



Mots clés : *Procontarinia mangiferae*, cycle bio-écologique, manguier, diapause, lutte intégrée

QUELQUES INFORMATIONS SUR LES TRAVAUX

Ces travaux ont été menés par l'unité de recherche HortSys du Cirad, en collaboration avec l'unité PVBMT, dans le cadre du projet Ecofrut sur 3 années (2010-2013).

POURQUOI S'INTÉRESSER A LA CÉCIDOMYIE DES FLEURS DU MANGUIER?

Le **manguier**, production **fruitière d'importance à la Réunion**, est une espèce attaquée par un cortège de bio-agresseurs. Parmi eux, la **cécidomyie des fleurs**, *Procontarinia mangiferae*, est un **bio-agresseur majeur**, entraînant de **forts dégâts économiques**. Originaire d'Inde, cet insecte est largement présent à l'échelle mondiale dans les zones de production de mangue. Considéré comme **invasif à la Réunion**, il a été mentionné pour la première fois sur l'île en 1974 par Etienne et Roura, mais sa date précise d'introduction reste inconnue. Les **produits phytosanitaires** ont souvent été utilisés pour lutter contre ce ravageur mais **sont peu efficaces**. Il n'y a en outre pas d'usage homologué contre la cécidomyie des fleurs dans la réglementation française. A l'heure de la réduction des produits chimiques de synthèse, c'est naturellement que la recherche se tourne vers les **solutions de lutte alternatives**, qui exigent une très **bonne connaissance de ce bio-agresseur** et de ses **interactions avec le manguier**. L'objectif des **travaux menés** a donc été de **renforcer les connaissances sur sa biologie** d'une part, et sur ses **relations avec le manguier** d'autre part, en vue de développer des **stratégies de gestion agro-écologique de ce bio-agresseur**.



LA CÉCIDOMYIE DES FLEURS DU MANGUIER *PROCONTARINIA MANGIFERAE*

Son cycle biologique

La cécidomyie des fleurs du manguier, *Procontarinia mangiferae* est un moucheron (diptère) d'une longueur de 2 mm. La durée de vie



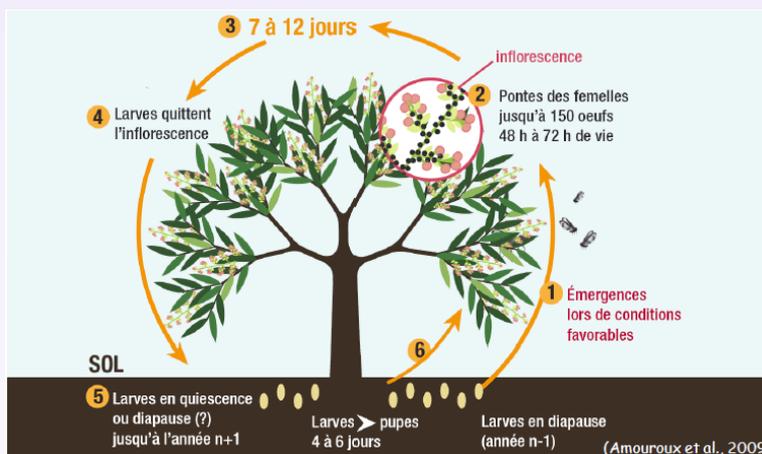
Photo : A. Franck

des adultes est très courte, 2 à 3 jours, le temps de la reproduction. Les **femelles adultes pondent** sur les **inflorescences en débourrement** ou directement sur les **boutons floraux**, ainsi que sur les **jeunes feuilles**. Les **larves vont pénétrer et se développer** dans ces **organes** pendant **6 à 13 jours** et provoquer la **formation de galles** (croissance anormale des tissus végétaux). Le cycle biologique de l'insecte comprend **3 stades larvaires**. Le **premier stade larvaire** est une **phase mobile** durant laquelle la **larve migre** depuis le lieu de ponte jusqu'à son lieu d'alimentation à l'intérieur de **tissus tendres du manguier (axes des inflorescences, boutons floraux, jeunes feuilles)**. Cette phase est accomplie en moins de 48h. Durant les **deux stades larvaires suivants**, la larve **s'alimente à l'intérieur des tissus du manguier**. A la fin du **troisième stade larvaire**, la larve cesse de s'alimenter et perce un trou à travers la pa-



Larve du 3^{ème} stade dans sa galle
Photo : A. Franck

roi de la galle pour **s'éjecter au sol**. Une fois **au sol**, les **larves s'enfouissent** et se protègent à l'intérieur d'un cocon de soie. A ce stade, deux événements sont possibles. Soit la **larve s'empuie et continue son cycle**. Les **adultes émergent du sol** entre **4 et 6 jours** après la **pupaison** et se reproduisent sur les organes du manguier. Soit elle rentre en **diapause**, le **développement de la larve est stoppé**. Les **larves sortent de diapause** dès le **retour de conditions favorables**, mais peuvent aussi **rester en diapause pendant plusieurs années**.



Galles sur inflorescence
Photo : P. Amouroux



Galles sur jeune feuille
Photo : P. Amouroux

Quels sont les dégâts sur le manguier?

En minant les **tissus**, les **larves entraînent leur destruction partielle ou totale par dessèchement**. Ce sont surtout les **dégâts sur les inflorescences** qui entraînent les **dégâts économiques**. La floraison d'un verger peut être entièrement détruite en quelques jours.



Inflorescence desséchée
Photo : P. Amouroux

LES TRAVAUX MENÉS

Les travaux ont été réalisés en deux temps. Dans un premier temps, l'étude **d'une éventuelle diapause de l'insecte** et de ses **caractéristiques**, qui permettent de maintenir les populations dans les vergers d'une saison de floraison à la suivante, ont été **étudiées en milieu naturel et contrôlé**. Dans un deuxième temps, la **dispersion des femelles entre vergers et dans un verger** a été étudiée à travers des travaux de modélisation en prenant en compte les **capacités de vol** et la **distribution spatio-temporelle des stades phénologiques sensibles du manguiier (inflorescences et jeunes feuilles)**.

Afin de déterminer la présence et la dynamique de population de l'insecte dans les vergers au cours de l'année, des pièges pour cécidomyies adultes et pour les larves ont été mis au point. Ces pièges ont été placés dans différents vergers de l'Ouest de l'île et ont été suivis pendant un an, de juin à juin. Il s'agit de **pièges à eau** (un récipient rempli d'eau) placés sous les **organes à des stades phénologiques sensibles du manguiier** (les inflorescences et jeunes feuilles). Ils interceptent les **larves qui tombent de l'arbre vers le sol**. Un piège a été placé par arbre, sur 20 arbres au hasard dans chacun des vergers. Des **pièges à émergence** ont été placés dans des vergers pendant 15 mois (de juillet de l'année n à octobre de l'année n+1). Ces pièges interceptent les **adultes émergeant du sol**. Larves et adultes ont été **dénombrés chaque semaine dans les deux types de piège**.



Afin de suivre l'évolution du **taux de diapause au cours de l'année**, des larves du dernier stade larvaire ont été prélevées en saison fraîche (5 prélèvements de juin à septembre) et en saison chaude (4 prélèvements de janvier à avril). Les **larves** ont été **collectées dans des pièges à eau placées sous des inflorescences en hiver** et sous des **jeunes feuilles en été**. 100 à 250 larves vivantes ont été placées dans des boîtes à émergence (BioQuip®) remplies avec du sable stérile humidifié et placées en conditions de température contrôlées au laboratoire. Chaque jour, les **adultes** (ainsi que des éventuels parasitoïdes émergents) ont été **dénombrés** jusqu'au 21^{ème} jour. Les larves qui s'empupent et poursuivent leur cycle donnent des adultes qui émergent après 4 à 20 jours. On considère que les adultes qui émergent **après 21 jours correspondent à des larves en diapause**. Le sable a ensuite été tamisé afin de **dénombrer les larves en diapause** ainsi que les larves mortes ou dont les cocons ont été parasités.

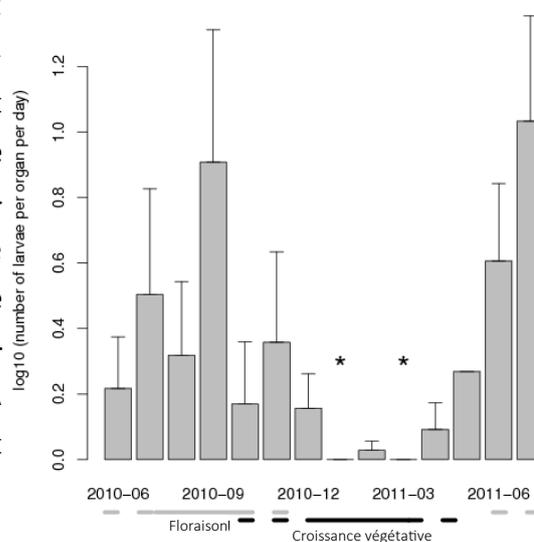
Afin d'évaluer l'effet de la température et de la saison sur la levée de diapause, 2500 et 1100 larves collectées respectivement en hiver et en été ont été placées dans des **boîtes à émergence dans des conditions contrôlées à 26°C**. Puis, pour chaque lot de boîtes de larves « d'hiver » et « d'été », la **moitié des boîtes** a été **transférée à 20°C** après 6 et 9 semaines respectivement, et l'autre moitié après 9 et 13 semaines. Les **adultes émergents** ont été **dénombrés** chaque semaine pendant 22 semaines. Le sable a ensuite été tamisé pour vérifier la présence d'éventuelles larves encore en diapause.

Afin d'étudier la **capacité de dispersion** des femelles adultes d'un verger à l'autre, la totalité du sol **d'un verger** a été **bâchée à l'aide de tapis de sol de serre (inter-rang) et de plastiques de paillage de l'ananas (sous les arbres)**. Le bâchage a été maintenu durant toute la période de floraison dans le but d'empêcher toute émergence d'adulte du sol, et tout enfouissement des larves chutant des arbres. Sur ce verger, les dégâts ne sont dus qu'à des cécidomyies venant d'un autre verger. Un verger voisin, séparé du premier par une haie brise-vent, n'a pas été bâché. Des **pièges à eau** ont été placés **sous les arbres**. Chaque semaine, les nouvelles inflorescences et unités de croissance végétatives de chaque arbre ont été comptabilisées afin de connaître l'évolution de la phénologie et de la disponibilité en ressources dans le verger. Deux fois par semaine, le nombre de larves dans chaque piège ainsi que le nombre, le type (inflorescence ou jeune feuille), et le stade phénologique de la ressource au-dessus de chaque piège, ont été relevés. Un modèle a été construit pour étudier la répartition spatiale des dégâts au cours du temps et évaluer comment se dispersent les adultes venant du verger non bâché.

LES RÉSULTATS

Les résultats ont montré que *P. mangiferae* est **présente dans les vergers de manguiers toute l'année**, avec cependant une **variabilité saisonnière** (voir graphique ci-dessous). En effet, c'est pendant la **période de floraison** (de juin à octobre) que sa **densité de population est la plus forte** : de 0.5 à 9.8 larves piégées par inflorescence et par jour. Pendant la période de croissance végétative (de novembre à mai), la densité de population larvaire est faible, de 0.1 à 1.3 larves piégées par unité de croissance et par jour.

Les expériences menées en conditions naturelles et au laboratoire sur l'émergence des adultes ont montré tout d'abord qu'il **existe bel et bien une diapause**. En effet, les résultats montrent que les adultes ayant émergés à l'hiver 2012 provenaient de larves entrées en diapause avant l'hiver 2011. Ensuite, les résultats ont montré que cette **diapause est induite toute l'année**, avec cependant une **variabilité saisonnière**. En effet, de **janvier à mars**, le **taux d'entrée en diapause varie entre 21 et 31 %** tandis que pour les **autres mois de l'année**, il est **compris entre 3% à 12%**. Cette période correspond aux **températures les plus élevées de l'année** (26°C en moyenne). A l'inverse, le **taux d'entrée en diapause le plus faible** est observé pendant **l'hiver austral**, de juin à septembre, qui correspond à la saison de floraison du manguiier. Enfin, il a été montré que ce sont les **températures fraîches** qui déclenchent la **levée de diapause**, aucune **émergence ayant été observée au-delà de 22°C**.



Dynamique de population du 3^{ème} stade larvaire de *P. mangiferae* de juin 2010 à juin 2011 (Amouroux *et al.* 2013)

*dégâts visibles mais pas de larves piégées

Les résultats de l'expérience de bâchage d'un verger ont montré que *P. mangiferae* **se déplace** en fonction de la **concentration de la ressource**. En effet, les **femelles adultes** provenant du verger **témoin non bâché** ont colonisé **l'ensemble du verger bâché**. Il n'a pas été observé de front de colonisation, mais plutôt des **dégâts localisés au niveau des arbres portant des ressources**, y compris jusqu'au côté opposé du verger bâché par rapport au verger témoin. Les **inflorescences du manguiier sont plus attractives** que les jeunes feuilles. Il semble qu'une fois dans le verger, la **cécidomyie des fleurs détecte les ressources dans un rayon d'environ 6 m**. Les **dégâts sur la floraison dans le verger bâché ont été beaucoup plus faibles** que ceux dans le verger témoin. Cela s'est traduit par une **récolte dans le premier verger, alors qu'aucun fruit n'a été produit dans le second**.

QUELLES PERSPECTIVES POUR LES PRODUCTEURS?

Cette étude a permis de mettre en évidence d'une part, la **présence de la cécidomyie des fleurs toute l'année** dans les vergers de manguier. Elle est capable de se nourrir à la fois sur les inflorescences et les jeunes feuilles, ce qui lui offre des **ressources disponibles quasiment en permanence du fait des asynchronismes phénologiques dans les vergers**. D'autre part, la **diapause** se révèle être une **bonne stratégie d'adaptation du bio-agresseur au climat** et à la **phénologie du manguier**. En effet, la **baisse des températures induisant la floraison du manguier provoque** également la levée de diapause et **l'émergence des adultes du sol**. De plus, la **diapause longue peut** permettre à l'insecte de **survivre pendant les années avec peu de floraison** dues au **phénomène d'alternance du manguier**. Enfin, l'étude a permis de montrer que la **cécidomyie** est capable de se déplacer sur de longues distances et de **coloniser de nouveaux vergers** malgré sa petite taille et sa durée de vie courte.

Ces connaissances nouvellement acquises sur la bio-écologie de ce bio-agresseur et ses relations avec le manguier permettent aujourd'hui d'élaborer des **stratégies de lutte intégrée**. On peut agir à trois niveaux : **casser le cycle biologique du ravageur, réduire la population de larves en diapause dans le sol, et modifier la disponibilité de la ressource**. Toutefois, les résultats obtenus sur la capacité de déplacement des adultes suggèrent de mettre en place une **stratégie de lutte à plus grande échelle que le verger** afin de limiter les contaminations par des cécidomyies venant de l'extérieur du verger.

Le **bâchage du sol** des vergers semble prometteur car il casse le cycle biologique du ravageur en **interceptant les larves tombant au sol** et en **empêchant l'émergence des adultes**. Des essais vont être menés par l'Armefflor afin de tester la mise en œuvre et l'efficacité de cette technique chez les producteurs.



La **lutte biologique par la pulvérisation de biocides naturels (nématodes ou champignons entomopathogènes)** est une piste intéressante et a fait l'objet de **travaux menés conjointement** à ceux présentés ici.

Les travaux ont consisté à **tester la pathogénicité de deux souches de *Beauvaria***, un champignon entomopathogène, sur la larve de la cécidomyie des fleurs. *Beauvaria bassiana* Bb 147 (Ostrinil®) est **pathogène** d'un insecte à galles en France métropolitaine, la **Gallérie** (*Galleria mellonella* L.), et *Beauvaria* B 507 (Betel®) est **pathogène** du **ver blanc** (*Hoplochelus marginalis*) de la canne à sucre à la Réunion. Les souches ont été inoculées sur le 3^{ème} stade larvaire de la cécidomyie. Les **résultats** ont **montré qu'aucune de ces deux souches n'a eu d'effet pathogène** sur l'émergence immédiate des adultes (dont les larves ne sont pas entrées en diapause). La cécidomyie n'est peut-être pas sensible à ces souches de *Beauvaria*. D'autres souches seraient à tester, par exemple une souche pathogène de la cécidomyie du pin (*Thecodiplosis japonensis*). Les études doivent aussi être poursuivies pour tester la pathogénicité sur les larves en diapause, qui restent plus longtemps dans le sol et donc en contact avec les pathogènes.

La **lutte biologique** par le **parasitisme** est une autre voie intéressante de **contrôle du bio-agresseur**. Trois **parasitoïdes de *P. mangiferae*** ont pu être **observés** durant l'étude. Il s'agit de trois **micro-hyménoptères, *Platygaster* sp., *Gastrancistrus* sp., et *Inostemma* sp.**, qui **parasitent les larves de cécidomyies au troisième stade larvaire**. *Platygaster* sp. et *Inostemma* sp. sont présents en hiver comme en été et sont capables de parasiter des larves provenant à la fois des inflorescences et des jeunes feuilles. Toutefois, il semble que *Platygaster* sp. attaque préférentiellement les larves issues d'inflorescences, en hiver et en fin d'hiver, et que *Inostemma* sp. attaque majoritairement les larves issues de jeunes feuilles en fin d'hiver et en été. Ces résultats restent à confirmer. En revanche, *Gastrancistrus* sp. apparaît uniquement en hiver, sur les larves issues d'inflorescences. Ces trois **parasitoïdes** exploitent la **capacité de reproduction continue** de la **cécidomyie des fleurs à la Réunion**. Toutefois, des études complémentaires doivent être menées pour déterminer les parasitoïdes les mieux adaptés pour participer au contrôle des populations de cécidomyies et les pratiques culturales à mettre en œuvre pour favoriser leur installation et leur maintien dans les vergers. À l'heure actuelle, les conseils sont de **privilégier les pratiques culturales favorables aux auxiliaires des cultures** (haies, enherbement permanent du verger, bandes fleuries etc.).

Les **méthodes de lutte mécanique**, comme la **solarisation du sol** (réchauffement) ou le **grattage superficiel** du sol sont également des techniques de lutte à explorer. Une autre piste est de **limiter les asynchronismes phénologiques** en **concentrant dans le temps la floraison et/ou la croissance végétative** à l'échelle du verger afin de **limiter dans le temps la disponibilité de la ressource**. Des expérimentations sont actuellement menées par le Cirad pour limiter les asynchronismes via la **taille** ou la **gestion de l'irrigation**.

Il est peu probable qu'une technique de lutte utilisée seule soit efficace. Il faudra se tourner vers une **combinaison de pratiques** afin de maintenir les dégâts de ce bio-agresseur en-dessous du **seuil de dégât économique**.

POUR EN SAVOIR PLUS

Amouroux P., Delatte H., Nibouche S., Chadoeuf J., Normand F. 2013. Genetics and biology of the mango blossom gall midge, *Procontarinia mangiferae*, a pest with highly adaptable life strategies. 10th International Mango Symposium, 3-7 June 2013, Punta Cana, Dominican Republic. *Acta Horticulturae* (à paraître).

Bricca E., Nibouche S., Delatte H., Normand F., Amouroux P. Test of the pathogenicity of two commercial *Beauveria* strains on third-instar larvae of the mango blossom gall midge, *Procontarinia mangiferae* (Felt) (Diptera: Cecidomyiidae). *Fruits*, vol 69, p.189-194, 2014.

Amouroux P. Bio-écologie et dynamique des populations de cécidomyie des fleurs (*Procontarinia mangiferae*), un ravageur inféodé au manguier (*Mangifera indica*), en vue de développer une lutte intégrée. Thèse de doctorat, Ecole Doctorale STS, Université de la Réunion, Cirad, 187 p., 2013.

Amouroux P., Michels T., Normand F. Lutter contre la cécidomyie des fleurs du manguier. Poster, Cirad, 2013.

Amouroux P., Normand F., Vincenot D. 2009. Le raisonnement de la conduite du verger. In : Vincenot D. et Normand F. (eds), *Guide de production intégrée de mangues à La Réunion*, CIRAD et Chambre d'Agriculture de la Réunion, Saint-Pierre, 75-104.

Frédéric Normand : frederic.normand@cirad.fr



Ce document a été rédigé par Sarra Poletti dans le cadre du transfert des travaux du projet ECOFRUT.
CIRAD - EPLEFPA Saint-Paul - Armefflor. Mars 2015.