

Dynamiques des populations de Mouches des légumes durant l'hiver austral à La Réunion

Jean-Philippe Deguine
Anaïs Lavigne
Morguen Atiama

Cirad
UMR PVBMT
97410 Saint-Pierre
La Réunion
<jean-philippe.deguine@cirad.fr>
<anais.lavigne@cirad.fr>
<morguen.atiama@cirad.fr>

Résumé

Trois espèces de Mouches des légumes inféodées aux Cucurbitacées présentes à La Réunion, *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus* et *Dacus demmerezi* (Diptera-Tephritidae), causent d'importants dégâts sur les cultures maraîchères. La connaissance des conditions de survie de ces mouches pendant la saison froide permettrait de mieux gérer les populations en début d'infestation des cultures, en mettant en place une protection des plantes cultivées plus adaptée et plus efficace. Ces conditions de survie sont étudiées par le suivi des dynamiques des populations des Mouches des légumes durant l'hiver austral. Trois techniques ont été employées sur cinq exploitations maraîchères sélectionnées dans diverses zones climatiques : le piégeage d'adultes, le prélèvement de fruits piqués et leur mise en émergence au laboratoire, le prélèvement de sol et la recherche de pupes. Les résultats de piégeage et de prélèvements de fruits montrent une variation des effectifs de Mouches des légumes au cours de l'année, et en particulier durant l'hiver austral, au cours duquel ils atteignent un minimum. Ils montrent également une répartition altitudinale des espèces de mouches, sans rapport avec l'époque de l'année. L'hypothèse du passage de la saison froide sous la forme d'une quiescence semble la plus probable.

Mots clés : *Bactrocera* ; écologie ; *Dacus* ; Réunion ; *Tephritidae*.

Thèmes : pathologie ; productions végétales.

Abstract

Population dynamics of vegetable flies during winter on Reunion Island

On Reunion Island, three species of flies, *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus* and *Dacus demmerezi* (Diptera-Tephritidae), cause severe damage to Cucurbit crops. To implement effective crop protection programs, it is important to know how they overwinter in order to improve the control of the fly populations at the beginning of infestation. The aim of our study was to obtain knowledge on the population dynamics of these three fly species during the winter. Three techniques were tested on five sites: adult trapping, collecting damaged fruit placed for emergence in the laboratory, and counting pupae in soil samples. Our results show a variation of the population level during the year and especially a decline during winter. They also show a distribution of the species according to altitude. The flies probably spend the winter season in quiescence.

Key words: *Bactrocera*; *Dacus*; ecology; Reunion; *Tephritidae*.

Subjects: pathology; vegetal productions.

Pour citer cet article : Deguine JP, Lavigne A, Atiama M, 2012. Dynamiques des populations de Mouches des légumes durant l'hiver austral à La Réunion. *Cah Agric* 21 : 395-403. doi : 10.1684/agr.2012.0596

A La Réunion, quatre espèces de Dacinae (Tephritidae) s'attaquent aux cultures maraîchères. Dans les parcelles non traitées, 60 à 90 % des fruits peuvent être attaqués (Vayssières, 1999). Parmi ces quatre espèces, trois commettent d'importants dégâts sur les cultures de Cucurbitaceae : *Bactrocera (Bactrocera) cucurbitae* (Coquillet) ou « Mouche du melon » ; *Dacus (Didacus) ciliatus* Loew ou « Mouche éthiopienne », qui est relativement ubiquiste ; et *Dacus (Dacus) demmerezi* (Bezzi) ou « Mouche des cucurbitaceae de l'océan Indien » (Étienne, 1972). Il n'existe pas de seuil connu de nuisibilité de ces mouches et la dynamique de leurs populations n'est suivie que pour *B. cucurbitae* et *D. demmerezi*, pour lesquelles on dispose de pièges à paraphéromones sexuelles. La distribution spatio-temporelle de ces insectes dépend tout à la fois de facteurs biotiques (caractéristiques écologiques propres, disponibilité en fruits-hôtes...) et de facteurs abiotiques (température, hygrométrie, vent...). Les populations sont particulièrement importantes durant l'été austral (décembre à mars) tant au niveau de leur distribution spatiale qu'au niveau de leurs effectifs et par conséquent de leur incidence économique au niveau des cultures (Ryckewaert *et al.*, 2010). La lutte chimique qui a été pratiquée jusque dans les années 2000 a montré ses limites et tend, petit à petit, à être remplacée par une protection agro-écologique des cultures (Deguine *et al.*, 2012). Cette protection prend en compte l'ensemble du complexe des Mouches des légumes.

Depuis longtemps, de nombreuses études ont été menées sur la biologie et l'écologie des Mouches des légumes, et en particulier sur *B. cucurbitae*. Ainsi, en ce qui concerne le rythme circadien de ces espèces, il a été montré que les Dacini sont actifs le jour et sont au repos durant la nuit sous les feuilles de plantes-supports ou de plantes-hôtes. Les principales périodes de prise de nourriture et de ponte se situent en général durant la matinée (Nishida et Bess, 1957 ; Syed, 1969). L'activité s'arrête en soirée quand l'intensité lumineuse devient le facteur limitant et atteint une valeur critique. Il a également été montré à La Réunion que la distribution spatio-

temporelle des adultes de Dacini est essentiellement liée à la température et à l'altitude, ainsi qu'à la présence de plantes-hôtes dans des biotopes non encore exploités (Vayssières, 1999). Seize espèces de Cucurbitaceae, hôtes d'une ou plusieurs espèces de Dacini ont été recensées (Vayssières et Carel, 1999). Les fruits immatures des plantes-hôtes constituent le substrat de ponte préféré des femelles : elles déposent leurs œufs sous l'épiderme des fruits au sein desquels les larves se développent. Les fruits piqués sont contaminés par des ravageurs secondaires, ce qui accélère le processus de décomposition. Les Cucurbitaceae sauvages constituent des plantes réservoirs hébergeant de nombreuses larves. La margose sauvage (*Momordica charantia*) constitue le meilleur hôte non cultivé par la superficie qu'elle couvre et par sa capacité à fructifier toute l'année. Comme dans d'autres parties du monde (Gupta et Gupta, 2007 ; Laskar et Chatterjee, 2010), il a été constaté à La Réunion une diminution des dégâts et des populations de mouches, notamment de *B. cucurbitae*, durant l'hiver austral (Vayssières, 1999). Durant cette saison (juin à octobre), au niveau de la mer, les températures varient de 17 à 20 °C pour les minima moyens, et de 26 à 28 °C pour les maxima moyens. À 1 000 m, les minima moyens oscillent entre 8 et 10 °C et les maxima moyens entre 17 et 21 °C. La durée moyenne du cycle des trois espèces est de l'ordre de trois semaines à 25 °C et de cinq semaines à 18 °C (Orlan et Moutia, 1960 ; Vargas *et al.*, 1997).

En conditions contrôlées, la température seuil minimale de développement de *B. cucurbitae* est d'environ 8 °C, le nombre d'œufs déposés par femelle diminue avec l'abaissement de la température (aucun œuf pondu en deçà de 12 °C), et les durées des stades larvaires et du stade nymphal augmentent avec la diminution de la température (Back et Pemberton, 1914 ; Keck, 1951). En conditions naturelles, Vayssières (1999) a observé que la répartition altitudinale des populations des mouches varie au cours de l'année, avec un repli partiel sur les zones côtières (c'est-à-dire vers les basses altitudes, où les températures sont les plus élevées). Vayssières et Carel (1999) émettent l'hypothèse d'une éventuelle diapause dans les

zones les plus élevées et lors des périodes les plus froides. Pour leur part, Dhillon *et al.* (2005) constatent que, durant les mois les plus froids de l'année, les adultes de *B. cucurbitae* se cachent sous les feuilles sèches de buissons ou d'arbres.

Malgré ces observations, les causes de ces diminutions de populations de Mouches des légumes durant la saison froide restent inconnues. La compréhension des mécanismes impliqués dans ces diminutions permettrait d'améliorer le contrôle des populations en début d'infestation et, ainsi, de mettre en place une protection des cultures plus adaptée et efficace. En effet, des travaux réalisés à Hawaii ont souligné le fait qu'un tel contrôle en début d'infestation permet de réduire les dégâts sur la production des fruits (Vargas *et al.*, 2008). L'acquisition de connaissances complémentaires sur les conditions de survie pendant la saison froide de ces Mouches des légumes constitue donc l'objectif principal de la présente étude. On se propose d'étudier les dynamiques de population des trois espèces de mouches des Cucurbitaceae citées précédemment, durant l'hiver austral. Les hypothèses envisagées sont :

- le maintien des individus sur place, en l'état de diapause ou de quiescence ;
- la migration vers des zones plus chaudes.

Les trois espèces de Mouches des légumes étudiées ayant à disposition des fruits-hôtes cultivés ou sauvages toute l'année, il n'y a *a priori*, pas de raison qu'elles passent par une phase de diapause. Les objectifs spécifiques de l'étude sont alors de :

- déterminer le lieu où les Mouches des légumes passent la saison froide ;
- étudier les conditions de survie des mouches pendant cette saison froide, par un système de piégeage et de prélèvement de fruits piqués et de sol ;
- contribuer à concevoir et mettre en place les méthodologies adaptées pour répondre aux deux premières questions posées.

Matériel et méthode

À La Réunion, les principaux bassins de production maraîchère (légumes

frais, secs et tubercules) sont situés dans la moitié méridionale de l'île, avec comme barycentre la ville de Saint-Pierre (latitude : $-21^{\circ} 20'$, longitude : $55^{\circ} 28'$). Les conditions de culture y sont les plus favorables : le climat est chaud pendant les périodes de culture (octobre à avril) y compris en altitude, et les parcelles de cultures bénéficient d'une irrigation. À La Réunion, Vayssières et Carel (1999) ont décrit un total de 16 espèces de Cucurbitaceae hôtes, dont 12 espèces cultivées, d'une ou de plusieurs espèces de Dacini. Dans cette étude menée durant l'hiver austral 2007, deux techniques, déjà utilisées pour étudier la dynamique et l'écologie des mouches, sont retenues : le piégeage sexuel des adultes mâles à l'aide de paraphéromones ; le prélèvement de fruits piqués et leur mise en incubation (Vayssières, 1999 ; Deguine *et al.*, 2012). Une troisième technique, le prélèvement d'échantillons de sol, est proposée afin d'y rechercher des pupes. Cinq exploitations maraîchères sont choisies : elles sont réparties le long d'un transect, suivant un gradient altitudinal allant de 150 à 1 200 m (tableau 1). Aucune parcelle ne subit de traitement insecticide durant la durée des essais.

Piégeage d'adultes

Sur chaque parcelle expérimentale (une par site), un dispositif de piégeage est mis en place (figure 1), afin de vérifier la présence ou non de mouches durant la saison froide. Les mouches piégées sont identifiées afin d'évaluer les espèces de mouches présentes sur les exploitations.

Trois types de pièges sont utilisés :

- deux pièges de type « Takamaka » contenant un attractif paraphéromonal à base de Cue lure placés en bord de parcelle, qui attirent les mâles des espèces *B. cucurbitae* (Chambers, 1977). Cette paraphéromone attire également les mâles de *D. demme-rezi* ;
- deux pièges de type « Mac Phail » à attractif alimentaire à base de levure du genre *Torula*, placés également en bord de parcelle ;
- un panneau jaune englué placé au centre de la parcelle.

L'attractif alimentaire est remplacé chaque semaine (deux blocs pour 250 mL d'eau) et les blocs imprégnés de paraphéromones sont changés une fois par mois (un bloc par piège). Deux fois par semaine, les effectifs de mouches capturées sont dénombrés par espèce.

Prélèvements de fruits piqués

Les prélèvements de fruits cultivés sont réalisés sur la parcelle considérée. Des prélèvements complémentaires de fruits sont effectués à sa périphérie, à une distance maximale de 30 mètres de la parcelle, dans le but de vérifier la présence ou non de larves dans des fruits sauvages ou cultivés à proximité (tableau 1). Deux fois par semaine, 10 fruits piqués sont récoltés. Les observations portent sur le nombre de piqûres et le poids de chaque fruit. Les fruits récoltés sont répertoriés et placés individuellement dans des boîtes en plastique sur un lit de sable tamisé. Ces boîtes sont alors placées en chambre climatique sous les conditions suivantes : 12 heures de photophase, 12 heures de scotophase, 25°C et 80 % d'humidité relative. Les pupes obtenues sont ensuite transférées dans une boîte où les adultes en émergent sont dénombrés et identifiés. Sur chaque site, une espèce de fruits est majoritairement prélevée, du fait de son abondance : des margoses cultivées (*Momordica charantia*) à Bassin-Plat, des margoses sauvages (*Momordica charantia*) à Dassy, des margoses de l'Inde (*Momordica charantia*) à Piton Hyacinthe, et les espèces

Tableau 1. Emplacement des exploitations maraîchères sélectionnées.

Table 1. Location of experimental sites.

Site (commune)	Altitude	Légumes cultivés sur la parcelle	Espèces sauvages ou cultivées proches de la parcelle
Bassin-Plat (Saint-Pierre)	150 m	Citrouilles (<i>Curcubita moschata</i>)	
Dassy (Le Tampon)	470 m	Haricots (<i>Vigna unguiculata</i>)	Margoses sauvages (<i>Momordica charantia</i>) Courgettes (<i>Cucurbita pepo</i>)
Bras-de-Pontho (Le Tampon)	800 m	Courgettes (<i>Cucurbita pepo</i>) Concombres (<i>Cucumis sativus</i>)	
17 ^e km (Le Tampon)	800 m	Tomates (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Chouchous (<i>Sechium edule</i>)
Piton Hyacinthe (Le Tampon)	1 200 m	Courgettes (<i>Cucurbita pepo</i>) Concombres (<i>Cucumis sativus</i>)	Margoses de l'Inde (<i>Cyclanthera pedata</i>)

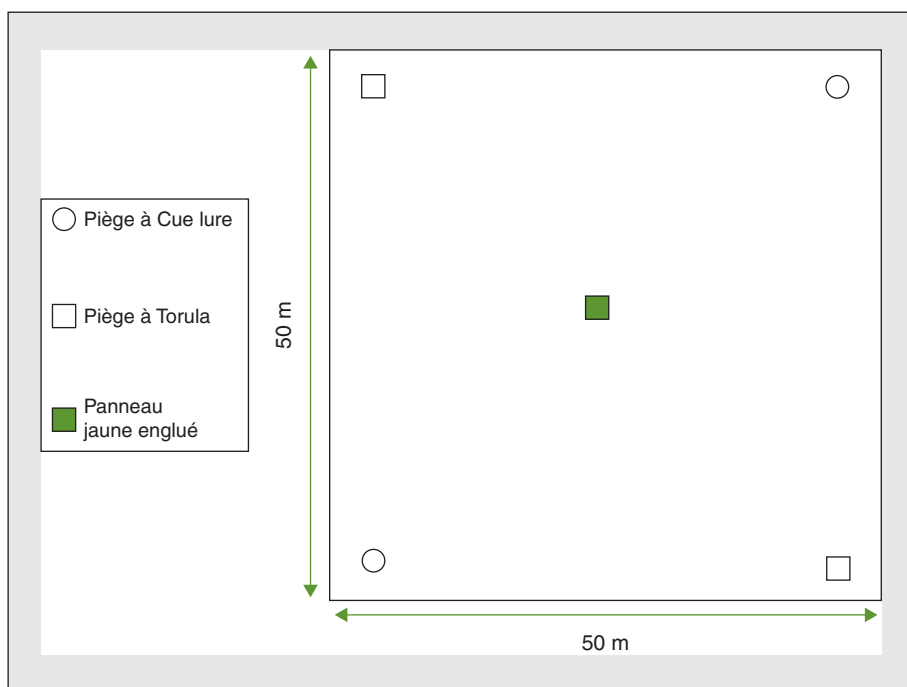


Figure 1. Dispositif schématique de piégeage installé sur les parcelles expérimentales.

Figure 1. Schematic trapping device installed on the experimental farms.

cultivées sur la parcelle considérée pour les autres sites.

Prélèvements de sol

Sur ces mêmes parcelles, des prélèvements de sol (un volume correspondant à une surface de 15 cm sur 15 cm et une profondeur de 3 cm) sont effectués deux fois par semaine, pour déterminer la présence ou non de pupes en deux endroits de la parcelle où la présence de fruits piqués a été notée. Chaque échantillon est tamisé (mailles de 3 mm × 3 mm) afin de récupérer les pupes qui s'y trouvent. Ces dernières sont ensuite placées en conditions d'élevage au laboratoire, afin de comptabiliser les adultes de différentes espèces qui en émergent.

Analyse statistique des résultats

Le logiciel R a été utilisé pour traiter les données, réaliser les études exploratoires et mettre en forme les résultats (R Development Core Team, 2007). Les données météorologiques ont été

Tableau 2. Effectifs cumulés de mouches piégées entre le 4 juin 2007 et le 30 juillet 2007 par les trois types de pièges utilisés, sur les cinq sites sélectionnés pour l'étude.

Table 2. Cumulative frequency of flies trapped between 4 June 2007 and 30 July 2007 by the three kinds of trap in five selected locations.

	Type de piège	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	<i>Dacus ciliatus</i>	<i>Dacus demmerezi</i>	Autres Mouches des fruits	Total
Bassin-Plat	c	928	0	9	6	943
	p	46	0	1	4	51
	t	40	4	5	51	100
Dassy	c	1781	0	15	14	1810
	p	5	0	0	20	25
	t	16	1	3	7	27
Bras-de-Pontho	c	24	4	91	19	138
	p	2	6	3	10	21
	t	2	4	3	5	14
17 ^e km	c	1	0	240	2	243
	p	0	5	7	4	16
	t	0	1	8	5	14
Piton Hyacinthe	c	3	0	184	4	191
	p	7	13	15	7	42
	t	0	20	27	21	68

c : piège à Cue lure ; p : panneau jaune englué ; t : piège à *Torula*

exploitées à l'aide du logiciel Gesmet 2, qui compile les données disponibles fournies par les stations météorologiques de l'île. Les données récoltées sur la station de la Ligne Paradis (150 m) ont servi de référence pour la parcelle de Bassin-Plat (150 m d'altitude), celles de la station de la Plaine des Cafres (1 550 m) ont servi pour la parcelle de Piton Hyacinthe (1 200 m). Les fruits à partir desquels aucune puppe ne s'est développée ont été supprimés du jeu de données.

Résultats

Piégeage d'adultes

Du 4 juin au 30 juillet 2007, les relevés de piégeages ont été réalisés sur les cinq sites sélectionnés pour l'étude. Quel que soit le site considéré, les effectifs cumulés de mouches obtenus avec les pièges à Cue lure sont 3 à 72 fois plus importants que ceux obtenus avec les pièges à *Torula* ou avec les panneaux jaunes englués (tableau 2). De plus, quels que soient le site et l'espèce de Mouche des légumes considérés, les effectifs hebdomadaires des pièges à *Torula*, n'excèdent jamais 10 mouches par semaine, et 11 mouches par semaine avec le panneau jaune, contre un maximum de 344 avec les pièges à Cue lure. Avec ces pièges, *B. cucurbitae* est piégée de façon prépondérante à Bassin-Plat (150 m) et Dassy (470 m), *D. demmerezi* sur les trois autres sites (altitudes > 800 m). À Bras-de-Pontho (800 m), les deux espèces semblent coexister, bien que les effectifs piégés soient faibles. *D. demmerezi* est donc essentiellement présente aux altitudes les plus élevées, donc où la température est la plus basse, tandis que *B. cucurbitae* se trouve préférentiellement à de faibles altitudes. Les effectifs piégés à Dassy avec les pièges à Cue lure sont presque deux fois supérieurs à ceux piégés à Bassin-Plat (tableau 2), bien que les conditions climatiques soient sensiblement les mêmes. Les piégeages réalisés à Piton-Hyacinthe et à Bassin-Plat entre avril et fin juillet 2007 montrent une diminution des effectifs au début de l'hiver austral, lorsque les températures diminuent (figure 2). À Piton Hyacinthe,

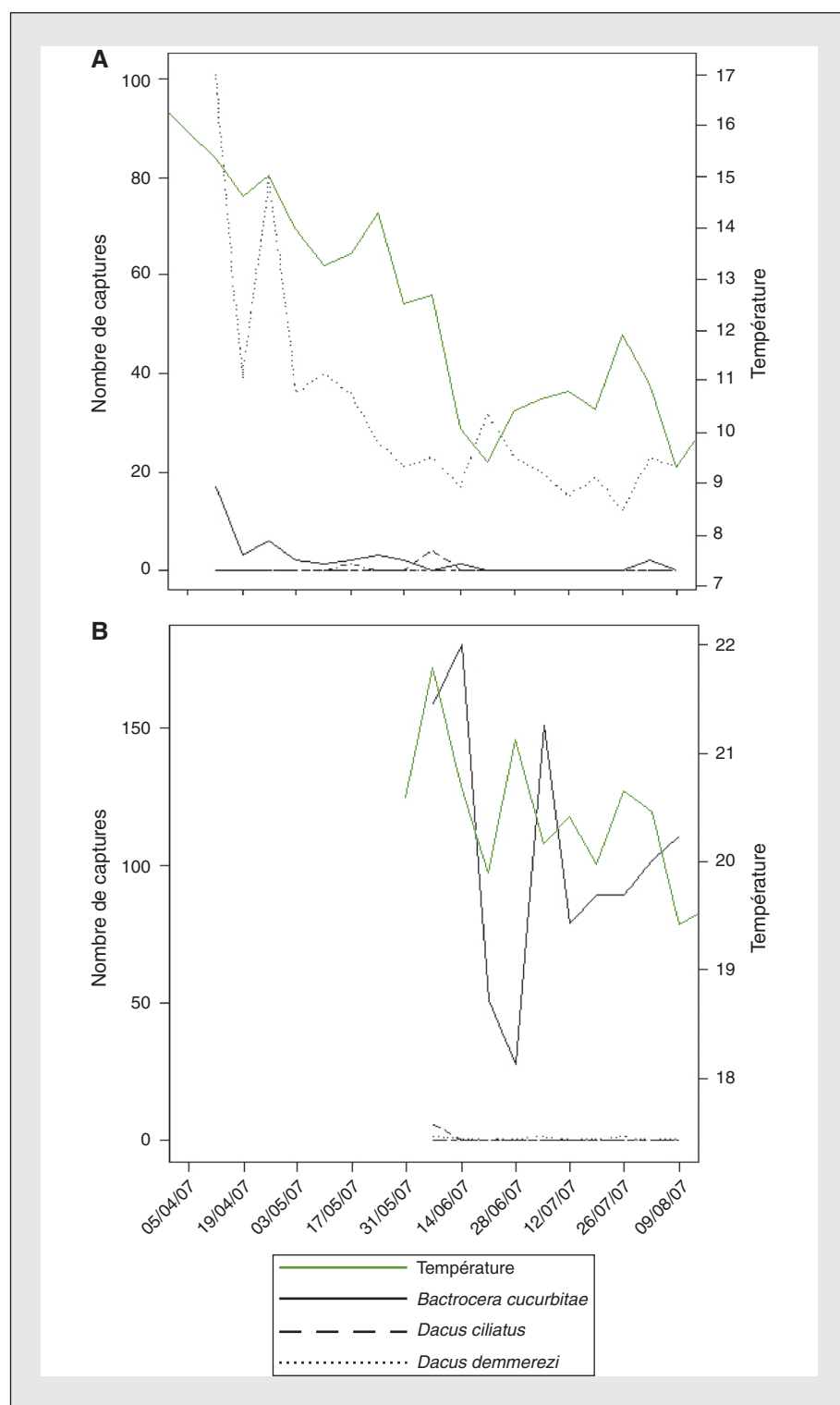


Figure 2. Effectifs de mouches capturées avec les pièges à Cue lure à Piton Hyacinthe (A) et à Bassin-Plat (B).

Figure 2. Frequency of trapped flies by Cue lure traps in Piton Hyacinthe (A) and in Bassin-Plat (B). La température indiquée en vert est exprimée en degrés Celsius (°C).

D. demmerezi prédomine et à Bassin-Plat, *B. cucurbitae* est l'espèce majoritaire.

Prélèvements de fruits et mise en émergence

À Bras-de-Pontho et au 17^e km, aucune pupa n'a été obtenue dans les boîtes d'émergence : les résultats ne sont présentés que pour les trois autres sites. Les prélèvements de fruits, réalisés du 31 mai au 31 juillet 2007, ont permis de déterminer le nombre moyen de pupes par fruit (*figure 3*). Sur les sites de Bassin-Plat et Piton Hyacinthe, le nombre moyen de pupes par fruit piqué tend à diminuer avec le temps, selon des pentes de - 0,23 et - 0,16 respectivement ($p = 0,001$). À

Dassy, aucune tendance ne se dégage. À Bassin-Plat, sur margoses cultivées, 99 % des mouches émergées sont des *B. cucurbitae*. À Dassy, sur margoses sauvages, 96 % des mouches sont des *B. cucurbitae*, mais il y a aussi des émergences de *D. demmerezi* et du parasitoïde *Psytalia fletcheri*. Enfin, à Piton Hyacinthe, sur margoses de l'Inde, il y a des émergences en proportions comparables de *D. demmerezi* (44 %) et *D. ciliatus* (52 %) (*figure 4*).

Comptage de pupes dans les échantillons de sol

Les nombres moyens de pupes trouvées dans les échantillons de sol sont très faibles : ils sont de 0,19 (Bras-de-

Pontho), 0,31 (Dassy), 0,32 (Bassin-Plat), 1,00 (Piton Hyacinthe) et 1,60 (17^e km) par semaine. Cela nous amène à supposer que le nombre de pupes généralement présentes dans le sol est faible, ce qui infirmerait l'hypothèse d'une diapause nymphale.

Discussion

Nos résultats montrent une relation positive entre la baisse de la température et la diminution des effectifs en hiver austral. En accord avec la littérature, on constate également une répartition altitudinale des espèces (Vayssières, 1999 ; Deguine *et al.*, 2012). Sur les sites de faible altitude (< 500 m), *B. cucurbitae* est

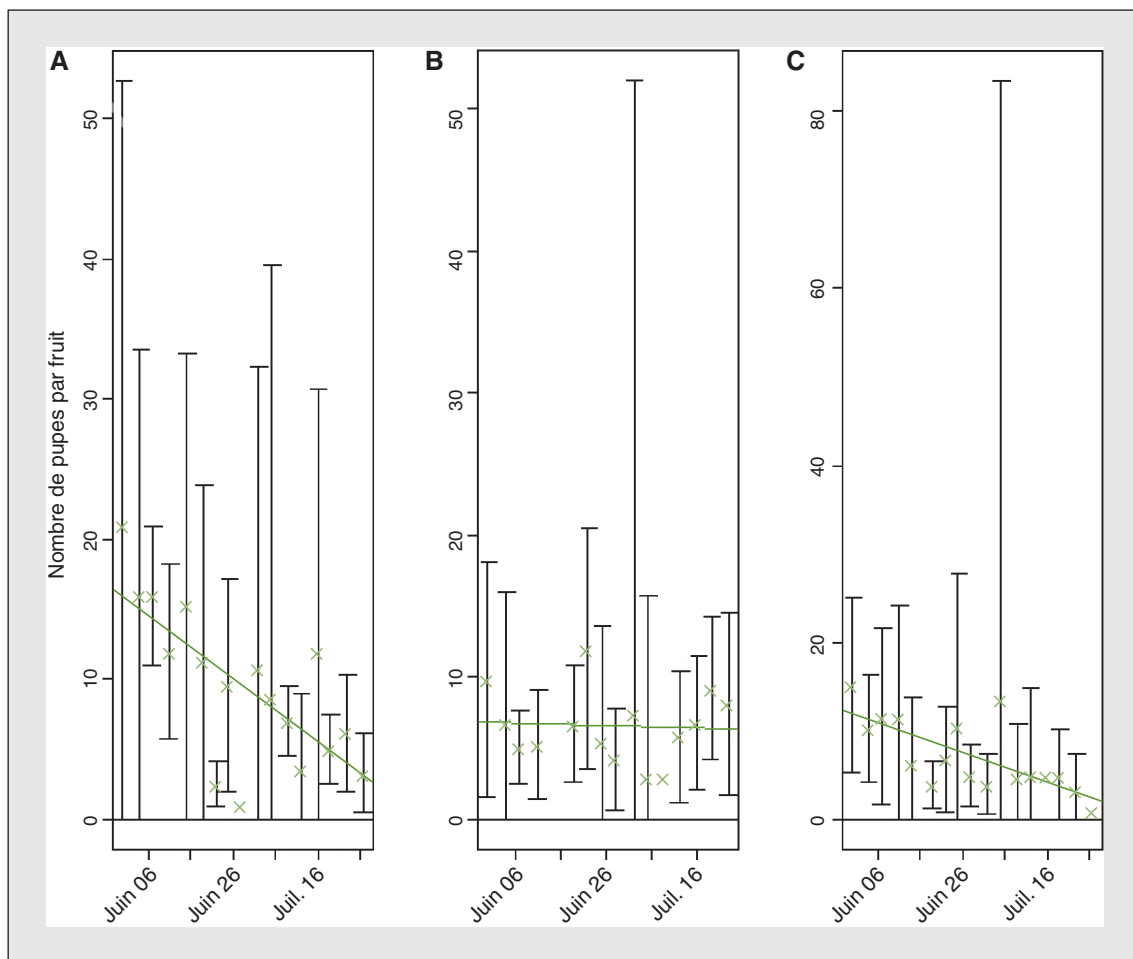


Figure 3. Nombre moyen de pupes par fruit piqué à Bassin-Plat sur des margoses cultivées (A), à Dassy sur margoses sauvages (B), et à Piton Hyacinthe sur margoses de l'Inde (C).

Figure 3. Average number of pupae per blemished fruit in Bassin-Plat on cultivated bitter melon (A), in Dassy on wild bitter melon (B), and in Piton Hyacinthe on Indian bitter melon (C).

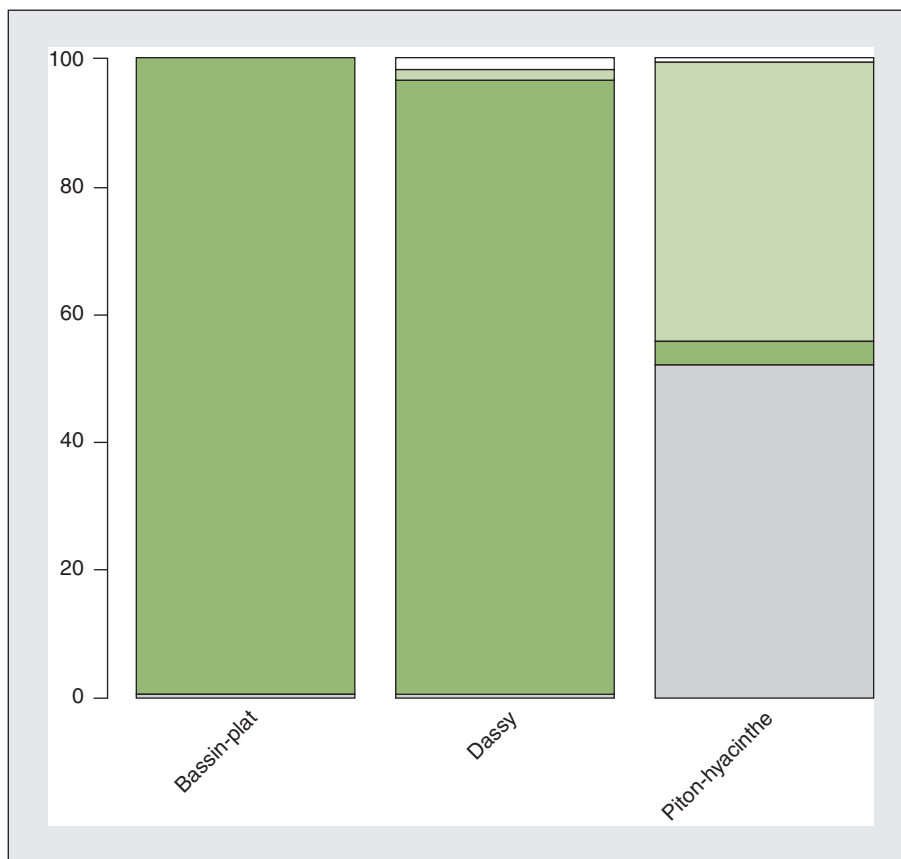


Figure 4. Pourcentage des émergences observées sur les fruits prélevés entre le 30 mai 2007 et le 28 juillet 2007 à Bassin-Plat, Dassy et Piton Hyacinthe.

Figure 4. Percentage of emergence of adults from collected fruit between 30 May 2007 and 28 July 2007, in Bassin-Plat, in Dassy and in Piton Hyacinthe. En blanc la proportion de *Psytalia fletcheri*, en vert clair *Dacus demmerezi*, en vert foncé *Bactrocera cucurbitae*, et en gris *Dacus ciliatus*.

prédominante par rapport à *D. demmerezi*, alors qu'au niveau des sites de plus forte altitude (> 800 m), *D. demmerezi* prédomine. Sur les sites d'altitude intermédiaire, les deux espèces peuvent coexister en proportions comparables. D'après les résultats de prélèvements de fruits piqués, *D. ciliatus* semble se développer aux altitudes les plus fortes (Piton Hyacinthe), dans des proportions similaires à *D. demmerezi*. Ce dernier élément semble en désaccord avec les observations faites par Vayssières et Carel (1999), dont les résultats de piégeage montrent que *D. ciliatus* n'est présente que jusqu'à 700 m en hiver austral, mais sont compatibles avec ceux de Deguine *et al.* (2012), obtenus à partir d'observations d'adultes *in situ*. Quoi qu'il en soit, l'altitude pourrait ne pas être le seul facteur influençant les niveaux de population : l'environne-

ment floristique, en particulier les plantes hôtes et les plantes refuges (Deguine *et al.*, 2012), les précipitations (Vayssières, 1999), la température et l'humidité (Keck, 1951 ; Messenger et Flitters, 1958 ; Dhillon *et al.*, 2005), semblent également affecter les niveaux de populations des Mouches des légumes.

Dans notre étude, nous avons employé différentes techniques de piégeage et d'échantillonnage des mouches, qui recouvrent la gamme des techniques actuellement disponibles et le plus souvent utilisées. Cependant, les résultats obtenus ne permettent pas d'évaluer avec précision les niveaux de populations de mouches *in situ* et, par conséquent, elles ne permettent pas de déterminer avec certitude les modalités selon lesquelles les Mouches des légumes passent l'hiver austral (lieux et condi-

tions de survie). Les pièges à paraphéromones, sans être complètement sélectifs et bien qu'attractifs à des distances de plusieurs dizaines de mètres, ont une attractivité plus ciblée que les pièges alimentaires (Vayssières, 1999) : les pièges à Cue lure utilisés dans notre étude ne capturent que les mâles de *B. cucurbitae* et *D. demmerezi*, sans piéger ceux de *D. ciliatus*. De plus, la technique de prélèvements de sol, outre le fait qu'elle soit contraignante sur le plan logistique et consommatrice de temps, donne de faibles nombres de pupes, ce qui laisse supposer, sans pouvoir conclure définitivement, soit un effectif de pupes dans le sol réel mais faible, soit un nombre de prélèvements insuffisant. Enfin, les effectifs dénombrés par les autres méthodes d'échantillonnage (pièges alimentaires, pièges englués,

prélèvements de fruits piqués) sont relativement faibles.

Malgré ces limites méthodologiques et même si l'interprétation des résultats concerne essentiellement *B. cucurbitae* et *D. demmerezi*, notre étude permet d'apporter certains éléments de réponses à l'objectif initial de l'étude.

Premièrement, l'hypothèse de la diapause nymphale semble pouvoir être écartée par les résultats des prélèvements de sol. L'hypothèse d'une diapause à un autre stade ou d'une entrée en quiescence reste à tester.

Deuxièmement, au vu de l'ensemble des résultats de l'étude et de la littérature, il semblerait que les niveaux de population des différentes espèces de Mouches des légumes soient plus faibles en altitude durant l'hiver austral (Vayssières, 1999), ce qui pourrait laisser supposer qu'il y a migration d'une ou plusieurs espèces de mouches. Cependant, les effectifs à basse altitude restent relativement faibles durant la saison froide. Ainsi, la migration apparaît peu probable à la lumière des résultats de notre étude, bien que plusieurs études utilisant le procédé de marquage (Itô et Koyama, 1982) aient déjà montré la capacité de certaines espèces à parcourir des distances considérables avant de trouver des hôtes convenables (Drew et Hooper, 1983) ; *B. cucurbitae* peut ainsi parcourir jusqu'à 200 km (Miyahara et Kawai, 1979).

Troisièmement, sachant que la plupart des Dacini passent la saison défavorable sous leur forme adulte (Fletcher, 1987), et qu'à Hawaï il a été montré qu'à une température de 15 °C, les adultes de l'espèce *B. cucurbitae* restent inactifs sous le feuillage (Nishida et Bess, 1957), l'hypothèse du passage de la saison froide sous la forme d'une quiescence semble la plus probable.

Les populations réunionnaises des Mouches des légumes pourraient ainsi subir un ralentissement de leur développement lors de l'abaissement saisonnier des températures, plus qu'une éventuelle entrée en diapause ou encore une quelconque migration. Cette hypothèse, issue d'observations *in situ*, nécessiterait d'être confirmée par des observations biologiques en conditions contrôlées au laboratoire. Enfin, pour la protection des cultures maraîchères, on doit tenir compte dès

maintenant de l'incidence d'un tel développement continu de ces populations de mouches l'année durant, avant d'élaborer une stratégie nouvelle de protection agroécologique des cultures destinées à être substituée à la lutte chimique actuelle devenue défailante.

Conclusion

Face à la recrudescence des populations de Mouches des légumes ces dernières années à La Réunion, l'avenir des productions de Cucurbitaceae est menacé. La lutte chimique se montre aujourd'hui peu efficace et il apparaît donc nécessaire de trouver des méthodes alternatives de protection des cultures. Un élément important à prendre en compte dans la mise au point de ces nouvelles méthodes de protection est l'hypothèse selon laquelle les mouches passent la saison froide sous forme quiescente. Cela pourrait être confirmé par l'observation de Mouches des légumes en chambres climatiques ou en grandes cages extérieures. Pour infirmer l'hypothèse de la migration, la technique du marquage-lâcher-recapture paraît la plus appropriée bien que difficile à mettre en œuvre. Il apparaît également nécessaire de mettre au point des méthodes de piégeage de *D. ciliatus*, que ce soit par des pièges alimentaires ou par des pièges à paraphéromones. ■

Remerciements

Les auteurs remercient Marie-Ludders Moutoussamy et Cédric Ajaguin Soleyen pour leur implication dans les essais. Les auteurs sont également reconnaissants envers les évaluateurs qui ont accepté de relire cet article. Cette étude a été financée par le Cirad et la Région de La Réunion.

Références

- Back EA, Pemberton CE, 1914. Life history of the melon fly. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology* 13 : 2671.
- Chambers DL, 1977. Attractants for fruit fly survey and control. In : Shorey HH, McKelvey JJ, eds.

Chemical control of insect behaviour. New-York : Wiley.

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. (available online: insectscience.org/12.32).

Dhillon MK, Singh R, Naresh JS, Sharma HC, 2005. The Melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: a review of its biology and management. *Journal of Insect Science* 5 : 40.

Drew RAI, Hooper GHS, 1983. Population studies of fruit flies in South-East Queensland. *Oecologia* 56 : 153-9.

Étienne J, 1972. Les principales Trypétides nuisibles de l'île de la Réunion. *Annales de la Société Entomologique de France (N.S.)* 8 : 485-91.

Fletcher BS, 1987. The biology of Dacine fruit flies. *Annual Review of Entomology* 32 : 115-44.

Gupta D, Gupta PR, 2007. Somme observations on the overwintering behaviour of fruit flies. *Pest Management and Economic Zoology* 15 : 221-4.

Itô Y, Koyama J, 1982. Eradication of the Melon fly: role of population ecology in the successful implementation of the sterile insect release method. *Protection Ecology* 4 : 1-28.

Keck CB, 1951. Effect of temperature on development and activity of the Melon fly. *Journal of Economic Entomology* 44 : 1001-2.

Messenger PS, Flitters NE, 1958. Effect of constant temperature environments on the egg stage of three species of Hawaiian fruit flies. *Annals of the Entomological Society of America* 51 : 109-19.

Miyahara Y, Kawai A, 1979. Movement of sterilized Melon fly from Kume Is. to the Amani Islands. *Japanese Society of Applied Entomology and Zoology* 14 : 496-7.

Nishida T, Bess HA, 1957. Studies on the ecology and control of the Melon fly *Dacus (Strumeta) cucurbitae* Coquillett (Diptera: tephritidae). Hawaii agricultural experiment station. *Univ Hawaii Tech Bull* 84 : 12-29.

Laskar N, Chatterjee H, 2010. The effect of meteorological factors on the population dynamics of Melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coq.) (Diptera: tephritidae) in the foot hills of Himalaya. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 14 : 53-8.

Orian AJE, Moutia LA, 1960. Fruit flies (Trypetidae) of economic importance in Mauritius. *Revue Agricole et Sucrière de l'île Maurice* 39 : 142-50.

R Development Core Team, 2007. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna (Austria) : R Foundation for Statistical Computing. www.R-project.org

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

Syed RA, 1969. *Studies on the ecology of some important species of fruit flies and their natural*

enemies in West Pakistan, Pak, Commonw Inst Biol Control Stn Rep Rawalpindi. Farnham Royal, Slough (UK) : Commonw. Agric.

Vargas RI, Mau RFL, Jang EB, Faust RM, Wong L, 2008. The Hawaii fruit fly area-wide pest management program. In : Koul O, Cuperus GW, Elliott NC, eds. *Areawide IPM: theory to implementation.* Hawaii : CAB International.

Vargas RI, Walsh WA, Kanehisa D, Jang EB, Armstrong JW, 1997. Demography of four Hawaiian fruit flies (Diptera: tephritidae) reared at five constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* 90 : 162-8.

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

doctorat, Musée national d'histoire naturelle de Paris, 1999.

Vayssières JF, Carel Y, 1999. Les Dacini (Diptera : tephritidae) inféodés 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.