

L'augmentorium, un outil de protection agroécologique des cultures

Conception et évaluation en milieu paysan de l'Île de La Réunion

Jean-Philippe Deguine¹
Toulassi Atiama-Nurbel¹
Elisabeth Douraguia²
Pascal Rousse³

¹ Cirad
UMR PVBMT
97410 Saint-Pierre
La Réunion
France
<jean-philippe.deguine@cirad.fr>
<toulassi.atiama@cirad.fr>

² VIVEA
6, chemin Beurivage
97410 Saint-Pierre
La Réunion
France
<elisabeth.douraguia@gmail.com>

³ Chambre d'agriculture de La Réunion
Antenne Sud
2, Ligne Paradis
97410 Saint-Pierre
La Réunion
France
<pascal.rousse@reunion.chambagri.fr>

Résumé

À La Réunion, la protection des cultures contre les mouches des fruits et des légumes (Diptera, Tephritidae) a pris un virage agroécologique. Dans cette démarche, les mesures prophylactiques reposent sur l'utilisation d'un augmentorium. Il s'agit d'une structure ressemblant à une tente fermée dans laquelle on dépose régulièrement les fruits infestés ramassés au champ. L'augmentorium empêche ainsi la ré-infestation de l'agroécosystème par une nouvelle génération d'adultes de mouches qui émergent dans l'augmentorium, alors qu'un filet à la maille adaptée, placé sur le toit de l'augmentorium, permet de relâcher dans la nature les parasitoïdes des mouches. L'objectif de l'étude est de mettre au point et d'évaluer la technique de l'augmentorium adaptée au contexte de La Réunion. En premier lieu, une enquête montre que, dès qu'elle est correctement présentée et expliquée, la technique de l'augmentorium reçoit un très bon accueil, non seulement de la part des agriculteurs produisant des légumes, mais aussi de la part des particuliers possédant des arbres fruitiers dans leur jardin. Les deux types d'augmentorium qui ont été conçus en concertation avec des agriculteurs, puis fabriqués localement, se révèlent faciles d'emploi et adaptés à la diversité des situations de production. Plusieurs dizaines d'agriculteurs utilisent l'augmentorium depuis 2009 : ils considèrent cette technique simple, efficace, respectueuse de l'environnement et peu consommatrice en coût et en temps. À terme, l'utilisation de ce type de technique peut être envisagée aussi bien en ville qu'à la campagne, reliant ainsi protection agroécologique des cultures et écologie urbaine.

Mots clés : lutte biologique ; lutte écologique ; prophylaxie ; Réunion ; Tephritidae.

Thèmes : pathologie ; productions végétales.

Abstract

The augmentorium, a tool for agroecological crop protection. Design, implementation and evaluation on farm conditions on Reunion Island

Management of fruit flies (Diptera: Tephritidae) has shifted to agroecological crop protection on Reunion Island. Our approach relies mainly on risk prevention using an augmentorium. This tent-like structure confines rotting fruits collected on the field soil, then prevents the agroecosystem re-infestation by the next fly generation. Furthermore, its roof has a net with a mesh enabling escape for beneficial parasitoids. This study aimed at designing, implementing and evaluating the augmentorium technique under conditions on Reunion Island. Firstly, farmers and backyard owners readily accepted the technique as soon as it was correctly presented and explained. Secondly, two types of augmentorium were designed with users and locally manufactured in order to be both handy and adapted to the diversity of field situations. Thirdly, several tenths of farmers have used the augmentorium over the past two years: they feel it is simple, effective, environmentally safe and not time-consuming. In the future, the usage of the augmentorium can be

Pour citer cet article : Deguine JP, Atiama-Nurbel T, Douraguia E, Rousse P, 2011. L'augmentorium, un outil de protection agroécologique des cultures. Conception et évaluation en milieu paysan de l'Île de La Réunion. *Cah Agric* 20 : 261-5. doi : 10.1684/agr.2011.0488

considered in fields, rural villages and towns, linking agroecological crop protection to urban ecology.

Key words: biological control; ecological control; prophylaxis; Réunion; Tephritidae.

Subjects: pathology; vegetal productions.

Les mouches des fruits et des légumes (Diptera, Tephritidae) sont de redoutables bioagresseurs à l'échelle mondiale (White et Elson-Harris, 1992). À La Réunion, huit espèces de mouches attaquent les arbres fruitiers et les légumes. Trois espèces attaquent les Cucurbitacées : *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett), *Dacus ciliatus* Loew et *Dacus demerzezi* Bezzi. Une espèce attaque certaines Solanacées : *Neoceratitis cyanescens* (Bezzi). Les quatre autres espèces attaquent les cultures fruitières (mangue, agrumes...) : *Bactrocera zonata* (Saunders), *Ceratitidis rosa* (Karsch), *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) et *Ceratitidis catoirii* Guérin-Méneville. Les mouches des légumes (Cucurbitacées et Solanacées) sont considérées comme les principaux ravageurs des cultures, pouvant entraîner des pertes atteignant 90 % de la production (Vayssières, 1999). Jusqu'à ces dernières années, la protection des systèmes horticoles contre ces insectes consistait essentiellement en une lutte chimique intensive, pouvant comporter pendant la période de culture jusqu'à plusieurs traitements par semaine. Cette protection s'avère aujourd'hui inefficace et insatisfaisante (Ryckewaert *et al.*, 2010). De plus, les parasitoïdes *Psyttalia fletcheri* (Silvestri) et *Fopius arisanus* (Sonan), qui ont été introduits dans les années 2000 et qui sont installés désormais sur l'île, n'ont pas un impact significatif, en partie à cause de la forte pression insecticide exercée dans les systèmes horticoles.

Un virage vers une gestion agroécologique des mouches des légumes est aujourd'hui amorcé à La Réunion, s'inspirant à la fois des principes de protection agroécologique des cultures (Deguine et Ferron, 2006 ; Deguine *et al.*, 2008) et d'expériences étrangères, notamment à Hawaii (Liquidó, 1991 et 1993), où une technique originale de prophylaxie, reposant sur un outil appelé « augmentorium », a été mise au point

(Klungness *et al.*, 2005 ; Jang *et al.*, 2007). L'augmentorium est une sorte de tente fermée en toile, dont une partie du toit est constituée d'un morceau de filet à moustiquaire. Les fruits piqués par les mouches des légumes et infestés par leurs larves, sont ramassés régulièrement et placés dans cette tente. Les dimensions des mailles de la structure d'émergence qui chapeaute l'augmentorium sont telles que les parasitoïdes adultes peuvent s'échapper, ce qui n'est pas le cas des ravageurs adultes. Cela permet d'augmenter le nombre de parasitoïdes au voisinage de l'augmentorium.

À La Réunion, les premières études menées localement sur cette technique ont consisté en des tests biologiques en laboratoire pour le choix d'une maille adaptée aux espèces de mouches et à leurs parasitoïdes (Deguine *et al.*, 2011). Pour compléter ces premiers résultats, l'objectif de la présente étude est de mettre au point un augmentorium adapté aux conditions rencontrées dans cette île. Les objectifs spécifiques sont d'étudier les perceptions des utilisateurs potentiels vis-à-vis de l'augmentorium et d'en évaluer le comportement lors d'un usage par des agriculteurs et des particuliers.

Matériel et méthode

Enquête sur la protection contre les mouches des fruits et des légumes

En 2009, une enquête a été effectuée à l'Entre-Deux, un village du Sud de l'île (21° 14' S, 55° 28' E), ayant une vocation horticole marquée (fruits et légumes). Le problème des mouches des fruits et des légumes y est bien connu, à la fois des producteurs maraîchers et des particuliers possédant des arbres fruitiers dans leur jardin.

L'enquête a concerné 30 agriculteurs et 90 habitants du village. Le questionnaire a été divisé en deux parties principales. Une première partie a porté sur l'évaluation des dégâts des mouches et la perception de la protection phytosanitaire actuelle. Une seconde partie a concerné les techniques alternatives de protection, dont la prophylaxie, et les possibilités d'utiliser l'augmentorium.

Mise au point d'un augmentorium réunionnais et des modalités d'utilisation au champ

En 2008 et 2009, des enquêtes sur questionnaires visant à obtenir des informations permettant la mise au point d'un prototype d'augmentorium ainsi que des essais d'utilisation au champ ont été réalisés auprès de sept agriculteurs « biologiques » de La Réunion.

L'enquête a été effectuée en trois étapes :

- avant l'utilisation de l'augmentorium sur le terrain, afin de concevoir le cahier des charges de l'augmentorium ;
- après l'utilisation du prototype pendant plusieurs semaines sur le terrain, l'objectif étant ici d'identifier les inconvénients majeurs et les améliorations possibles ;
- à l'issue d'une année de recul et de pratique pour en définir les modalités d'utilisation les plus appropriées dans le contexte réunionnais.

Mise en place d'une série d'augmentoria en milieu producteur

Enfin, en 2009 et 2010, les deux types d'augmentorium retenus, conçus puis fabriqués localement, ont été distribués à quelques dizaines d'agriculteurs. Les avis de ces utilisateurs ont

permis de connaître l'accueil de la technique en milieu paysan.

Résultats

Perception de la protection contre les mouches et de l'intérêt de l'augmentorium

La plupart des agriculteurs et des particuliers interrogés dans la commune de l'Entre-Deux connaissent les mouches des fruits et des légumes. Quarante-trois pour cent des agriculteurs cultivent des Cucurbitacées (courgette, citrouille, concombre, chou chou) ou des Solanacées (aubergine, tomate). Ils estiment globalement leurs dégâts à plus de 40 % de pertes de production malgré la protection, mais 22 % des agriculteurs évaluent ces pertes à plus de 80 %. Pour leur part, 70 % des particuliers sont plutôt confrontés à des mouches qui s'attaquent aux arbres fruitiers de leur jardin. Même s'ils ne quantifient pas l'incidence de ces mouches sur les récoltes, les particuliers estiment qu'elle est significative. Actuellement, les agriculteurs et les habitants s'accordent sur l'inefficacité des traitements insecticides. Pourtant, 100 % des agriculteurs traitent contre les mouches des légumes : 45 % traitent en moyenne une fois par semaine et 25 % deux fois par semaine. La cyperméthrine est la matière active la plus utilisée (90 % des agriculteurs l'utilisent). Cependant, bien que tous traitent, 70 % des agriculteurs considèrent que les traitements ne sont pas efficaces. Chez les particuliers, la protection des arbres fruitiers, quand elle est pratiquée, est basée sur des traitements chimiques : 48 % des traitements sont à base de cyperméthrine ou de deltaméthrine et 53 % des particuliers estiment que ces traitements sont inefficaces. Parmi les autres techniques de lutte, le piégeage de masse à l'aide de paraphéromones sexuelles est utilisé par 60 % des agriculteurs. Ils apprécient cette technique car elle est simple à mettre en œuvre et ne demande pas beaucoup de travail. Bien qu'elle ne soit pas recommandée, car nuisible aux insectes utiles, l'utilisa-

tion de bouteilles jaunes engluées est aussi pratiquée couramment (37 % des agriculteurs et 38 % des particuliers). En revanche, la prophylaxie contre les mouches (ramassage et élimination des fruits infestés), qui est recommandée depuis longtemps, n'est pas pratiquée. Les agriculteurs considèrent cette technique comme trop contraignante en temps de ramassage et ne correspondant pas à l'image de « l'agriculteur moderne ». Ils n'en voient pas non plus les retombées immédiates après le ramassage. Pour leur part, 84 % des particuliers ne connaissent pas l'intérêt de la prophylaxie et ne pratiquent pas le ramassage des fruits.

Finalement, les agriculteurs se trouvent aujourd'hui dans une situation paradoxale : d'une part, 90 % d'entre eux envisagent de réduire l'utilisation de pesticides, car ils sont coûteux et inefficaces ; d'autre part, 74 % d'entre eux n'imaginent pas d'autre solution. Ils seraient pourtant prêts, à 90 %, à s'engager dans une démarche nouvelle, si son efficacité est démontrée. La prophylaxie semble être celle qui est la plus appréciée par ceux qui veulent changer de pratiques. Ainsi, 33 % des agriculteurs seraient prêts à consacrer une heure par jour à ramasser les fruits attaqués, et 87 %

des particuliers seraient disposés à le faire. Par ailleurs, la majorité des agriculteurs et des habitants se disent prêts à utiliser l'augmentorium (figure 1) : 83 % des agriculteurs et 43 % des habitants sont même prêts à investir une somme de 100 euros dans l'achat d'un exemplaire.

En conclusion, la technique de l'augmentorium reçoit un très bon accueil de la part des agriculteurs et des habitants qui considèrent qu'elle peut être efficace si elle est employée par tous à l'échelle du village.

Mise au point de prototypes et des modalités d'utilisation

Les discussions avec les agriculteurs certifiés en Agriculture Biologique ont permis de concevoir et de mettre au point un prototype d'augmentorium de première génération (PIG), adapté au cahier des charges. Ce prototype a globalement donné satisfaction (disponibilité, coût de l'ordre de 50 euros), mais a montré plusieurs défauts majeurs : la toile s'est révélée insuffisamment solide face aux conditions climatiques (vents violents, parfois de type cyclonique, alternance très marquée du soleil et de la pluie) ; dans les zones pluvieuses, les pluies

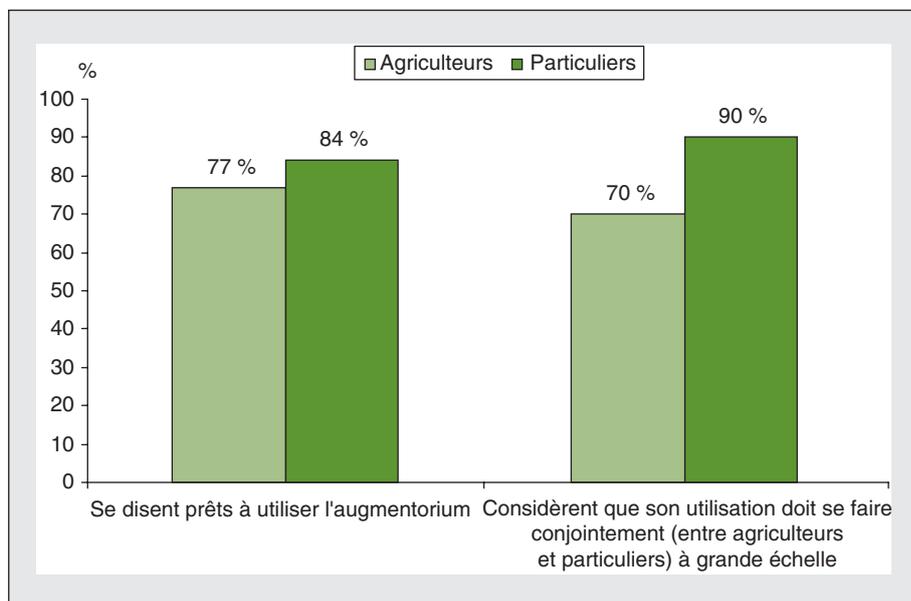


Figure 1. Perception de l'augmentorium et de son utilisation à grande échelle chez les agriculteurs et les habitants du village de l'Entre-Deux (Ile de La Réunion).

Figure 1. Perception of the augmentorium and its large-scale use for farmers and residents of the village of Entre-Deux (Reunion Island).

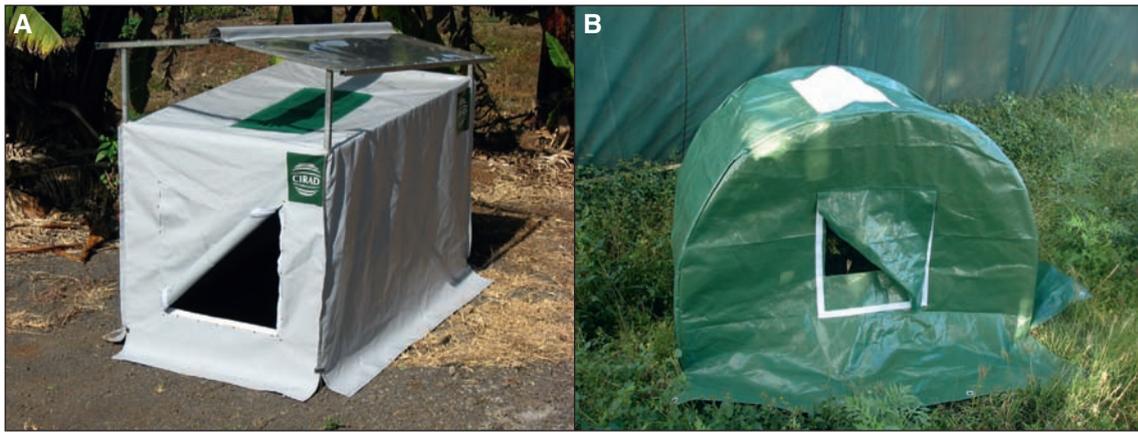


Figure 2. Types d'augmentorium de deuxième génération.

Figure 2. Second generation types of augmentorium.
A) P2GA ; B) P2GB.

ont inondé rapidement la partie inférieure de l'augmentorium rendant son utilisation aléatoire. D'autres inconvénients peuvent être avancés : transport difficile (démontage long et compliqué) ; couleur en disharmonie avec les couleurs des paysages agricoles.

Deux types d'augmentorium de deuxième génération (P2GA et P2GB, figure 2) ont alors été conçus et mis au point, prenant en compte les améliorations nécessaires. De plus, ces augmentoria dont le prix de revient est de l'ordre de 100 euros (somme que 83 % des agriculteurs sont prêts à dépenser pour leur acquisition), sont facilement démontables et transportables.

Modalités d'utilisation de l'augmentorium au champ

La fréquence de ramassage des fruits attaqués dépend du type de culture et de la saison de culture. Le ramassage peut ainsi être effectué quotidiennement en culture de courgette en pleine période de production en saison chaude ou une à deux fois par semaine en culture de chayote (*Sechium edule*) en saison hivernale. Quand on décide d'arrêter de déposer des fruits attaqués dans un augmentorium (afin de le nettoyer ou de récupérer le contenu), il convient d'observer un délai d'un mois avant d'ouvrir l'augmentorium. Ce délai, pendant lequel on ne place plus de fruits attaqués, correspond globale-

ment à la longueur du cycle des mouches des légumes et il évite ainsi la libération dans l'agroécosystème des mouches émergées dans l'augmentorium. Pour plus de sécurité, ce délai peut être étendu à 5 à 6 semaines : la survie d'un adulte des mouches des légumes dans l'augmentorium après son émergence ne dépasse pas 2 jours en moyenne. Pendant cette période, on peut placer les fruits tombés et infestés de larves dans un second augmentorium, situé ailleurs dans la parcelle. On peut ainsi disposer plusieurs augmentoria dans l'exploitation, à des endroits bien choisis, en fonction de la culture concernée, de la taille des fruits à ramasser, de l'importance des dégâts, de la saison de culture, de la topographie des lieux, ou encore des moyens humains disponibles.

Accueil de l'augmentorium en milieu producteur

Depuis 2009, dans le cadre du projet Gamour (Gestion agroécologique des mouches des légumes à La Réunion), 81 augmentoria (41 du type P2GA et 40 du type P2GB) ont été fabriqués et distribués chez des agriculteurs « conventionnels » dans trois villages (Entre-Deux, Petite île et Salazie), ainsi que dans plusieurs fermes certifiées en Agriculture Biologique. Le bilan de l'emploi de ces deux types d'augmentorium en milieu producteur se révèle très positif et ils peuvent être recommandés auprès des organismes de

développement. En effet, tous les agriculteurs concernés utilisent réellement l'augmentorium au champ et ils se montrent tous très satisfaits. En général, le scepticisme de départ (interrogation sur l'efficacité d'une technique préventive dont on ne voit pas l'impact immédiatement, doute sur la capacité à dégager du temps pour le ramassage des fruits piqués) a finalement laissé place à une réelle satisfaction. Les agriculteurs évaluent concrètement l'efficacité de la technique en observant des quantités importantes de mouches restées prisonnières dans l'augmentorium, qu'il s'agisse de mâles ou de femelles. Les agriculteurs considèrent également que le ramassage des fruits et leur élimination dans l'augmentorium contribuent à réduire significativement les dommages causés par ces insectes aux cultures. Par ailleurs, l'outil se montre rustique, solide, facile à utiliser. Enfin, le temps consacré au ramassage et au dépôt des fruits se révèle finalement peu important, au regard du temps consacré auparavant aux traitements insecticides classiques (plusieurs traitements hebdomadaires).

Discussion

L'augmentorium est une technique actuellement peu utilisée dans le monde et peu d'études y ont été consacrées. Il est difficile dans ce contexte de comparer les résultats

obtenus à La Réunion avec ceux qui sont publiés dans la littérature. Cela donne d'autant plus d'importance à la présente étude.

En plus de son rôle clé dans la prévention des infestations de mouches des fruits et des légumes, l'augmentorium peut aussi être considéré comme une technique originale de lutte biologique d'augmentation des populations de parasitoïdes (d'où son nom). Un tel principe a été envisagé dans d'autres conditions, pour d'autres insectes (Kehrli *et al.*, 2004). Enfin, il est envisageable de faire jouer à l'augmentorium un rôle dans la production de compost, en y mélangeant les fruits piqués en décomposition à une quantité adaptée de matières organiques. Des premiers tests de mélanges de courgettes infestées, avec des résidus de tiges de canne à sucre et des déchets de litière de volaille, se sont révélés prometteurs.

Par ailleurs, compte tenu des premiers résultats encourageants en milieu paysan, l'emploi de l'augmentorium pourra être étendu à un grand nombre de zones agricoles de La Réunion et même d'autres pays où les cultures horticoles sont attaquées par les Tephritidae.

Enfin, il semble également que cet outil puisse également servir en milieux villageois ou urbain, permettant aux particuliers de ramasser les fruits ou les légumes piqués dans leurs jardins. Ce constat souligne la pertinence d'envisager une utilisation de l'augmentorium à grande échelle, où villageois et agriculteurs sont concernés par la gestion des mouches et de mettre au point des augmentoria de capacités différentes : de 0,1 à 0,3 m³ pour les particuliers possédant quelques arbres fruitiers dans leur jardin ; de l'ordre de 1 m³ pour des agriculteurs cultivant des Cucurbitacées en plein champ ; de l'ordre de 2 m³ pour des producteurs de chou chou ou de mangue.

Conclusion

L'enquête réalisée auprès des agriculteurs et des habitants du village de l'Entre-Deux confirme l'intérêt de la technique de prophylaxie basée sur l'augmentorium. Les deux types d'augmentorium mis au point se révèlent adaptés à la diversité des contextes de culture de fruits et légumes à La Réunion. Les producteurs de Cucurbitacées, « conventionnels » et « bio », qui utilisent l'augmentorium depuis deux campagnes agricoles se montrent très satisfaits et considèrent la technique comme très efficace.

L'intérêt de cette technique, dépasse les seuls producteurs de Cucurbitacées à La Réunion, car elle concerne la protection des cultures dans de nombreuses situations. Les utilisateurs potentiels, du jardinier amateur à l'agriculteur, sont nombreux. Il reste toutefois des pistes de recherche à approfondir, telles que la faisabilité du compostage et la mesure de l'impact de la lutte biologique en utilisant l'augmentorium, ainsi que l'amélioration des prototypes en fonction des conditions et des utilisateurs. ■

Remerciements

Les auteurs remercient Marie-Ludders Moutoussamy, Cedric Ajaguin-Soleyen, Matthias Duval et Jessie Belizaire pour leur implication dans les essais et les enquêtes. Des remerciements particuliers sont adressés à Thierry Taye (directeur de la société Takamaka Industries) pour sa contribution financière à la réalisation de l'enquête. Cette étude a été financée par le Cirad, la région de La Réunion et le ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, dans le cadre du projet Gamour (projet Casdar).

Références

- Deguine JP, Ferron P, 2006. Protection des cultures, préservation de la biodiversité, respect de l'environnement. *Cahiers Agricultures* 15 : 307-11.
- Deguine JP, Ferron P, Russell D, 2008. *Protection des cultures : de l'agrochimie à l'agroécologie*. Versailles : éditions Quae.
- Deguine JP, Atiama-Nurbel T, Quilici S, 2011. Net choice is key to the augmentorium technique of fruit fly sequestration and parasitoid release. *Crop Protection* 30 : 198-202.
- Jang EB, Klungness LM, McQuate GT, 2007. Extension of the use of augmentoria for sanitation in a cropping system susceptible to the alien Tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 11 : 239-48.
- Kehrli P, Lehmann M, Bacher S, 2004. Mass-hatching devices: a new biocontrol technique to augment parasitoids. *Biological Control* 32 : 191-9.
- Klungness LM, Jang EB, Ronald FL, Vargas RI, Sugano JS, Fujitani E, 2005. New sanitation techniques for controlling tephritid Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 9 : 5-14.
- Liquido NJ, 1991. Fruit ground as reservoir of resident melon fly (Diptera: Tephritidae) populations in papaya Orchards. *Environmental Entomology* 20 : 620-5.
- Liquido NJ, 1993. Reduction of Oriental Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) populations in papaya orchards by field sanitation. *Journal of Agricultural Entomology* 10 : 163-70.
- 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.
- Vayssières JF, 1999. *Les relations plantes-insectes chez les Dacini* (Diptera-Tephritidae) ravageurs des Cucurbitacées à La Réunion. Thèse de doctorat. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.
- White IE, Elson-Harris MM, 1992. *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. Wallingford (United Kingdom) : CAB International.