

INITIATION A LA PROTECTION AGROÉCOLOGIQUE DU MANGUIER À LA RÉUNION

RETOUR D'EXPÉRIENCE
PROJET BIOPHYTO 2012-2014





ONT PARTICIPÉ À LA RÉALISATION DE CET OUVRAGE :

- > **ASSOCIATION RÉUNIONNAISE POUR LA MODERNISATION DE L'ECONOMIE FRUITIÈRE, LÉGUMIÈRE ET HORTICOLE (ARMEFLHOR)** | Rachel GRAINDORGE, ingénieure agronome, responsable du Pôle protection des cultures tropicales et usages mineurs | Chloé SCHMITT, technicienne d'expérimentation.
- > **ASSOCIATION RÉUNIONNAISE DES ORGANISATIONS DE PRODUCTEURS DE FRUITS ET LÉGUMES (AROP FL)** | Aurélie DIJOUX, chef de projet AROP FL.
- > **CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA RÉUNION** | Caroline GLOANEC, ingénieure agroalimentaire spécialisée développement agricole | Ida GUIGNARD, ingénieure agronome | Éric LUCAS, technicien agricole | Didier VINCENOT, ingénieur agronome.
- > **CENTRE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT (CIRAD)** | Morguen ATIAMA, doctorant en entomologie | Jean-Philippe DEGUINE, chercheur en agroécologie et en entomologie | Maxime JACQUOT, doctorant en écologie des communautés | José MARTIN, chercheur agronome, malherbologue | Roger MICHELLON, chercheur agronome spécialisé en SCV | David MURU, ingénieur entomologiste | Frédéric NORMAND, chercheur en horticulture fruitière.
- > **DIRECTION DE L'ALIMENTATION, DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT DE LA RÉUNION (DAAF)** | Ludovic MAILLARY, chef de projet Ecophyto | Philippe THOMAS, responsable de l'Unité de Santé des Végétaux.
- > **FORUM DE L'AGRICULTURE RAISONNÉE RESPECTUEUSE DE L'ENVIRONNEMENT (FARRE)** | Kenny LE ROUX et Willy SUZANNE, ingénieurs en développement agricole.
- > **FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE DES GROUPEMENTS DE DÉFENSE CONTRE LES ORGANISMES NUISIBLES (FDGDON)** | Bruno ALBON, technicien en protection des végétaux | Estelle ROUX, directrice technique | Marlène MARQUIER, chargée de mission.
- > **INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE (IUT)** | Philippe LAURENT, maître de conférence, responsable du CUQP-PAEC.
- > **ORGANISME CERTIFICATEUR TROPIQUE RÉUNION OCÉAN INDIEN (OCTROI)** | Kent TECHER, directeur Organisme Certificateur Tropic Océan Indien.

POUR CITER CET OUVRAGE :

- > Vincenot D., Deguine J.P., Gloanec C., Dijoux A., Graindorge R., 2015. Initiation à la protection agroécologique du manguiers à La Réunion. Retour d'expérience - Projet BIOPHYTO 2012-2014. Chambre d'agriculture de La Réunion, Saint-Denis, 56 p. ISBN : 978-2-87614-705-8.

CRÉDITS PHOTOS :

- > Paul Amouroux, Jean-Philippe Deguine, Brice Derepas , Antoine Franck, Caroline Gloanec, Maxime Jacquot, Kenny Le Roux, Éric Lucas, Frédéric Normand, Chloé Schmitt, Willy Suzanne, Didier Vincenot.
Photo page de couverture : Caroline Gloanec.

FINANCEMENTS :

- > Cet ouvrage a été réalisé dans le cadre du projet BIOPHYTO grâce au soutien de nos partenaires financiers que nous tenons à remercier : Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (CASDAR), Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Union Européenne, Conseil Régional de La Réunion, Conseil Général de La Réunion, Office de l'Eau de La Réunion, Caisse Régionale de Crédit Agricole Mutuel de La Réunion.

REMERCIEMENTS :

- > Nous tenons à remercier les producteurs de mangues qui se sont impliqués dans l'expérimentation et la mise en œuvre de l'agroécologie dans le cadre du projet BIOPHYTO. Cet ouvrage n'aurait pu voir le jour sans leur participation active : Sandrine Baud, Gérald Boyer, Suzie Cadet, Jean-Charles de Cambiaire, Alexis Gazzo, Alexandre Law-Yat et Thierry Galmar, Jean-Luc Maillot, Armand Paulet, Célestin et Yanis Puy Laurent, Bernadette et Antoine Valatchy, Roland Zitte, sans oublier l'ALEFPA G. Rieux de Saint-Pierre et l'EPLEFPA de Saint-Paul.

PRÉFACE

L'agroécologie est une discipline scientifique qui a pour objectif de développer un système de production agricole durable et respectueux de l'environnement. L'agroécologie répond aux attentes de la société en conciliant les grands enjeux actuels :

- > enjeux socio-économiques pour assurer la viabilité de la production et améliorer les conditions de travail ;
- > enjeux sanitaires pour protéger la santé humaine ;
- > enjeux écologiques pour rétablir les équilibres naturels et lutter efficacement contre les pollutions agricoles ;
- > enjeux environnementaux pour préserver la biodiversité et les ressources en eau.

À l'île de La Réunion, plusieurs producteurs de mangues s'orientent depuis 2012 vers un itinéraire de production agroécologique grâce à la mise en œuvre du projet Biophyto financé par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

Biophyto regroupe plus de dix partenaires du monde agricole impliqués dans la recherche, l'expérimentation, la formation, le développement, l'enseignement, la mise en marché et la production. Les résultats de cette fructueuse collaboration permettent d'esquisser un itinéraire de production agroécologique de mangues et laissent entrevoir des perspectives de développement agricole prometteuses pour La Réunion : forte diminution, voire abandon, de l'usage des pesticides et des fertilisants, meilleure occupation des sols par des cultures diversifiées et complémentaires, biodiversité préservée et favorisée, production viable et de bonne qualité.

L'intérêt porté par les agriculteurs à l'agroécologie prouve qu'il devient possible de « produire autrement » de la mangue, et sans doute, d'autres espèces cultivées. Je tenais à féliciter l'ensemble des partenaires pour leur implication dans ce projet aux concepts novateurs et pour permettre à La Réunion de jouer un rôle moteur dans le projet agroécologique pour la France.

Louis BIANNIC,
directeur de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt.

SOMMAIRE

| | |
|--|---------|
| Avant-propos..... | page 7 |
| I. L'agroécologie, qu'est-ce que c'est ? | page 8 |
| II. Connaissance de la biodiversité animale d'un verger de manguiers | page 11 |
| III. Insertion de la biodiversité végétale | page 31 |
| IV. Vers une production agroécologique de mangues | page 36 |
| Références bibliographiques..... | page 54 |

AVANT-PROPOS

PAR JEAN-PHILIPPE DEGUINE

Cet ouvrage s'adresse tout d'abord aux praticiens, agriculteurs et techniciens agricoles. Son objectif est de donner les premiers retours d'une expérience agroécologique, le projet Biophyto¹ mis en place dans un réseau de vergers de manguiers à La Réunion de 2012 à 2014 (projet CASDAR, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt).

L'objectif du projet a été, en plaçant les agriculteurs au centre du dispositif et des préoccupations, d'étudier la faisabilité de produire de la mangue sans insecticide, en introduisant dans les vergers des pratiques agroécologiques d'insertion de biodiversité végétale, telles qu'une couverture végétale permanente, des bandes fleuries, des plantes pièges, etc.

Sans donner de recette miracle, cet ouvrage présente les premières recommandations en matière de gestion des pratiques agroécologiques dans les vergers de manguiers. Il souligne aussi les domaines qui nécessitent des ajustements techniques et des études complémentaires. Il est une illustration de la dynamique agroécologique qui s'est créée depuis quelques années à La Réunion et, en conséquence, du développement de l'Agriculture Biologique. En effet, les conditions d'une production agroécologique sont, dans bon nombre de situations, compatibles avec le cahier des charges de l'Agriculture Biologique.

Jean-Philippe Deguine (Cirad),
chef du projet Biophyto

1. Site internet : <http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/Biophyto>

I. L'AGROÉCOLOGIE, QU'EST-CE QUE C'EST ?

L'agroécologie est une science qui étudie les interactions entre les plantes, les animaux, les hommes et leur environnement au sein des systèmes agricoles.

La conception agroécologique d'un système de culture (ou agroécosystème) s'appuie sur deux axes principaux que sont la santé des sols et le maintien ou le développement de la biodiversité locale. De ce fait, l'agroécologie joue un rôle prépondérant dans la protection des cultures : en privilégiant les mesures préventives, elle vise à établir des équilibres bioécologiques entre des communautés animales et végétales au sein d'un agroécosystème, dans le but de prévenir ou de réduire les risques d'infestations, ou de pullulations de bioagresseurs.

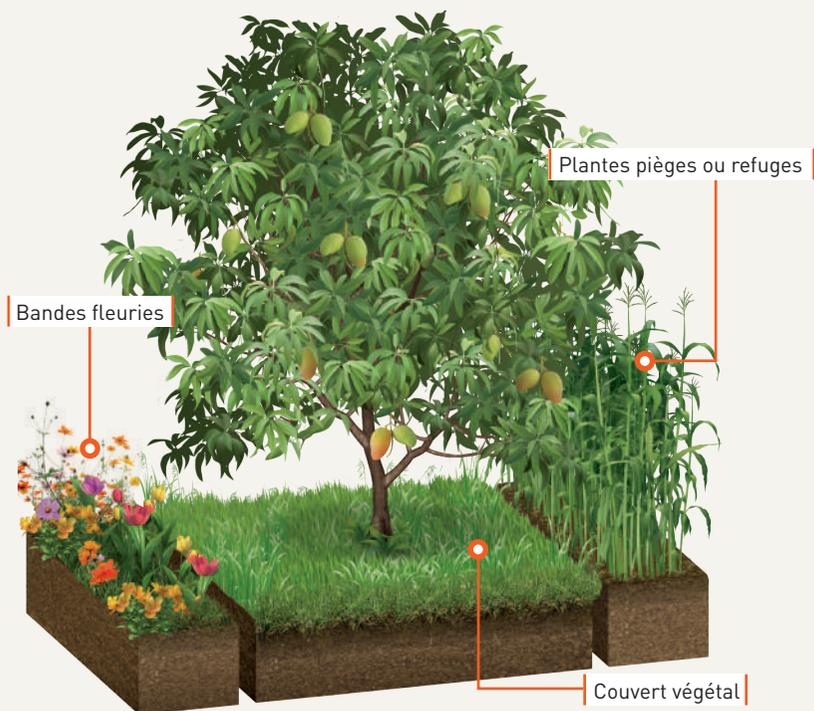
Ainsi, les techniques de la protection agroécologique des cultures (PAEC), se focalisent sur la gestion des végétaux qui offrent des habitats favorables aux auxiliaires et, a contrario, défavorables aux ravageurs. Elles s'appuient sur la lutte biologique de conservation : en favorisant l'environnement végétal à l'intérieur et aux abords du verger, un équilibre se met en place et permet une régulation naturelle des ravageurs grâce à l'activité de la faune auxiliaire attirée par ce garde-manger.

Pour que la lutte biologique de conservation soit efficace, il faut recourir à des techniques culturales spécifiques :

- > suppression, dans la mesure du possible, des traitements insecticides sur les manguiers et d'application d'herbicides dans les vergers ;
- > insertion et maintien d'une biodiversité végétale dans les vergers : couverture végétale permanente au sol, plantes pièges pour les ravageurs, plantes refuges pour les auxiliaires ;
- > adaptation des pratiques culturales à la fois pour la gestion des manguiers et pour la gestion des nouveaux habitats.

Les résultats obtenus en vergers de manguiers dans le projet Biophyto sont encourageants : la biodiversité végétale a tendance à augmenter et elle semble engendrer une augmentation de la biodiversité fonctionnelle. Par exemple, l'installation d'une couverture végétale permanente se traduit par une augmentation de la richesse spécifique et de l'abondance des prédateurs terrestres.

Figure 1 | Représentation schématique de l'insertion de plantes dans un verger de manguiers pour favoriser les insectes utiles (couverture végétale permanente, bandes fleuries, haie composite).



••• QUESTIONS-RÉPONSES •••••

En protection agroécologique, est-il envisageable d'utiliser des produits phytosanitaires ?

L'utilisation d'une technique de protection curative à base de produits phytosanitaires ne peut être envisagée qu'en dernier recours, lorsque la lutte biologique de conservation ne s'avère pas suffisamment efficace pour protéger la récolte. Dans ces conditions, le choix et la période d'application du produit phytosanitaire sont primordiaux pour minimiser l'impact du traitement sur la faune auxiliaire :

- > choisir les produits les moins nocifs pour la faune auxiliaire ;
- > intervenir le soir ou tôt le matin en dehors des périodes d'activité des pollinisateurs.

Par ailleurs, des maladies fongiques comme l'oïdium peuvent être extrêmement virulentes sur certaines variétés de mangues. Une application préventive d'un fongicide minéral à base de soufre n'est donc pas à exclure en début de floraison.

En revanche, l'utilisation d'herbicides est à proscrire car ceux-ci détruisent l'habitat de nombreux auxiliaires présents au niveau du sol. Cependant, l'introduction d'auxiliaires dans le verger, du ressort de la lutte biologique d'inondation, peut s'envisager en complément.

Est-il opportun d'introduire des auxiliaires dans le verger ?

Ce n'est pas l'objectif de la lutte biologique de conservation qui vise à maintenir ou à attirer naturellement des auxiliaires aussi diversifiés que possible dans les parcelles cultivées. Ce moyen de protection phytosanitaire a l'avantage d'apporter une solution durable à l'agriculteur à moindre coût.

La protection agroécologique est-elle suffisante pour avoir un verger en bonne santé ?

Non parce que la protection agroécologique n'est qu'une partie de la conduite technique du verger. En agroécologie, l'approche est globale. Ainsi, la bonne gestion de la fertilité des sols, la maîtrise de l'irrigation, le choix des variétés, la taille des arbres sont tout aussi importants pour maintenir un verger en bonne santé.



Depuis mon installation je travaille en agroécologie et je ne le regrette pas. Le constat avec les années, c'est que plus l'agroécosystème autour est en bonne santé, moins il y a de pression phytosanitaire. Ces nouvelles techniques passent par les connaissances et les partenariats. Tout seul on ne fait rien.”

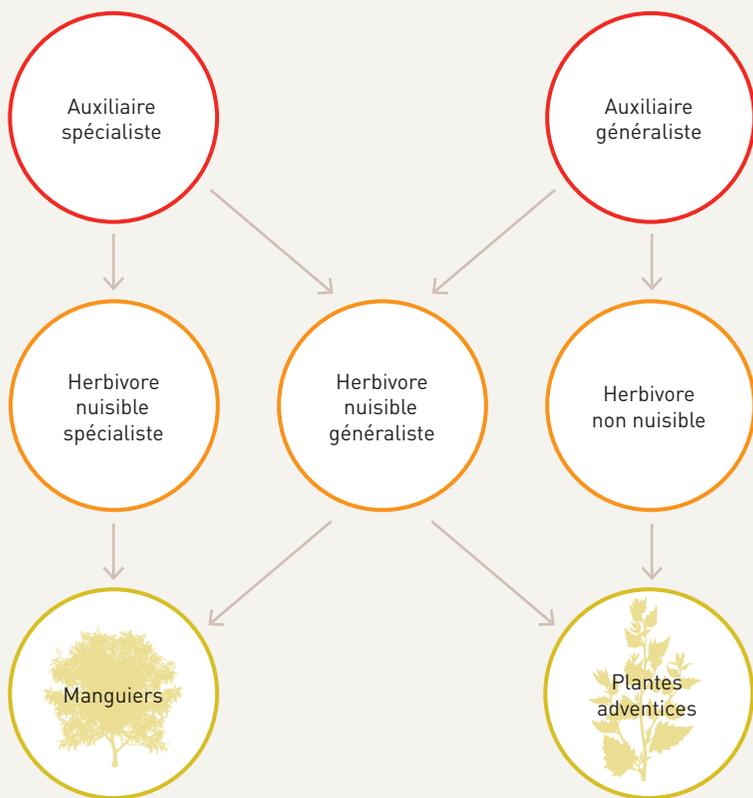
Sandrine Baud, agricultrice à Saint-Pierre

II. CONNAISSANCE DE LA BIODIVERSITÉ ANIMALE D'UN VERGER DE MANGUIERS

Dans le cadre d'une protection de mangues sans insecticide, le service le plus attendu est celui du contrôle des ravageurs. Ce service est rendu par de nombreux auxiliaires qu'il s'agit, au même titre que les ravageurs, de bien connaître pour assurer la protection agroécologique du verger. Le cortège ravageurs-auxiliaires fait partie de la biodiversité animale du verger et constitue de véritables chaînes alimentaires ou réseau trophique (**figure 2**).

Sans connaître de manière exhaustive toute la faune du verger, savoir identifier les ravageurs et les principaux auxiliaires permet d'apprécier l'équilibre du verger.

Figure 2 | Réseau trophique simplifié entre les ravageurs et les auxiliaires dans un verger de manguiers (d'après Jacquot, 2014).



LES RAVAGEURS

> La Cécidomyie des fleurs, *Procontarinia mangiferae*

La Cécidomyie des fleurs est un petit moucheron (diptère) d'environ 2 mm de longueur qui est difficile à observer dans le verger (figure 3). Par contre en période de floraison, on remarque facilement les dégâts causés par ses larves sur les inflorescences. Les femelles pondent sur les inflorescences en débourrement ou directement sur les boutons floraux. Les larves pénètrent et forment des galeries dans les inflorescences, ce qui provoque des déformations et des nécroses caractéristiques (figure 4). Selon le niveau d'infestation, les attaques conduisent à la destruction partielle ou totale de l'inflorescence par dessèchement. Au bout de 7 à 12 jours, les larves s'éjectent et tombent au sol (figure 5) où elles s'enfouissent. Une partie de celles-ci émerge en 7 à 10 jours et donne une nouvelle génération d'adultes, alors que l'autre partie reste dans le sol en diapause et émerge quelques semaines à plus d'une année plus tard. Les températures fraîches déclenchent l'émergence des larves en diapause, ce qui synchronise l'apparition des adultes avec la floraison du manguiier (figure 6).

Les attaques les plus sévères sont observées en début de période de floraison sur les premières inflorescences, qui peuvent être totalement détruites. Ceci est fort préjudiciable pour une production de mangues précoces.

La Cécidomyie des fleurs attaque également, mais dans une moindre mesure, les jeunes pousses végétatives lorsqu'il n'y a plus d'inflorescences dans le verger. Les larves se développent alors à l'intérieur de la feuille, se nourrissant des tissus entre les deux épidermes. Après éjection de la larve, la zone de développement de celle-ci devient une tache noire circulaire dont l'épiderme se dessèche et tombe, laissant un trou à travers la feuille (figure 7).



Figure 3 | Cécidomyie des fleurs au stade adulte (A. Franck, Cirad).

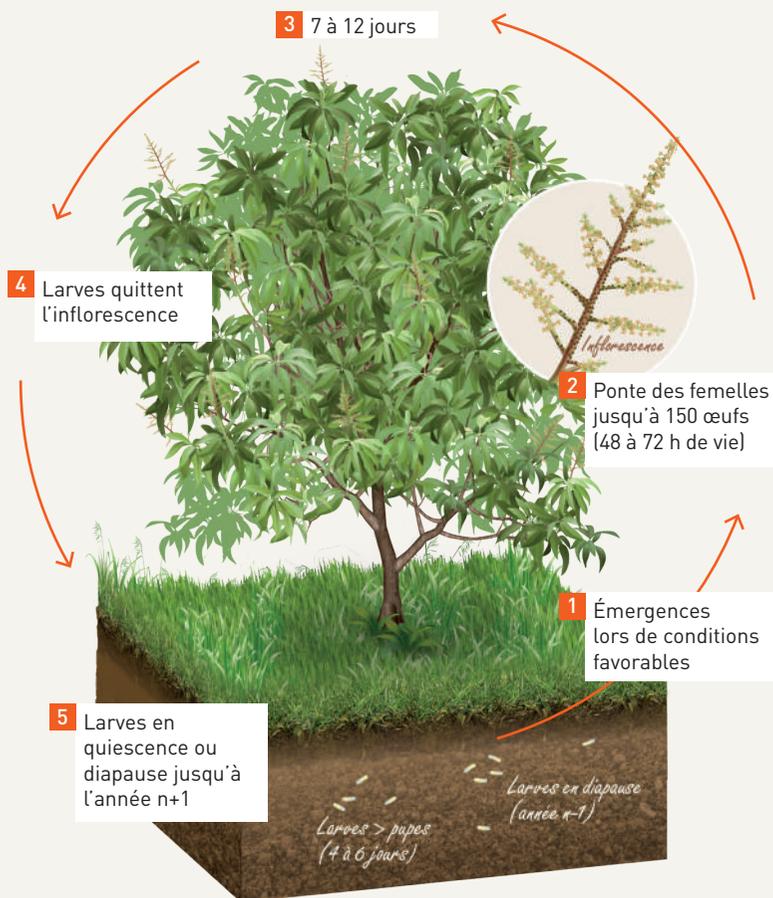


Figure 4 | Dégâts de Cécidomyie sur inflorescence (A. Franck, Cirad).



Figure 5 | Larve de Cécidomyie au sol, taille 1,5 mm (A. Franck, Cirad).

Figure 6 | Cycle biologique de la Cécidomyie des fleurs (d'après Amouroux, 2009).



À NE PAS CONFONDRE

Une autre espèce, la Cécidomyie des feuilles, *Procontarinia matteiana* attaque également les manguiers. Elle s'attaque essentiellement aux jeunes feuilles lors des poussées végétatives, dans lesquelles elle effectue son cycle complet. Elle provoque des galls de forme bombée caractéristique sur le feuillage (figure 8). Bien que les attaques soient parfois impressionnantes, leur incidence est moindre sur la production de mangues.



Figure 7 | Dégâts de la Cécidomyie des fleurs sur feuille (P. Amouroux, Cirad).



Figure 8 | Dégâts de la Cécidomyie des feuilles (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

MÉTHODES DE PROTECTION PRÉCONISÉES

Une épaisse couverture végétale sous les arbres serait défavorable au bon déroulement du cycle de reproduction de la cécidomyie. En effet, de nombreux prédateurs (araignées, fourmis) sont susceptibles de dévorer les larves et les pupes de cécidomyie. Compte tenu de la capacité de dispersion de la cécidomyie, pour une protection agroécologique plus efficace, il est important que l'ensemble des vergers d'un même bassin de production soit correctement enherbé, comme le confirme les résultats de cette expérimentation conduite entre 2010 et 2012 :

Pendant toute la durée de la floraison, le sol d'un verger de 0,5 ha a été entièrement bâché, ce qui a eu pour effet d'empêcher toute émergence de Cécidomyie des fleurs dans ce verger. Les larves observées ne pouvaient donc provenir que de femelles extérieures. Le nombre de femelles arrivant dans le verger suivi était de l'ordre de 4 000 individus par jour, mais variait fortement au cours de la saison.”

Paul Amouroux, doctorant en entomologie

• • • QUESTIONS-RÉPONSES • • • • •

Les traitements contre la Cécidomyie des fleurs sont-ils efficaces ?

Les larves de cécidomyie sont protégées dans les inflorescences. Les adultes ont une durée de vie de deux jours et ne sont pas présents toute la journée. Aussi, un traitement phytosanitaire ne peut atteindre sa cible et est inefficace. Il n'existe pas à ce jour de produit homologué contre la Cécidomyie des fleurs du mangoier.

• • • • •

> La Punaise du manguier, *Orthops palus*

La Punaise du manguier est une Miridae de petite taille (environ 3,5 mm) de couleur jaune pâle à vert pomme (figure 9). Les adultes et les larves piquent et sucent la sève des inflorescences et des jeunes pousses végétatives, ce qui entraîne leur dessèchement. En cas de forte attaque, la totalité de la floraison peut être détruite en quelques jours (figure 10). Les dégâts des punaises sur les inflorescences peuvent parfois être confondus avec ceux de l'oïdium. Toutefois, une attaque d'oïdium laisse apparaître un feutrage blanc caractéristique sur les organes contaminés.

La surveillance des niveaux de populations dans la parcelle se fait par battage de 2 inflorescences sur 10 arbres aléatoirement sélectionnés (figure 11). Lors des battages, les adultes s'envolent rapidement et ne peuvent pas être identifiés. Seules

les larves, qui ne possèdent pas d'ailes, restent et sont ainsi observables. Près d'une quinzaine d'espèces de Miridae est recensée dans les vergers de manguiers à La Réunion. Parmi ces espèces, seule *O. palus* provoque des dégâts sur les inflorescences de manguier. Certaines espèces sont des insectes utiles. Les larves de certaines de ces espèces se ressemblent rendant l'identification et la comptabilisation complexe.



Figure 9 | Punaise du manguier adulte (A. Franck, Cirad).

Pendant longtemps, faute de critères d'identification clairement définis, des surestimations des niveaux de populations ont probablement eu lieu par comptabilisation de l'ensemble des larves. Cependant, lors d'attaques d'*O. palus*, ces dernières constituent la majorité des punaises retrouvées lors des battages.

La punaise a un cycle de vie qui se divise en 5 stades larvaires et le stade adulte. Durant tous ces stades, l'insecte se nourrit des inflorescences du manguier. L'espèce est capable de se reproduire sur le manguier en pondant ses œufs dans les inflorescences. Néanmoins, les principaux dégâts sont le résultat de la nutrition de l'insecte.

Les punaises sont présentes sur les inflorescences dès les premières floraisons, mais leur abondance augmente dès la pleine floraison jusqu'à la nouaison (août et septembre).



Figure 10 | Dégâts de punaise sur jeune inflorescence (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

MÉTHODES DE PROTECTION PRÉCONISÉES

Les méthodes de protection à l'étude s'orientent vers l'utilisation de plantes pièges plantées en bordure de parcelle pour attirer ces insectes. Les travaux de recherche sont en cours pour déterminer les espèces végétales les plus attractives.

Dans le cas d'attaques avérées, le recours à un insecticide homologué est possible mais ne doit se localiser qu'à un nombre restreint d'arbres en ciblant uniquement les plus infestés. De cette manière, les principaux foyers d'*O. palus* seront affaiblis et l'impact sur la faune auxiliaire sera moindre.



Figure 11 | Le battage est un bon moyen pour estimer la diversité des arthropodes (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

Les profils d'abondance des miridées vertes ont été semblables sur les parcelles Biophyto et Témoin de 2012 à 2014, et ceci, malgré l'arrêt des traitements insecticides sur les parcelles Biophyto. Bien que le seuil de nuisibilité actuellement retenu d'une moyenne de 3 punaises par inflorescence ait été fréquemment dépassé, nous n'avons pas pour autant observé de manière systématique de dégâts associés sur les inflorescences.”

Bruno Albon, technicien FDGDON

> Les thrips, dont *Thrips* spp. et *Scirtothrip aurantii*

Les thrips sont des insectes piqueurs-suceurs, de très petite taille (environ 1 mm), extrêmement mobiles. Ils recherchent, dans les inflorescences, abri et nourriture (figure 12). Plusieurs espèces sont observées et on estime qu'elles ont un probable rôle bénéfique sur la fécondation des fleurs.

Le cycle biologique du thrips est très court, surtout en saison chaude (environ 20 jours). La femelle pond ses œufs dans les jeunes tissus, ceux-ci éclosent rapidement pour donner des larves qui piquent et se nourrissent du végétal. La métamorphose se produit ensuite sur le sol. Les nouveaux adultes qui émergent sont capables de se reproduire en moins d'une semaine.



Figure 12 | Thrips à la nouaison (A. Franck, Cirad).

Quelques pullulations occasionnelles sont observées en période chaude et sèche d'août à novembre, notamment dans les zones dépourvues de couvert végétal. Les piqûres de thrips provoquent un dessèchement et l'apparition de liège sur les inflorescences (figure 13), y compris sur les jeunes fruits (figure 14). Les fruits inférieurs à 4 cm de diamètre finissent par chuter et les autres sont le plus souvent déclassés.



Figure 13 | Dégâts de thrips sur inflorescence. La présence de liège sur les tiges est caractéristique (D. Vincenot, Ch. d'agr.).



Figure 14 | Dégâts de thrips sur petit fruit (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

Les thrips sont polyphages et on les retrouve sur de nombreuses espèces végétales, notamment celles utilisées dans la constitution de haies brise-vent comme le bois noir et le cassi qu'il faut éviter de planter à proximité du verger.

MÉTHODES DE PROTECTION PRÉCONISÉES

Un climat chaud et sec pendant plusieurs mois est très favorable aux pullulations de thrips. En conservant une couverture végétale tout au long de l'année à l'aide d'un système d'irrigation adapté, le microclimat du verger devient moins sec. De plus, la couverture végétale favorise le développement des auxiliaires prédateurs de thrips.

Les profils d'abondance des thrips ont été semblables sur les parcelles Biophyto et Témoin de 2012 à 2014, et ceci, malgré l'arrêt des traitements insecticides sur les parcelles Biophyto. Bien que le nombre de thrips par inflorescence soit fréquemment supérieur à 30 individus, aucun dégât spécifique lié à ce ravageur n'a été observé sur les inflorescences.”

Bruno Albon, technicien FDGDON



Figure 15 | Mouche de la pêche (A. Franck, Cirad).



Figure 16 | Mouche méditerranéenne (D. Vincenot, Ch. d'agr.).



Figure 17 | Mouche du Natal mâle en parade nuptiale (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

> Les mouches des fruits

À La Réunion, trois espèces de mouches piquent les mangues :

- > la Mouche de la pêche *Bactrocera zonata* (figure 15) ;
- > la Mouche méditerranéenne *Ceratitis capitata* (figure 16) ;
- > la Mouche du Natal *Ceratitis rosa* (figure 17).

Ces trois espèces sont présentes sur toute l'île, mais elles se répartissent différemment en fonction de l'altitude (figure 18).

Les femelles pondent en piquant à travers la peau du fruit grâce à leur ovipositeur (figure 19). Après éclosion, les larves se développent en consommant le fruit de l'intérieur. Au bout de 6 à 7 jours, les larves s'extraient du fruit en se catapultant au sol pour s'enfouir et se transformer en pupe. C'est à ce moment que les prédateurs généralistes au sol (araignées, staphylins, carabes, fourmis) viennent se nourrir des pupes ou des larves.

En une semaine environ, les nouveaux adultes émergent des pupes. La durée du cycle, conditionnée par les températures, est courte en saison chaude et dure moins d'un mois.

Les attaques sont plus importantes en saison chaude et humide, de janvier à mars.

MÉTHODES DE PROTECTION PRÉCONISÉES

La meilleure méthode de protection contre les mouches des fruits est d'entraver leur cycle de reproduction : il faut donc ramasser et détruire sans attendre les fruits proches de la maturité tombés au sol (figure 20). La destruction des fruits est considérée comme efficace dans les cas suivants :

- > distribution des fruits aux animaux de ferme (poules, canards, cochons) ;
- > enterrement des fruits à plus de 20 cm de profondeur ;
- > entassement des fruits dans un augmentorium (figure 21) (système Gamour, voir site Internet <http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/Mediatheque/Documents-a-telecharger/Livret-technique-Gamour-gestion-agroecologique-des-mouches-des-legumes>).

La technique du piégeage de masse est une méthode de lutte complémentaire à la destruction des fruits piqués (figure 22). Ce système de piégeage capture uniquement les mâles et les femelles de cératites (*Ceratitis rosa* et *C. capitata*), le genre *Bactrocera* n'étant que faiblement attiré par le piège. Il faut installer 80 pièges/ha en les fixant à hauteur d'homme sur une branche (environ 1 piège tous les 6 arbres). L'installation des pièges doit être réalisée courant décembre, avant la période chaude et humide. L'attractivité des pièges dure plus de trois mois, soit une campagne de récolte. Il faut vider régulièrement les pièges des cadavres de mouches. Ces pièges doivent ensuite être éliminés par les circuits de récupération de déchets existant à La Réunion. Plus d'informations sont disponibles sur le site Internet <http://www.bsv-reunion.fr>

Une autre technique agroécologique pour réduire les populations de mouches consiste à replanter et à entretenir une couverture végétale permanente abritant de nombreux arthropodes prédateurs sous les manguiers.

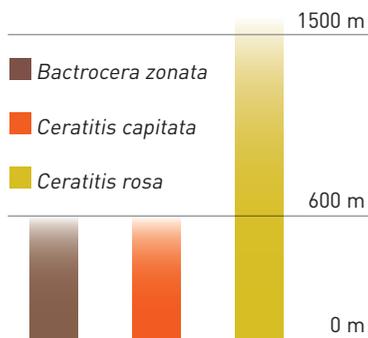


Figure 18 | Répartition des différentes espèces de mouches des fruits en fonction de l'altitude.



Figure 19 | Mouche du Natal en position de ponte (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

• • • QUESTIONS-RÉPONSES • • • • •

Quelle espèce de mouche est présente sur mon verger ?

Jusqu'à 600 m d'altitude, les trois espèces de mouches sont présentes dans des proportions variables sur l'ensemble des vergers de manguiers. Si le système de piégeage de masse est efficace contre les cératites, il ne faut pas oublier que *Bactrocera zonata* continue à piquer les fruits librement. Le recours au traitement par taches à base de spinosad (Synéis appât®) peut être utile dans les zones très infestées pour compléter l'action du piégeage.

Quel intérêt de ramasser et détruire les fruits piqués si le voisin ne le fait pas ?

Effectivement, pour que la lutte contre les mouches des fruits soit la plus efficace possible, il faut que l'ensemble des agriculteurs d'un bassin de production ramasse et détruise leurs fruits piqués. Il est donc important de pouvoir échanger entre agriculteurs et de se tenir informé de l'évolution des techniques en participant aux formations sur la protection agroécologique des cultures.

• • • • •

Figure 20 | Cycle biologique des mouches des fruits.

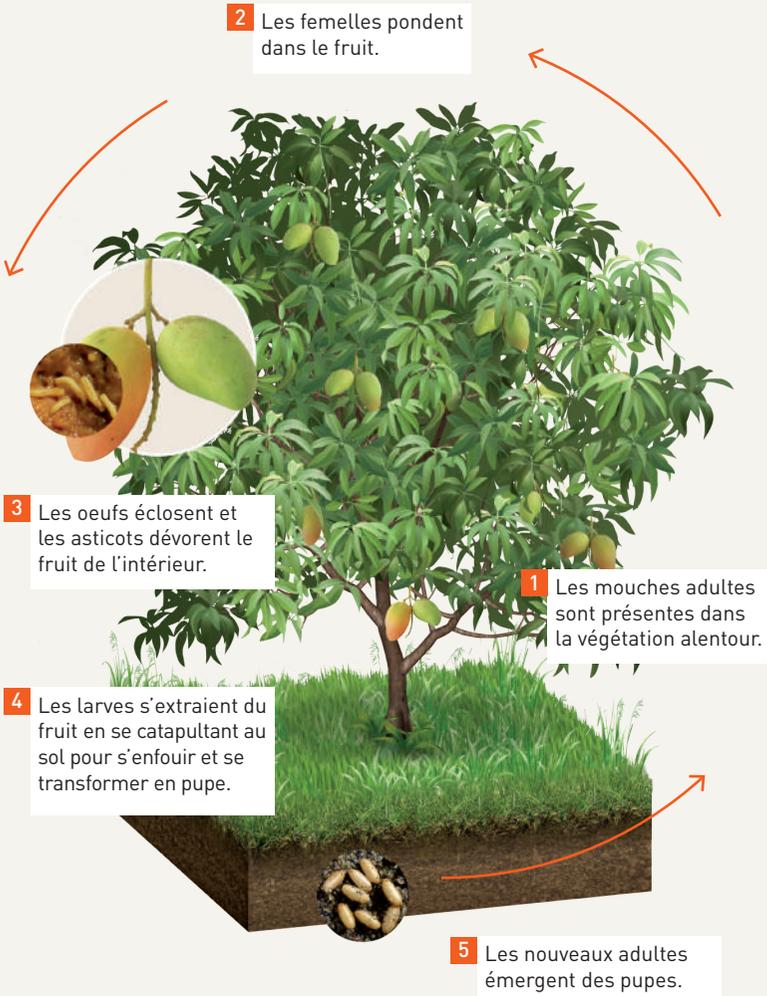




Figure 21 | L'augmentorium permet d'interrompre le cycle de reproduction des mouches des fruits (D. Vincenot, Ch. d'agr.).



Figure 22 | Le piégeage de masse est efficace pour détruire les Cératites mâles et femelles (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

> La Cochenille des Seychelles, *Icerya seychellarum*

La Cochenille des Seychelles est une grosse cochenille farineuse qui peut atteindre 7 mm de long (figure 23). Son corps est recouvert de cire blanchâtre avec des zones jaune orangé où sont implantées de longues soies argentées. Arrivée à maturité, la femelle sécrète un ovisac dans lequel elle pond ses œufs. Les larves se développent pendant 2 à 3 jours sous cette protection avant de se disperser activement sur la plante. La durée du cycle biologique est d'environ 3 mois.

La Cochenille des Seychelles se nourrit de la sève du feuillage et sécrète un miellat sur lequel se développe une moisissure noire due à un champignon, la fumagine. Elle affaiblit l'arbre en réduisant la photosynthèse (figure 24). Les fruits tachés sont le plus souvent déclassés.

Jusqu'alors considérée comme un ravageur mineur sur manguiers, la Cochenille des Seychelles a connu en 2011 de fortes pullulations. Ce phénomène est très probablement dû à l'arrivée récente d'une micro-guêpe *Homalotylus eytelweinii* qui parasite le principal ennemi naturel de la cochenille, la coccinelle *Rodolia chermesina* (figure 25).



Figure 23 | Feuillage envahi par la Cochenille des Seychelles (E. Lucas, Ch. d'agr.).



Figure 24 | La présence de fumagine perturbe la photosynthèse de l'arbre (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

Toutefois, dans la plupart des cas, en l'absence de traitements chimiques, un nouvel équilibre se crée en quelques mois et la population de la cochenille est réduite à un niveau acceptable.

MÉTHODES DE PROTECTION PRÉCONISÉES

La lutte biologique de conservation reste la meilleure méthode de protection contre *I. seychellarum* et les autres espèces de cochenilles : maintien du couvert végétal, de bandes fleuries, de haies diversifiées.

En matière de traitement insecticide, il n'existe pas à ce jour de produit homologué contre les cochenilles du manguier. Les produits à base d'huiles végétales ou de pétrole ne sont efficaces que sur les jeunes stades larvaires et nécessitent plusieurs applications. Ils détruisent par ailleurs les larves de coccinelles.



Figure 25 | Larve de coccinelle *R. chermesina* parasitée par *H. etelweirii* (A. Franck, Cirad).

Il existe d'autres espèces de cochenilles du manguier comme les diaspines qui sont très bien régulées par la faune auxiliaire.

Pendant la crise de la cochenille, nous traitions beaucoup et nous n'avions pas de résultats. A un moment donné, avec le projet Biophyto, nous avons décidé d'arrêter les traitements sur une parcelle et de laisser l'enherbement pour voir quel résultat nous pourrions avoir. Et c'est vrai que du coup, j'ai vu les auxiliaires s'installer, la cochenille est partie, et c'est à ce moment là qu'on a vraiment cru en ce projet.

Gérald Boyer, agriculteur à Saint-Paul

LES AUXILIAIRES

On peut distinguer deux grands groupes d'auxiliaires :

- > les prédateurs qui capturent et dévorent leurs proies ; parmi les plus connus, on trouve les coccinelles, les syrphes, les chrysopes, les araignées, les fourmis et certains acariens ;
- > les parasitoïdes qui effectuent leur cycle de reproduction en déposant leur ponte sur ou à l'intérieur du corps du ravageur ; après éclosion, le parasitoïde en se nourrissant de son hôte, finit par le détruire en quelques jours. Les parasitoïdes

sont essentiellement représentés par de minuscules guêpes ou micro-guêpes difficilement observables à l'oeil nu.

Ces deux groupes constituent une arme très efficace pour lutter contre les ravageurs, d'autant plus que chaque espèce d'auxiliaire s'attaque à un nombre de proies plus ou moins varié :

- > les auxiliaires qui s'attaquent à plusieurs espèces de proies sont dénommés « généralistes » ; ils assurent une régulation constante des ravageurs présents dans le verger ;
- > les auxiliaires inféodés à une ou deux espèces de proies sont dénommés « spécialistes » ; ils sont très efficaces pour réguler une population de ravageurs bien spécifique en forte progression (figure 2, page 11).

La diversité fait la force.

Plus un groupe fonctionnel est diversifié, plus la probabilité qu'il ait des fonctions complémentaires et redondantes est grande. La complémentarité et la redondance « assurent » le fonctionnement des agroécosystèmes par la garantie que certaines espèces maintiennent une fonction quand d'autres échouent. Par exemple, un groupe fonctionnel de prédateurs composé d'araignées, de chrysopes, de coccinelles et d'anthocorides pourra assurer le service de régulation des nuisibles même après disparition d'un ou de deux de ses membres. Alors que s'il était composé uniquement de coccinelles, en cas de conditions défavorables à celles-ci, le service ne serait plus assuré.”

Maxime Jacquot, doctorant Cirad

| GROUPE DES PRÉDATEURS

> Les coccinelles (Coleoptera - Coccinellidae)

Les larves et les adultes de coccinelles sont prédateurs de diverses espèces de ravageurs avec une spécificité plus ou moins marquée. Les larves présentent un corps de forme allongée, orné de soies et d'épines. Elles ont une grande diversité d'habitats que ce soit sur la strate herbacée ou arbustive selon les espèces.



Figure 26 | Coccinelle adulte
Lindorus lophantae (A. Franck, Cirad).

PROIES FAVORITES :
> Cochenilles diaspines



Figure 27 | Coccinelle larve et adulte
Exochomus laevisculus (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

PROIES FAVORITES :
> Pucerons
> Cochenilles
> Acariens



Figure 28 | Coccinelle larve et adulte
Rodolia chermesina (A. Franck, Cirad).

PROIES FAVORITES :
> Cochenille des Seychelles
Icerya seychellarum



Figure 29 | Coccinelle larve et adulte
Chilochorus nigratus (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

PROIES FAVORITES :
> Cochenilles diaspines



Figure 30 | Coccinelle adulte
Stethorus histrio (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

PROIES FAVORITES :
> Tétranyques

> Les chrysopes (Nevroptera - Chrysopidae)

Les chrysopes sont de précieux auxiliaires « généralistes », capables de s'attaquer à de nombreux ravageurs. Elles présentent en outre une certaine tolérance aux insecticides. Les larves de chrysopes sont très voraces. Certaines, munies de soies particulières, transportent sur le dos les dépouilles de leurs proies. On reconnaît facilement les œufs attachés à un pédicelle. Les adultes, en général de couleur verte, présentent des ailes munies de nombreuses nervures, disposées en toit au repos et des yeux dorés caractéristiques. Les chrysopes occupent les différentes strates de la végétation.

Avant je détruisais mes insectes utiles. À chaque fois que je voyais des œufs de chrysopes, je les écrasais pensant que c'étaient des ravageurs. Aujourd'hui ça a changé.”

Roland Zitte,
agriculteur à Saint-Paul

> Les syrphes (Diptera - Syrphidae)

Les larves de syrphes ont l'allure typique d'un asticot de mouche, de coloration et d'ornementation variables. Les adultes se reconnaissent à leur vol stationnaire et à leur corps souvent rayé de jaune et noir. Ils peuvent coloniser des habitats très divers. Les larves sont prédatrices de pucerons. Les adultes se nourrissent de pollen et sont de bons pollinisateurs.



Figure 31 | Chrysopes larve, adulte et éclosion de chrysope (haut : A. Franck, Cirad ; milieu et bas : D. Vincenot, Ch. d'agr.).

PROIES FAVORITES :

- > Pucerons
- > Cochenilles
- > Acariens



Figure 32 | Syrphe adulte et larve (A. Franck, Cirad).

PROIES FAVORITES :

- > Pucerons

> Les araignées (Aranae – nombreuses familles)

Toutes les araignées sont prédatrices et la plupart sont insectivores. Elles montrent une grande diversité de comportement en relation avec leur stratégie de prédation (chasse « à courre », « à l'affût », avec une toile) et leur habitat (arbres, herbes et sol).

Le rôle de l'araignée en agriculture a été négligé pendant longtemps alors que diverses études montrent leur importance dans la lutte contre les ravageurs. Le nombre de proies consommées peut être important selon les espèces (6 000 proies pour une seule araignée durant son cycle de vie).

De 2012 à 2014, des inventaires des différents taxons d'arthropodes ont été dressés par les équipes du Cirad. Des échantillonnages ont été réalisés dans les différents habitats : surface du sol, couverture végétale, bandes fleuries et frondaison des manguiers. Plus de 200 000 arthropodes ont été récoltés. Les déterminations, en partenariat avec des spécialistes de chaque groupe, ont permis d'identifier 700 espèces. Des catalogues photographiques de quatre groupes taxonomiques sont en cours de réalisation : Aranae, Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera regroupant respectivement 62, 90, 15, et 235 espèces.”

Maxime Jacquot, doctorant Cirad



Figure 33 | Araignée sauteuse (Salticidae) (A. Franck, Cirad).

PROIES FAVORITES :

> Divers ravageurs présents sur le feuillage et au sol



Figure 34 | Araignée lynx (Oxyopidae) (M. Jacquot, Cirad).

PROIES FAVORITES :

> Divers ravageurs présents sur le feuillage



Figure 35 | Araignée loup (Lycosidae) (B. Derepas, Cirad).

PROIES FAVORITES :

> Divers ravageurs au sol

De par leur présence tout au long de l'année, les araignées figurent parmi les premiers prédateurs en début de saison à pouvoir consommer les ravageurs dès leur émergence.

La diversité des araignées du sol est liée à la richesse des plantes du couvert végétal et à la limitation des travaux du sol. Pour les araignées de frondaison, les haies composites fournissent des habitats intéressants.

> Punaises prédatrices (Heteroptera - Anthocoridae)

Elles peuvent avoir un large spectre de proies. Beaucoup d'espèces sont présentes dans les vergers et leur proche environnement : haies, bois, strate herbacée. Certaines plantes peuvent faire office de plantes hôtes relais. Les punaises, telles qu'*Orius* sp. sont de redoutables prédateurs de thrips.

> Acariens prédateurs (Acari - Bdellidae)

Les acariens de la famille des Bdellidae sont reconnaissables à leur rostre en forme de groin. Ils sont très communs en vergers de manguiers et autres espèces fruitières à La Réunion. Leur taille est de l'ordre du mm. Ce sont des auxiliaires généralistes et de bons régulateurs de tétranyques et de thrips.



Figure 36 | Punaise anthocoride
(D. Vincenot, Ch. d'agr.).

PROIES FAVORITES :
> Tétranyques
> Thrips



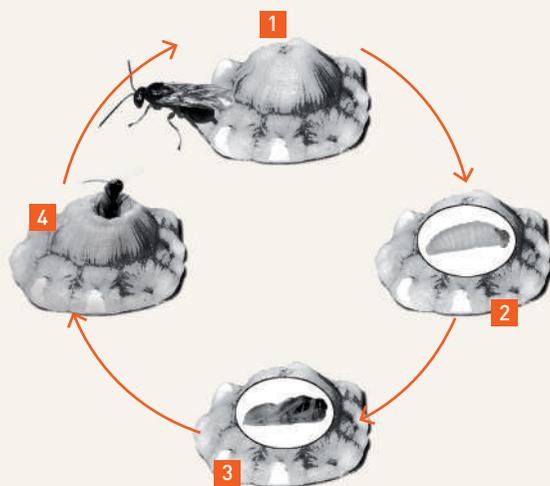
Figure 37 | Acarien bdelle
(D. Vincenot, Ch. d'agr.).

PROIES FAVORITES :
> Tétranyques
> Thrips

GRUPE DES PARASITOIDES

Les parasitoïdes sont majoritairement représentés par l'ordre des hyménoptères, d'où leur appellation commune de « micro-guêpes ». En raison de leur très petite taille (à peine quelques mm), ils sont difficilement discernables et nécessitent une grande attention pour les observer voler ou se poser à côté de leurs hôtes. Ils sont capables de parasiter un grand nombre de ravageurs comme les différentes espèces de cochenilles s'attaquant au manguier (figure 38).

Figure 38 | Les étapes du parasitisme sur les cochenilles *Ceroplastes sp.*



1 Femelle du parasitoïde déposant un œuf sous la cochenille.

2 Développement de la larve du parasitoïde.

3 Nymphose du parasitoïde.

4 Émergence de l'adulte du parasitoïde de la génération suivante, par un trou de sortie percé dans la momie de l'hôte.

Les déterminations des 4 456 individus échantillonnés en vergers de manguiers de 2012 à 2014 dans le projet Biophyto, ont permis d'identifier 235 espèces avec plus d'une vingtaine de nouvelles références pour La Réunion. Les 235 espèces identifiées sont référencées dans un catalogue en cours d'élaboration.



Figure 39 | Micro-guêpe parasitoïde de cochenille *Ceroplastes* sp. (A. Franck, Cirad).

PROIES FAVORITES :
 > Cochenilles *Ceroplastes* sp.



Figure 40 | Micro-guêpe *Aprostocetus toddalia* (A. Franck, Cirad).

PROIES FAVORITES :
 > Cochenille *Icerya seychellarum*



Figure 41 | Micro-guêpe *Chrysonotomia pulcherrima* (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

PROIES FAVORITES :
 > Cécidomyie des feuilles *Proconartaria matteiana*



Figure 42 | Battage au parapluie japonais (C. Gloanec, Ch. d'agr.).

••• QUESTIONS-RÉPONSES •••••

Comment évaluer la présence et la diversité de la faune auxiliaire d'une parcelle de manguiers ?

Pour l'agriculteur ou le technicien, évaluer la présence de la faune auxiliaire est une opération incontournable pour s'assurer que les auxiliaires sont en nombre suffisant pour réguler de manière efficace les populations de ravageurs. Il est donc nécessaire de se munir d'une loupe de poche (grossissement X 10) et d'un parapluie japonais¹. La loupe de poche permet d'observer de très petits auxiliaires de moins de 3 mm (acariens prédateurs, micro-guêpes, petites coccinelles...) recueillis sur le parapluie japonais ou directement observés sur les plantes. Le parapluie japonais (figure 42) est utilisé pour faire des battages sur les branches des végétaux (arbres, haies, plantes diverses) et les inflorescences du manguiers. Il faut rapidement dénombrer le nombre d'auxiliaires tombés sur la toile du parapluie après chaque battage. Il est recommandé d'effectuer une vingtaine de battages par parcelle, au hasard sur les différentes strates du verger, en fonction de l'espèce d'auxiliaire recherchée. Le tableau qui suit donne une appréciation du niveau de présence de la faune auxiliaire.

1. Matériel qu'il est possible de commander sur le site <http://www.entomo.oxatis.com>

Appréciation du niveau de présence de la faune auxiliaire lors d'un contrôle par battage au parapluie japonais (d'après Vincenot, 2003)

| Nombre d'auxiliaires récoltés par espèce et pour 20 battages | Niveau de présence de l'auxiliaire |
|--|------------------------------------|
| 0 | Nul |
| 1 à 4 | Faible |
| 5 à 10 | Bon |
| > 10 | Très bon |

• • • QUESTIONS-RÉPONSES • • • • •

Je ne vois pas d'auxiliaires « spécialistes » dans mon verger, est-ce que cela veut dire qu'il n'existe aucune régulation des ravageurs ?

La lutte biologique de conservation s'attache à favoriser la diversité de tous les auxiliaires pour avoir un rôle optimal de la régulation des ravageurs. Il ne faut pas sous-estimer le rôle des « généralistes » qui, grâce à leur polyphagie, sont présents toute l'année dans le verger. Ainsi ils peuvent entrer en action dès l'apparition des ravageurs. Alors que les « spécialistes », n'étant pas encore installés dans le verger, ne peuvent agir que plus tardivement.



III. INSERTION DE LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE

L'insertion de la biodiversité végétale permet d'assurer la protection agroécologique du verger. C'est dans les végétaux poussant à l'intérieur et aux abords du verger que trouve refuge un grand nombre d'auxiliaires. Ces habitats peuvent être spontanés comme la couverture végétale au sol, ou implantés par l'agriculteur : bandes fleuries, plantes pièges ou refuges, haies.

Bandes fleuries et bandes enherbées : complémentaires

En offrant des ressources différentes (majorité de graminées pour l'enherbement et source de nectar et pollen pour la bande fleurie), ces deux aménagements n'attirent pas forcément les mêmes auxiliaires et offrent ainsi une plus grande palette d'abris et de ressources alimentaires. Les observations ont montré qu'une parcelle enherbée et abritant des bandes fleuries héberge dix fois plus de parasitoïdes qu'une parcelle nue.

Jean-Philippe Deguine, chercheur Cirad

Le retour d'expérience Biophyto nous permet de présenter les conditions favorables à l'implantation d'une couverture et à son entretien. Concernant les bandes fleuries, les expérimentations ne sont pas finalisées, il n'est donc pas possible d'établir un itinéraire technique précis. Un retour de ces travaux est simplement résumé ici.

LES COUVERTURES VÉGÉTALES

On appelle couverture végétale les plantes, les herbes qui recouvrent le sol dans un verger (enherbement). Pour être le plus efficace possible, cette couverture doit être suffisamment épaisse, diversifiée et recouvrir toute la surface du verger (figure 43).

••• QUESTIONS-RÉPONSES •••••

Pourquoi une couverture permet-elle de réguler les ravageurs ?

L'implantation d'une couverture végétale diversifiée et abondante est une voie privilégiée de la lutte biologique de conservation. La couverture fournit un habitat et des ressources pour la faune auxiliaire. La couverture permet également de :

- > limiter l'érosion du sol ;
- > préserver et améliorer sa fertilité ;
- > réduire, voire supprimer les traitements herbicides ;
- > réduire les risques de transfert de pollution des eaux souterraines par les pesticides.



Figure 43 | Couverture végétale en verger de manguiers (C. Schmitt, Armeflhor).



Figure 44 | En conduite agroécologique, l'enherbement doit aussi recouvrir la ligne de plantation (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

Comment implanter une couverture végétale ?

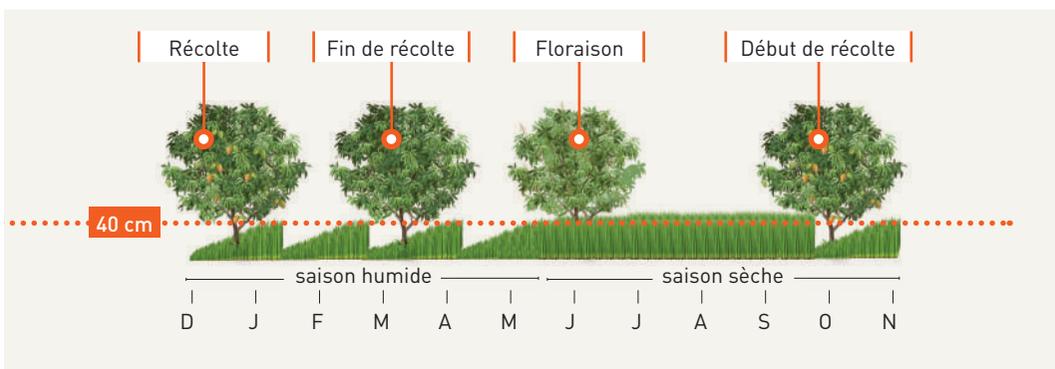
Le meilleur moyen est de laisser la végétation spontanée s'installer en arrêtant les herbicides. Les espèces locales adaptées aux conditions pédoclimatiques du verger peuvent se développer ainsi durablement. Les premières années, les espèces les plus résistantes aux herbicides prennent place sur les endroits habituellement désherbés chimiquement (ligne de plantation, pourtour des arbres). Mais au fil du temps, d'autres espèces finissent par s'implanter naturellement (figures 43 et 44). Si les arbres sont plantés trop serrés ou sont insuffisamment taillés, la couverture végétale se développe mal par manque de lumière. Il est donc important de corriger ce défaut en taillant correctement les arbres et si nécessaire, en supprimant un arbre sur deux.

Comment entretenir la couverture ?

La fauche stimule et renforce la densité de la couverture végétale en favorisant le tallage des herbes. Afin de ne pas perturber l'activité de la faune auxiliaire, il faut veiller à ne pas faucher lors

des périodes critiques, c'est à dire du début de la floraison au début de la récolte (figure 45). En effet, à cette période qui s'étale généralement de juin à novembre, de nombreux ravageurs s'attaquent au manguiers.

Figure 45 | Périodes des fauches en fonction des mois et de la phénologie du manguiers.



Dès les premières pluies d'été, avant la récolte, la fauche doit reprendre afin de réduire l'humidité dans le verger favorable aux maladies comme l'antracnose et la bactériose. Un couvert bas facilite le ramassage des fruits piqués et les travaux de récolte. À partir de la fin de la récolte et jusqu'à l'arrivée de la saison sèche, une fauche alternée un rang sur deux est recommandée afin de conserver un bon réservoir de faune auxiliaire. Il est également conseillé de faucher de l'extérieur vers l'intérieur du verger afin d'y retenir un maximum d'auxiliaires.

Comment contenir les herbes indésirables (fataque, lianes, espèces ligneuses) ?



Figure 46 | L'herbe fataque est une adventice très envahissante (W. Suzanne, Farre).

En présence d'adventices indésirables (**figure 46**), la stratégie consiste à épuiser les réserves de ces espèces et les empêcher de faire leur cycle dans l'année. On conseille pour cela de positionner deux fauchages bien à ras répétés à quelques semaines d'intervalle. La première intervention permet de fatiguer les adventices ; la deuxième, avant leur montée en graine, les empêche de se ressemer, réduisant ainsi le stock de graines dans le sol. Dans le cas de jeunes pousses, l'option du désherbage chimique localisé peut s'avérer intéressante. Il faut cependant noter qu'il est impossible de se débarrasser complètement d'une espèce. L'objectif est bien de maintenir ces indésirables à un seuil d'occupation acceptable.

Les insecticides et les désherbants sont onéreux et réclament un certain temps d'application. Aujourd'hui, ce temps est consacré au passage de la débroussailluse. Cela demande plus de main d'œuvre, mais au final, ça ne coûte pas plus cher”

Armand Paulet, agriculteur à Saint-Paul

| LES BANDES FLEURIES

Ce sont des bandes d'espèces à fleurs, semées dans le verger qui ont été sélectionnées pour leur attractivité vis-à-vis des auxiliaires (**figure 47**). En produisant du pollen et du nectar, les bandes fleuries sont particulièrement attractives pour les auxiliaires du groupe des parasitoïdes (micro-guêpes), ainsi que pour les syrphes et les abeilles qui sont de précieux pollinisateurs.

Les critères agronomiques sont importants pour identifier les espèces qui peuvent s'adapter à la parcelle en privilégiant les espèces locales quand c'est possible et, bien sûr, en proscrivant les espèces envahissantes. Il est alors important de vérifier leur recensement au Conservatoire Botanique National de Mascarin (site internet : <http://flore.cbnm.org/>). Il n'est pas question, dans nos conditions insulaires, d'introduire des espèces végétales non présentes sur le territoire et susceptibles de présenter un fort caractère invasif. De nombreuses études restent à mener sur les bandes fleuries : sélectionner les espèces indigènes les plus efficaces, désigner des dispositifs fleuris, etc.



Figure 47 | Une bande fleurie diversifiée attire de nombreux auxiliaires (C. Sanchis).



Figure 48 | Alysse maritime (K. Le Roux, Farre).



Figure 49 | Bourrache officinale (K. Le Roux, Farre).



Figure 50 | Souci officinal (K. Le Roux, Farre).



Figure 51 | Sarrasin (K. Le Roux, Farre).

Une recherche bibliographique a permis de présélectionner 149 espèces végétales. 12 espèces vivaces ou annuelles, appartenant respectivement à 8 familles différentes ont été choisies pour être implantées dans les bandes fleuries et testées sous un climat tropical insulaire. 4 espèces ont très bien fleuri et ont été particulièrement étudiées : l'alyse maritime, la bourrache officinale, le souci officinal et le sarrasin (figures 48 à 51). Ces espèces n'attirent pas les ravageurs du manguier. La plante abritant la plus grande abondance et la plus grande diversité en auxiliaires parasitoïdes est l'alyse maritime *Lobularia maritima* (Brassicaceae). Les prélèvements réalisés sur l'alyse maritime ont regroupé 817 insectes dont 9 araignées, 9 coléoptères, 88 diptères, 250 hétéroptères, 59 homoptères et 402 hyménoptères dont 229 formicidés.

Jean-Philippe Deguine, chercheur Cirad

• • • QUESTIONS-RÉPONSES • • • • •

Où installer les bandes fleuries et sur quelle surface ?

En bordure de parcelles ou entre les rangs. On peut changer la composition des bandes (bande mono-spécifique en alternance avec une bande composée de 3 ou 4 espèces). La surface moyenne d'une bande fleurie par rapport à la surface du verger est de 5 %, soit 500 m² pour 1 ha de verger.

Comment installer des bandes fleuries ?

L'installation nécessite un travail de préparation du sol avec un apport de matière organique et la présence d'un système d'irrigation (figure 52).

Il est fortement conseillé, lors de la première réalisation de bandes fleuries, d'être accompagné par un technicien afin que ce dernier, en concertation avec l'agriculteur, puisse définir au mieux l'emplacement et la largeur de celles-ci.



Figure 52 | Préparation du lit de semences de la bande fleurie (C. Schmitt, Armefflor).

IV. VERS UNE PRODUCTION AGROÉCOLOGIQUE DE MANGUES

Le retour de l'expérience Biophyto ouvre des perspectives intéressantes pour adapter les itinéraires techniques aux exigences de la production agroécologique. Dans ce système, l'image améliorée de l'agriculture est en cohérence avec les enjeux forts de la santé, de la valorisation de la biodiversité, du respect de l'environnement ou de l'agro-tourisme. A terme, avec l'acquisition de connaissances nouvelles et des pratiques agroécologiques, des producteurs conventionnels de mangues pourront s'orienter naturellement vers l'Agriculture Biologique.

Outre la maîtrise des ravageurs et l'insertion de la biodiversité végétale (chapitre III), il apparaît nécessaire de continuer à réfléchir aux choix des variétés et au système d'irrigation pour les raisons suivantes :

- > augmenter la diversité du choix variétal permet de réduire la pression phytosanitaire, de produire sur une plus longue période et de choisir les variétés mieux adaptées aux conditions pédoclimatiques de chaque lieu de production ;
- > le système d'irrigation doit profiter aux manguiers mais également à la biodiversité végétale insérée sans pénaliser la production.

LE CHOIX DES VARIÉTÉS DE MANGUES

Le choix des variétés de mangues doit être réfléchi en tenant compte de différents critères :

- > agronomiques : productivité, période et durée de production, résistance aux bioagresseurs, capacité de conservation ;
- > pédoclimatiques : altitude, microclimat, nature du sol ;
- > économiques : acceptation sur les marchés, résistance au transport et aux manipulations.

Il est impératif de choisir des variétés bien adaptées aux conditions pédoclimatiques du verger afin d'assurer une production optimale et de qualité. Pour espérer une récolte suffisamment étalée dans le temps et réduire les risques phytosanitaires souvent observés dans les vergers monovariétaux, il faut penser à panacher les variétés au sein de l'exploitation.

En-dessous de 200 m et dans les sols se réchauffant rapidement, il est recommandé d'accorder une place importante aux variétés précoces qui peuvent être récoltées avant la période cyclonique.

Au-dessus de 400 m, la culture du manguiers devient plus aléatoire : la nouaison est compromise par les températures fraîches (en-dessous de 15 °C, la germination du pollen est difficile), les récoltes sont beaucoup plus tardives (retard de 1 à 3 mois), les maladies cryptogamiques déprécient les fruits, ce qui est rédhibitoire pour la mise en marché.

Variétés de mangues recommandées selon l'altitude et la période de mise en marché.

| Variétés recommandées (poids moyen du fruit) | Altitude optimale | Sensibilité aux bioagresseurs | Période de récolte | | |
|--|-------------------|--|--------------------|------------------|-------------------|
| | | | Précoce (nov-déc) | Saison (jan-fév) | Tardive (mar-avr) |
| Cogshall (350 g) | 0 à 400 m | Longicorne, oïdium | + | + | |
| Kensington Pride (340 g) | 0 à 400 m | Cochenilles sur fruit, mouches des fruits en fin de récolte | + | + | |
| José (200 g) | < 200 m | Cécidomyies des fleurs et des feuilles, anthracnose, russeting, mouches des fruits | + | + | + |
| Carotte (300 g) | 0 à 400 m | | + | + | |
| Caro (330 g) | < 200 m | Oïdium, mouches des fruits, anthracnose | + | + | |
| Nam Doc Mai (340 g) | < 200 m | Oïdium, anthracnose, mouches des fruits | + | + | |
| Tommy Atkins (430 g) | 0 à 400 m | Bactériose | | + | |
| Heidi (400 g) | < 200 m | Mouches des fruits | | + | + |
| Keitt (650 g) | < 200 m | Bactériose | | + | + |
| Kent (500 g) | < 200 m | Bactériose, mouches des fruits | | | + |

La sensibilité aux bioagresseurs est un critère très important dans le choix variétal. En effet, en production agroécologique, il faut penser à utiliser tous les moyens qui permettent de réduire l'usage des pesticides, et le choix variétal en est un. Si les maladies comme l'anthracnose et la bactériose peuvent être contenues par des méthodes préventives sans recours aux fongicides, il n'en est pas de même pour l'oïdium.



Cogshall (F. Normand, Cirad).



Kensington Pride (F. Normand, Cirad).



José (F. Normand, Cirad).



Carotte (D. Vincenot, Ch. d'agr.).



Caro (F. Normand, Cirad).



Nam Doc Mai (F. Normand, Cirad).



Tommy Atkins (F. Normand, Cirad).



Heidi (F. Normand, Cirad).



Keitt (D. Vincenot, Ch. d'agr.).



Kent (F. Normand, Cirad).

REMARQUES SUR LES PRINCIPALES MALADIES DU MANGUIER

> L'oïdium

L'oïdium, *Oidium mangiferae*, est un champignon qui se développe pendant l'hiver austral sur les inflorescences et le feuillage. Contrairement aux autres champignons, l'oïdium ne nécessite pas une forte hygrométrie pour se développer ; c'est davantage un fort gradient thermique jour/nuit qui déclenche son apparition et le développement d'un feutrage blanc (mycélium) sur les inflorescences. Lorsque le mycélium recouvre les inflorescences, les fleurs sont « grillées », et il n'y a pas de nouaison (figure 53). La sensibilité à l'oïdium varie d'une variété à l'autre. Les variétés Cogshall, Caro et Nam Doc Mai sont particulièrement sensibles. En absence de traitement fongicide,

des pertes conséquentes de récolte sont à craindre. Les dégâts d'oïdium sur les inflorescences peuvent être imputés à tort à la punaise du manguier.



Figure 53 | Inflorescence avec présence d'oïdium (D. Vincenot, Ch. agr.).

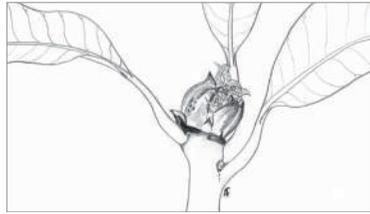


Figure 54 | Il est recommandé d'appliquer un fongicide contre l'oïdium dès le départ de la floraison (A. Franck, Cirad).

MÉTHODES DE PROTECTION PRÉCONISÉES

Une protection préventive est vivement recommandée pour limiter le développement de cette maladie et son impact sur le rendement. Il convient d'appliquer un traitement fongicide homologué dès l'ouverture des boutons floraux (figure 54).

> La bactériose du manguier

La bactériose du manguier, *Xanthomonas campestris*, se développe par temps chaud et humide. Sur feuilles, la maladie cause de petites taches nécrotiques noires, anguleuses, légèrement en relief, souvent limitées par les nervures, et entourées d'un halo jaune à la face supérieure (figure 55).



Figure 55 | Bactériose sur feuille (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

Sur fruits, elle provoque la nécrose des lenticelles et des stomates. Ces nécroses évoluent en taches noires d'où suinte une gomme chargée de bactéries (figure 56). Les fruits ne sont alors plus commercialisables.



Figure 56 | Bactériose sur fruit (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

MÉTHODES DE PROTECTION PRÉCONISÉES

Tailler correctement les arbres chaque année pour permettre une bonne aération de la couronne et une bonne diffusion de la lumière. Planter les variétés les plus résistantes à la bactériose (Heidi, Nam Doc Mai, Cogshall) face aux vents dominants et de préférence en bordure de parcelle.

> L'antracnose

L'antracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, est un champignon qui peut affecter aussi bien les feuilles, les fleurs et les fruits. Il se développe lorsque l'humidité est élevée.

Sur les feuilles et les fleurs (figure 57), la maladie se développe généralement à partir des piqûres de cécidomyies, qui sont des points d'entrée pour le champignon. Les symptômes ont l'apparence de petites taches noires circulaires, qui se nécrosent en leur centre. Dans certains cas, la partie nécrosée peut tomber. Les feuilles présentent alors de nombreuses perforations.

Sur fruits, des taches circulaires noires apparaissent sous lesquelles la pulpe brunit et pourrit rapidement après la récolte. Ces taches prennent fréquemment l'aspect d'une « coulée de larmes », due à une contamination par ruissellement. Les fruits atteints sont alors non commercialisables (figure 58).

MÉTHODES DE PROTECTION PRÉCONISÉES
Identiques à celles recommandées pour la bactériose.



Figure 57 | Jeune inflorescence détruite par l'antracnose (D. Vincenot, Ch. d'agr.).



Figure 58 | Anthracnose sur fruit (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

I UNE ADAPTATION DU SYSTÈME D'IRRIGATION À LA COUVERTURE VÉGÉTALE

La mise en œuvre de méthodes agroécologiques en verger de manguiers modifie les pratiques d'irrigation car les espèces végétales introduites dans le verger (enherbement permanent, bandes fleuries) ont leurs propres besoins en eau et sont souvent moins résistantes au manque d'eau que le manguiers. Les manguiers étant le plus souvent irrigués par un système de goutte à goutte sous la frondaison, cette eau n'est pas accessible aux espèces végétales introduites. L'adaptation du système d'irrigation a pour objectif d'irriguer les espèces végétales introduites dans l'inter-rang afin de les maintenir vivantes tout au long de l'année, en particulier durant la saison sèche. Cette adaptation du système d'irrigation peut aussi avoir des conséquences positives sur la diversité de l'enherbement, en créant des conditions plus favorables pour l'installation de nouvelles espèces, et par rapport au risque d'incendie en saison sèche dans les vergers (figure 59).



Figure 59 | Les micro-asperseurs permettent de maintenir un enherbement plus homogène [D. Vincenot, Ch. d'agr.].

Il existe différentes solutions techniques pour l'adaptation du matériel d'irrigation, et certaines conditions doivent orienter le choix :

- > le système d'irrigation ne doit pas arroser le feuillage des manguiers afin de ne pas favoriser le développement de certaines maladies (anthracnose par exemple) ;
- > le système d'irrigation doit éviter d'arroser le tronc du manguiers ; même si ce dernier est moins sensible que d'autres espèces fruitières à la forte humidité au niveau du tronc, il est prudent d'éviter les excès d'humidité à ce niveau ;
- > le système d'irrigation ne doit pas gêner les travaux dans le verger (passage de tracteur, débroussaillage, gyrobroyage, taille, récolte) ;
- > le système d'irrigation doit être robuste pour éviter l'entretien ou les changements fréquents ;
- > le système d'irrigation doit permettre d'irriguer la plus grande surface possible dans l'inter-rang, tout en évitant des zones avec superposition d'arrosage, ou sans arrosage, qui entraînent une hétérogénéité dans l'enherbement et dans sa croissance ;
- > le point précédent implique qu'en cas d'aspersion, le système d'irrigation doit être suffisamment haut pour que l'eau soit projetée au-dessus du couvert végétal de l'inter-rang, et suffisamment bas pour ne pas arroser de façon excessive le feuillage et les fruits bas du manguiers.

Ce cahier des charges nous amène à proposer soit de la micro-aspersion, avec des micro-asperseurs installés sur des supports de hauteur variable, entre 30 et 60 cm de hauteur, soit des lignes de goutteurs placées dans l'inter-rang. Avec une conduite raisonnée en irrigation, ces deux techniques sont économes en eau et évitent les pertes excessives par évaporation.

Chaque système d'irrigation, micro-aspersion ou goutte à goutte, présente des avantages et des inconvénients résumés dans le tableau suivant.

| | Avantages | Inconvénients |
|--|--|---|
| Micro-aspersion | <ul style="list-style-type: none"> > Débit important : permet d'apporter des volumes d'eau importants en peu de temps sur des vergers âgés. > Un même système d'irrigation arrose les manguiers et l'inter-rang. > Apport homogène de l'eau sur une grande surface irriguée. > Détection visuelle rapide des problèmes de fonctionnement du matériel (asperseur bouché ou qui a sauté). > Large choix de matériel. | <ul style="list-style-type: none"> > Peut gêner les travaux dans le verger. > Nécessite de la pression et une eau bien filtrée. > Peut arroser le tronc des manguiers si le matériel est mal positionné. > Investissement initial plus élevé que celui du système par goutte à goutte. |
| Goutte à goutte dans l'inter-rang | <ul style="list-style-type: none"> > Installation facile et rapide. > Pas de gêne pour les travaux non-mécanisés dans le verger. > Demande une faible pression en eau > Limite les pertes en eau par évaporation. | <ul style="list-style-type: none"> > Arrosage localisé et donc hétérogène dans l'inter-rang. > Gêne, voire empêche le passage d'engins dans le verger. > Débit faible demandant des durées d'arrosage longues. > Pas de détection visuelle des problèmes (goutteur bouché par exemple). |

Compte tenu des distances de plantation du manguier à La Réunion, on propose, de façon non exhaustive, différents positionnements des micro-asperseurs pour maximiser la surface irriguée en limitant la gêne pour les travaux dans le verger :

- > deux micro-asperseurs projetant l'eau entre 180° et 270° sont placés de part et d'autre du tronc, face à l'inter-rang ;
- > un micro-asperseur projetant l'eau à 360° placé sur le rang de plantation à mi-chemin entre deux arbres.

Le choix de la portée des micro-asperseurs est déterminé par les distances de plantation des manguiers, et limité par la pression dans le réseau d'irrigation.

Une première année de suivi a montré que la modification de l'irrigation liée au maintien d'une couverture végétale vive dans le verger en relation avec une conduite agroécologique des manguiers conduit à une disponibilité en eau plus régulière et plus importante pour le manguiers, notamment durant le repos végétatif des arbres. On observe dans ces vergers une floraison moins intense et plus tardive, probablement en lien avec cette meilleure disponibilité en eau durant le repos végétatif.”

Frédéric Normand, chercheur Cirad

Ce retour d'expérience montre que l'irrigation sur les plantes de couverture pendant le repos végétatif du manguiers peut avoir un impact négatif sur la floraison de ce dernier. Des travaux sont en cours pour déterminer comment gérer l'irrigation (volume d'eau et fréquence d'apport) à cette période afin de limiter ces conséquences négatives.

V. ASPECTS ÉCONOMIQUES ET COMMERCIAUX DE LA PRODUCTION AGROÉCOLOGIQUE

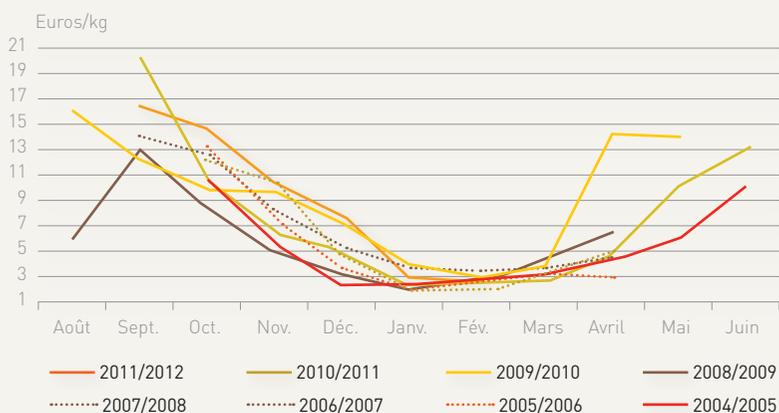
ORGANISATION DU MARCHÉ DE LA MANGUE

La mangue est un fruit tropical très apprécié de la population réunionnaise. Près de 330 ha de vergers regroupant plus de 80 producteurs fournissent en moyenne 1 800 t de mangues par an (estimation Chambre d'agriculture, 2013). Environ une douzaine de variétés de mangues sont cultivées à La Réunion avec une large dominance des variétés José et Cogshall (mangue américaine ou mangue « qui dévisse »). La variété José couvre à elle seule plus de la moitié du marché local. Elle se consomme majoritairement « en frais », plus rarement sous forme transformée, par exemple en confiture, en jus ou en achards.

La mangue est un produit saisonnier récolté sur une période allant de novembre à mars, pendant la saison cyclonique. Cet aléa climatique peut affecter de façon significative les rendements et donc le prix à la vente.

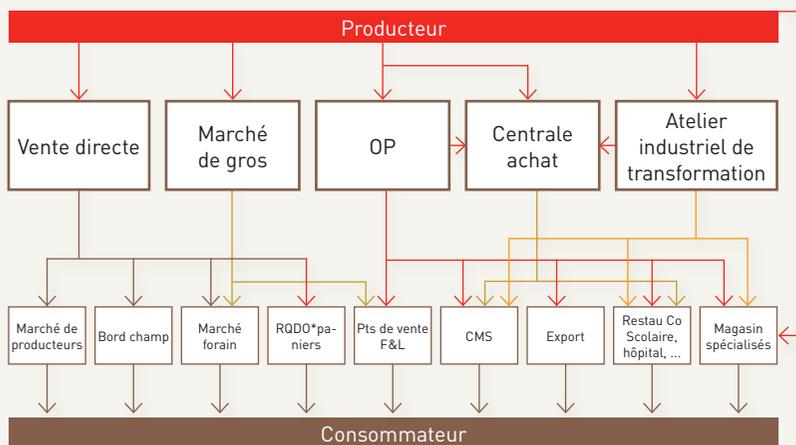
Le prix de vente des mangues évolue fortement au cours du cycle, passant de 15 €/kg en début ou fin de saison à 1.5 €/kg en pleine période de production. Il reste cependant variable, notamment à cause des aléas climatiques : en janvier 2014, le cyclone Béjisa a détruit une grande partie de la production ce qui a maintenu le prix de vente élevé.

Évolution du prix des mangues José sur le marché forain durant la saison de production (DAAF Réunion).



L'ARTICULATION DU MARCHÉ

La production pour la vente locale s'articule autour d'acteurs et de marchés très variés.



* Ruche qui dit oui.

> Fonctionnement du marché de la mangue à La Réunion



Figure 60 | Les mangues sont majoritairement vendues sur les marchés forains (D. Vincenot, Ch. d'agr.).

La mangue est principalement commercialisée sur le marché local en frais (figure 60). On évalue à un peu plus de 1 600 tonnes, le volume de mangues capté par ce secteur. Sur ce marché, en aval des producteurs, plusieurs acteurs se succèdent (marché de gros, Organisations de Producteurs, centrales d'achat) avant que le produit n'atteigne le consommateur. Mais, l'achat en marché forain, dans les « bazars » et en bord de champ, marqueurs historiques du « vivre créole » reste prédominant, bien que les Grandes et Moyennes Surfaces (GMS) se positionnent peu à peu sur la commercialisation de ce produit.

La mangue est également transformée en confiture, en achards, en jus, etc., directement sur les exploitations ou dans des ateliers agroalimentaires. Cependant, la mangue est peu utilisée en transformation car elle demande trop de main d'œuvre pour extraire la chair, en partie à cause du noyau et de la peau. A l'échelle des exploi-

tations, certains producteurs réfléchissent à des regroupements afin de mutualiser l'équipement dont le coût est important.

Parmi les usines de transformation de fruits et légumes de La Réunion, peu d'entre elles transforment la mangue et celles qui le font, commercialisent la chair sous forme de pulpe ou de compote. Sur ce marché industriel, ce sont chaque année un plus de 80 tonnes de mangues qui sont transformées. Les produits fabriqués à base de mangue se retrouvent aussi bien en GMS qu'en restauration collective.

Quant à l'exportation, destinée essentiellement au marché métropolitain, elle se stabilise autour de 6 % de la production réunionnaise, soit 110 tonnes, essentiellement de mangue Coshall. Sur le marché de l'export, la concurrence est forte avec l'Inde, la Chine, l'Afrique et les pays d'Amérique du Sud. Les fruits sont cependant expédiés « en frais » par avion ce qui garantit une fraîcheur et une qualité supérieure par rapport aux produits transportés par bateau. En effet, c'est la mangue Cogshall qui correspond le plus aux standards internationaux de couleur et de forme. A l'inverse, la mangue José, a la forme plus apparentée à celle d'une pomme qu'à celle d'une mangue. Elle est moins connue du grand public, mais elle est très prisée par les réunionnais et ne subit pas de pression concurrentielle. La José est également plus fragile et s'exporte donc moins facilement.

Répartition des tonnages de mangues commercialisées sur les différents marchés (estimations moyennes 2010-2013 – sources DAAF, CA, Marché de Gros, AROP FL).

| | Marchés forains | GMS | Marché de Gros | Export | Transformation | Total |
|------------------------------|-----------------|-----|----------------|--------|----------------|-------|
| Tonnage commercialisé | 1255 | 205 | 150 | 110 | 80 | 1800 |
| Répartition (%) | 70 | 12 | 8 | 6 | 4 | 100 |

ASPECTS ÉCONOMIQUES DE LA PRODUCTION AGROÉCOLOGIQUE

D'après les premiers résultats obtenus en production agroécologique de mangues, les charges en intrants et en main-d'oeuvre restent inférieures à celles d'une production conventionnelle : les traitements phytosanitaires se limitent à une ou deux interventions dirigées contre l'oïdium en période de floraison, les traitements herbicides sont supprimés et les opérations de fauchage sont moins fréquentes. Grâce à la réduction des charges de ces postes, le coût de production en mode de conduite agroécologique est plus faible.

Une grande hétérogénéité de productivité a été observée entre les différentes parcelles, qu'elles soient conduites de manière conventionnelle ou agroécologique. Des rendements équivalents ont été observés dans les parcelles conventionnelles et

Biophyto. Des pertes de rendement ont été constatées dans les secteurs sensibles à la cécidomyie et suite à de très fortes attaques de punaises en 2014.

Coûts de production (€) par ha et par an pour un verger adulte selon la méthode de conduite appliquée.

| Nature | Conduite conventionnelle | Itinéraire Biophyto |
|---|--------------------------|-------------------------|
| Intrants | | |
| Pesticides | 1 614 | 39 |
| Piégeage de masse cératites <i>(80 pièges /ha)</i> | 480 | 480 |
| Irrigation <i>(pour 2 990 m³)</i> | 299 | 299 |
| Total intrants | 2 393 | 818 |
| Main-d'oeuvre | | |
| Surveillance phyto <i>(temps passé)</i> | 473 <i>(50 h)</i> | 473 <i>(50 h)</i> |
| Traitements phyto <i>(temps passé)</i> | 1 031 <i>(16 h)</i> | 258 <i>(4 h)</i> |
| Suivi piégeage de masse <i>(temps passé)</i> | 525 <i>(55 h)</i> | 525 <i>(55 h)</i> |
| Gyrobroyage après taille <i>(temps passé avec tracteur)</i> | 516 <i>(8 h)</i> | 516 <i>(8 h)</i> |
| Désherbage chimique sur rang <i>(temps passé)</i> | 645 <i>(10 h)</i> | 0 |
| Fauchage inter-rangs <i>(temps passé avec tracteur)</i> | 645 <i>(10 h)</i> | 322 <i>(5 h)</i> |
| Fauchage sur rang <i>(temps passé avec débroussailluse)</i> | 0 | 151 <i>(16 h)</i> |
| Récolte <i>(temps passé)</i> | 1 106 <i>(117 h)</i> | 1 106 <i>(117 h)</i> |
| Taille <i>(temps passé)</i> | 908 <i>(96 h)</i> | 908 <i>(96 h)</i> |
| Total main-d'oeuvre | 5 849 | 4 259 |
| Coût de production | 8 242 | 5 077 |

> Voies de commercialisation et valorisation possible d'une mangue issue de la production agroécologique

VOIES DE COMMERCIALISATION POTENTIELLES

Face à des méthodes de production qui évoluent pour être plus durables et respectueuses de la santé humaine, face à des consommateurs de plus en plus sensibles à la qualité des produits qu'ils consomment et à leurs modes de production, une mangue produite selon les principes de l'agroécologie serait à même de répondre à ces nouvelles attentes mais pour quel marché ?

Une étude a été réalisée en 2013 sous la forme d'entretiens semi-directifs auprès de différents opérateurs impliqués dans la filière mangue (production, mise en marché, transformation et institutionnels) afin d'identifier les voies de commercialisation potentielles d'un tel produit.

Les résultats ont été formalisés sous la forme de différents scénarios et huit voies de commercialisation ont été identifiées. Pour chacune d'entre elles, des éléments de contexte, de caractérisation de produit, de type de clientèle, de méthodologie et de potentiels ont été recueillis lors de ces entretiens.

Il ressort de cette étude qu'une mangue produite de façon différenciée possède un potentiel de mise en marché. Cependant, des stratégies de communication différentes sont à mettre en œuvre pour valoriser le fruit selon les différentes voies de commercialisation :

- > stratégie de communication sur l'image de l'île de La Réunion à associer à la communication de la mangue agroécologique pour répondre aux attentes des clients/consommateurs pour une mise en marché via le « E-commerce Export » et le « Haut de gamme local » ;
- > stratégie de communication cadrée sur le produit mangue agroécologique pour répondre aux attentes des clients/consommateurs pour une mise en marché via le « E-commerce local », le « Haut de gamme local », la « Vente directe locale » ;
- > stratégie de structuration de l'approvisionnement, de transformation en 4^{ème} gamme et de communication cadrée sur le produit mangue agroécologique pour une mise en marché via la « Restauration collective locale » ;
- > Stratégie de communication cadrée sur le produit mangue agroécologique et de différenciation du produit pour une mise en marché via les « G.M.S. ».

VALORISATION À LA MISE EN MARCHÉ

La mise en marché d'une mangue agroécologique ne peut se faire sans une démarche de différenciation vis-à-vis du produit conventionnel. Une réflexion sur la valorisation d'un tel produit s'inscrit dans une dynamique plus large de valorisation des pratiques agroécologiques, entre l'agriculture biologique et le conventionnel.

Au regard des caractéristiques « environnementales » et « santé » identifiées pour la mangue issue de la production agroécologique, un certain nombre d'outils de valorisation ont été identifiés et retenus. Ces outils sont indissociables des segments de marché sur lesquels cette mangue serait susceptible d'être commercialisée.

Voies de commercialisation potentielles pour une mangue produite en conduite agroécologique.

| | E-commerce export (via internet) | E-commerce local (via internet) | Haut de gamme Local |
|--|--|--|---|
| Contexte | Marché en expansion | Marché récent | Marché existant : restauration haut-de-gamme, magasins spécialisés en alimentation durable et magasins touristiques |
| Produit | Mangue fraîche de qualité en conditionnement individuel | Mangue fraîche associée à d'autres produits sous la forme de panier | Mangue fraîche de qualité associée à une différenciation (conditionnement et/ou certification) |
| Type de client | Client aisé soucieux de la traçabilité et de l'image de La Réunion | Client soucieux de sa santé, de l'environnement, de la traçabilité des produits et de la proximité | Client soucieux de sa santé, de l'environnement, de la traçabilité des produits et de la production locale |
| Méthodologie | Plate forme de mise en vente en ligne avec description des produits et de leur origine | Plateforme de mise en vente en ligne de paniers de fruits et de légumes composés ou imposés | Livraison aux clients |
| Potentiel pour une mangue agroécologique | Marché de niche sous réserve d'associer l'image de La Réunion | Marché de niche réceptif aux démarches agroécologiques | Marché de niche réceptif aux démarches agroécologiques |

| Haut de gamme Export | Vente directe locale | Restauration collective locale | G.M.S. |
|---|---|---|--|
| <p>Marché existant : la mangue est le 3^{ème} fruit exporté de La Réunion après l'ananas et le letchi</p> | <p>Marché existant : marché forain, marché de producteurs, vente en bords de champs ou sur l'exploitation</p> | <p>Marché existant pour les autres fruits et légumes mais pas ou peu pour la mangue</p> | <p>Marché existant</p> |
| <p>Mangue fraîche de qualité en cagette</p> | <p>Mangue fraîche ou transformée en vrac ou cagette</p> | <p>Mangue calibrée, de portion égale et dans la mesure du possible en 4^{ème} gamme</p> | <p>Mangue fraîche ou transformée en vrac ou en cagette</p> |
| <p>Client aisé soucieux de la traçabilité et de l'image de La Réunion</p> | <p>Client de toute catégorie socio-professionnelle</p> | <p>Client de toute catégorie socio-professionnelle mais avec une attente sociétale locale</p> | <p>Client de toute catégorie socio professionnelle mais soucieux du prix</p> |
| <p>Livraison aux clients de produits récoltés le matin et expédiés dans la journée</p> | <p>Vente directe entre le producteur et le consommateur</p> | <p>Appel d'offre</p> | <p>Approvisionnement auprès de grossistes, d'organisations de producteurs et de producteurs locaux</p> |
| <p>Marché de niche sous réserve d'associer l'image de La Réunion</p> | <p>Marché de masse sous réserve d'associer une communication encadrée</p> | <p>Marché potentiel sous réserve de structurer l'approvisionnement et la transformation</p> | <p>Marché potentiel sous réserve de différencier le produit</p> |

Démarches de différenciation à étudier pour valoriser la production agroécologique de mangues.

| | Marque simple | Marque collective |
|---------------------------------------|---|---|
| Garantie | Un visuel à définir | Des règles établies et un visuel le cas échéant |
| Visuel de reconnaissance | À définir par l'opérateur | À définir par le collectif |
| Typologie du demandeur | Individuel | Collectif |
| Méthodologie de mise en œuvre | Enregistrement à l'INPI | Enregistrement à l'INPI |
| Portée du message agroécologique | L'absence de règles pré-établies ne permet pas de garantir un produit agroécologique | Le produit agroécologique est décliné en règles qui sont à respecter, seul le message agroécologique est communiqué |
| Atouts | Démarche rapide et peu coûteuse | Démarche rapide et peu coûteuse |
| Limites | Pas de garanties sur le message agroécologique, démarche individuelle, peu de reconnaissance par le marché d'où un effort conséquent sur la communication | Peu de reconnaissance par le marché d'où un effort conséquent sur la communication |
| Voie de commercialisation potentielle | Toutes les voies de commercialisation | Toutes les voies de commercialisation |

| Certification de Conformité Produit | Agriculture Biologique | Certification environnementale (H.V.E.) |
|--|--|---|
| Conformité à des caractéristiques pré-établies | Conformité à un mode de production respectueux de l'environnement | Démarche de gestion globale d'une exploitation |
|  |  | Aucune |
| Individuel ou collectif | Individuel | Individuel |
| Enregistrement à la D.G.P.A.T. | Aucune car les règles sont définies | Aucune car les règles sont définies |
| L'une des caractéristiques peut être le mode de production agroécologique | Aucune car la communication porte sur un mode de production respectueux de l'environnement | Aucune car la communication porte sur une gestion de l'exploitation |
| Démarche rapide, possibilité de communiquer sur d'autres caractéristiques | Démarche rapide, très forte notoriété | Démarche rapide |
| Peu de reconnaissance par le marché d'où un effort conséquent sur la communication | Les pratiques culturelles vont au-delà d'une mangue issue de la production agroécologique | Les pratiques culturelles vont au-delà d'une mangue issue de la production agroécologique |
| E-commerce Export Haut de Gamme Export G.M.S. | Toutes les voies de commercialisation | G.M.S. et restauration collective locale |

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- > Atiama M., Ramage T., Schmitt T., Moutoussamy M.-L., Matocq A., Ajaguin Soleyen C., Muru D., Jacquot M., Deguine J.-P., 2014. *Bioécologie de la punaise du manguiers, Orthops palus*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.
- > Carrié R.J.G., George D.R. & Wäckers F.L., 2012. *Selection of floral resources to optimize conservation of agriculture – functional insect groups*. Journal of Insect Conservation 16 : 635-640.
- > Costanza R., d'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., & Van Den Belt M., 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, 387 : 253-260.
- > Deguine J.-P., Ferron P., Russell D. 2008. *Protection des cultures : de l'agrochimie à l'agroécologie*. Editions Quae, Versailles, 187 p.
- > Deguine J.-P., Ratnadass A., 2013. *Gestion des habitats, pilier de l'agro-écologie*. In: Thiery D., Calatayud P.-A., Sauvion N., Marion-Poll F. (eds), Des insectes et des plantes. Publibook et Editions IRD, 719-730.
- > Deguine J.-P., Gloanec C., Graindorge R., Jacquot M., Le Roux K., Roux E., Suzanne W., Vincenot D., Laurent P., 2014. *Application de l'agroécologie à la protection des cultures*. Support de formation, Certificat Universitaire de Qualification Professionnelle. Institut Universitaire de Technologie de La Reunion (Saint-Pierre), 84 pp.
- > Deguine J.-P., Muru D., Tenailleau M., Le Squin S., Ajaguin Soleyen C., 2014. *Interactions plantes à fleurs - arthropodes dans les vergers de manguiers à La Réunion*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.
- > Delpoux C., Muller L., Marquier M., Quilici S., 2014. *Statut de la régulation biologique de la cochenille des Seychelles, Icerya seychellarum, par la coccinelle Rodolia chermesina en vergers de manguiers*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.
- > Devab, juin 2009. *Favoriser les auxiliaires naturels en AB*. Fiche n° 3.
- > Fiedler A. K., Landis D. A., 2007 (b). *Plant characteristics associated with natural enemy attractiveness to Michigan native plants*. Environmental Entomology, 36, 878-886.
- > Jacquot M., Chiroleu F., Deguine J.-P., 2014 (a). *Richesse spécifique et recouvrement des couvertures végétales en période de floraison des manguiers à La Réunion*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.

- > Jacquot M., Muru D., Chiroleu F., Tenailleau M., Gasnier S., Rochat J., Plessix S., Moutoussamy M.-L., Ajaguin Soleyen C., Tixier P., Deguine J.-P., 2014 (b). *Effet des pratiques agroécologiques sur l'évolution des communautés d'arthropodes en vergers de manguiers à La Réunion*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.
- > Isaacs R., Tuell J., Fiedler A., Gardiner M., Landis D., 2009. *Maximizing arthropods-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7 (4), 196-203.
- > Jacquot M., Chiroleu F., Deguine J.-P., 2014 (c). *Richesse spécifique et recouvrement des couvertures végétales en période de floraison des manguiers à La Réunion*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.
- > Jacquot M., Tenailleau M., Chiroleu F., Giraud-Carrier C., Moutoussamy M.-L., Ajaguin Soleyen C., Deguine J.-P., 2014 (d). *Effet des couvertures végétales, des pratiques culturales et du paysage sur les arthropodes prédateurs épigés dans les vergers de manguiers à La Réunion*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.
- > La Tassée Beaujolaise n° 153, décembre 2008. *Réussir son implantation de bandes fleuries*.
- > Landis D. A., Wratten S. D., Gurr G. M., 2000. *Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture*. *Annual Review of Entomology*, 45, 175-201.
- > Marquier M., Albon B., 2014. *Biodiversité des arthropodes dans les vergers de manguiers à La Réunion : suivi des bioagresseurs dans le réseau Biophyto*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.
- > Moonen A.C. & Barberi P., 2008. *Functional biodiversity : an agroecosystem approach*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 127 : 7-21.
- > Muru D., Jacquot M., Tenailleau M., Derepas B., Gasnier S., Rochat J., Atiama M., Moutoussamy M.-L., Ajaguin Soleyen C., Deguine J.-P., 2014. *Diversité des arthropodes dans les vergers de manguiers à La Réunion : inventaires et catalogues*. Actes du séminaire Biophyto - Biodiversité et protection agroécologique des cultures, Saint-Pierre, 21 au 24 octobre 2014.
- > Nicole M.C., 2002. *Les relations des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes*. *Antennae*, Vol. 9, n° 1, Société entomologique du Québec.
- > Paca maraîchage, mars-avril 2012. *Dossier spécial bandes florales : Planter des bandes florales pour favoriser les auxiliaires*.

- > Pfiffner L., Wyss E., 2004. *Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests*. Chapter 11 : 167-188. In : Gurr G.M., Wratten S. D., Altieri M. A., 2004. *Ecological engineering for pest management. Advances in habitat manipulation for arthropods*. CSIRO Publishing. Melbourne (Australasian publisher)/ CABI International, Wallingford (European Publisher)/ Cornell University Press, Ithaca (Americas publisher), 244 p.
- > Quilici S., Vincenot D., Franck A., 2003. *Les auxiliaires des cultures fruitières à l'île de La Réunion*. Cirad – Chambre d'agriculture de La Réunion, 18 Editions, 168 p.
- > Ricard et al., 2012. *Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière*. Paris : CTIFL.
- > Tooker J. F., Hanks L. M., 2000. *Flowering plant hosts of adult hymenopteran parasitoids of Central Illinois*. Annals of the Entomological Society of America, 93(3), 580-588.
- > Yachi S. & Loreau M., 1999. *Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment : the insurance hypothesis*. PNAS, 96 : 1463-1468.
- > Vincenot D., 2003. *Élaboration et développement d'un programme de lutte intégrée en vergers d'agrumes et de manguiers à l'île de La Réunion*. Mémoire d'ingénieur diplômé par l'Etat, école nationale supérieure agronomique de Montpellier, 85 p.
- > Vincenot D. (éd), Normand F. (éd), Amouroux P., Hoarau I., Joas J., Léchaudel M., Michels T., 2009. *Guide de production intégrée de mangues à La Réunion*. Cirad et Chambre d'agriculture de La Réunion, Saint-Pierre, Ile de la Réunion, 122 p. Téléchargeable sur http://reunion-mayotte.cirad.fr/publications_ressources/edition/guides_techniques/production_integree_de_mangues
- > Winkler, K., Wäckers, F. L., Stingli, A. and Van Lenteren, J. C., 2005. *Plutella xylostella (diamondback moth) and its parasitoid Diadegma semiclausum show different gustatory and longevity responses to a range of nectar and honeydew sugars*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 115: 187–192.
- > Winkler K., Wäckers F., Bukovinszkine-Kissa G. and Lenteren J., 2006. *Sugar resources are vital for Diadegma semiclausum fecundity under field conditions*. Basic and Applied Ecology, 7: 133- 14.

Sites internet

- > Site internet Biophyto : avec des vidéos, les diaporamas et les actes du séminaire, guide téléchargeable <http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/Biophyto>
- > Pour identifier la flore et notamment éviter l'implantation des plantes envahissantes : site internet du Conservatoire Botanique National de Mascarin : <http://flore.cbnm.org/>



Cet ouvrage présente le retour d'expérience du projet de recherche et de développement Biophyto qui a pour objectif de produire de la mangue sans insecticide à La Réunion. Pour cela, des pratiques agroécologiques innovantes sont mises en œuvre dans des vergers pilotes avec la participation d'une douzaine de producteurs de mangues. Après trois années de suivi technique et scientifique, les résultats sont encourageants et montrent que le recours à la « protection agroécologique des cultures » permet de produire de la mangue en quantité et en qualité, sans nuisance pour la santé humaine, et en favorisant la biodiversité fonctionnelle pour la régulation des ravageurs. Les producteurs se sont appropriés la démarche agroécologique et les techniques.

Tout arboriculteur, technicien et enseignant trouveront dans cet ouvrage abondamment illustré, des informations pratiques pour s'initier à la production agroécologique.

POUR CITER CET OUVRAGE :

Vincenot D., Deguine J.P., Gloanec C., Dijoux A., Graindorge R., 2015. Initiation à la protection agroécologique du manguiier à La Réunion. Retour d'expérience - Projet BIOPHYTO 2012-2014. Chambre d'agriculture de La Réunion, Saint-Denis, 56 p. ISBN : 978-2-87614-705-8.

PARTENAIRES TECHNIQUES



PARTENAIRES FINANCIERS



Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture, avec l'appui financier de l'Office de l'eau et des milieux aquatiques, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.