



végétaux du soleil

La mouche de la pêche sur mangue, goyave, etc.

À la Réunion, évolution des recherches et des méthodes de lutte

Serge Quilici*, P.F. Duyck*, P. Rousse*, F. Gourdon*, C. Simiand* et A. Franck*

La mouche de la pêche *Bactrocera zonata*, connue sur l'île de la Réunion depuis 1991, y attaque notamment depuis 2000 les manguiers, goyaviers, goyaviers de Chine et diverses plantes non cultivées comme le badamier⁽¹⁾. Que sait-on de cette mouche ? Comment cohabite-t-elle avec les autres mouches téphritides présentes avant elle sur l'île ? On verra que la compétition entre espèces, mais aussi le besoin de chaleur et la tolérance aux extrêmes d'humidité, expliquent sa distribution à la Réunion. Celle-ci connue, comment peut-on maîtriser *B. zonata* ? Une part de la réponse réside probablement dans la lutte biologique par acclimatation d'auxiliaire : un travail avec le parasitoïde *Fopius arisanus* est en cours. Il y a aussi la lutte intégrée en vergers, déjà menée contre les autres espèces mais à adapter en présence de *B. zonata*.

Malgré les procédures de quarantaine, de nombreuses invasions par des mouches téphritides polyphages sont régulièrement observées dans diverses parties du monde (Duyck *et al.*, 2004a), dont l'île de la Réunion

Quatre Tephritidae nuisibles aux cultures fruitières à la Réunion

En effet, à la Réunion, les cultures fruitières sont attaquées par quatre espèces dont une seule indigène : la mouche des Mascareignes, *Ceratitis catoirii* Guérin-Mèneville. Deux espèces d'origine africaine, la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann et la mouche du Natal *Ceratitis rosa* (Karsch), se sont installées dans l'île, respectivement en 1939 et 1955 (Étienne, 1982). Pour sa part la mouche de la pêche *Bactrocera zonata* (Saunders), d'origine asiatique, a été détectée à la Réunion à partir de 1991. Elle est restée sous contrôle pendant une dizaine d'années avant que ses populations n'explo-sent dans le Nord de l'île en 2000. Son éradication a été tentée en associant lutte chimique et technique de destruction des mâles (Male Annihilation Technique ou MAT) (Hurtrel *et al.*, 2002). Cette tentative n'ayant pas été couronnée de succès, *B. zonata* s'est répandue dans la plupart des zones de basse altitude de l'île.

Réseau de surveillance et d'étude des populations

Suite à l'abandon de la stratégie d'éradication de *B. zonata* mi-2001 (Hurtrel *et al.*, 2002), nous ne disposons plus depuis lors de données régulières sur l'évolution des captures de l'espèce dans un réseau de piégeage. Une



ph. Franck, CIRAD

Femelle de *Bactrocera zonata*. Cette téphritide dite mouche de la pêche est devenue à la Réunion un ravageur des manguiers, goyaviers, etc.

étude sur la dynamique comparée des populations des différentes espèces a donc été engagée en 2003 sur deux transects situés en zones Ouest et Sud de l'île.

Chaque transect comprend cinq sites étagés en altitude environ tous les 300 m. Chaque site est équipé de pièges sexuels et alimentaires : deux pièges appâtés au trimedlure permettent le suivi des captures de mâles de *Ceratitis* spp., deux pièges au méthyl-eugénol permettent le suivi des mâles de *B. zonata* et deux pièges alimentaires appâtés à la levure de *Torula*, moins spécifiques, capturent les deux sexes des différentes espèces. Les résultats de piégeage sont ensuite mis en relation avec les données météorologiques et celles sur l'évolution du stade de maturité et de l'abondance des fruits-hôtes.

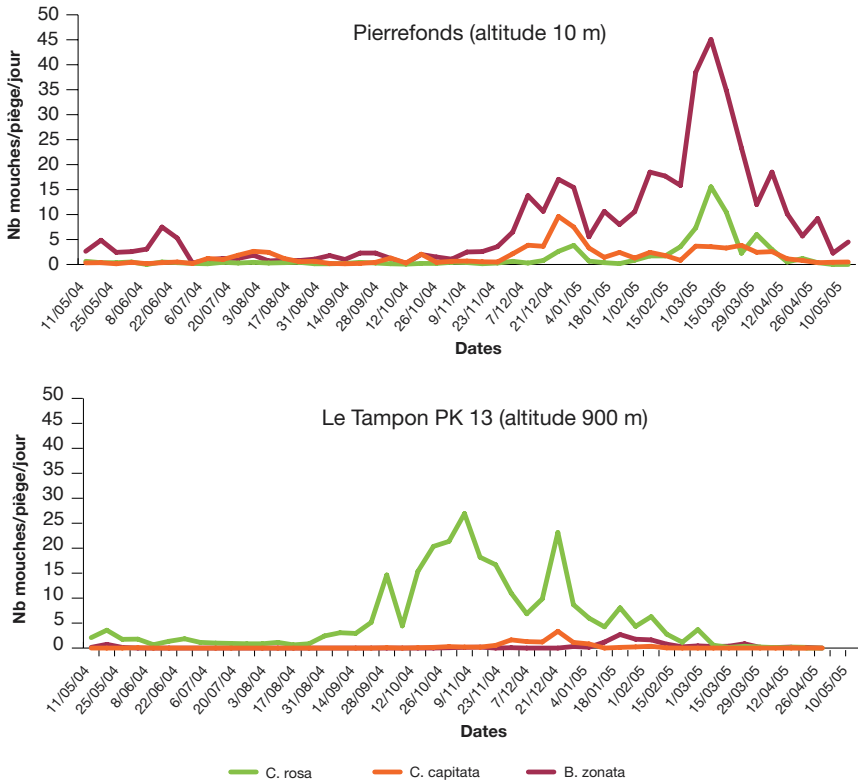
En 2004, les résultats de piégeage montrent une forte dominance de *B. zonata* par rapport aux *Ceratitis* spp. en zones de basse altitude (jusqu'à 300 m). Les populations des diverses espèces ont des fluctuations saisonnières, avec en général une recrudescence lors de l'été austral. Dès 600 m, on note une dominance de *C. rosa* alors que *B. zonata* et *C. capitata* ont des niveaux de populations moins importants. La dominance de *C. rosa* devient très forte à 900 m et quasi-totale au-delà (Figure 1).

* UMR « Peuplements Végétaux et Bio-agresseurs en Milieu Tropical », CIRAD Réunion, Pôle de Protection des Plantes, 7, chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre.

(1) Dit amandier tropical, amandier de Chine, amandier de l'Inde, amandier des Antilles ou encore amandier-pays, selon les régions (toutes tropicales) où on le rencontre.

Figure 1

Évolution saisonnière des populations des différentes espèces de Tephritidae dans deux sites du transect sud (2004-2005).



En nombres de mouches/piège/jour. *B. zonata* = captures de mâles de *Bactrocera zonata* en piège sexuel au méthyl-eugénol ; *C. rosa* = captures de mâles de *Ceratitis rosa* en piège sexuel au trimedlure ; *C. capitata* = captures de mâles de *Ceratitis capitata* en piège sexuel au trimedlure.

Compétition inter-spécifique et capacité invasive

L'arrivée d'une espèce invasive dans un nouvel environnement offre l'opportunité de mieux comprendre les mécanismes de la compétition inter-spécifique. La possibilité pour un ravageur de s'établir dans une nouvelle zone dépend des espèces entrant en compétition avec lui. De plus l'humidité, la température et la nature des plantes hôtes disponibles peuvent favoriser telle ou telle espèce. L'étude des mécanismes de la compétition entre espèces et des facteurs qui la modulent est donc importante pour expliquer la distribution géographique des espèces et aussi évaluer les risques d'invasions par d'autres espèces exotiques.

La compétition interspécifique peut prendre la forme d'une diminution de la ressource pour les autres espèces, mais des mécanismes d'interférence entre espèces peuvent aussi intervenir.

Cette interférence peut passer par des agressions directes entre femelles durant la ponte ou entre larves partageant un même fruit. Des expériences en grandes cages ont montré que les femelles de *B. zonata* se montrent fort efficaces dans la défense des fruits-hôtes en chassant les femelles des autres espèces.

Il peut aussi s'agir d'interférence chimique via des phéromones de marquage (HMP : Host Marking Pheromones) que les femelles de

certaines espèces déposent sur le fruit après la ponte. Ainsi, au sein du complexe des Tephritidae étudiées, les femelles de *C. capitata* et *C. rosa* marquent le fruit-hôte à l'aide d'une HMP après la ponte. Outre leur action intraspécifique, ces phéromones peuvent jouer un rôle de communication inter-spécifique. Les femelles de *B. zonata* sont capables de détecter les fruits préalablement marqués par les femelles de *Ceratitis* spp. et de les éviter.

Autre point important, l'étude démographique comparée des diverses espèces montre des stratégies distinctes (notamment le compromis existant entre fécondité élevée et longue vie) qui interviennent aussi très probablement dans le résultat de la compétition.

Divers paramètres peuvent influencer la distribution géographique des espèces. La température joue un rôle majeur dans le développement pré-imaginal et la période de maturation sexuelle. L'étude de son influence en laboratoire (Duyck & Quilici, 2002 ; Duyck *et al.*, 2004b) permet d'expliquer la distribution en altitude des espèces. Les valeurs élevées des seuils inférieurs de développement de *B. zonata* sont en accord avec sa dominance en zone littorale et son absence en altitude alors que *C. rosa* domine dans les Hauts de l'île.

Par ailleurs les études de laboratoire montrent que, au contraire de *C. capitata* qui apprécie les milieux secs et *C. rosa* les zones plus humides, *B. zonata* tolère à la fois la sécheresse et l'humidité. Cette tolérance est confirmée par

son abondance à la fois sur la côte au vent et sur la côte sous le vent.

La gamme de plantes-hôtes de *B. zonata* à la Réunion, qui comprend une dizaine d'espèces, n'est pour l'instant pas aussi large que celles de *C. capitata* (29 espèces) et *C. rosa* (34 espèces). Mais *B. zonata* est présente dans des fruits-hôtes très répandus dans l'île (badamier *Terminalia catappa* L., goyave *Psidium guajava* L., goyavier de Chine *Psidium cattleianum* Sabine et manguiers *Mangifera indica* L.) qui représentent des réservoirs importants et permettent une forte multiplication.

Par rapport à la gamme d'hôtes observée en 2002, notons que *B. zonata* s'est partiellement adaptée au goyavier de Chine, pourtant peu attaqué sur l'île voisine de Maurice. La gamme de plantes-hôtes plus large de *C. capitata* et *C. rosa* devrait leur permettre de se maintenir, mais l'extinction de l'espèce endémique *C. catoirii* paraît possible.

L'apparition de la mouche de la pêche en Égypte depuis quelques années (J.-P. Cayol, AIEA, comm. pers.), liée à sa tolérance à la sécheresse prouvée en laboratoire, représente maintenant une menace pour tout le bassin méditerranéen.

Parasitoïdes et lutte biologique

L'installation de *B. zonata* à la Réunion nous a conduit à réactiver les travaux sur la lutte biologique visant à acclimater des espèces pouvant se développer sur cette téphritide et limiter ses populations dans les zones de végétation spontanée qui sont des réservoirs de multiplication. L'intérêt s'est porté sur un parasitoïde important de *Bactrocera dorsalis* (Hendel), lui aussi d'origine asiatique, *Fopius arisanus* (Sonan) (Braconidae Opiinae). Il s'agit en effet de l'un des rares parasitoïdes ovo-pupaux de Tephritidae, ce qui lui confère une bonne efficacité contre les populations de ses hôtes. Cette espèce, introduite à Hawaii en 1946, y est devenue en quelques années le principal régulateur des populations de *B. dorsalis* et de *C. capitata* (Bess *et al.*, 1961 ; Rousse *et al.*, 2005).



ph. Rousse, CIRAD

Femelle de *Fopius arisanus* : elle pond dans les œufs des téphritides, puis sa larve se développe au détriment de celle de l'hôte, la dévore et « squatte » son puparium.

Bibliographie

- **Bautista, R.C., Harris, E.J., & Lawrence, P.O., 1998** - *Biology and rearing of the fruit fly parasitoid Biosteres arisanus: clues to insectary propagation.* Entomologia Exp. Applic. 89, 79-85.
- **Bautista, R.C., Mochizuki, N., Spencer, J.P., Harris, E.J., & Ichimura, D.M., 1999** - *Mass-rearing of the tephritid fruit fly parasitoid Fopius arisanus (Hymenoptera: Braconidae).* Entomologia Exp. Applic. Biological Control 15, 137-144.
- **Bess H.A., Van den Bosch R., & Haramoto F.H., 1961** - *Fruit fly parasites and their activities in Hawaii.* Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 15, 201-206.
- **Duyck P.F., David P., & Quilici S., 2004a** - *A review of relationships between interspecific competition and invasions in fruit flies (Diptera : Tephritidae).* Ecological Entomology, 29, 511-520.
- **Duyck P.F., & Quilici S., 2002** - *Survival and development of different life stages of three Ceratitis spp. (Diptera : Tephritidae) reared at five constant temperatures.* Bulletin of Entomological Research, 92, 461-469.
- **Duyck P.F., Sterlin J.F., & Quilici S., 2004b** - *Survival and development of different life stages of Bactrocera zonata (Diptera : Tephritidae) reared at five constant temperatures compared to other fruit fly species.* Bulletin of Entomological Research, 94, 89-93.
- **Étienne J., 1982** - *Étude systématique, faunistique et écologique des Tephritides de la Réunion.* 100 pp. Thèse de l'École pratique des hautes études, Paris.
- **Harris E.J., & Bautista R.C., 1996** - *Effects of fruit fly host, fruit species, and host egg to female parasitoid ratio on the laboratory rearing of Biosteres arisanus.* Entomol. Exp. Appl. 79, 187-194.
- **Hurtrel B., Quilici S., Jeuffraut E., Manikom R., Georger S., & Gourdon F., 2002** - *État de siège contre la mouche de la pêche, Bactrocera zonata : Bilan des opérations de deux années de lutte menées à la Réunion.* Phytoma-LDV, 551, 18-21.
- **Quilici S., 1989** - *Aménagement de la lutte chimique contre les mouches des fruits à la Réunion.* In : « R. Cavalloro (Ed.) : Fruit Flies of Economic Importance 87. Proc. CEC/IOBC Intern. Symposium Rome, 7-10 April 1987. A.A. Balkema Publ. », 515-524.
- **Quilici S., 1993** - *Protection phytosanitaire des agrumes : les ravageurs.* In : « M. Grisoni (Ed.) - La Culture des agrumes à la Réunion. Ouvrage collectif CIRAD/FLHOR-Réunion, 102 p. », 55-89.
- **Rousse P., Harris E.J. & Quilici S., 2005** - *Fopius arisanus, an egg-pupal parasitoid of Tephritidae. Overview.* Biocontrol News and Information (in press).

L'espèce avait déjà fait l'objet d'une tentative d'introduction à la Réunion au milieu des années 90, mais des difficultés rencontrées dans la conduite de l'élevage n'avaient pas permis de mener à bien ce programme. Depuis lors, de grands progrès ont été réalisés à Hawaï au niveau des méthodes d'élevage (Harris & Bautista, 1996 ; Bautista *et al.*, 1998, 1999) et un nouveau programme d'introduction a été mis en place en 2003, en collaboration avec l'USDA-ARS Hawaï.

La femelle de *F. arisanus* pond dans l'œuf hôte, où son œuf éclot en moins de 24 heures pour donner une larve de premier stade, peu active durant la phase larvaire de l'hôte. La première mue du parasitoïde se déclenche lors de la phase pré-pupale de l'hôte. La larve de mouche parasitée forme un puparium de taille réduite puis est dévorée par la larve de deuxième stade du parasitoïde. Celle-ci finit son développement pré-imaginal (troisième stade et nymphe) dans le puparium évidé d'où le parasitoïde adulte émerge 18 à 20 jours après la ponte (Bess *et al.*, 1961).

Dans un premier temps, les recherches ont porté sur la spécificité de *F. arisanus* vis-à-vis des huit espèces de téphritides d'importance économique présentes à la Réunion.

Un premier groupe d'espèces comprend *B. zonata* et *C. catotirii*, qui constituent des hôtes favorables à *F. arisanus* : entre 70 et 80 % des

PHYTOMA

La Défense des Végétaux

Bulletin d'abonnement

N° 584-07/05

Prix au n° 6,85 €

Nom : Prénom :
 Société :
 Adresse complète :
 Pays :
 Tél. : E-mail :

Prochainement dans
PHYTOMA
La Défense des Végétaux
Dossier
 Qualité sanitaire
 des récoltes

Pour nous permettre de bien vous connaître, merci de cocher les cases ci-dessous

VOTRE ACTIVITÉ	
2 <input type="checkbox"/> Conseil <input type="checkbox"/> Prescription <input type="checkbox"/> Diagnostic	7 <input type="checkbox"/> Mairies / Collectivités / Administrations
3 <input type="checkbox"/> Distribution (coopératives, négoce)	V <input type="checkbox"/> Vigne
4 <input type="checkbox"/> Productions végétales	C <input type="checkbox"/> Céréales <input type="checkbox"/> Maïs
5 Agro-fournitures :	P <input type="checkbox"/> Oléo-protéagineux
<input type="checkbox"/> Hyto <input type="checkbox"/> Engrais	B Autres grandes cultures :
<input type="checkbox"/> Semences <input type="checkbox"/> Matériel	<input type="checkbox"/> Betterave <input type="checkbox"/> Pomme de terre
6 <input type="checkbox"/> Enseignement / Recherche	L <input type="checkbox"/> Cultures légumières
	R <input type="checkbox"/> Cultures fruitières

PHYTOMA · La Défense des Végétaux

• France : 1 an : 60,00 € dont T.V.A. : 1,23 €
 2 ans : 96,00 € dont T.V.A. : 1,97 €

• Tarif groupe : 1 an : 48,00 € à partir de 5 demandes d'abonnement groupées dont T.V.A. : 0,99 €

• Cee, Suisse

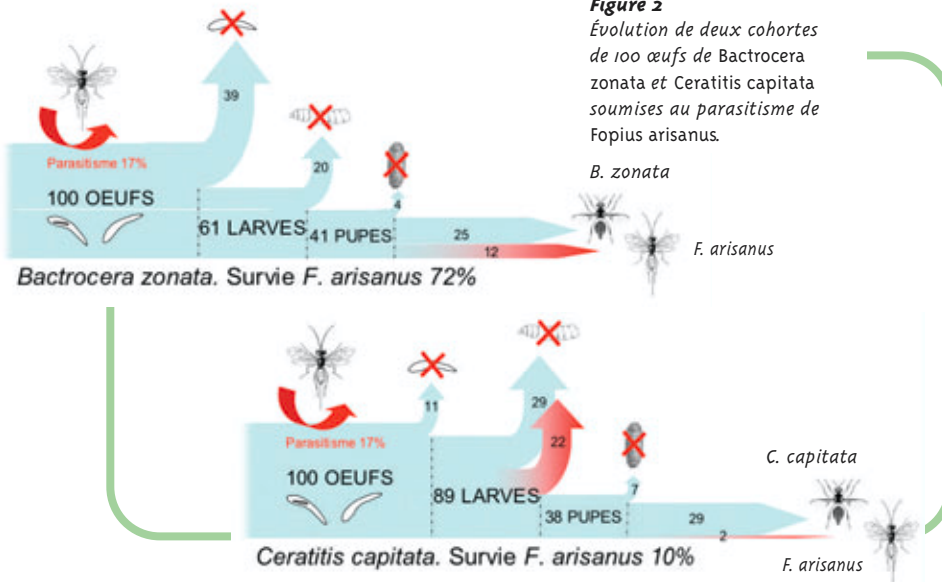
Je règle par :

Chèque bancaire ou postal à l'ordre de "Le Carrousel Éditions"
 Mandat à l'ordre de "Le Carrousel Éditions"
 Carte bancaire n° :
 date d'expiration :
 Cryptogramme de 3 chiffres (voir au verso de la carte) :

Je : Signature

A retourner à **PHYTOMA · La Défense des Végétaux**
 Service abonnements
 27, rue Danielle-Casanova - 75001 Paris
 Tél. : 01 42 61 62 35
 Internet : www.phytoma-ldv.com

Figure 2
Évolution de deux cohortes de 100 œufs de *Bactrocera zonata* et *Ceratitis capitata* soumises au parasitisme de *Fopius arisanus*.



œufs parasités donnent en effet des parasitoïdes adultes (Figure 2).

Un second groupe rassemble trois espèces nuisibles aux cultures maraîchères (*Neoceratitis cyanescens* (Bezzi), *Dacus ciliatus* Loew, *Dacus demmerezi* Bezzi) mais aussi *C. capitata* et *C. rosa*. Ces hôtes de mauvaise qualité ne permettent qu'une faible survie du parasitoïde, entre 10 et 25 % des œufs parasités (Figure 2), mais le parasitisme entraîne une nette augmentation de leur mortalité pré-imaginale.

Enfin, la mouche du melon *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) empêche complètement le développement du parasitoïde, bien que ses œufs soit parasités à un taux similaire à celui observé sur les autres espèces.

D'autres recherches sont en cours afin de préciser les mécanismes de sélection des hôtes et de leur habitat par ce parasitoïde.

De décembre 2003 à mai 2005, au total 74 800 adultes du parasitoïde ont été lâchés dans le nord (11 000), l'ouest (13 600), le sud (45 200) et l'est de l'île (5 000). Des collectes de fruits ont permis de détecter la présence du parasitoïde dans certains sites plusieurs mois après la fin des lâchers, mais l'acclimatation définitive de l'espèce reste à confirmer.

Le développement satisfaisant de *F. arisanus* sur *B. zonata* au laboratoire laisse espérer que, si son acclimatation est effective, ce parasitoïde puisse exercer une maîtrise intéressante des populations de la mouche de la pêche. Les enquêtes futures devraient permettre d'évaluer précisément cet impact.

Lutte intégrée, méthodes à adapter

La co-existence de *B. zonata* et des *Ceratitis* spp. en basse altitude oblige aujourd'hui à revoir pour ces zones les stratégies de lutte raisonnée qui avaient été développées contre les *Ceratitis* dans les années 90.

La surveillance des populations de mouches en verger de basse altitude passe actuellement

par un piégeage sexuel utilisant à la fois l'attractif sexuel des *Ceratitis* (trimedlure) et celui de *B. zonata* (méthyl-eugénol). Les seuils d'intervention empiriques mis au point pour la lutte contre les *Ceratitis* (Quilici, 1993) doivent être adaptés pour tenir compte de la présence des deux genres de Tephritidae. Il est possible qu'à l'avenir on doive utiliser des seuils différents selon les régions en fonction de la dominance d'un genre ou l'autre.

Quoi qu'il en soit, pour les zones de basse altitude, la lutte raisonnée contre les mouches devrait passer par l'utilisation conjointe :

- des traitements par taches à base d'attractif alimentaire (BAT ou Bait Application Technique des Anglo-Saxons) permettant de cibler les trois espèces d'importance économique,
- de la technique de destruction des mâles (MAT ou Male Annihilation Technique), probablement un complément utile pour maîtriser les populations de *B. zonata*.

Pour les vergers d'altitude où *C. rosa* est la seule espèce d'importance économique, les méthodes anciennes de lutte raisonnée restent applicables (Quilici, 1989). Il est envisageable de poursuivre dans ces zones la mise au point de méthodes de lutte bio-technique faisant appel au piégeage de masse ou à des stations attractives (« bait stations ») basées sur l'usage d'attractifs spécifiques des femelles.

Dans tous les cas, la prophylaxie (éviter la présence de foyers de plantes-réservoirs aux abords des cultures, ramasser et détruire les fruits tombés) reste de première importance.

Par ailleurs, il conviendra de s'orienter de plus en plus à l'avenir vers une gestion des populations de Tephritidae à l'échelle du paysage ou du bassin versant. En effet les méthodes utilisables (MAT comme BAT) s'avèrent bien plus efficaces si elles sont appliquées à une échelle plus large que celle de la parcelle.

Résumé

Depuis son installation effective à La Réunion en 2001, la mouche de la pêche *Bactrocera zonata* est entrée en compétition avec les espèces de *Ceratitis* déjà présentes et tend à devenir l'espèce dominante dans les zones de basse altitude de l'île.

Le CIRAD Réunion mène des études pour préciser les mécanismes de cette compétition qui concerne les stades larvaires et le stade adulte, et est modulée par l'action de facteurs abiotiques (température, pluviométrie) et par la qualité variable des plantes-hôtes pour les diverses espèces de Tephritidae.

Un programme de lutte biologique en cours vise à acclimater dans l'île un parasitoïde ovo-pupal originaire d'Hawaï, *Fopius arisanus*. En parallèle, des recherches sont conduites sur la spécificité de cet auxiliaire et les facteurs régulant la recherche de ses hôtes et de leur habitat. L'installation dans l'île de *B. zonata* amène par ailleurs à revoir les schémas de lutte intégrée contre les Tephritidae nuisibles aux cultures fruitières développés dans les années 90.

Mots-clés : La Réunion, mouche de la pêche *Bactrocera zonata*, lutte biologique, *Fopius arisanus*, lutte intégrée.

Summary

BACTROCERA ZONATA
IN LA REUNION ISLAND

Since it settled in La Réunion island in 2001, the peach fruit fly, *Bactrocera zonata*, has entered an interspecific competition with the already established *Ceratitis* species and tends to become the dominant species in most of the lowland areas of the island. The on-going studies in CIRAD Réunion aim at analysing the mechanisms of this competition which can be observed in larval as well as adult stages. The result of this competition is also affected by the influence of various abiotic factors (temperature, rainfall) and by the differential quality of the host-plants for the different tephritid species.

In terms of control, an on-going classical biological control programme has been set up with the objective of acclimating an ovo-pupal fruit fly parasitoid from Hawaii, *Fopius arisanus*. In the meantime, research is being carried out on the specificity of this natural enemy and on the factors that play a role in host selection in this species.

The installation of the peach fruit fly in the island means that we will have to readapt the integrated control methods developed in the 90's against fruit flies damaging fruit crops.