

Lâchers de *Psytalia fletcheri* (Silvestri) (Braconidae : Opiinae) sur cultures de cucurbitacées à La Réunion

Marlène Marquier¹
 Clarisse Clain¹
 Bruno Albon^{1,2}
 Estelle Roux^{1,2}
 Jean-Philippe Deguine²

¹ FDGDON-Réunion
 23 rue Jules Thirel
 97460 Saint-Paul de La Réunion
 France
 <marlene.marquier@fdgdon974.fr>
 <clarisse.clain@fdgdon974.fr>
 <bruno.albon@fdgdon974.fr>
 <roux.estelle@fdgdon974.fr>

² Cirad
 UMR PVBMT
 97410 Saint-Pierre de La Réunion
 France
 <jean-philippe.deguine@cirad.fr>

Résumé

Trois espèces de mouches des légumes (Diptera : Tephritidae), *Bactrocera cucurbitae* (Coquillet), *Dacus demmerezi* (Bezzi) et *Dacus ciliatus* (Loew), sont les principaux ravageurs des cultures de cucurbitacées à La Réunion. Leur contrôle, exclusivement basé sur une protection chimique, a montré ses limites. Le projet GAMOUR a pour objectif de promouvoir une gestion agroécologique des mouches des légumes à La Réunion. Dans ce projet, notre objectif est d'étudier la faisabilité de l'utilisation d'un auxiliaire parasitoïde, *Psytalia fletcheri* (Silvestri) (Hymenoptera : Braconidae), en tant qu'agent de lutte biologique contre les trois espèces de mouches des cucurbitacées. Des lâchers de *P. fletcheri* ont été réalisés en 2010 et 2011 sur quatre parcelles de cucurbitacées. De 1 600 à 3 000 parasitoïdes ont été lâchés selon les parcelles. Le parasitisme de *P. fletcheri* a été suivi sur des échantillons de fruits piqués par les mouches et récoltés sur le terrain. Avant les lâchers, le parasitisme est quasi nul. Après les lâchers, les taux moyens de parasitisme ont augmenté de manière modérée avec un maximum de 16,7 %. Toutefois, sur les parcelles où l'espèce *B. cucurbitae* est absente, le parasitisme est resté nul malgré les lâchers. Dans une approche coût-efficacité, des lâchers de *P. fletcheri* ne sont pas suffisants pour gérer les populations de mouches des légumes. En revanche, dans une approche agroécologique, sur des parcelles situées de 0 à 800 m d'altitude (zone où *B. cucurbitae* est présente), des lâchers inoculatifs permettraient d'augmenter l'abondance des parasitoïdes et de sensibiliser les agriculteurs à l'intérêt de diminuer l'emploi de pesticides.

Mots clés : Braconidae ; Cucurbitaceae ; lutte biologique ; parasitoïde ; Tephritidae.

Thèmes : pathologie ; productions végétales.

Abstract

Releases of *Psytalia fletcheri* (Silvestri) (Braconidae : Opiinae) into cucurbit crops on Reunion Island

Three fruit flies (Diptera : Tephritidae) damage cucurbit crops on Reunion Island : *Bactrocera cucurbitae* (Coquillet), *Dacus demmerezi* (Bezzi) and *D. ciliatus* (Loew). Chemical control does not provide any satisfactory control of fly populations. The GAMOUR project aims at promoting agroecological management of these pests. The present work is aimed at studying the augmentative releases of the parasitoid *Psytalia fletcheri* (Silvestri) (Hymenoptera : Braconidae) as a biological control agent. From 2010 to 2011, four trials were set up. We released between 1,600 to 3,000 parasitoid wasps according to the trial. The parasitism rate of *P. fletcheri* was then recorded using fruit samples collected in the field. Parasitism was almost null before the releases. After the releases, mean parasitism rates increased moderately with a maximum of 16.7%. The parasitism was moreover null on crops where no *B. cucurbitae* were caught. In light of a cost-benefit analysis, releases of *P. fletcheri* appear therefore irrelevant. On the other hand, inoculative releases of parasitoids in low altitude agrosystems (*B. cucurbitae* is present below 800 m) could locally increase the abundance of wasps and promote environmentally friendly methods to growers.

Tirés à part : M. Marquier

doi: 10.1684/agr.2014.0704

Pour citer cet article : Marquier M, Clain C, Albon B, Roux E, Deguine JP, 2014. Lâchers de *Psytalia fletcheri* (Silvestri) (Braconidae : Opiinae) sur cultures de cucurbitacées à La Réunion. *Cah Agric* 23 : 188-94. doi : 10.1684/agr.2014.0704

Key words: biological control; Braconidae; Cucurbitaceae; parasitoids; Tephritidae.

Subjects: pathology; vegetal productions.

Trois espèces de mouches des légumes (Diptera : Tephritidae), *Bactrocera cucurbitae* (Coquillet), *Dacus demmerezi* (Bezzi) et *Dacus ciliatus* (Loew), représentent les principaux ravageurs des cultures de cucurbitacées à La Réunion. Ces mouches pondent leurs œufs dans les fruits qui sont ensuite consommés par les larves. Les dégâts au champ sont très variables selon la culture, le lieu et la période, mais ils atteignent fréquemment la totalité de la production (Vayssieres, 1999 ; Ryckewaert *et al.*, 2010). Le contrôle des mouches des légumes, exclusivement basé sur l'utilisation systématique d'insecticides de synthèse (une ou deux fois par semaine) a montré ses limites (Deguine *et al.*, 2011).

Un projet de recherche et développement a débuté en 2009 pour gérer le problème des mouches des légumes sur les cucurbitacées. L'objectif de ce projet était de concevoir et de transférer aux agriculteurs une protection efficace et durable, fondée sur les principes de l'agroécologie (Augusseau *et al.*, 2011). Le projet GAMOUR (Gestion Agroécologique des Mouches des légumes à la Réunion) est basé sur la conception d'un paquet technique, baptisé SP5 pour Surveillance, Prophylaxie, Plantes pièges, Piégeage de masse, Prédateurs & Parasitoïdes, Pratiques agroécologiques.

Psytalia fletcheri (Silvestri) (Braconidae : Opiinae) est un parasitoïde larvo-pupal des Tephritidae attaquant les cucurbitacées (Hurtrel, 2000). Cet endoparasitoïde solitaire pond préférentiellement dans les derniers stades larvaires de l'hôte. Originaire d'Inde, le parasitoïde a fait l'objet de plusieurs programmes de lutte biologique, dont le principal a été mené à Hawaï à partir de 1916 pour lutter contre la mouche du melon *B. cucurbitae* (Vargas *et al.*, 2004). En 1995, le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) a lancé un programme pour introduire *P. fletcheri* à La Réunion afin de lutter contre cette même espèce. Le parasitoïde,

dont la souche provenait d'Hawaï, s'est acclimaté avec succès à la fin des années 1990. Il a toutefois été principalement retrouvé sur des margoses sauvages (*Momordica charantia* L.) (Quilici *et al.*, 2002). De la même façon, à Hawaï le parasitoïde a été peu retrouvé sur les cultures maraichères (Vargas *et al.*, 1990). En effet, dans un contexte de lutte chimique intensive, le parasitoïde se développe peu sur les parcelles cultivées. La lutte biologique par acclimatation ne s'est donc pas avérée efficace pour gérer les populations de la mouche du melon sur les cultures de cucurbitacées à La Réunion.

Avec l'application du paquet technique SP5 de GAMOUR, il n'y a plus de traitements phytosanitaires appliqués sur les cultures de cucurbitacées. Une lutte biologique efficace est donc envisageable. Notre étude avait pour objectif d'étudier la pertinence de l'utilisation de *Psytalia fletcheri*, en tant qu'agent de lutte biologique par augmentation contre les trois espèces de mouches des cucurbitacées. Dans le cadre du projet GAMOUR, nous avons opté pour des lâchers inoculatifs. Un petit nombre de parasitoïdes a été lâché ponctuellement sur des cultures de cucurbitacées de cycle court. L'hypothèse était que les mouches des légumes soient contrôlées grâce à l'effet combiné des auxiliaires lâchés et de leur descendance. Pour répondre à notre objectif, nous avons évalué le taux de parasitisme de *P. fletcheri* avant et après les lâchers inoculatifs sur les parcelles expérimentales de cucurbitacées.

Matériel et méthode

Parcelles expérimentales et modalités de protection contre les mouches

L'étude a été menée en 2010 et 2011 sur quatre parcelles présentant des conditions culturales et environnementales qui leur étaient propres :

– Tan Rouge, Saint Paul (2010) (21°3'S, 55°18'E), 1 000 m² de citrouille, sur une exploitation conventionnelle à 750 m d'altitude, aucune gestion des mouches ;

– Piton Bloc A, Petite Ile (2011) (21°19'S, 55°34'E), 1 200 m² de courgette, sur une exploitation conventionnelle à 1 045 m d'altitude, gestion des mouches avec le paquet technique SP5 de Gamour ;

– Piton Bloc B, Petite Ile (2011) (21°18'S, 55°34'E), 2 500 m² de courgette, sur une exploitation conventionnelle à 885 m d'altitude, gestion des mouches avec le paquet technique SP5 de Gamour ;

– Bois de Nèfles, Saint-Denis (2011) (20°55'S, 55°28'E), 3 000 m² de cucurbitacées et cultures maraichères diverses, sur une exploitation en agriculture biologique à 500 m d'altitude, gestion des mouches avec le paquet technique SP5 de Gamour.

Le paquet technique Gamour qui a été appliqué en 2011 comportait :

i) la prophylaxie avec une destruction systématique des légumes infestés, notamment à l'aide d'un augmentorium (structure dans laquelle les fruits piqués sont déposés et qui permet, grâce à un filet à la maille adaptée, de piéger les mouches tout en laissant sortir les parasitoïdes dans l'environnement (Deguine *et al.*, 2011) ;

ii) les plantes-pièges constituées d'un double rang de maïs planté en bordure de parcelle. Les plants de maïs, particulièrement attractifs pour les mouches ont servi de support pour l'application d'un traitement par taches avec un appât alimentaire à base d'hydrolysats de protéines mélangés à du spinosad à 0,02 % ;

iii) le piégeage de masse des mâles de *B. cucurbitae* et de *D. demmerezi* à l'aide de cue-lure.

Lâchers de *P. fletcheri*

Les parasitoïdes provenaient de l'élevage de la FDGDON-Réunion. La souche de *P. fletcheri* est élevée depuis 2006 sur l'hôte *B. cucurbitae*.

L'élevage est réalisé en cage sous conditions contrôlées (25 ± 2 °C, 75 ± 5 % d'humidité relative et une photopériode de 12 : 12 [L : D]). Les larves de *B. cucurbitae* sont élevées pendant 4 jours sur un milieu artificiel (Chang *et al.*, 2004), puis sont présentées aux femelles de *P. fletcheri* pour être parasitées (Hurtrel, 1997). Les parasitoïdes ont été lâchés au stade adulte, âgés d'au moins une semaine après émergence afin que les femelles aient de grandes chances de s'être accouplées et qu'elles pondent dès le lâcher au terrain. Les parasitoïdes ont été lâchés en début de culture, lors de la fructification des premières cucurbitacées. Pour chaque parcelle, les quantités de parasitoïdes lâchés ont été fonction de la disponibilité en insectes produits (*tableau 1*).

Observations

Les observations ont consisté à prélever de manière hebdomadaire des échantillons de fruits piqués de cucurbitacées au champ (12 prélèvements de juin à août 2010 à Tan Rouge ; 6 prélèvements de mars à mai 2011 à Piton Bloc A ; 5 prélèvements d'avril à mai 2011 à Piton Bloc B ; et 7 prélèvements de juin à août 2011 à Bois de Nèfles). Le nombre de fruits prélevés a varié en fonction des disponibilités sur la parcelle (de 3 à 20 fruits). Les prélèvements ont été arrêtés lors de l'arrachage des cultures de cucurbitacées.

Les fruits infestés ont été individuellement pesés et mis en incubation au laboratoire pendant 7 jours (température de 25 ± 2 °C, 70 ± 5 % d'humidité relative et une photopériode de 12 L : 12 D), dans des pots (3 l) remplis d'une couche de sable de rivière et

fermés d'une mousseline d'organza. Les pupes ont été récupérées par filtrage du sable et ont été mises en émergence pendant deux semaines au laboratoire, dans des boîtes aérées contenant, au fond, une fine éponge humidifiée de nipagine. Les mouches et les parasitoïdes émergés de chaque fruit ont été identifiés et comptabilisés. Le parasitisme de *P. fletcheri* a été estimé par le rapport entre, d'une part, le nombre d'adultes de *P. fletcheri* et, d'autre part, le nombre d'adultes de *P. fletcheri* et de mouches obtenus parmi des pupes mises en émergence pour chaque fruit infesté.

Analyse statistique

Une Anova de Friedman (test de comparaison de populations sur échantillons appariés) au seuil α de 5 % (Statistica v 10.0, StatSoft) a été appliquée pour comparer le nombre d'adultes de mouches des légumes obtenus pour chaque espèce.

Résultats

Infestation par les mouches des légumes sur les parcelles expérimentales

Sur la parcelle de Tan Rouge en 2010, située à 750 m d'altitude, nous avons observé les trois espèces de mouches sans dominance significative d'une espèce sur les autres (Anova de Friedman, $p = 0,11$) (*tableau 2*). Sur les parcelles de Piton Bloc A et B en 2011, situées à plus de 800 m d'altitude, nous avons observé une prédominance des espèces *D. demmerezi* et *D. ciliatus*, alors que l'espèce *B. cucurbitae*

était quasi absente (Anova de Friedman, $p = 0,00$). À l'inverse, sur la parcelle de Bois de Nèfles en 2011, située à moins de 600 m d'altitude, nous avons observé en majorité l'espèce *B. cucurbitae* par rapport à *D. ciliatus*, alors que *D. demmerezi* était absente (Anova de Friedman, $p = 0,00$).

En majorité, une seule espèce de mouche des légumes a émergé par fruit infesté. En moyenne, un fruit sur trois a été co-infesté par deux espèces ; et la proportion de fruits co-infestés par les trois espèces a été réduite et uniquement observée sur la parcelle de Tan Rouge en 2010 (*tableau 3*).

Sur les parcelles de Tan rouge en 2010 et de Bois de Nèfles en 2011, le nombre de pupes obtenues par gramme de fruit a été important, soit respectivement 1,61 et 1,40 pupes/g. Sur ces deux parcelles, les fruits ont été fortement infestés dès la nouaison et n'ont pas pu se développer (*tableau 4*).

Parasitisme de *P. fletcheri*

Sur la parcelle de Tan Rouge en 2010, le parasitisme moyen était de 3,4 % avant les lâchers. Pendant les semaines qui ont suivi les deux lâchers inoculatifs, le parasitisme moyen est resté quasi nul, puis il a augmenté huit semaines après le premier lâcher. Un maximum de 16,7 % a été mesuré lors du dernier prélèvement (*figure 1*, *tableau 5*).

Sur les parcelles de Piton Bloc A et B en 2011, aucun parasitoïde n'a été obtenu à partir des fruits infestés avant et après les lâchers de *P. fletcheri* (*tableau 5*).

Sur la parcelle de Bois de Nèfles en 2011, le parasitisme était nul avant les

Tableau 1. Nombre d'adultes de *P. fletcheri* lâchés sur chaque parcelle expérimentale.

Table 1. Number of *P. fletcheri* released on each experimental plot.

Parcelle, année	Tan Rouge, 2010	Piton Bloc A, 2011	Piton Bloc B, 2011	Bois de Nèfles, 2011
<i>P. fletcheri</i> lâchés (semaine)	2 000 (S24), 350 (S26)	1 600 (S13)	3 000 (S17)	1 500 (S25), 1 500 (S27)
Total	2 350	1 600	3 000	3 000
Total/m ²	2,35	1,33	1,2	2

S : numéro de la semaine.

Tableau 2. Nombre de fruits observés, nombre de pupes et d'adultes de mouches des légumes obtenus pour chaque parcelle expérimentale.

Table 2. Number of fruit observed, number of pupae and adults emerged for each experimental plot.

Parcelle, année	Tan Rouge, 2010	Piton Bloc A, 2011	Piton Bloc B, 2011	Bois de Nèfles, 2011
Nombre de fruits observés	69	80	64	34
Total de pupes obtenues	1 512	975	1 181	610
Adultes de <i>B. cucurbitae</i> obtenus	361	1	1	350
Adultes de <i>D. demmerezi</i> obtenus	478	687	522	0
Adultes de <i>D. ciliatus</i> obtenus	157	202	541	100

lâchers. Il a augmenté quatre semaines après le premier lâcher inoculatif, pour atteindre un maximum de 12 % (figure 1, tableau 5). Puis, le parasitisme est redevenu nul quatre semaines après l'arrêt des lâchers.

En présence avérée de *P. fletcheri*, le parasitoïde a émergé d'un nombre restreint de fruits (7,2 % à Tan Rouge en 2010 et 8,8 % à Bois de Nèfles en 2011). En revanche, les émergences sont regroupées par 2 à 8 parasitoïdes par fruit.

Discussion

Infestation par les mouches des légumes sur les parcelles maraîchères

Les distributions des mouches des cucurbitacées observées sur les parcelles expérimentales concordent avec la répartition et l'abondance

connues des Tephritidae à La Réunion (Vayssières et Carel, 1999 ; Deguine et al., 2012). Cette distribution est liée essentiellement à des facteurs climatologiques, notamment aux variables altitude et température, mais peut aussi être influencée par les conditions de cultures (importance de plantes hôtes). L'hôte principal de *P. fletcheri*, la mouche du melon *B. cucurbitae*, est essentiellement présent sur la zone littorale jusqu'à 800 m d'altitude.

Parasitisme naturel de *P. fletcheri* sur les parcelles maraîchères

La parcelle de Tan Rouge en 2010 a été le seul site où nous avons observé un parasitisme naturel avant les lâchers. Cette parcelle avait été défrichée et mise en culture peu de temps avant la mise en place de l'essai. L'entomofaune n'y avait donc pas été préalablement détruite par des traitements

phytosanitaires. Le nombre restreint de prélèvements de fruits piqués avant les lâchers ne permet pas d'affirmer que *P. fletcheri* était totalement absent des autres parcelles expérimentales ou de leur environnement. Néanmoins, nos observations confirment que si le parasitoïde est naturellement présent sur les parcelles maraîchères ou dans leurs abords, son abondance est trop faible pour assurer un contrôle efficace des mouches des légumes.

Il est à noter qu'une autre espèce, *Psytalia insignipennis* (Granger), a été identifiée sur le site de Tan Rouge en 2010 (Rousse, comm. pers.). Au cours de notre étude, nous n'avons pas fait la distinction entre les deux espèces.

Impacts des lâchers inoculatifs de *P. fletcheri*

Sur les quatre parcelles expérimentales, nous avons observé deux

Tableau 3. Pourcentage de fruits d'où ont émergé 1, 2 ou 3 espèces de mouches des légumes pour chaque parcelle expérimentale.

Table 3. Percentage of fruit out of which emerged 1, 2 or 3 species of fruit flies for each experimental plot.

Parcelle, année	Tan Rouge, 2010	Piton Bloc A, 2011	Piton Bloc B, 2011	Bois de Nèfles, 2011
1 espèce	57	75	69	65
2 espèces	36	25	31	35
3 espèces	7	-	-	-
Effectif	56	36	42	31

Tableau 4. Poids moyen d'un fruit et nombre moyen de pupes par gramme de fruit pour chaque parcelle expérimentale.

Table 4. Mean weight of a fruit and mean number of pupae per gram of fruit for each experimental plot.

	Tan Rouge, 2010	Piton Bloc A, 2011	Piton Bloc B, 2011	Bois de Nèfles, 2011
Poids moyen d'un fruit (g) (± écart type)	18 (± 25)	176 (± 100)	183 (± 119)	20 (± 22)
Nombre moyen de pupes/g de fruit (± écart type)	1,61 (± 1,29)	0,09 (± 0,16)	0,18 (± 0,26)	1,40 (± 1,08)

effets distincts suite aux lâchers de *P. fletcheri*.

À Tan Rouge en 2010 et à Bois de Nèfles en 2011, le parasitisme a augmenté respectivement huit et quatre semaines après le premier lâcher, avec des moyennes maximales de 16,7 et 12 %. À Tan Rouge, l'essai a été réalisé en période d'hiver austral (température moyenne de 16 °C). À cette température, le cycle de développement de *P. fletcheri* est alors d'environ 50 jours (de l'œuf à l'adulte) (Hurtrel, 2000). Le pic de parasitisme observé lors des deux derniers prélèvements correspondrait à la descendance des para-

sitoïdes observés avant les lâchers, renforcée par ceux qui ont été lâchés. Sur la parcelle de Bois de Nèfles, quatre semaines après l'arrêt des lâchers, plus aucun *P. fletcheri* n'a émergé des fruits infestés. Sur cette parcelle expérimentale, les légumes piqués ont été destinés à l'alimentation des animaux et n'ont pas été éliminés à l'aide d'un augmentorium. Le parasitoïde a donc été éliminé en même temps que son hôte et n'a pas pu ainsi faire plusieurs cycles successifs sur la parcelle. De plus, aux abords de l'exploitation, il y avait peu de plantes hôtes sauvages, comme la margose sauvage qui est l'un

des principaux hôtes de *B. cucurbitae* à La Réunion. Dans ces conditions, il a été visiblement trop difficile pour *P. fletcheri* de se maintenir sur la parcelle ou dans ses abords.

À Piton Bloc A et B en 2011, il n'y a eu aucun parasitisme observé avant et même après les lâchers de *P. fletcheri*. Sur les deux parcelles, l'espèce *B. cucurbitae* était quasi absente. On sait, qu'au laboratoire, *P. fletcheri* est capable d'effectuer son cycle de développement sur *D. demmerezii* et *D. ciliatus*, mais les taux de réussite sont plus faibles que sur *B. cucurbitae* (Quilici, comm. pers.). Ainsi en 2008,

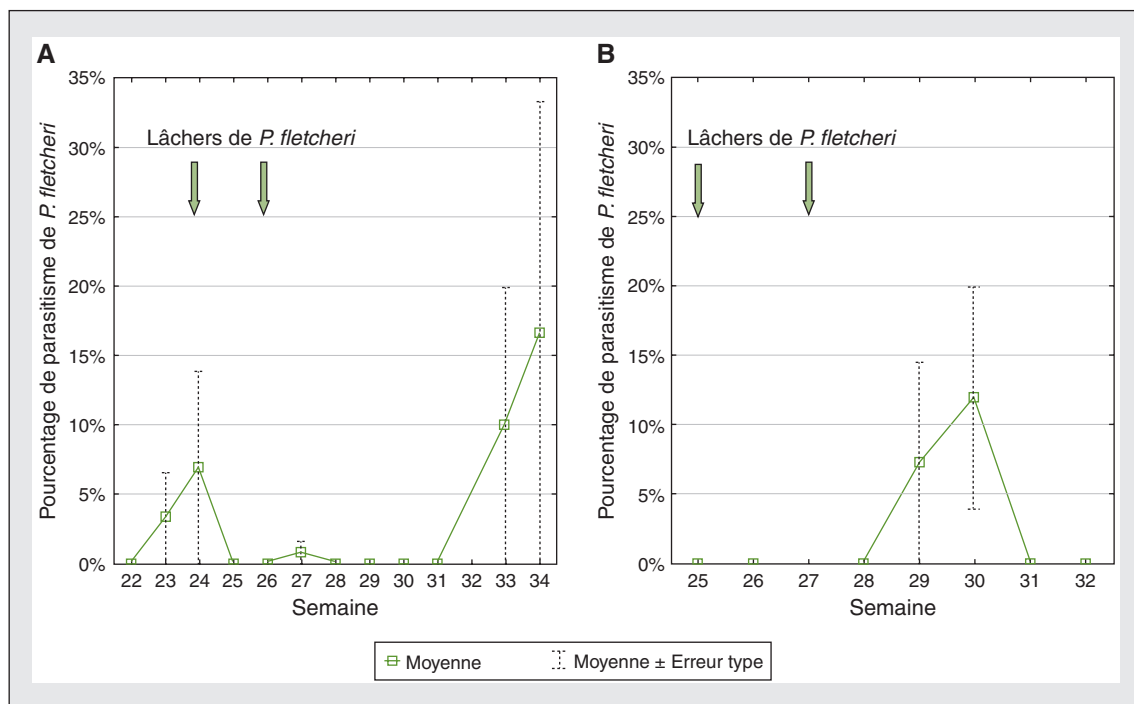


Figure 1. Évolution du parasitisme moyen de *P. fletcheri* sur les parcelles de Tan Rouge en 2010 (A) et de Bois de Nèfles en 2011 (B).

Figure 1. Evolution of parasitism of *P. fletcheri* on the experimental plots of Tan Rouge in 2010 (A) and Bois de Nèfles in 2011 (B).

Tableau 5. Pourcentage de parasitisme selon les parcelles expérimentales.

Table 5. Percentage of parasitism according to the experimental plots.

Parcelle, année	Tan Rouge, 2010	Piton Bloc A, 2011	Piton Bloc B, 2011	Bois de Nèfles, 2011
Parasitisme moyen avant les lâchers	3,4 (<i>n</i> = 13)	0,0 (<i>n</i> = 17)	0,0 (<i>n</i> = 19)	0,0 (<i>n</i> = 3)
Parasitisme moyen pendant et après les lâchers	2,4 (<i>n</i> = 46)	0,0 (<i>n</i> = 21)	0,0 (<i>n</i> = 28)	3,4 (<i>n</i> = 28)
Parasitisme maximal	16,7 % (<i>n</i> = 5)	-	-	12,0 (<i>n</i> = 5)

n = nombre d'observations.

des lâchers de *P. fletcheri* sur chou-chou (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) ont conduit à un parasitisme de 4 % alors que la population de mouches était exclusivement composée de *D. ciliatus*. Toutefois, peu d'études ont évalué la spécificité de *P. fletcheri* et encore moins au champ. Dans les conditions de notre étude, *P. fletcheri* n'a pas été capable de parasiter ou, du moins, de faire son cycle sur les deux espèces de *Dacus*. C'est ce que nous avons également constaté sur les parcelles de Tan Rouge en 2010 et de Bois de Nèfles en 2011. Les parasitoïdes ont émergé uniquement à partir de fruits infestés par *B. cucurbitae*.

Dans le cadre de notre étude, les lâchers inoculatifs ont restauré ou augmenté de manière ponctuelle le parasitisme de *P. fletcheri* dans les zones où l'espèce *B. cucurbitae* était présente. Avec un maximum de 3 000 parasitoïdes lâchés par site, le parasitisme moyen est resté inférieur à 20 % sur citrouille. Toutefois, il est fort probable que ce taux ait été sous-estimé. En effet, le stade de maturité des fruits infestés influe sur le parasitisme. Purcell et Messing (1996) ont montré qu'il y a bien plus de *P. fletcheri* qui émergent des fruits en train de pourrir. En effet, la majorité des larves y ont atteint les derniers stades et ont eu plus de chance d'avoir été parasitées par *P. fletcheri*. En revanche, dans des fruits matures présentant des piqûres de mouches, la part des premiers stades larvaires, trop jeunes pour être parasités, est importante, ce qui a été confirmé par Vargas *et al.* (1996). Dans notre étude, à l'exception de la parcelle de Tan Rouge en 2010, la prophylaxie a été appliquée sur les parcelles expérimentales et les fruits infestés ont donc été éliminés régulièrement. Dans la

mesure du possible, nous avons prélevé des fruits en train de pourrir ; cependant, dans la majorité des cas nous avons été contraints de récolter des fruits matures, dans lesquels les larves de mouches étaient trop jeunes pour avoir été parasitées, ce qui se traduit probablement par une sous-estimation du parasitisme de *P. fletcheri*.

À Hawaii, seule l'espèce *B. cucurbitae* est présente sur cucurbitacées. Les programmes de lutte biologique avec *P. fletcheri* ont opté pour des lâchers inondatifs avec des quantités de parasitoïdes lâchés bien supérieures à celles de notre étude. Sur tomate, courgette et concombre, le parasitisme moyen obtenu sur fruits en train de pourrir était respectivement de 5, 19 et 36 %, avec un total de 420 000 adultes de *P. fletcheri* lâchés sur une période de 15 semaines (Purcell et Messing, 1996). Harris *et al.* (2010) ont obtenu sur l'espèce sauvage de calabasse-lierre (*Coccinia grandis* L.) un parasitisme d'environ 30 % avec plus de 500 000 adultes de *P. fletcheri* lâchés sur trois années. Sur le même hôte végétal, le parasitisme a été multiplié 4,7 fois (taux maximal de 36 %) avec environ 132 000 parasitoïdes lâchés sur 4 semaines (Vargas *et al.*, 2004). Si les lâchers inondatifs ont conduit à l'augmentation du parasitisme, ils n'ont pas, pour autant, entraîné systématiquement de réduction significative des populations de mouches et de leurs dégâts sur les parcelles cultivées de cucurbitacées (Vargas *et al.*, 2004). De ce fait, compte tenu du coût élevé de tels lâchers, leur développement a finalement été limité dans le programme « Hawaii Fruit Fly Areawide Pest Management » (Vargas *et al.*, 2008).

Conclusion

Dans une logique coût/efficacité, les lâchers de *P. fletcheri* ne permettent pas généralement d'obtenir un parasitisme suffisant pour réduire de manière significative les populations de mouches des légumes. En revanche, à La Réunion, dans une approche agroécologique, des lâchers inoculatifs ont permis de restaurer ou de renforcer la population de parasitoïdes sur des parcelles maraîchères longtemps perturbées par l'emploi de pesticides. Les lâchers inoculatifs de *P. fletcheri* sur cucurbitacées seront d'autant plus pertinents, qu'ils seront destinés à des zones de faible à moyenne altitude (en dessous de 800 m) où *B. cucurbitae* est présente, et qu'ils seront associés à d'autres méthodes de gestion (paquet technique SP5 de GAMOUR) où l'emploi des insecticides de synthèse est supprimé. L'utilisation de l'augmentorium et le développement de pratiques agroécologiques pour la gestion de la biodiversité végétale (enherbements naturels bien gérés, implantation de haies ou de bordures fleuries) favoriseront la conservation ou le développement du parasitoïde dans les agroécosystèmes : les lâchers inoculatifs de *P. fletcheri* pourraient alors se révéler pertinents. Un autre avantage de ces lâchers, et non des moindres, est qu'ils constituent un outil pédagogique capital. Ils permettent une sensibilisation concrète des agriculteurs à la place cruciale et au rôle essentiel de la faune auxiliaire les incitant à réduire au strict nécessaire les traitements phytosanitaires sur leurs cultures. ■

Remerciements

Ces travaux ont pu être réalisés grâce aux financements du Conseil général de La Réunion, de l'Europe dans le cadre du plan de financement FEADER 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 tenons à remercier les techniciens de la FDGDON, Yannick Marianne dit Gérard, Vincent Lauret et Johnny Marie-Marthe, pour la production de *P. fletcheri* et les suivis au terrain ; Baptiste Logoras, Toulassi Atiama-Nurbel, Cédric Ajaguin-Soleyen et Pascal Rousse pour leur collaboration ; et Serge Glénac, Gathien Barret, Miko Barret et Mireille Jolet pour la mise à disposition des parcelles de cucurbitacées.

Références

Augusseau X, Deguine JP, Douraguia E, Duffourc V, Gourlay J, Insa G, 2011. Gamour, l'agroécologie en action à la Réunion - Gestion agro-écologique des mouches des légumes à la Réunion, en route vers une agriculture écologiquement intensive. *Phytoma - La Défense des Végétaux* 642 : 33-7.

Chang CL, Caceres C, Jang EB, 2004. A novel liquid larval diet and its rearing system for Melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera : Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America* 97 : 524-8.

Deguine JP, Atiama-Nurbel T, Douraguia Quessary E, Rousse P, 2011. L'augmentorium, un outil de

protection agroécologique des cultures. Conception et évaluation en milieu paysan de la Réunion. *Cahiers Agricultures* 20 : 261-5. doi: 10.1684/agr.2011.0488

Deguine JP, Atiama-Nurbel T, Douraguia E, Chiroleu F, Quilici S, 2012. Species diversity within a community of the Cucurbit fruit flies *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus* and *Dacus demmerezi* roosting in corn borders near cucurbit production areas of Reunion Island. *Journal of Insect Science* 12 (32). Available online : insectscience.org/12.32.

Harris EJ, Bautista RC, Vargas RI, Jang EB, Eitam A, Leblanc L, 2010. Suppression of melon fly (Diptera : Tephritidae) populations with releases of *Fopius arisanus* and *Psytalia fletcheri* (Hymenoptera : Braconidae) in North Shore Oahu, HI, USA. *BioControl* 55 : 593-9.

Hurtrel B, Quilici S, 1997. Influence de la température sur le développement preimaginal de *Psytalia fletcheri* Silvestri (Hymenoptera : Braconidae), parasitoïde de *Bactrocera cucurbitae* Coquillett (Diptera : Tephritidae). *Bulletin OILB/SROP* 20 : 7-13.

Hurtrel B, 2000. *Biologie du développement et écologie comportementale de deux parasitoïdes de mouches des fruits à La Réunion*. Sciences de la vie et de l'environnement. Université de Rennes 1, Rennes.

Purcell M, Messing RH, 1996. Ripeness effects of three vegetable crops on abundance of augmentatively released *Psytalia fletcheri* (Hym. : Braconidae) : improved sampling and release methods. *Entomophaga* 41 : 105-16.

Quilici S, Hurtrel B, Messing RH, Montagneux B, Barbet A, Gourdon F, 2002. Successful acclimatization of *Psytalia fletcheri* (Braconidae : Opiinae) for biological control of the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera : Tephritidae), on Reunion Island. In : Barnes BN. Proceedings of the 6th International Symposium on Fruit flies of Economic Importance, Stellenbosch (South

Africa). Irene (South Africa) : Isteg Scientific Publications.

Ryckewaert P, Deguine JP, Brevault T, Vayssières JF, 2010. Fruit flies (Diptera : Tephritidae) on vegetable crops in Reunion Island (Indian Ocean) : state of knowledge, control methods and prospects for management. *Fruits* 65 : 113-30.

Vargas RI, Stark JD, Nishida T, 1990. Population dynamics, habitat preference, and seasonal distribution patterns of oriental fruit fly and melon fly (Diptera : Tephritidae) in an agricultural area. *Environmental Entomology* 19 : 1820-8.

Vargas RI, Walsh WA, Jang EB, Armstrong JW, Kanehisa DT, 1996. Survival and development of immature stages of four Hawaiian fruit flies (diptera : tephritidae) reared at five constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* 89 : 64-9.

Vargas RI, Mau RFL, Jang EB, Faust RM, Wong L, 2008. The Hawaii Fruit Fly Area-wide Pest Management Programme. In : Koul O, Cuperus G, Elliott N. *Area-wide Pest Management : Theory and Implementation*. Wallingford : CAB International.

Vargas RI, Long J, Miller NW, Delate K, Jackson CG, Uchida GK, Bautista RC, Harris EJ, 2004. Releases of *Psytalia fletcheri* (Hymenoptera : Braconidae) and Sterile Flies to Suppress Melon Fly (Diptera : Tephritidae) in Hawaii. *Journal of Economic Entomology* 97 : 1531-9.

Vayssières JF, 1999. *Les relations insectes-plantes chez les Dacini (Diptera -Tephritidae) ravageurs des Cucurbitaceae à la Réunion*. Thèse de doctorat, MNHN, Paris.

Vayssières JF, Carel Y, 1999. Les Dacini (Diptera Tephritidae) inféodées aux Cucurbitaceae à La Réunion : gamme de plantes-hôtes et stades phénologiques préférentiels des fruits au moment de la piqûre pour des espèces cultivées. *Annales de la Société Entomologique de France* 35 : 197-202.