

**AFPP – 8<sup>ème</sup> CONFÉRENCE INTERNATIONALE  
SUR LES RAVAGEURS EN AGRICULTURE  
MONTPELLIER – 22 ET 23 OCTOBRE 2008**

**MISE EN PLACE D'UN PROGRAMME DE RECHERCHE  
CONCERNANT LA RESISTANCE AU FROID DU PARASITOÏDE  
*TRICHOGRAMMA CHILONIS* ISHII**

E. TABONE<sup>(1)</sup>, H. DO THI KHANH<sup>(1)</sup>, E. ROUX<sup>(2)</sup>, M. MARQUIER<sup>(2)</sup>, C. BOYER<sup>(2)</sup> et R.  
GOEBEL<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Unité de lutte biologique, INRA – Centre de Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France.

[tabone@sophia.inra.fr](mailto:tabone@sophia.inra.fr)

<sup>(2)</sup> Département de Mise au Point des Méthodes de Lutte, FDGDON-Réunion, 97460 Saint-Paul, La Réunion - France. [marlene.marquier@fdgdon974.fr](mailto:marlene.marquier@fdgdon974.fr), [estelle.roux@fdgdon974.fr](mailto:estelle.roux@fdgdon974.fr),  
[clarisse.boyer@fdgdon974](mailto:clarisse.boyer@fdgdon974)

<sup>(3)</sup> Unité de Recherche Systèmes cultures annuelles, CIRAD, 34398 Montpellier cedex 5, France. [regis.goebel@cirad.fr](mailto:regis.goebel@cirad.fr)

## **RÉSUMÉ**

Dans le but d'optimiser le contrôle du foreur de la canne à sucre, à l'île de la Réunion, nous avons développé un programme de lutte biologique par lâchers inondatifs de *Trichogramma chilonis*. Les premiers résultats montrent un gain de production nettement significatif (15 à 25%). A présent, pour que cette lutte soit transférable aux planteurs, il est nécessaire d'en diminuer le coût (prix des parasitoïdes et salaire de la main d'œuvre au champ). Mettre en évidence une possibilité d'arrêt de développement à faible température chez ce parasitoïde serait essentiel pour sa production en masse et pour limiter le nombre de lâchers au champ.

Mots-clés : *Trichogramma chilonis*, *Chilo sacchariphagus*, canne à sucre, lutte biologique, production, diapause, quiescence, stockage

## **SUMMARY**

In the aim to optimize the stem borer control of sugarcane in Reunion Island, we are developing a biological control program using *Trichogramma chilonis*. We tested inundative releases in cane fields. First results showed that biological control increases yields by 15 and up to 25%, according to sites. Currently, to transfer that technique to growers, we need to decrease the costs of beneficials and releasing field labour. We are starting a new research program to study the induction diapause or quiescence in *T. chilonis* development. The resulting knowledge is expected to greatly improve both mass rearing and releasing labour.

Key words : *Trichogramma chilonis*, *Chilo sacchariphagus*, sugarcane, biological control, mass production, diapause, quiescence, storage

## INTRODUCTION

La canne à sucre est une production agricole majeure pour l'île de la Réunion (26000 Ha avec 200 000 tonnes de sucre produit) qui dispose d'atouts indéniables sur le plan social, économique, environnemental, ainsi que du développement d'un écotourisme. Cette culture fait l'objet d'attaques régulières de ravageurs, dont les plus connus sont le ver blanc *Hoplochelus marginalis* (Coleoptera, Scarabaeidae) et le foreur ponctué *Chilo sacchariphagus* (Lepidoptera, Crambidae). Si le ver blanc est aujourd'hui maîtrisé grâce à l'application généralisée d'un traitement biologique à base de champignon, le second ne l'est pas encore. En raison du développement d'une variété productive mais sensible à *C. sacchariphagus*, la R 579, les attaques sont en pleine recrudescence, en particulier dans l'ouest de l'île, où de nouvelles zones cannières sont créées.

Les chenilles du foreur ponctué font des galeries dans les tiges et sont responsables d'importantes pertes de productivité (30% en cas d'attaques sévères, Goebel *et al.*, 1999). Alors que les traitements chimiques ne sont ni efficaces ni autorisés, la lutte biologique offre des possibilités intéressantes et une meilleure prise en compte de l'environnement. A la Réunion, il existe un cortège d'auxiliaires indigènes associés à ce ravageur. Parmi les hyménoptères parasitoïdes, les trichogrammes sont bien représentés, d'où l'idée de mettre au point une lutte à l'aide de ces oophages. Leur inventaire a montré qu'une espèce est souvent présente dans les champs de canne : *Trichogramma chilonis*. Mais cet auxiliaire est naturellement en trop faible densité pour contrôler le foreur (Goebel, 1999 ; Rochat *et al.*, 2001).

Dans le cadre d'une collaboration INRA/CIRAD/FDGDON (cofinancement Europe / Région, programme FEOGA, pour la période 2000 – 2004), nous avons développé un programme de lutte biologique contre le foreur de la canne à sucre à l'aide de *T. chilonis* à la Réunion. L'objectif était d'effectuer des lâchers inondatifs dans les champs de canne, en début de cycle de la plante qui correspond à la période optimale de ponte du foreur (Tabone *et al.*, 2002 ; Tabone et Goebel, 2005).

Les premiers résultats obtenus en parcelles expérimentales montrent que la lutte biologique augmente le rendement de l'ordre de 15 à 25% suivant les sites et des gains financiers de 600 à 1400 euros / ha, dans des conditions encore non optimales de lâchers (Soula *et al.*, 2003 ; Barreault *et al.*, 2005 ; Goebel *et al.*, 2005 ; Reay-Jones *et al.*, 2006). Cette technique pourra assurer la protection d'environ 10 000 ha actuellement attaqués à la Réunion et bénéficiera à l'ensemble de la filière. Toutefois, pour que cette lutte soit transférable aux planteurs, il est nécessaire d'en diminuer le coût (prix des parasitoïdes et salaire de la main d'œuvre au champ). Il est plus particulièrement nécessaire d'améliorer la stratégie des lâchers pour un ajustement des périodes et des doses (Marquier *et al.*, 2008) et surtout d'optimiser le nombre de déplacements au champ. Pour cela, nous allons rechercher, chez *T. chilonis*, l'existence d'un arrêt de développement (diapause ou quiescence) à basse température. Les conséquences de cet arrêt sur la physiologie globale des auxiliaires seront également étudiées.

La capacité des Trichogrammes d'hiverner dans leurs hôtes à l'état de vie ralentie est connue depuis longtemps (Zorin, 1927). Puis, de nombreux auteurs l'ont confirmée chez différentes espèces de trichogramme : *Trichogramma evanescens* (Zaslavskiy and Umarova, 1981), *Trichogramma brassicae* (Voegelé *et al.*, 1986), *Trichogramma cordubensis* (Ventura Garcia *et al.*, 2002), *Trichogramma cacoeciae* (Özder, 2004), *Trichogramma ostriniae* (Pitcher *et al.*, 2002); *Trichogramma carverae* (Rundle *et al.*, 2004). Plus précisément, Jalali et Singh (1992) ont comparé l'impact de la diapause sur plusieurs espèces de trichogrammes dont *T. chilonis*. Par ailleurs, Laing et Corrigan (1995) ont montré l'importance de l'espèce hôte dans l'induction de la diapause chez *Trichogramma minutum*. La durée de conservation des trichogrammes, les conditions climatiques (T° et photopériode) et l'espèce hôte sont très variables selon les auteurs. Globalement, il y a très peu d'études sur les possibilités de diapause chez *T. chilonis*, d'où l'intérêt de ce travail.

L'extension des méthodes de lutte biologique contre différents ravageurs à de vastes surfaces fait toujours apparaître des problèmes de production de masse des entomophages. Le stockage au froid du parasitoïde *Encarsia formosa* G. (Hym., Aphelinidae), auxiliaire utilisé contre les aleurodes des cultures a également été étudié. Ainsi, il a été mis en évidence une variation du potentiel biotique en fonction du stockage au froid, du point de vue du taux d'émergence (Ganteaume *et al.*, 1995a), de la fécondité journalière et de la longévité (Ganteaume *et al.*, 1995b).

## **OBJECTIFS ET AVANTAGES**

Ainsi, ce projet a pour objectif de rechercher chez *T. chilonis* une possibilité d'arrêt de développement prolongé, que celui-ci existe ou non dans la nature. De tels arrêts de développement à faible température sont essentiels, d'une part pour la production en masse des Trichogrammes et d'autre part pour leur utilisation au champ.

*Au niveau de la biofabrique* : La possibilité de gérer la résistance au froid des trichogrammes offre une amélioration de l'organisation de la production et une meilleure gestion du personnel et des locaux (production régulière avec du personnel spécialisé).

*Au niveau des lâchers* : Plusieurs avantages peuvent également être obtenus, telles qu'une amélioration de la disponibilité des auxiliaires produits, une réduction des coûts de manipulation, et une meilleure efficacité au champ en réduisant les risques de dérive génétique au cours des élevages et de modification du polymorphisme de la population produite. De plus, la plasticité des lâchers sera également améliorée, par la mise au point d'une technique de lâchers d'auxiliaires au développement mieux maîtrisé, avec des individus émergents plus ou moins rapidement ; ainsi, un seul déplacement au champ pourra couvrir les 2 à 3 lâchers des semaines suivantes.

## **INTERET ET ORIGINALITE**

Ce projet s'inscrit dans un contexte plus général qui vise à mettre en place une méthode efficace de lutte biologique contre le principal ravageur de la canne à sucre et, à ce titre, promouvoir des pratiques plus respectueuses de l'environnement et de la santé humaine. La gestion intégrée des insectes ravageurs de la canne à sucre fait partie des actions prioritaires que les acteurs souhaitent voir mettre en place de façon durable. L'intérêt de plus en plus prononcé des consommateurs et des agriculteurs pour la protection de leur santé et de leur environnement doit nous conduire à privilégier la lutte biologique.

Dans un premier temps, ce travail est effectué à la Réunion, puis à terme dans d'autres pays, notamment de l'Océan Indien. La réussite de ce programme de lutte biologique est d'autant plus cruciale que, compte tenu de la décision prise à l'échelle de la Réunion de limiter drastiquement toute utilisation de pesticides, seule une alternative écologique permettra de tenir les objectifs de production (sucre, bioéthanol, énergie électrique médicaments, plastiques, ...). De plus, le maintien de la culture de la canne à sucre sur ce territoire, gravement menacé par le chômage, constitue un intérêt socio-économique majeur. En effet, la canne à sucre est un facteur de stabilité et un régulateur social pour les populations défavorisées. Elle permet également le développement d'un écotourisme qui attire de plus en plus de métropolitains. Enfin, son impact sur les paysages et l'environnement affiche un bilan positif : lutte contre l'érosion des sols et le transfert des polluants vers la mer, lieux de refuge pour de nombreuses espèces d'animaux et d'insectes, et intégration dans les paysages très diversifiés de la Réunion.

L'originalité du projet repose sur la mise en place d'une stratégie de lutte biologique appropriée au contexte fragile de l'écosystème dans l'île de la Réunion. Cette démarche est menée dans un esprit de gestion intégrée, en phase avec les pratiques culturelles des agriculteurs. L'innovation réside dans l'adaptation de la technique des lâchers de trichogrammes, pratiquée en France sur le maïs, à la canne à sucre. Il est important de rappeler le succès obtenu par la Lutte biologique contre la pyrale du maïs en France (Frandon et Kabiri, 1999). Près de 100 000 ha ont été traités en 2007 par la société Biotop,

notamment grâce à la maîtrise du stockage au froid de *Trichogramma brassicae*. D'autres exemples existent dans le monde, mais les technologies sont très variables. Il est non seulement nécessaire d'adapter la méthode à une nouvelle plante (la canne), mais aussi à de nouveaux ravageurs (le foreur *Chilo sacchariphagus*). Il reste quelques verrous technologiques à faire sauter pour réussir cette adaptation.

Par ailleurs, l'espèce *T. chilonis*, actuellement lâchées, est bien connue et souvent utilisée en lutte biologique dans les pays du sud. Mais c'est essentiellement son efficacité parasitaire en laboratoire et plein champ qui a été étudiée. Ainsi, ses capacités d'arrêt de développement constituent une importante voie de recherche à développer. Les champs d'application de cette recherche seront très larges (grande diversité des cultures et des pays potentiellement intéressés).

## METHODOLOGIES ET RESULTATS ATTENDUS

**Plusieurs étapes sont envisagées :**

- *Arrêts de développement chez T. chilonis* : En premier lieu, étude des conditions optimales (température et photopériode) d'induction et de maintien d'un arrêt de développement (diapause ou quiescence) chez la souche actuellement testée à la Réunion. Les caractères mesurés seront les taux d'émergence, fécondité, sex ratio et durée de développement des individus soumis aux basses températures (différentes températures inférieures à 18°C).
- *Contrôle de la qualité des Trichogrammes produits* : Parallèlement à la recherche de conditions susceptibles de stocker les Trichogrammes sans perte notable de leur efficacité, la constance des performances des lots d'entomophages ainsi produits sera vérifiée.
- *Effet de la nature de l'hôte d'élevage* : Les conditions de stockage seront définies au laboratoire sur l'hôte de substitution bien connu et couramment utilisé en Europe, *Ephestia kuehniella*. L'effet de *Corcyra cephalonica*, autre hôte d'élevage couramment utilisé, pourra être testé.
- *Mise en place d'expérimentations au champ à l'île de la Réunion* : L'efficacité des Trichogrammes stockés au froid et réveillés sera comparée à celle de Trichogrammes non stockés, afin de confirmer les résultats obtenus au laboratoire. Des résultats positifs permettront un développement à grande échelle de la lutte biologique.

## CONCLUSION

Ce projet, qui sera développé durant les trois prochaines années, fait suite aux recherches et expérimentations menées à la Réunion depuis plusieurs années et qui ont montré tout l'intérêt agronomique de la méthode de lutte biologique sur canne à sucre. Cette méthode de lutte répond pleinement aux sollicitations des acteurs de terrain et des partenaires de développement impliqués dans la valorisation et la commercialisation des produits agricoles. Elle permet de protéger le milieu naturel contre une invasion biologique - le foreur ponctué. Le développement à grande échelle de cette stratégie de lutte dépend désormais de la résolution d'un certain nombre de problèmes, dont celui en rapport avec le stockage de *T. chilonis*.

Ce programme est soutenu financièrement par le Ministère de l'Agriculture (projet CASDAR) pour 3 ans (mi 2008 à mi 2011). Il sera réalisé toujours dans le cadre d'une collaboration entre les trois principaux partenaires, INRA, FDGDON, CIRAD. D'autres partenaires, appartenant à des structures publiques, professionnelles et privées ont déjà exprimé leur intérêt pour participer au développement de ce projet, puis à valoriser les résultats obtenus et commercialiser le produit choisi.

## BIBLIOGRAPHIE

- 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. AFPP - 7<sup>e</sup> Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier.
- Frandon J., Kabiri F., 1999 - La lutte biologique contre la Pyrale du maïs avec les trichogrammes: Une très belle réussite grâce à l'évolution de la technique Dossier de l'environnement de l'INRA, 19, 107-111.
- Ganteaume A., Tabone E. et Poinso-Balaguer N., 1995. Variation du potentiel biotique de l'auxiliaire parasite *Encarsia formosa* G. Hym., Aphelinidae) en fonction du stockage au froid : I. Du point de vue du taux d'émergence. J. Appl. Ent. 119, 419-422.
- Ganteaume A., Tabone E. et Poinso-Balaguer N., 1995. Variation du potentiel biotique de l'auxiliaire parasite *Encarsia formosa* G. Hym., Aphelinidae) en fonction du stockage au froid : II. Du point de vue de la fécondité journalière et de la longévité. J. Appl. Ent. 119, 547-551.
- Goebel R., 1999 - Caractéristiques biotiques du foreur de la canne à sucre *Chilo sacchariphagus* (Bojer, 1856). (Lepidoptera : Pyralidae) à l'île de la Réunion. Facteurs de régulation de ses populations et conséquence pour la lutte contre le ravageur. Université Paul Sabatier, Toulouse, PhD, 229 p.
- Goebel R., Fernandez E., Tibere R., Alauzet C., 1999 - 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., 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. 7<sup>ème</sup> Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier.
- Jalali S.K. and Singh S.P., 1992. Differential response of four Trichogramma species to low temperatures for short term storage. *Entomophaga* 37(1), 159-165.
- Laing J.E. and Corrigan J.E., 1995. Diapause induction and post-diapause emergence in *Trichogramma minutum* Riley : the role of host species, temperature and photoperiod. *The Canadian Entomologist*, 103-110.
- Marquier M, Roux E., Tabone E. et Goebel R. 2008. Lutte biologique contre le foreur ponctué de la canne à sucre: réduction de la densité et de la fréquence des lâchers du parasitoïde *Trichogramma chilonis* Ishii. AFPP - 8<sup>e</sup> Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier.
- 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*, 562, 32-35.
- Özder N., 2004 - Effect of different cold storage periods on parasitization performance of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Ephestias küehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Biocontrol Science and Technology*, 14, 441-447.

- Pitcher S.A., Hoffmann M.P., Gardner J., Wright M.G. and Kuhar T.P., 2002. Cold storage of *Trichogramma ostrinae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. *Biocontrol* 47, 525-535.
- Rundle B.J., Thomson J. and Hoffmann A.A., 2004. Effects of cold storage on field and laboratory performance of *Trichogramma carverae* and the response of three *Trichogramma* sp. to cold. *Biological and Microbial control. Entomological Society of America* 97(2), 213-221.
- Reay-Jones F.P.F., Rochat J., Goebel R., Tabone E., 2006 - Functional response of *Trichogramma chilonis* to *Galleria mellonella* and *Chilo sacchariphagus* eggs. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 118, 3, 229-236.
- Rochat J., Goebel R., Tabone E., Bègue M., Fernandez E., Tibère R., Gauvin J.C., Vercambre B. 2001. Integrated control of the spotted stalk borer *Chilo sacchariphagus* Bojer (*Lepidoptera, Pyralidae*) in Reunion Island. SASTA Congress, Mount Edgecombe, South Africa, juillet 2001.
- Tabone E., Goebel R., Lezcano N., Fernandez E. 2002. Le foreur de la canne à sucre, Mise en place d'une Lutte Biologique à l'aide de trichogrammes à la Réunion. *Phytoma* octobre 2002, 32-35.
- Tabone E., Goebel F.R., 2005 - Un nouveau développement de la lutte biologique contre le foreur de la canne a sucre. *INRA Mensuel*, 122, 12-15.
- Ventura Garcia P., Wajnberg E., Pizzol J. and Oliveira M.L.M., 2002. Diapause in the egg parasitoid *Trichogramma cordubensis* : role of temperature. *Journal of Insect Physiology* 48, 349-355.
- Voegelé J., Pizzol J., Raynaud B. et Hawlitzky N., 1986. La diapause chez les Trichogrammes et ses avantages pour la production de masse et la lutte biologique. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 51/3a.
- Zaslavskiy V.A. and Umarova T. YA., 1981. Photoperiodic and temperature control of diapause in *Trichogramma evanescens* Westw. (*Hymenoptera, Trichogrammatidae*). *Entomological review*, 60(4), 1-12.
- Zorin P.V., 1927. A method of rearing *Trichogramma evanescens* Westwood. *Défense des plantes Leningrad* 4, 316-319.