².

L'auxiliaire : *Trichogramma chilonis*

Les trichogrammes étaient produits en métropole par la société BIOTOP SA sur l'hôte de substitution *Ephesia kuehniella* Zeller et étaient expédiés à La Réunion par avion toutes les deux semaines.

Ils se présentaient sous la forme d'œufs d'*E. kuehniella* parasités par *T. chilonis* qui étaient collés dans un diffuseur en carton biodégradable et émergeaient au terrain le lendemain du lâcher.

Pour protéger les trichogrammes de la prédation par les fourmis, les diffuseurs étaient placés dans des filets en polyéthylène de maille 300 µm. À chaque lâcher, les diffuseurs étaient attachés à une feuille de la partie supérieure de la canne.

OBSERVATIONS ET MESURES

Contrôle de la qualité des trichogrammes lâchés

Pour chaque lâcher et pour chaque modalité, les taux d'émergence de 20% des diffuseurs de trichogrammes déposés au terrain (5 diffuseurs pris au hasard par unité expérimentale) ont été comparés à celui d'un échantillon de 5 diffuseurs de chaque modalité conservés au laboratoire. Les taux d'émergence ont été déterminés par comptage sous loupe binoculaire du nombre d'œufs émergés sur 100 œufs parasités (œufs noirs) observés au hasard sur un diffuseur.

Pour chaque lâcher et pour chaque modalité, les taux de prédation ont été estimés sur l'ensemble des diffuseurs déposés au terrain. La proportion d'œufs consommés par prédation a été évaluée pour chaque diffuseur selon les classes suivantes : pas de prédation (0), moins de la moitié des œufs consommés (1), plus de la moitié des œufs consommés (2) et prédation totale (3).

Par adaptation de la formule de Townsend et Heuberger (1943), le taux de prédation (% P) a été déterminé à partir de la formule suivante :

$$\% P = (0 \times a + 1 \times b + 2 \times c + 3 \times d) / (3 \times n) \times 100 \text{ (exprimée en \%)}$$

où a, b, c et d étant le nombre de diffuseurs observés respectivement pour les classes 0, 1, 2 et 3 et n le nombre total de diffuseurs observés.

Evaluation des dégâts du foreur ponctué au champ

Pour chaque unité expérimentale, la fréquence et l'intensité des dégâts ont été observées quelques jours avant la récolte (de septembre à novembre 2010 selon la parcelle expérimentale). Le pourcentage de tiges attaquées (% TA) et le pourcentage d'entre-nœuds attaqués (% ENA) ont été estimés sur 5 × 20 cannes consécutives par unité expérimentale.

Impact sur le rendement à la récolte

Pour chaque unité expérimentale, le rendement à la récolte a été estimé à partir du poids moyen d'une tige (calculé sur 5 × 20 cannes consécutives), multiplié par la densité des cannes (calculée sur 5 longueurs de rang de 5 m).

ANALYSE DES DONNEES

Une ANOVA de Kruskal-Wallis au seuil α de 5 % (Statistica v 5.5, StatSoft) est appliquée pour comparer les taux d'émergence et les taux de prédation.

Une ANOVA mixte au seuil α de 5 % (Statistica v 5.5, StatSoft) est appliquée pour comparer les pourcentages d'entre-nœuds attaqués et les poids moyens d'une tige (facteurs fixes : modalité et parcelle, facteurs aléatoires : sous bloc et unité expérimentale).

RÉSULTATS

CONTROLE DE LA QUALITE DES TRICHOGRAMMES LÂCHÉS

Taux d'émergence des trichogrammes

En laboratoire, sur l'ensemble des lâchers, le taux d'émergence moyen des trichogrammes pour la modalité Stockage (73,5 %) était inférieur à celui de la modalité Référence (76,3 %) (Tableau I). Toutefois, les taux d'émergence des trichogrammes stockés au froid étaient plus homogènes d'un envoi à l'autre (de 62 % à 80 %, $P = 0,2411$), par rapport aux trichogrammes non stockés (de 56 % à 91 %, $P = 0,0012$).

Au terrain, il n'y avait pas de différence entre les taux d'émergence des modalités Référence et Stockage, respectivement 61,9 % et 61,4 % (Tableau I). Ils étaient toutefois inférieurs à ceux obtenus au laboratoire, respectivement 19 % et 16 % d'œufs émergés en moins.

Tableau I : Taux d'émergence moyens des trichogrammes lâchés en plein champ et conservés au laboratoire pour les deux modalités traitées en %
Mean emergence rates of *Trichogramma* released in the field and preserved at the laboratory for the Reference and Storage treatments in %

| | Laboratoire | Terrain | |
|-----------|--------------|--------------|--------------|
| Référence | 76,3 | 61,9 | $P = 0,0000$ |
| Stockage | 73,5 | 61,4 | $P = 0,0000$ |
| | $P = 0,0216$ | $P = 0,8709$ | |

Taux de prédation des trichogrammes

Les taux moyens de prédation des trichogrammes par les fourmis (*Pheidole megacephala* Fabricius et *Solenopsis geminata* Fabricius) sur l'ensemble des lâchers étaient acceptables, respectivement 11 % et 10 % pour les modalités Référence et Stockage (Tableau II). Toutefois, les taux de prédation semblaient augmenter au fil des lâchers avec la croissance des cannes (Figure 1). Le taux de prédation supérieur à 25% sur les cannes âgées de 4 mois est lié à une mauvaise fermeture des filets au champ. Nous avons constaté des taux de prédation différents entre les parcelles expérimentales (Tableau III).

Tableau II : Taux de prédation moyens des trichogrammes pour les deux modalités traitées en %
Mean predation rates of *Trichogramma* for the Reference and Storage treatments in %

| Référence | Stockage | P |
|-----------|----------|--------------|
| 11 | 10 | $P = 0,7515$ |

Tableau III : Taux de prédation des trichogrammes en % pour les cinq parcelles expérimentales

| Mean predation rates of <i>Trichogramma</i> in % for the five experimental plots | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|--------------|
| CAR | BJM | BPY | DLG | FOU | P |
| 8 | 9 | 8 | 14 | 15 | $P = 0,0311$ |

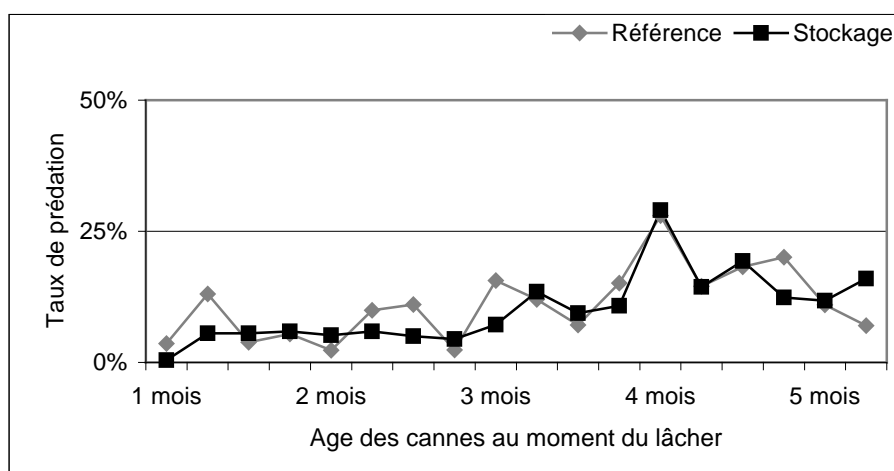


Figure 1 : Taux de prédation des trichogrammes au cours de la croissance des cannes
Predation rates of *Trichogramma* during the sugarcane growth

EVALUATION DES DEGATS DU FOREUR PONCTUE AU CHAMP

L'évaluation des dégâts à la récolte n'a pas été réalisée sur la parcelle CAR, car elle a été coupée avec 3 mois d'avance par l'agriculteur sans qu'il nous avertisse.

Infestation naturelle des parcelles expérimentales à la récolte

L'intensité des dégâts sur la parcelle BPY était bien inférieure au seuil de nuisibilité (seulement 2,5 % ENA) et ne permettait pas d'évaluer l'action des trichogrammes. La parcelle BPY n'a donc pas été prise en considération pour la suite de l'étude (Tableau IV).

Tableau IV : Infestation naturelle des parcelles expérimentales à la récolte en % (moyenne des deux unités expérimentales de la modalité Témoin)
Natural infestation of the experimental plots at the harvest in % (average of the two experimental units of the Control treatment)

| % ENA (moyenne) | | | | | |
|----------------------------|------|-----|-----|------|--|
| CAR | BJM | BPY | DLG | FOU | |
| Observations non réalisées | 10,8 | 2,9 | 9,2 | 14,9 | |

Impact sur les dégâts à la récolte

Les lâchers de trichogrammes pour les modalités Référence et Stockage ont réduit de plus de 30 % les dégâts du foreur ponctué à la récolte par rapport à la modalité Témoin (11,6 % ENA). L'efficacité des trichogrammes stockés au froid était comparable à celle des trichogrammes non stockés, respectivement 7,4 % et 7,9 % d'entre-nœuds attaqués pour les modalités Référence et Stockage (Tableau V).

Tableau V : Fréquence et intensité des dégâts en % à la récolte pour les trois modalités
Frequency and intensity of the damage in % at harvest for the three treatments

| | Témoin | Référence | Stockage |
|-----------------|--------|-----------|----------|
| % TA (moyenne) | 82 | 65 | 66 |
| % ENA (moyenne) | 11,6 a | 7,4 b | 7,9 b |

L'effet de la modalité sur % ENA est significatif ($P = 0,034$). Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

IMPACT SUR LE RENDEMENT À LA RÉCOLTE

Les cannes à la récolte étaient très maillées. Il a donc été difficile de compter avec exactitude le nombre de tiges sur une longueur de rang de 5 m. La variation de cette mesure ayant un fort impact sur le calcul du rendement, nous avons finalement évalué l'effet des trois modalités sur le poids moyen d'une canne. Les poids moyens n'étaient pas significativement différents pour les trois modalités (Tableau VI).

Tableau VI : Poids moyen en kg d'une canne à la récolte pour les trois modalités
Mean weight in kg of a cane at the harvest for the three treatments

| Témoin | Référence | Stockage |
|--------|-----------|----------|
| 1,33 a | 1,46 a | 1,37 a |

L'effet de la modalité sur poids moyen n'est pas significatif ($P = 0,599$). Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

DISCUSSION

Dans cette étude, la stratégie de lutte avec des lâchers de *Trichogramma chilonis* stockés deux mois au froid a abouti à une efficacité en plein champ comparable à celle avec des lâchers de trichogrammes non stockés. Ceci confirme les résultats obtenus en laboratoire qui validaient la performance biologique des trichogrammes stockés : une longévité et une fécondité supérieures après un stockage au froid (Clain *et al.*, 2010; Do Thi Khanh *et al.*, 2011).

Dans notre étude, les taux d'émergence en laboratoire des trichogrammes stockés ont été légèrement inférieurs à ceux des trichogrammes non stockés. Toutefois, ils ont été plus homogènes au cours des seize lâchers. Cette régularité est un avantage pour garantir l'efficacité constante de la stratégie de lutte. Ces taux sont inférieurs à la référence INRA obtenue lors du contrôle de la qualité des trichogrammes après le stockage (87 % d'émergence) (Do Thi Khanh *et al.*, 2011). Cependant, la technique que nous avons employée pour estimer les taux d'émergence différait de celle de l'INRA. Les taux ont été sous-estimés d'environ 10 %.

Les taux d'émergence des trichogrammes en plein champ, qu'ils aient été stockés au froid ou non, étaient inférieurs à ceux obtenus en laboratoire. Les lâchers ont été réalisés pendant l'été austral, période la plus chaude de l'année. Les températures dans la culture de canne à sucre étaient facilement supérieures à 35 °C et ont parfois dépassé les 40 °C aux heures les plus chaudes de la journée.

Des études ont montré que des chocs thermiques, même de courte durée, peuvent avoir un impact négatif sur l'émergence, la longévité et la fécondité de *T. brassicae* Bezdenko (Chihrane *et al.*, 1993; Gunie et Laugé, 1997) et même sur leur capacité de dispersion (Chihrane *et al.*, 1997). Chez *Trichogramma chilonis*, des chocs thermiques à 40 °C répétés avant l'émergence peuvent affecter la qualité biologique des trichogrammes et réduire de moitié les émergences (Ramesh et Baskaran, 1996).

Les chocs thermiques subis par les trichogrammes au champ avant leur émergence ont pu avoir des répercussions sur leur efficacité. Pour les minimiser, il est nécessaire de transporter les trichogrammes pour les lâchers dans un contenant isotherme. Au terrain, il faut placer le plus possible les diffuseurs dans la végétation afin de les protéger des rayons directs du soleil. La diminution d'effectif liée à la diminution des taux d'émergence peut être compensée par une augmentation de la dose de trichogrammes lâchés.

Dans la stratégie de lutte contre le foreur ponctué, la prédation par les fourmis prend la relève des lâchers de trichogrammes pour contrôler le ravageur. Toutefois, depuis quelques années, nous observons une prédation par les fourmis de plus en plus préjudiciable aux lâchers même sur les jeunes cannes (Marquier *et al.*, 2009). Il est possible que l'arrêt des campagnes de lutte collective contre les fourmis en 2003 ait pu conduire à une augmentation de leurs effectifs dans les parcelles de canne à sucre. Toutefois, aucune étude de dynamique des populations des fourmis n'a été réalisée à La Réunion. L'emploi d'un filet protecteur a permis d'avoir un taux de prédation des trichogrammes acceptable

pour ne pas affecter l'efficacité de la stratégie de lutte. Cependant, ce conditionnement non biodégradable ne permet pas une application à grande échelle de la lutte. Un travail est en cours pour mettre au point un diffuseur biodégradable qui protège efficacement les trichogrammes des fourmis avant leur émergence (Marquier *et al.*, 2011).

Les lâchers de trichogrammes stockés au froid ont réduit de 30 % les dégâts à la récolte et ceci de manière équivalente aux lâchers de trichogrammes non stockés. En 2002, c'était une réduction de 50 % des dégâts qui a été obtenue lors de la validation de la stratégie de lutte (Goebel *et al.*, 2005). Plusieurs facteurs ont pu affecter l'efficacité de la lutte biologique au cours de notre essai. Les températures maximales enregistrées au cours de la période des lâchers en 2010 étaient supérieures à celles de 2002. Elles ont peut-être altéré davantage la qualité des trichogrammes lâchés, réduisant ainsi leur efficacité au champ.

L'infestation naturelle du foreur ponctué sur les parcelles expérimentales en 2010 était moyenne (11,6 % ENA), proche du seuil de nuisibilité (Vercambre, 1982), contrairement à 2002 pour laquelle l'infestation était importante (22 % ENA). Des études ont montré que, chez certaines espèces de trichogrammes, la recherche de l'hôte est orientée, notamment par la présence de kairomones. Ceci permet une localisation plus rapide de l'hôte et une augmentation des taux de parasitisme (Lewis *et al.*, 1982; Fatouros *et al.*, 2008). Mais le plus souvent, dans une végétation dense intervenant comme un obstacle au comportement de recherche, l'efficacité des trichogrammes est dépendante de la densité de l'hôte (Grieshop *et al.*, 2010). Plus il y a de pontes du foreur ponctué et plus les trichogrammes sont susceptibles de les parasiter. Ainsi sur une infestation moyenne, les lâchers de trichogrammes n'ont peut-être pas pu exercer un effet suppressif suffisant sur la densité des pontes du foreur. Ceci pourrait expliquer la réduction modérée des dégâts à la récolte et la difficulté à mettre en évidence un gain en rendement.

CONCLUSION

La performance biologique et l'efficacité au champ de *Trichogramma chilonis* ne sont pas affectées par un stockage de deux mois au froid. Dès à présent, un tel stockage permet de mieux étaler la production et de réduire ses coûts. Il facilite aussi l'approvisionnement et la disponibilité des auxiliaires produits, avec plus de souplesse par rapport à des événements imprévus (accidents à la production, grève des transports aériens, ...). Cela permet d'envisager une application à grande échelle de la lutte biologique contre le foreur ponctué de la canne à sucre à l'île de La Réunion, voire dans d'autres pays et / ou contre d'autres lépidoptères ravageurs d'autres cultures.

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont pu être réalisés grâce aux financements du Conseil général de La Réunion, de l'Europe et d'un financement CAS-DAR du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire. Nous remercions messieurs Foucque D., Caruel B., Barau P. Y., Barau J. M. et De la Giroday C. pour leur collaboration et la mise à notre disposition des parcelles de canne à sucre nécessaires pour conduire cette étude ; B. Albon, V. Lauret, Y. Marianne dit Gérard et P.-Y. Bouchaud pour la mise en place et le suivi de l'essai ; et S. Nibouche pour son aide pour l'analyse statistique des résultats.

BIBLIOGRAPHIE

Barreault G., 2004 - Elaboration et optimisation d'une stratégie PBI contre le foreur ponctué de la canne à sucre. Expérimentations 2002-2003. FDGDON, Réunion, 37p.

Barreault G., Tabone E., Goebel F.R., Berling M., Karimjee H., Caplong P., 2005 - Lutte biologique contre le foreur ponctué de la canne à sucre à la Réunion : optimisation de la

technique pour une utilisation à grande échelle. CR 7^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. AFPP, Montpellier, 7 p.

Bigler F., 1994. Quality control in *Trichogramma* production. In: Wajnberg, E., Hassan, S.A. *Biological Control with Egg Parasitoids*. CAB International, Oxon, 93-111.

Chihrane J., Laugé G., Hawlitzky N., 1993 - Effects of high temperature shocks on the development and biology of *Trichogramma brassicae* [Hym. : Trichogrammatidae]. *BioControl*, 38, 2, 185-192.

Chihrane J., Derrien A., Laugé G., 1997 - Locomotor activity of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera) under the influence of high-temperature shocks. *Journal of Insect Behavior*, 10, 2, 203-211.

Clain C., Marquier M., Do Thi Khanh H., Colombel E., Frandon J., Goebel R., Tabone E., 2011 (2010) - Qualité de l'auxiliaire *Trichogramma chilonis*, utilisé à la Réunion contre le foreur de la canne à sucre, *Chilo sacchariphagus*. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 63, 3, 1003-107.

Do Thi Khanh H., Bodendörfer J., Colombel E., Clain C., Goebel F.R., Tabone E., 2011 - Contre le foreur ponctué de la canne à sucre, le froid aide la lutte biologique. Le stockage au froid de l'auxiliaire *Trichogramma chilonis* facilite la lutte contre le foreur ponctué. *Phytoma – La défense des végétaux*, 642, 29-32.

Fatouros N.E., Dicke M., Mumm R., Meiners T., Hilker M., 2008 - Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical information. *Behavioral Ecology*, 19, 3, 677-689.

Goebel F.R., Roux E., Marquier M., Frandon J., Do Thi Khanh H., Tabone E., 2010 - Biocontrol of *Chilo sacchariphagus* (Lepidoptera: Crambidae) a key pest of sugarcane : Lessons from the past and future prospects. *Sugar Cane International*, 28, 128-132.

Goebel R., Fernandez E., Tibere R., Alauzet C., 1999a - Dégâts et pertes de rendement sur la canne à sucre dus au foreur *Chilo sacchariphagus* (Bojer) à l'île de la Réunion (Lep. : Pyralidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, 35 (suppl.), 476-481.

Goebel R., Fernandez E., Begue J.M., Alauzet C., 1999b - Prédation par *Pheidole megacephala* (Fabricius) (Hym. : Formicidae) des oeufs de *Chilo sacchariphagus* (Bojer) (Lep. : Pyralidae), foreur de la canne à sucre à l'île de la Réunion. *Annales de la Société Entomologique de France*, 35 (suppl.), 440-442.

Goebel R., Tabone E., Karimjee H., Caplong P., 2005 - Mise au point réussie d'une lutte biologique contre le foreur de la canne à sucre *Chilo sacchariphagus* (Lepidoptera, Crambidae), à la Réunion. CR 7^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. AFPP, Montpellier, 8 p.

Grieshop M.J., Flinn P.W., Nechols J.R., 2010 - Effects of intra-and interpatch host density on egg parasitism by three species of *Trichogramma*. *Journal of Insect Science*, 10, 99, 1-14.

Gunie G., Laugé G., 1997 - Effects of high temperatures recorded during diapause completion of *Trichogramma brassicae* prepupae (Hym.: Trichogrammatidae), on the treated generation and its progeny. *BioControl*, 42, 3, 329-336.

Lewis W.J., Nordlund D.A., Gueldner R.C., Teal P.E.A., Tumlinson J.H., 1982 - Kairomones and their use for management of entomophagous insects. XIII. Kairomonal activity for *Trichogramma* spp. of abdominal tips, excretion, and a synthetic sex pheromone blend of *Heliothis zea* (Boddie) moths. *Journal of Chemical Ecology*, 8, 10, 1323-1331.

Marquier M., Roux E., Goebel R., Tabone E., 2008 - Lutte biologique contre le foreur ponctué de la canne a sucre : réduction de la densité et de la fréquence des lâchers du parasitoïde *Trichogramma chilonis* Ishii. CR 8^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. AFPP, Montpellier, 427-435.

- Marquier M., Roux E., Goebel R., Tabone E., 2009 - Les fourmis : prise en compte de leur action pour lutter contre le foreur de la canne à sucre, *Chilo sacchariphagus* Bojer. CR Colloque International sur la Gestion des Risques Phytosanitaires. AMPP-AFPP, Marrakech, 315-321.
- Marquier M., Albon B., Lauret V., Frandon J., Goebel F.R., Tabone E., 2011 - Prise en compte de l'action des fourmis pour les lâchers de *Trichogramma chilonis*, dans la lutte contre le foreur ponctué de la canne à sucre à La Réunion. CR 4^{ème} Conférence Internationale sur les Méthodes Alternatives en Protection des Cultures. AFPP, Lille, 574-581.
- Rachappa V., Naik, L.K., 2000 - Dispersion of *Trichogramma chilonis* Ishii in sugarcane ecosystem. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 13, 867-871.
- Ramesh B., Baskaran P., 1996 - Developmental response of four species of *Trichogramma* (Hym. : Trichogrammatidae) to heat shocks. *BioControl*, 41, 2, 267-277.
- Soula B., Karimjee H., Goebel R., Caplong P., Tabone E., 2003 - Lutte biologique contre le foreur de la canne à sucre à l'aide de trichogrammes : Résultats d'essais au champ à la Réunion. *Phytoma - La défense des végétaux*, 562, 32-35.
- Tabone E., Do Thi Khanh H., Roux E., Marquier M., Boyer C., Goebel R., 2008 - Mise en place d'un programme de recherche concernant la résistance au froid du parasitoïde *Trichogramma chilonis* Ishii. CR 8^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. AFPP, Montpellier, 445-450.
- Vercambre B., 1982 - Borer de la canne à sucre. Rapport annuel. IRAT-Réunion, 27-30.
- Vercambre B., 1993 - Equilibre actuel entre la canne à sucre et ses ravageurs à l'île de la Réunion (1979-1992). Atelier d'Entomologie Appliquée : Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures. CIRAD-CA, Montpellier, 49- 56.
- Voegelé J., Pizzol J., Raynaud B., Hawlitzky N., 1986 - La diapause chez les Trichogrammes et ses avantages pour la production de masse de la lutte biologique. *Mede. Fac. Landbouww Rijksuniv. Gent*, 51, 3a, 1033-1039.