

Qualité de l'auxiliaire *Trichogramma chilonis*, utilisé à La Réunion contre le foreur de la canne à sucre, *Chilo sacchariphagus*

Clarisse Clain⁽¹⁾, Marlène Marquier⁽¹⁾, Hong Do Thi Khanh⁽³⁾, ETTY Colombel⁽³⁾, Jacques Frandon⁽²⁾, Régis Goebel⁽⁴⁾, Elisabeth Tabone⁽³⁾

⁽¹⁾ Département de Mise au Point des Méthodes de Lutte, FDGDON-Réunion, 97460 Saint-Paul, La Réunion, France. E-mails: clarisse.clain@fdgdon974.fr; marlene.marquier@fdgdon974.fr.

⁽²⁾ BIOTOP SAS, Route de Biot – D4, 06560 Valbonne. E-mail: jfrandon@biotop.fr.

⁽³⁾ Unité de lutte biologique, INRA - Centre de Sophia Antipolis, 400 route des CHAPPES, 06903 Sophia Antipolis, France. E-mails: hong.do@sophia.inra.fr, ecolombel@sophia.inra.fr, tabone@sophia.inra.fr.

⁽⁴⁾ Unité de Recherche Systèmes cultures annuelles, CIRAD, 34398 Montpellier cedex 5, France. E-mail: regis.goebel@cirad.fr.

Trichogramma chilonis est un parasitoïde oophage du foreur ponctué de la canne à sucre. La stratégie de lutte biologique basée sur des lâchers inondatifs de cet auxiliaire est efficace. Pour que cette lutte biologique ne soit pas contraignante à La Réunion, les stocker au froid avant leur utilisation est nécessaire. Nos résultats montrent que les trichogrammes expédiés à La Réunion peuvent être conservés localement durant 7 jours à 15°C sans affecter leur longévité et émergence. Par contre il y aurait un impact négatif sur leur fécondité.

Mots clés: *T. chilonis*, stockage au froid, contrôle de qualité, foreur, lutte biologique.

Trichogramma chilonis is an egg parasitoid of the stem borer attacking sugarcane stalks during the growth period. The biocontrol strategy using *Trichogramma* releases is efficient. Cold storage of the *T. chilonis* before release is necessary to limit logistic and cost constraints. The wasp sent to Reunion could be stored at 15°C during 7 days without reduction of longevity and emergence of the parasitoid. However, there is a small negative impact on fecundity.

Keywords: *T. chilonis*, cold storage, quality control, borer, biological control.

1. INTRODUCTION

Le foreur ponctué, *Chilo sacchariphagus* Bojer, est un important ravageur de la canne à sucre à La Réunion. Les dégâts causés par les chenilles entraînent des pertes en rendement allant jusqu'à 40 tonnes/ha en cas de forte infestation (Goebel, 1999).

Des lâchers inondatifs du parasitoïde *Trichogramma chilonis* Ishii réduisent le niveau d'attaque et permettent une réduction de 50 % des pertes de rendement (Tabone *et al.*, 2002; Goebel *et al.*, 2005). Afin d'améliorer la technique d'élevage du parasitoïde et de réduire son coût de production, la piste du stockage au froid est étudiée depuis 2008. Les œufs de l'hôte d'élevage sont eux stockables jusqu'à 7 semaines (Clain *et*

al., 2008). Dans le même souci d'optimisation, une étude sur les œufs parasités stockés après un arrêt de développement de *Trichogramma chilonis* (par un passage à 3°C pendant plusieurs mois) a été réalisée (Tabone *et al.*, 2008). Ce sont les trichogrammes ainsi traités que nous utilisons dans cette étude. On les a appelés "Diapause".

La production industrielle est réalisée en France métropolitaine par la société Biotop et les lâchers ont lieu à La Réunion.

Afin d'optimiser la logistique des lâchers, la possibilité de conserver les Trichogrammes à La Réunion a également été envisagée. Cette étude contrôle la qualité des trichogrammes après transport, Diapausés ou non, et/ou conservés à La Réunion.

2. MATERIEL ET METHODES

La souche de *T. chilonis* utilisée est originaire de Saint-Benoît (La Réunion). Les trichogrammes sont produits par la biofabrique Biotop (France), sur des œufs irradiés de la pyrale de la farine, *Ephestia kuehniella* Zeller. Ils sont expédiés à La Réunion par voie aérienne sous forme d'œufs parasités collés dans des diffuseurs Biotop. Les lots de parasitoïdes avaient des stades de développement différents et certains ont été stockés à leur arrivée.

Nous avons testé 5 modalités (Figure 1):

- Immédiats (I) qui émergent 2 jours après l'envoi.
- Diapausés (D) produits avec un stockage de 2 mois à 3°C et réveillés une semaine avant l'envoi.

Ils émergent 2 jours après l'envoi.

- Retards (R) qui émergent 4 jours après l'envoi.
- Retards stockés (Rs) sont des Retards (R) conservés une semaine à l'étuve à La Réunion (15°C et 30 % HR).

Ils émergent 9 jours après l'envoi.

- Diapausés stockés (Ds) produits avec un stockage de 2 mois à 3°C et réveillés après l'envoi avec une conservation d'une semaine à l'étuve (15°C ± 2 et 30 % HR ± 2).

Ils émergent 9 jours après l'envoi.

Les critères de qualité suivants ont été mesurés:

2.1. La longévité et la fécondité des trichogrammes

Les parasitoïdes utilisés au laboratoire étaient des femelles âgées de moins de 24 heures et étaient gardées dans une salle à 25 ± 2°C, 80 ± 5 % d'humidité relative et une photopériode de 12: 12 (L : D). Pour chaque modalité, la longévité et la fécondité des femelles ont été mesurées tous les jours pendant 7 jours. Pour la fécondité des femelles, seuls les œufs noirs ont été comptabilisés, se sont les œufs dans lesquels *T. chilonis* a réussi son développement jusqu'à un stade avancé.

2.2. Le taux d'émergences des diffuseurs

Pour chaque modalité, le taux d'émergence a été déterminé sur cinq diffuseurs déposés en champ de canne à sucre, et cinq gardés au laboratoire (25°C ± 2, 65 % HR ± 5). Les 5 diffuseurs au terrain sont récupérés 7 jours après les lâchers. Dans cette étude nous n'avons pas les taux d'émergence au terrain de la modalité R car ces trichogrammes n'ont pas été lâchés.

2.3. Analyse statistique

Pour toutes les analyses, les tests statistiques sont effectués au seuil α de 5 %. Le taux de survie est utilisé pour traduire la longévité des différentes modalités. Pour les comparer entre elles, un

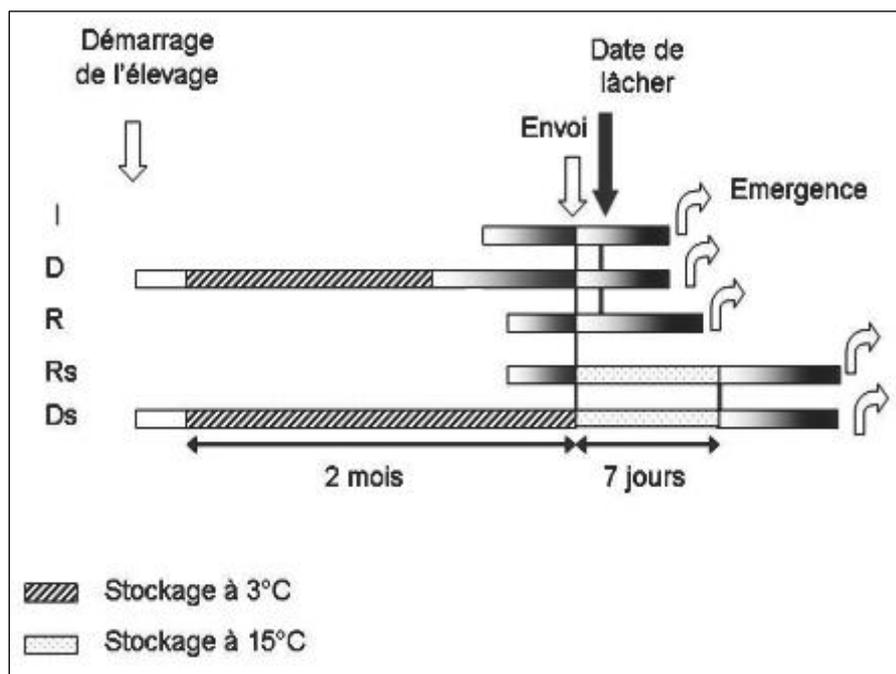


Figure 1: Modalité de stockage des Trichogrammes et délai d'émergence

modèle linéaire généralisé est utilisé, avec comme variable explicative le temps et les modalités et comme fonction de lien la fonction probit calculée sur la variable de survie (logiciel R version 2.7.1, R Development Core Team, 2008, Vienne, Autriche). Afin d'évaluer l'effet du stockage une analyse de la variance (Statistica v 5.5, StatSoft) suivie d'un test de Tukey est appliquée pour comparer les fécondités et les taux d'émergence entre modalités.

3. RESULTATS

3.1. La longévité et la fécondité des trichogrammes

La modalité I a le plus bas taux de survie (50,67 %) et la modalité D a celui le plus élevé (78,67 %) (Tableau 1). Les trichogrammes Diapausés, stockés ou non, ont une meilleure longévité que les autres Trichogrammes Immédiats, Retards et Retards stockés.

Les distributions théoriques des taux de survie sont différentes entre les modalités ($p < 0,001$). Nos résultats montrent qu'ils existent 2 groupes différents: les D et Ds d'un côté et les I et R de l'autre. Le taux de survie des femelles de la modalité Ds n'est pas différent de celui de la modalité D ($p = 0,27$). De même, le taux de survie des femelles de la modalité I n'est pas différent de celle de la modalité R ($p = 0,999$). Par contre, le taux de survie des femelles de la modalité Rs n'est

pas significativement différents des autres. Les trichogrammes D et Ds survivent mieux que les I, R et Rs.

Comme précédemment, nous avons 2 groupes distincts (Tableau 1): la fécondité des I, Rs et Ds est significativement différente que celle des D. Par contre la fécondité des trichogrammes R n'est pas différente de D et des autres. La fécondité moyenne des Trichogrammes "Diapausés" (72 œufs/femelle) est plus élevée que celle des autres. La fécondité moyenne des trichogrammes conservés à l'étuve (Rs et Ds) est inférieure de celle des femelles non conservées (R et D).

3.2. Les émergences des diffuseurs

Les taux d'émergence au laboratoire sont différents entre les modalités (Tableau 1). La modalité Rs a le plus bas taux d'émergence (72,84 %) et la modalité I a celui le plus élevé (77,48 %). Le taux d'émergence de la modalité I est significativement différente des modalités Rs et Ds. Par contre il n'est pas différent de celui de R et D. Le taux d'émergence des trichogrammes stockés dans l'étuve, Rs et Ds ne sont pas différents de ceux qui ne le sont pas, R et D.

Au terrain les taux d'émergence des différentes modalités sont identiques. La modalité Rs a le taux d'émergence le plus élevé (62,86 %) et la modalité D a celui le plus bas (59,93 %). Les taux d'émergence au laboratoire semblent meilleurs que ceux du terrain.

Tableau 1: Moyenne du taux de survie, du parasitisme, du taux d'émergence de *Trichogramma chilonis*.

Modalités	Taux de survie (moy %)	fécondité (moy)	Taux d'émergence au laboratoire (moy)	Taux d'émergence au terrain (moy)
Immédiat (I)	50,67 a	56,44 b	77,48 a	60,82 a
Diapause (D)	78,67 b	72,64 a	74,00 ab	59,93 a
Retard (R)	53,33 a	59,98 ab	73,88 ab	-
Retard stocké (Rs)	54,67 ab	48,77 b	72,84 b	62,86 a
Diapause stocké (Ds)	61,33 b	55,16 b	73,22 b	62,64 a
Anova: F		6,85	3,66	1,55
p	<0,0001	2,50881E-05	0,006	0,20

La longévité et la fécondité sont suivies sur 7 jours.

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % (Tukey)

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

La conservation des trichogrammes à l'étuve (15°C) à La Réunion, avant les lâchers, n'a pas eu d'effet sur la longévité et les émergences des trichogrammes mais a eu une influence négative sur leur fécondité. Les conditions de conservation, température, humidité et photopériode, pourraient expliquer ces résultats (Pieloor & Seymour, 2001). L'humidité de l'étuve étant inférieure à 60 % a certainement agi sur la fécondité des trichogrammes émergents. Etant donné que la baisse d'hygrométrie est un facteur contribuant au dessèchement des œufs (Bourarach *et al.*, 1998), les trichogrammes émergés peuvent en effet ne pas être de bonne qualité. Pour améliorer leur qualité, la conservation en enceinte climatique après transport est à optimiser. Pour ce faire, nous proposons de stocker les trichogrammes dans une boîte en polystyrène contenant au fond un lit de sel saturé en eau qui permettra de garder l'humidité à 75 % (± 5 %). Cette boîte sera ensuite stockée dans l'étuve.

Notre étude a montré que les trichogrammes D et Ds ont une meilleure longévité que les trichogrammes I et R. De plus, la fécondité des trichogrammes D est meilleure que celle des I. La qualité des trichogrammes stockés à 3°C pendant 2 mois (D) semble être moins affectée par le transport que les autres (I et R). Ceci est encourageant car les individus diapausés sont de meilleure qualité même lorsqu'ils sont stockés à La Réunion.

Le stockage au froid, en assouplissant les contraintes de production, est un facteur important de réduction du coût de la production, mais également de la mise en œuvre de la stratégie de lutte à La Réunion. L'intérêt de les stocker en plus localement est d'avoir des trichogrammes disponibles en continu à La Réunion. En effet, les envois par voie aérienne ne sont pas toujours réguliers : problème de grève ou de condition climatique qui empêchent les avions de décoller. Un envoi régulier des trichogrammes est nécessaire pour la lutte biologique contre le foreur ponctué en raison de leur lâcher toutes les semaines durant quatre mois. Les faibles taux d'émergence au terrain peuvent aussi s'expliquer par le changement des conditions climatiques au champ et par les conditions de transport des diffuseurs très drastiques (chaleur, humidité). Les températures peuvent dépasser 30°C au cours de la journée ce qui peut affecter le pourcentage

d'émergence des adultes (Foerster *et al.*, 2009). En 2009, Nadeem *et al.* ont montré que le taux d'émergence de *T. chilonis* est de 33,7 % à 35°C. Ces données sont à prendre en considération dans la stratégie. Il faudrait par exemple lâcher plus de trichogrammes en complément de ceux qui n'émergeront pas au terrain.

Afin d'améliorer la qualité de ces auxiliaires lâchés au champ, leur transport se fera dans des bacs en polystyrène contenant des gels glace. Ce dispositif permettra de limiter un choc de température.

Ces résultats, et les possibilités de stockage qui en découlent, sont très utiles pour la mise en place d'une part d'une production de masse de *Trichogramma chilonis* et d'autre part d'une stratégie efficace et peu coûteuse pour les Réunionnais.

En effet, un apport régulier des Trichogrammes au terrain est envisageable grâce aux deux modes de stockage (à la biofabrique et avant le lâcher au terrain). Ces avancées nous permettent de concrétiser à court terme la mise en place d'une lutte biologique durable à La Réunion sur le modèle de celle existante sur maïs en métropole (Frandon et Kabiri, 1999; Frandon *et al.*, 2002).

Bibliographie

- Bourarach K., Rohi L., Hawlitzky N., Faraj C. & El Harfi S. (1998). Impact des conditions semi-naturelles sur le potentiel biotique de *Trichogramma bourarachae* Pintureau et Babault (Hym., Trichogrammatidae). *Actes de l'Institut Agronomique et Vétérinaire* 18(1), p.51-56.
- Clain C., Roux E., Dubois A., Goebel R. & Tabone E. (2008). Évaluation du stockage au froid des œufs d'*Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) pour le parasitisme par *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera : Trichogrammatidae). *8ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture*, p.417-426. AFPP, Montpellier.
- Foerster M.R. & Foerster L.A. (2009). Effects of temperature on the immature development and emergence of five species of *Trichogramma*. *Biocontrol*, 54, p.445-450.
- 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, p. 107-111.

- Frandon J., Kabiri F. & Pizzol J. (2002). La lutte biologique contre la pyrale du maïs avec les trichogrammes - Bilan des derniers développements. *2ème Conférence internationale sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles aux végétaux*, Lille.
- 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. *Doctorat, Université Paul Sabatier*, Toulouse, 229 p.
- 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. *7ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture*, Montpellier.
- Nadeem S., Muhammad A., Muhammad H., Sohail A. & Muhammad K. (2009). Comparative rearing of *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) at different temperature conditions. *Pakistan Entomology* **31**(1), p. 33-36.
- Pieloor M.J. & Seymour J.E. (2001). Factors affecting adult diapause initiation in the tropical butterfly *Hypolimnas bolina* L. (Lepidoptera: Nymphalidae). *Australian Journal of Entomology* **40**(4), p. 376-379.
- Tabone E., Do Thi Khanh H., Roux E., Marquier M., Clain C. & Régis G. (2008). Mise en place d'un programme de recherche concernant la résistance au froid du parasitoïde *Trichogramma chilonis* Ishii. *AFPP - 8ème Conférence Internationale sur les ravageurs en agriculture*, Montpellier, 2008.
- 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 - La défense des végétaux* **553**, p. 32-35.

(11 réf.)