



CIRAD Guadeloupe (Centre de Coopération Internationale en recherche
Agronomique pour le Développement) - Département FLHOR -

- PROGRAMME SECTORIEL 2000-2006 -

DEVELOPPEMENT DE L'ARBORICULTURE FRUITIERE DE DIVERSIFICATION EN GUADELOUPE

RAPPORT D'EXECUTION TECHNIQUE
- 2005 -



ODEADOM



FEOGA



RÉGION GUADELOUPE

Ont contribué à la rédaction de ce rapport technique :

Fabrice Le Bellec, agronome responsable du domaine expérimental,
Corinne Calabre, technicien supérieur Cirad Vieux-Habitants,
Frédéric Vingadassalon, chef de culture Cirad Vieux-Habitants,
David Herzog, VCAT agronome Cirad Vieux-Habitants,
Mylène Ramassamy, technicien supérieur Cirad Neufchâteau,
Saturnin Bruyère, technicien supérieur Cirad Neufchâteau,
Laurence Argoud, VCAT agronome Cirad Neufchâteau et
Laure de Roffignac, stagiaire DAA, AGROCAMPUS de Rennes.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette



SOMMAIRE

<u>Avant-propos</u>	p 4
<u>PROJET 1. Appui au développement</u>	
<u>1.1 Permanence technique et accueil de groupes</u>	p 5
<u>1.2 Suivi des vergers</u>	p 5
<u>1.3 Journées techniques/Réunions de travail/Comité de pilotage</u>	p 5
<u>1.4 Diffusion de l'information</u>	p 6
<u>1.5 Partenariats et coopération régionale</u>	p 7
<u>1.6 Formations</u>	p 8
<u>1.7 Missions d'appui à l'unité</u>	p 8
<u>PROJET 2. Développement de systèmes de cultures durables</u>	
<u>2.1 Production fruitière intégrée en verger d'AGRUMES</u>	p 9
<u>2.2 Production fruitière intégrée en verger de MANGUIER</u>	p 11
<u>2.3 Lutte génétique contre la bactériose du PAPAYER</u>	p 11
<u>2.4 Lutte contre le dépérissement du MARACUJA</u>	p 13
<u>2.5 Gestion des effluents phytosanitaires</u>	p 13
<u>PROJET 3. Valorisation du patrimoine fruitier</u>	
<u>3.1 Inventaire des espèces et variétés fruitières des Antilles</u>	p 14
<u>3.2 Gestion et caractérisation des collections</u>	p 15
<u>3.3 Etude sur de 'nouvelles' espèces de diversification</u>	p 16
<u>ANNEXES</u>	à partir de p 17

Avant-propos

Le détail des actions fixées pour l'année 2005 a été entériné en comité de pilotage le 17 décembre 2004 (détail en annexe 1). Deux restitutions orales abordant les résultats obtenus en 2005 ont eu lieu. La première le 28/06/2005 devant un public composé majoritairement d'agriculteurs sur un thème principal (la pitahaya comme culture de diversification) et la seconde le 15/12/2004 devant le comité de pilotage (DAF, ASSOFWI, INRA et Chambre d'Agriculture), voir le procès verbal en annexe 2.

Nous présenterons successivement la totalité des actions menées en 2005 suivant les 3 projets :

- Projet 1. Appui au développement**
- Projet 2. Développement de systèmes de culture durables**
- Projet 3. Valorisation du patrimoine fruitier**

et détaillerons certaines opérations (résultats probants obtenus durant l'année 2005) de ces actions en annexes :

Annexe 3 : Supports de diffusion de l'information

Annexe 4 : Production Fruitière Intégrée : suivi des vergers selon les principes de la PFI

Annexe 5 : Sélection/création de papayers tolérants à la bactériose

Annexe 6 : Inventaire des maladies et ravageurs du manguiers en Guadeloupe

Annexe 7 : Etude générale sur le charançon du noyau de la mangue (*Cryptorhynchus mangiferae* (Fabricius) dans les vergers de manguiers en Guadeloupe.

Annexe 8 : Le patrimoine fruitier de Guadeloupe : écologie, marché et niveau de technicité.



PROJET 1. Appui au développement

1.1 Permanence technique et accueil de groupes

La permanence hebdomadaire s'est tenue régulièrement (sauf durant le mois d'août) avec la collaboration des techniciens de la Chambre d'Agriculture et a permis de renseigner les producteurs demandeurs (problèmes techniques, projets de plantation, projets de reconversion banane/espèces de diversification...). Le domaine expérimental du Cirad Vieux-Habitants a également ouvert ses portes à un groupe (centre aéré, thème de la visite : découverte du patrimoine fruitier) et au grand public lors de la fête de la science. Depuis mars 2004, toutes les actions d'appui au développement sont consignées dans un cahier de laboratoire (outil de traçabilité du Cirad) où y sont notamment portées toutes les préconisations faites aux agriculteurs ainsi que les comptes rendus des réunions et journées techniques.

Grâce aux permanences quelques projets ont pu être épaulés :

7/02/05 : S. Touati, Vieux-Habitants. Projet de pépinière bio.

31/10/05 : B. Walter, Ste Rose. Projet de plantation de vanille.

31/10/05 : E. Colette, Bouillante. Projet de plantation de pitaya.

7/11/05 : M. Pauletti, Capesterre. Projet de plantation de maracuja et autres espèces fruitières.

7/11/05 : M^r et M^{me} Piquion, Baie-Mahault. Projet de plantation de papayer.

8/11/05 : A. Kabel. Projet d'animation en milieu scolaire autour du thème des fruits & légumes.

28/11/05 : D. Dufflo, Capesterre. Projet de reconversion banane/espèces de diversification.

1.2 Suivi des vergers

Outre les suivis mensuels des vergers en PFI (voir 2.1.3) et ceux des essais sur la papaye (voir 2.3), tous les mois, plusieurs visites ponctuelles ont été réalisées en fonction des problèmes rencontrés sur les vergers :

1/02/05 : S. Siar, Ste Rose. Sélection d'une parcelle pour suivi PFI, problème de dépérissements d'origine inconnue (sur *Poncirus trifoliata* cv Flying dragon). Personne Cirad mobilisée : F. Le Bellec.

3/02/05 : M^{me} Andipain, Papaye-St Claude. Sélection d'une parcelle pour suivi PFI, problème de taille observé. Personne Cirad mobilisée : F. Le Bellec.

22/02/05 : J. Beaugendre, Baillif. Dépérissements de mandarinier probablement liés aux phytophthora. Personnes Cirad mobilisées : F. Le Bellec et D. Herzog.

10/10/05 : J. Beaugendre et J.L. Petit, Baillif. Problème de fruits secs (Mandarine Dancy) et de dépérissements inexpliqués d'arbres. Personnes Cirad mobilisées : F. Le Bellec, D. Herzog et H. Vannière.

20/10/05 : R. Bureau (président GIE Diversification), Gourbeyre. Problème de dépérissements d'agrumes, constat : sol hydromorphe défavorable à la culture. Personne Cirad mobilisée : F. Le Bellec.

1.3 Journées techniques/Réunions de travail/Comité de pilotage organisés par l'unité

Référentiel de l'Agriculture Raisonnée (AR). 25/02/05, réunion de travail autour des principes de l'AR avec l'ASSOFWI (J.M. Petit et J. Beaugendre). Après l'exposé (résumé du décret 2002-631 et ses arrêtés) de M. Ramassamy (Cirad), il ressort que certaines exigences de l'AR, telles la traçabilité des opérations culturales et le suivi des irrigations, seront difficiles à mettre en œuvre sur les exploitations. **Décision** : un cahier type de suivi sera rédigé et proposé aux producteurs pour validation afin de les engager dans la démarche AR.

Plantes de couverture et de service. 17/03/05, réunion de travail avec l'INRA (H. Ozier Lafontaine et R. Tournebize) sur la mise en place d'un partenariat autour des plantes dites de service en verger (légumineuses et graminées). Les objectifs de l'introduction de ces plantes étant : 1/ de limiter l'utilisation d'herbicides chimiques, 2/ de limiter l'érosion et 3/ d'étudier les effets positifs ou négatifs de l'association culturale. **Décision** : des essais multilocaux en milieu réel et sur station démarreront avant la fin de l'année 2005.

Promotion d'une nouvelle espèce de diversification, la pitahaya. 28/06/05, opération de promotion de la culture de la pitahaya. 34 personnes présentes (principalement des agriculteurs mais aussi la Chambre d'Agriculture, la DAF et la Région). La matinée s'est décomposée en 3 parties : 1/ connaissance de la plante (botanique et écologie) 2/ techniques culturales (sur la parcelle d'expérimentation de Bel Air) 3/ étude des débouchés, adaptation aux systèmes d'exploitation et dégustation des fruits de 3 espèces. **Valorisation** : projet de plantation pour 15 producteurs, 3 d'entre eux ont déjà été approvisionnés en boutures des 3 espèces principales de pitahaya.

Comité de pilotage : restitution annuelle des activités au comité de pilotage du projet du 15/12/05 (présence de l'Assofwi, la DAF, l'Inra, la Chambre d'Agriculture). Voir procès verbal du comité en annexe 1.

1.4 Diffusion de l'information

L'information technique et scientifique a été diffusée en fonction du public visé :

Producteurs guadeloupéens : les producteurs ont eu accès à l'information technique et scientifique grâce aux journées et réunions techniques organisées sur site (voir paragraphe précédent) mais aussi à la diffusion de fiches techniques. De plus, le partenariat avec 'Les Antilles Agricole' (voir 1.5), permet de diffuser chaque trimestre en Guadeloupe et en Martinique, des informations techniques sur les cultures de diversification fruitière (voir 1.4.1).

Grand public : En Guadeloupe, une émission en direct avec RFO (13/04/2005) a été organisée sur le patrimoine fruitier (jeux de questions/réponses avec les auditeurs) ; à l'échelle nationale et internationale, un site web a été développé : <http://caribfruits.cirad.fr>, Caribfruits a été référencé 'site du mois d'octobre 2005' sur le Portail de l'Internet Scientifique de www.science.gouv.fr et par l'infothèque francophone (ressources en ligne et d'actualités scientifiques francophone) <http://www.infotheque.info>.

Communauté scientifique : 1 communication scientifique et 2 posters ont été présentés dans deux congrès internationaux (41st Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society en Guadeloupe et 1^{er} Symposium papaye en Malaisie, voir 1.4.3).

1.4.1. Publications et mémoires de fin d'étude

Le Bellec F., 2005. - Corossol, pomme cannelle et autres annones (*Annona* spp.). *Les Antilles Agricole*, n°7- octobre-décembre 2005, Caraïbe Consultants, Gosier, France, pages 26-27.

De Roffignac L., 2005. Etude générale sur le charançon du noyau de la mangue (*Cryptorhynchus mangiferae* (Fabricius) dans les vergers de manguiers en Guadeloupe. Mémoire de fin d'étude DAA, AGROCAMPUS de Rennes, Cirad, 57 p.

Le Bellec F., 2005. - Maracuja, pomme-liane et autres fruits de la passion (*Passiflora* spp.). *Les Antilles Agricole*, n°6- juillet-août-septembre 2005, Caraïbe Consultants, Gosier, France, pages 20-21.

Durizot M., 2005. - Mise en place du protocole de fabrication de la mangue séchée. Mémoire de stage IUP PVIA, Université de Picardie, Cirad, Université Antilles Guyane, 30 p.

1.4.2 Fiches techniques et descriptives (en annexe 3)

Maladies et ravageurs du manguier : 2 fiches techniques nouvelles sur le thrips et la cécydomyie.

Culture de diversification du Cirad : 1 fiche descriptive sur la pitahaya (*Hylocereus spp.*).

1.4.3 Communications et posters (poster et communication en annexe 3)

Ollitrault P., **Bruyère S.**, Ocampo J., De Lapeyre L., **Gallard A.**, **Argoud L.**, Duval M.F., Coppens D'Eeckenbrugge G. And **Le Bellec F.**, 2006. - Papaya breeding for tolerance to bacterial decline (*Erwinia* sp.) In the caribbean region, poster, First International Symposium on Papaya, november 22-24, 2005, genting highlands, Malaysia.

Le Bellec F., **D. Herzog**, **Fournier P.**, Mauleon H., Renard-Le Bellec V. Et **Ramassamy M.**, 2005. - La production fruitière intégrée en Guadeloupe. Communication, 41 st Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society, July 10-16, 2005, Gosier, Guadeloupe (French West Indies).

Argoud L., **Le Bellec F.**, Ollitrault P., **Bruyère S.**, **Calabre C.**, Pancarte C., Carreel F., **Vingadassalon F.**, **Gallard A.** Et Chantry N., 2005. -La papaye: amélioration variétale pour une culture de diversification caribéenne. Poster, 41 st Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society, July 10-16, 2005, Gosier, Guadeloupe (French West Indies).

Note : personnes du dispositif Guadeloupe en gras

1.5 Partenariats et coopération régionale

Relation avec les organismes extérieurs. Des partenariats sont entrepris avec les différents acteurs de la filière :

Les producteurs : relation étroite avec l'ASSOFWI (association des producteurs de Fruits en Guadeloupe), l'APPG (Association des pépiniéristes) et le GIE Diversification notamment pour les échanges techniques et la définition des opérations de recherche et de développement (avec l'ASSOFWI).

Le développement : permanence technique commune avec la **Chambre d'Agriculture** de Guadeloupe tous les lundis matin sur le domaine et définition des opérations de recherche et développement. **23/05/05**. Finalisation du cahier des charges normes CAC Agrumes (Conformité Agricole Communautaire) avec M. Déroche pour transmission au groupe de travail (CIRAD, SPV et SOC). **22/09/05**. Réflexion sur le programme sectoriel Fruits & Légumes avec M^{me} Grandisson, une proposition d'un bilan & perspectives de la filière fruits lui a été proposée. **26/10/05**. Constitution d'un dossier d'aide pour le recrutement d'un technicien pour l'ASSOFWI.

La formation : voir 1.6.

La recherche : Démarrage de partenariats avec l'**INRA** : 1/pour étudier les effets de l'introduction d'une plante de service dans les vergers. Cette dernière a pour intérêt de limiter l'utilisation d'herbicides chimiques, les phénomènes d'érosion et de réduire l'apport exogène d'azote sans conséquence néfaste notable sur le bilan agronomique et économique de la parcelle (sur agrumes et manguier). 2/pour lutter contre un ravageur des agrumes (*Diaprepes* sp.) par une lutte biologique (via des nématodes entomopathogènes). La lutte débutera durant le premier trimestre 2006. La contamination se fera grâce à la collaboration des pépiniéristes.

Partenariat contractuel avec l'**UAG** (Université Antilles Guyane) pour étudier le séchage de la mangue grâce à un prototype de four solaire mis au point par le département de recherche sur les énergies renouvelables de l'UAG.

Les services de l'état : Convention avec la **DIREN** (voir 2.5) afin de financer une action d'améliorer des pratiques agricoles du point de vue de la gestion des résidus de traitements phytosanitaires. Réception de l'infrastructure (aire de lavage et bac 'biobed') le 30/11/05 par la Diren (M. Steers). Participation au GREPP.

Avec le **SPV**, bilan et réflexion sur les actions futures financées par le POSEI.

La diffusion : Partenariat démarré en 2005 avec 'Les Antilles Agricole', magazine trimestriel pour assurer la diffusion de l'information technique.

1.6 Formations

Grâce à une collaboration avec l'organisme de formation WI Phyto Services, différentes formations ont été entreprises. Elles concernent les producteurs et les salariés du monde agricole (techniciens et ouvriers) et sont financées grâce aux fonds nationaux de formation (FAFSEA et VIVEA). WI phyto Services constitue l'organisme de formation agréé. Notre Unité de Recherche ne fait qu'intervenir dans ces formations (de même que l'Inra dans certaines d'entre-elles). Ces formations se déroulent sur le domaine expérimental du Cirad Vieux-Habitants (proximité des plantations facilitant les démonstrations techniques).

Formations des producteurs dans le cadre du projet PFI : Sur fonds VIVEA (6 jours, 25 agriculteurs de l'Assofwi, de l'APPG, du GIE diversification et indépendants), sur fonds FAFSEA/FSE (3 jours, 6 ouvriers d'exploitation), interventions de F. Le Bellec (Cirad) sur la taille le 20/09/2005 et le 18/10/2005 (D. Herzog, Cirad) sur un outil de traçabilité (ISAGRI verger).

Formation à la diversification fruitière : Sur fonds VIVEA (3 jours, 6 agriculteurs du GIE diversification et indépendants) et sur fonds FAFSEA/FSE (3 jours, 6 techniciens des Sica cannière) ; interventions de F. Le Bellec (Cirad) les 29/11, 6/12 et 15/12/05 sur le patrimoine fruitier et les espèces fruitières candidates à la diversification.

1.7 Missions d'appui à l'unité

J.Y. Rey (Responsable de l'unité de recherche Production Fruitière Intégrée) du 13 au 17/06/2005. Cette mission avait pour objet de programmer les activités de recherche de l'unité en tenant compte des réalités du terrain. Visite d'exploitations (M^{me} Siar et M. Petit), d'une pépinière (M. Karamkan), discussion avec l'ASSOFWI (Messieurs Petit, Amélaïse et Beaugendre) et avec l'Inra (Messieurs Ozier, Tournebize et Mauléon). Vérification sur le terrain de l'adéquation des résultats d'analyse moléculaire de la collection de manguier.

H. Vannière (coordinateur des activités agroécologie de l'unité de recherche Production Fruitière Intégrée) du 09 au 12/10/2005. Cette mission avait pour objet de faire le point et d'apporter un appui méthodologique sur les activités relevant de la thématique « agroécologie » au sein de l'unité. Visite d'exploitations (Messieurs Petit et Beaugendre), d'une pépinière (M. Petit) et discussion avec l'Inra (Messieurs Ozier et Tournebize).

J. Ganry (directeur scientifique du Cirad-Fihor) le 15/12/2005, participation au comité de pilotage du programme.

PROJET 2. Développement de systèmes de culture durables

2.1 Production fruitière intégrée en verger d'AGRUMES

2.1.1 Appuis aux pépiniéristes

L'année 2005 sera marquée par le stand by de la démarche de certification des plants d'agrumes selon les normes CAC (Conformité agricole communautaire). Nos propositions et contributions à la validation d'un cahier des charges au SOC (Service Officiel de Certification) sont, à ce jour, restées sans réponse. Nous craignons que les pépiniéristes finissent par se démobiliser. Un appui technique à la pépinière Caribplantes a été apporté.

Parc à bois Agrumes : Dans ce schéma de production de plants d'agrumes certifiés, nous avons en charge de produire les greffons d'agrumes nécessaires aux pépiniéristes.

Ce parc à bois a pu honorer les commandes de greffons de 4 pépiniéristes contre 2 en 2004 (Pépinières 'Le Verger', 'de Bel Air', Gaec de Chabert et Louis Petit) d'environ 4000 greffons. Deux autocontrôles (juin et décembre 2005) pour vérifier l'absence du virus de la tristéza ont été réalisés. Afin d'assurer la traçabilité de ce parc à bois, toutes les opérations culturales sont notifiées dans un cahier de laboratoire depuis mars 2004.

Le renouvellement de ce parc à bois est d'ores et déjà entrepris puisque son double est en cours de constitution (greffage des porte-greffes courant du premier trimestre 2006).

2.1.2 Essais porte-greffes

Essai comparaison 5 porte-greffes / 4 variétés : un dernier suivi a été réalisé¹ avant l'arrachage des arbres. Les taux de survie constatés confirment les résultats obtenus en 2003 sur une autre parcelle (essai porte-greffes / pomélo, cf. rapport annuel 2003) à savoir :

- le mauvais comportement de la plupart des porte-greffes testés (*Citrus volkameriana*, Citrange Carrizo, Mandarine Cléopâtre et Citrumello 4475) avec des taux de mortalité de plus de 50 % pour *Citrus volkameriana*. La mortalité observée des autres porte-greffes est moins importante (entre 28 et 36 %) mais l'état général des arbres est loin d'être satisfaisant.
- le bon comportement du porte-greffe *Citrus amblycarpa* (taux de mortalité inférieur à 10 %) et état végétal satisfaisant.

Ces résultats confirment l'importance de tester à nouveau différents porte-greffes en milieu réel, la plantation d'un nouvel essai est donc prévu durant le premier trimestre 2006, 4 sites ont été sélectionnés : en grande terre (terrain calcaire), à Vieux-Habitants, à Sainte-Rose et à Trois-Rivière, 5 portes greffes (*Citrus amblycarpa*, Citrumello 4475, C35, Flhorag1 et *Citrus volkameriana* comme témoin) et 2 variétés (orange Valencia et mandarine Dancy) y seront testés.

Essai porte-greffes du limettier : Planté en 2000, cet essai avait pour objectif de comparer l'influence de deux porte-greffes (*Citrus volkameriana* et *Poncirus trifoliata* cv. 'flying dragon' ; noté PFD) sur la production du limettier. Seules les limes greffées sur PFD ont résisté aux dépérissements observés depuis 2003 sur notre domaine expérimental, les arbres greffés sur *Citrus volkameriana* (le témoin) ont entièrement disparu.

La progression de la maladie, du haut vers le bas de la parcelle, a continué en 2005 jusqu'à atteindre les limettiers sur PFD. Ces derniers accusent le coup sans pour autant mourir. La résistance du PFD au phytophthora semble être confirmée sur nos vertisols.

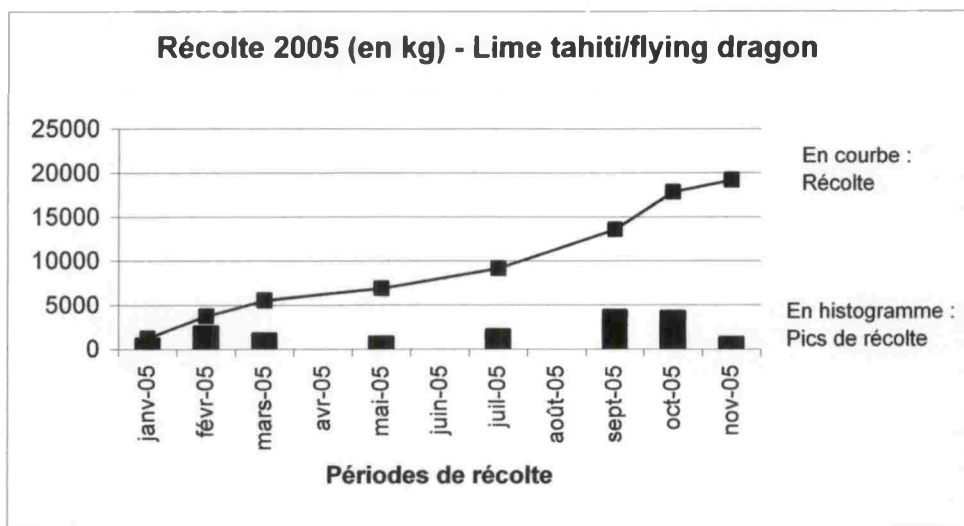
Les résultats obtenus en 2005 confirment ceux de l'année dernière à savoir :

¹ pour mémoire : cette plantation a subi des dépérissements importants en 2003 et 2004 et la décision a été prise de l'arracher.

- développement végétatif limité entraînant des opérations culturales facilitées (tailles, récoltes, traitement...),
- production plus étalée dans le temps,
- productivité correcte (près de 20 tonnes par ha en année de croisière),
- tolérance au phytophthora sur vertisol.

Tableau : récoltes 2004 et 2005 – Lime tahiti sur *Poncirus trifoliata* cv flying dragon (666 arbres/ha)

Récolte 2004			Récolte 2005		
Total essai (kg)	Par plants (kg)	Par ha (t)	Total essai (kg)	Par plants (kg)	Par ha (t)
4738	25	16,6	5498	29	19,2



2.1.3 Lutte intégrée en verger

Compte tenu des compétences spécifiques demandées et du niveau de mobilisation nécessaire pour la mise en place de la lutte intégrée en verger d'agrumes, ce travail a été sous-traité, conformément à la programmation 2005 (cf PV comité de pilotage du 17 décembre 2004), à WI Phyto Services. Ces suivis ont été engagés afin d'actualiser les travaux antérieurs (Etienne et Leblanc, 1998) et aussi afin de valider une fiche technique de suivi en lutte intégrée appropriable par les producteurs. Quatre vergers ont été suivis régulièrement durant l'année 2005 :

- Vieux-Habitants, verger de 25 ha de M^r Petit (espèces suivies : limettier Tahiti, oranger Valencia et mandarinier Frémont).
- Saint-Claude – Matouba, verger d'1 ha de M^{ad} Andipain (espèces suivies : limettier Tahiti et oranger Washington Navel).
- Sainte-Rose, verger de 3 ha de M^{ad} Siar (espèce suivie : limettier Tahiti).
- Baillif, verger de 10 ha de M^r Beaugendre (espèces suivies : pomélo Star Ruby, Tangelo et mandarinier Dancy).

Voir en annexe 4 les résultats complets.

2.1.4 Lutte biologique contre les jakots (*Diaprepes* spp.)

Les charançons des agrumes (*Diaprepes* spp) s'observent fréquemment dans les vergers guadeloupéens où ils sont responsables de dépérissements importants. Face à cette situation alarmante l'INRA et le CIRAD s'unissent pour mettre en place une lutte. Cette action s'inscrit dans un cadre d'agriculture raisonnée. Elle a pour objectif de tenter de réguler de manière biologique, et donc durablement, ces ravageurs à l'aide de nématodes entomopathogènes.

Cette action se décomposera en plusieurs phases :

Phase 1 : Elever un hôte (*Galleria mellonella*) permettant le développement des nématodes

Phase 2 : Multiplier les souches de nématodes sur cet hôte

Phase 3 : Distribuer les nématodes aux pépiniéristes et agriculteurs

Phase 4 : Effectuer un suivi des populations de *Diaprepes* afin de vérifier l'efficacité de la lutte ; suivi complété de tests de survie des nématodes dans les sols.

Le programme a véritablement débuté en mars 2005 par la formation de 2 agents du CIRAD aux méthodes d'élevage et de production de ces nématodes entomopathogènes. Cette formation a été assurée par l'unité SRPV de l'INRA Guadeloupe. A l'issue de cette formation et après quelques adaptations, l'élevage de l'hôte (*Galleria mellonella*) est actuellement efficient et permet de multiplier la souche de nématodes (*Heterorhabditis bacteriophora*, souche FRG01) qui sera diffusée très prochainement aux pépiniéristes et producteurs (mars 2006).

2.2 Production fruitière intégrée en verger de MANGUIER

Au cours de cette seconde année d'observations, nous avons pu préciser le travail initié en 2004. Nous avons maintenant une image précise du complexe parasitaire du manguier en Guadeloupe. De plus, tous les ravageurs rencontrés sont maintenant identifiés, au moins au niveau du genre. Le détail de cet inventaire des maladies et ravageurs du manguier en Guadeloupe est détaillé en annexe 6.

Outre ce suivi, une étude spécifique a été menée sur le charançon du noyau de la mangue, *Cryptorhynchus mangiferae* (mémoire de fin d'étude en annexe 7). Ce charançon est un ravageur spécifique du manguier, classé sur la liste des insectes de quarantaine. Il est distribué largement dans la zone de production du manguier. Il a été recensé en Guadeloupe en 1986, où il s'est depuis largement développé. Il effectue son cycle dans le noyau de la mangue où la larve se nourrit de l'amande. Le reste du temps l'adulte est caché sous l'écorce de l'arbre, ou encore dans le sol à proximité. Il entraîne des dégâts directs sur fruits et des problèmes à la germination de la graine. Un suivi des pontes sur deux variétés de manguiers a été réalisé du 11 avril au 2 juin 2005. L'attaque du charançon a été comparée entre sept variétés de manguiers. Quatre substances attractives ont été testées en vue du développement de techniques de piégeage. Enfin une prospection de l'insecte sur toute l'île de la Guadeloupe a été effectuée. Le suivi de pontes a permis d'indiquer un intervalle optimum de traitement exprimé en taille de fruit. La comparaison variétale a mis en évidence que le charançon attaque indifféremment toutes les variétés, en revanche les larves semblent avoir du mal à se développer dans la graine de la variété Julie. La prospection nous a renseigné sur le fait que l'insecte est présent sur toute l'île. Des recherches plus poussées sur la variété Julie pourraient être intéressantes pour le développement de variétés tolérantes. Toujours dans un cadre de lutte intégrée, il serait intéressant de pousser les recherches en ce qui concerne les prédateurs et parasitoïdes naturels de *C. mangiferae* ainsi que les substances attractives.

2.3 Lutte génétique contre la bactériose du PAPAYER

La culture du papayer est actuellement compromise dans les Antilles en raison d'une maladie bactérienne causée par *Erwinia papayae*. Les études entreprises depuis quelques années en Guadeloupe sur cette espèce fruitière ont pour objectifs la recherche, la sélection et la création de variétés tolérantes à la bactériose. Différents essais ont été poursuivis en 2005 suivant le schéma de sélection prévu (voir annexe 9 pour les résultats complets). Ces essais se déroulent aussi bien sur station qu'en milieu réel.

2.3.1 Bilan des essais sélection participative 2005

Cinq essais ont été mis en place, dont 4 chez les agriculteurs et 1 sur la station de Vieux-Habitants (protocole et objectifs en annexe 9) ; 6 familles de croisement y ont été testées.

A St François : La présence de la bactérie sur cette parcelle a été pratiquement inexistante, car même le témoin sensible (solo) n'a pas été affecté. Malgré de bonnes pratiques culturales, les rendements obtenus ont été trop faibles pour les back-cross 1. Les back-cross 2 se sont quant à eux mieux comportés.

A Baillif : Dès le mois de mai, les premiers symptômes montrant la présence de la bactérie sont observés principalement sur les familles de back-cross 1. Comme pour la parcelle de St François les back-cross 2 sont beaucoup plus tolérants. Huit mois après plantations plus de 96 % des BC2 sont encore sains, contre 49 % pour le plus tolérant des BC1 (DDS n°13). Le rendement est également faible pour ces derniers, et moyen pour les back-cross 2.

A Baie-Mahault : La présence de la bactérie est très marquée sur cette parcelle. Ainsi au mois d'octobre, les résultats sont les suivants : plus de 60% des DDS n°8, 35% des DDS n°17 et 30% DDS n°13 sont sains et 49% pour le BC2. Contrairement aux autres parcelles le back-cross 2 n'est pas le croisement le plus tolérant. Il a manifesté un niveau de tolérance très proche des back-cross 1. Cette sensibilité est très difficilement explicable, car tous les BC2 sont issus des mêmes lots de semences, et ce pour toutes les parcelles expérimentales. Comme pour les autres parcelles, le rendement est faible pour les back-cross 1 et très acceptable pour le back-cross 2.

A Vieux-Habitants : Excepté une famille (DDS n°13), toutes les autres familles ont un bon niveau de tolérance tout au long de l'essai. Au mois d'octobre, la proportion d'individus sains est comprise entre 74 et 78 %. Le pourcentage de plantes saines pour les back-cross 2 est de 78%. Parmi ces derniers, aucune famille ne se distingue en terme de tolérance à la bactériose. Cependant le rendement est faible pour toutes les familles.

Cet essai a permis de mettre en évidence le comportement de 5 familles de back-cross sur différentes zones géographiques. Les back-cross 2 présentent de bons niveaux de tolérance vis à vis de la bactériose avec des rendements acceptables. Les back-cross 1 présentent de moins bons résultats autant en terme de tolérance que de rendement.

2.3.2 Bilan du comportement des back-cross 2 chez les producteurs

Six autres agriculteurs ont reçu des graines (entre 100 et 900 selon les possibilités et la volonté des producteurs) de back-cross 2 de familles différentes.

A Petit-Canal (M. Navail) : une famille de back-cross tolérante et productive se démarque ; malheureusement ce sont des pieds femelles. Les rendements des pieds hermaphrodites sont faibles.

A Sainte-Rose (M. Mianey) : pas de résultat, parcelle trop peu entretenue.

A Trois-Rivière (M. Billy) : pas de résultat car parcelle trop jeune (semis tardif de la part du producteur).

A Matouba : Parcelle de M. Pyrée. pas de résultat car parcelle trop jeune (semis tardif de la part du producteur). Parcelle de M. Berteaud donne à ce jour les meilleurs résultats (papayers hermaphrodites, tolérants et productifs).

A Pointe-Noire (M. Pajésy) : résultats médiocres de deux familles testées (Back-cross 1 et 2), peu tolérantes et peu productives.

2.3.3 Variétés issues des prospections 2001/2002

Seule une variété issue des prospections de 2001/2002, la PA35, présentait suffisamment de qualités (tolérante à la bactériose, hermaphrodite et bonne qualité gustative) pour être testée sur station. Des plants (issus de graines) sont actuellement en cours d'évaluation sur les stations de Vieux-Habitants et de Neufchâteau.

Les résultats des différents essais menés en 2005 sont globalement décevants. La plupart des croisements se sont avérés tolérants mais les rendements obtenus ont été insuffisants. Dans ces conditions et compte tenu des moyens humains mobilisables en 2006 (absence d'un sélectionneur et d'un bactériologiste en Guadeloupe) sur cette action, nous nous contenterons de poursuivre les études sur station et de diffuser auprès des producteurs les graines des meilleurs back-cross hermaphrodites autofécondés.

2.4 Lutte contre le dépérissement du MARACUJA

La pomme-maracudja (*Passiflora edulis forma flavicarpa*) pourrait être, en Guadeloupe, une culture de diversification importante. Elle est malheureusement freinée par une maladie (une pourriture du collet) qui entraîne rapidement la mort des plants. Actuellement, sur le domaine expérimental de Vieux-Habitants, deux porte-greffes tolérants sont testés (*Passiflora laurifolia* et *P. serrato-digitata*) en association avec 2 variétés de maracuja (cv jaune et cv violette). Les résultats sont en cours d'acquisition.

2.5 Gestion des effluents phytosanitaires

En agriculture, une des sources importantes de pollution est la mauvaise gestion des fonds de cuve des pulvérisateurs et des eaux de lavage du matériel de pulvérisation, lavage trop souvent effectué à des endroits inadaptés. La gestion de ces effluents est un point clé pour limiter les pollutions par les pesticides et l'acquisition de références en conditions tropicales est aujourd'hui indispensable.

Deux solutions de gestions de ces effluents ont donc été entreprises sur le domaine expérimental du Cirad Vieux-Habitants comprenant la construction des équipements suivants (réalisation en octobre/novembre 2005 sur financement DIREN) :

- Une aire de lavage des matériels utilisés pour réaliser les traitements phytosanitaires
- Un système de traitement des effluents utilisant le principe de l'évaporation
- Un système de traitement des effluents utilisant le principe du biobed

2.5.1 L'évaporation naturelle

Ce système de traitement des effluents est destiné aux produits phytosanitaires non biodégradables (de type métaux lourds), tels le cuivre et le soufre ; produits qui s'avèrent être très utilisés en arboriculture fruitière.

Par rapport au projet initial pour lequel il s'agissait en fait de simples bacs couverts et aérés permettant de concentrer les produits contenus dans l'eau en évaporant naturellement cette eau, nous avons amélioré le système grâce à l'utilisation de sacs permettant seulement l'évaporation de l'eau et non pas de l'eau chargée des vapeurs des produits. Ces sacs, commercialisés par la société ALIZEE SA, peuvent contenir 250 litres d'effluents. Ces sacs sont contenus dans des casiers de 120 x 120 cm et les bacs d'évaporation, comme ils avaient été initialement prévus, serviront de bassin de rétention au cas où l'un des sacs venait à rompre. L'évaporation complète de l'eau contenue dans les sacs est prévue en une trentaine de jours en métropole; cela laisse tout de même des résidus qu'il faut traiter via une filière de traitement des déchets toxiques (DIS).

2.5.2 Le biobed

Le biobed est un système suédois inventé en 1993 par le professeur Torstensson. Les biobeds sont des systèmes de dégradation des substances actives, testés depuis 1993 en Suède et aux Etats Unis. Ils se basent sur le pouvoir épurateur du sol et des bactéries qu'il contient. Un substrat constitué de terre (25%), tourbe (25%) et paille (50%), est placé dans un bac étanche pour favoriser la dégradation des substances actives par les bactéries aérobies. L'activité bactérienne dégrade les substances actives. L'élimination du contenu des bacs pourrait se faire par épandage de ces produits. Une étude pour homologation de ce procédé est en cours en France (décret à paraître). En Suède, les biobeds sont maintenant bien intégrés chez les agriculteurs. On estime leur nombre à plus de 1000. Cependant, le contexte n'est pas le même qu'en France. En effet, les agriculteurs suédois sont beaucoup plus sensibles aux problèmes environnementaux et conscients de leur rôle dans la préservation de cet environnement. De plus, la réglementation suédoise est plus sévère que celle du reste de l'Europe.

Après 10 ans de pratique, les biobeds sont considérés comme efficaces mais de nombreux paramètres restent à étudier tels que :

- le suivi complet des molécules et des résidus,
- les critères objectifs de changement du substrat
- la caractérisation des souches biologiques efficaces pour la dégradation des molécules phytosanitaires.

En France métropolitaine différentes équipes travaillent sur ces systèmes de biodégradation (Inra Dijon, CTIFL...). L'entreprise Bayer a même développé son propre concept commercial (Phytobac®) basé sur ces mêmes principes. Pour notre part, nos objectifs sont d'une part de valider le procédé avec des matériaux locaux (la bagasse de canne à sucre au lieu de la paille) et d'autre part d'étudier la dégradation des produits phytosanitaires couramment utilisés en arboriculture fruitière (agrumes). Les expérimentations commenceront début 2006.

PROJET 3. Valorisation du patrimoine fruitier

3.1 Inventaire des espèces et variétés fruitières des Antilles

L'inventaire du patrimoine fruitier de Guadeloupe fait état de 125 espèces. Les fiches synthétiques de présentation de ces espèces sont consultables en ligne à l'adresse : <http://caribfruits.cirad.fr>

Une étude détaillée de l'importance de ces espèces, de leurs exigences écologiques et du niveau de technicité demandée par leur mise en culture a été réalisée. Cet utilitaire a été développé pour permettre de sélectionner objectivement l'espèce fruitière la plus adaptée à un projet de diversification. Ce travail a servi de document de travail lors des formations sur la diversification fruitière (voir 1.6).

Voir la liste des espèces en annexe 8, explication des différentes catégories ci-dessous :

Groupes d'importance de l'espèce

Groupe 1 : Espèces fruitières d'importance dont un marché existe déjà en Guadeloupe (local, exportation, de niche).

Groupe 2 : Espèces fruitières dont un marché devrait être exploité ou développé (local, exportation, de niche) et sur lequel la Guadeloupe pourrait se positionner.

Groupe 3 : Espèces fruitières d'importance secondaires provenant de jardins familiaux ou d'arboretum (projet agrotouristique par exemple).

Zones écologiques indicatives et optimales de culture

note : ces zones écologiques ne sont qu'indicatives et ne prennent en compte que les grandes tendances climatiques (températures, pluviométries et altitudes). Elles ne tiennent pas compte des caractéristiques pédologiques.

Zone A : Espèces de climats chauds et secs de Guadeloupe (température sup. à 25°, pluviométrie inf. à 1500 mm/an, altitude inf. à 200 m). ex : Grande Terre, Marie Galante, Côte sous le Vent de la Basse-Terre.

Zone B : Espèces de climats chauds et humides de Guadeloupe (température sup. à 25°, pluviométrie sup. à 1500 mm/an, altitude inf. à 200 m). ex : Basse-Terre (côte au vent)

Zone C : Espèces de climats 'd'altitude' secs de Guadeloupe (température inf. à 25°, pluviométrie inf. à 1500 mm/an, altitude sup. à 200 m). ex : Les 'hauteurs' de Baillif ou de Vieux-Habitants.

Zone D : Espèces de climats d'altitude humides de Guadeloupe (température inf. à 25°, pluviométrie sup. à 1500 mm/an, altitude sup. à 200 m). ex : Matouba

Niveau de technicité agronomique

note : ce niveau de technicité renseigne de la rusticité de l'espèce (par exemple pression phytosanitaire importante) et du niveau de compétence demandé à l'agriculteur (taille, suivi phyto, fertilisation...).

Niveau 1 : Espèces les moins exigeantes en terme de technicité

Niveau 2 : Espèces moyennes en terme de technicité

Niveau 3 : Espèces les plus exigeantes en terme de technicité

3.2 Gestion et caractérisation des collections

Conservation de ressources génétiques du manguier

La caractérisation agro-morphologique des accessions de la collection de manguier a été poursuivie en 2005. Un travail de mise en concordance entre les données de biologie moléculaire et pomologique a été effectué grâce à l'appui de J.Y. Rey (voir 1.7). Ainsi, la collection se compose actuellement de 123 variétés (dont 21 sont encore à valider). Près de 72 % des accessions sont actuellement complètement décrites et enregistrées dans la base de données 'FWI-Mango' (environ 150 indicateurs botaniques, pomologiques, ethnobotaniques, photos...). Une interface de cette base de données a été développée par l'équipe du 'Web des savoirs' (Cirad Montpellier) à des fins de mise en ligne sur le site 'caribfruits' d'ici le second semestre 2006. Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet 'Centre de Ressource Biologique Guadeloupe' (CRB Guadeloupe).

3.3 Etude sur de nouvelles espèces de diversification

Deux parcelles d'essais ont été plantées en 2004 où sont actuellement étudiées deux espèces de zone écologique sèche : la pomme-cannelle (*Annona squamosa*) et les pitayas (*Hylocereus* spp.). Les premières fructifications ont été observées sur les deux espèces durant l'année 2005. Une nouvelle variété de pomme-cannelle en provenance des Saintes a été introduite dans l'essai. La parcelle de pitayas a servi de lieu de démonstration culturelle lors de la journée technique du 26/05/05 (voir 1.3). Afin de valoriser ce travail sur cette espèce une publication a été soumise et acceptée par la revue *Fruits*. Outre la présentation des *Hylocereus*, de leur culture et de leur valorisation (post-récolte et commerciale), cette publication fait notamment référence à une espèce de pitaya endémique des Petites Antilles peu connue jusqu'à aujourd'hui. Une clé de détermination a été proposée :

A paraître dans la revue 'FRUITS'

Key to the genus *Hylocereus*

Ovary and red, rose-pink or scarlet fruit covered with large foliaceous scales, their axils neither spiny, hairy, nor bristly; flowers very large, nocturnal; stems 3-angled or 3-winged.

Key to species

A. Stems bluish or whitish or greyish; areoles spiniferous; margin foliaceous, scales red.

Margin of joints horny; spines short, conic; oblong fruit, red flesh..... 1. *H. purpusii*

Margin of joints not horny; spines few, conic.

Branches slender, oblong fruit, red flesh..... 2. *H. polyrhizus*

Branches stout, ovoid fruit, purple-red flesh..... 3. *H. costaricensis*

AA. Stems bright green; areoles spiniferous; margin foliaceous, scales green.

Margin of joints horny; ribs of stem crenate; oblong fruit, white flesh..... 4. *H. undatus*

Margin of joints not horny; oblong-obovoid fruit becoming nearly smooth, white flesh... 5. *H. trigonus*

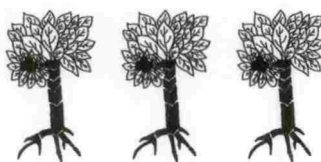
[...] Most *Hylocereus* species originate principally from Latin America, (probably from Mexico and Colombia), with others possibly from the West Indies (*H. trigonus*) [...].

Complementary characteristics of this specie

5. *H. trigonus* (Haw.) Saff.: Stems slender, green with margins not horny. The areoles are located on the top of the rib's undulation. Spines at first greenish, soon turning dark brown. Red fruit (diameter: 7-9 cm; weight: 120-250 g), ovoid or oblong, becoming nearly smooth; white flesh with many small black seeds; pleasant flesh texture, but not a very pronounced flavor [...].

Deux espèces ont également été retenues pour la diversification dans les zones humides : le péjibaye (*Bactris gasipaes*) et le ramboutan (*Nephelium lappaceum*). Seule la partie semencière de la parcelle de péjibaye a été conservée puisque la partie production ne présentait plus les caractéristiques d'une plantation de production rentable. La parcelle préservée devra à terme fournir des semences afin de développer cette espèce via des pépiniéristes de l'APPG intéressés. Concernant le ramboutan la maîtrise de sa multiplication végétative s'avère très délicate (et non maîtrisée à ce jour) ; pratique qui constitue malheureusement une étape indispensable à la diffusion de variétés améliorées (plants femelles, noyau non adhérent...).

Une autre espèce en observation depuis 3 ans sur le domaine expérimental de Vieux-Habitants (floraison, fructification et développement) sera prochainement multipliée en vue de créer une parcelle expérimentale de référence. Il s'agit d'une variété de longan (*Euphoria longan*) adaptée à nos conditions climatologiques. Les premiers tests de dégustation auprès d'un public varié sont plus que prometteurs.



ANNEXE 1

liste des actions 2005 et commentaires

Annexe 1 : liste des actions 2005 et commentaires

PROJETS / ACTIONS		COMMENTAIRES
PROJET 1 : APPUI AU DEVELOPPEMENT		
Action 1.1	Permanence et accueil de groupes	Cirad et Chambre d'agriculture - lundi matin
Action 1.2	Suivi des vergers	Veille phytosanitaire et technique à la demande
Action 1.3	Journées techniques à thème	Diversification fruitière - PFI 2 ^{ème} éditions
Action 1.4	Edition fiches techniques et publications	Culturelles, parasites, rapports et publications
Action 1.5	Diffusion de l'information	Création d'un site Web
<i>Projet 1 : Personnel Cirad⁽¹⁾ impliqué (tous) et p.m.⁽²⁾ et partenariats (Chambre d'Agriculture et Assofwi)</i>		
PROJET 2 : DEVELOPPEMENT DE SYSTEMES DE CULTURE DURABLES		
Action 2.1	Production Fruitière Intégrée en vergers d'AGRUMES	
Action 2.1.a	Appui aux pépiniéristes (norme de production)	Suivi norme et diffusion des nématodes (2.1.c)
Action 2.1.b	Production et diffusion de greffons d'agrumes	Parc à bois agrumes agréé par le SPV
Action 2.1.c	Production de nématodes entomopathogènes	Redeploiement de personnel
Action 2.1.d	Essai multilocal porte-greffe d'agrumes	Plantation en 2005 chez 3 agriculteurs
Action 2.1.e	Suivi PFI chez les producteurs de l'Assofwi	En partie sous-traité à WI Phyto Services
Action 2.1.f	Production de contre-saison sur lime	Influence du porte-greffe nanifiant 'Flying Dragon'
<i>Projet 2.1 : Personnel Cirad⁽¹⁾ impliqué (FLB, MR, PR, SB, FV et EM) et partenariats (Assofwi et INRA)</i>		
Action 2.2	Production Fruitière Intégrée en vergers de MANGUIER	
Action 2.2.a	Inventaire des maladies et ravageurs	Etudes spécifiques (station et chez agriculteurs)
Action 2.2.b	Itinéraire de production PFI	Plantation de la parcelle et suivi chez agriculteurs
Action 2.2.c	Etalement de la production	Plantation de la parcelle expérimentale (=2.2.b)
<i>Projet 2.2 : Personnel Cirad⁽¹⁾ impliqué (FLB, V2, PR, FV et JSM) et partenariat (Assofwi)</i>		
Action 2.3	Lutte génétique contre la bactériose du PAPAYER	
Action 2.3.a	Création de variétés tolérantes à la bactériose	Poursuite du schéma de sélection
Action 2.3.b	Essai multilocal des variétés créées	Suivi des parcelles en station et chez 5 agriculteurs
Action 2.3.c	Recherche des gènes de tolérance à la bactériose	Vers sélection assistée par marqueurs moléculaires
<i>Projet 2.3 : Personnel Cirad⁽¹⁾ impliqué (SB, V1, FLB et TJ) et p.m.⁽³⁾</i>		
Action 2.4	Lutte contre le déperissement du MARACUDJA	
Action 2.4.a	Recherche de porte-greffe tolérant	Plantation de la parcelle (maracudja/pomme-liane)
<i>Projet 2.4 : Personnel Cirad⁽¹⁾ impliqué (FLB, CC et FV)</i>		
PROJET 3 : VALORISATION DU PATRIMOINE FRUITIER		
Action 3.1	Inventaire des espèces et variétés fruitières	Poursuite et multiplication de variétés sélectionnées
Action 3.2	Gestion et caractérisation des collections	Suivi et plantation collection 'mangues antillaises'
Action 3.3	Etude de nouvelles espèces fruitières	Suivi et/ou plantation (pomme-cannelle, pitaya, péjibaye et ramboutan.
<i>Projet 3 : Personnel Cirad⁽¹⁾ impliqué (FLB, CC, FV et FM) et p.m.⁽⁴⁾ et partenariat (Assofwi)</i>		

⁽¹⁾ Initiales du personnel Cirad Guadeloupe impliqué dans les projet et imputé sur le projet DOCUP : FLB (F. Le Bellec), CC (C. Calabre), SB (S. Bruyère), FV (F. Vingadassalon), MR (M. Ramassamy), EM (E. Mombrun), FM (F. Marius), JSM (J. Saint-Marc), TJ (T. Jabot), PR (P. Romil), V1 (VCAT Neufchâteau) et V2 (VCAT Vieux Habitants).

⁽²⁾ appui du service Web des savoirs du Cirad Montpellier, noté pour mémoire car non imputé sur DOCUP

⁽³⁾ appui scientifique de P. Ollitrault du Cirad-Filhor Montpellier et de F. Carreels du Cirad-Filhor Guadeloupe, noté pour mémoire car non imputé sur DOCUP

⁽⁴⁾ appui scientifique de M.F. Duval du Cirad-Filhor Montpellier, noté pour mémoire car non imputé sur DOCUP

ANNEXE 2

Procès verbal Comité de pilotage du

15/12/2005

ANNEXE 2

**APPUI AU DEVELOPPEMENT
CULTURE FRUITIERE DE DIVERSIFICATION
DOCUP Guadeloupe, volet C.2.2.1.1**

**COMITE DE PILOTAGE
le 15 décembre 2005
Salle de Réunion,
CIRAD-FLHOR Vieux Habitants**

▣ Liste des présents :

ASSOFWI	Jean-Marc PETIT (Président) Joseph BEAUGENDRE
CHAMBRE D'AGRICULTURE	Rony GUILLAUME Marianne GRANDISSON JOCHEL Johnny DEROCHÉ
DAF - SEA	Rudolph ORGERIT
INRA	Regis TOURNEBIZE
CIRAD-FLHOR	Fabrice LE BELLEC Laure DE ROFFIGNAC Jacky GANRY Louis LAGARDE

▣ COMPTE-RENDU DE LA SESSION

Ouverture de la séance à 14h15. Fabrice Le Bellec remercie tous les participants et rappelle l'ordre du jour :

- Suivi des réalisations tranche 6
- Diffusion des résultats et rapport d'activité 2005
- Définition des objectifs d'action tranche 7
- Budget prévisionnel et plan de financement tranche 7
- Questions et réactions diverses

I. SUIVI DES REALISATIONS TRANCHE 6

I.1 Exposé technique :

Fabrice Le Bellec détaille les actions réalisées en 2005 suivant les objectifs fixés lors du comité de pilotage du 17/12/2004 (liste des actions en annexe 1). En voici le résumé et les principaux faits marquants de l'année par projet.

Projet 1. Appui au développement, les principaux faits marquants de l'année

- Formation : partenariat (WI Phyto Services/ Cirad / Inra / Chambre d'Agriculture) pour la formation des techniciens, des exploitants et de leurs salariés via les fonds de formation (FAFSEA et VIVEA). Formations Production Fruitière Intégrée et Diversification Fruitière.
- Diffusion technique : partenariat avec 'Les Antilles Agricole - le magazine de l'agriculture et de la ruralité' pour la rédaction tous les trimestres d'un article sur 'la diversification fruitière aux Antilles'.
- Mise en ligne du site web 'Caribfruits' (partie 'patrimoine fruitier des Antilles').
- Éditions de fiches techniques (maladies et ravageurs des espèces fruitières et de techniques culturales) : <http://caribfruits-travail.cirad.fr/>
- Journée technique 'Pitahaya'.

Projet 2. Développement de systèmes de culture durables, les principaux faits marquants de l'année

- Démarrage de partenariats avec l'Inra :

1/pour étudier les effets de l'introduction d'une plante de service dans les vergers. Cette dernière a pour intérêt de limiter les phénomènes d'érosion, de limiter l'utilisation d'herbicides chimiques et de réduire l'apport exogène d'azote, sans conséquence néfaste notable sur le bilan agronomique et économique de la parcelle (sur agrumes et manguiers).

2/pour lutter contre un ravageur des agrumes (*Diaprepes* sp.) par une lutte biologique (via des nématodes entomopathogènes). La lutte débutera durant le premier trimestre 2006, la contamination se fera grâce à l'adhésion des pépiniéristes (renseignements des coordonnées des planteurs et diffusion de nématodes si plantation dans zone à risque).

- Pépinière : appui aux pépiniéristes grâce à leur intégration aux formations, diffusion de greffons d'agrumes sains (parc-à-bois agréé par le SPV).

- Suivi et formation des producteurs dans le cadre du projet PFI :

1/sur fonds VIVEA (6 jours, 25 agriculteurs de l'Assofwi, du GIE diversification et indépendants), FAFSEA (3 jours, 6 ouvriers d'exploitation),

2/suivi mensuel chez 4 producteurs afin de mettre en place et valider une méthodologie en matière de lutte raisonnée en vergers d'agrumes. Cahier des charges en cours de rédaction.

- Mise en place d'un essai de biodégradation des pesticides (gestion des fonds de cuve de traitements phytosanitaires couramment utilisés en arboriculture).
- Confirmation de l'étalement de la production de lime quasiment sur toute l'année grâce au porte-greffe *Poncirus trifoliata* cv Flying Dragon.
- Manguier : fin de l'inventaire et étude spécifique sur le charançon du noyau.
- Papayer : essais multilocaux devraient aboutir à la sélection de variétés de papayers hermaphrodites ayant une tolérance avérée à la bactériose.
- Publications et communications (valorisation de nos travaux dans des congrès internationaux : CFCS Guadeloupe, Symposiums papayer en Malaisie et manguier en Afrique du Sud).

Projet 3. Valorisation du patrimoine, les principaux faits marquants de l'année

- Inventaire des espèces et variétés : 124 espèces.
- Formation à la diversification fruitière :

Sur fonds VIVEA (3 jours, 6 agriculteurs du GIE diversification et indépendants) et FAFSEA (3 jours, 6 techniciens des Sica cannière).

- Mise en ligne du site web 'Caribfruits'.
- Journée technique Pitahaya.

Synthèse des débats autour de l'exposé technique :

Initiales des intervenants : JG (Jacky Ganry), FLB (Fabrice Le Bellec), RO (Rudolph Orgerit), JD (Johnny Déroche), JMP (Jean-Marc Petit), RG (Rony Guillame), MJG (Marianne Grandisson Jochel) et RT (Régis Tournebize).

A propos de la lutte biologique contre les *Diaprepes* et de la veille phytosanitaire :

JG : Quel type d'interaction nématode/charançon pour la lutte contre *Diaprepes* ?

FLB : Elevage des nématodes sur *Galeria* puis insertion de 3 ou 4 *Galerias* contaminées dans le sol autour des arbres atteints.

JG : Quel type de produits existe-t-il pour la lutte chimique contre ces charançons des agrumes ?

FLB : Aucun, tous les produits efficaces sont interdits, lutte chimique pas durable.

JG : Attention au chancre citrique et au greening car ces deux maladies sont aux portes de la Guadeloupe.

A propos des essais de biodégradation des fonds de cuve de traitements phytosanitaires

JG : Biobed : les molécules utilisées ont déjà été testées dans d'autres expérimentations de ce type ?

FLB : Non, d'où l'intérêt de le faire.

JG : Le mancozèbe, il ne contient pas des métaux lourds ?

FLB : Nous le vérifierons.

A propos de la production de contre saison de lime

JG : Production de limes toute l'année : bien pour l'éventuel développement d'une activité agroalimentaire.

A propos du programme de lutte génétique contre la bactériose du papayer

JG : Culture in vitro possible pour multiplication végétative de papayes ?

FLB : Difficile, mais en effet si on trouve une variété résistante il faut la fixer.

RO : Quels sont les débouchés agroalimentaires de la papaye ?

FLB : Des essais de transformation pour servir de base dans les compotes ont été réalisés par l'entreprise Lesieur : non concluant. Le principal débouché reste, pour quelques transformateurs, la papaye verte (préculée et sous vide).

JG : La papaye connaît un regain d'intérêt, cette culture mérite des efforts.

A propos de la lutte contre le dépérissement du maracuja

JG : Quels portes greffes sont utilisés pour l'essai maracuja ?

FLB : on en teste deux : *Passiflora serrata digitata* , qui a une bonne vigueur, se greffe facilement mais une durée de vie courte (2 ou 3 ans). Pomme-liane : *Passiflora laurifolia* qui résiste bien aux maladies et donc a une durée de vie plus longue (environ 7 ans). L'inconvénient majeur des plants greffés c'est leur coût de production élevé (par rapport à leur durée de vie). Les principaux producteurs autoproduisent donc leurs plants mais plutôt par bouturage.

JG : L'aspect porte-greffe mérite d'être regardé de plus près. Il faudrait que les producteurs greffent eux mêmes leurs plants.

FLB : la technique de multiplication n'est pas simple et demande un minimum de structure (serre de confinement).

RO : Il faudrait apprendre aux producteurs à greffer...

JD : et à y réussir !

A propos de la diffusion et l'étude de nouvelles espèces et variétés pour la diversification

RO : Qd la première distribution de plants de pitahayas a eu lieu ?

FLB : Distribution à 3 agriculteurs il y a 15 jours.

RO : Autres plantes d'intérêt selon vous ?

FLB : Ramboutan, longan, pomme-cannelle...

JG : Et les caramboles ?

FLB : cette espèce pourrait être intéressante mais il n'existe malheureusement pas de débouchés actuellement.

JG : En matière de diversification, comment un producteur fait-il ses choix ? en fonction des débouchés, de l'itinéraire technique ? il y a -t-il des besoins d'accompagnement et des moyens pour y arriver ?

RO : En effet, les choses sont difficiles parfois au niveau financement.

MGJ : Mais les consciences sont en train de changer, la canne et la banane passent.

JD : Il faut créer les moyens que l'on avait pour la canne et la banane pour la diversification fruitière.

RG : Mais il est difficile de prévoir ce qui va remplacer la canne et la banane.

JG : La vision des choses n'est pas assez globale. Il serait bien de développer des outils d'aide à la décision des agriculteurs.

MGJ : Il y a déjà une émulation sur le terrain grâce à l'INRA (projet igname par exemple).

RG : Il n'existe pas de solutions globale, mais quelques solutions ponctuelles. Le problème est que parfois les producteurs de banane se diversifient en canne !

MGJ : Les idées sont là, maintenant il faut agir, et donc se donner les outils pour y arriver.

JG : Il faut mettre en commun les idées.

RT : Pas de solution globale en raison des variations pédoclimatiques et écophysiologiques en Guadeloupe.

JG : Il faut faire attention à ce que les producteurs ne se lancent pas que dans une nouvelle culture mais dans plusieurs.

JD : Au départ on avait les moyens de diversifier, puis ces moyens ont été retirés, donc la motivation a chuté.

RO : Il y a des moyens en Guadeloupe.

JD : On est bloqué.

RG : Que proposez-vous ? (à l'attention de JG)

JG : Envisager globalement la diversification en incluant l'élevage.

RO : Ca commence au niveau de St François et le Moule, on observe des exploitations en polycultures-élevage.

JG : Il faudrait commencer par un bon diagnostic, puis essayer de mettre en place différents scénarios. Faire aussi une analyse de marché. Prendre exemple sur la Réunion, le plan Gaillard.

A l'issue du débat autour des réalisations techniques, **Fabrice Le Bellec** soumet la résolution suivante au vote.

Suivi des réalisations tranche 6 : résolution n° 1

Après l'examen du détail de toutes les actions techniques menées durant l'année 2005 ainsi que de l'évaluation de leurs impacts et après débat, le comité de pilotage approuve ces réalisations comme globalement conformes aux objectifs fixés pour le début de la tranche 6.

La présente résolution est adoptée à l'unanimité.

I.2 Exposé financier

Fabrice Le Bellec expose les dépenses réalisées en 2005 au titre de la tranche 6 (voir tableau 1 de la résolution n°2, page 6) et propose d'en débattre. Il indique également que tous les investissements n'ont pas été engagés (étuve réfrigérée pour l'élevage de nématodes, elle sera à nouveau proposé sur la tranche 7), les investissements (rubrique 'équipements matériels scientifiques') concernent essentiellement la mise en place d'un réseau d'irrigation pour les parcelles expérimentales. Aucune remarque particulière émise. **Fabrice Le Bellec** propose de voter la résolution n°2 suivante.

Point d'avancement sur les dépenses tranche 6 : résolution n° 2

Le comité de pilotage approuve l'ensemble de ces dépenses comme conformes aux objectifs de la sixième tranche.

Tableau 1 : Estimation d'avancement des dépenses 2005 (projection au 31/12/2005)

Rubriques	Engagements	Réalisations
Investissements (irrigation)	4 059 €	2005
Fonctionnement	53 822 €	2005
Personnel	398 152 €	2005
Total	456 033 €	2005

La présente résolution est adoptée à l'unanimité.

II. DIFFUSION DES RESULTATS ET RAPPORT D'ACTIVITE 2005

Fabrice Le Bellec expose que, comme tous les ans, le CIRAD formalise la diffusion de ses réalisations par le rapport d'activité annuel qui ne sera rédigé qu'une fois l'année finie et sera diffusé au plus tard en mars 2005.

Il rappelle que les autres moyens de diffusion des résultats ont déjà été examinés lors de l'étude des réalisations (journées techniques et diffusion de fiches techniques notamment). Il rappelle que le rapport d'activité 2004 a été remis en début d'année 2005 (mars), à la Chambre d'Agriculture (2 exemplaires) et à l'ASSOFWI (1 exemplaire) ainsi qu'à la DAF pour les partenaires financiers (3 exemplaires : Europe, Etat et Région). Il annonce que ces remises de rapport seront portées au procès verbal de la présente réunion et propose la résolution suivante.

Diffusion des résultats et Rapport d'activité 2005 : résolution n° 3

Concernant la diffusion des résultats du présent projet DOCUP, le comité de pilotage approuve les méthodes du maître d'ouvrage ainsi que leur mise en œuvre, notamment pour la tranche 6. Le détail technique des réalisations de l'année 2005, sans distinction de tranche, sera formalisé par le rapport d'activité annuel du CIRAD à diffuser au plus tard en mars 2006.

La présente résolution est adoptée à l'unanimité.

III. DEFINITION DES OBJECTIFS D'ACTION TRANCHE 7

Fabrice Le Bellec expose les actions prévues et les résultats recherchés pour la tranche 7 :

Projet 1. Appui au développement

- Permanence et accueil de groupe
- Suivi des vergers
- Journées techniques à thème (PFI 2ième édition)
- Éditions de fiches techniques et publications
- Diffusion de l'information (mise en ligne complète de caribfruits)

Projet2. Développement de systèmes de culture durables

- Appui aux pépiniéristes (suivi à la demande, production et diffusion de greffons)
- Production de nématodes entomopathogènes (lutte bio contre Diaprepes)
- Essai multilocal porte-greffe d'agrumes (nouveaux porte-greffes)
- Essai biobed (étude de la biodégradation d'effluents phytosanitaires)
- Formation des producteurs à la PFI (en partenariat)
- Suivi PFI chez les producteurs (Assofwi, GIE Div. et agriculteurs indépendants)
- Recherche de plantes de couverture en vergers (partenariat Inra)
- Étalement de la production du manguier
- Essai multilocal des variétés de papayer créées (suivi des parcelles et bilan)
- Diffusion de variétés tolérantes de papayer (si bonne tolérance avérée)
- Recherche de porte-greffe de maracuja tolérants

Projet3. Valorisation du patrimoine fruitier

- Inventaire des espèces et fruitières (veille et multiplication)
- Gestion et caractérisation des collections (introduction des variétés antillaises dans la collection)
- Étude et diffusion de nouvelles espèces fruitières après validation des itinéraires techniques de production (pomme cannelle, pitahaya et ramboutan)

Synthèse des débats autour de cette programmation :

Initiales des intervenants : J6 (Jacky Ganry), FLB (Fabrice Le Bellec), RO (Rudolph Orgerit), JD (Johnny Déroche), JMP (Jean-Marc Petit), RG (Rony Guillame), M6J (Marianne Grandisson Jochel) et RT (Régis Tournebize).

M6J : Travaillez-vous en collaboration avec le groupement de développement de l'agriculture bio ?

FLB : Non, mais nous travaillons avec l'ASSOFWI dont certains membres font parti de ce groupement.

J6 : Il existe un projet ADD (Agriculture et Développement Durable) bientôt présenté par l'INRA(Dijon) et le CIRAD pour la biodégradation de pesticides. Il serait intéressant que vous y soyez associé.

FLB : Nous sommes déjà en relation avec l'INRA Dijon.

MGJ : Qu'est que cette programmation 2006 apporte de plus par rapport à 2005 ?

FLB : la continuité des actions engagées et plus particulièrement cette année : des informations sur les plantes de services, le Biobed, la mise en ligne d'un site web (info technique)...

RT : Les différents essais permettront de constituer une carte de potentiel de plantes de services selon les régions.

MGJ : Est ce que vous intégrez les variétés locales dans vos collections ? aussi bien agrumes, mangues, pomme-cannelle ?

FLB : oui pour quasiment toutes les espèces sauf pour les agrumes.

RG : De nombreuses formations sont en cours sur la PFI. L'objectif est d'entraîner le maximum de producteurs dans ce mouvement. Ca serait bien de créer une marque de reconnaissance.

JMP : Est ce qu'il serait possible de diffuser du matériel (greffons, portes-greffes) de goyave chez les pépiniéristes ? (FLB : oui sans aucun problème). Egalement d'actualiser l'étude du Cirad sur l'analyse de la filière, et d'approfondir sur les aspects diagnostic en exploitation et pratiques agricoles ? (FLB : il est prévu une étude, nous recherchons un stagiaire de fin d'étude).

RT : En dehors de cette programmation, l'INRA va valoriser les bases de données du CIRAD sur la floraison du manguier pour voir si les changements climatiques ont des effets sur la floraison.

A l'issue du débat autour de ces actions, Fabrice Le Bellec propose de voter la résolution suivante.

Objectifs d'actions tranche 7 : résolution n° 4

Après débat sur les actions à continuer ou renouveler et sur les réorientations souhaitées, le comité de pilotage propose la programmation à partir de 2006 de la septième tranche des opérations d'appui technique, d'études, d'expérimentation et de valorisation du Cirad-Flhor Guadeloupe pour la filière arboriculture fruitière de diversification, selon le tableau synthétique ci-annexé tel qu'amendé en séance.

La présente résolution est adoptée à l'unanimité.

IV. BUDGET PREVISIONNEL ET PLAN DE FINANCEMENT TRANCHE 7

Fabrice Le Bellec rappelle qu'il y aura encore possibilité ou nécessité d'apporter précisions et adaptations en janvier en fonction des informations reçues sur les financements disponibles, tant CIRAD que Région et Etat, et que de toute façon le programme d'action retenu ne pourra être exécuté que s'il y a les financements. Après exposé du budget prévisionnel et de son plan de financement, Fabrice Le Bellec propose la résolution suivante.

Budget tranche 7 : résolution n° 5

Le comité de pilotage, après avoir examiné les postes de dépenses prévisionnelles pour la part éligible au présent projet DOCUP sur la septième tranche commençant en 2006, approuve le budget des opérations d'appui technique, d'études, d'expérimentation et de valorisation du Cirad-Flhor Guadeloupe pour la filière arboriculture fruitière de diversification, pour un montant total de dépenses de 464 814 € (quatre cent soixante quatre mille huit cent quatorze euros) comprenant en particulier des investissements, du fonctionnement et des frais de personnel non fonctionnaire. La part des frais de personnel des salariés du CIRAD en CDI imputables en 2005 pour la filière seront intégralement affectés à cette septième tranche (cf tableau ci-dessous).

Tableau 2 : Budget tranche 7 (2006)	
Investissements ⁽¹⁾	7 662 €
Fonctionnement	57 000 €
Personnel	400 152 €
Total ⁽²⁾	464 814 €

(1) Les investissements : étuve réfrigérée : 2231.25, étuve de séchage : 3275.67 et tondeuse tracteur : 2155.50
(2) Seul le montant est limitatif

La présente résolution est adoptée à l'unanimité.

Plan de financement tranche 7 : résolution n° 6

Le comité de pilotage approuve le budget global des contributions financières prévues et propose le plan de financement Hors Taxes suivant pour la septième tranche du DOCUP 2000-2006 commençant en 2006.

Tableau 3 : Plan de financement tranche 7 (2006)		
Sources de financement	Montant	% arrondi
Subventions Publiques (FEOGA, ETAT, Région...)	348 610€	75 %
CIRAD	116 204 €	25 %
TOTAL	464 814 €	100 %

La présente résolution est adoptée à l'unanimité.

V. QUESTIONS ET REACTIONS DIVERSES : aucune.

La séance est levée à 17h15 après que Fabrice LE BELLEC ait remercié tout un chacun de sa présence et participation active à ce comité de pilotage. Il profite également de ce jour proche des fêtes de fin d'année pour présenter ses vœux et ceux de toute l'équipe du CIRAD.

Le représentant de l'ASSOFWI
J-M. PETIT

Le représentant de la DAF
R. ORGERIT

Le représentant du CIRAD-FLHOR
F. LE BELLEC

DEVELOPPEMENT DE L'ARBORICULTURE FRUITIERE DE DIVERSIFICATION EN GUADELOUPE

Actions prévues de 2005 à 2007

ANNEES			PROJETS /ACTIONS	COMMENTAIRES
2005	2006	2007	PROJET 1 : APPUI AU DEVELOPPEMENT	
X	X	X	Permanence et accueil de groupes	Cirad et Chambre d'agriculture - lundi matin
X	X	X	Suivi des vergers	Veille phytosanitaire et technique à la demande
X	X	X	Journées techniques à thème	Ex : Diversification fruitière - PFI 2 ^{ème} éditions
X	X	X	Edition fiches techniques et publications	Culturelles, parasites, rapports et publications
X	X	X	Diffusion de l'information	Création d'un site Web
Projet 1 : Personnel Cirad ⁽¹⁾ impliqué (tous) et p.m. ⁽²⁾ et partenariats (Chambre d'Agriculture et Assofwi)				
2005	2006	2007	PROJET 2 : DEVELOPPEMENT DE SYSTEMES DE CULTURE DURABLES	
Production Fruitière Intégrée en vergers d'AGRUMES (PFI)				
X	X		Appui aux pépiniéristes	Suivi norme
X	X	X	Production et diffusion de greffons	Parc à bois agrumes agréé par le SPV
X	X	X	Prod. de nématodes entomopathogènes	Lutte biologique contre <i>Diaprepes</i> (part. INRA)
	X	X	Essai multilocal porte-greffe d'agrumes	Nouveaux porte-greffe tolérants aux maladies
X	X		Formation des producteurs à la PFI	Collaboration WI Phyto Services et VIVEA
X	X	X	Suivi PFI chez les producteurs	Producteurs de l'ASSOFWI, GIE Div. et autres
	X	X	Recherche de plantes de couverture	Pour supplanter le desherbage (part. INRA)
X			Production de contre-saison sur lime	Influence d'un porte-greffe nanifiant
Production Fruitière Intégrée en vergers de MANGUIER				
X			Inventaire des maladies et ravageurs	Etudes spécifiques
X	X	X	Etalement de la production	Plantation de la parcelle (6 variétés)
	X	X	Itinéraire de production PFI	Recherche de plante de couverture végétale
Lutte génétique contre la bactériose du PAPAYER				
X			Création de variétés tolérantes	Poursuite du schéma de sélection
X	X		Essai multilocal des variétés créées	Suivi des parcelles (station et 5 agriculteurs)
annulé			Recherche des gènes de tolérance	Vers sélection assistée par marqueurs
	X	X	Diffusion de variétés tolérantes	Si bonne tolérance avérée et bonne qualité
Lutte contre le déperissement du MARACUDJA				
X	X		Recherche de porte-greffe tolérant	Plantation de la parcelle (maracudja/pomme-liane)
Projet 2 : Personnel Cirad ⁽¹⁾ (FLB, MR, PR, SB, FV, EM, FD, V1, V2 et JSM) et partenariats (Inra et producteurs)				
2005	2006	2007	PROJET 3 : VALORISATION DU PATRIMOINE FRUITIER	
X	X		Inventaire des espèces et fruitières	Multiplication de variétés sélectionnées
X	X	X	Gestion et caractérisation des collections	Suivi et plantation collection 'mangues antillaises'
X	X	X	Etude de nouvelles espèces fruitières	Suivi et/ou plantation (pomme-cannelle, pitaya et ramboutan...)
Projet 3 : Personnel Cirad ⁽¹⁾ impliqué (FLB, CC, FV et FM) et partenariat (producteurs)				

⁽¹⁾ Initiales du personnel Cirad Guadeloupe impliqué dans les projets et imputé sur le projet DOCUP : FLB (F. Le Bellec), CC (C. Calabre), SB (S. Bruyère), FV (F. Vingadassalon), MR (M. Ramassamy), EM (E. Mombrun), FM (F. Marius), JSM (J. Saint-Marc), FD (F. Donat), PR (P. Romil), V1 (VCAT Neufchâteau) et V2 (VCAT Vieux Habitants).

⁽²⁾ appui du service Web des savoirs du Cirad Montpellier, noté pour mémoire car non imputé sur DOCUP

ANNEXE 3

Supports de diffusion de l'information

Annexe 3 : Supports de diffusion de l'information

1. Grand public : site web 'Caribfruits'
2. 'Caribfruits' référencé par 'Sciences.gouv.fr'
3. Fiche phytosanitaire : le thrips (*Frankliniella Selenothrips*)
4. Fiche phytosanitaire : la cécidomyie des fleurs (*Erosomyia indica*)
5. Fiche descriptive : la pitaya
6. Poster : Papaya breeding for tolerance to bacterial decline (*Erwinia* sp.) In the caribbean region, First International Symposium on Papaya, Malaysia.
7. Poster : La papaye: amélioration variétale pour une culture de diversification caribéenne. Poster, 41 st Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society, Guadeloupe.
8. Communication : La production fruitière intégrée en Guadeloupe. 41 st Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society, Guadeloupe.



Fruits des Antilles



En ligne pour vous aider dans vos projets.....

La diversification fruitière en Guadeloupe

La diversification des cultures dans les économies agricoles insulaires (et plus spécifiquement des départements français d'outre-mer) semble vitale, non pas pour se substituer à une culture pivot (canne à sucre, banane, etc.) mais bien pour diversifier les ressources des producteurs, notamment avec des cultures à forte valeur ajoutée. Cependant, dans un contexte où les préoccupations environnementales et de santé publique n'ont cessé de croître, cette diversification doit être raisonnée pour devenir durable.

Les projets du Cirad en Guadeloupe

Vous trouverez sur ce site toute l'actualité concernant nos projets en recherche et développement de l'arboriculture fruitière de diversification en Guadeloupe. Ces projets sont soutenus par l'Europe (FEOGA), l'ODEADOM (Office d'état Français) et le Conseil Régional de Guadeloupe.

Fruits des Antilles déjà en ligne depuis 2005 !

L'inventaire du patrimoine fruitier a pour objectif de connaître, conserver, évaluer et valoriser les espèces et variétés fruitières potentiellement intéressantes pour la diversification.

Production fruitière intégrée.... mise en ligne prévue en 2006

La durabilité des systèmes de culture est recherchée, l'objectif est de valider des itinéraires techniques de production respectueux de l'environnement.

Mango, la base de données.... mise en ligne prévue en 2006

Le manguier, l'espèce la plus cultivée à travers le monde, découvrez notre collection, riche de plus de 120 variétés.



Ni toi ni personne ne sait d'une façon certaine ce qui se passe à l'intérieur du globe, attendu qu'on connaît à peine la douze-millième partie de son rayon ; c'est que la science est éminemment perfectible, et que chaque théorie est incessamment détruite par une théorie nouvelle.

Voyage au centre de la terre (1864)
Jules Verne

Jules Verne Le roman de la Mer -
Musée National de la Marine

Par thématiques

- Astronomie / Espace
- Biologie / Sciences du vivant
- Etonnant non ?
- Histoire des sciences et techniques
- Sciences de la terre / Environnement
- Sciences fondamentales
- Sciences humaines et sociales

Par type de ressources

- Animations multimédias

Actualités et débats scientifiques

Zoom : Einstein raconté par Etienne Klein



A l'occasion de la fête de la science, science.gouv.fr et le site.tv vous proposent 5 entretiens avec le physicien Etienne Klein. Au programme: la révolution de la physique et Einstein.

Les clefs de la vie dans le grand froid



Comment fait une bactérie pour profiter au cœur de l'Antarctique ? C'est la question à laquelle, les chercheurs du CNRS, de Pasteur et du Génomètre se sont efforcés de

répondre.

Dossier : Découvertes entomologiques sur Vanikoro



Le CIRAD a participé à la mission Vanikoro 2005. Henri-Pierre Aberlenc, entomologiste nous a rapporté de fabuleuses découvertes.

14ème édition de la Fête de la Science



Rendez-vous incontournable des curieux et des passionnés de sciences, la Fête de la Science 2005, organisée par le ministère délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, se déroulera du 10 au 16 octobre 2005.

Les sites du mois

Les rendez vous de la science



Science.gouv.fr et France5 lancent le site « les rendez vous de la science ». Le premier numéro de ce magazine est consacré à l'infiniment grand et l'infiniment petit.

Fruits des Antilles



Le patrimoine fruitier des Antilles est riche de plus de 125 espèces fruitières, cependant peu d'entre elles sont à l'honneur... partons donc ensemble à leur découverte !

Milles et une lieues



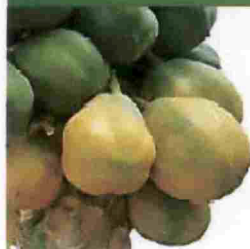
Une exposition virtuelle multimédia de la bibliothèque municipale de Lyon : Cartes, vues et planisphères dans

Voyage savant en Egypte



La bibliothèque municipale de Lyon retrace l'histoire de l'expédition d'Égypte menée par

La papaye: amélioration variétale pour une culture de diversification caribéenne



L. Argoud⁽¹⁾, F. Le Bellec⁽²⁾, P. Ollitrault⁽²⁾, S. Bruyère⁽¹⁾, C. Calabre⁽¹⁾, C. Pancarte⁽³⁾, F. Carreel⁽¹⁾, F. Vingadassalon⁽¹⁾, A. Gallard⁽¹⁾ et N. Chantry⁽¹⁾

⁽¹⁾ : Cirad-Flor, Station de Neufchâteau, Sainte-Marie, 97130 Capesterre Belle Eau, Guadeloupe.

⁽²⁾ : Cirad-Flor, Avenue Agropolis – TA 50/PS4, 34398 Montpellier Cedex, France

⁽³⁾ : Cirad-Flor / PRAM, BP 214, 97285 Le Lamentin Cedex 2, Martinique.

La papaye (*Carica papaya*) est un fruit originaire de l'Amérique Centrale très apprécié dans la Caraïbe. D'un point de vue économique, c'est le quatrième fruit tropical le plus important.

Une alternative à l'intensification aux débouchés multiples

- Dans la Caraïbe, la culture du papayer constitue une alternative aux systèmes agricoles monoculturels très répandus aujourd'hui. Ses atouts: **rusticité, mise à fruits rapide, production continue**, en font une culture attractive.
- Sa présence dans les jardins créoles et son exigence constante en main d'œuvre lui confèrent une certaine **importance au niveau social**. Les débouchés sont nombreux: marché du frais et de la transformation, usages pharmaceutiques et industriels.
- En 10 ans, la **production** de papayes a plus que triplé dans la Caraïbe et elle **ne suffit pas pour répondre à la demande locale** (importations à Barbade, Bahamas, Cuba...). D'autre part, les pays importateurs sont nombreux (États-Unis, Royaume-Uni, Pays-Bas, France...) et la FAO prévoit une **augmentation de la demande dans les années à venir**.



La bactériose du papayer : une problématique régionale

- La bactériose (en anglais: 'bacterial canker' ou 'bacterial decline') est une maladie causée par *Erwinia papayae*, observée dans la région depuis les années 60.
- Elle est présente **des Iles Vierges jusqu'au Venezuela**. Les différentes tentatives de contrôle par la voie chimique (à St Croix et en Guadeloupe) se sont soldées par un échec, et les mesures prophylactiques ne permettent qu'un contrôle relatif de la maladie.
- Avec le PRV (Papaya Ringspot Virus), la bactériose est considérée comme le **facteur limitant le plus important du développement de la culture de la papaye** dans la zone Caraïbe.

Dispersion de la bactériose dans la Caraïbe à la fin des années 90
(en vert: bactérie suspectée; en bleu: bactérie isolée)

Symptôme caractéristique de la bactériose: tâches huileuses aux contours nets sur le tronc



Création de variétés tolérantes



- Plusieurs séries de prospections réalisées dans la région ont révélé l'existence de **variétés spontanées tolérantes**. Malheureusement, elles sont dioïques et leurs qualités organoleptiques sont inadaptées au goût du consommateur.
- Un schéma de sélection a donc été établi à partir d'un parent tolérant d'origine guadeloupéenne et le cultivar hermaphrodite 'Solo', apprécié pour ses qualités gustatives. **Plusieurs croisements sont en cours d'évaluation** dans plusieurs zones agro pédo climatiques distinctes en Guadeloupe.
- Un **compromis équilibré entre les caractères de tolérance, de productivité et de goût** est recherché; les populations obtenues seront homogénéisées afin de divulguer les **nouvelles variétés de papayes légume et dessert**.

Principe de sélection au CIRAD.

Au premier plan: papayers sensibles, 'cancrés' par la bactériose.
Au second plan: papayers tolérants à la bactériose, sélectionnés pour le programme d'amélioration variétale.

La création de variétés de papayers tolérants à la bactériose permet la **conservation et la valorisation du germoplasme de la Caraïbe** qui constitue une zone de diversification secondaire de *Carica papaya*.

L'enjeu de ce programme est de développer une **culture de diversification** pour les agriculteurs, qui nécessite peu de traitements phytosanitaires et qui s'inscrit tout à fait comme **composante d'un système de culture durable**.

Références bibliographiques:

- De Lapeyre de Bellaire, L., Prior, P., Lyannaz, J.P., Bakry F., Monmarson, S., Gardan, L. & Feltmann, P. 1993. Bacterial canker of papaya in the Caribbean: Present status and F.W.I. research programs. Rapport CIRAD.
- Morton, J. 1987. Papaya. p.336-346. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL.
- Ollitrault, P., De Lapeyre de Bellaire, L., Ocampo, J., Bruyère, S., Leblanc, F., Ondet, S. & Fournet, P. 1999. La bactériose du papayer dans les Caraïbes: Perspectives de l'amélioration variétale pour la création de cultivars résistants. Rapport CIRAD.
- Prior, P., Beramis, M. & Rousseau, M.T. 1985. Le dépérissement bactérien du papayer aux Antilles françaises. Agronomie v.5 (10) p. 877-885.
- Ramcharan, C. 1994. Sustainable control methods for producing papaya in St. Croix, USVI. IICA Tropical Fruits Newsletter v.10 p.5-6.
- Webb, R.R. 1985. Epidemiology and control of bacterial canker of Papaya caused by an *Erwinia* sp. on St. Croix, U.S. Virgin Islands. Plant Disease v.69 (4) p.305-309.

Cette action est cofinancée par l'Europe (FEOGA), l'ODEADOM et la Région Guadeloupe



Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
Département des productions fruitières et horticoles

Conception et réalisation: L. Argoud, juin 2005

La production fruitière intégrée en Guadeloupe

Le Bellec Fabrice¹, Herzog David¹, Patrick Fournier¹, Mauléon Hervé², Renard-Le Bellec Valérie³ et Ramassamy Mylène¹.

¹ CIRAD – UPR 77 PFI – Domaine expérimental, Bel Air. 97119 Vieux-Habitants

² INRA – URPV – Domaine de Duclos, Prise d'Eau. 97170 Petit-Bourg

³ WI Phyto Services – Centre de formation, rue Celeste Tramontin. 97120 Saint-Claude

Résumé

La diversification des cultures dans les économies agricoles insulaires semble aujourd'hui vitale et a pour principal objectif de diversifier les ressources des producteurs. La diversification par des espèces fruitières constitue une alternative intéressante aux cultures de la canne à sucre et du bananier en Guadeloupe. Cependant, dans un contexte où les préoccupations environnementales et de santé publique n'ont cessé de croître, cette diversification doit être raisonnée pour devenir durable. Ainsi, seule une politique de production de qualité, tant au niveau des produits que des pratiques tout au long de la filière permettra d'imposer cette production de qualité sur le marché local (fortement concurrencée par des importations) et assurer la pérennité des vergers. Produire des fruits de qualité tout en respectant l'environnement représente aujourd'hui un challenge pour les producteurs guadeloupéens. Le projet 'production fruitière intégrée' initié en Guadeloupe devrait répondre à ces préoccupations. Il associe les principaux acteurs de la filière fruitière (chercheurs, développeurs et producteurs) et intervient à différentes étapes de la production (de la production de plants à la production de fruits). Les principaux enjeux sont la réduction des fongicides et des insecticides (mise en place de luttés biologique et/ou raisonnée contre les ennemis des cultures en vergers et en pépinière), la suppression des herbicides (recherche de plantes de service) et la gestion des effluents liés à ces traitements.

Summary

The Integrated Fruits Production In Guadeloupe

The diversity of the crops in the agricultural economic, especially in the isolated island, seems to be important today and has the main aim to expand the capital of the agriculture. The diversity by the different fruits specimens seems to be a interesting choice more than the existing sugarcane crop and the bananas in Guadeloupe. However, in the actual environmental and the public health problems increasing day after day, this diversity must be approved to become a permanent solution. For that reason, only the method of the good quality production, including the results of the crop as well as the agricultural technology throughout the system, will permit to implant the good quality crop in the local market (highly in competition by the imports) and to guarantee the durability of the crops. To produce the good quality fruits, taking into consideration the environmental factors, is a real challenge for the farmers in Guadeloupe. The scheme "integrated fruits production" started in Guadeloupe may reply to these problems. The scheme includes the main actors in the fruit fields (research workers, developing units and the producers) and interfere at the different stages of the production (from the production of the plant to the production of the fruits). The principal consequences are the diminution of the insecticide and fungicide (the biological and /or the approved effort against the crop enemies among the crops and the seeds), the eradication of the herbicides (plant research units) and the management of the out comings due to the phytosanitary treatments.

1. Introduction

La diversification des cultures dans les économies agricoles insulaires comme la Guadeloupe semble aujourd'hui vitale, non pas pour se substituer à une culture pivot (canne à sucre, banane, etc.) mais bien pour diversifier les ressources des producteurs notamment avec des cultures à fortes valeurs ajoutées. Cette diversification doit cependant être raisonnée car, en Guadeloupe tout comme en Martinique d'ailleurs, l'utilisation jusqu'au milieu des années 90 d'organochlorés sur bananier pour lutter contre les ravageurs a laissé des sols contaminés (Cornière et al., 2003). En effet, aujourd'hui encore, et compte tenu de la dégradation très lente de ces produits phytosanitaires, des cultures candidates à la diversification comme les légumes dit de réserves (igname, patate douce, carotte...) sont prosrites par arrêté préfectoral sur ces sols contaminés (Anonyme, 2004). Dans ces conditions, la diversification par des espèces fruitières pérennes (agrumes, manguier, goyavier...) constitue une alternative intéressante. Cependant, dans ce contexte où les données et les préoccupations environnementales et de santé publique sont d'actualité, les agriculteurs s'interrogent sur les meilleures méthodes de production. Produire des fruits de qualité tout en respectant l'environnement représente un enjeu majeur pour les producteurs de fruits guadeloupéens. Un système de production agricole durable comme la production fruitière intégrée (PFI) semble tout indiqué. Nous développerons dans cette communication toutes les actions entreprises depuis 1998 pour promouvoir un tel système de culture en Guadeloupe et prendrons comme exemple la culture des agrumes. Ceux-ci (limettier, oranger et mandarinier) constituent la principale production de diversification fruitière pérenne avec environ 310 ha plantés en 2004 (source : Chambre d'Agriculture). Le développement de l'agrumiculture paraît toutefois encore fragile. Il doit, en outre, prendre en compte les maladies et ravageurs de cette culture mais aussi la concurrence des îles voisines sur le marché intérieur d'où 4000 t sont importés chaque année (source : service des douanes, 2004). Une politique de qualité de la production, tant au niveau des produits (qualités organoleptiques) que des pratiques tout au long de la filière (productions de plants certifiés, pratiques culturales respectueuses de l'environnement...), devrait permettre d'imposer cette production de qualité sur le marché local guadeloupéen et d'assurer ainsi la pérennité des vergers.

2. Actions mises en œuvre, résultats obtenus et/ou attendus

2.1 Garantir la production de plants

En verger d'agrumes, une qualité déficiente des plants à la plantation (problèmes phytosanitaires, de porte-greffe ou encore de variété) compromet très rapidement sa pérennité. L'arrivée, en 1997, du virus de la Tristéza (CTV) en Guadeloupe a permis d'imposer rapidement dès 2000 des normes provisoires de production des plants (Urbino et al.). En effet, les acteurs de la filière ont rapidement mesuré ce risque et ont engagé une série d'actions afin de diffuser auprès des producteurs des plants de qualité. Ce premier cahier des charges de production est sur le point d'être validé par les services officiels de certification grâce à un travail collectif inter-DOM (SPV/CIRAD Réunion, Martinique et Guadeloupe) selon les normes européennes CAC. Cette production de plants de qualité repose donc sur plusieurs points fondamentaux :

- production, en Guadeloupe, de greffons d'agrumes garantis tant au niveau variétal que phytosanitaire grâce à un parc à bois sous serre 'insect-proof' (réalisé par le Cirad),
- produire les plants suivant le cahier des charges CAC strictement suivi par les pépiniéristes,
- assurer la formation, le suivi et le conseil technique des pépiniéristes (Chambre d'Agriculture et Cirad),
- assurer le contrôle et la certification de ces plants par un service officiel de certification (habilitation en cours).

2.2 Produire selon les principes de la PFI

Différentes enquêtes sur les pratiques culturales et phytosanitaires réalisés entre 1998 et 2004 (Leblanc et al., 1998 ; Renard-Le Bellec, 2004) chez les producteurs d'agrumes ont permis d'établir un bilan des principaux problèmes rencontrés dans les vergers et de les hiérarchiser afin de chercher des solutions compatibles avec la PFI. Ainsi, la mise en place d'un système de culture adapté devrait permettre à terme de réduire les intrants phytosanitaires (et gérer leurs effluents) et de lutter contre les principaux ravageurs et maladies tout en garantissant une production de qualité.

2.2.1 Luites biologique ou raisonnée contre les maladies et ravageurs

Le complexe parasitaire sur agrumes en Guadeloupe est important cependant si la faune auxiliaire est respectée bon nombre de ces maladies et ravageurs sont naturellement contrôlés (Etienne et al. 1998). C'est notamment le cas de la plupart des espèces de cochenille rencontrées dans les vergers, contrôlées biologiquement par des prédateurs plus ou moins spécifiques (coccinelles), des parasitoïdes (micro-guêpe) ou encore des champignons entomopathogènes : la cochenille australienne *Icerya purchasi* est, par exemple, contrôlée par une coccinelle prédatrice *Rodolia cardinalis* et un diptère parasitoïde. Cependant, certains ravageurs ne sont pas (ou pas suffisamment) contrôlés par cette faune auxiliaire, une lutte spécifique s'impose donc. Elle est basée sur l'observation régulière et sur un seuil de nuisibilité du parasite accepté par le producteur. Un traitement phytosanitaire peut être déclenché si ce seuil est dépassé, sachant que les produits utilisés ont été rigoureusement sélectionnés en fonction : i) de leur nocivité, ii) de leur homologation sur le ravageur et la culture (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/accueil.htm>) et iii) en fonction de leur impact sur la faune auxiliaire (Quilici et al. 2003). Selon le stade phénologique des arbres, les suivis sont plus ou moins espacés (1 à 3 semaines). Actuellement, les ravageurs préoccupants le plus les producteurs sont les acariens (*Phyllocoptruta oleivorus*, le phytopte ; *Polyphagotarsonemus latus*, le tarsonème et *Panonychus citri*, l'araignée rouge), quelques proliférations de cochenille (notamment celles du tronc, *Unaspis citri*) et la fumagine. Des matières actives, répondant au cahier des charges de la PFI, appliquées au bon moment, telles les huiles de pétrole, le savon potassique, l'oxyde de cuivre ou encore le soufre permettent généralement de régler ces problèmes phytosanitaires.

Par contre, des dépérissements inexplicables sur jeunes vergers (plantation de moins de 4 ans) sont apparus de façon récurrente depuis quelques années. Dans bon nombre de cas le porte-greffe est incriminé. En effet, celui-ci est soit inadapté aux conditions pédoclimatiques de la parcelle ou soit n'a pas les capacités à se défendre ou à réagir (manque de vigueur ou sensibilité au Phytophthora) face à des attaques de parasites du sol tels les *Diaprepes* spp. La recrudescence de ce ravageur est probablement dû à un déséquilibre écologique au sein même du verger (abus probable de produits phytosanitaires à un moment donné) ; des micro-hyménoptères des genres *Aprostocetus* et *Ceratogramma*, parasites des œufs de *Diaprepes* spp., y sont présents mais pas suffisamment efficaces. En attendant de retrouver cet équilibre grâce aux mesures de la PFI, une lutte biologique spécifique contre ce ravageur a démarré en 2005. Reposant sur des travaux de l'Inra (Mauléon et Madenba-Sy, 1988), cette dernière consiste à 'inoculer' le substrat de culture des plants d'agrumes en nématodes entomopathogènes (genres *Steinernema* et *Heterorhabditis*) dès le stade pépinière ; le but étant de protéger dans un premier temps les nouvelles plantations. Les nématodes sont des parasites d'insectes édaphiques utilisés en lutte biologique. Après pénétration dans leur hôte (par les orifices naturels), les larves de ces nématodes gagnent l'hémolymphe et libèrent leurs bactéries symbiotiques (*Xenorhabdus* et *Photorhabdus*) qui se multiplient en créant un milieu favorable à leur reproduction. La mort de l'hôte intervient dans les 48 h après l'infestation.

Leur efficacité contre plusieurs ravageurs d'importance agronomique et leur innocuité envers les animaux à sang chaud en font des biopesticides particulièrement intéressants. L'absence de produits insecticides réellement efficaces dans le sol et leur caractère polluant font de ces nématodes une alternative prometteuse et complémentaire aux autres parasites des *Diaprepes* spp.

La mise en place de moyens de lutte biologique et/ou raisonnée contre les maladies et ravageurs des agrumes semblent donc être, dans ces conditions, la clé de voûte du succès de la PFI en Guadeloupe. Car les pressions phytosanitaires sont bien présentes en verger d'agrumes et les producteurs ne sont pas toujours compétents pour choisir les produits les plus adaptés au problème rencontré ou encore pour positionner idéalement le traitement. Il convenait donc dans un premier temps de les accompagner tout en les formant. Outre un suivi régulier d'exploitations 'pilotes', différentes formations financées par des fonds nationaux spécifiques (FAFSEA et VIVEA), ont été également entreprises pour former aussi bien les techniciens de développement que les agriculteurs et leurs salariés. Ces formations ont permis aux stagiaires d'approfondir leurs connaissances (notamment grâce à des outils d'observation, loupes binoculaires), d'échanger leurs expériences et de réfléchir aux stratégies de lutttes compatibles avec la PFI.

2.2.2 Limitation des herbicides grâce aux plantes de couverture

La lutte contre les adventices est une préoccupation importante en verger, surtout sur les parcelles non mécanisables. Dans ces conditions de culture, pas moins de 3 et 6 herbicides par an sont pratiqués. Pourtant, le maintien d'une plante de couverture végétale vivante (naturelle ou introduite) est indispensable car elle permet de lutter contre l'érosion, de restaurer la fertilité des sols grâce à leur réactivation biologique, d'assurer une meilleure conservation de l'eau et enfin de limiter (voir contrôler) la prolifération des adventices ; et par conséquent, de contribuer à la limitation de l'emploi des herbicides sur les parcelles. Actuellement, un enherbement naturel est préconisé chez les producteurs, son entretien est réalisé mécaniquement quand la parcelle le permet ceci en attendant les résultats de différents essais qui seront mis en place fin 2005 (collaboration Cirad/Inra) avec des légumineuses des genres *Macroptilum*, *Stylosanthes* et *Trifolium* ainsi qu'une graminée du genre *Brachiaria*.

2.2.3 La gestion des effluents

Dans un souci de préservation de l'environnement, des solutions d'élimination des déchets liés aux traitements phytosanitaires réalisés au sein de l'exploitation doivent être recherchées. En effet, les effluents chargés en produits phytosanitaires comme les eaux de rinçage et de lavage des pulvérisateurs sont très polluants et difficiles à éliminer. Deux procédés de gestion de ces effluents sont actuellement en cours d'étude (construction en cours financée par la DIREN) sur le domaine expérimental du Cirad Vieux-Habitants : 1/ procédé par évaporation et 2/ biobed. Le premier consiste en deux bacs couverts et aérés qui vont permettre de concentrer les produits contenu dans l'eau en évaporant naturellement cette eau. Le concentrât sera ensuite traité par une entreprise spécialisée. Ce procédé est mise en œuvre pour gérer notamment les effluents contenant des métaux lourds (comme par exemple l'oxyde de cuivre) qui ne peuvent être dégradés par le second dispositif. Le Biobed est un système Suédois inventé en 1993 par le professeur Torstensson. Il est basé sur le pouvoir épurateur du sol et des bactéries qu'il contient. Un substrat constitué de terre, de tourbe et de paille (substrat qui sera adapté en fonction des matières premières disponibles en Guadeloupe) est placé dans un bac étanche pour favoriser la dégradation des substances actives par les bactéries aérobies. L'élimination du contenu des bacs pourrait se faire par épandage de ces produits. Une étude pour homologation de ce procédé est en cours en France (décret à paraître). Après 10 ans de pratique, les Biobeds sont considérés comme efficaces mais de nombreux paramètres restent à

étudier comme le suivi complet des molécules et des résidus liés, les critères objectifs de changement du substrat ou la caractérisation des souches biologiques efficaces pour la dégradation des molécules phytosanitaires (Demars *et al.*, 2003 ; Leblond *et al.*, 2004). Ce projet débutera véritablement fin 2005 et a pour objectif principal de valider ou d'invalidier ces deux techniques de gestion effluents en arboriculture fruitière tropicale en vue de leur vulgarisation auprès de la profession.

3. Conclusions et perspectives

La volonté des producteurs - qui se trouvent souvent dans une impasse à cause de problèmes phytosanitaires récurrents (produits retirés du marché, nombre insuffisant de matières actives homologuées sur la culture, résistance des parasites...) - et de celle de tous les acteurs de cette filière de promouvoir une agrumiculture durable, de qualité et respectueuse de l'environnement ont permis de se fixer les objectifs suivants pour les années à venir (Le Bellec, 2004) :

- Réduire notablement les traitements phytosanitaires (- 30 à 50 %) et supprimer les désherbants chimiques,
- traiter et/ou gérer ses déchets et effluents,
- préserver le sol, sa fertilité en limitant notamment les risques de pollution et
- gérer de façon optimale la fertilisation et les ressources en eau.

Ces démarches, actuellement entreprises à l'échelle de la parcelle et dans le cadre d'un système de culture comme la production fruitière intégrée, devront être à terme appliquées à l'échelle de l'exploitation afin d'obtenir un agrément 'Agriculture Raisonnée' car dans un avenir proche, ce système de production deviendra 'le' standard minimal ne laissant alors que deux systèmes de production distincts : l'Agriculture Raisonnée et l'Agriculture Biologique. Pour ce faire, il conviendra de mettre en place une traçabilité sur l'exploitation (tenue de registres des flux entrants et sortants, cahier phytosanitaire...), ce qui nécessitera des investissements tant humain (du producteur et de son personnel) que financier (mise au norme progressive du matériel et des infrastructures de l'exploitation). Ces efforts seront probablement récompensés par une meilleure valorisation de la production (différenciation de la qualité de la production par rapport aux importations et accès aux marchés de niche localement ou à l'exportation) tout en contribuant à la préservation et à la protection de l'environnement grâce à un système de production 'propre' et 'durable' facilement transposable à toutes les autres cultures fruitières pérennes.

Références citées

Anonyme, 2004. – La problématique « organochlorés », conférence de presse du 19 mai 2004, GREPP Guadeloupe.

Cornière J. Y., Landau E., Rouet P., Labelle A. et Bertrand P., 2003. – Phyto Vigilance, alerte aux organochlorés : la sécurité alimentaire en jeu ! Phytosanitairement vôtre, journal d'information de la direction de l'agriculture et de la forêt/service de la protection des végétaux. Martinique, n°1 Décembre 2003.

Demars J.-L., Rochard J. et Alliot C., 2003. Gestion des effluents de pulvérisation en Suède. Les Biobeds, une démarche pragmatique des Suédois. *Phytoma*, n° 557, février, pp. 34-37.

Etienne J., Leblanc F. et Fournier P. 1998 - Fiches techniques d'identification et d'initiation à la protection raisonnée des vergers d'agrumes en Guadeloupe. Cirad-Inra, Guadeloupe (France), 17 p.

Le Bellec F., 2004. – Les enjeux de la production fruitière intégrée. Communication lors de la journée technique du Cirad du 19/11/2004, Cirad, Guadeloupe.

Leblanc F. et Etienne J., 1998. – Inventaire écologique des principaux ravageurs et maladies dans les vergers d'agrumes guadeloupéens. Cirad/Inra, Guadeloupe (France), 80 p.

Leblond S. et Rodet N., 2004. – La gestion des effluents des traitements phyto. Biobed et photocatalyse, deux procédés à valider. Infos-Ctifl, n°199, mars, pp. 48-52.

Mauléon H. et Mademba-Sy F., 1988. – Un ravageur des agrumes aux Antilles Françaises, *Diaprepes abbreviatus*. *Fruits*, 43 (4), 229-234.

Quilici S., Vincenot D. et Franck A., 2003. Les auxiliaires des cultures fruitières à l'île de la Réunion. Cirad Editions, Montpellier (France), 168 p.

Renard-Le Bellec V., 2004. Production Fruitière Intégrée : étude préalable à sa mise en place en verger d'agrumes en Guadeloupe. In Rapport d'exécution technique 2004, Développement de l'arboriculture fruitière de diversification en Guadeloupe, Cirad, Guadeloupe (France).

Urbino C., Le Bellec F., Fournier P., Bruyère S., Ramassamy M., Chidiac A., Deroche J. et Monnerville G., 2004. La maladie de la tristezza des agrumes est en Guadeloupe - la production de plants de qualité s'impose. *Phytoma*, 573- 2004, France, page 30-31.

Sigles utilisés

ASSOFWI : Association des producteurs de fruits de Guadeloupe

APPG : Association des producteurs pépiniéristes de Guadeloupe

CAC : Conformité agricole communautaire

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

DAF/SPV : Direction de l'agriculture et des forêt/service de la protection des végétaux.

FAFSEA : Fonds national d'assurance formation des salariés des exploitations et entreprises agricoles

INRA : Institut national de recherche agronomique

PFI : Production fruitière intégrée

VIVEA : Fonds pour la formation des entrepreneurs du vivant

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier tous les acteurs de ce projet pour leurs contributions et plus particulièrement : les producteurs de l'ASSOFWI, de l'APPG, Jean Etienne (entomologiste de l'INRA à la retraite), les techniciens de la Chambre d'Agriculture et de la DAF/SPV de Guadeloupe ; sans oublier les partenaires financiers : l'Europe (FEOGA), la Région Guadeloupe, la DIREN (Direction de l'environnement) et les fonds de formation VIVEA et FAFSEA.

La Cécidomyie des fleurs, *Erosomia mangiferae* Felt (*Cecidomyiidae* : *Diptera*)

Description et biologie

Les cécidomyies adultes sont de petites mouches inoffensives qui ne vivent que 24h, le temps de la reproduction et de la ponte qui a généralement lieu dès le débourrement. Les œufs sont minuscules et de couleur blanc-crème, englués dans une substance gélatineuse. Ils éclosent en 2 à 3 jours. Il existe 3 stades larvaires basés sur la taille et la morphologie. La larve de premier stade possède des pièces buccales bien développées et creuse dans les tissus (axe de l'inflorescence ou jeunes fruits). La larve de dernier stade se distingue des autres par sa couleur jaune-profond. C'est cette larve qui va ressortir des tissus et se laisser tomber au sol pour la pupaison. Le développement larvaire dure de 7 à 10 jours. Le développement des pupes a lieu dans le sol et dure 7 à 14 jours. Il peut y avoir 3 à 4 générations par an. Les pupes de la dernière génération entrent en diapause jusqu'à l'année suivante.

Dégâts

La période sensible est bien sûr la floraison, dès le débourrement, et les dégâts sont uniquement observés sur fleurs. Il peut y avoir des attaques sur les pousses végétatives, mais elles sont plus rares. Les dégâts sur les inflorescences sont des déformations de ces inflorescences, si les pontes ont lieu très tôt, ou des tâches d'anthracnose qui profitent de la porte d'entrée laissée par la larve qui ressort des tissus. Il peut y avoir aussi des dégâts à la nouaison si des pontes ont lieu à cette période sur les très jeunes fruits. Cela peut entraîner une chute importante après jaunissement des jeunes fruits.

Les populations de cécidomyie en Guadeloupe

Le ravageur est présent partout en Guadeloupe : Côte sous le vent (Vieux-Habitants, Baillif), Trois-Rivières, Lamentin, Pointe-Noire. Des individus ont également été observés en Grande-Terre. Mais il est uniquement visible lors de la première période de floraison (janvier-mars) pour les variétés remontantes.

Contrôle biologique du ravageur

En Inde, région d'origine du manguier, de nombreux parasites (Hyménoptères) de la cécidomyie ont été trouvés, ainsi que des prédateurs comme les fourmis qui dévorent les larves qui tombent au sol pour la pupaison, des larves de *Coccinellidae* ou de *Chrysopidae*. En Guadeloupe, aucun parasite n'a été identifié mais il existe des prédateurs appartenant aux deux familles citées qui sont très polyphages et peuvent donc se nourrir des cécidomyies.

Lutte raisonnée

Comme pour les thrips, il est nécessaire de surveiller la présence de ce ravageur lors de la période sensible qui est la floraison. On peut observer 2 panicules par arbre sur 10 arbres, si la moyenne de 5 trous d'émergence par panicule est dépassée, il est nécessaire d'intervenir.

Le piégeage peut également être utilisé avec des pièges englués jaunes (type Bug-Scan de Biobest) ou des pièges (type Mc Phail) contenant un attractif qui peut être une émulsion d'huile essentielle de coriandre à 0.01%.

On pourrait également utiliser un répulsif composé de chaux et de sulfate de cuivre (bouillie bordelaise) pour lutter contre ce ravageur.



S2-7

Papaya breeding for tolerance to bacterial decline (*Erwinia* sp.) in the Caribbean region

P. Ollitrault¹, S. Bruyère², J. A. Ocampo², L. De Lapeyre², A. Gallard², L. Argoud²,
M. F. Duval¹, G. Coppens d'Eeckenbrugge¹ and F. Le Bellec²

¹ CIRAD-FLHOR TA50/PS4, Boulevard de la Lironde
34398 Montpellier cedex 5, France

e-mail: ollitrault@cirad.fr, marie-france.duval@cirad.fr, geo.coppens@cirad.fr,

² CIRAD-FLHOR, Station de Sainte Marie

97130 Capesterre Belle Eau, Guadeloupe, FWI.

e-mail: saturnin.bruyere@cirad.fr, john.ocampo@voila.fr, luc.de.lapeyre@cirad.fr,
laurence.argoud@cirad.fr, fabrice.le.bellec@cirad.fr

Papaya has a great potential for agricultural diversification in the Caribbean region, because of its rusticity, rapid production, high yields and the wide demand on local and international markets. At the end of the 60s, a disease caused by *Erwinia* sp. appeared in the West Indies. This 'bacterial decline' destroyed all the papaya fields in the area, where the cultivar 'Solo' was grown for its high yields and good quality. The disease is found from Virgin Islands to Venezuela. Chemicals are inefficient and prophylactic measures can only slow its propagation. A breeding project has been implemented by CIRAD in Guadeloupe to select good quality cultivars with improved level of tolerance. Results on this ongoing project are presented here. The first step was to analyse tolerance, morphological and genetic diversity of regional germplasm, as compared with some commercial cultivars. Tolerant accessions were found in Venezuelan and Guadeloupean germplasm while all commercial cultivars appeared highly sensitive. Unfortunately, tolerance sources are mostly dioecious with poor fruit quality. The level of tolerance to *Erwinia* sp. strains appears variable and inherited in an additive way (strain severity appears variable but ranking for tolerance remains the same). Tolerance is transmitted in a co-dominant way in F₁ hybrids between cultivar Solo and tolerant accessions. The proportions of tolerant hybrids in F₂ and backcross populations suggest that few genes are involved. Selection of tolerant hermaphrodite lines is going on.

Les Thrips, *Frankliniella* spp., *Selenothrips rubrocinctus* (Thysanoptera : Thripidae)

Description et biologie

Les thrips du genre *Frankliniella* sont de couleur jaune-claire et apparaissent pendant la saison sèche, de janvier à avril. Ils sont très polyphages et on les trouve aussi sur agrumes, papaye, ou avocat. Ils mesurent environ 1,5mm de long. Le cycle est connu pour certaines espèces comme *F. occidentalis* et *F. bispinosa*. Il comporte 2 stades larvaires, un stade pro-nymph, un stade nymph et le stade adulte. Les temps de passage de l'œuf à l'oviposition par une femelle est de 15 jours à 30°C pour *F. occidentalis*, soit un cycle très court. Les stades pro-nymphes et nymphes ont généralement lieu dans la litière, près du sol. Ainsi les stades se nourrissant sur les fleurs sont les larves et les adultes. Concernant *Selenothrips rubrocinctus* (le thrips du cacaoyer), la femelle mesure environ 1,2mm de long et est de couleur marron-foncée à noire avec les trois premiers segments abdominaux rouges. La larve est jaune-claire à orange avec deux segments abdominaux rouge vif. En Floride, le cycle dure environ 3 semaines et il y a plusieurs générations par an. C'est également un ravageur polyphage qui peut causer des dégâts importants sur mangue, cacao et avocat. On peut aussi le trouver sur anacardier...

Dégâts

Les dégâts causés aux fleurs par *Frankliniella* spp. proviennent d'une part des piqûres d'alimentation faites par les adultes et les larves qui vident le contenu des cellules et provoquent des nécroses ; et d'autre part aux piqûres de pontes des femelles qui déposent leurs œufs dans les tissus floraux, cela ne provoquant pas de nécrose mais constituant une porte d'entrée pour les maladies comme l'anthracnose.

Pour le thrips du cacaoyer, les larves et les adultes se nourrissent en piquant l'épiderme des feuilles et des fruits et en vidant le contenu des cellules. Ils préfèrent généralement les jeunes feuilles qui une fois piquées portent des zones liégeuses blanchâtres. Une forte attaque peut faire tomber toutes les jeunes feuilles d'un arbre, bien que cela n'ait pas été observé en Guadeloupe. Les piqûres sur fruits altèrent bien sûr la qualité visuelle de celui-ci et le miellat sécrété permet l'apparition de fumagine.

Les populations de thrips en Guadeloupe

Seul *F. kellyae* a été formellement identifié sur fleurs de manguiers en Guadeloupe. Cette espèce est présente dans tous les vergers observés (zones de Baillif, Vieux-Habitants et Lamentin) et la présence d'autres espèces fructières à proximité constituent un risque de propagation plus rapide en début de période de floraison, à cause de son caractère polyphage.

Les populations de *S. rubrocinctus* sur manguier ont été observées en côte sous le vent mais pas dans le nord de la Basse-Terre.

D'autres espèces sont attendues comme *F. bispinosa* qui est l'un des thrips les plus souvent cités sur fleurs dans la Caraïbe.

Contrôle biologique des ravageurs

Les thrips sont généralement bien contrôlés par des insectes prédateurs comme les punaises de la famille des *Anthorocoridae* dont *Orius* spp., et d'autres thrips ou des acariens prédateurs. Ils ne semblent cependant pas avoir d'auxiliaires spécifiques et nous pouvons craindre des pullulations lors des périodes sensibles (floraison pour les *Frankliniella*) en raison du cycle très bref de ces ravageurs.

Lutte raisonnée

Il paraît donc important de réaliser un suivi de ces insectes pour éviter des explosions de population qui peuvent avoir des impacts graves sur la culture. Pour la mangue, la période sensible est la floraison (janvier-mars) pour les *Frankliniella* spp. et les 'flush' de végétation pour *S. rubrocinctus*. Pour les suivi des fleurs, on peut réaliser des battages sur les fleurs. Cela consiste à taper une panicule florale sur une feuille A4 et de compter le nombre de thrips qui tombent. Si sur 10 arbres avec 2 battages par arbre, on dépasse le seuil moyen de 50 thrips/battage, il faut intervenir. Il est également possible de disposer dans le verger des panneaux englués bleus type Bugscan de Biobest afin de détecter les vols.

LA PITAHAYA

(Hylocereus spp.)



Centre
de coopération
en recherche
agronomique
pour le
Développement

Département
des productions
fruitières
et horticoles

UPR 77
Production
Fruitière
Intégrée

Conception et photos : Fabrice Le Bellec

LA PITAHAYA, un fruit désaltérant, esthétique, qui ne peut que séduire ...

Présentation :

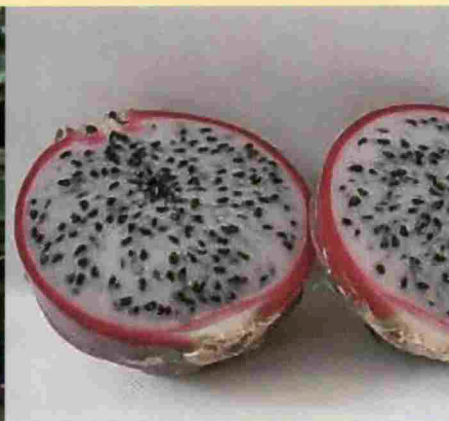
Probablement native du Mexique et de la Colombie, les pitayas sont des cactacées cosmopolites grimpantes ou rampantes. Leurs tiges mesurent jusqu'à 7 m de long et s'accrochent grâce à leurs racines aériennes. Les tiges vertes triangulaires et charnues portent 2 à 5 courtes épines par aréole. La pitaya doit son succès mondial à sa magnifique fleur blanche et odorante (Ø 25 cm) qui s'épanouit le temps d'une nuit. Le fruit, sans épine, est couvert d'écailles foliacées devenant rouges à maturité. Il est oblong à chair blanche pour *Hylocereus undatus* et à chair rouge pour *H. purpusii*. Sa fructification est rare aux Antilles. A l'inverse, *H. trigonus*, probablement originaire des Antilles, y fructifie d'avantage. Cette espèce se distingue par son fruit, plus petit, rouge, lisse, sans écaille foliacée et à chair blanche.



Fruits de *H. undatus* x *H. costaricensis*



Fleur de *H. undatus*



Fruit de *H. trigonus*

Utilisation :

La chair, ferme, juteuse et fondante (proche de celle du kiwi) des différentes espèces de pitahaya, est parsemée de petites graines noires. Elle se déguste à la cuillère, en salade de fruit ou en jus. Des sorbets peuvent être également confectionnés, réalisés avec les fruits à chair rouge ceux-ci sont particulièrement attractifs (couleur fluorescente rouge-fushia).

Culture :

La pitahaya se multiplie par bouture de tige, directement en place. Sa culture nécessite un support artificielle (poteau de bois, treillis soudé...) et une irrigation d'appoint en zone sèche. Les premières fleurs apparaissent environ 18 mois après la plantation, d'avril à août. L'absence de pollinisateur efficace implique une pollinisation manuelle des fleurs (croisements entre les différentes espèces obligatoires). Le fruit est récolté 30 jours après cette pollinisation et se conserve entre 25-35 jours à 10-12°C. Les densités de plantation varient sensiblement en fonction du type de support (entre 3 et 6000 plants/ha) ; les rendements oscillent entre 10 et 20 t.

ANNEXE 4

Production Fruitière Intégrée : des vergers selon les principes de la PFI

Compte-rendu technique des suivis phytosanitaires (P.F.I) effectués en 2005 sur agrumes en Guadeloupe.

- Outil d'aide à la conception de la partie phytosanitaire (lutte intégrée) du Cahier des Charges de la Production Fruitière Intégrée en Verger d'agrumes en Guadeloupe -



W.I. PHYTO SERVICES

Rue Céleste Tramontin - 97120 Saint-Claude

Tel 06 90 67 61 02 - Fax : 05 90 80 32 63

WIphytoservices@wanadoo.fr

SOMMAIRE

Introduction	page 3
Méthodologie générale des suivis	page 4
<u>Chapitre 1 : S'assurer que les méthodes de lutte raisonnée proposées en 1998 sont toujours d'actualité en 2005</u>	page 5
A. LE PHYTOPTÉ	pages 6 à 20
B. LE TARSONÈME	pages 21 à 28
C. LES ACARIENS ROUGES	pages 29 à 35
D. LES PUCERONS	page 36
E. LES COCHENILLES	pages 37 à 48
F. AUTRES INSECTES	pages 48-49
G. LES MALADIES DU VERGER	pages 49-50
<u>Chapitre 2 : Effectuer une veille phytosanitaire : cas de nouveaux nuisibles mis en évidence</u>	pages 50-51
<u>Conclusions et Perspectives du chapitre 1 et 2 :</u>	page 52
<u>Chapitre 3. Produits phytosanitaires utilisables en Production Fruitière Intégrée en verger d'agrumes en Guadeloupe</u>	pages 53 et suivantes

Introduction

Pour rappel, la **Production Fruitière Intégrée** est une méthode de production des cultures qui a pour objectif de limiter au strict nécessaire les intrants chimiques (produits phytosanitaires et engrais chimiques). Elle passe donc par la protection fruitière intégrée. Cette dernière intègre toutes les méthodes de lutte mais donne priorité aux éléments naturels de régulation des ravageurs et maladies. Ainsi, la lutte chimique est réduite au minimum et respecte les principes d'une lutte raisonnée la plus respectueuse de l'environnement (produits compatibles avec les auxiliaires, traitements localisés, déclenchement des traitements en fonction de seuils, etc.), les mesures prophylactiques (taille, plantation sur butte, etc.) le choix judicieux des variétés (porte-greffe résistants aux maladies, etc.), les pratiques culturales (plantes refuges pour insectes utiles, etc.), les méthodes physico-chimiques de lutte (lutte contre le fourmi avec des colliers de glu, etc.)

En 1998, un travail d'inventaire des ravageurs, maladies et auxiliaires présents en vergers d'agrumes en Guadeloupe ainsi que la mise en place de seuils de déclenchement des traitements au sein d'une lutte raisonnée ont été proposés par le CIRAD en collaboration avec l'INRA (*1). Cependant, malgré l'édition de fiches techniques (*2) à l'attention des producteurs en 1998, ces derniers ne semblent pas avoir pris possession de la méthode, ce qu'a montré une enquête des pratiques culturales et phytosanitaires menée en juin 2004 (*3).

Toujours en 2004, ces mêmes producteurs se disent pourtant prêts à appliquer les principes de la Production Fruitière Intégrée sur leur verger, leur objectif étant de produire des fruits de qualité tout en respectant l'environnement. C'est partant de ce constat et désireux de mettre à disposition une méthode de lutte pratique et efficace que des suivis ont été effectués dès 2005.

Le compte rendu technique de suivis effectués en 2005 est aussi un outil d'aide à la conception de la partie phytosanitaire du Cahier des Charges de la Production Fruitière Intégrée en Verger d'agrumes en Guadeloupe. Ce cahier des charges inclut, entre autres, les méthodes de surveillance ou de suivi des principaux nuisibles ainsi que les méthodes de lutte (prophylactiques, culturales, biologiques, chimiques, etc.) mises en place pour enrayer les maladies et ravageurs rencontrés.

- Le premier chapitre de ce rapport propose de s'assurer que les méthodes de lutte raisonnées proposées en 1998 sont toujours d'actualité en 2005 (et plus particulièrement les seuils d'intervention). Elle propose aussi des améliorations à effectuer dans le suivi des nuisibles au regard des observations effectuées sur le terrain (seuils testés, amélioration des techniques de suivi, matières actives efficaces, etc.). Un des objectifs est aussi d'aider à la réalisation d'une fiche de suivi efficace mais « simplifiée » en vue de son appropriation par l'agriculteur.

- Le second chapitre vise à promouvoir l'aspect surveillance ou plutôt veille phytosanitaire sur la culture en vue de réagir rapidement à l'apparition d'un nouveau ravageur.

- Le troisième chapitre concerne les produits phytosanitaires utilisables en Production fruitière intégrée.

*1 « Inventaire écologique des principaux ravageurs et maladies dans les vergers d'agrumes guadeloupéen, Travaux préliminaires à la mise au point de méthodes de lutte raisonnée », Frédéric LEBLANC (CIRAD - FLHOR) et Jean ETIENNE (INRA), décembre 1998.

*2 « Fiches techniques d'identification et d'initiation à la protection raisonnée des vergers d'agrumes en Guadeloupe », CIRAD FLHOR et INRA, décembre 1998.

*3 « Production Fruitière Intégrée (PFI), Etude préalable à sa mise en place en verger d'agrumes en Guadeloupe, Partie A : Enquête/bilan des pratiques culturales et phytosanitaires », CIRAD - FLHOR, juillet 04.

Méthodologie générale des suivis :

Sur l'année 2005, les suivis des ravageurs et maladies ainsi que de leurs auxiliaires sont effectués mensuellement sur 11 parcelles dont 5 de limes (avec 2 porte-greffes différents), 3 d'oranges, 2 de mandarines et 1 de pomelos.

Les sites diffèrent selon leurs écologies :

- Côtes sous le Vent : 2 sites à Vieux-Habitants (chaud et sec) l'un au niveau de la mer et l'autre à 300 m d'altitude, Baillif (Bovis, chaud et un peu moins sec, 250 m), Saint-Claude (hauteurs de Matouba, humide).
- Nord Basse-Terre : Sainte-Rose (chaud et humide)

Par parcelle, 10 arbres au minimum sont observés. Par arbre, 4 organes sont observés (fruits, feuilles, rameaux). Le choix de l'organe suivi dépend des nuisibles recherchés. Les seuils sont ensuite calculés sur les 40 organes observés (10 arbres * 4 organes). Un exemple de fiche de suivi se trouve en annexe 1.

En annexe, on trouvera la description des variétés suivies, les stades phénologiques observés sur chaque parcelle ainsi que les tableaux des interventions phytosanitaires effectuées par parcelle suivie en 2005 (voir annexes 2 et 3).

Remarque : Les suivis de la parcelle de lime située sur le site du CIRAD de Vieux-Habitants (niveau de la mer) seront abandonnés en cours d'année car les arbres présentent des symptômes de souffrance, voire de mortalité, dus à des problèmes de sols (vertisols asphyxiants avec dalle proche du système racinaire)

Chapitre I : S'assurer que les méthodes de lutte raisonnée proposées en 1998 sont toujours d'actualité en 2005.

Les méthodes de suivis des populations de ravageurs ainsi que les conseils de lutte proposés dans les fiches techniques éditées en 1998 sont testés sur les différentes parcelles.

Dans les fiches techniques, certaines données ont dû être actualisées car certaines luttés biologiques étaient embryonnaires à l'époque (acclimatation d'insectes utiles dont on n'avait pas encore eu les résultats). En ce qui concerne les produits phytosanitaires conseillés en 1998, peu ont été retenus car nombre sont ceux qui sont maintenant interdits. Ainsi une recherche sur les produits phytosanitaires autorisés en 2005 a été effectuée en amont des suivis en vue de conseiller au mieux les producteurs désireux de préserver l'environnement tout en respectant la réglementation (voir le chapitre III : l'élaboration d'un cahier des charges de la Protection Fruitière Intégrée en verger d'agrumes en Guadeloupe).

Suivis des populations des acariens Phytotes (*Phyllocoptruta oleivora*) et Tarsonèmes (*Polyphagotarsonemus latus*):

Méthodologie :

Le suivi des phytotes et tarsonèmes s'est fait très précisément par des comptages à l'aide d'une loupe grossissement 15 car ces ravageurs sont invisibles à l'œil nu.

Les seuils d'intervention des fiches ont été testés. Ils sont de 10 % pour le phytote et 20 % pour le tarsonème.

Par rapport à la préconisation de la fiche, seuls les fruits sont observés (pas les feuilles), tout d'abord au niveau du pédoncule puis sur les faces ombragées du fruit. Une méthodologie précise est mise en place quant à la pratique du calcul de seuil. Tout d'abord la définition de niveau d'infestation pour appliquer le seuil.

Trois niveaux d'infestation ont été définis :

- 0 : pas de phytote ou de tarsonème.
- 1 : quelques individus (< 10 dans le champs de la loupe)
- 2 : nombreux individus (> 10 dans le champs de la loupe).

Le niveau 2 est retenu pour le calcul du seuil de déclenchement des traitements (10% pour le phytote et 20% pour le tarsonème).

Pour obtenir de nouvelles données, le diamètre des fruits contaminés ou non par les phytotes et les tarsonèmes sera noté. Cet élément devrait permettre de définir un diamètre de fruit dit sensible à la première infestation.

A. LE PHYTOPTE

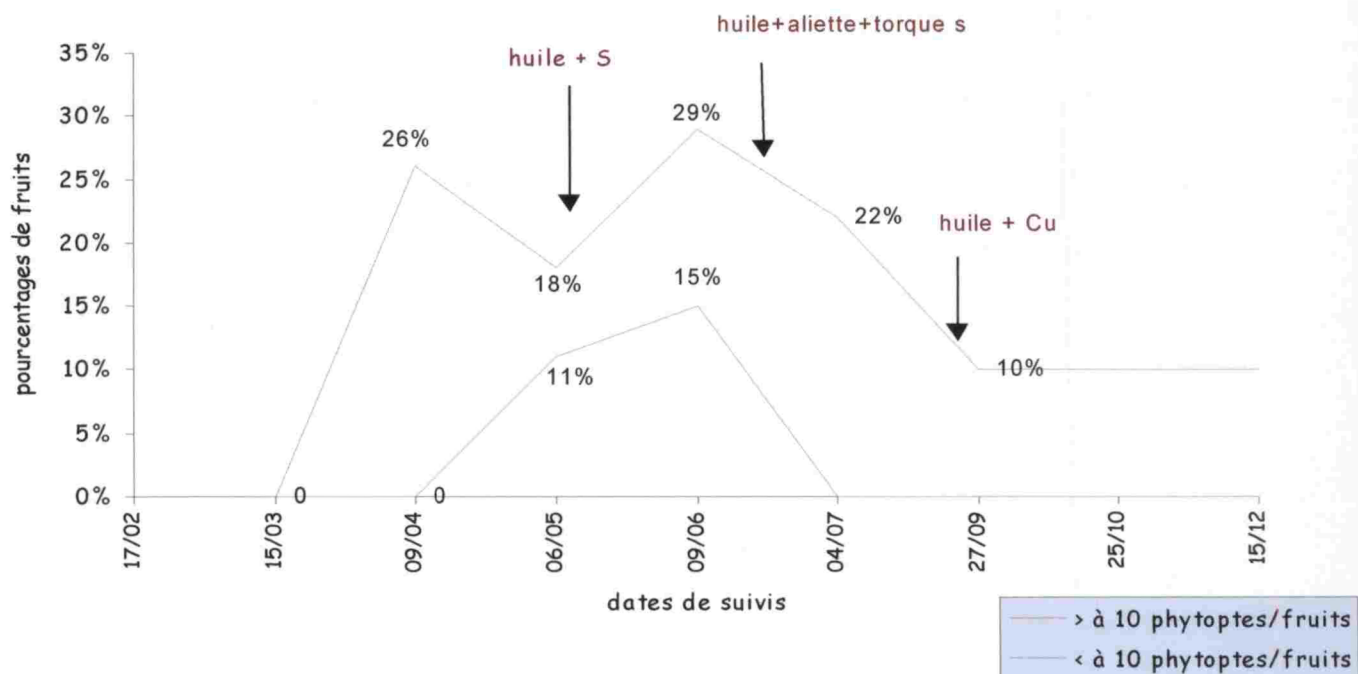
a. Réalisations/Résultats

a.1 Côtes sous le Vent : Baillif (250 m d'altitude)

Trois parcelles sont suivies. L'une de pomelos (variété Star Ruby), l'autre d'orange (variété Valencia) et la dernière de mandarine (variété Dancy)

a.1.1 Parcelle de pomelos

Evolution de l'infestation de phytophages sur Pomélos à Baillif en 2005



Une petite floraison a lieu en février / mars tandis que la floraison attendue par le producteur a lieu en mai.

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés :

25% de fruits présentent quelques phytophages (niveau d'infestation de niveau 1) dès avril 2005 tandis que le carême, particulièrement sec cette année, bat son plein.

Dès mai, des foyers de phytophages sont décelés sur fruits et 11 % des fruits présentent un niveau d'infestation de niveau 2. Le seuil d'intervention est donc atteint et un traitement huile + Soufre (mélange autorisé : Euphytane + Thiovit microbille) est effectué par le producteur. Des brûlures sur feuilles sont constatées. Un mois plus tard, on constate l'efficacité du traitement, même si le seuil est encore dépassé puisqu' égal à 15 %. En effet, on a évité l'explosion des phytophages car leur cycle de multiplication, à température élevée, est très court (Cycle effectué en 3 jours à 25°C).

Cependant, le carême n'est pas fini et pour éviter une recrudescence de cet acarien sur les jeunes fruits qui ont noué en mai, une nouvelle intervention est conseillée. Un traitement huile avec acaricide (Torque s : Fenbutatin Oxyde) est décidé le 21/06/05 par le producteur. Ce traitement montre son efficacité car, dès juillet, plus aucun fruit ne présente de niveau de contamination 2.

On constate cependant, en juillet, que la présence de quelques individus (niveau 1) se rencontrent encore sur 20 % des fruits puis sur 10 % des fruits de septembre à décembre.

Dès septembre, la récolte débute. Le producteur est satisfait car peu de fruits présentent des symptômes de phytophages.

Conclusions :

Les traitements déclenchés par les seuils ont permis de réguler l'infestation de l'acarien et les dégâts habituellement observés sur fruits sont moindres.

Les traitements à l'huile + acaricide ont montré leur efficacité contre le phytopte. Cependant, le traitement à l'huile + Soufre (mélange autorisé : Euphytane + Thiovit microbille) a brûlé quelques feuilles, ce qu'a déploré le producteur. Le problème n'a pas été constaté avec le traitement à l'huile (Euphytane)+ Torques S (substance active : Fenbutatin Oxyde)

- Evolution de l'infestation de phytopte en rapport avec le diamètre des fruits observés.

Une petite floraison a lieu en février / mars tandis que la floraison attendue par le producteur a lieu en mai. Ainsi, sur la parcelle, on voit en mai qu'une grande partie des fruits ont moins de 2 cm, ces tous jeunes fruits sont le résultat de la floraison de mai.

Phytoptes

Dates de suivi	Absence de phytopte sur fruits de (cm de diamètre)	Présence de phytopte sur fruits de (cm de diamètre)	Remarques
09/04	moins de 1 cm	2 à 3 cm	début d'infestation
06/05	moins de 2 cm	2 à 5 cm (+ quelques fruits en récolte très contaminés)	seuil atteint
09/06	moins de 3 cm	3 à 8 cm	seuil atteint
04/07	moins de 4 cm	trace	infestation stoppée
27/09	Début de récolte	trace	

D'après le tableau, on constate qu'en avril, les fruits de taille inférieure à 1 cm ne présentent pas de phytopte, à l'inverse de ceux de 2 à 3 cm. En mai, les fruits de diamètre inférieur à 2 cm, fruits qui sont majoritaires et proviennent de la grosse floraison, n'ont pas de phytopte. En juin, ces mêmes fruits qui ont grossi et font 3 cm de diamètre ne sont pas infestés. En juillet, idem pour ces fruits qui ont grossi et font maintenant 4 cm de diamètre.

On peut dire que la petite floraison de février / mars est la première contaminée puisque dès avril, on enregistre la présence de phytoptes. La deuxième floraison n'est pas contaminée par les phytoptes car les 2 traitements ont permis de limiter l'explosion et leur contamination ; l'infestation est restée dans des limites acceptables et n'a pas atteint la floraison de mai.

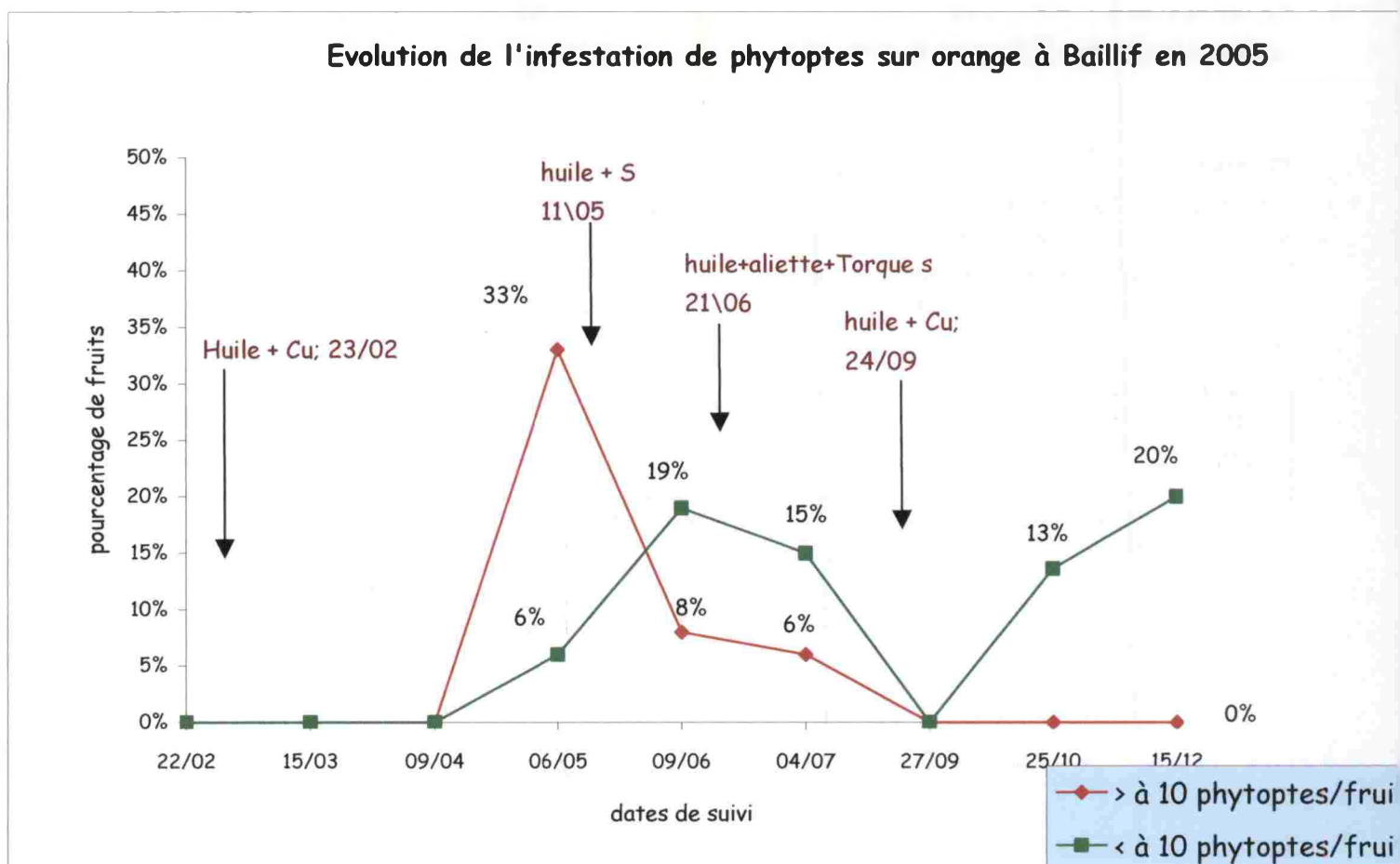
Conclusions

Des traitements bien positionnés permettent de stopper une infestation de phytopte. Ces derniers ne sont pas complètement éradiqués et se contentent de rester présents sur les fruits initialement touchés sans qu'il n'y ait contamination de nouveaux fruits.

a.1.2 Parcelle d'orange.

Les floraisons débutent en avril et se poursuivent jusqu'à mai.

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés :



La présence de phytoptes est repérée sur feuille des fin février. Les fruits venant de nouer (moins de 1cm) et provenant de la petite floraison d'avril ne portent pas de phytopte. Il faudra attendre le mois de mai pour constater l'explosion des phytoptes sur fruits puisque 33% des fruits sont fortement touchés (niveau 2 de contamination). Le seuil d'intervention est donc atteint et un traitement huile + Soufre est effectué par le producteur. Des brûlures sur feuilles sont constatées.

Un mois plus tard, on constate l'efficacité du traitement puisque le seuil tombe à 8 %. On a donc évité l'explosion des phytoptes car leur cycle de multiplication, à température élevée, est très court (cycle en 3 jours à 25°C).

Cependant, le carême n'est pas fini et pour éviter une recrudescence de cet acarien sur les jeunes fruits qui ont noué en mai, le producteur décide d'étendre l'application acaricide conseillée sur pomélos (voir a.1.1) à l'orange. Un traitement huile avec acaricide (Torque S, substance active

Fenbutatin Oxyde) est appliqué le 21/06/05 par le producteur. Ce traitement permet de maintenir le seuil de contamination sous un niveau acceptable (6%) en juillet puis chute à 0% durant les vacances. Ce n'est que dès octobre et jusqu'en décembre, que les phytophages réapparaissent mais le niveau 2 d'infestation n'est jamais atteint.

En octobre, la récolte débute. On constate alors que les dégâts dus au phytophage sont plus importants visuellement que pour la mandarine et le pomélos mais le producteur montre quand même sa satisfaction car moins de 10 % des fruits (oranges) est atteints.

Conclusions :

Le comportement du phytophage sur orange en 2005 est explosif. Ainsi, le délai d'un mois entre 2 suivis est trop long puisque l'on passe du seuil de 0 à 33% de contamination. Les traitements déclenchés par les seuils ont permis de stopper la multiplication de l'acarien. Cependant, les dégâts étaient probablement déjà commis sur certains fruits puisque à la récolte une dépréciation visuelle (russeting) étaient constatées mais heureusement dans des proportions raisonnables (moins de 10 % des oranges touchées). Sur d'autres parcelles d'orange non suivies, les dégâts ont été bien plus importants.

- Evolution de l'infestation de phytophage en rapport avec le diamètre des fruits observés.

Phytophages

Dates de suivi	Absence sur fruits de (cm de diamètre)	Présence sur fruits de (cm de diamètre)	Remarques
09/04			
06/05	moins de 2 cm	2 à 6 cm	seuil dépassé (33%)
09/06	Peu à pas de phytophages sur fruits de moins de 4 cm	4 à 6 cm	seuil 8%
04/07	Peu à pas de phytophages sur fruits de moins de 5 cm	5 à 6 cm	Seuil 6%
27/09		trace	Début de récolte

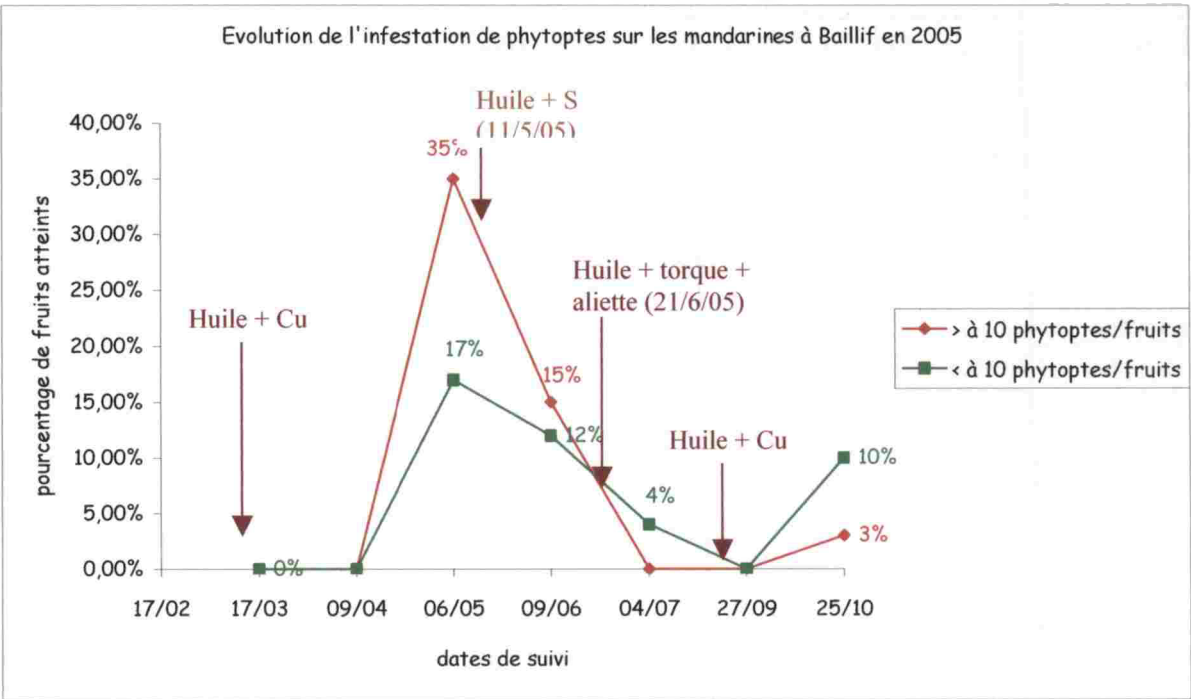
D'après le tableau, on constate qu'en mai, les fruits de taille inférieure à 2 cm (fruits qui sont majoritaires et proviennent de la floraison de mai) ne présentent pas de phytophage, à l'inverse de ceux de 2 à 6 cm (floraisons antérieures). En juin, les fruits de diamètre inférieur à 4 cm, ont peu à pas de phytophages. En juillet, ces mêmes fruits qui ont grossi ne sont toujours pas infestés. On peut dire que la petite floraison d'avril est la première contaminée puisque dès mai, on enregistre la présence de phytophages. La deuxième floraison (mai) n'est pas contaminée par les phytophages car les 2 traitements ont permis de limiter l'explosion et leur contamination ; l'infestation est restée dans des limites acceptables et n'a pas atteint la floraison de mai.

Conclusions :

Des traitements bien positionnés permettent de stopper une infestation de phytophages. Ces derniers ne sont pas complètement éradiqués et se contentent de rester présents sur les fruits initialement touchés sans qu'il y ait contamination de nouveaux petits fruits.

a.1.3 Parcelle de mandarine

Sur mandarine, on constate 2 floraisons bien distinctes dans le temps correspondant à 2 récoltes marquées. Une première floraison a lieu en février / mars (récolte en octobre). La deuxième a lieu en juin / juillet (récolte en janvier).



- Evolution de l'infestation de phytophte en rapport avec le diamètre des fruits observés.

Phytophages

Dates de suivi	Absence sur fruits de (cm de diamètre)	Présence sur fruits de	Remarques
09/04			
06/05	Pas de fruit de moins de 1 cm	1,5 à 4 cm	seuil dépassé (35%)
09/06	de 1 à 3 cm	3 à 5 cm	seuil 15%
04/07	De 2 à 5 cm		Fin infestation

Les phytophages semblent absents de la parcelle tant que les fruits ont un diamètre inférieurs à 1 cm. Par contre, ils explosent en mai sur tous les stades de fruits présents (1 à 4 cm de diamètre). En juin, ils sont absents des fruits de 1 à 2 cm mais sont encore présents sur les fruits de 3 à 5 cm. En juillet, l'infestation est stoppée. Les fruits mesurent alors de 2 à 5 cm de diamètre.

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés :

La présence explosive des phytoptes est observée en mai lorsque le seuil atteint 35 %. Un traitement est immédiatement conseillé pour enrayer cette épidémie. Le producteur décide d'appliquer un traitement à base d'huile et de Soufre. Ce traitement est efficace puisque le seuil enregistré en juin est tombé à 15 %. On a évité une généralisation de la contamination des fruits mais le seuil est encore dépassé. C'est pourquoi une deuxième intervention est conseillée. Le producteur choisit alors d'appliquer une huile et Torque S (+ aliette) contre ce dangereux acarien. En juillet, on constate l'efficacité du traitement puisque le seuil tombe à 0% et se maintient jusque fin septembre. On enregistre un seuil de 3 % en octobre, ce qui correspond à la contamination des fruits ayant noués en août.

En octobre, la récolte débute. On constate alors que les dégâts dus au phytopte sont visuellement inexistant sur fruit.

Le producteur est satisfait de sa récolte car les fruits présentent peu de symptômes visuels de dégâts d'acararien.

Conclusions :

Le comportement du phytopte sur mandarine en 2005 est explosif. Ainsi, le délai d'un mois entre 2 suivis est trop long puisque l'on passe du seuil de 0 à 35% de contamination. Les traitements à l'huile + acaricide ont montré leur efficacité contre le phytopte. Cependant, le traitement à l'huile + Soufre micronisé (mélange autorisé : Euphytane + Thiovit microbille) a brûlé quelques feuilles, ce qu'a déploré le producteur. Le problème n'est pas constaté avec le traitement à l'huile + torques S (Euphytane + Fenbutatin Oxyde) mais ce produit n'est pas homologué sur agrume. Les traitements déclenchés par les seuils ont permis de stopper la multiplication de l'acararien. Mais un second traitement peut être nécessaire pour réduire encore le seuil de contamination.

Conclusions des trois suivis à Baillif :

Concernant l'évolution des populations de phytoptes :

- Les phytoptes ne sont pas apparus sur fruits de diamètre inférieur à 1,5 cm.
- Le carême semble être une période particulièrement propice à la multiplication du phytopte. Comportement explosif de l'acararien en saison sèche.
- La première floraison qui survient durant le carême détermine le moment de contamination par le phytopte, pour être plus précis, 1 (voir maximum 2 mois) après la floraison, les populations de phytopte apparaissent sur fruit de diamètre supérieur à 1 cm de diamètre.
- Il est utile de déclencher un traitement si le seuil est dépassé quelque soit la floraison car cela évite la contamination de la floraison suivante.

Concernant le déclenchement des traitements :

- Les seuils permettent de positionner les traitements.
- Cependant, des suivis trop espacés peuvent être la source d'un déclenchement trop tardif d'un traitement qui ne peut éviter l'apparition de dégâts irréversibles sur espèces sensibles.

Concernant les matières actives :

- Efficacité des traitement huile blanche de pétrole + Soufre micronisé (mélange autorisé : Euphytane + Thiovit microbille) mais brûlure des feuilles constatée.
- Efficacité du traitement huile blanche de pétrole + Torque S (Fenbutatin Oxyde) mais le Torque S n'est pas homologué en arboriculture fruitière.
- Un second traitement est souvent nécessaire pour réduire de façon significative l'infestation de l'acararien.

Concernant les particularité des espèces d'agrumes suivies :

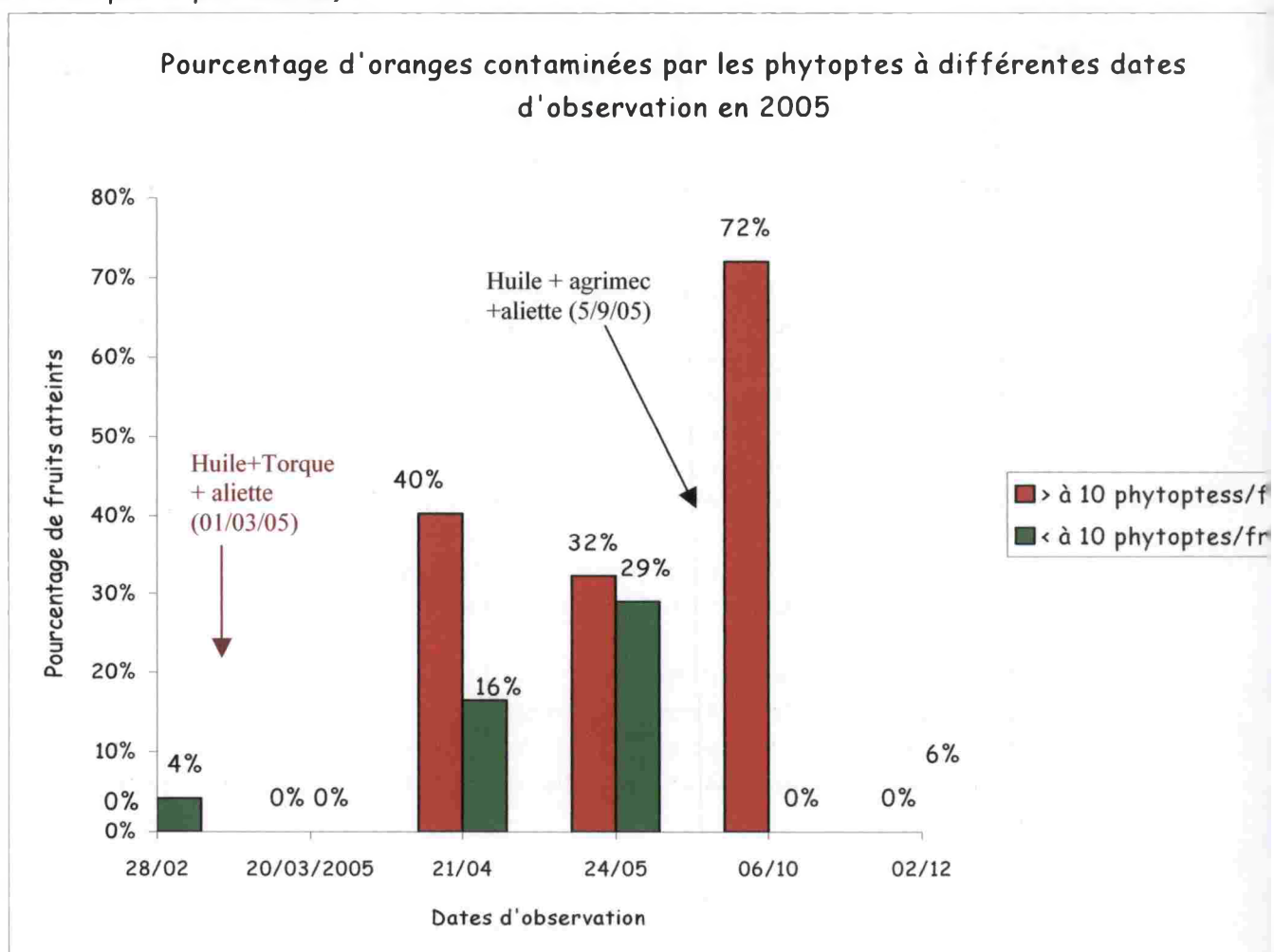
- L'incidence d'une même population de phytopte sur la récolte semble dépendre de l'espèce. Les orange Navel semblent plus sensible que le pomélos (star Ruby) et la mandarine (Dancy)

a.2 Côtes sous le Vent : Vieux-Habitants (300 m d'altitude)

Trois parcelles sont suivies. L'une de lime (variété Bears greffée sur *Citrus Volkameriana*), l'autre de mandarine (variété Frémont greffée sur *Citrus Volkameriana* et *Citrumello*) et la dernière d'orange (variété Valencia greffée sur *Citrus Volkameriana*).

a.2.1 Parcelle d'orange

En mars, avril, il y a une petite floraison. Le gros de la floraison est attendu en mai par le producteur. Cette année particulièrement sèche, la grosse floraison est apparue en juin au retour des pluies. Le suivi a été interrompu de juin à août (ce qui explique la présentation du graphique en bâton plutôt qu'en courbe)



- Evolution du pourcentage de fruits contaminés :

Le premier suivi s'effectue à la fin de la récolte, fin février, quand les arbres sont au repos et que le producteur vient d'effectuer un traitement à base d'huile blanche de pétrole (Euphytane), de Torque S (Fenbutatin Oxyde) et d'aliette (Fosétyl d'Al). Il n'y a très peu de jeunes fruits mais il reste encore quelques vieux fruits sur lesquels la présence de phytopte est décelée. En avril, toute taille de fruits confondus, le seuil calculé est largement dépassé puisqu'il atteint 40 % des fruits ! On est face à une explosion du ravageur favorisée par les conditions climatiques.

Malheureusement, le carême étant particulièrement sec cette année, les arbres souffrent de la chaleur et un traitement ne peut être préconisé au risque de brûler les arbres. Pas de traitement effectué jusqu'à septembre. En octobre, le seuil de déclenchement des traitements est largement dépassé puisque 72 % des fruits présente un taux de contamination de niveau 2. Cependant, après observation attentive à la loupe, on remarque que les phytophtes sont morts, conséquence probable du traitement effectué en septembre par le producteur.

- Evolution de l'infestation de phytopte en rapport avec le diamètre des fruits observés.

Tout le mois de mars, les arbres sont en cours de floraison et pas de phytophtes décelé sur jeunes fruits. Fin avril, les fruits de taille inférieure à 2 cm ne présentent toujours pas de phytophtes mais les fruits de taille intermédiaire et surtout les plus âgés restant (fruits de 6 à 9 cm) présentent un niveau d'infestation élevé. Ces fruits âgés représentent un inoculum potentiel pour les jeunes fruits présents (même s'ils sont peu nombreux) et surtout pour la grosse floraison à venir. Fin mai, les fruits de 3 à 6 cm sont très contaminés. La floraison apparaît en juin cette année. De juin à septembre, pas de suivi effectué sur cette parcelle. En octobre, les fruits présents mesurent de 3 à 6 cm et correspondent au gros de la floraison de juin. Les fruits en cours de récolte en octobre présentent des dégâts apparents d'attaque d'acarien. Même constatation en décembre sur les oranges récoltées : les dégâts (russetting) sont visuellement importants.

Conclusions :

Le traitement effectué le 01/03/05 (huile blanche de pétrole + Torques S + Aliette) n'a pas permis d'empêcher l'explosion des populations de phytopte dès avril (et jusqu'à septembre); on peut dire que les fruits encore en récolte en avril représentent un inoculum certain pour les floraisons en cours mais aussi pour celles à venir. On n'a pas pu protéger la floraison de juin par une application renouvelée d'un acaricide. Le Torque S semble inefficace. Est-ce un problème de dosage de produit, de mélange de matière active, de rémanence du produit ou de résistance des phytophtes au Torque S ? Le Torque S en maraîchage montre une bonne efficacité sur les acariens lorsqu'il est appliqué à l'atomiseur, appareil non utilisé dans ce cas ci.

Le traitement avec le mélange Euphytane (huile blanche de pétrole) + Agrimec (Abamectin) + aliette (Fosétyl d'Al), bien qu'effectué trop tardivement, montre une efficacité élevée sur des populations importantes de phytophtes (seuil de 72 %). La rémanence semble élevée.

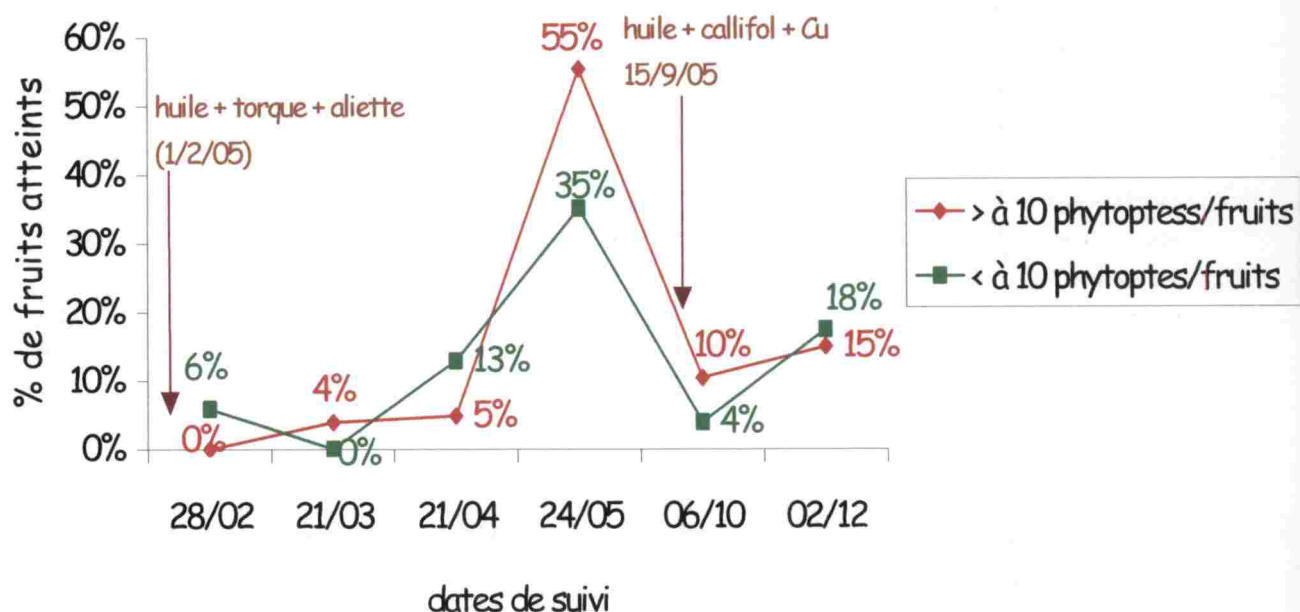
La probable inefficacité d'un traitement ainsi que le positionnement trop tardif d'un produit (ayant par ailleurs révélé son efficacité), le tout lié à un cycle de multiplication rapide du ravageur favorisé par les conditions climatiques, n'ont pas permis d'empêcher l'apparition de dégâts préjudiciables sur orange en récolte en 2005.

a.2.2 Parcelle de mandarine.

Il existe 2 floraisons bien distinctes : l'une en février / mars (puis récolte en octobre), l'autre en juin / juillet (récolte dès janvier). Le suivi a été interrompu de juin à août, faute de temps.

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés :

Evolution de l'infestation des phytophages sur mandarine (Frémont) à Vieux-Habitants en 2005.



Le producteur a effectué un traitement à base d'huile, de Torque S et d'aliette le 01/02/05. Fin février, lors du premier suivis, la récolte est terminée et les jeunes fruits noués. Ils ne présentent pas de phytophage. Fin mars et fin avril, ces fruits grossissent et on commence à voir apparaître les phytophages mais le seuil de 10 % n'est pas dépassé, donc aucun traitement n'est préconisé. Cependant tandis qu'en mars seuls 4 % des fruits présentent des individus, en avril, c'est quand même 18 % des fruits qui supportent des phytophages (5 % de niveau de contamination 2 et 13 % de niveau de contamination 1)

En mai, c'est l'explosion et 55 % des fruits présentent un taux de contamination 2. Il est temps de traiter mais le carême étant particulièrement sec cette année, les arbres souffrent de la chaleur et le traitement n'est pas réalisé au risque de brûler les arbres. Il faudra attendre le mois de septembre, le 15/09/05, pour qu'un traitement huile + callifol + aliette soit effectué. Il permet de n'enregistrer qu'un seuil de contamination de 10 % en octobre mais ce taux ne diminue pas et atteint 15 % en décembre, 1 mois avant récolte. Un traitement n'est pas préconisé car on a pu se rendre compte sur la floraison de février/mars que malgré des seuils de contamination

largement dépassés, les dégâts visuel à la récolte d'octobre sont négligeables. On constate le même phénomène sur les fruits ayant noués en juillet et récoltés de janvier / février.

Conclusions :

- Le délai d'un mois entre 2 suivis en période favorable à la multiplication du phytopte est trop long. Un suivi hebdomadaire est indispensable en saison sèche et lors de la présence de jeunes fruits.
- Le traitement à l'Euphytane (l'huile blanche de pétrole) + Torque S (Fenbutatin Oxyde) + Aliette (Fosétyl d'Al) semble protéger les jeunes fruits durant le premier mois. Quelle est sa rémanence exacte ?
- Trois semaine après traitement, à l'Euphytane (huile blanche de pétrole) + Callifol (Dicofol) + Aliette (Fosétyl d'Al), le seuil de contamination par les phytophtes est encore de 10 % et continue à augmenter alors que l'on est plus dans la période du carême favorable aux phytophtes. Comparativement à l'Agrimec (Abamectin) effectué à la même période sur orange (seuil tombé à 0%, 3 semaines après traitement), le callifol semble moins efficace sur des populations élevées d'acariens (attention , il n'est pas homologué sur agrume !)
- Malgré des taux de contamination élevés, les dégâts visuels sur mandarine sont peu importants.

- Evolution de l'infestation de phytopte en rapport avec le diamètre des fruits observés.

Fin février, la majeure partie des fruits mesurent de 0 à 2 cm avec une grande majorité de fruits juste noués. Fin mars, on observe des fruits allant de 0 à maximum 3 cm de diamètre avec un maximum de fruits de 1 à 2 cm. Pas de contamination par les phytophtes.

En avril, la majeure parties des fruits mesurent de 2 à 4 cm de diamètre et l'on commence à observer l'apparition des phytophtes sur ces mêmes fruits. En mai, les fruits mesurent de 2 à 6 cm et sont très contaminés (niveau 2) par les acariens puisque le seuil de contamination est de 55 % !

En octobre, les fruits cités ci-dessus sont en récolte et ne présentent plus de phytophtes à l'inverse des jeunes fruits provenant de la floraison de juin / juillet et qui mesurent alors entre 2 et 4 cm de diamètre (seuil = 10%). C'est 15 % des jeunes fruits qui présentent un taux de contamination 2 en décembre.

Conclusions :

Les fruits de moins de 2 cm de diamètre ne sont pas touchés par les phytophtes (est-ce normal ou dû à la protection des traitements après récolte?)

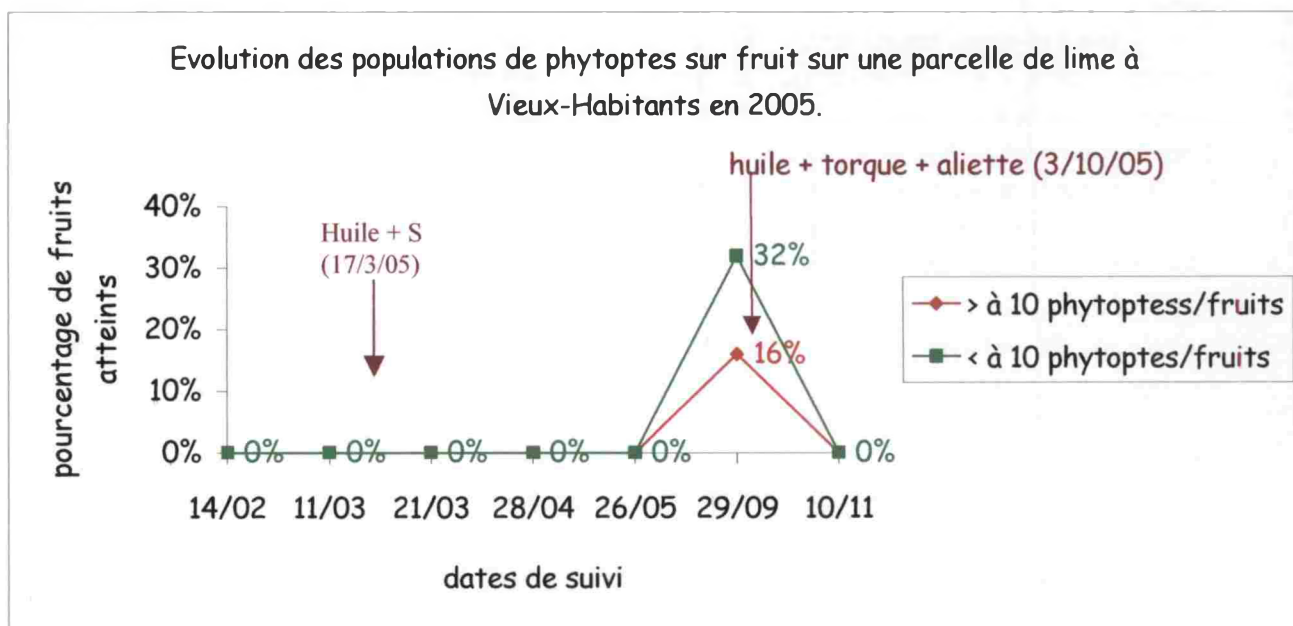
L'infestation des fruits provenant de la première floraison contamine la seconde floraison.

Les dégâts visuels sur peaux de mandarine sont peu élevés malgré des dépassements de seuils importants.

a.2.3 Parcelle de Limes

Une première floraison a lieu en février puis une seconde en avril / mai. La taille des fruits indiquées correspond à la longueur des fruits (et non au diamètre comme pour les autres espèces d'agrumes)

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés :



Un premier traitement (huile + torque + aliette) est effectué par le producteur par sécurité le 01/02/05. Les phytophages ne sont pas repérés avant fin septembre où le seuil atteint 19 % (contamination 2) mais sont présents sur presque 50 % des fruits observés. La majeure partie des fruits mesure alors entre 3 et 6 cm, provenant de la floraison de mai. Le traitement apporte satisfaction puisque le seuil de contamination tombe à 0 % en novembre.

Conclusions

Les phytophages observés mi - février sont peu nombreux et laisse la place à une explosion des populations de tarsonème contre laquelle le producteur traite le 17/03/05 (voir suivi des populations de tarsonème). Le phytophte n'explosera pas durant le carême. Ceci peut s'expliquer en partie par le traitement effectué mi-mars contre les tarsonèmes. Le phytophte ne fera réellement son apparition que fin septembre. Un traitement avec l' Euphytane (huile blanche de pétrole) + Torque S (Fenbutatin Oxyde) en octobre se montre efficace contre cette infestation.

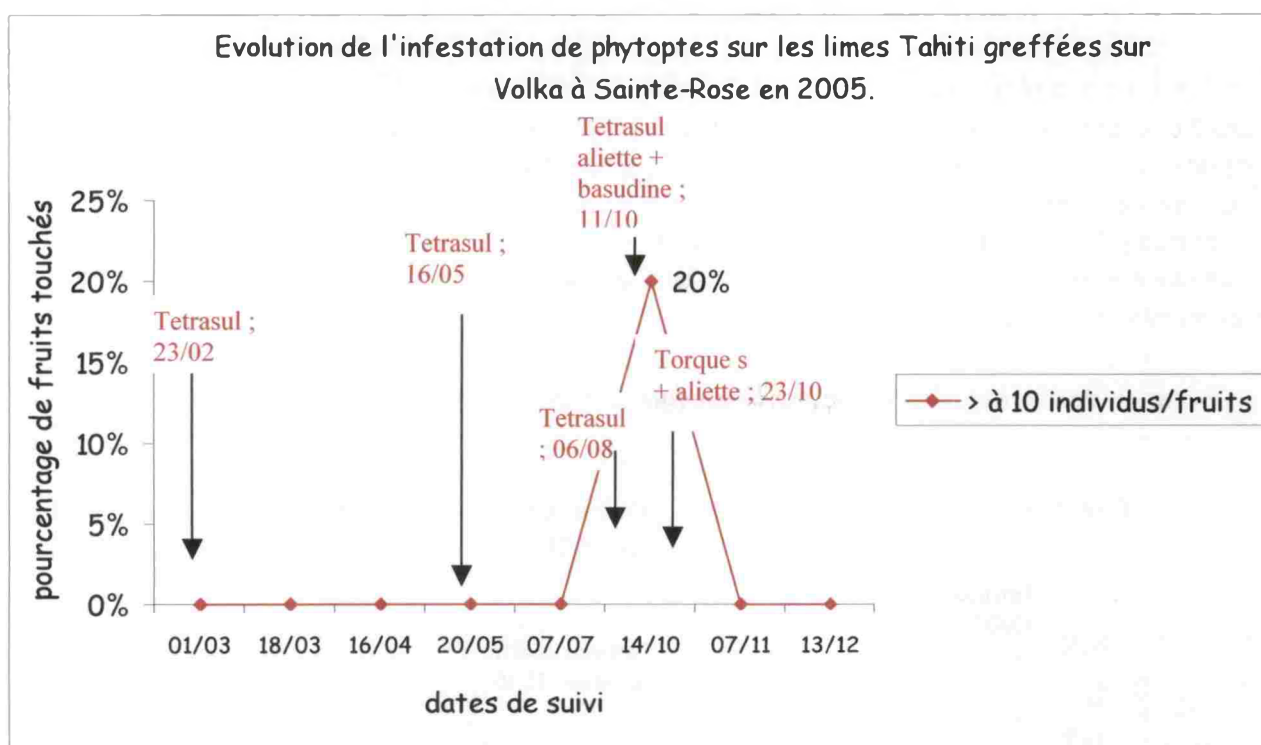
a.3 Nord Basse-Terre : Sainte - Rose.

Deux parcelles sont suivies. L'une de lime variété Tahiti (greffée sur *Volkameriana*), l'autre de lime variété Bears (greffée sur *Poncirus trifoliata* Flying dragon).

b.3.1 Lime variété Tahiti (greffée sur *Volkameriana*),

Une floraison apparaît en février puis une autre en mai (puis récolte en juin/juillet puis septembre / octobre) puis une nouvelle vague de floraison a lieu après la récolte dès novembre (récolte à partir de mai). La taille des fruits indiquées correspond à la longueur des fruits (et non au diamètre comme pour les autres espèces d'agrumes)

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés :



Le Tetrasul (nom commercial Animert), acaricide retiré du marché (voir fiche E-Phy en annexe 4), anciennement homologué pour lutter contre les acariens rouges et jaunes (œufs et larves), est régulièrement utilisé par l'agriculteur sur sa parcelle. Un traitement est effectué par le producteur avant la mise en place des suivis le 23/02/05. La population de phytoptes apparaît le 7 juillet sur quelques fruits observés. Le 14/10, le seuil est dépassé puisque 20% des fruits présentent un niveau d'infestation de niveau 2 malgré le traitement effectué 3 jours avant. On ne connaît pas l'efficacité de la matière active sur les phytoptes. Pour se garantir d'une explosion des phytoptes, l'agriculteur traite à nouveau le 23/10 mais avec le Torque S cette fois. En novembre, le seuil de 10% (infestation de niveau 2) tombe à 0. En décembre, on ne constate pas la présence de phytopte. Les traitements effectués avant octobre visent les tarsonèmes qui causent des dégâts irréversibles sur les fruits provenant de la floraison de février / mars.

- Evolution de l'infestation de phytopte en rapport avec la longueur des fruits observés.

Le premier mars, la longueur des fruits est comprise entre 1 et 3 cm et attestent d'une floraison récente. Pas de présence de phytopte. Mi-avril, les fruits mesurent entre 1 et 4 cm et ne sont pas encore contaminés par le phytopte.

En mai, une seconde floraison est en cours et les fruits mesurent moins de 1 cm. Ils ne sont pas contaminés ni ceux de taille supérieure à 3 cm. Un traitement est effectué par le producteur pour enrayer les tarsonèmes. Ce traitement protège aussi contre les phytophtes. Pas de suivi en août ni septembre. C'est en octobre qu'apparaissent les phytophtes sur les fruits proches de la récolte. Un traitement au Torque S est effectué alors.

Conclusion

L'efficacité du traitement au Tetrasul n'est pas montrée. De toutes façons, ce produit étant interdit, il n'est et ne sera pas préconisé. Le Torque S semble efficace car la population de phytopte est régulée après son application.

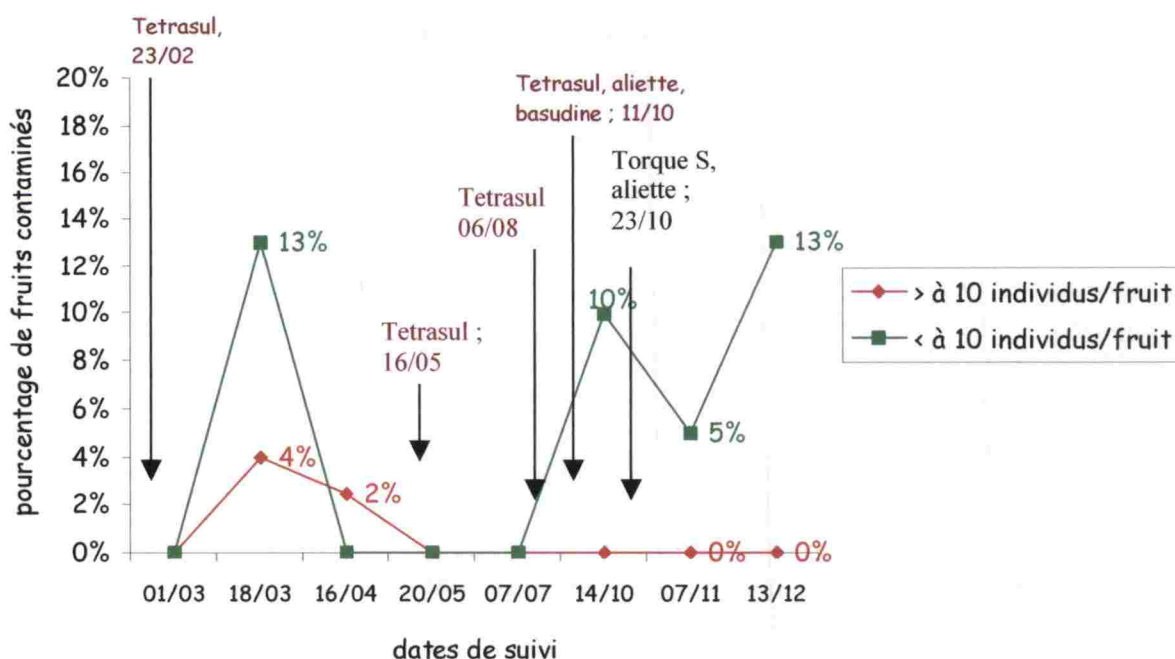
a.3.2 lime variété Bears (greffée sur *Poncirus trifoliata* Flying dragon).

Les floraisons sont moins nettes que pour la variété greffée sur *Volkameria*. Elles paraissent s'étaler sur l'année. On peut dire qu'une floraison apparaît en février/mars, une autre en avril / mai, une autre en août (qui sera peu importante si les fruits en cours de récolte ne sont pas ramassés), la suivante, probablement en décembre.

La taille des fruits indiquées correspond à la longueur des fruits (et non au diamètre comme pour les autres espèces d'agrumes)

- Evolution de l'infestation de phytopte en fonction du temps.

Evolution de l'infestation de phytopte sur lime (greffée sur Flying Dragon) à Sainte-Rose en 2005



On constate que les phytophtes sont régulièrement observés sur les fruits sans pour cela que le

seuil de déclenchement des traitements ne soit atteint (seuil de 10% calculé sur une infestation de niveau 2).

Conclusion :

On peut supposer que les traitements effectués pour limiter les acariens rouges (et le tarsonème) ont évité l'explosion des phytoptes.

a.4 Matouba

Deux parcelles sont suivies, l'une de lime, l'autre d'orange.

a.4.1 Lime greffée sur *Volkameriana*.

Aucune présence de phytopte n'a été observée sur la parcelle de lime.

a.4.2 Orange Washington Navel et Valencia greffée sur *Volkameriana*.

Aucune présence de phytopte n'a été observée sur la parcelle de lime.

Conclusions

Les conditions d'humidité très élevées expliquent certainement que le phytopte n'a jamais été observé lors des suivis en 2005 sur les 2 parcelles de Matouba.

Conclusions générales des suivis des populations de phytopte sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

Concernant l'évolution des populations de phytoptes :

- Les phytoptes sont observés sur toutes les parcelles (sauf Matouba).
- Les phytoptes ne sont pas apparus sur fruits de diamètre inférieur à 1,5 cm.
- Il est utile de déclencher un traitement si le seuil est dépassé quelque soit la floraison (petite ou importante) car cela évite la contamination de la floraison suivante.
- Les écologies humides (Matouba et Sainte-Rose) sont moins touchées par le phytopte que les écologies sèches (Baillif, Vieux-Habitants)
- Le carême semble être une période particulièrement propices à la multiplication du phytopte mais en zone sèche, les populations de phytoptes se maintiennent jusque décembre si les fruits sont présents.

Concernant le déclenchement des traitements :

- Les seuils permettent de positionner les traitements.
- La période critique pour débuter la surveillance des fruits est 1,5 mois à 2 mois après la floraison lorsque les fruits atteignent 1,5 cm de diamètre (ou de longueur pour les lime)
- Des suivis trop espacés au moment critique (saison sèche et/ou un à deux mois après floraison) peuvent être la source d'un déclenchement trop tardif d'un traitement ou d'un seuil trop élevé (risque déjà pris par la culture).

Concernant les matières actives :

- Le Torque S (Fenbutatin Oxyde) semble donner des résultats variables sur phytopte. Efficacité et rémanence du traitement Euphytane (huile blanche de pétrole) + Torque S (Fenbutatin Oxyde) à confirmer mais le Torque S n'est pas homologué en arboriculture fruitière.
- Pour l'orange et la mandarine à Vieux-Habitants, un second traitement aurait été nécessaire pour réduire de façon significative l'infestation de l'acarien. Mais il n'a pu être effectué car si l'on ne dispose pas d'eau, le carême s'avère rude pour les arbres que l'on ne peut traiter. Sur lime, un traitement en février puis un en mars (visant l'acarien tarsonème mais efficace aussi sur phytopte) ont certainement permis d'éviter le développement du phytopte qui explose sur les autres parcelles d'agrumes suivies alors.

Concernant les particularité des espèces d'agrumes suivies :

- L'incidence d'une même population de phytophages sur la récolte semble dépendre de l'espèce. Les oranges semblent plus sensibles que les mandarines.
- Dans les zones sèches, quand un traitement systématique a été effectué par le producteur après la récolte en période de début de carême (fin hivernage), ce traitement semble protéger la nouvelle floraison durant 1 mois (fonction de la rémanence des produits) mais il nécessiterait d'être renouvelé sur jeunes fruits 1 à 2 mois maximum après la première application, pour éviter de devoir traiter durant la période du plein carême (saison sèche stressante pour les arbres, impossibilité de traiter)

Leçon à retirer des suivis des populations de phytopte sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

1. Dès 1,5 cm de diamètre (environ 1 à 2 mois après la nouaison), les populations de phytopte peuvent exploser surtout si les conditions sont sèches.
2. Les suivis des populations de phytopte doivent s'effectuer une fois par semaine en période à risque c-à-d en 1,5 à 2 mois après la nouaison en saison sèche.
3. Il est indispensable de traiter dès le dépassement des seuils en vue d'éviter la contamination précoce de la floraison suivante.

B. LE TARSONEME :

b.1 Côtes sous le Vent : Baillif (250 m d'altitude)

Trois parcelles sont suivies. L'une de pomélos, l'autre d'orange et la dernière de mandarine.
Le tarsonème n'est observé que sporadiquement. Les traitements effectués contre le phytopte explique peut-être qu'il n'ait pas pu se multiplier ?

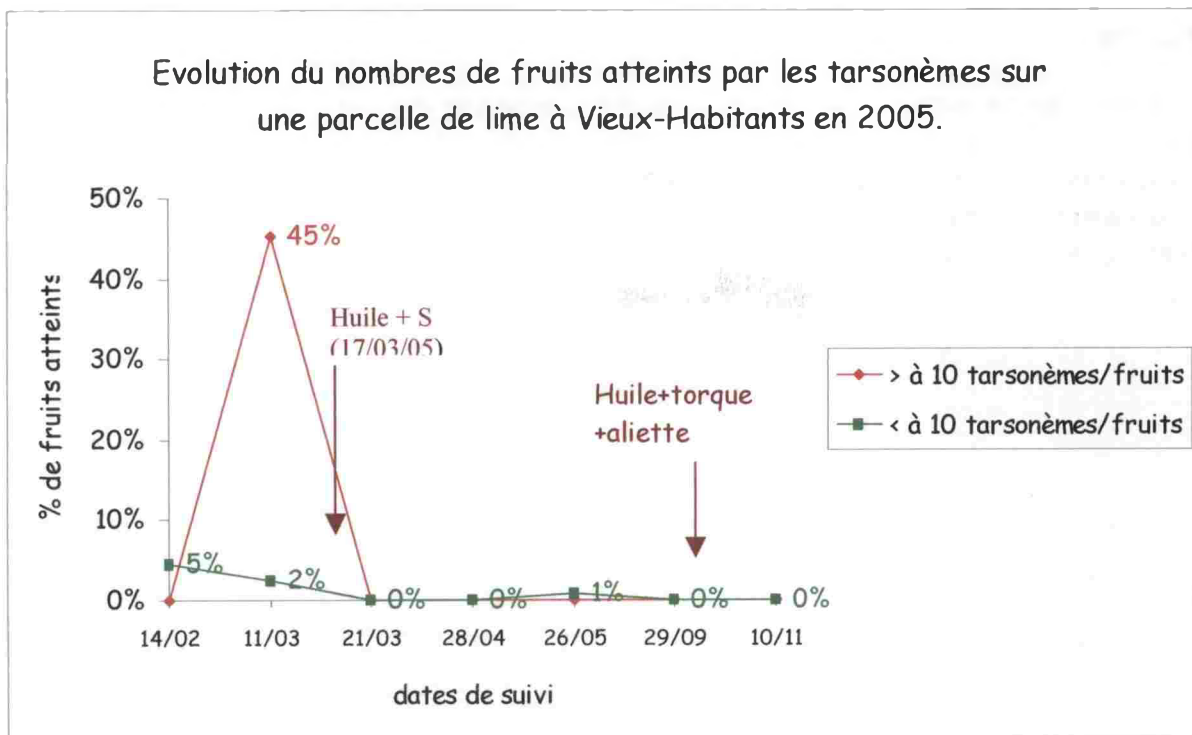
b.2 Côtes sous le Vent : Vieux-habitants (300 m d'altitude)

Trois parcelles sont suivies. L'une de lime, l'autre de mandarine et la dernière d'orange.

b.2.1 parcelle de lime

Une première floraison a lieu en février puis une seconde en avril / mai.

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés par le tarsonème.



Un premier traitement (huile + torque + aliette) est effectué par le producteur par sécurité le 01/02/05. La population de tarsonème observée 15 jours après existe mais à un taux de contamination de 1. Un mois après, en mars, c'est l'explosion puisque 45 % des fruits (seuil) ont un niveau de contamination 2. On peut se poser des questions sur l'efficacité et la rémanence du Torque s dans ce cas. Le cycle de multiplication du tarsonème augmente avec la température et peut expliquer l'augmentation brutale de la population entre les 2 suivis espacés de 1 mois. Un traitement est rapidement conseillé et effectué par le producteur le 17/03/05 à base d'huile de pétrole et de Soufre (Euphytane 66 et Thiovit). 4 jours après traitement, des échantillons prélevés montrent que les tarsonèmes (adultes, larves et œufs) sont visuellement morts. L'efficacité du traitement est nette : le seuil est tombé à 0 % et la contamination des fruits est nulle pour le reste de l'année.

Conclusion

L'efficacité du traitement Torques + huile ainsi que la rémanence du Torque S sur tarsonème ne peut être démontrée. A l'inverse, l'efficacité du traitement huile + Soufre micronisé (mélange autorisé : Euphytane + Thiovit) sur des populations importantes de tarsonème est évidente.

- Evolution de l'infestation de tarsonème en rapport avec le diamètre des fruits observés.

Le 14/02/05, le diamètre des fruits est inférieurs à 2 cm avec une majorité de fruits de taille inférieure à 1cm provenant de la floraison de ce mois de février. Les quelques fruits touchés sont de taille inférieure à 1 cm. L'explosion des tarsonèmes du 11/03/05 s'effectue principalement sur des fruits de 1 à 2 cm de diamètre (fruits numériquement plus élevés). Fin avril, après le traitement, on constate que les fruits provenant de la floraison de février sont sauvés. La 2^{ème} floraison est en cours (fruits de moins de 1 cm) et ne présentent pas de tarsonème. En mai, la floraison se poursuit et n'est pas contaminée.

L'agriculteur montre sa satisfaction car, par rapport aux autres années, les dégâts visuels dus au tarsonème sont quasiment nuls.

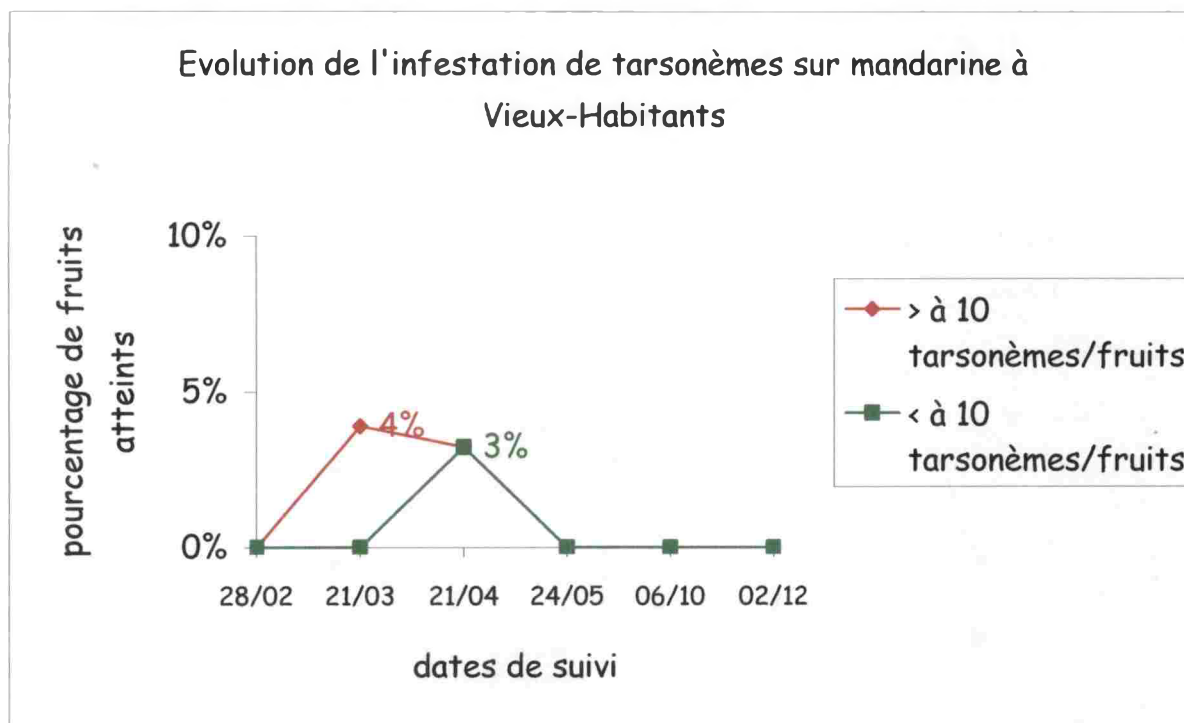
Conclusions :

Les tarsonèmes peuvent contaminer les fruits dès 1 cm de long (pour la lime). La première floraison (février), malgré un traitement début février, n'a pu être épargnée par les tarsonèmes qui explosent en mars. Un traitement à l'huile + Soufre est appliqué en urgence et a permis de réduire à néant l'explosion des tarsonèmes. La seconde floraison constatée en avril / mai bénéficie encore des effets du traitement de mars et ne sera pas touchée par le ravageur.

b.2.2 Parcelle de mandarine

Il existe 2 floraisons bien distinctes : l'une en février / mars (puis récolte en octobre), l'autre en juin / juillet (récolte dès janvier). Le suivi a été interrompu de juin à août.

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés par le tarsonème.



Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les fruits présentant des tarsonèmes sont les vieux fruits de fin de récolte, preuve de la présence du ravageur sur la parcelle. Les jeunes fruits venant de nouer (de 0 à 2 cm) sont indemnes. En avril, on rencontre des fruits mesurant 2 à 4 cm de diamètre. Les fruits présentant des tarsonèmes sont inférieurs à 3 cm. Ils sont donc contaminés mais l'infestation dominante est due aux phytoptes.

b.2.3 Parcelle d'orange

La présence de tarsonème est révélée uniquement fin février sur fruits venant de nouer. En mars, les tarsonèmes ne se manifestent plus à l'inverse du phytoptes qui explose.

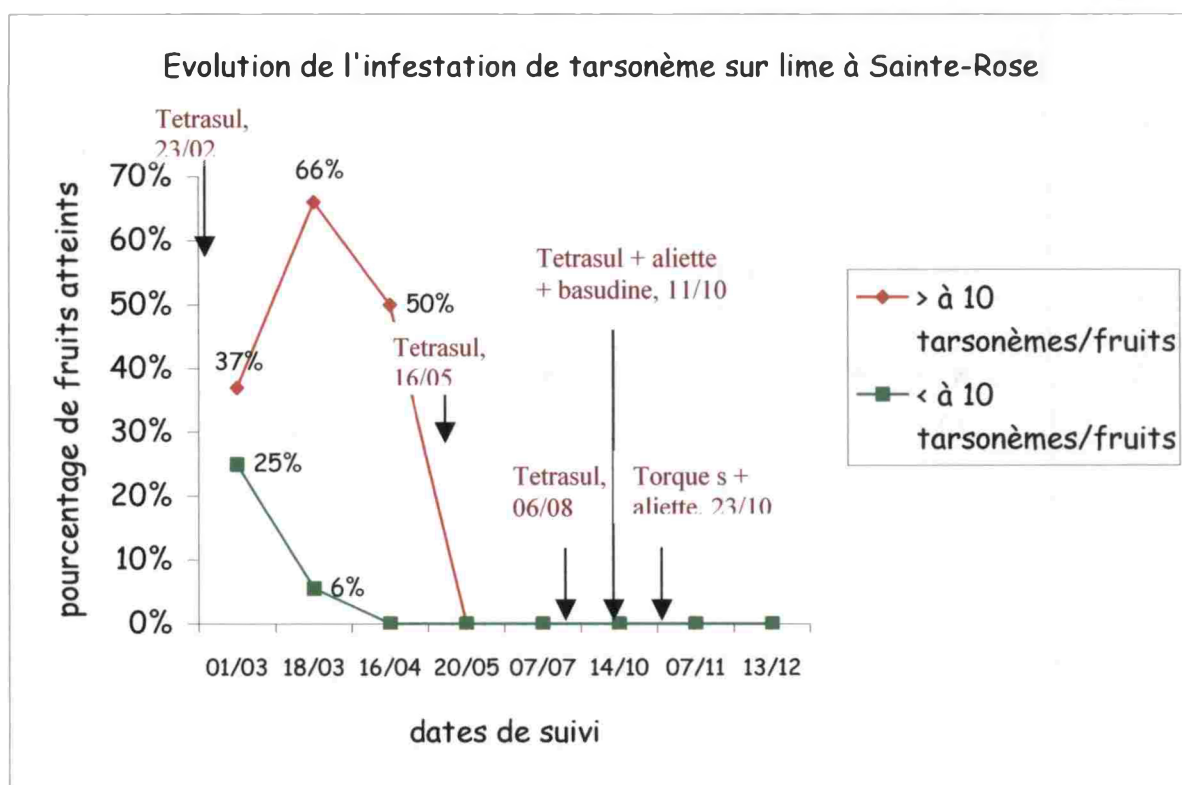
b.3 Nord Basse-Terre : Sainte - Rose.

Deux parcelles sont suivies. L'une de lime variété Tahiti (greffée sur *Volkameriana*), l'autre de lime variété Bears (greffée sur *Poncirus trifoliata* Flying dragon).

b.3.1 lime variété Tahiti (greffée sur *Volkameriana*)

Une floraison apparaît en février puis une autre en mai (puis récolte en juin/juillet puis septembre /octobre) puis une nouvelle vague de floraison a lieu après la récolte dès novembre (récolte à partir de mai). La taille des fruits indiquées correspond à la longueur des fruits (et non au diamètre comme pour les autres espèces d'agrumes)

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés par le tarsonème.



Un premier traitement Tetrasul, acaricide retiré du marché, homologué pour lutter contre les acariens rouges et jaunes (œufs et larves), est régulièrement utilisé par l'agriculteur sur sa parcelle. Un traitement est effectué par le producteur avant la mise en place des suivis le 23/02/05. La population de tarsonème observée 10 jours après est élevée puisque plus de 60% des fruits présentent des tarsonèmes dont 37% des fruits ont une contamination de niveau 2. Cependant, de nombreux œufs et individus observés sont morts. Quatre semaine après le traitement, la population explose et c'est 66 % des fruits qui présentent de nombreux tarsonèmes. Malgré la préconisation d'appliquer un acaricide, l'agriculteur préfère attendre car il pense qu'il ne rentrera pas dans ses frais avec la vente des fruits. Mi-avril, c'est une contamination de 50% des fruits qui est encore constatée, c'est donc un pourcentage moindre qu'en mars sans qu'aucune explication ne puisse être avancée. Le conseil de traitement est réitéré auprès du producteur pour se prévenir d'une infestation précoce sur la floraison suivante.

L'agriculteur a enfin traité en mai et son traitement a été à priori efficace car on observe alors des tarsonèmes morts et on tombe à 0% de contamination. Cependant, il intervient trop tard puisque sur la récolte qui commence, des comptages montrent que plus de 40 % des fruits présentent des dégâts irréversibles dus aux tarsonèmes.

Les traitements effectués par le producteur en août et octobre visent les populations de phytomydes qui apparaissent alors.

Conclusion :

L'efficacité du traitement au Tetrasul semble contradictoire puisqu'elle n'empêche pas une contamination importante des fruits en début de suivi (mais des individus morts sont aussi observés alors) mais semble présenter une meilleure efficacité en mai. De toutes façons, ce produit étant interdit, il n'est et ne sera pas préconisé.

- Evolution de l'infestation de tarsonème en rapport avec la longueur des fruits observés.

Le premier mars, la longueur des fruits est comprise entre 1 et 3 cm et attestent d'une floraison récente. Ce sont ces fruits qui présentent une attaque de tarsonèmes. Il reste quelques fruits en cours de récolte sur lesquels la présence de tarsonème n'est pas décelée. Mi-avril, les fruits mesurent entre 1 et 4 cm et sont contaminés par le tarsonème.

En mai, une floraison est en cours et les fruits mesurent moins de 1 cm. Ils ne sont pas contaminés ni ceux de taille supérieure à 3 cm car le traitement effectué par le producteur a montré son efficacité.

Un comptage précis effectué le 20 mai sur les fruits de taille supérieure à 4 cm, montre que 59 % des fruits sont d'apparence saine tandis que 41 % des fruits sont visuellement atteints par le tarsonème.

Conclusion :

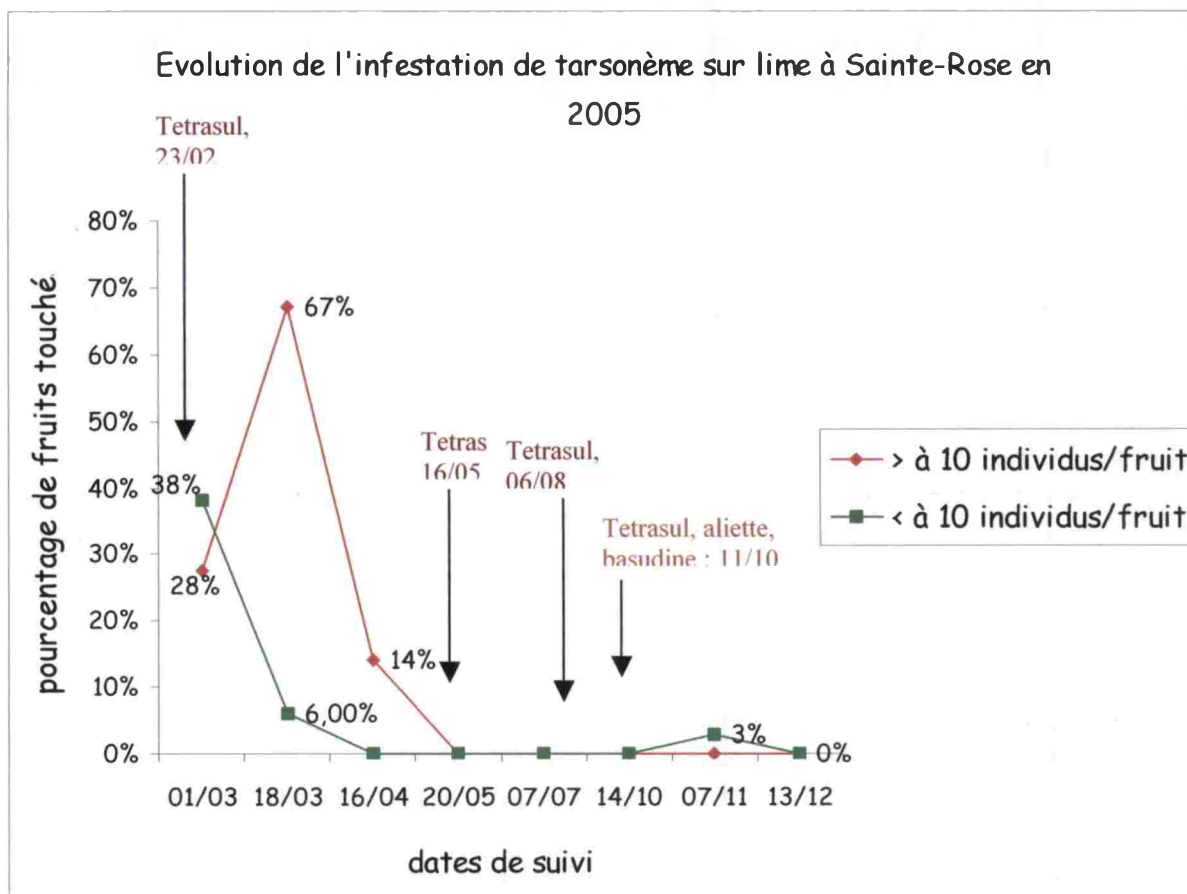
Les fruits peuvent être touchés dès 1 cm de long. La première floraison (février/mars), malgré un traitement fin février, n'a pu être épargnée par les tarsonèmes qui explosent en mars et avril. Un traitement en mai est intervenu trop tard pour protéger les fruits de cette première floraison de février (à la récolte 40% des fruits atteint irrémédiablement). Cependant, ce traitement a permis de protéger la seconde floraison constatée en mai.

b.3.2 lime variété Bears (greffée sur *Poncirus trifoliata* Flying dragon).

Les floraisons sont moins nettes que pour la variété greffée sur Volkamerina. Elles paraissent s'étaler sur l'année. On peut dire qu'une floraison apparaît en février/mars, une autre en avril / mai, une autre en août (si les fruits en cours de récolte ont été ramassés), la suivante en décembre.

La taille des fruits indiquées correspond à la longueur des fruits (et non au diamètre comme pour les autres espèces d'agrumes)

- Evolution du pourcentage de fruits contaminés par le tarsonème.



Le Tetrasul, acaricide retiré du marché, anciennement homologué pour lutter contre les acariens rouges et jaunes (œufs et larves), est régulièrement utilisé par l'agriculteur sur sa parcelle. Un premier traitement est effectué par le producteur avant la mise en place des suivis le 23/02/05. La population de tarsonème observée 10 jours après traitement montre que 28% des fruits ont une contamination de niveau 2 tandis que 38 % des fruits présentent un début de contamination (niveau 1). Il faut quand même souligner que ce traitement a été efficace puisqu'on observe que de nombreux œufs et individus sont morts. Quatre semaine après le traitement, la population explose et c'est 67 % des fruits qui présentent de nombreux tarsonèmes. Malgré la préconisation d'appliquer un acaricide, l'agriculteur préfère attendre car il pense qu'il ne rentrera pas dans ses frais avec la vente des fruits. Bizarrement, mi-avril, on constate une chute de la contamination par les tarsonèmes puisque seulement 14 % des fruits présentent un niveau de contamination 2. Le conseil de traitement est cependant renouvelé au producteur pour se prévenir d'une infestation précoce sur la floraison de mai.

L'agriculteur a enfin traité en mai et l'efficacité de son traitement est évidente mais intervient trop tard puisque sur la récolte qui commence, c'est 80 % des fruits qui présentent des dégâts irréversibles dus aux tarsonèmes.

Les traitements effectués par le producteur en août et octobre sont à son initiative.

Conclusion

Le traitement au Tetrasul semble n'empêcher pas une contamination importante des fruits en début de suivi. Son application en mai semble présenter une bonne efficacité mais il est difficile de dire si c'est le traitement qui est efficace car la population décroissait déjà sans explication de mi-mars (67%) à mi-avril (14%). De toutes façons, ce produit étant interdit, il n'a jamais été et ne sera pas préconisé.

- Evolution de l'infestation de tarsonèmes en rapport avec la longueur des fruits observés.

Le premier mars, la longueur des fruits est comprise entre 1 et 4 cm et attestent d'une floraison récente. Ce sont ces fruits qui présentent une attaque de tarsonèmes. Mi-avril, les fruits qui mesurent entre 3 et 5 cm ne sont pas (ou plus) contaminés par le tarsonème. Les fruits d'une nouvelle floraison mesurant entre 0 et 2 apparaissent. Il s'avère que ce sont les fruits de longueur comprise entre 1 à 2 cm qui comportent les tarsonèmes.

En mai, une floraison apparaît à nouveau (fruits de moins de 1 cm). Ils ne sont pas contaminés ni ceux de taille supérieure à 3 cm.

Un comptage précis effectué le 20 mai sur les fruits de taille supérieure à 4 cm, montre que 20 % des fruits sont d'apparence saine tandis que 80 % des fruits sont visuellement atteints par le tarsonème.

Conclusions :

Même conclusion que pour la parcelle de lime sur *Volkameriana*. On peut dire que la première floraison (février/mars), malgré un traitement fin février, n'a pu être épargnée par les tarsonèmes qui explosent en mars et avril. Un traitement en mai est intervenu trop tard pour protéger les fruits de cette première floraison de février (à la récolte 80% des fruits atteint). Cependant, ce traitement a permis de protéger la seconde floraison constatée en mai.

Conclusions sur les 2 suivis

Ces suivis montrent qu'il est indispensable de vérifier l'efficacité d'un traitement sur les tarsonèmes, surtout si ce traitement n'atteint pas tous les stades du ravageur (dans ce cas ci, le Tetrasul s'attaque aux œufs et larves seulement mais pas aux adultes, rémanence inconnue).

Cette remarque est d'autant plus importante quand le seuil de contamination de 20% est largement dépassé et que la population est en train de se multiplier efficacement (cycle bouclé en 5 jours à 25°C et 70-90% d'humidité relative)

Si le traitement effectué n'enraye pas l'épidémie, il faut le renouveler sans tarder, en vue aussi de protéger la floraison suivante.

Ce suivi met aussi en évidence que le positionnement des traitements contre les tarsonèmes est capital puisqu'ils attaquent les limes précocement (dès 1 cm de long) et provoquent des dégâts irréversibles.

b.4 Matouba

Deux parcelles sont suivies, l'une de lime, l'autre d'orange.

b.4.1 Lime greffée sur *Volkameriana*.

Aucune présence de tarsonème n'a été observée sur la parcelle de lime.

b.4.2 Orange Washington Navel et Valencia greffée sur *Volkameriana*.

Aucune présence de tarsonème n'est observée sur la parcelle de lime.

Conclusions concernant le suivi des 2 parcelles : Le tarsonème est-il monté jusque là ? !!!!

Conclusions générales des suivis des populations de tarsonème sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

Concernant l'évolution des populations de phytoptes :

- Les tarsonèmes, à l'inverse des phytoptes, contaminent peu de parcelle (3 seulement sont infestées et toutes de lime).
- Les tarsonèmes apparaissent sur fruits dès 1 cm de long (pour les limes) c.-à-d sur des fruits ayant noué environ 1 mois avant.
- Il est utile de déclencher un traitement si le seuil est dépassé quelque soit la floraison (petite ou importante) car cela évite la contamination de la floraison suivante.
- Les fruits nouant durant le carême semble être les fruits les plus exposés aux populations de tarsonème.

Concernant le déclenchement des traitements :

- Le seuil de 20% permet de positionner le traitement.
- La période critique pour débuter la surveillance des fruits est 1 mois après la floraison lorsque les fruits atteignent 1 cm de longueur pour les lime.
- Des suivis trop espacés au moment critique (un mois après la floraison) peuvent être la source d'un déclenchement trop tardif d'un traitement ou d'une infestation trop élevée (risque déjà pris par la culture).

Concernant les matières actives :

- Peu de matières actives testées. On peut penser, vu les résultats obtenus sur lime à Vieux-Habitants, que les traitements à base d'huile blanche de pétrole et de Soufre, sont très efficaces.
- Pour la lime à sainte-Rose, un conseil de traitement préconisé pour réduire les populations de l'acarien et protéger la floraison à venir n'a pas été suivi, par soucis d'économie de l'agriculteur. Cela a entraîné des dégâts importants sur fruits (de 20% à 80% de perte) et a mis en péril la floraison suivante.

Concernant les particularités des espèces d'agrumes suivies :

- Les limes sont sensibles aux infestations de tarsonème qui produisent des dégâts irréversibles sur les fruits.

Leçon à retirer des suivis des populations de tarsonème sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

1. Dès 1 cm de long sur lime (environ 1 mois après la floraison), les populations de tarsonème peuvent se multiplier.
2. Les suivis des populations de tarsonème doivent s'effectuer une fois par semaine en période à risque c.-à-d. dès en 1 mois après la floraison
3. Il est indispensable de traiter dès le dépassement des seuils en vue d'éviter la contamination précoce de la floraison suivante.

C. LES ACARIENS ROUGES (*Panonychus citri* et *Eutetranychus* sp.):

Méthodologie :

Dans les fiches de suivi, il est conseillé : « On peut prélever des lots de 5 feuilles par arbre échantillonnés aléatoirement dans la parcelle ou choisis dans les zones habituelles de début d'infestation. L'observation consiste à dénombrer les acariens femelles et les phytoseiidae sur la face inférieure des feuilles... Dans une parcelle sans Phytoséiidae, si le taux de feuilles infestées n'excède pas 40%, une intervention n'est pas nécessaire. Au-delà de 55% de feuilles infestées, le risque de chute de fleurs est importants. Si l'on compte un Phytoséide pour deux araignées rouges femelles, un traitement acaricide n'est pas conseillé. »

Par rapport à la préconisation de la fiche, on observera 4 organes par arbre (les feuilles mais parfois aussi les fruits) comme pour les suivis réalisés pour les autres ravageurs, ceci en vue d'homogénéiser les techniques de suivi et de faciliter leur vulgarisation ultérieure.

Le seuil d'intervention des fiches concernant le traitement a été testé : 40% sans Phytoséide et 55% si présence de Phytoséide. Le suivi des acariens rouges s'est fait par des comptages visuels directs sur feuille sur la parcelle (parfois les fruits).

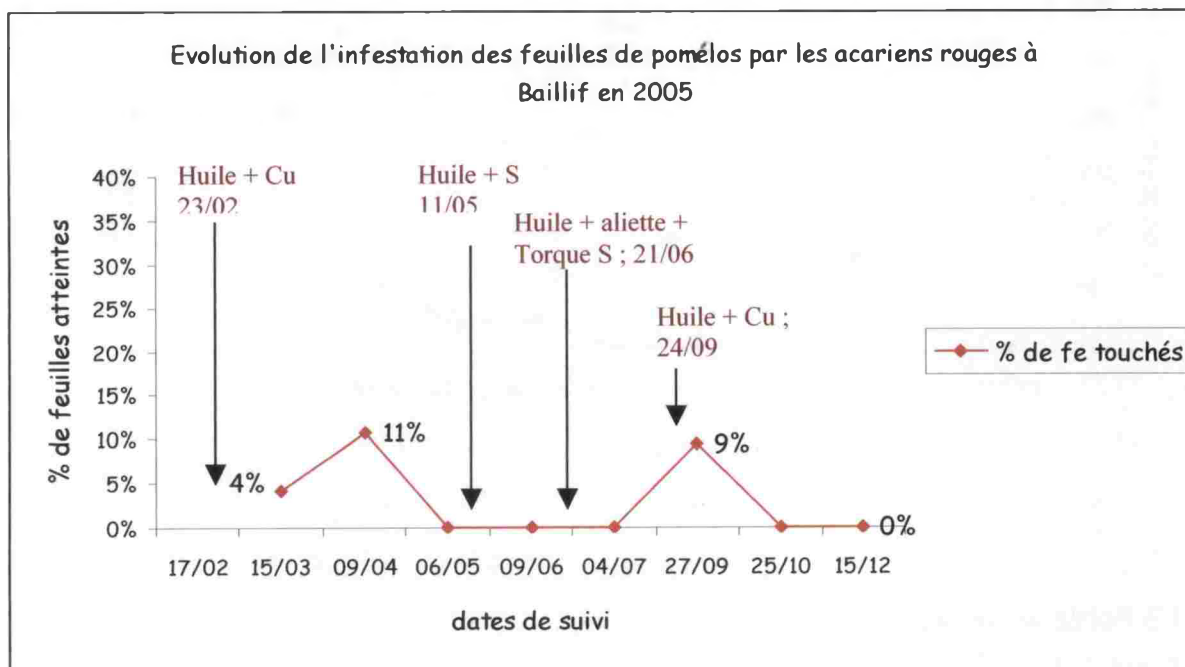
Réalisations/Résultats

C.1 Côtes sous le Vent : Baillif (250 m d'altitude)

Trois parcelles sont suivies. L'une de pomelos (variété Star Ruby), l'autre d'orange (variété Valencia) et la dernière de mandarine (variété Dancy)

C.1.1 Parcelle de pomelos.

Une petite floraison a lieu en février / mars tandis que la floraison attendue par le producteur a lieu en mai. Ainsi, sur la parcelle, on voit en mai qu'une grande partie des fruits ont moins de 2 cm, ces fruits sont le résultat de la floraison attendue.



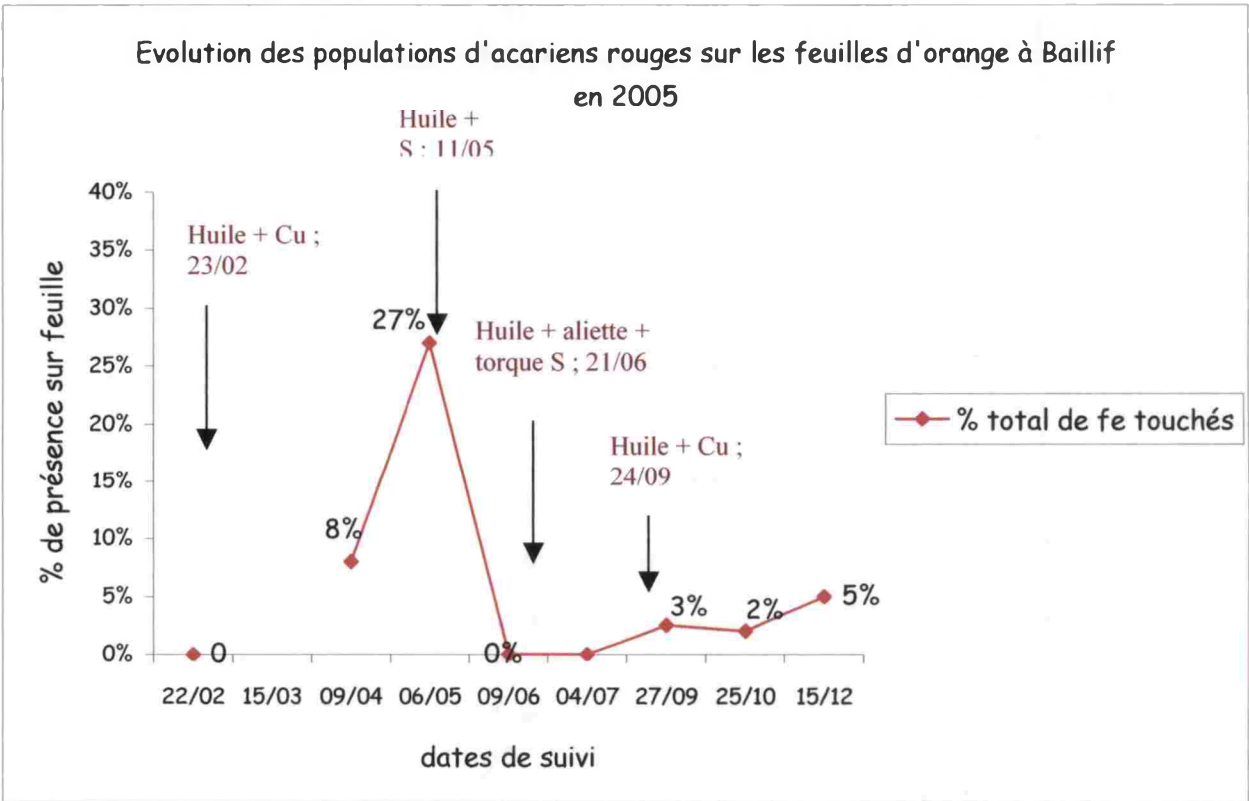
On constate que le seuil de 40 % de feuilles infestées par les acariens rouges n'est pas atteint. Seuls environ 10% des feuilles sont atteintes en avril et en septembre. Tout rentre dans l'ordre sans aucun traitement (ou peut-être parfois aidé des traitements à l'huile visant les cochenilles). Cette parcelle peu traitée présente une bonne régulation naturelle.

C.1.2 Parcelle d'orange

Les floraisons débutent en avril et se poursuivent jusqu'à mai.

- Evolution de l'infestation d'acariens rouges en fonction du temps.

On constate que le seuil de 40 % de feuilles infestées par les acariens rouges n'est pas atteint. Cependant, le 06/05/05, presque 30 % des feuilles présentent des acariens rouges et certains arbres sont infestés à 50 % (infestation en foyer). Comme, à la même date, le seuil de traitement des phytoptes est largement dépassé puisqu'il atteint 33%, un traitement à l'huile + Soufre est préconisé ; l'huile étouffera les acariens rouges tandis que le Soufre luttera contre les phytoptes (une action de l'huile sur les phytoptes n'est pas à exclure). Ce traitement s'avère efficace puisque le suivi de juin montre que les acariens rouges ne sont maintenant plus repérés.



C.1.3 Parcelle de mandarine

Les acariens rouges ne sont pas observés sur la parcelle de mandarine.

Conclusion concernant ces trois suivis :

Les seuils préconisés dans les fiches concernant les acariens rouges n'ont pas été atteints sur les parcelles. Cependant, une répartition en foyer (avec seuil de plus de 50%) a pu être observée et a nécessité un traitement pour éviter la répartition générale sur la parcelle.

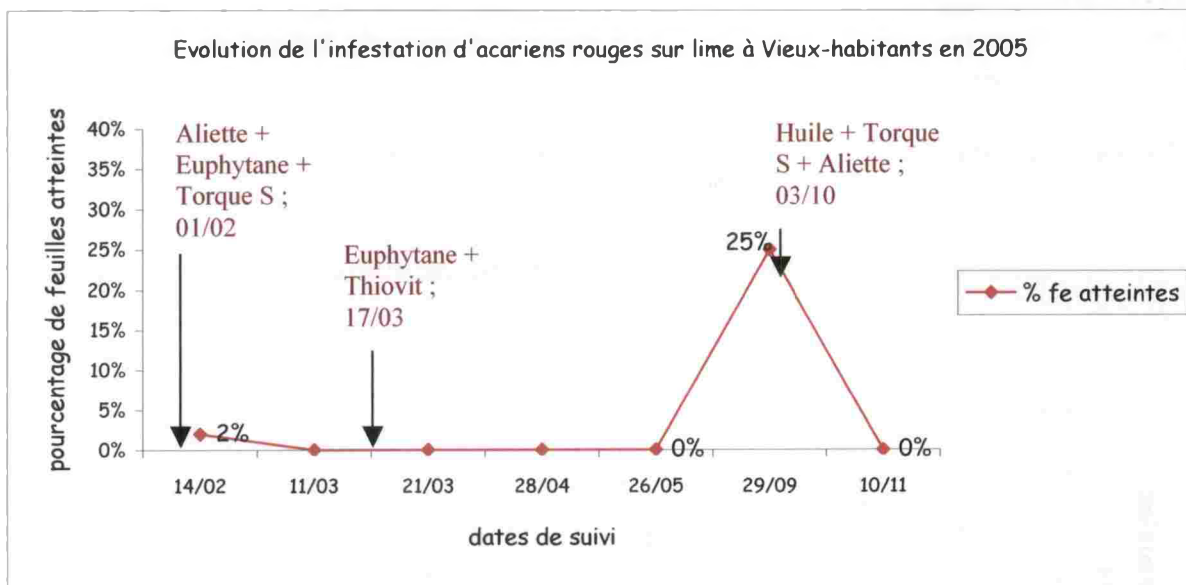
En ce qui concerne les matières actives efficaces, un traitement à l'huile blanche de pétrole + Soufre est venu à bout de cette infestation. Dans la bibliographie, l'huile est souvent préconisée pour étouffer ce ravageur.

C.2 Côtes sous le Vent : Vieux-habitants (300 m d'altitude)

Trois parcelles sont suivies. L'une de lime (variété Bears greffée sur *Citrus Volkameriana*), l'autre de mandarine (variété Frémont greffée sur *Citrus Volkameriana* et *Citrumello*) et la dernière d'orange (variété Valencia greffée sur *Citrus Volkameriana*).

c.2.1 Parcelle de lime

Une première floraison a lieu en février puis une seconde en avril / mai.



- Evolution de l'infestation d'acariens rouges en fonction du temps.

La population d'acariens rouges reste discrète sauf en septembre où 25 % des feuilles sont atteintes sur l'ensemble de la parcelle (à plus de 40% en foyer). Parallèlement, le seuil concernant les phytoptes sur fruits est dépassé. Un traitement à l'huile + Soufre est conseillé. Finalement, le producteur traitera à l'huile mais en y ajoutant du Torque s (acaricide non homologué sur culture fruitière mais autorisé en culture maraîchères). On constate un mois plus tard que ni les acariens rouges ni les phytoptes ne sont observés sur la parcelle.

c.2.2 Parcelle d'orange

Le suivi des acariens rouges sur feuilles d'orange n'a pas pu être exploité car les populations n'ont pas pu être suivies régulièrement.

c.2.3 Parcelle de mandarine

Sur mandarine, des acariens rouges sont parfois observés sur feuilles. Sur les vieux fruits non récoltés, il est parfois observés des acariens rouges avec des toiles à l'opposé du pédoncule du fruit (« cul du fruit ») dans le haut de la parcelle sans que l'infestation ne contamine toute la parcelle.

Conclusions des 3 suivis :

Les seuils préconisés dans les fiches concernant les acariens rouges n'ont pas été atteints sur les parcelles. Cependant, une répartition en foyer (avec seuil de plus de 40% sur le foyer) est constatée et a nécessité un traitement pour éviter la répartition générale sur la parcelle.

En ce qui concerne les matières actives efficaces, un traitement huile + Torque S est venu a bout de cette infestation. Dans la bibliographie, l'huile blanche de pétrole est souvent préconisée pour étouffer ce ravageur.

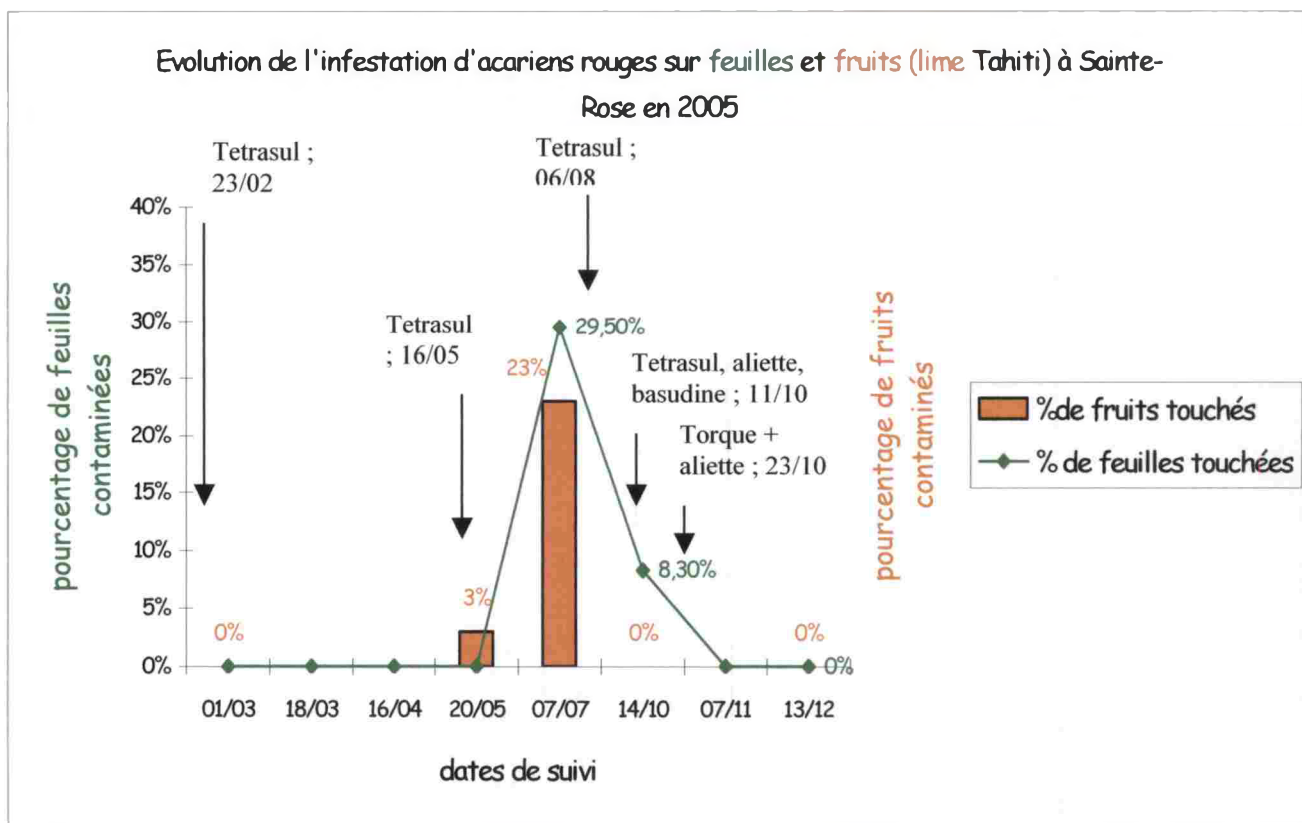
C.3 Nord Basse-Terre : Sainte - Rose.

Deux parcelles sont suivies. L'une de lime variété Tahiti (greffée sur *Volkameriana*), l'autre de lime variété Bears (greffée sur *Poncirus trifoliata* Flying dragon).

C.3.1 Lime variété Tahiti (greffée sur *Volkameriana*),

Une floraison apparaît en février puis une autre en mai (puis récolte en juin/juillet puis septembre / octobre) puis une nouvelle vague de floraison a lieu après la récolte dès novembre (récolte à partir de mai).

- Evolution de l'infestation d'acariens rouges en fonction du temps.

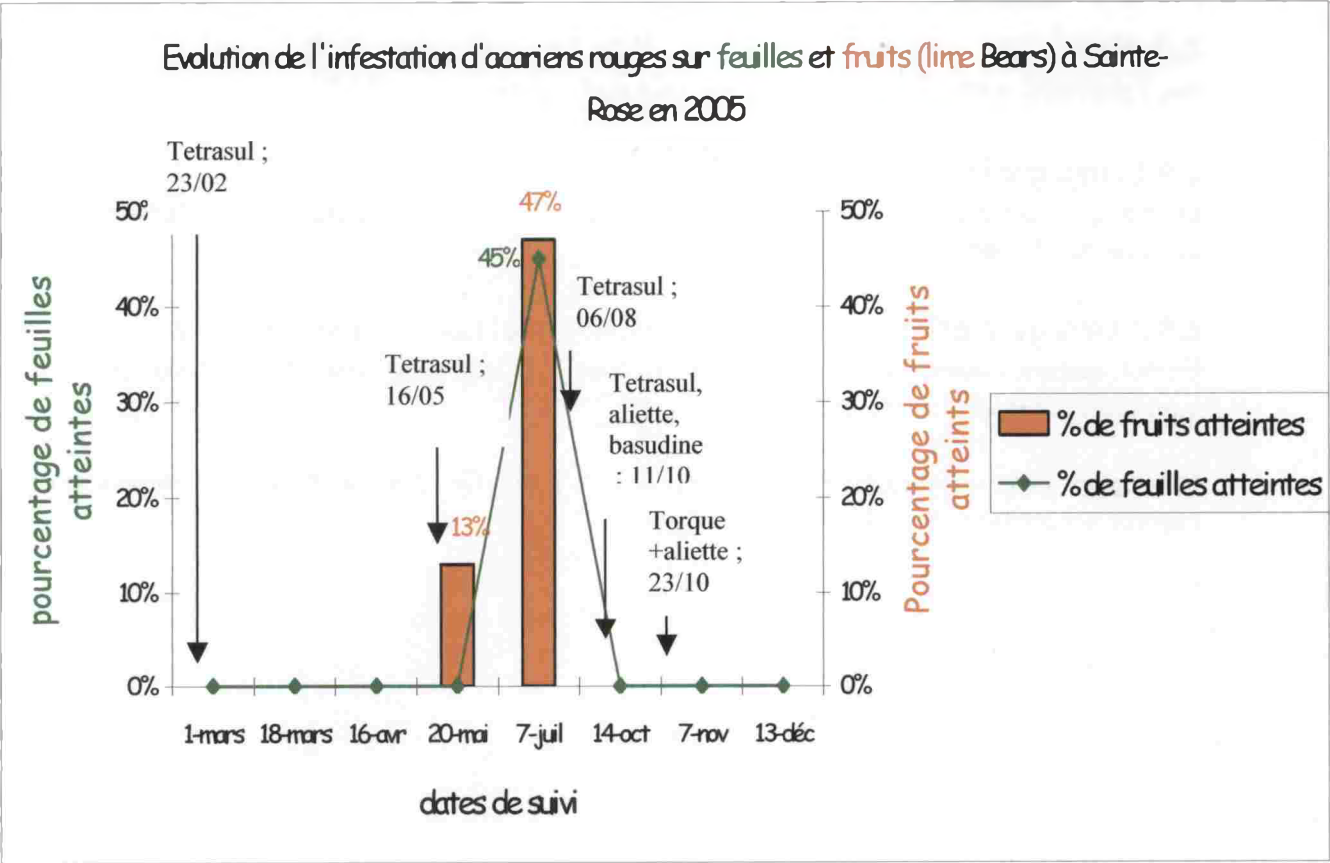


Le Tetrasul, acaricide retiré du marché, anciennement homologué pour lutter contre les acariens rouges et jaunes (œufs et larves), est régulièrement utilisé par l'agriculteur sur sa parcelle en vue de lutter contre les acariens rouges. Le 20/05, les acariens rouges observés sont presque tous morts. Le traitement au Tetrasul effectué quelques jours avant explique cette observation. Le 7 juillet, presque 30 % des feuilles et 23 % des fruits (de 2 à 3 cm) sont atteints par les acariens rouges. Le seuil de traitement de 40 % n'est pas atteint et on constate une bonne présence d'acariens prédateurs (Phytoséides). Un mois plus tard, le producteur traite. Les suivis n'ayant pas pu être effectué en août et septembre, on ne peut pas dire si le traitement Tetrasul effectué en août a été efficace. Le 14 octobre (3 jours après un traitement), on constate que 8 % des feuilles sont touchées mais l'on n'observe pas d'acariens rouges sur les fruits. Le suivi de novembre ne met plus en évidence d'acariens rouges.

C.3.2 lime variété Bears (greffée sur *Poncirus trifoliata* Flying dragon).

Les floraisons sont moins nettes que pour la variété greffée sur *Volkameria*. Elles paraissent s'étaler sur l'année. On peut dire qu'une floraison apparaît en février/mars, une autre en avril / mai, une autre en août (qui sera peu importante si les fruits en cours de récolte ne sont pas ramassés), la suivante, probablement en décembre.

- Evolution de l'infestation d'acariens rouges en fonction du temps.



Le Tetrasul, acaricide retiré du marché (voir fiche e-phy dans l'annexe), homologué pour lutter contre les acariens rouges et jaunes (œufs et larves), est régulièrement utilisé par l'agriculteur sur sa parcelle en vue de lutter contre les acariens rouges. Le 20/05, les acariens rouges sont observés sur fruits et pas sur feuilles. De nombreux acariens sont morts.

Un traitement au Tetrasul effectué quelques jours avant explique cette observation. Le 7 juillet, la population explose : presque 50 % des fruits et 45 % des feuilles sont atteints par les acariens rouges. Le seuil de traitement de 40 % est atteint. On constate une bonne présence d'acariens prédateurs (Phytoséides). Il est envisageable comme préconisé dans les fiches, de considérer 55% comme seuil d'intervention. Cependant, vu que les fruits présentent une forte contamination par les acariens rouges (proche de 50%), il est décidé de conseiller un traitement au producteur.

En effet, les acariens rouges attaquent alors de jeunes fruits mais aussi des fruits en cours de récolte. Il faut savoir que les dégâts sur fruits presque matures sont plus préjudiciables (dégâts irrémédiables) que sur jeunes fruits (dégâts non irrémédiables) d'après la bibliographie. Un mois plus tard, le producteur traite. Les suivis n'ayant pas pu être effectué en août et septembre ; on ne peut donc pas affirmer que le traitement Tetrasul effectué en août a été efficace. Cependant, on observe plus d'acariens rouges sur la parcelle jusqu'en décembre.

Conclusion de 2 suivis :

Les populations d'acariens rouges sont assez présentes sur les parcelles mais n'ont pas occasionné de dégâts visibles. Cependant, il n'est pas aisé d'observer les acariens prédateurs (Phytoséides) pour décider du seuil à appliquer (40% ou 55%). De plus, les populations d'acariens rouges semblent évoluer à partir d'un foyer sur lequel le seuil d'intervention est dépassé.

c.4 Matouba

Deux parcelles sont suivies, l'une de lime, l'autre d'orange.

c.4.1 Lime greffée sur *Volkameriana*.

En mai, quelques acariens rouges apparaissent. Dès juin, la population n'est plus observée alors qu'aucun traitement n'a été effectué.

c.4.2 Orange Washington Navel et Valencia greffée sur *Volkameriana*.

En mai, quelques acariens rouges apparaissent. Dès juin, la population n'est plus observée alors qu'aucun traitement n'a été effectué.

Conclusions concernant le suivis des 2 parcelles : la population d'acariens rouges observée s'est régulée naturellement sans intervention humaine.

Conclusions générales des suivis des populations d'acariens rouges sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

Concernant l'évolution des populations d'acariens rouges :

- Les acariens rouges sont présents sur toutes les parcelles (même à Matouba indemne de phytopte et de tarsonème en 2005).
- Les acariens rouges sont observés sur fruits mais aussi sur vieilles feuilles.
- Les populations d'acariens rouges se régulent généralement d'elles-mêmes. Cependant, elles nécessitent parfois un traitement avec des huiles blanches de pétrole.
- Les acariens rouges n'ont pas été responsables de l'observation de dégâts directs sur les fruits.

Concernant le déclenchement des traitements :

- Le seuil de 40% ou 55% sur feuille sont difficiles à appliquer car il nécessite la reconnaissance précise des acariens prédateurs, ce qui ne semble pas vulgarisable sur le terrain.
- Ils apparaissent tout le long de l'année et nécessitent donc une surveillance toute l'année mais surtout lors du grossissement des fruits.

Concernant les matières actives :

- Peu de matières actives testées. L'application d'huile blanche de pétrole est efficace, n'engendre pas de résistance et évitent la destruction à long terme des précieux auxiliaires.

Concernant les particularités des espèces d'agrumes suivies :

- Toutes les espèces ont été contaminées sans incidence sur la récolte.

Leçon à retirer des suivis des populations de tarsonème sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

1. Les suivis des populations d'acariens rouges peuvent s'effectuer une fois par mois toute l'année mais des suivis plus rapprochés peuvent être nécessaires lorsque l'on approche de la récolte. En effet, d'après la bibliographie, à l'inverse des tarsonèmes et phytoptes, les dégâts des acariens rouges sur fruit sont considérés comme irrémédiables 2 à 3 mois avant la récolte
2. Les suivis des populations d'acariens rouges peuvent s'effectuer sur feuilles mais si des populations importantes apparaissent sur les fruits (surtout proche de la récolte), elles nécessitent des traitements.
3. Sur les parcelles menées en P.F.I, les matières actives utilisées respectent les auxiliaires. Il est donc envisageable, sur des parcelles non déséquilibrées de préconiser un seuil unique de suivi. De prime abord, un seuil de 50% pourrait être appliqué. Il reste à le valider au travers de nouveaux suivis à mettre en place.

D. Suivis des populations de PUCERONS (*Toxoptera citricida*, *Aphis spiraecola* et *Aphis gossypii*) :

Méthodologie :

Aucun seuil d'intervention de traitement n'est préconisé dans la fiche puceron (« Fiches techniques d'identification et d'initiation à la protection raisonnée des vergers d'agrumes en Guadeloupe »). Cependant, il est indiqué « Si les auxiliaires sont actifs, on constate qu'en trois semaines, les populations de pucerons ont pratiquement disparu ».

Nous avons donc noté la présence ou l'absence de pucerons sur les parcelles. S'il y avait des jeunes pousses, 4 flushes (végétatifs ou de floraison) étaient observés par arbre.

Trois niveaux d'infestation sont définis :

- 0 : pas de pucerons.
- 1 : quelques individus ou une colonie.
- 2 : nombreuses colonies.

A la Réunion, le seuil de Tolérance est de 50% des pousses occupées mais les espèces de pucerons diffèrent : *Toxoptera citricida* et *Toxoptera aurantii*. Nous avons donc testé le seuil d'intervention observé à la Réunion mais avec une précision : : 50 % des pousses occupées de niveau 2 déclencherait le traitement.

Il faut rappeler que le virus de la Tristeza est transmis par les 3 espèces de pucerons présentes mais que les vergers actuels sont greffés sur des porte-greffe tolérants au virus.

Les auxiliaires ont aussi été notés en vue de s'assurer quant à la présence d'auxiliaires efficaces : les prédateurs utiles attendus (coccinelles, syrphes, chrysopes) et parasitoïdes attendus : le micro-hyménoptère *Lysiphlebus* sp.

Réalisations/Résultats

Sur l'ensemble des parcelles suivies, on a constaté que le problème « pucerons » apparaissaient systématiquement sur les jeunes pousses végétatives ou florifères gorgées de sève. Cependant, le problème se réglait de lui-même grâce aux nombreux auxiliaires présents : les coccinelles (*Cycloneda sanguinea*), les larves de diverses espèces de syrphes et surtout, on a constaté la présence rapide de momies dorées, preuve du contrôle du ravageur par l'hyménoptère *Lysiphlebus* sp.

Un seul traitement a été déclenché sur quelques arbres ciblés sur la parcelle d'orange de Matouba. Ce traitement localisé a permis aux auxiliaires en cours d'installation de faire leur travail tout en apportant un coup de pousses aux arbres très atteints.

Conclusions générales des suivis des populations de puceron sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

- Les pucerons sont systématiquement observés sur les jeunes pousses végétatives ou florifères gorgées de sève.
- Cependant, ils n'ont pas nécessité de traitement particulier sauf en localisé sur une parcelle.
- Le seuil de 50 % des pousses atteintes d'un niveau d'infestation 2 n'a pas été atteints. Les auxiliaires régulent rapidement ce ravageur (en 2 à 3 semaines)

E. Suivis des populations de COCHENILLES :

De nombreuses espèces de cochenilles se rencontrent sur les vergers d'agrumes en Guadeloupe. Certaines se rencontrent sur le tronc, d'autres sur les rameaux, d'autres encore sur les feuilles ou les fruits. Toutes ne causent pas des dégâts et leur impact varient en fonction des espèces d'agrumes, de l'écologie du verger et aussi de la présence des auxiliaires.

Méthodologie :

Il n'y a pas de seuil donné concernant les cochenilles dans le document : « Fiches techniques d'identification et d'initiation à la protection raisonnée des vergers d'agrumes en Guadeloupe ». Il n'est pas évident effectivement de donner un seuil pour des espèces très différentes quant à leur impact sur les agrumes.

Rappelons que les espèces de la famille des *Diaspididae* en Guadeloupe ne causent pas de fumagine mais ces cochenilles dites à bouclier injectent des toxines provoquant des décolorations des tissus et les blessant.

Parmi la famille des *Coccidae* présentent en Guadeloupe, certaines espèces sont génératrices de fumagine gênante pour le producteur. L'espèce de cochenille présente en Guadeloupe au sein de la famille des *Margarodidae* génère de la fumagine également.

On se rend bien compte qu'il n'est pas évident alors d'établir un seuil commun à ces différentes espèces.

A titre de comparaison, à la Réunion, un seuil a été donné pour la famille qui semble causer le plus de problème sur leur île : Les *Diaspididae*. Cette famille est aussi présente en Guadeloupe. Le seuil retenu pour les *Diaspididae* à la Réunion est de : 30% de feuilles occupées ou dès l'apparition sur jeunes fruits.

Nous commencerons par noter la présence ou l'absence de cochenille en déterminant les espèces rencontrées. La quantité des individus présents sera comptabilisée sur 40 organes observés au total, feuille ou rameau, en fonction des espèces. Un cas particulier est celui de la cochenille du tronc où l'observation s'effectuera sur 10 troncs du verger. L'objectif sera de mettre en évidence les espèces les plus dommageables sans pour cela chercher à se référer à un seuil d'intervention sauf pour le cas particulier de la cochenille verte du caféier (1)*

La présence ou l'absence d'auxiliaires sera notée en vue de déterminer, si possible et pour les principales espèces, un taux de parasitisme : (nombre de cochenilles parasitées/nombre de cochenilles saines)*100.

Les quantités de fumagine couvrant les arbres seront estimées en pourcentage de surface de l'arbre couvert par la fumagine.

1*Un suivi un plus précis sera effectué sur une parcelle où nous avons décidé d'observer et de comptabiliser la présence de *Coccus viridis* (4 rameaux par arbre) et de se référer à des niveaux d'infestation.

Trois niveaux d'infestation sont définis :

- 0 : pas de cochenille.
- 1 : quelques individus ou une colonie.
- 2 : nombreuses colonies.

Déterminer un niveau d'abondance (ou d'infestation) est indispensable en vue d'entamer un travail qui pourra servir de base de réflexion à la détermination d'un seuil pour cette cochenille.

Réalisations/Résultats

e.1 Les principales cochenilles lécanines des agrumes (famille des *Coccidae*)

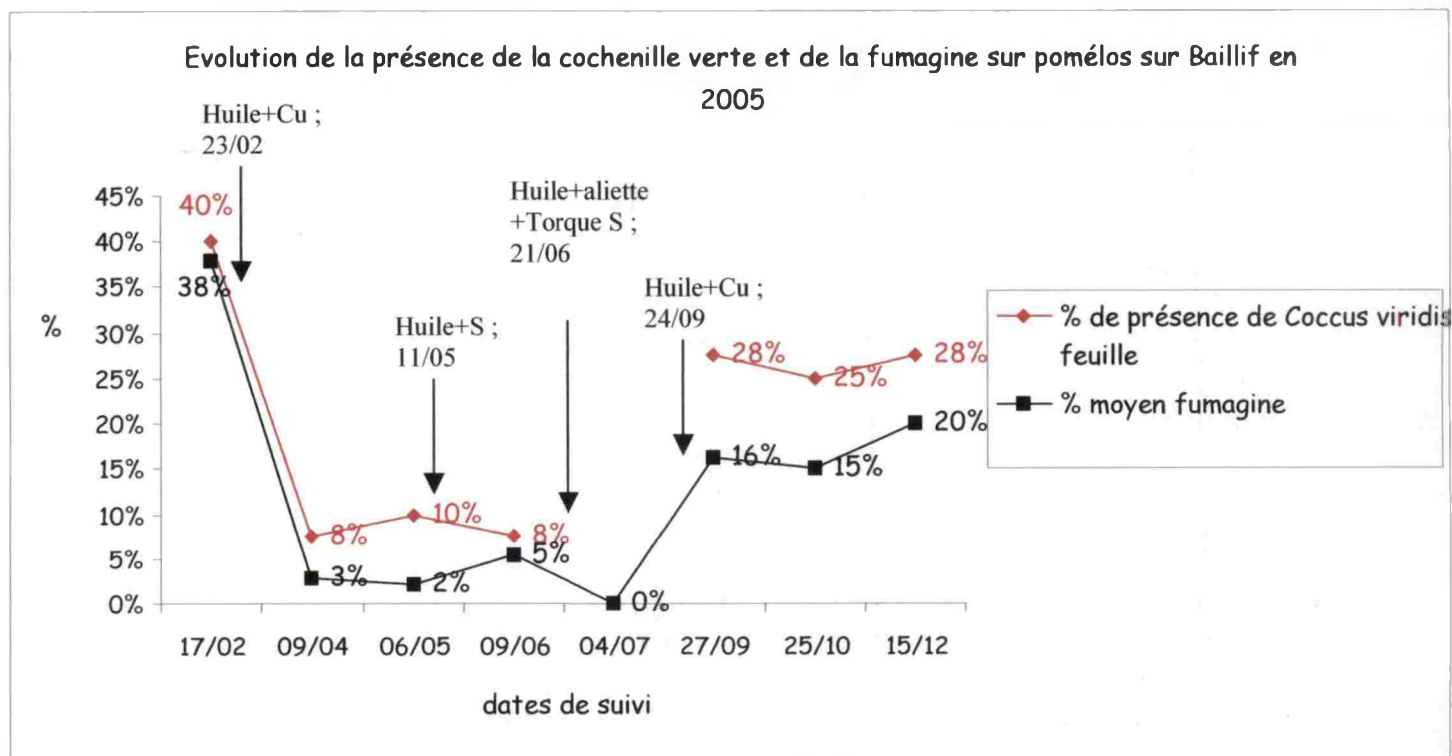
e.1.1 La cochenille verte du caféier (*Coccus viridis*) :

e.1.1.1 Côtes sous le Vent : Baillif (250 m d'altitude)

Trois parcelles sont suivies. L'une de pomelos (variété Star Ruby), l'autre d'orange (variété Valencia) et la dernière de mandarine (variété Dancy).

e.1.1.1.1 Parcelle de pomelos :

Evolution du pourcentage de feuilles contaminées par la cochenille et du pourcentage de l'arbre touché par la fumagine.



- La fumagine

Le premier suivi, en février, nous montre que les arbres sont « noirs » c-à-d couverts à 38% par de la fumagine. Un traitement en vue de nettoyer la fumagine est préconisé. L'agriculteur traite alors à l'huile et au Cuivre. Le suivi suivant permet de montrer que ce traitement a bien lavé la fumagine puisque les arbres sont maintenant devenus « propres ». Le traitement effectué le 11 mai vise les phytophtes (voir a.1.1) et une espèce de cochenille jusqu'alors inconnue sur cette parcelle (voir les cochenilles farineuses ci-dessous). Le traitement du 21/06 vise les phytophtes (Torque S) dont les populations tendent à se reconstituer, le *Phytophthora* (aliette) et les cochenilles en général (huile blanche de pétrole). En août et septembre, la fumagine fait sa

réapparition, due au miellat excrété par la multiplication des *Coccus viridis*. De plus, le développement du champignon noir est favorisé par la saison humide. Un traitement est alors effectué par le producteur en vue de « laver » la fumagine et éliminer le champignon noir.

- Evolution du pourcentage de feuilles contaminées par la cochenille *Coccus viridis*.

La question que l'on peut se poser est de savoir si la fumagine observée provient bien du miellat excrété par les populations de *Coccus viridis*. Dans son rapport(*1), Le Blanc avait montré que cette cochenille était la principale responsable de la fumagine sur le verger d'agrumes. Sur cette parcelle, c'est en effet la principale cochenille observée. Les suivis des populations de cette cochenille dans le temps montre qu'elle est présente toute l'année dans ce verger mais que ses populations varient. En février, le suivi de la cochenille sur feuille, montre que 60% des feuilles observées ne présentent pas de cochenilles, 40% des feuilles présentent des individus de *C. viridis*. Sur les 40 % de feuilles présentant des cochenilles, 69 % des feuilles présentent des mycoses (*Verticillium* sp. d'après le rapport de Le Blanc *1) et 25 % des feuilles présentent l'aspect de cochenilles parasitées par des micro-hyménoptères. Ainsi, 94 % des feuilles avec cochenilles présentent des auxiliaires ! Le taux de parasitisme des auxiliaires sur ce ravageur est de 80%. Malgré cela, la fumagine est constatée à 38%. En effet, il y a un décalage dans le temps entre l'installation du ravageur et celle des auxiliaires, ce qui laisse le temps au ravageur de commencer ses dégâts. Il faut savoir aussi que cette cochenille possède un taux de multiplication élevé et produit rapidement du miellat tandis que l'installation des auxiliaires n'est pas systématique pour le champignon (dépend des conditions climatiques) et que les micro-hyménoptères se multiplient plus lentement que la cochenille. Cependant, sans l'action des ces auxiliaires, la lutte contre cette cochenille serait bien difficile.

Le 09 avril 06, seules 8% des feuilles présentent des cochenilles et sur toutes ces feuilles observées, les cochenilles sont mortes. En mai, peu de feuilles sont atteintes mais les cochenilles reconstituent leur population car aucune ne sont parasitées par le champignon entomopathogène et seuls quelques micro-guêpes se rencontrent. Idem en juin et juillet mais le taux de parasitisme dû aux micro-hyménoptères s'élèvent à 44%. En juillet, les cochenilles se rencontrent de façon généralisée sur la parcelle mais pas de foyer important. En août et septembre, la population s'est multipliée et l'on voit apparaître la fumagine. Le producteur traite alors en urgence avec l'Euphytane (huile blanche de pétrole) en vue de limiter les populations de ravageurs et laver les arbres.

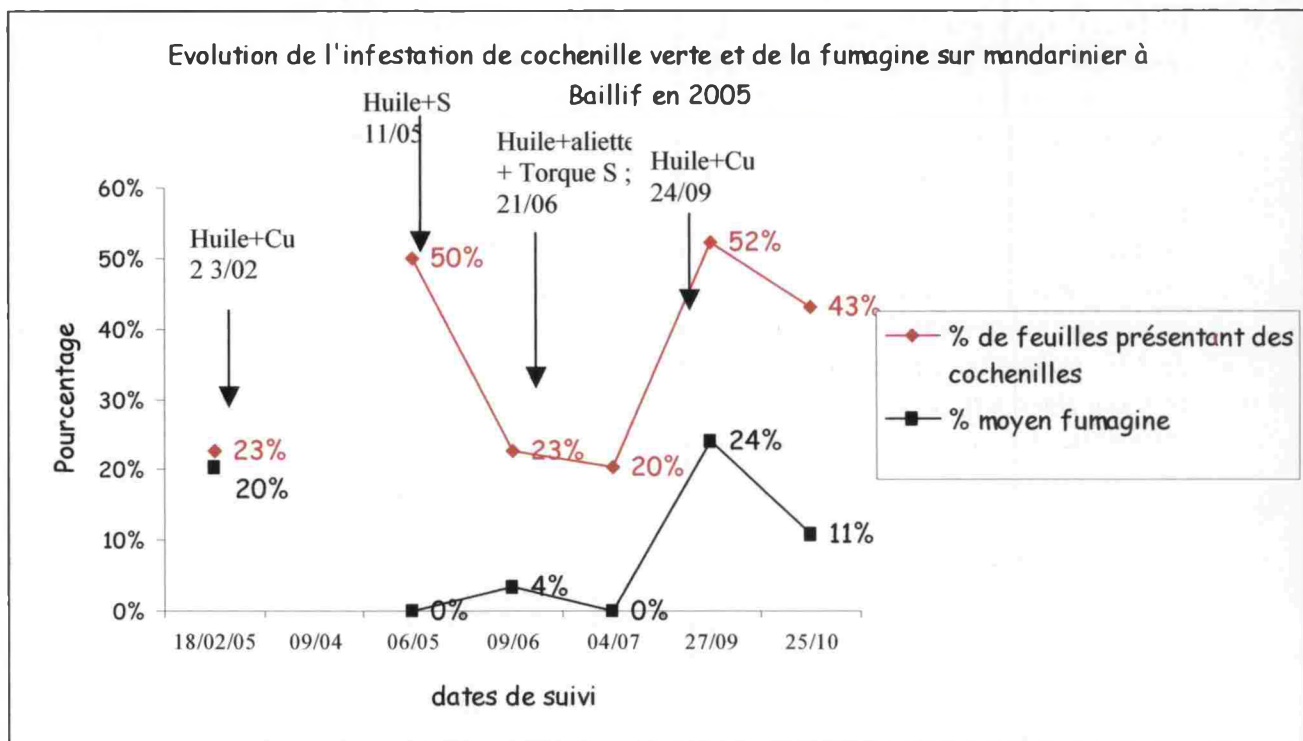
Conclusions

Le taux de présence de la cochenille dépasse les 30% en février puis se régulent, et approche les 30% de septembre à décembre. Ces suivis permettent de voir que la cochenille se développe particulièrement sur la saison humide à Baillif (septembre à février).

Les taux de parasitisme rencontrés sur la cochenille verte sont élevés. Les auxiliaires contribuent une régulation continue des populations de cochenilles qui causent la fumagine mais leur action doit être renforcée à certaines périodes de l'année (période humide). C'est pourquoi, les traitements à l'huile permettent de limiter les populations de cochenilles et par la même, la production de fumagine, tout en permettant à la population d'auxiliaires de se reconstituer rapidement.

*1 « Inventaire écologique des principaux ravageurs et maladies dans les vergers d'agrumes guadeloupéens, Travaux préliminaires à la mise au point de méthodes de lutte raisonnée », Frédéric LEBLANC (CIRAD - FLHOR) et Jean ETIENNE (INRA), décembre 1998.

e.1.1.1.2 Parcelle de mandarine :



Evolution du pourcentage de feuilles contaminées par la cochenille et du pourcentage de l'arbre atteint par la fumagine.

- La fumagine

Le premier suivi, en février, nous montre que les arbres sont couverts à 23% par de la fumagine. Un traitement en vue de nettoyer la fumagine est préconisé. L'agriculteur traite alors à l'huile blanche de pétrole et au Cuivre. Les suivis suivants permettent de montrer que le traitement à l'huile lave la fumagine puisque les arbres restent « propres » jusqu'à juillet. Ensuite, les populations de *Coccus viridis* explosent durant les vacances et provoquent l'apparition de fumagine sur 24% des arbres en septembre, cette fumagine sera lavée grâce au traitement à l'huile conseillé.

- Evolution du pourcentage de feuilles contaminées par la cochenille *Coccus viridis*.

Sur cette parcelle, la principale cochenille observée est *Coccus viridis*. Les suivis des populations de cette cochenille dans le temps montre qu'elle est présente toute l'année dans ce verger mais que ses populations varient. En février, le suivi montre que seul 20% des feuilles présentent de cochenilles vertes mais le taux de parasitisme dû au champignon utile est de 0% et de seulement 10% pour les micro-hyménoptères. (C'est peu comparé à la parcelle de pomelos (80%) où le champignon entomopathogène effectuait une régulation importante de la population de cochenille.) Les auxiliaires semblent donc peu actifs.

Dès le mois de mai, des encroûtements importants apparaissent sur les jeunes rameaux à tel point que 50% des rameaux sont atteints (peu de parasitisme constaté) bien que la fumagine ne soit pas encore présente. Le traitement effectué le 11 mai vise les phytoptes (voir a .1.3) et les encroûtements dus aux cochenilles vertes du caféier. En juin, les encroûtements ont disparu et seuls 23% des feuilles présentent des cochenilles qui sont mortes ou parasitées par les micro-hyménoptères. On peut dire que le traitement a été particulièrement efficace !

En juillet, seules 20% des feuilles sont atteintes mais elles le sont, après observation, par de jeunes larves non parasitées. L'explosion a lieu en août et septembre. Le producteur traite alors en septembre, avec un mélange d'huile blanche de pétrole et de bouillie bordelaise, en vue de réguler les populations de ce ravageur. Ce traitement est efficace car dès octobre bien que 43 % des feuilles présentent encore des cochenilles, plus de la moitié sont maintenant morte ou parasitée.

Conclusions :

On peut dire que les traitements à l'huile permettent de laver la fumagine et de réguler les infestations de cochenilles. Cependant, on doit souligner l'importance de l'action des auxiliaires. Ainsi, si les auxiliaires sont peu ou pas présents, les populations de ravageurs se reconstituent très rapidement (cas de mai et août), d'où l'importance d'utiliser des traitements tels les huiles pour pallier les défaillances des auxiliaires tout en permettant à ces derniers de reconstituer leurs populations sans tarder.

e.1.1.1.3 Parcelle d'orange.

L'évolution du pourcentage de feuilles contaminées par la cochenille sur la parcelle d'orange est semblable à celle de la parcelle de pomelos.

Conclusions des suivis à Baillif:

Sur les 3 parcelles suivies, la cochenille s'est développée particulièrement sur la saison humide à Baillif et a provoqué l'apparition de fumagine salissante (favorisée par les conditions humides). Sur la parcelle de mandarine, des encroûtements importants sont apparus en mai (sans fumagine cette fois). Deux hypothèses peuvent être faites pour expliquer cette constatation par rapport aux 2 autres parcelles suivies. Tout d'abord, les auxiliaires. En effet, les auxiliaires étaient peu présents sur mandarinier en mai : pas de champignons entomopathogènes (à l'inverse de la parcelle de pomelos), et seulement des micro-hyménoptères. Deuxièmement, on peut avancer l'hypothèse d'un facteur « espèce d'agrumes ». La variété de mandarine (Dancy) est peut-être plus sujette aux cochenilles du caféier ?

Toujours est-il qu'il faut souligner l'importance de l'action régulatrice des auxiliaires. Il semble que cette action soit nécessaire à un contrôle du ravageur mais ne soit pas toujours suffisante. Les traitements à l'huile apparaissent indispensables non seulement pour limiter l'explosion du ravageur mais aussi pour laver la fumagine.

e.1.1.2 Côtes sous le Vent : Vieux-Habitants (300 m d'altitude)

Trois parcelles sont suivies. L'une de lime (variété Bears greffée sur *Citrus Volkameriana*), l'autre de mandarine (variété Frémont greffée sur *Citrus Volkameriana* et *Citrumello*) et la dernière d'orange (variété Valencia greffée sur *Citrus Volkameriana*).

e.1.1.2.1 Parcelle de lime et d'orange.

La présence de *Coccus viridis* est faible sur les 2 parcelles. On l'observe essentiellement lors du premier suivi en février. Les cochenilles sont parasitées par *Verticillium sp.* Aucune intervention phytosanitaire spécifique sur cette cochenille n'a été nécessaire en 2005. On ne constate pas non plus de dégâts de fumagine.

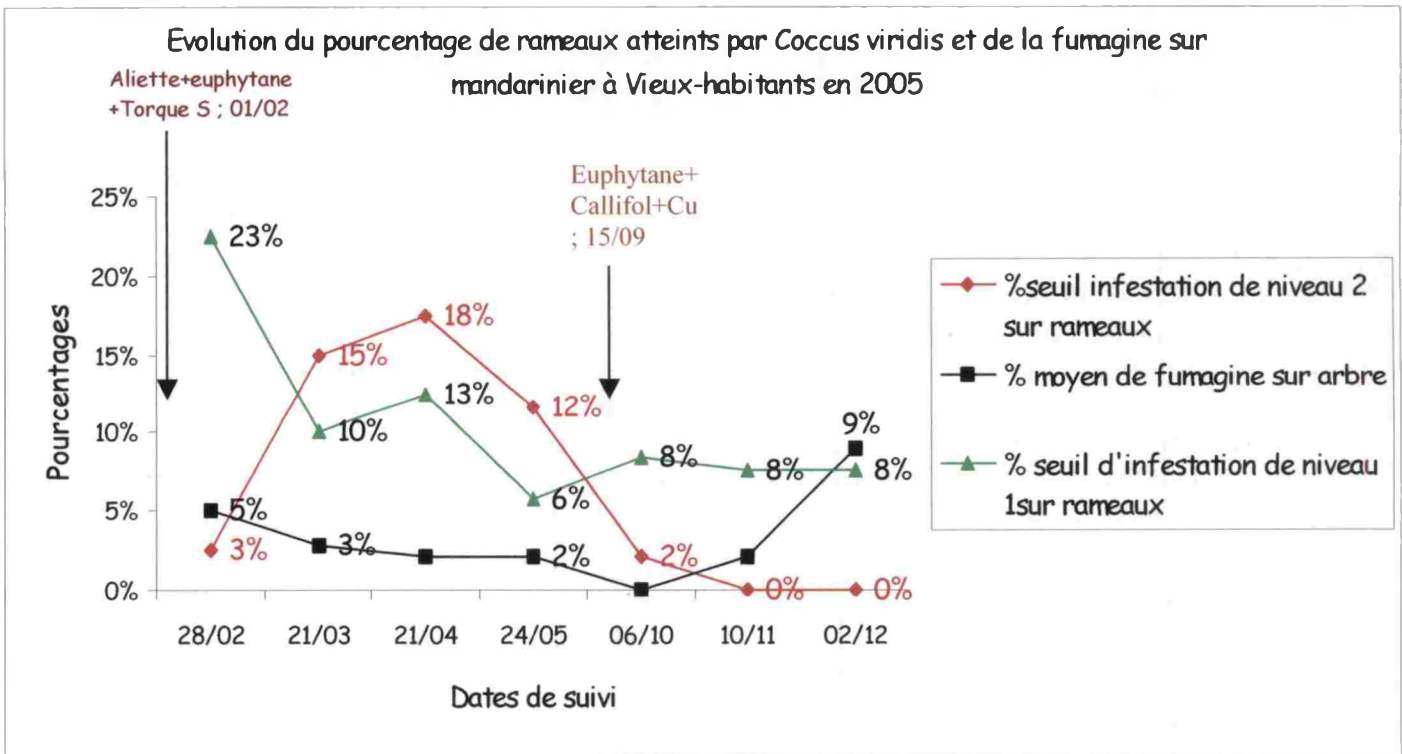
e.1.1.2.2 Parcelle de mandarine

La situation phytosanitaire de la parcelle est différente de celle observée sur lime et orange. Evolution du pourcentage de feuilles contaminées par la cochenille et du pourcentage de l'arbre atteint par la fumagine.

Sur ce suivi, un comptage précis des cochenilles et des seuils d'infestation (abondance) ont été effectués comme explicité précédemment (voir E. Suivi des cochenilles - méthodologie) Pour rappel, 4 rameaux par arbre seront observés et les cochenilles comptabilisées pour déterminer un niveau d'abondance (ou d'infestation) en vue de faire le premier pas vers la détermination d'un seuil pour cette cochenille.

Trois niveaux d'infestation sont retenus :

- 0 : pas de cochenille.
- 1 : quelques individus ou une colonie.
- 2 : nombreuses colonies.



- Evolution du pourcentage de feuilles contaminées par la cochenille *Coccus viridis*

Ce suivi de fin février montre qu'il y a présence de *Coccus viridis* sur la parcelle puisque 23% des rameaux présentent quelques individus. Cela n'induit pas de fumagine (remarquons quand même qu'un traitement à l'huile a été réalisé un mois plus tôt). Une bonne partie des cochenilles vertes sont de premier et deuxième stade et représente ainsi un potentiel d'infestation non négligeable. En mars, la population est constante au regard de l'addition des pourcentages (15% + 10%) mais si l'on dissocie la simple présence (seuil d'infestation de niveau 1) des encroûtements (seuil d'infestation de niveau 2), on peut dire que les populations de cochenille sont en train d'exploser et ne se contentent plus « d'être juste là ». Il n'est alors pas possible de traiter car la sécheresse du carême est telle que les arbres ne le supporteraient pas. Même chose en avril. En mai, la population commence à chuter. En juin, on peut dire que son incidence est redevenue négligeable sans aucune intervention phytosanitaire. Comment expliquer cela ? Il a été constaté que les encroûtements se rencontraient sur les pousses fructifères (situées à la cime des arbres). Ces cochenilles apprécient donc la montée de sève de ces pousses. En février, c'est la pleine floraison puis nouaison et grossissement des fruits en mars, avril et mai, ce qui explique l'installation de la cochenille. Mais, pourquoi cette diminution des populations dès mai alors qu'elles sont bien installées ? Le suivi des auxiliaires a permis de montrer l'installation d'hyménoptères sur la cochenille (pas de *Verticillium* constaté sur cette parcelle). Dès mars, certaines pousses présentent 50% de parasitisme ; en avril, c'est près de 68 % des pousses qui sont parasitées. En mai, les populations de ravageurs sont quasiment contrôlées. Les suivis sont malheureusement interrompus durant le troisième trimestre. Les suivis du dernier trimestre débute alors qu'un traitement a été effectué 15 jours avant. Les suivis montrent la présence du ravageur mais pas d'explosion.

La fumagine

Le suivi de la fumagine permet de montrer que des populations même importantes de cette cochenille n'induisent pas toujours de la fumagine. A l'inverse, on observe un peu de fumagine en décembre. Une explication possible serait que cette parcelle est à flanc de colline, bien exposée au soleil, bien aérée et donc l'humidité relative sur la parcelle est faible, donc le développement du champignon noir s'installant sur le miellat aussi. Ce qui viendrait corroborer ce fait est que l'on n'observe pas non plus de *Verticillium* sur la parcelle (champignon qui a besoin d'une certaine humidité relative pour se développer) alors qu'on en observe sur celles de lime (arbre dont les frondaisons ont tendance à se toucher) et d'orange (parcelle située vers le fond plus ombragé ou s'écoule la rivière). Dans la littérature, on peut aussi lire que la mandarine « Frémont » est une variété réputée sensible aux ravageurs et aux cochenilles plus particulièrement.

Les observations montrent que les cochenilles sont parasitées par les micro-hyménoptères (pas de *Verticillium* ici). Des échantillons observés montrent que le taux de parasitisme varie d'une pousse à l'autre mais peut atteindre 50%. En avril, ce ne sont plus les feuilles qui sont observées mais des pousses entières. Celles qui sont contaminées se situent généralement à la cime de l'arbre.

CONCLUSION

La cochenille verte du caféier est un ravageur présent toute l'année sur les mandariniers mais n'engendre pas nécessairement des dégâts visibles tels des encroûtements ou de la fumagine. L'action des auxiliaires (hyménoptères) peut être suffisante pour venir à bout de populations même importantes mais leur installation est lente. La présence ou non sur la parcelle des auxiliaires est aussi à noter sur la fiche en vue de prendre une décision réfléchie. Il apparaît aussi, qu'en parcelle sèche, une infestation de niveau 2 ne dépassant pas 18% ne nécessite pas de traitement si les auxiliaires sont présents.

En conclusion, on peut dire qu'il est nécessaire dans les futures fiches de suivi d'utiliser la notion « d'abondance » ou de niveau d'infestation du ravageur, pour décider ou non d'une intervention ! Cependant, ce seuil d'intervention reste à préciser par la mise en place de nouveaux essais.

e.1.1.3 Nord Basse-Terre : Sainte - Rose.

Deux parcelles sont suivies. L'une de lime variété Tahiti (greffée sur *Volkameriana*), l'autre de lime variété Bears (greffée sur *Poncirus trifoliata* Flying dragon).

La cochenille verte du caféier n'est observée que sporadiquement sur les parcelles. La présence de fumagine n'est pas été observée.

e.1.1.4 Matouba

Deux parcelles sont suivies, l'une de lime (Lime greffée sur *Volkameriana*), l'autre d'orange Washington Navel et Valencia greffée sur *Volkameriana*.

La cochenille verte du caféier apparaît sporadiquement sur les 2 parcelles. Elle est régulée très rapidement par le *Verticillium* sp. car les conditions d'humidité sont favorables à ce champignon entomopathogène.

La fumagine est observée régulièrement sur les parcelles car l'humidité permanente la favorise. De plus, le producteur laisse souvent envahir la parcelle par de hautes herbes et la taille d'entretien des arbres n'est pas faite dans les temps, ce qui ne favorise pas l'aération des agrumes.

Aucun traitement n'est réalisé sur ces parcelles pour lutter contre les ravageurs.

Conclusions

Les conditions d'humidité relatives permettent au champignon utile de réguler efficacement le ravageur dès son apparition. La fumagine (due aux cochenilles et aux pucerons également) est présente mais n'a pas nécessité de traitement.

Conclusions générales des suivis des populations de *Coccus viridis* sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

La cochenille verte du caféier s'installe généralement le long des nervures des feuilles et sur les jeunes pousses. Sa faculté à générer de la fumagine sur l'arbre entier et les fruits est gênante car la photosynthèse est limitée et les fruits salis. Les producteurs font rarement le lien entre cet aspect noirâtre de leurs arbres et la cochenille verte car d'une part elle n'est pas évidente à voir et d'autre part, lorsque les dégâts apparaissent, la cochenille a souvent disparu ou est morte, elle-même attaquée par les auxiliaires.

Cette cochenille est la première responsable de l'apparition de fumagine en Guadeloupe quelle que soit l'écologie des parcelles. Cependant, les zones sèches sont souvent plus infestées de cochenilles vertes que les zones humides bien que la fumagine semble produite en quantité non négligeable quelle que soit l'écologie. Pour comprendre cet état de fait, il faut savoir que cette cochenille est régulée par des hyménoptères parasitoïdes et un champignon blanc entomopathogène (*Verticillium* sp.) L'efficacité de ce champignon utile est redoutable en zone

humide et vient rapidement à bout des colonies qui prennent alors un aspect blanchâtre. Mais l'humidité ambiante favorise le développement d'un autre champignon noir cette fois, celui qui s'installe sur le miellat et provoque cet aspect noirâtre de la fumagine !! En zone sèche, il est plus rare d'observer le champignon blanc utile. On observera essentiellement des hyménoptères parasitoïdes dont l'efficacité est variable mais peut être élevée sur les populations de ravageur. Un comptage effectué sur Vieux-Habitants a permis de révéler que plus de 50 % des populations était parasité et que la cochenille avait été régulée par cet auxiliaire.

Des traitements à l'huile peuvent être préconisés quelle que soit l'écologie mais en fonction des populations de cochenilles observées, de l'apparition de fumagine et de l'installation des auxiliaires.

Leçons à retirer des suivis des populations de *Coccus viridis* sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

- Des suivis précis des populations de cochenilles vertes doivent être mis en place en vue de déterminer un seuil d'intervention. Pour ce faire, il faut tout d'abord déterminer un niveau d'infestation (par exemple 0, 1, 2 comme fait dans le suivi de mandarine de Vieux-Habitants) sur lequel on se basera pour le calcul du seuil d'intervention.
- Le seuil d'intervention préconisé pourrait aussi dépendre de l'écologie de la parcelle car les dégâts engendrés par la cochenille (fumagine) varient avec l'humidité relative de la parcelle.
- Il ne faut pas oublier de tenir compte de l'intervention des auxiliaires. Le champignon utile (*Verticillium sp.*) se révèle particulièrement efficace si l'humidité relative le permet. Les hyménoptères parasitoïdes, contrairement à ce qu'avait observé en 1988 LEBLANC dans son rapport, peuvent parasiter activement les cochenilles et même réguler complètement les populations sans qu'aucune intervention phytosanitaire ne soit nécessaire. !
- Les traitements aux huiles blanches de pétrole suffisent à réguler les populations de cette cochenille et la fumagine. Ces traitements ont l'avantage de permettre aux populations d'auxiliaires de se reconstituer rapidement.

e.1.2 Les autres cochenilles lécanines de la famille des *Coccidae* :

Des lécanines du genre *Saissetia* (cochenille tortue), *Pulvinaria*, *Philephedra* (ex : *Philephedra tuberculosa*) et *Ceroplastes* (ex : *Ceroplastes tubers* dite cochenille chinoise) ont été observées ça et là sur les parcelles. Elles n'ont nécessité aucun traitement. Elles sont généralement immédiatement contrôlées par des auxiliaires.

e.2. Les principales cochenilles à bouclier des agrumes (famille des *Diaspididae*)

e.2.1 La cochenille blanche du tronc (*Unaspis citri*)

Cette cochenille très présente en Guadeloupe peut recouvrir le tronc des agrumes puis, en cas de forte infestation, les branches et même les feuilles. Elle ne provoque pas l'apparition de fumagine mais, par ses piqûres répétées, peut favoriser la formation de blessures, véritables portes d'entrée au *Phytophthora*.

Cette cochenille se rencontre dans tous les vergers à des niveaux d'infestation variable. Généralement, elle est très bien contrôlée par les auxiliaires. Il n'y a pas eu de traitement spécifique contre ce ravageur. Cependant, dès qu'un traitement à l'huile est préconisé contre d'autres cochenilles, il est conseillé au producteur de traiter aussi le tronc, ce traitement ayant montré son efficacité sur la parcelle du CIRAD de Vieux-Habitants.

Conclusion : Cette cochenille doit être suivie car son impact sur la plante dans son ensemble est loin d'être négligeable (porte d'entrée au *Phytophthora*). Des traitements à l'huile, respectueux des auxiliaires nombreux, sont à préconiser si nécessaire.

e.2.2 La cochenille virgule (*Lepidosaphes beckii*) et la cochenille serpette (*Selenaspidus articulatus*)

Ces 2 cochenilles ne provoquent pas l'apparition de fumagine mais injectent des toxines salivaires lors des prises de nourriture.

Cette cochenille se rencontre dans tous les vergers mais les zones sèches lui semblent propices. On la retrouve sur feuilles, rameaux et même les fruits. Les encroûtements peuvent être préjudiciables. Elles sont régulées par leurs très nombreux ennemis naturels. Il n'y a pas eu de traitement spécifique contre ce ravageur 2005.

e.2.3 Le Pou rouge de Floride (*Chrysomphalus adonidum*)

Elle ne provoque pas l'apparition de fumagine. On la retrouve sur feuille et fruit. Les encroûtements peuvent être préjudiciables s'ils apparaissent mais généralement, ses nombreux ennemis naturels en viennent à bout.

Cette cochenille se rencontre dans tous les vergers mais elle est très bien contrôlée par les auxiliaires. Il n'y a pas eu de traitement spécifique contre ce ravageur en 2005.

e.2.4 Les autres cochenilles à bouclier.

Plus rarement, on aperçoit *Pseudaonidia trilobitiformis*. On la retrouve sur feuille et fruit. Elle est contrôlée par ses ennemis naturels. Il n'y a pas eu de traitement spécifique contre ce ravageur en 2005.

Une espèce observée assez régulièrement sur mandarine (fruits) à Vieux-Habitants a été donnée pour identification à Monsieur Etienne. Il s'agirait de *Selenaspidus* sp. qui se positionne dans les « petits trous » de la peau des fruits. Cette cochenille reste à confirmer sur 2006.

Toujours à Vieux-Habitants mais sur oranger cette fois, on a pu observer une cochenille du genre *Pralatoria* sp. (corps bleuté sous le bouclier) (détermination Monsieur Etienne).

Plus inquiétante est l'apparition depuis quelques années de la cochenille nommée *Fiorinia probosidaria*. Nous avons pu observer cette cochenille dans les vergers d'agrumes de Martinique. Le mâle est de forme allongée et blanchâtre tandis que la femelle ressemble à la cochenille virgule (bouclier brun et allongé). Il ne faut pas confondre cette cochenille avec la cochenille du tronc, En effet, les 2 espèces visuellement proches, peuvent se retrouver sur feuille. Nous l'avons observée généralement sur la face inférieure des feuilles. Elle provoque une décoloration jaunâtre de la face supérieure de la feuille. Nous avons observé cette cochenille dans tous les vergers suivis sauf dans les hauteurs de Matouba. La progression de cette cochenille est inquiétante car nous n'avons pas observé d'auxiliaires spécifiques s'attaquant à ce ravageur. Sa présence est donc à noter et l'évolution de son impact sur agrume à surveiller.

e.3 Les principales cochenilles farineuses rencontrées sur agrumes (famille des *Pseudococcidae*)

e.3.1 La cochenille de l'hibiscus (*Maconellicoccus hirsutus*)

Cette cochenille a eu un impact catastrophique lors de son apparition en 1998. Les traitements s'avéraient alors inefficaces car cette cochenille constitue des manchons cotonneux blancs impénétrables (voir imperméables) aux produits phytosanitaires. En 1998, l'introduction par l'INRA d'auxiliaires efficaces contre cette cochenille a permis d'installer une lutte biologique efficace et permanente contre ce dangereux ravageur.

En 2005, sur nos suivis, nous ne l'avons vu apparaître que sporadiquement. Elle est immédiatement contrôlée par ses ennemis naturels : *Anagyrus kamali* (hyménoptère) spécifique de la cochenille de l'hibiscus et la coccinelle (*Cryptolaemus montrouzieri*) spécifique des cochenilles farineuses. Nous avons pu observer, sur quelques encroûtements lors de nos suivis, des pupes brun clair que nous avons récupérées et mises à émerger. Il en est sorti une petite mouche (cécidomyie). En fait l'asticot se nourrit des cochenilles farineuses. Cette petite mouche a pu aussi être observée sur d'autres cochenilles farineuses.

e.3.2 Les autres cochenilles farineuses.

A Baillif, sur pomelos, est apparue une cochenille que nous ne connaissions pas en mai 2005. Des échantillons sont alors donnés à Monsieur Etienne en vue de leur identification car ce ravageur semblait alors s'étendre. D'après lui, ce ravageur est une cochenille farineuse du genre *Puto*. En mai, seuls 2 arbres sont touchés. En septembre, malgré les traitements à l'huile préconisés, toute la parcelle de pomelos est concernée et quelques pieds de la parcelle d'orange. L'agriculteur envisage alors un traitement à base de méthidathion (Ultracide) en octobre. Finalement, les populations de cochenilles disparaissent sans intervention humaine.

D'autres cochenilles farineuses sont apparues sur le verger de Vieux-Habitants (lime et mandarine) mais, après observation, on a pu constater que les populations ne s'étendaient pas. Des auxiliaires dont la cécidomyie ont pu être observés.

e.4 Cochenilles de la famille des *Margarodidae* : *Icerya purchasi*.

Cette grosse cochenille qui peut se déplacer toute sa vie aime particulièrement les jeunes rameaux où elle peut former des encroûtements.

Nous avons pu constater que ses ennemis naturels la contrôlent efficacement ; aucun traitement n'a été nécessaire sur ce ravageur. Nous avons observé la coccinelle *Rodolia cardinalis* dont les œufs rouges sont pondus sur la cochenille et dont les larves consomment les œufs et les jeunes larves contenues dans l'ovisac de la cochenille.

e.5 Autres cochenilles

Orthezia Praelonga (*Ortheziidae*), est une cochenille généralement observée sur les plantes de la famille des Malpighiacées (cerises des Antilles). Elle est de plus en plus fréquemment observées sur des plantes d'autres familles. Elle est à surveiller car elle produit énormément de fumagine et ne dispose pas d'un cortège d'auxiliaires importants. D'après Monsieur Etienne, une cécidomyie s'occuperait de limiter les populations de cette cochenille mais sur le long terme seulement. On comprend donc l'intérêt de ne pas déséquilibrer les vergers par des traitements non réfléchis.

Conclusions générales des suivis des populations de cochenilles sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

- La cochenille la plus préjudiciable, par ses encroûtements et sa production de fumagine est *Coccus viridis* (voir e1). Ses populations sont à suivre.
- La cochenille du tronc représente un danger par ses piqûres répétées pouvant provoquer des blessures directes aux arbres, véritables portes d'entrée à la maladie cryptogamique pouvant être fatale aux arbres, le *Phytophthora sp.* Cette cochenille est donc surveiller.
- Les autres espèces de cochenilles sont généralement régulées par les auxiliaires. On ne peut exclure qu'elles explosent de temps en temps mais les auxiliaires sont les garants du verger.
- Il est indispensable, si l'on veut traiter, de n'utiliser que des matières actives respectant les auxiliaires telles les huiles blanches de pétrole, efficaces à la fois sur cochenille et fumagine.
- Une veille est à effectuer sur 2 cochenilles peu parasitées par les auxiliaires. Il s'agit de *Fiorinia probosidaria* (e.2.4) et *Orthezia praelonga* (e.5) non mentionnées dans les fiches éditées en 1998.

F. Autres Insectes

Le psylle asiatique (*Diaphorina citri*) est présent en Guadeloupe depuis 1998. Dès son apparition, l'INRA a procédé à l'introduction de parasitoïdes utiles en vue de réguler les populations de ce ravageur producteur de miellat et vecteur potentiel du greening. Le greening est une maladie bactérienne grave qui atteint les agrumes. Cette maladie n'était pas présente sur le continent américain jusqu'à 2005, date de son apparition. Sa présence en Floride et les nombreux échanges commerciaux de la Floride vers la Guadeloupe (achats de plants destinés à la vente directe en Guadeloupe) mettent danger les vergers guadeloupéen. La présence de ce ravageur est donc à noter et une veille phytosanitaire est nécessaire concernant le greening.

La mineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*) est un micro-lépidoptère découvert en 1998 en Guadeloupe. De nombreux auxiliaires locaux et introduits se chargent de sa régulation, pour le moins très efficace.

En pépinière ou jeunes plantations, le psylle et la mineuse doivent être surveillé car ils peuvent provoquer la déformation des jeunes rameaux.

Diverses espèces d'aleurodes (*Aleurothrixus floccosus*, *Aleurocanthus woglumi* et *Dialeurodes spp.*) sont présentes sur le verger guadeloupéen. Aucune intervention chimique n'a été nécessaire en 2005 car les auxiliaires locaux les maîtrisent suffisamment.

Le thrips se rencontre très rarement et ne nécessite pas d'intervention particulière.

Ces 4 ravageurs n'ont été la cause d'aucun traitement sur les vergers suivis en 2005. En effet, ils sont tous les 4 bien contrôlés par leurs ennemis naturels ou introduits.

Les charançons (*Diaprepes spp.*), et plus particulièrement, *Diaprepes abbreviatus*, peuvent causer de graves dégâts au verger surtout les premières années (voir le rapport « Production Fruitière Intégrée (PFI), Etude préalable à sa mise en place en verger d'agrumes en Guadeloupe, Partie A : Enquête/bilan des pratiques culturales et phytosanitaires », CIRAD - FLHOR, juillet 04). Ce ravageur est préjudiciable via ses larves qui effectuent leur cycle (8 à 13 mois) au dépend des racines, les blessant et créant une porte d'entrée au champignon *Phytophthora sp.*, maladie cryptogamique pouvant être fatale aux arbres. Durant les suivis, des adultes ont été observés sur toutes les parcelles mais aucun suivi précis des populations d'adulte ou de larve n'a été réalisé. Un programme de lutte biologique est actuellement en cours auprès des pépiniéristes et des jeunes vergers (collaboration INRA/CIRAD-FLHOR).

6. LES MALADIES DU VERGER

G.1 La Tristeza (Citrus Tristeza Virus ou CTV)

Cette maladie transmise par les pucerons (voir C) est apparue en 1998 en Guadeloupe. Son impact fut alors important car c'est une maladie d'association (entre le greffon et le porte-greffe). Ce virus a donc nécessité la mise en place de porte-greffe tolérants à la maladie en Guadeloupe et l'arrachage des plantations atteintes et greffées sur porte-greffe sensibles.

En 2000, une enquête du CIRAD montrait que tout le verger guadeloupéen était touché. La seule solution est la plantation de vergers sur des porte-greffe tolérants, ce qui permet de diminuer l'incidence de la maladie.

G.2 La gommose et la pourriture brune à *Phytophthora* (*Phytophthora sp.*)

Ce champignon est redoutable car capable de faire mourir les arbres lorsqu'il s'attaque aux racines (sans gommose) ou au tronc (gommose). Tous les sols l'abritent. Cependant, son impact sur la plante va dépendre de la sensibilité variétale du porte-greffe, des caractéristiques du sol (type de sol, drainage, etc.), des conditions climatiques, des portes d'entrée créées par les ravageurs tels la cochenille du tronc ou les charançons, etc. En zone à risque, il est recommandé d'effectuer 2 à 3 traitements au Fosétyl-Al (aliette) au moment des flushes en vue de protéger préventivement les arbres.

Lors des suivis, on a pu observer des mortalités dues à ce champignon ; Des traitements curatifs avec des badigeons à l'Aliette peuvent permettre de « récupérer » mais la réussite n'est pas systématique.

Pour les producteurs dont les fruits sont atteints lors des récoltes durant la saison pluvieuse, un traitement préventif est recommandé.

G.3 Autres maladies

Le Greasy Spot (*Mycosphaerella citri*) et le Scab (*Elsinoe fawcettii*) sont aussi fréquemment rencontrés sur le verger guadeloupéen. Des traitements au Cuivre généralement à limiter ces maladies.

La maladie des rameaux morts ou mélanose a été très peu observée lors des suivis mais son impact peut être très sérieux allant jusqu'à la mort des arbres. Cette maladie nécessite des mesures prophylactiques de base comme enlever les rameaux morts des arbres et les évacuer hors de la parcelle (éviter la recontamination).

Conclusions générales des suivis des populations des maladies cryptogamiques (G) sur les 10 parcelles suivies en 2005 :

- Les dépérissements de plants ou arbres sont à noter dans la fiche de suivi. Cependant, déterminer la cause exacte d'un dépérissement ou de la mortalité des plants est, dans l'état actuel de nos connaissances scabreux, même si certaines hypothèses peuvent être avancées (sensibilité d'un porte-greffe au *Phytophthora*, infestation des racines par des larves du sol, blessures diverses du tronc, autres causes). Un travail de recherche approfondi est indispensable en vue d'avoir des certitudes quant à ces dépérissements qui préoccupent les producteurs. C'est en connaissance de cause que l'on pourra lutter efficacement.
- La présence d'une maladie est à noter en vue de conseiller des mesures prophylactiques ou de traitement préventif (Cuivre, Fosétyl d'Al, etc.)

Chapitre 2 : Effectuer une veille phytosanitaire : cas de nouveaux nuisibles mis en évidence.

A. Les ravageurs.

a. Les cochenilles

- Les cochenilles à bouclier :

A Vieux-Habitants, une espèce observée assez régulièrement sur mandarine (fruits) a été donnée pour identification à Monsieur Etienne. Il s'agirait de *Selenaspidus* sp. qui se positionne dans les « petits trous » de la peau des fruits. Cette cochenille reste à confirmer sur 2006.

Toujours à Vieux-Habitants mais sur oranger cette fois, on a pu observer une cochenille du genre *Pralatoria* sp. (corps bleuté sous le bouclier) (détermination Monsieur Etienne).

Plus inquiétante est l'apparition depuis quelques années de la cochenille nommée *Fiorinia probosidaria*. Nous avons pu observer cette cochenille dans les vergers d'agrumes de Martinique en 2005. Le mâle est de forme allongée et blanchâtre tandis que la femelle ressemble à la cochenille virgule (bouclier brun et allongé). Il ne faut pas confondre cette cochenille avec la cochenille du tronc. En effet, les 2 espèces visuellement proches, peuvent se retrouver sur feuille. Nous l'avons observée généralement sur la face inférieure des feuilles. Elle provoque une décoloration jaunâtre de la face supérieure de la feuille. Nous avons observé cette cochenille dans tous les vergers suivis sauf dans les hauteurs de Matouba. La progression de cette cochenille est inquiétante car nous n'avons pas observé d'auxiliaires spécifiques s'attaquant à ce ravageur. Sa présence est donc à noter et l'évolution de son impact sur agrume à surveiller.

- Les cochenilles farineuses :

A Baillif, sur pomelos, est apparu une cochenille que nous ne connaissions pas en mai 2005. Des échantillons sont alors donnés à Monsieur Etienne en vue de leur identification car ce ravageur s'étend alors à toute la parcelle. D'après lui, ce ravageur est une cochenille farineuse du genre *Puto sp.* L'agriculteur envisage alors un traitement à base de Méthidathion (Ultracide) en octobre. Finalement, les populations de cochenilles disparaissent sans intervention humaine.

- Autres cochenilles :

Orthezia Praelonga, est une cochenille généralement observée sur les plantes de la famille des Malpighiacées (cerises des Antilles). Elle est de plus en plus fréquemment observée sur des plantes d'autres familles. Elle est à surveiller car elle produit énormément de fumagine et ne dispose pas d'un cortège d'auxiliaires importants. D'après Monsieur Etienne, une cécidomyie s'occuperait de limiter les populations de cette cochenille mais sur le long terme seulement. On comprend donc l'intérêt de ne pas déséquilibrer les vergers par des traitements intempestifs.

b. Autres ravageurs

Nous n'avons pas observé de nouveaux ravageurs sur le verger guadeloupéen.

B. Les maladies

Nous avons aussi été particulièrement sensibles aux nouvelles maladies susceptibles de toucher le verger guadeloupéen telle le greening. Comme nous l'avons explicité ci-dessus, le greening est une maladie bactérienne grave voire mortelle sur agrume.

Cette maladie absente du continent américain jusqu'à 2005 a révélé sa présence en Floride. Les nombreux échanges commerciaux de la Floride vers la Guadeloupe (achats de plants destinés à la vente directe en Guadeloupe) font courir un risque non négligeable aux vergers guadeloupéens. Nous n'avons pas observé de symptôme de greening en 2005 mais la vigilance doit rester face à toute baisse de production anormale, jaunissement de l'arbre voire mortalité.

Reste cependant à savoir qui, en Guadeloupe, peut effectuer un test valable mettant en évidence la présence de la bactérie dans un arbre.

Conclusions et Perspectives du chapitre 1 ET 2 :

Succinctement, on peut dire :

- A propos des fiches de suivi et des nuisibles.

Si on veut que la méthode de lutte qui se base sur des seuils pour déclencher des traitements soit acceptée et surtout utilisée par les producteurs, il est nécessaire que la fiche soit simple mais aussi la plus uniforme possible.

On peut considérer que les nuisibles minimaux à surveiller sont les phytophtes, les tarsonèmes, la cochenille verte du caféier, la cochenille du tronc, les acariens rouges et la mortalité des arbres. Le seuil concernant les phytophtes est conservé (10%) ainsi que pour les tarsonèmes (20%) ; Le seuil concernant les cochenilles vertes et les acariens rouges doit être précisé par la mise en place de nouveau suivi. Les niveaux d'infestation doivent être communs : (0 : pas de ravageur . 1 : quelques individus (< 10); 2 : nombreux individus (> 10)); C'est à partir du niveau 2 de contamination que se calcule le seuil d'intervention.

Concernant la cochenille du tronc, une observation de l'invasion de la cochenille sur le tronc (% de contamination) est effectuée visuellement. La méthode reste à préciser.

Le dépérissement des plants est à noter en vue de rester attentif à l'apparition d'un problème qui peut se généraliser à la parcelle.

Les autres ravageurs seront mentionnés sur la fiche de suivi avec une attention particulière pour 2 cochenilles *Fiorina probosidaria* et *Orthezia praelonga*.

- A propos de la protection phytosanitaire et des substances actives utilisées :

On doit bannir les substances actives non autorisées sur la culture ainsi que celles qui auraient un impact à long terme sur les auxiliaires. Les produits seront appliqués en vue de « donner un coup de main » aux auxiliaires très actifs sur le verger en Guadeloupe. Les produits ne seront appliqués qu'après détermination d'un seuil d'intervention contre un nuisible donné.

- On peut déjà retenir que le mélange Huile blanche de pétrole + Soufre (si le mélange des substances actives est proposé par les firmes, sinon brûlure !) est intéressant à 2 niveaux. L'huile asphyxie les ravageurs tels les cochenilles et les acariens rouges, et lave la fumagine tandis que le Soufre est efficace sur Phytophte et Tarsonème. De plus, ces produits biologiques n'induisent pas de résistance chez les ravageurs et permettent aux populations d'auxiliaires de se reconstituer rapidement. Le traitement est à éviter sur fleur. Il faut cependant éviter de traiter aux heures chaudes et privilégier le traitement le matin. Les doses de produit commercial doivent être respectées tout en choisissant les doses minimales proposées ; tout cela pour éviter les problèmes de brûlures. De toutes façons, il est souhaitable que des essais soient mis en place pour tester les doses minimales efficaces pour chaque produit individuellement puis pour le

mélange (huile + Soufre). Ces essais permettront aussi de déterminer les dose génératrices de brûlures.

- Une matière active efficace sur tous les acarïens est l'Abamectin (Agrimec). Il serait intéressant de tester l'abamectin en mélange avec une huile (ce mélange est déjà pratiqué par les producteurs) en vue de permettre, lors d'un traitement, de nettoyer la fumagine ou d'étouffer les cochenilles.

- A propos des dépérissements inexplicables de plants, on peut par expérience préconiser le Fosétyl d'Al (Aliette) car il arrive que les plants meurent atteints de *Phytophthora* même si ce champignon n'arrive que secondairement à une attaque d'insectes (charançon, cochenille, etc.) Cependant, rester vigilant car d'autres maladies peuvent être responsables de dépérissement, dessèchement ou mortalité telles la mélanose, des maladies de sol autre que le *Phytophthora sp.* des virus ou des bactéries nouveaux (veille phytosanitaire, pensons au greening), etc. Un travail de recherche approfondi est indispensable en vue d'avoir des certitudes quant à ces dépérissements qui préoccupent les producteurs.

- Pour les autres maladies fongiques (Greasy Spot, le Scab, la mélanose), des traitements préventifs cupriques sont conseillés.

- Quant aux fourmis (et les fourmis manioc), l'application de glu est en cours de test au CIRAD de Vieux-Habitants en vue de voir son efficacité, sa durée de renouvellement et sa possible phytotoxicité en application directe sur tronc adulte ou jeunes plants.

Chapitre 3. Produits phytosanitaires utilisables en Production Fruitière Intégrée en verger d'agrumes en Guadeloupe.

Voir la liste de produits phytosanitaires autorisés en agrumiculture (édition janvier 2006) ci-dessous

Liste de produits phytosanitaires* autorisés en agrumiculture (édition janvier 2006) **:

Lutte contre les ravageurs pendant le grossissement du fruit

Phytoptes (*Phyllocoptruta oleivora*) et Tarsonèmes (*Polyphagotarsonemus latus*) : 2 acariens invisibles à l'œil nu

M.A. 	Quelques spécialités commerciales	Efficacités et ravageurs ciblés	Remarques sur le produit	Persistance	Dar (délais avant récolte)	Mode d'action (famille)	Toxicité sur auxiliaires	Autorisations et autres études
Abamectin	Agri-mec	Acariens (phytopte, tarsonèmes, ac. rouges), psylle. Action freinatrice sur thrips.	 tue larves et adultes uniquement. L'adjonction d'un adjuvant homologué optimise la répartition du produit.	3 à 6 se.	10 jours	Insecticide obtenu par fermentation d'un micro-organisme du sol. Action translaminare, Ingestion, contact	Moyennement toxique sur prédateurs, micro-guêpes et acariens prédateurs	autorisé agrume, PFI
Soufre micronisé	Solfo m, Thiovit, Microlux, Plantisoufre, Microthiol, etc.	Acariens (phytopte, tarsonème, oïdium), action freinatrice sur les acariens rouges.	Phytotoxique si t° > 28 C°. Incompatible avec les huiles sauf Euphytane compatible avec Thiovit microbilles et Ovipron compatible avec Microthiol Spécial. Bonne rémanence et résiste bien au lessivage.		2 jours	Produit minéral, contact, vapeur	Moyennement toxique sur coccinelle et micro-guêpe, peu toxique sur acariens prédateurs, pas de persistance de la toxicité.	Alternative Biologique, conseillé dossier techn., PFI

*VI Phytoservices, malgré tout le soin apporté à ces tableaux, ne saurait être tenu pour responsable de toute erreur ou omission dans les données et de l'utilisation qui pourrait en être faite, celle-ci restant sous la responsabilité de l'utilisateur

**Ces données ne comprennent pas les produits homologués pour le traitement du sol (sauf concernant le fourmi - manioc)

Les acariens rouges (*Panonychus citri* et *Eutetranychus* sp.) : visibles à l'œil nu

M.A 	Quelques spécialités commerciales	Efficacités et ravageurs ciblés	Remarques sur le produit	Persistance	Dar (délais avant récolte)	Mode d'action (famille)	Toxicité sur auxiliaires	Autorisations et autres études
hexythiazox	Nissorun	Acariens rouges (pas phytoptes et tarsonèmes)	 Tue œufs et larves uniquement. Attention, des résistances existent. " A coupler avec un adulticide.	Persistance d'action jusqu'à 2 mois	3 jours	Thiazolidinones, Contact, non systémique (translaminaire), mode d'action inconnu	Pas toxique	Autorisé agrume, dossier techn., PFI
Abamectin	Agrimec	Acariens (phytopte, tarsonèmes, ac rouges), psylle. Action freinatrice sur thrips.	 Tue larves et adultes uniquement. L'adjonction d'un adjuvant homologué optimise la répartition du produit.	3 à 6 se.	10 jours	Action translaminaire, Ingestion, contact	Moyennement toxique sur prédateurs, micro-guêpes et acariens prédateurs	Autorisé agrume, PFI
huile de pétrole	Oviphyt, Oliocin, Seppic, Ovipron, Euphytane66, etc.	étouffe tous les stades de l'acariens rouges (et cochenilles diaspinés et lécanines, pucerons et psylle)	Incompatible avec produits à base de soufre et de captane sauf Euphytane compatible avec Thiovit microbilles et Ovipron compatible avec Microthiol Spécial. Attention phytotoxique si température > 30°C		3 jours	Contact, agit par asphyxie. Traiter par temps couvert. Dosage réduit à 0,5l/hl si on fait ruisseler beaucoup	Pas toxique	Autorisé agrume, Alternative biologique, dossier techn., PFI
Sels de potasse d'acide gras (savon)	bio shower de Biobest, BioSoap de Koppert	cochenille, pucerons, acariens rouges, psylles, aleurodes, etc.	Utilisé seul ou en adjuvant de bouillie	pas de persistance	2 jours	contact, destruction de la couche de cire de la cuticule des insectes.	pas à peu toxique	Alternative biologique. Homologué actuellement pour nettoyer la fumagine.

*WI Phytoservices, malgré tout le soin apporté à ces tableaux, ne saurait être tenu pour responsable de toute erreur ou omission dans les données et de l'utilisation qui pourrait en être faite, celle-ci restant sous la responsabilité de l'utilisateur

**Ces données ne comprennent pas les produits homologués pour le traitement du sol (sauf concernant la fourmi - manioc)

Cochenilles

M.A 	Quelques spécialités commerciales	Efficacités et ravageurs ciblés	Remarques sur le produit	Persistance	Dar (délais avant récolte)	Mode d'action (famille)	Toxicité sur auxiliaires	Autorisations et autres études
Huile de pétrole	Oviphyt, Citrole, Oliocin, Seppic, Ovipron, Euphytane66,	Cochenilles diaspines et lécanines mais aussi larve et adulte d'ac. rouges	Incompatible avec produits à base de soufre et de captane sauf Euphytane compatible avec Thiovit microbilles et Ovipron compatible avec Microthiol Spécial. Attention phytotoxique si température > 30°C		3 jours	Contact, agit par asphyxie. Traiter par temps couvert. Dosage réduit à 0,5l/hl si on fait ruisseler beaucoup	Pas toxique auxiliaire	Autorisé toutes cultures, autorisé agrume, Alternative biologique, dossier techn., PFI
Sels de potasse d'acide gras (savon)	biohower de Biobest, BioSoap de Koppert	cochenille, pucerons, ac. Rouges, psylles, aleurodes, etc.	Utilisé seul ou en adjuvant de bouillie	pas de persistance	2 jours	contact, destruction de la couche de cire de la cuticule des insectes.	pas à peu toxique	Alternative biologique. Homologué actuellement pour nettoyer la fumagine. PFI
méthidathion	Ultracide 20 (bouillie ou liquide), Suprathion	efficace sur les pullulation de cochenille de l'hibiscus (elles sont devenues rares sur agrume)	favorise les tétranyques. Traiter max. une fois par mois et sur cochenille farineuse, parfois phytotoxique.		15 jours	organophosphoré	Toxique, persistance de la toxicité élevée (à long terme), favorise les tétranyques.	Autorisé agrume jusqu'au 30 juin 2007 , dossier techn., Produit à éviter.

Les fourmis élèvent les cochenilles, les pucerons et autres insectes à miellat. Les fourmis peuvent gêner l'action des auxiliaires. Lutter contre les fourmis permet de diminuer les cochenilles.

*WI Phytoservices, malgré tout le soin apporté à ces tableaux, ne saurait être tenu pour responsable de toute erreur ou omission dans les données et de l'utilisation qui pourrait en être faite, celle-ci restant sous la responsabilité de l'utilisateur.

Lutte contre les ravageurs sur jeunes pousses

Les pucerons (*Toxoptera citricida*, *Aphis spiraeicola*, *Aphis gossypii*) : on lutte rarement contre les pucerons sur agrumes car nombreux insectes utiles

M.A 	Quelques spécialités commerciales	Efficacités et ravageurs ciblés	Remarques sur le produit	Persistance	Dar (délais avant récolte)	Mode d'action (famille)	Toxicité sur auxiliaires	Autorisations et autres études
lambda cyhalothrine	karaté avec Zéon, Karaté express	cicadelle verte, thrips, (pucerons), mineuse, noctuelle défoliatrices	Favorise les acariens rouges. Autorisé en floraison. Bonne persistance même en conditions chaudes et ventées	persistance de 3 à 4 semaines	(7 à)14 jours	Pyréthroïde de synthèse, non spécifique, contact/ingestion, action sur transmission axonale.	Favorise les résistances, toxique sur les auxiliaires, persistance de la toxicité élevée	Autorisé agrume et PFI avec restriction ou traitement localisé.
sels de potasse d'acide gras (savon)	bioshower de Biobest, BioSoap de Koppert	cochenille, pucerons, ac. Rouges, psylles, aleurodes, etc.	Utilisé seul ou en adjuvant de bouillie	pas de persistance	2 jours	contact, destruction de la couche de cire de la cuticule des insectes.	pas à peu toxique	Alternative biologique. Homologué actuellement pour nettoyer la fumagine.
roténone	Phytrol, Rote-mac, Roténobiol, cubérol	pucerons, chenille		1 à 3 jours	2 jours	Roténoïde	Peu toxique car dégradation rapide	Alternative biologique. PFI
Pyrèthre naturel et roténone	Biophytoz I2, Insectes nuisibles PRO 12	pucerons, chenilles		1 à 3 jours	2 jours		Peu toxique car dégradation rapide	Alternative biologique. PFI

La mineuse (*Phyllocnistis citrella*) : sur pépinière et jeunes vergers (à la plantation) seulement !!!!! En verger adulte, pas besoin de traitement contre la mineuse.

M.A 	Quelques spécialités commerciales	Efficacités et ravageurs ciblés	Remarques sur le produit	Persistance	Dar (délais avant récolte)	Mode d'action (famille)	Toxicité sur auxiliaires	Autorisations et autres études
	tebufenozide	confirm, Mimic	mineuse (lépidoptère)	sur larves de lépidoptère. Pas d'action sur les adultes	14 jours	Ingestion essentiellement, contact	pas toxique	Autorisé agrume, PFI, les mineuses peuvent occasionner des dégâts sur les pépinières et jeunes vergers. Ne pas traiter en verger adulte
	Abamectin	Agri-mec	Acariens (phytopte, tarsonèmes, ac. rouges), psylle. Action freinatrice sur thrips.	Tue larves et adultes uniquement. L'adjonction d'un adjuvant homologué optimise la répartition du produit.	3 à 6 se.	10 jours	Action translaminaire, Ingestion, contact	

Autres produits homologués

Noctuelle (Ce ravageur ne cause pas de dégâts mais les produits cités sont autorisés sur la culture)

M.A	Quelques spécialités commerciales	Efficacités et ravageurs ciblés	Remarques sur le produit	Persistance	Dar (délais avant récolte)	Mode d'action (famille)	Toxicité sur auxiliaires	Autorisations et autres études
								
lambda cyhalothrine	karaté avec Zéon, Karaté express	cicadelle verte, thrips, (pucerons), mineuse, noctuelle défoliatrice	Favorise les acariens rouges. Autorisé en floraison. Bonne persistance même en même en cds chaudes et ventées	persistance de 3 à 4 semaines	(7 à)14 jours	Pyréthroïde de synthèse, non spécifique, contact/ingestion, action sur transmission axonale.	Favorise les résistances, toxique sur les auxiliaires, persistance de la toxicité élevée	Autorisé agrume et PFI avec restriction ou traitement localisé.
Alphaméthrine	Bestseller, Astor, Clameur, fastac, etc.	Pucerons, noctuelle défoliatrice			15 jours	Pyréthroïde de synthèse, non spécifique, contact/ingestion, action sur transmission axonale	Favorise les résistances, toxique sur les auxiliaires, persistance de la toxicité élevée	autorisé toute culture, PFI avec restriction ou traitement en localisé
Deltaméthrine	Décis	noctuelles défoliatrices, pucerons	favorise les acariens rouges	3 à 4 se.	14 jours			
Cyperméthrine	Cyplan, Cythrine, Cyperfor, Aphicar, etc.	Noctuelles (pucerons, psylles)	favorise les acariens rouges		15 jours			
Tau-fluvalinate	Klartan, Mavrik Flo, Talita	noctuelles, pucerons, (cochenilles)	action acaricide		21 jours			

Fourmis : attention, elles élèvent les insectes du verger responsable de la fumagine (cochenilles, pucerons et psylles) !!!

M.A	Quelques spécialités commerciales	Efficacités et ravageurs ciblés	Remarques sur le produit	Persistance	Dar (délais avant récolte)	Mode d'action (famille)	Toxicité sur auxiliaires	Autorisations et autres études
								
Calebasse	Piégeage en déposant une calebasse mûre sur le trajet des fourmis	fourmis manioc					pas toxique	Méthode traditionnellement utilisée en Guadeloupe
Glue arboricole	Entourer le tronc de l'arbre avec de la glue.	Fourmis				Barrière physique	pas toxique	Utilisé en arboriculture fruitière. Moyen naturel, PFI
Fipronil	Blitz	Granulés pour fourmis manioc	Traitement du sol			Phénylpyrazole, contact et ingestion	très toxique	autorisé toute culture, insecte du sol, PFI avec restriction
Diazinon	Basudine, Knox out	Fourmis	Traiter au sol.	8 jours	21 jours	contact, ingestion	très toxique auxiliaire	autorisé toute culture, insecte du sol, PFI avec restriction

Sources : e-phy (internet), l'index phyto ACTA 2006, "Les auxiliaires des cultures fruitières" (CIRAD - Réunion).

"Les agrumes" (dossier technique - économique de la Chambre d'Agriculture de la Réunion 2002, "Koppert Side Effect List", "Choix des produits en verger" dossier Phytoma fev.2005

Lutte contre les maladies cryptogamiques : Maladies diverses : Greasy Spot, le scab et la mélanose (en période humide)

M.A		Quelques spécialités commerciales	Efficacités et ravageurs ciblés	Remarques sur le produit	Persistance	Dar (délais avant récolte)	Mode d'action (famille)	Toxicité sur auxiliaires	Autorisations et autres études
mancozèbe		dithane neotech	Scab, Anthracnose, Phytophthora sur fruits, maladies diverses, freine les acariens	Efficacité indépendante de la température	bonne	21 jours	Carbamate, préventif de contact inhibant la germination des spores.	peu toxique sauf sur Champignons entomopathogènes	autorisé agrume, PFI

Les produits cupriques sont efficaces en application préventive au cours des poussées végétatives ou durant le grossissement du fruit et en période chaude et pluvieuse.

Voici quelques matières actives à base de Cu (liste non exhaustive car existe de nombreuses spécialités à base de Cu)

Cuivre du Sulfate	Bouillie bordelaise	Anthracnose, Scab, etc.	préventif de contact		non donné	Cuivre	pas toxique sauf sur Champignons entomopathogènes	Alternatives biologique, PFI.
Oxychlorure de Cu	cupravit, callicuivre, etc.		préventif de contact					
Hydroxyde de Cuivre	Gypsy 50, Kocide 101 PM, etc.		préventif de contact, les produits à base d'Hydroxyde de Cu résistent bien à la pluie					
Oxyde cuivreux	Nordox	Anthracnose, Scab, etc.	préventif de contact		21 jours	Cuivre	pas toxique sauf sur Champignons entomopathogènes	PFI.

Phytophthora sp. (gommosse parasitaire de l'arbre): en préventif 2 à 3 fois par an selon la zone.

Fosétyl-Al	aliette	gommosse	Traitement préventif 2 à 3 fois/an selon la zone. A renouveler en cas de cyclone au sol et sur charpentièr. En cas de début de gommosse sur arbre, grattage et badigeonnage des parties malades.	ne pas mélanger avec des produits à base de Cu ou engrais foliaire.	21 jours	systémique, Monoéthyl phosphite métallique	Peu à pas toxique	autorisé agrume, PFI
------------	---------	----------	--	---	----------	--	-------------------	----------------------

Pourriture à Phytophthora sp. sur fruit.

Fosétyl-Al	aliette	gommosse	Traiter en période de jeunes pousses ou pour protéger les fruits durant le grossissement. Un mois avant la récolte (ou si saison humide).	ne pas mélanger avec des produits à base de Cu ou engrais foliaire.	21 jours	systémique, Monoéthyl phosphite métallique	Peu à pas toxique	autorisé agrume, PFI
mancozèbe	dithane neotech	Scab, Anthracnose, Phytophthora sur fruits, maladies diverses, freine les acariens	Efficacité indépendante de la température	bonne	21 jours	Carbamate, préventif de contact inhibant la germination des spores.	peu toxique sauf sur Champignons entomopathogènes	autorisé agrume, PFI

*VI Phytoservices, malgré tout le soin apporté à ces tableaux, ne saurait être tenu pour responsable de toute erreur ou omission dans les données et de l'utilisation qui pourrait en être faite, celle-ci restant sous la responsabilité de l'utilisateur.

**Ces données ne comprennent pas les produits homologués pour le traitement du sol (sauf concernant la fourmi - manioc)

Sources : e-phy (internet), la liste positive de l'annexe II-B du règlement CE n° 2092/91 modifié, l'index phyto ACTA 2006, "Les auxiliaires des cultures fruitières" (CIRAD - Réunion),

"Les agrumes" (dossier technico - économique de la Chambre d'Agriculture de la Réunion 2002, "Koppert Side Effect List", "Choix des produits en verger" dossier Phytoma fev.2005

Agriculteur :

Parcelle :

Date :

Espèces :

variétés

Stade phénologique :

Organe observé :		Flushes et floraison		Grossissement des fruits								Autres (maladies, etc.)	
		Pucerons		Cochenilles						Acariens rouges	fumagine		
		sur Flush		tronc, branche	feuilles ou rameaux		feuilles				feuilles	% de l'arbre	
		pucerons verts	pucerons bruns	cochenille du tronc	Coccus viridis	Icerya purchasi (c.austr.)	Orthezia praelonga (se déplace)	Florina probosidaria (n. et bl)	Lepidosaphes beckii (fe âgée)	Chrysomphalus adonidum (pou)		fumagine	
arbre 1	éch. 1												
	éch. 2												
	éch. 3												
	éch. 4												
arbre 2	éch. 1												
	éch. 2												
	éch. 3												
	éch. 4												
arbre 3	éch. 1												
	éch. 2												
	éch. 3												
	éch. 4												
arbre 4	éch. 1												
	éch. 2												
	éch. 3												
	éch. 4												
arbre 5	éch. 1												
	éch. 2												
	éch. 3												
	éch. 4												
arbre 6	éch. 1												
	éch. 2												
	éch. 3												
	éch. 4												

Suivi binoculaire des acariens dépréciant les fruits.

Agriculteur :

Date :

Espèces :

Annexe 1 (suite)
Variété

		Phytopte	tarsonème	diamètre/longueur des fruits		Autres
arbre 1	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 2	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 3	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 4	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 5	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 6	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 7	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 8	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 9	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 10	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 11	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					
arbre 12	fe.1					
	fe 2					
	fe 3					
	fe 4					

ANNEXE 2

Parcelles de Baillif (Bovis; 250 m)

Mandarine : variété dancy, 1 ha, plantée en 2001

Orange : variété Valencia greffée Citrus volkameriana; 5 ha; planté en 2001

Pomelos : variété Star Ruby, 1 ha, planté en 2001

Stade phénologique : floraison, nouaison, grossissemnt, récolte, repos.

Pomelos 1 ha, Date de plantation : 2001

Date de suivi	Stade phéno	Remarques
18/01/2005	repos	
17/02/2005	repos / petite floraison	
15/03/2005	petite fioraison / récolte	
09/04/2005	gross fruits (1 à 4 cm)	
06/05/2005	floraison, qq fruits (de 1 à 7 cm)	
09/06/2005	nouaison, gross fruits	
04/07/2005	gross fruits (de 4 à 10 cm)	
27/09/2005	gross du fruit l	
25/10/2005	récolte	
15/12/05	récolte	

délai flo / récolte : environ 8 à 9 mois
Flo : février/mars puis mai
Récolte : octobre puis tévrier

Mandarine : Dancy; 1 ha; plantée en 2001

Date de suivi	Stade phéno	Remarques
18/02/2005	repos	
17/03/2005	début floraison	
09/04/2005	floraison + gross fruits	
06/05/2005	gross du fruit (1 à 3 cm)	
09/06/2005	gross du fruit (1 à 4 cm)	
04/07/2005	gross du fruit (2 à 5 cm)	
27/09/2005	goss du fruit	
25/10/2005	récolte	

délai flo / récolte : environ 8 mois
Flo : mars, avril puis juillet / août
Récolte : oct puis janvier

Orange : variété Valencia; 5 ha; planté en 2001

Date de suivi	Stade phéno	Remarques
22/02/2005	repos	
17/03/2005	repos début flush	
09/04/2005	repos / floraison	
06/05/2005	repos / floraison / gross du fruit (1 à 3 cm)	
09/06/2005	flush / gross fruit (2 à 5 cm)	
04/07/2005	gross du fruit (2 à 6 cm)	
25/10/2005	récolte	
15/12/2005	récolte	

délai flo / récolte : environ 7à 8 mois
Flo : avril, mai, juin
Récolte : oct, nov, déce et janvier

ANNEXE 2 (suite 1)

Parcelles de Vieux-habitants (300 m d'altitude)

Trois parcelles suivies : lime, clémentine, orange

Lime : variété Bears greffée sur Citrus Volkameriana, 0,5 ha, Date de plantation : 4 ans d'âge.

Mandarine : Frémont greffées sur Citrus Volkameriana et Citrumello; 1,5 ha; 3,5 ans d'âge

Orange : variété Valencia et washington Navel sur Citrus Volkameriana et Citrumello; 1 ha; 3,5 ans

Stade phénologique : floraison, nouaison, grossissemnt, récolte, repos.

Lime : variété Bears sur Volka, 0,5 ha, Date de plantation : 4 ans d'âge.

Date de suivi	Stade phénologique	Remarques
14/02/2005	repos / floraison	
11/03/2005	fruits 1 à 3 cm	
21/03/2005	gross du fruit1	
28/04/2005	gross du fruit1 + floraison / nouaison	
26/05/2005	fin gross du fruit1, début récolte + gross du fruit2 et nouaison	
29/09/2005	gross du fruit 3 / 4 / 5 cm de lg	
20/10/2005	début récolte	
10/11/2005	récolte	

délai flo / récolte : environ 5 mois
Flo : février puis avril / mai
Récolte : mai / juin puis octobre / nov

Orange : variété Washington Navel et Valencia sur Volka et Citrumello; 1 ha; 3,5 ans

Date de suivi	Stade phénologique	Remarques
28/02/2005	fin récolte / repos	
20/03/2005	début petite flo	
21/04/2005	gross des fruits	
24/05/2005	gross fruit / floraison	
06/10/2005	récolte et gross fruit (3cm diam)	
17/11/2005	récolte (6 à 7 cm) et gross fruit (5 cm diam)	
02/12/2005	récolte (6 à 7 cm) et gross fruit (5 cm diam)	

délai flo / récolte : environ 8 mois
Flo : mars / avril / mai /juin
Récolte : oct puis janvier

Stade phénologique : floraison, nouaison, grossissemnt, récolte, repos.

Mandarine : Frémont greffées sur Citrus Volkameriana et Citrumello; 1,5 ha; 3,5 ans d'âge

Date de suivi	Stade phénologique	Remarques
28/02/2005	récolte / floraison / nouaison	
21/03/2005	flo / fruits (1 à 2 cm)	
21/04/2005	gross fruit (1 à 3 cm)	
24/05/2005	goss fruit (1 à 4 cm)	
06/10/2005	récolte / gross fruit (2 à 4 cm diam)	
17/11/2005	récolte / gross fruit (5 cm diam)	
02/12/2005	récolte	

délai flo / récolte : environ 8 mois
Flo : fév, mars puis juin / juillet
Récolte : oct puis janvier

ANNEXE 2 (suite 2)

Parcelles de sainte-Rose

Lime Thaiti : variété Tahiti greffée sur *Citrus Volkameriana* , 6 ha, Date de plantation : en 2000

Lime Bears : variété Bears greffée sur *Poncirus trifoliata* var.Flying Dragon;

2,5 ha; plantation en 1996/1997

Stade phénologique : floraison, nouaison, grossissemnt, récolte, repos.

Lime Thaiti : variété Tahiti sur Volka, 6 ha, Date de plantation : en 2000.

Date de suivi	Stade phéno	Remarques
01/03/2005	flush / gross fruit	
18/03/2005	flush / gross fruit / fin récolte	hors saison
16/04/2005	gross fruit (1 à 4 cm)	
20/05/2005	floraison / nouaison / gross du fruit / récolte	
07/07/2005	gross fruit et récolte	
14/10/2005	fin récolte	
07/11/2005	récolte	délai flo / récolte : environ 5 mois
nov	floraison	Flo : février /mars, mai puis nov
		Récolte : juillet puis septembre puis mai

Lime Bears : variété Bears sur Flying Dragon; 2,5 ha; plantation en 1996/1997

Stade phénologique : floraison, nouaison, grossissemnt, récolte, repos.

Lime Bears : variété Bears sur Flying Dragon; 2,5 ha; plantation en 1996/1997

Date de suivi	Stade phéno	Remarques
01/03/2005	flor, gross fruit, récolte	
18/03/2005	fin floraison, gross fruit, fin récolte	
16/04/2005	gross fruit (1 à 4 cm)	
20/05/2005	floraison / nouaison	
07/07/2005	gross fruit et récolte	délai flo / récolte : environ 5 mois
14/10/2005	fin récolte	Flo : février/mars puis avril/mai, août; nov/déc
07/11/2005	gross fruit (2 à 7 cm)	
décembre	floraison	

ANNEXE 2 (suite 3)

Deux parcelles suivies suivies à MATOUBA

Lime greffée sur *Citrus Volkameriana* , 1ha, Date de plantation : 3 ans d'âge.

Orange : variété Washington Navel et Valencia greffée sur *Citrus Volkameriana* ; 1 ha; 3,5 ans

Stade phénologique : floraison, nouaison, grossissemnt, récolte, repos.

Lime greffée sur *Citrus Volkameriana* , 1ha, Date de plantation : 3 ans d'âge.

Date de suivi	Stade phénol	Remarques
17/02/2005	floraison	
13/03/2005	gross fruit (1 cm llg)	
14/04/2005	un peu flo, chute de fruits, nouaison	
14/05/2005	floraison un peu / gross fruit	
03/06/2005	floraison / gross fruit	
12/07/2005	récolte / flo / nouaison	
30/09/2005	gross fruit / récolte	
03/11/2005	récolte / gross du fruit / flo	

Floraison peu groupée sauf juin / juillet, nov et février
Récolte un peu toute l'année.

Stade phénologique : floraison, nouaison, grossissemnt, récolte, repos.

Orange : variété Washington Navel et Valencia sur Volka; 1 ha; 3,5 ans

Date de suivi	Stade phénol	Remarques
17/02/2005	floraison	
15/03/2005	nouaison	
14/04/2005	gross fruit	
17/05/2005	gross fruit 2 à 5 cm	
03/06/2005	gross fruit	
12/07/2005	gross fruit	
30/09/2005	récolte	
03/11/2005	récolte	

Floraison en février/mars
Récolte de septembre à novembre
délai flo / récolte : environ 8 mois environ

ANNEXE 3 (suite1)

Trois parcelles suivies sur Vieux-habitants (300 m d'altitude)

Lime : variété Bears sur Volka, 0,5 ha, Date de plantation : 4 ans d'âge.

Mandarine Frémont sur Volka et Citrumello; 1,5 ha; 3,5 ans d'âge

Orange : variété Valencia et Washington Navel sur Volka et Citrumello; 1 ha; 3,5 ans

Lime : variété Bears sur Volka, 0,5 ha, Date de plantation : 4 ans d'âge.

Date de suivi	Stade phénologique	Remarques
janvier 05'	chaud'Algues + 15-7-21	sève
01/02/2005	Aliette+Euphytane+Torque s	
10/02/2005	engrais 11-11-32	gross fruits
17/03/2005	Euphytane + Thiovit	efficacité constatée mais quelques brûlures
03/10/2005	Euphytane + Torque S + Aliette	efficacité constatée

Orange : variété Washington Navel et Valencia sur Volka et Citrumello; 1 ha; 3,5 ans

Date de suivi	Traitements	Remarques
01/03/2005	Euphytane + Torque S + Aliette	
14/03/2005	amendement calco magnésien (physiolith)	
05/09/2005	Euphytane+ Agrimec + Aliette	

mandarine Frémont sur Volka et Citrumello; 1,5 ha; 3,5 ans d'âge

Date de suivi	Stade phénologique	Remarques
01/02/2005	Aliette+Euphytane+Torque s	
15/09/2005	bouillie bordelaise +euphytane + Callifol	
28/09/2005	engrais 15-12-24	30 % de fruits éclatés
		retour des pluies ou engrais mal supportés ?

Remarque :

Produit commercial	Substance active
Aliette	Fosétyl d'Al
Callifol	Dicofol
Euphytane 66	huile blanche de pétrole
Torque s	fenbutatin Oxyde
Thiovit microbille	Soufre micronisé

ANNEXE 3

Baillif (Bovis), 250 m d'altitude

Tois parcelles suivies : mandarine, orange, pomélo.

Mandarine : variété dancy; 1 ha; plantée en 2001

Orange : variété Valencia; 5 ha; planté en 2001 ans

Pomélos : 1 ha; planté en 2001

Pomélos, orange et mandarine

Date de suivi	Traitement	Remarques
17/02/2005	engrais 15-7-21	
23/02/2005	huile + Cu	
11/05/2005	huile + S	
21/06/2005	Huile + aliette + Torque	
24/09/2005	huile + Cu	
28/09/2005	15-4-30	engrais

Remarque :

Produit commercial	Substance active
Aliette	Fosétyl d'Al
Callifol	Dicofol
Euphytane 66	huile blanche de pétrole
Torque s	fenbutatin Oxyde
Thiovit microbille	Soufre micronisé
Bouillie bordelaise	Cuivre du Sulfate

ANNEXE 3 (suite 2)

2 Parcelles à Sainte-Rose

Deux parcelles suivies : lime Taïti et lime Bears

Lime Taïti : variété Tahiti sur Volka, 6 ha, Date de plantation : en 2000 (phéno seulement)

Lime Bears : variété Bears sur Flying Dragon; 2,5 ha; plantation en 1996/1997

Lime Bears et Taïti

Date de suivi	traitements	Remarques
04/01/2005	benlate, bléan bladen	
17/01/2005	engrais 11-11-33	
23/02/2005	animer	
16/05/2005	animer (la Quinoléine)	contre araignées rouges
06/08/2005	animer (la Quinoléine)	
11/10/2005	animer, aliette, basudine	
	engrais Kanieltra	
13/10/2005	engrais 11-11-33	
23/10/2005	Torque s + aliette	

Remarque :	Produit commercial	Substance active	
	Aliette	Fosétyl d'Al	
	Animert	Tétrasul	produit interdit
	Torque s	fenbutatin Oxyde	
	Benlate	Bénomyl	produit interdit

ANNEXE 3 (suite 3)
Parcelles des hauteurs de Matouba
Deux parcelles suivies : lime, orange
Lime sur Volka, 1ha, Date de plantation : 3 ans d'âge.
Orange : variété Washington Navel et Valencia sur Volka; 1 ha; 3,5 ans

Lime : variété ? sur Volka, 1ha, Date de plantation : 3 ans d'âge.

Date de suivi	Stade phénologique	Remarques
RAS		
	aliette sur 2 arbres	

Orange : variété Washington Navel et Valencia sur Volka; 1 ha; 3,5 ans

Date de suivi	Stade phénologique	Remarques
		Lutte contre puceron et fumagine
23/02/2005	trait de 10 arbres à l'huile	mais qq fleurs brûlées
28/02/2005	taille de 10 arbres	

Remarque :

Produit commercial	Substance active
Aliette	Fosétyl d'Al
Euphytane 66	huile blanche de pétrole

Intrant retiré: ANIMERT V.101

Société: LA QUINOLEINE

Numéro d'autorisation: 6200453

Première autorisation: 01/12/1963

Délais d'utilisation :

Délais de distribution :

Retrait Définitif: 01/11/1993

Famille: Produits Phytopharmaceutiques (Produit de référence)

Formulation: POUDRE MOUILLABLE

Composition de la spécialité:

Éthionphos (non autorisée en France) 18. %

Phrases de risque/prudence/toxicologie:

**Phrase de Risque SSCLSANS CLASSEMENT
ABEI NON DANGEREUX POUR LES ABEILLES.**

Commentaires associés à la spécialité:

DEMANDE D'ABANDON PAR LA FIRME

Dose	Unité	Usage	Date référence
0.200 KG/HL	MELON	* TRAIT. PARTIES AERIENNES * ACARIENS SP	01/11/1993
0.200 KG/HL	POMMIER	* TRAIT. PARTIES AERIENNES * ACARIENS	01/11/1993
0.200 KG/HL	ROSIER	* TRAIT. PARTIES AERIENNES * ACARIENS	01/11/1993
0.200 KG/HL	VIGNE	* TRAIT. PARTIES AERIENNES * ACARIENS	01/11/1993

- : Usage autorisé
- : Usage autorisé provisoirement
- : Usage retiré
- : Usage refusé
- : Usage en étude

ANNEXE 5

Sélection / création de papayer tolérant à la bactériose

Annexe 5 :

Rapport d'activité 2005 sur la sélection variétale du papayer en Guadeloupe

Fin de l'ESSAI No 1b : Sélection et croisements au champ sur les hybrides F_1 (Deshaies x Solo) sélectionnés pour leur tolérance (en pépinière) vis-à-vis de la bactériose sur la productivité et la forme des fruits

Remarque : Pour simplifier l'écriture, nous utilisons les initiales des variétés pour désigner les différents croisements : S = Solo ; D = Deshaies ; S x D ou SD = Solo x Deshaies...

Rappel : Pour les croisements, la mère est écrite en premier (ex: pour S x D, le parent femelle est Solo et le parent mâle Deshaies).

Les chiffres désignent des individus Deshaies différents ($D1 \neq D2...$), la variété Solo étant fixée.

Rappel

Cet essai prend place sur la parcelle du Bouchu à Vicux-Habitants. L'essai No1a en pépinière avait permis de sélectionner la famille $D1 \times S$ sur sa tolérance à la bactériose. Les autofécondations avaient ensuite été réalisées directement sur le terrain, en choisissant les papayers les plus productifs et produisant des fruits de forme régulière et non carpelloïdes.

Etat des lieux

Cet essai a permis d'obtenir des back-cross sur Deshaies, ainsi que deux familles de F_2 , dont les parents sont d27 (environ 1776 graines) et e23 (environ 517 graines).

Remarque : Ici, les noms des plants (d27, e23) font référence à leur position sur le terrain (*cf* plan de la parcelle dans le Rapport d'activité 2004).

Des back-cross sur le parent Solo ont été réalisés sur les nouveaux (ajoutés sur la parcelle le 14/08/2004), mais leur forte sensibilité à la bactériose ne nous a pas permis de récolter les fruits qui en résultaient.

Les fiches de caractérisation qui étaient initialement prévues pour décrire les hybrides sélectionnées n'ont pas pu être réalisées en raison de l'état sanitaire des arbres. Néanmoins, les photos des arbres prises donnent une bonne idée de leur aspect et de leur productivité (*cf* Tableau No1).

Perspectives

Les F_2 seront évalués en sur leur tolérance à la bactériose au champ au niveau individuel, avec plusieurs clones par individu F_2 .

Les back-cross ainsi que les F_2 devront servir de matériel de base pour les études de cartographie génétique.

Etant donné qu'il n'a pas été possible cette année d'obtenir des back-cross sur Solo, des micro parcelles (maximum 7 papayers : hybrides F_1 et Solo) ont été plantées chez quelques particuliers dans des endroits abrités du vent, afin de tenter d'obtenir des back-cross.

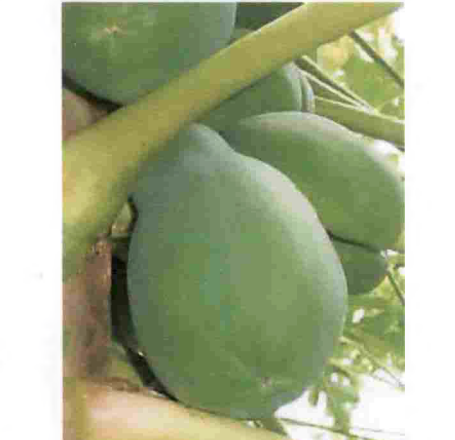
d 2 7	 Arbre (d27) date : 17/08/2004	 Feuille de d27 date : 14/10/2004	 Fructification de d27 date : 14/10/2004	 Fleur hermaphrodite de d27 date : 14/10/2004
e 2 3	 Arbre (e23) date : 17/08/2004	 Feuille de e23 date : 01/02/2005	 Fructification de e23 date : 04/01/2005	 Fruit de e23 date : 04/01/2005

Tableau No1 : Photos des hybrides autofécondés pour la génération F₂

**Fin de l'ESSAI No 2 : Sélection participative :
Evaluation et sélection des variétés en vue de leur fixation
en conditions de culture**

Rappel

Cet essai est mené en sélection participative chez trois agriculteurs, ainsi que sur deux parcelles du CIRAD.

Il a pour objectifs :

- d'une part, l'évaluation de la tolérance à la bactériose du croisement BC_2 par rapport à Deshaies et la sélection des individus les plus productifs
- d'autre part, la sélection des deux familles de $BC \times F_2$ les plus tolérantes à la bactériose, puis au sein de ces deux familles la sélection d'individus possédant des fruits de bonnes qualités gustatives
- enfin, pour les deux variétés, la réalisation d'un cycle de fixation sur les individus sélectionnés.

La parcelle de Neufchâteau avait permis de confirmer le bon niveau de tolérance du croisement BC_2 sur le parent Deshaies face à la bactériose.

Par ailleurs, les deux familles de $BC \times F_2$ qui ont été sélectionnées sur leur tolérance à la maladie en conditions de culture ($(BC)_1 \times (F_2)_1$ et $(BC)_3 \times (F_2)_1$) devaient faire l'objet d'une sélection individuelle à Vieux-Habitants et à St Claude sur la qualité gustative des fruits en terme de papaye dessert.

Etat des lieux

A Vieux-Habitants, deux BC_2 ont été sélectionnés sur leur productivité directement au champ.

D'autre part, des ateliers de dégustation ont été réalisés en février 2005 sur les $BC \times F_2$ de Vieux-Habitants, parmi les deux familles sélectionnées.

Les fruits mûrs de 5 papayers hermaphrodites ont été goûtés par cinq agents et décrits par une fiche de caractérisation. Trois papayers ont été retenus pour leurs qualités pomologiques et gustatives (cf les fiches de caractérisation des papayers sélectionnés en annexe A) : deux appartenant à la famille $(BC)_1 \times (F_2)_1$ et un à la famille $(BC)_3 \times (F_2)_1$.

Des autofécondations ont donc été réalisées sur les cinq papayers sélectionnés. Malheureusement, ils ont été rapidement contaminés par la bactériose et aucun fruit n'a pu être récolté.

La parcelle de St Claude étant déjà très touchée par la bactériose en février, il n'a pas pu y avoir d'autres dégustations de fruits de $(BC)_1 \times (F_2)_1$.

Chez les autres agriculteurs (à Baillif et à St François), aucun individu remarquable n'a été repéré dans les familles $(BC)_6 \times (F_2)_2$ et $(BC)_7 \times (F_2)_2$.

D'autre part, il a été noté une forte hétérogénéité concernant le comportement des Deshaies face à la bactériose. En effet, à Baillif 88% des effectifs ont été affectés par la maladie (c'est-à-dire qu'ils sont malades ou morts) et 48% à St Claude, alors qu'aucun individu Deshaies n'est recensé comme malade ou mort à St François en fin d'essai (mi-avril 2005). Plusieurs hypothèses pourraient expliquer ce constat. La première, c'est que les graines de Deshaies utilisées pour les différentes parcelles ne seraient pas issues des mêmes parents, et exprimeraient ainsi différents niveaux de tolérance face à la bactériose. Par ailleurs, les différences de conditions agro-pédo-climatiques influencent évidemment l'apparition et la dispersion de la maladie. Enfin, on peut supposer qu'après plusieurs années de cycles de croisements entre frères et sœurs, Deshaies manifeste une dépression de consanguinité.

Perspectives

Etant donné les effectifs réduits de BC_2 évalués en 2004, des croisements ont été réalisés, afin de les tester en 2005.

ESSAI Sélection participative 2005 :
Sélection de BC₂ et des BC_{autofécondés} en conditions de culture
en vue de la fixation de ces variétés

Principe de l'essai

Cet essai mené en sélection participative est réalisé grâce à la collaboration des agriculteurs et de la Chambre d'Agriculture de la Guadeloupe.

Il a pour objectifs :

- pour les BC₂ d'une part, la sélection d'individus productifs (pour une papaye légume)
- pour les BC_{autofécondés} d'autre part, la sélection d'individus productifs de type non carpelloïdes (pour une papaye dessert)
- enfin, pour les deux variétés, la réalisation d'un cycle de fixation sur les individus sélectionnés.

La multiplicité des sites permettra également d'observer le comportement des familles dans des conditions agro-pédo-climatiques différentes.

Dispositif expérimental

Matériel végétal

Pour les BC_{autofécondés} (c'est-à-dire (D x DS)_{autofécondé}), les graines proviennent des croisements réalisés sur une parcelle d'essai à Neufchâteau. En effet, de janvier à juin 2004, des autofécondations avaient été réalisées sur certains back-cross (D x DS) (cf Tableau No2). La plantation datant de juillet 2002, les papayers encore vivants manifestaient un bon niveau de tolérance à la bactériose. Les individus hermaphrodites autofécondés avaient été sélectionnés sur leur aspect (qui traduisait leur comportement face à la bactériose), la productivité et la forme des fruits) (cf Tableau No3).

Famille	Date de fécondation	Date de mise en boîte
Solo	(semences commerciales)	
BC ₂ : D6 x DDS n°5	01/03/2004	14/09/2004
BC ₂ : D11 x DDS n°5	01/03/2004	02/09/2004
BC _{autofécondé} : (DDS n°8) _{autofécondé}	20/02/2004	19/08/2004
	03/03/2004	19/08/2004
	03/03/2004	14/09/2004
	16/03/2004	02/09/2004
	16/03/2004	14/09/2004
BC _{autofécondé} : (DDS n°13) _{autofécondé}	03/03/2004	14/09/2004
	03/03/2004	19/09/2004
	29/03/2004	14/09/2004
BC _{autofécondé} : (DDS n°17) _{autofécondé}	20/02/2004	13/08/2004
	20/02/2004	18/08/2004
	03/03/2004	14/09/2004

Tableau No2 : Origine des graines pour la sélection participative

Les BC₂ (c'est-à-dire D x DDS) proviennent de fécondations artificielles réalisées en mars 2004 sur la parcelle d'essai de 2000 de Vieux-Habitants). Les parents femelles Deshaies pour D6 x DDS n°5 et D11 x DDS n°5 sont respectivement : D₁B₂(5) et D₁B₄(9) (Rappel : D(x)= période de plantation –juillet ou octobre 2000- ; B(y)=numéro de bloc par croisement par date de plantation ; (z)= numéro du papayer dans le bloc)

Les semences ont été récoltées au maximum 2 mois avant d'être conservées en boîte de Pétri, à 8°C après séchage du mucilage à l'air libre.

Les graines destinées aux agriculteurs ont été semées le 22/11/2004 et celles de Vieux-Habitants le 06/12/2004.

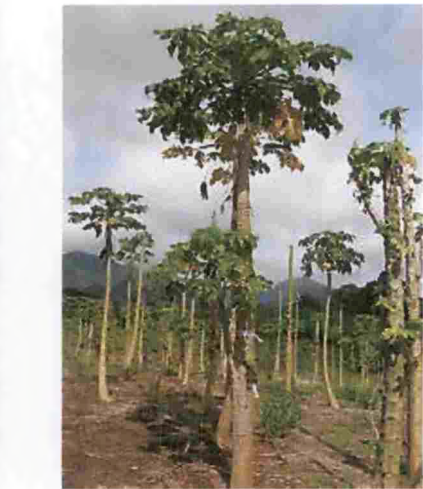
DDS n°8	DDS n°13	DDS n°17
		
Arbre (DDS n°8) date : 06/07/2004	Arbre (DDS n°13) date : 06/07/2004	Arbre (DDS n°17) date : 06/07/2004
		
Fructification de DDS n°8 date : 06/07/2004	Fructification de DDS n°13 date : 06/07/2004	Fructification de DDS n°13 date : 06/07/2004

Tableau No3 : Photos des parents des back-cross autofécondés testés en sélection participative 2005

Parcelles

L'essai prend place sur cinq parcelles différentes : à Baillif, St François, Vernou, Baie-Mahault (Chambre d'Agriculture) et Vieux-Habitants (CIRAD). La répartition des effectifs est la suivante :

	Effectifs				
	Baillif	St François	Vernou	Baie-Mahault	Vieux-Habitants
Solo	5	5	5	5	12
BC ₂ : D6 x DDS n°5	52	54	50	51	44
BC ₂ : D11 x DDS n°5	0	0	0	0	48
(DDS n°8) _{autofécondé}	100	97	60	86 puis 96	92
(DDS n°13) _{autofécondé}	103	98	52	99	93
(DDS n°17) _{autofécondé}	100	98	55	103	93

Remarque : Lors de la plantation à Baie-Mahault, tous les trous n'étant pas prêts, 10 plants de (DDS n°8)_{autofécondé} ont été rajoutés ultérieurement.

Les papayers sont transplantés sur les parcelles selon le planning suivant :

	Date de plantation
Baie-Mahault	03/02/2005
Baillif	10/02/2005
St François	15/02/2005
Vernou	18/02/2005
Vieux-Habitants	10/03/2005

Chez les agriculteurs ainsi qu'à la Chambre d'Agriculture, les différents croisements ou familles sont regroupés par blocs, sauf pour le cultivar Solo dont les individus sont répartis sur l'ensemble de la parcelle, afin de servir d'indicateurs lors de l'arrivée de la bactériose dans une zone du terrain.

A Vieux-Habitants, les différents croisements sont répartis en carré latin, excepté pour les BC₂, qui sont considérés comme un seul croisement, étant donné les effectifs réduits (cf figure No1).

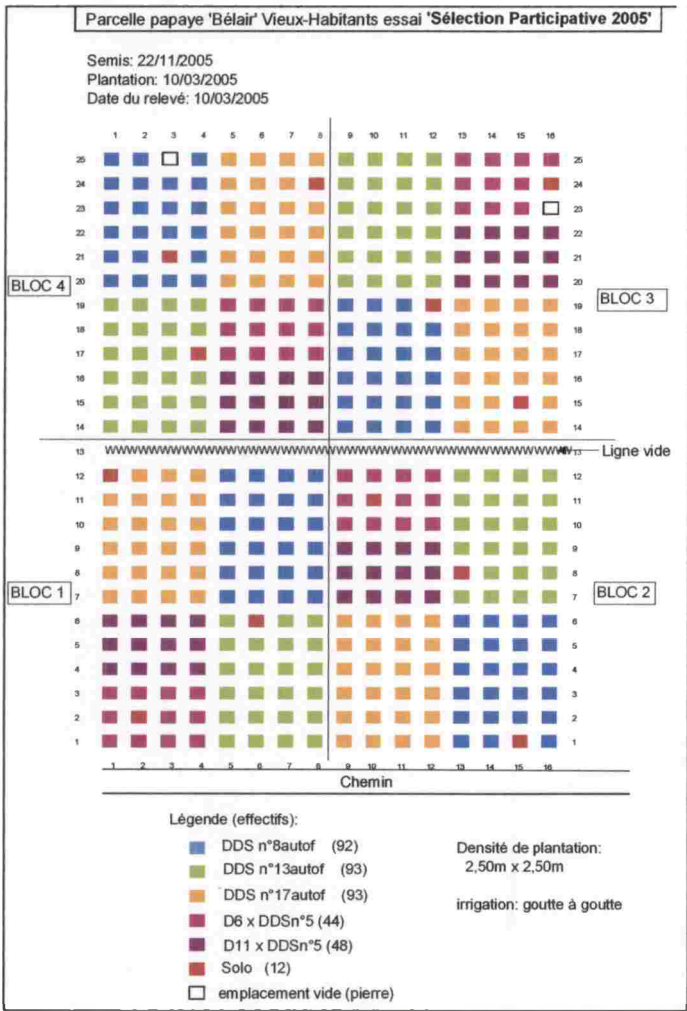


Figure No1 : Pan de la parcelle sélection participative à Vieux-Habitants

Quelques caractéristiques des parcelles sont détaillées dans le Tableau No4.

	Densité entre les papayers	Système d'irrigation	Cultures associées
Baie-Mahault	≈ 2,50m x 2,70m	goutte à goutte	cultures maraîchères en inter-rang : patates douces, haricots verts, choux, madères
Baillif	6m x 2m	aspersion	une ligne d'agrume entre 2 lignes de papayers
St François	3,20m x 2,50m	goutte à goutte	(non)
Vernou	(à préciser)	(à préciser)	baselle
Vieux-Habitants	2,50m x 2,50m	goutte à goutte	(non)

Tableau No4 : Quelques caractéristiques des parcelles de sélection participative

Suivi des parcelles

Environ une fois par mois, une visite est réalisée sur chaque parcelle. Les effectifs manquants ou malades sont repérés, et quelques conseils sont dispensés aux agriculteurs si besoin concernant l'entretien de la culture.

Résultats préliminaires

L'essai est actuellement en cours. On peut noter cependant depuis la plantation plusieurs faits marquants qui peuvent influencer l'issue de l'essai, ainsi que quelques résultats préliminaires (cf Tableau No5).

La parcelle de St François se montre peu propice à la bactériose, aussi bien pour l'apparition des premiers symptômes (semaine 21 après la plantation) que pour la dispersion de la maladie, en dépit d'une présence importante de l'inoculum (liée à la proximité de la parcelle d'essai 'Sélection participative 2004'). En effet, sur l'ensemble des croisements, seuls 3% des DDS n°13_{autofécondé} sont malades (pas de morts), 25 semaines après la plantation. Ces premiers résultats sont surprenants, car la parcelle est assez ventilée ; cependant la bactérie ne peut se propager sans la présence d'eau, et le climat est ici à dominante sèche, comparé aux autres parcelles.

C'est la parcelle de Baillif qui est la plus affectée par la bactériose : 55% de DDS n°8_{autof} touchés (en regroupant les malades et les morts par la maladie) et 54% pour les DDS n°17_{autof} en semaine 29 après la plantation. Ce dernier croisement compte également beaucoup de victimes à Baie-Mahault (27%) (30^{ème} semaine). Ces résultats sont cependant à tempérer, car les relevés sur ces deux parcelles ont été réalisés entre 4 à 11 semaines plus tard que ceux des trois autres : la situation a sûrement évolué depuis sur ces dernières. On peut donc supposer que les 32% de DDS n°13_{autof} touchés à Vieux Habitants (19 semaines après la plantation) sont aujourd'hui bien supérieurs. On ne peut pas tirer de conclusion sur une éventuelle sensibilité d'une famille de back-cross autofécondés par rapport à une autre.

A Vernou, la bactériose est apparue de manière plus précoce : 15^{ème} semaine après la plantation. Cependant, on note une lente dispersion de la maladie : seuls 2% de papayers malades pour les back-cross autofécondés en semaine 23. L'hypothèse selon laquelle l'enherbement ralentirait la propagation de la bactérie est à considérer avec réserve, car là aussi le relevé est moins tardif que sur les autres parcelles.

A l'heure actuelle, on ne note pas de différence bien marquée entre le comportement des back-cross autofécondés et des back-cross 2.

Globalement, il est assez surprenant de noter que les Solo sont faiblement touchés par la bactériose, excepté à Vernou (20% de malades en semaine 23). En revanche, on a remarqué que la bactériose apparaissait sur une parcelle le plus souvent par plusieurs « tâches » localisées parmi les back-cross autofécondés (ce que l'on observe notamment à Vieux-Habitants, où le dispositif en carré latin permet de l'affirmer). Etant donné d'autre part les effectifs réduits et la dispersion des Solo sur les parcelles d'essai, il est probable que les contaminations primaires se répartissent de manière relativement « aléatoire » sur l'ensemble de la parcelle (restant quand même liées à l'état physiologique et sanitaire des plantes) et non de manière ciblée sur le cultivar sensible.

	1ers boutons floraux	1ers symptômes	BACTERIOSE												Autres remarques
			% plantes malades						% plantes mortes						
			D6 x DDS n°5	D11 x DDS n°5	DDS n°8 _{subif}	DDS n°13 _{subif}	DDS n°17 _{subif}	Solo	D6 x DDS n°5	D11 x DDS n°5	DDS n°8 _{subif}	DDS n°13 _{subif}	DDS n°17 _{subif}	Solo	
Baie-Mahault	(non renseigné)	Sem. 11 21/04/05	17%	/	8%	17%	21%	0%	2%	/	2%	2%	6%	0%	- Parcelle mal entretenue : besoin d'eau et de fertilisation => morts (non causées par la bactériose)
Baillif	(non renseigné)	Sem. 10 19/04/05	0%	/	32%	13%	13%	0%	1%	/	22% + 1% coupés*	9% + 8% coupés*	28%+ 13% coupés*	0%	- Parcelle bien entretenue
St François	(non renseigné)	Sem. 21 12/07/05	0%	/	0%	3%	0%	0%	0%	/	0%	0%	0%	0%	- Début mai : problèmes de champignons => 10 morts - Productivité très faible pour les BC _{autoécodé} , moyenne pour les BC ₂ et les Solo
Vernou	Sem. 11 04/05/05	Sem. 15 03/06/05	0%	/	0%	2%	2%	20%	0%	/	0%	0%	0%	0%	- Parcelle mal entretenue : besoin de désherbage et de fertilisation
Vieux-Habitants	Sem. 7 28/04/05	Sem. 5 14/04/05	7%	2%	8%	32%	8%	0%	7%	4%	5%	0%	9%	8%	- Affaiblissement important en début de culture (attaques de tarsonèmes) - Première quinzaine de mai : beaucoup de papayers morts en raison de champignons => remplacement des plants morts (≈ 20) - Début juin : excédent d'eau par endroits

Tableau No5 : Récapitulatif des résultats préliminaires observés sur les différentes parcelles en sélection participative

Notes pour lire le tableau :

*A Baillif, certains papayers malades ont été coupés par l'agriculteur, afin de freiner la dispersion de la bactériose.

Les dates '1ers boutons floraux' et '1ers symptômes' sont le nombre de semaines après la plantation, suivi de la date.

Les pourcentages de plantes malades et mortes par la bactériose sont basés sur les relevés des dates suivantes :

	Date	Semaines après la plantation
Baie-Mahault	fin août 2005	≈ 30
Baillif	fin août 2005	≈ 29
St François	09/08/2005	25
Vernou	26/07/2005	23
Vieux-Habitants	19/07/2005	19

Distribution de matériel végétal aux agriculteurs

Principe

Ce volet n'est pas un essai à proprement parler. Il consiste à distribuer le matériel végétal qui n'a pas été utilisé pour l'expérimentation.

A la demande des agriculteurs, des plants ou des semis leur ont été fournis (cf Tableau No6).

Agriculteur	Téléphone	Parcelle concernée	Matériel confié
MIANNAY Eric	05 90 26 51 37	0.5ha Vernou	Plants restants de la sélection participative : BC _{autofécondés}
NAVAIL Christophe (GAEC de Chabert)	06 90 86 28 78	0.5ha Petit Canal (irrigation par goutte à goutte)	850 graines de BC ₂ (D3xDDSNo5) le 25/01/2005
BERTAUD	06 90 54 68 13	0.5ha (entre St Claude & Matouba)	900 graines de BC ₂ (D9xDDSNo2) semaine 9
PYREE Patrick	05 90 80 11 04	≈ 4000m ² St Claude(vers Matouba)	≈140 graines de BC ₂ : (D11xDDSNo5) semaine 9
Chambre d'agriculture		Baie Mahault	Plants restants de la sélection participative : BC _{autofécondés}
PAJESY André	05 90 98 06 23	Pointe Noire	Plants restants de la sélection participative : 50 plants de BC _{autof} : (DDS _{autof} No8) + 50 plants de BC ₂ : (D6xDDSNo5) semaine 9
BILLY René	06 90 56 02 52	Trois Rivières (La Regrettée)	400 graines de BC ₂
GIORGI Muriel	06 90 55 42 29	St François (1ha)	Plants restants de la sélection participative : plants de BC _{autof} DDS _{autof} No8 et No13

Tableau No6 : Récapitulatif du matériel confié et contact des agriculteurs

Le but est ici d'assurer la continuité de la culture chez les agriculteurs, mais également d'entretenir la demande au niveau local.

BIOLOGIE MOLECULAIRE :

Suite de l'Analyse de la diversité génétique des papayers antillais

Rappel

Cette étude de la diversité génétique a pour but d'établir les filiations qui existent entre les papayers de l'arc antillais à l'aide de marqueurs microsatellites. Le but de cette analyse est de rattacher cette étude avec celle effectuée par John Ocampo sur des accessions d'Amérique Centrale et du Sud afin d'établir la phylogénie des papayers de la zone caribéenne.

Erratum du Rapport d'activité 2004

Pour la PCR :

Etape 1 : 4 min à 94°C

Etape 2 : 30 sec à 94°C

Etape 3 : 1 min à 50°C

Etape 4 : 1 min à 72°C

Etape 5 : 34 cycles (et non 35) à partir de l'étape 2

Etape 6 : 8 min à 72°C

Etape 7 : 10°C pendant 2h (durée pas importante)

Changement de méthode

A partir de février 2005, le protocole des manipulations a changé en raison de l'arrivée de la radioactivité au laboratoire.

Les amorces et les marqueurs de taille sont dorénavant marquées au Phosphore 33.

Le protocole est détaillé en annexe B.

Etat des lieux

Toutes les amorces ont été passées (15 au total) et les vérifications sont à ce jour terminées.

Il reste maintenant à interpréter les résultats.

Annexe A
Fiches de caractérisation pour les ateliers de dégustation

FICHE DE CARACTERISATION DES PAPAYES DESSERT BCxF₂
(sur pieds hermaphrodites)
Parcelle de Bélair, Vieux Habitants

Date de la caractérisation : 17/02/2005

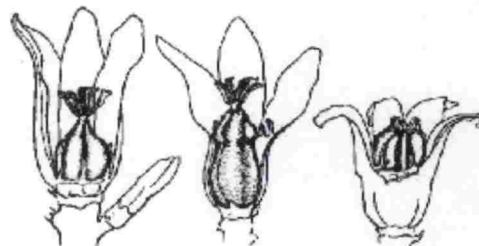
Famille : ☐ (BC)₁ x (F₂)₁
☒ (BC)₁ x (F₂)₁

No du papayer sur la parcelle : G23

Nombre de fruits caractérisés pour ce papayer : 1

DESCRIPTION RAPIDE DE LA PRODUCTION DU PAPAYER (sur le terrain)

Fructification : ☒ Importante ☐ Moyenne ☐ Faible
Calibre des fruits homogènes sur l'arbre : ☒ Oui ☐ Non
Taille des fruits : ☐ Petit ☒ Moyen ☐ Gros ☐ Enorme
Type(s) des fruits : ☒ 'elongata' ☐ 'pendatria' ☐ 'carpelloïde'



'pendatria'

'elongata'

'carpelloïde'

ASPECT DES FRUITS

Couleur et apparence de l'épiderme : orange

Poids du fruit : 523g

Mesure d'un fruit : Longueur : 17cm Diamètre (là où le fruit est le + gros) : 9cm

Epaisseur de la chair (au + gros) : 1.6cm

Couleur de la chair : orange

Nombre de graines : 343

Poids des graines : 28.2g

GOUT ET SAVEUR DES FRUITS

Indice réfractométrique (là où la chair est la + épaisse, faire une moyenne si l'indice est ≠ entre les 2 côtés) : 16.8° brix

Arôme (odeur) : ☐ Agréable ☒ Prononcé ☐ Fort

Goût (équilibre sucre/acidité) : ☒ Bon ☐ Mauvais

Goût du fruit : ☐ Fade ☐ Amer ☐ Aigre ☐ Acide ☒ Sucré ☐ Astringent ☒ Autres : très parfumé (nasal)

Texture de la chair : ☐ Ferme ☐ Molle ☒ Fondante ☐ Fibreuse ☐ Granuleuse ☐ Pâteuse ☐ Farineux ☐ Autres :

.....

Goût et saveur du fruit (impression générale) : ☒ Excellent ☐ Bon ☐ Passable ☐ Mauvais

Remarques éventuelles (+ papayer sélectionné ou non ?) :

Fruit juteux, goût de fleur d'oranger

Photos : arbre & fruits.



Arbre (G23)



Feuille de G23



Fleur hermaphrodite de G23



Fructification de G23



Fruit mûr de G23



Coupe d'un fruit mûr de G23

FICHE DE CARACTERISATION DES PAPAYES DESSERT BCxF₂
(sur pieds hermaphrodites)
Parcelle de Bélair, Vieux Habitants

Date de la caractérisation : 17/02/2005

Famille : ☒ (BC)₁ x (F₂)
☐ (BC)₂ x (F₂)

No du papayer sur la parcelle : G10

Nombre de fruits caractérisés pour ce papayer : 1

DESCRIPTION RAPIDE DE LA PRODUCTION DU PAPAYER (sur le terrain)

Fructification : ☐ Importante ☐ Moyenne ☐ Faible

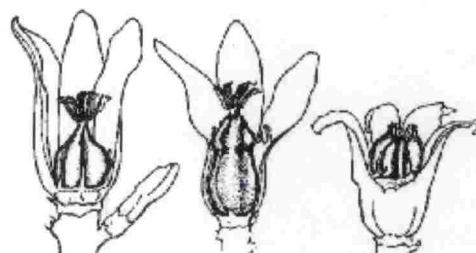
Calibre des fruits homogènes sur l'arbre : ☐ Oui ☐ Non

Taille des fruits : ☐ Petit ☐ Moyen ☐ Gros ☐ Enorme

Type(s) des fruits : ☐ 'elongata' ☐ 'pendatria' ☐ 'carpelloïde'

L'arbre a été coupé le 22/02/2005 car contaminé par la bactériose

Nous n'avons pas pu faire la description du papayer.



3 Types de fleurs/fruits hermaphrodites
'pentadria' 'elongata' 'carpelloïde'

ASPECT DES FRUITS

Couleur et apparence de l'épiderme (là où la chair est la + épaisse, faire une moyenne si l'indice est ≠ entre les 2 côtés) : orange

Poids du fruit : 484g

Mesure d'un fruit : Longueur : 17.7cm Diamètre (là où le fruit est le + gros) : 7.3cm

Epaisseur de la chair (au + gros) : 2cm

Couleur de la chair : orange

Nombre de graines : 562

Poids des graines : 43.2g

GOUT ET SAVEUR DES FRUITS

Indice réfractométrique : 12.4° brix

Arôme (odeur) : ☒ Agréable ☐ Prononcé ☐ Fort

Goût (équilibre sucre/acidité) : ☒ Bon ☐ Mauvais

Goût du fruit : ☒ Fade ☐ Amer ☐ Aigre ☐ Acide ☒ Sucré ☐ Astringent ☐ Autres :

Texture de la chair : ☐ Ferme ☐ Molle ☐ Fondante ☐ Fibreuse ☐ Granuleuse ☐ Pâteuse ☒ Farineux ☐ Autres :

Goût et saveur du fruit (impression générale) : ☐ Excellent ☐ Bon ☒ Passable ☐ Mauvais

Remarques éventuelles (+ papayer sélectionné ou non ?) :

Le fruit goûté était un peu trop mûr, à regoûter avec une papaye moins avancée.

Papayer retenu.

Photos : arbre & fruits.

L'arbre a été coupé le 22/02/2005 car contaminé par la bactériose. Nous n'avons pas pu prendre de photos du papayer.



Fruit mûr de G10



Coupe d'un fruit mûr de G10

FICHE DE CARACTERISATION DES PAPAYES DESSERT BCxF₂ (sur pieds hermaphrodites) Parcelle de Bélair, Vieux Habitants

Date de la caractérisation : 17/02/2005

Famille : ☒ (BC)₁ x (F₂)₁
☐ (BC)₂ x (F₂)₁

No du papayer sur la parcelle : M12

Nombre de fruits caractérisés pour ce papayer : 1

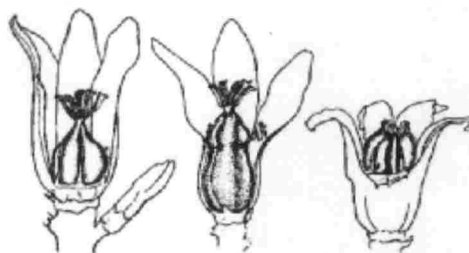
DESCRIPTION RAPIDE DE LA PRODUCTION DU PAPAYER (sur le terrain)

Fructification : ☐ Importante ☒ Moyenne ☐ Faible

Calibre des fruits homogènes sur l'arbre : ☒ Oui ☐ Non

Taille des fruits : ☒ Petit ☐ Moyen ☐ Gros ☐ Enorme

Type(s) des fruits : ☒ 'elongata' ☐ 'pendatria' ☐ 'carpelloïde'



3 Types de fleurs/fruits hermaphrodites
 'pendatria' 'elongata' 'carpelloïde'

ASPECT DES FRUITS

Couleur et apparence de l'épiderme : orange

Poids du fruit : 465g

Mesure d'un fruit : Longueur : 15.9cm Diamètre (là où le fruit est le + gros) : 7.8cm

Epaisseur de la chair (au + gros) : 1.8cm

Couleur de la chair : orange

Nombre de graines : 677

Poids des graines : 53.9g

GOUT ET SAVEUR DES FRUITS

Indice réfractométrique (là où la chair est la + épaisse, faire une moyenne si l'indice est ≠ entre les 2 côtés) : 12.2° brix

Arôme (odeur) : ☒ Agréable ☐ Prononcé ☐ Fort

Goût (équilibre sucre/acidité) : ☒ Bon ☐ Mauvais

Goût du fruit : ☐ Fade ☐ Amer ☐ Aigre ☐ Acide ☒ Sucré ☐ Astringent ☐ Autres :

Texture de la chair : ☐ Ferme ☐ Molle ☒ Fondante ☐ Fibreuse ☐ Granuleuse ☐ Pâteuse ☐ Farineux ☐ Autres :

Goût et saveur du fruit (impression générale) : ☐ Excellent ☒ Bon ☐ Passable ☐ Mauvais

Remarques éventuelles (+ papayer sélectionné ou non ?) :

Le fruit goûté est un peu trop mûr.

Papayer retenu.

Photos : arbre & fruits.



Arbre (M12)



Feuille de M12



Fleur hermaphrodite de M12



Fructification de M12



Fruit mûr de M12



Coupe d'un fruit mûr de M12

Annexe B

Protocoles pour la Biologie moléculaire

PCR – STMS ³³P

Toute manipulation de ³³P nécessite l'accord d'une des personnes radio-compétentes.

Si nécessaire relisez les règles de bonne conduite, en particulier :

METTRE blouses et chaussures vertes, lunettes, BADGE et GANTS

Marquage terminal de l'amorce au γ ATP 33 :

Marquer tube 1.5mL (Papaye, date, amorce *)

Avant utilisation, agiter doucement tous les produits une fois décongelé, puis centrifuger légèrement avec la centrifugeuse de paillasse

pour 1 plaque PCR

Marquage au γ ATP 33	Cc final	(x20) min conseillé	X 100 (ul) avec P20	X 200 (ul)
H ₂ O up	QSP	14	9.5	19
Tampon kinase 10x (phosphorylation)	1x	2	2	4
Amorce F 100 uM	(0.25 uM) id autre amorce	(min) 1	2.5	5
T4 polynucléotide kinase 10U/ul	0.2U	(min) 1	2	4
γ ATP 33 (embout cotonné)	0.04ul	2	4	8
	Vf=	20	20	40

Agiter avec la pipette (ne pas centrifuger)

Mettre le tube au bain-marie 37°C pdt 1 heure (puis dénaturer à 72°C dans le bloc chauffant 10mn -> + tard)

Rq 1 : Le marquage d'une seule des deux amorces est suffisant. Toutefois, le marquage des deux amorces favorise le sleepage (bandes parasites) pour avoir une échelle de lecture.

Rq 2 : Le volume de marquage doit si possible tjs être entre 20 et 40 ul quel que soit le nombre d'individus à amplifier. => si besoin de +, faire plusieurs fois la manip (plusieurs tubes)

Rq 3 : Si possible marquer des oligos (=amorce) concentrés vers 100uM.

Rq 4 : T4 kinase :

- Fermentas de chez Euromedex, 24 rue des Tuileries BP74684 Souffelweyersheim 67458 Mundolsheim cedex, tel : 03 88 18 07 22, fax : 03 88 18 07 25 ; ref. EK0032 T4 polynucléotide kinase 2500 units prix catalogue 120€, prix négocié 78€.
- Invitrogen : les prix négociés 2005 : T4 polynucléotide kinase 200 units ref 18004010 prix catalogue 102€, prix négocié 41€; 1000units ref 18004028 prix catalogue 384€, prix négocié 121€.
- Amersham : 5' end labeling kit, RPN1509 : 200 unités (20ul à 10unités/ul) de T4 polynucleotide kinase

Sortir les produits pour mix PCR + plaque PCR (si congelée) dans glace pilée.

Marquage du Ladder (30' + tard)

Pour 40ul de solution de ladder

Mélanger à la pipette :

- 8ul de 30-330 bp AFLP DNA ladder (!! sortir de la glace au dernier moment !!)
- 4ul de 5X Exchange Reaction Buffer
- 4ul γ ATP 33 (embout cotonné)
- 4ul T4 polynucleotide kinase (10U/ul)

Donner un coup de centripette puis mettre 10mn (ou +) à 37°C

Arrêter la réaction en mettant 10mn à 72°C (bain sec), en même tps que l'amorce*

Ajouter le même volume c'est-à-dire 20ul de Bleu Stop Acry, puis au frigo

Rq : Ne pas oublier avant le dépôt de dénaturer comme les microsatellites

Rq : Déposer 4-5 ul par puit

Amplification PCR avec l'amorce marquée :

Au préalable, préparer une plaque PCR avec les ADN : 5ul /puits d'ADN à 2 à 10ng/ul soit 10 à 50ng d'ADN par puit.

Rq 1 : les plaques peuvent être préparées à l'avance et stockées à -20°C. Avant utilisation les décongeler et centrifuger légèrement la microplaque.

Rq 2 : ne pas oublier de mettre 5ul d'eau dans le puit témoin négatif.

Agiter puis centrifuger tous les éléments sauf la Taq (même l'amorce*) avant de pipeter.

Mix PCR chaude simplex	Cc final	X 1 (ul)	X 100 (ul)	
Dans tube contenant				
Amorce F * $\square$ ATP 33 *	0.25 uM	0.2	20	
Ajouter (embouts cotonnés):				
H ₂ Oup	QSP Vf=10 ul	2.525	252.5	P200
Tpon 10X (sans MgCl2)	1X	1	100	P200
MgCl2 50 mM	1.5 mM	0.3	30	P200
d NTP (2.5mM)	0.2mM	0.8	80	P200
Amorce R à 100 uM	0.25 uM	0.025	2.5	P20
Taq 5U/ul	0.75U	0.15	15	P20
	T=	5	500	

rq : Vf PCR = 10ul avec 5ul de mix et 5ul d'ADN

Mix PCR chaude multiplex	Cc final	X 1 (ul)	X 100 (ul)	X 200 (ul)
H2O	QSP Vf=10 ul	2.275	227.5	455
Tpon 10X (sans MgCl2)	1X	1	100	200
MgCl2 50 mM	1.5 mM	0.3	10	20
Amorce 2 à 100 uM	0.2 mM	0.025	2.5	5
Amorce 4 à 100 uM	0.2 mM	0.025	2.5	5
d NTP (2.5mM)	200mM	0.8	80	160
Amorce 1 * $\square$ ATP 33 *	0.2 mM	0.2	20	40
Amorce 3 * $\square$ ATP 33 *	0.2 mM	0.2	20	40
TAQ 5U/ul	0.75U	0.375	37.5	75
	T=	5	500	1000

Bien mélanger à la main (tapoter & retourner) le tube, puis centrifuger.
Aliquoter 5ul de cette solution mère dans chaque puit (sauf MT) de la microplaque PCR à la pipette à répétition (embouts cotonnés).
(Pas la peine de mélanger en pipétant donc ne pas toucher l'ADN : bien poser l'embout sur le bord du puit)
Faire tomber les gouttes si besoin, puis recouvrir d'une goutte d'huile.
Placer le film adhésif sur la plaque, la placer dans le cycleur avec le gros coussin dessus.
Indiquer P33 sur la microplaque

PCR : programme PAP50 (environ 4h)

Durée	Température	Numéro de l'étape
4 mn	94 °C	1
30 sec	94 °C	2
1 mn	50 °C	3
1 mn	72 °C	4
GOTO STEP 2	34 FOIS	5
8 mn	72 °C	6
(72 h)	10 °C	7
FIN		8

Après la PCR, ajouter 10ul de Bleu Stop Acry (même volume que la PCR) dans chaque puit & mettre 11 le ladder* ds le puit A1 + huile.
Stockage à 4°C dans boîte plexi.

Grand gel d'acrylamide pour révélation STMS

Toute manipulation de ^{33}P nécessite l'accord d'une des personnes radio-compétentes.

Si nécessaire relisez les règles de bonne conduite, en particulier :

METTRE blouses et chaussures vertes, lunettes, BADGE et GANTS

Préparation des plaques de verre : (31 cm width x 38 cm height x 0.4 mm thickness).

Bien laver les plaques avec NaOH 0.4N à l'aide d'une éponge,

Rincer à grande eau et pour finir avec $\text{H}_2\text{O}dd$,

Ne pas effacer l'inscription faite sur un cote des plaques (le cote utilisé doit tjs être le même).

Sous sorbonne (le repel silane est très toxique) :

Sécher la face des plaques en contact avec le gel avec de l'Acétone,

Sur ces mêmes surfaces passer sur les deux plaques du Repel Silane, à l'aide d'un Kimwipes et terminer de bien l'étaler avec les Kimwipes. Laisser sécher les plaques 5mn.

Montage des plaques :

Monter les plaques l'une sur l'autre, à l'horizontale, celle à encoche au dessus en insérant entre les deux des entretoises. Disposer en parallèle trois pinces métalliques de chaque coté puis faire le niveau à l'aide d'une bulle. Surélever le haut de l'ensemble avec une boîte de pointes afin de couler le gel.

Coulage du gel :

Travailler avec des lunettes de protection

Dans un petit bêcher sous agitation douce, mettre

pour 1 grande plaque
72.2 ml d'acry 5%
3 x 100 ul APS
100 ul Temed

rq : Temed et APS permettent la polymérisation du gel.

Agiter quelques secondes rapidement le mélange. Puis, couler le gel au niveau de l'encoche du haut des plaques, en maintenant un débit constant et homogène. Eviter les bulles !! Quand le gel arrive en bas, remettre à plat le gel et insérer le peigne a une dent dans l'encoche (faire attention aux projections). Ne pas essuyer les gouttes, et laisser polymériser 2h, si les gels sont coulés la veille, colmater les extrémités avec du film alimentaire afin d'éviter le dessèchement. Laver bêcher a l'eau et rincer à $\text{H}_2\text{O}dd$, sécher avec sopalin.

Installation du gel dans la cuve :

Enlever les pinces métalliques et tout excès d'acrylamide ayant pris ou coulé à l'extérieur.

(Mettre papier de protection sur la paillasse)

Disposer les plaques de telle sorte que la grande rectangulaire se trouve à l'extérieur, les maintenir grâce à 2 pinces plastiques blanches de chaque côté (à même hauteur dans les 2 cuves) et serrer le couvercle avec les vis de chaque coté.

Remplir les cuves du bas et celle du haut avec du tampon TBE 0.5X (200ml TBE 5X + $\text{H}_2\text{O}dd$ qsp 2 litres), s'assurer que les 2 niveaux du bas soient à la même hauteur. Enlever les bulles entre les plaques de verre dans le bas du gel.

Enlever l'espaceur du haut doucement en faisant levier avec 2 spatules (rincer peigne tout de suite)

Enlever les bulles et l'urée résiduelle grâce à une seringue avec TBE 0.5X, bien rincer puit 2 fois,

A la place de l'espaceur, placer le peigne, ne pas l'enfoncer, les dents ne doivent pas toucher le gel.

Pre-run :

Rentrer sur le générateur les valeurs limites :	pr 2 gels	pr 1 gel
LIMIT 2300 volts	150 mA	75 mA
CST = POW	= 150 W	= 75 W

Puis START. Le pre-run dure 20 minutes minimum, les plaques doivent chauffer un peu.

Dénaturation des échantillons :

mettre les lunettes pour les radiations

(Après la PCR ajouter 10ul de Bleu Stop Acry (même volume que la PCR) dans chaque puit.)

Disposer dans le thermo-cycler la plaque préalablement homogénéisée à la pipette multicanaux.

Dénaturer l'ADN et le bleu stop avec le programme PCR DENMSAT

A la
fin du
pré-
run

92°C – 3'

70°C – 1h (tps du dépôt devrait être 20mn)

rq : att aux T°C pour que l'ADN reste dénaturé.

Dépôt des échantillons : (embouts non cotonnés)

Déconnecter la cuve du générateur.

Enlever l'urée accumulée au niveau des dents en rinçant 2 fois les puits à l'aide de la seringue avec le tampon de la cuve, puis enfoncer doucement le peigne de façon à ce que les dents rentrent à peine dans le gel. Rincer de nouveau, le haut du gel à l'aide de la seringue.

Dans le 1^{er} puit déposer 4ul de ladder 30-300bp marqué.

Déposer 3-5ul / puit pour peigne 62 dents et 2.5ul pour peigne 100 dents en mettant l'embout jaune contre la paroi de derrière. Prendre une boîte d'embouts plein (à l'image de la microplaque), ce qui permet de repérer les puits où prélever.

Le dépôt doit être fait le plus rapidement possible pour éviter l'annealing pendant que le gel refroidit.

Migration :

Mettre en route le générateur comme pour le pre-run et laisser migrer suivant temps voulu.

Rq : environ 2h30 pour du 300bp.

Rq : belles bandes entre 1/3 et 2/3 gel. ; 40bp entre bas gel et bon endroit.

Rq : denaturing gel 5% → BPB 35bp et XC 130bp

Décollage du gel : (31 cm width x 38 cm height x 0.4 mm thickness).

Enlever le tampon de la cuve du haut à l'aide d'un bûcher, ensuite, ôter le peigne puis le jeu de plaques et le mettre à plat sur du papier absorbant -plaque a encoche au dessus. Enlever les entretoises, décoller très doucement les 2 plaques en faisant levier avec une spatule, s'assurer que le gel reste bien collé à la plaque du dessous. Rq : si le gel reste collé à la plaque du dessus, inverser le disposer.

Mettre un papier Whatman de taille () sur le gel. L'appuyer légèrement sur le gel puis soulever l'ensemble whatman + gel pour décoller le gel de la 2^e plaque de verre. *Mettre tout de suite les plaques dans l'eau. Noter au crayon Papaye, amorce, date & sens du dépôt.* Couvrir le gel d'un film plastique.

Bien annoter le whatman au crayon à papier (pas au feutre) : sens du dépôt, nom de la personne, date et marqueur

Vérifier l'intensité du signal à l'aide de la sonde portable.

Sécher le gel :

A priori 80°C pendant en moyenne 30mn (10mn à 1h) Il faut que le gel soit cartonneux.

Attention que le niveau de liquide ne dépasse pas la zone limite, le vider avant de le mettre en route.

Exposition / développement :

- Classique :

Mettre le Whatman + gel + film séché dans une cassette

En chambre noire, mettre un film : en indiquant en haut au crayon à papier le sens du dépôt et les infos sur le gel + nom de l'utilisateur.

Bien refermer la cassette ainsi que la boîte de film avant de rouvrir la lumière.

Laisser le film exposer au moins 24 h à température ambiante.

Pour développer : mettre le film dans la solution de développement jusqu'à l'apparition souhaité des bandes, ensuite tremper le film dans l'eau pour ôter la solution de développement, puis fixer le gel en le trempant environ 10 mn dans la solution de fixation. Finalement laisser le film se rincer 30 mn dans l'eau. Au cas où les bandes sont trop faibles, ré exposer le gel avec un nouveau film pendant une + longue période.

- Sous Phospho-imageur :

Mettre le whatman avec le gel au dessus dans le fond de la cassette

Poser dessus l'écran (effacé) étiquette au dessus.

Laisser = 3 jours lorsque la radioactivité est récente.

Mettre en route le Storm ; son voyant Power va être rouge, attendre qu'il passe au vert. Mettre en route l'ordinateur.

Ouvrir le Storm Scanner Control. Sélectionner la zone d'écran

Choisir l'Orientation avec le bouton 'R'

Choisir la définition : 50 u (→ en bas est indiqué le temps de lecture)

Appuyer sur Scan

Choisir le répertoire où le scan sera enregistré

Quand le scan est fini visualiser l'image à l'aide d' « Image Quant 5.2 »

Mettre écran à effacer sur l' « eraser » : l'allumer et mettre le 2^e bouton sur gommage long.

Nettoyage :

Jeter le tampon des cuves du bas dans le container prévu à cet effet

Rincer et essuyer tout le matériel à l'eau et H₂O₂.

Nettoyer le côté des plaques en contact avec le gel avec une solution de 0.4N et une éponge (attention les plaques sont fragiles. Ne nettoyer que rapidement le côté écrit de la plaque à l'éponge.

Rincer abondamment sous le robinet, rincer avec de l'eau déminéralisée et essuyer soigneusement la plaque avec du sopalin. Ranger les plaques par couples.

SOLUTION STOCK

TBE 5X

Cf sachet

NaOH 4N

H₂Odd

NaOH pastilles

Att. Très exothermique, laisser refroidir

Quand froid qsp à 1 litre avec H₂Odd

pr 1l

800ml

160 g ajouter peu à peu

Solution stock acry 5% (TBE 0.5X final) :

Acry-BisAcry 19:1 40%

TBE 5X

Urée

H₂O

pr 500ml

62.5 ml

50 ml

226.5 g

500 ml

Chauffer la plaque de l'agitateur (100°C environ mais pas plus). Dans un bécher d'1 litre, mettre sous agitation magnétique 150ml d' H₂Oup et ajouter l'urée (passée au mortier si nécessaire) au fur et à mesure (urée difficile à dissoudre et réaction endothermique). Arrêter le chauffage avant les derniers ajout d'urée. Laisser refroidir. Ajouter le TBE, l'acry (stockée au frigo) et compléter à 500ml avec de l'H₂Oup.

Filtrer et dégazer la solution (filtre de nitrate de cellulose 0.2um).

Aliquoter la solution dans tubes 50ml en versant comme de la bière pour éviter les bulles, annoter les tubes en indiquant : Acry 5% TBE 0.5X et la date et initiales de la personne l'ayant préparé , conserver à 4°C.

Rq : denaturing gel 5% → BPB 35bp et XC 130bp

Rq : Mtp travaille maintenant avec TBE 1X final car cassés trop de plaque. Si ça arrive migrer moins fort ne pas dépasser 50W ou travailler en TBE 1x (ça implique dans les deux cas que la migration est plus lente)

Bleu Stop Acry :

Formamide	47.5 ml	95%
Saccharose	6.25 g	12.5%
Xylénecyanol	0.025 g	0.05%
Bleu de bromophénol	0.025g	0.05%
NaOH 10N	50 ul	10mM

Repel Silane (biotrop) : att toxique travailler sous hotte/sorbonne

Dimethyldichlorosilane (D3879)	(2%)	5 ml
1.1.1 trichloroethane (1.08749.2500)		250 ml

rq intra : Repel Silane 2 ml chloroforme

106 ul dimethyldichlorosilane

rq déjà préparé : chez Pharmacia, ref : 17-1332-01 (347FF les 500ml)

Temed : N-tetramethylenediamine

APS : Persulfate d'Ammonium 10%

Persulfate d'Ammonium 0.5g

H₂Oup 5ml

Conserver à 4°C dans flacon recouvert aluminium

Thiosulfate Sodium 1% - 10 mg/ml

Na₂S₂O₃, 5H₂O 100mg

H₂Oup 10ml

ANNEXE 6

Inventaire des maladies et ravageurs du manguier en Guadeloupe

Annexe 6

Inventaire des maladies et ravageurs du manguier en Guadeloupe - 2^{ème} année -

Introduction

Ce travail fait partie d'un programme plus vaste de diversification fruitière, avec comme objectif de produire des mangues de qualité selon des itinéraires de production en production intégrée ou en agriculture biologique. L'inventaire des maladies et ravageurs du manguier en Guadeloupe a été commencé en 2004 et poursuivi en 2005. Il est préalable à l'établissement d'itinéraires culturels spécifiques.

Les principaux problèmes que nous pensions rencontrer d'après des travaux effectués à La Réunion et dans la Caraïbe, ainsi que des synthèses bibliographiques, étaient l'anthracnose (causée par *Colletotrichum gloeosporioides*) et l'oïdium (*Oidium mangiferae*) en ce qui concerne les maladies fongiques (De Laroussilhe, 1980 ; CARDI et CTA, 2001 et Nakasone et Paull, 1998). La bactériose (*Xanthomonas campestris pv mangiferae indica*) semblant être absente de la zone Caraïbe. Pour les ravageurs, les principaux dégâts devaient certainement être causés par des cochenilles et des thrips (Chambre d'Agriculture de La Réunion, 2002). On trouve aussi un charançon qui s'attaque au noyau (*Sternochetus mangiferae*) et qui peut poser problème pour les variétés tardives. La mouche des fruits (*Anastrepha obliqua*) semble être absente de la zone (CARDI et CTA, 2001).

Les résultats de 2004 ont montré que les principaux ravageurs observés sont des cochenilles (dans 77% et 44% des observations pour les deux espèces les plus rencontrées), puis des pucerons et acariens sur feuilles et des thrips et cécidomyies sur fleurs. Le charançon du noyau est effectivement présent, ainsi que la mouche des fruits. La principale maladie est l'anthracnose que l'on peut trouver sur tous les organes de la plante. (Herzog, 2004)

Matériel et méthodes

Parcelles suivies

Les mesures sont réalisées sur 6 vergers dont 3 sur la station du CIRAD à Vieux-Habitants et 3 chez des producteurs (voir le tableau 1). Les parcelles sont toutes menées en lutte raisonnée et sont composées d'arbres adultes, à l'exception de HA/BO qui ne reçoit aucun traitement phytosanitaire et de JU/MA qui est un jeune verger de 2 ans.

Tableau 1 : Liste des parcelles étudiées

Localisation	Variété	Propriétaire	Superficie (ha)	Densité	Age	Nom
Vieux-Habitants	Irwin	CIRAD	1,11	5m x 8m	17	IR/BA
Vieux-Habitants	Keitt	CIRAD	0,17	6m x 12m	15	KT/BA
Vieux-Habitants	Collection	CIRAD	0,46	8m x 10m	13	CO/BO
Baillif	Julie	M. Crane	1,0	8m x 8m	23	JU/CR
Le Lamentin	Julie	M. Mallenec	1,0	10m x 10m	3	JU/MA
Baillif	Irwin / Zill	M. Callard	2,0	10m x 10m	20	AM/CA ¹

¹ Verger suivi à partir du 19/04/05.

Inventaire des ravageurs

Nous utilisons trois méthodes de prospection : les observations visuelles, les battages de la végétation et des fleurs, et le piégeage. Les observations visuelles sont effectuées à deux niveaux : l'ensemble de la parcelle (parcourue en 15-20 minutes) et un arbre en particulier (10 feuilles, 10 fleurs, 10 fruits). Pour chaque insecte observé, son nom ou sa description est noté, ainsi que son importance sur la parcelle ou l'organe observé. L'échelle de notation a été modifiée en cours d'année. Voir la fiche d'observation type en annexe.

L'identification est réalisée en partenariat avec M. Etienne, entomologiste et le réseau CariPestNet.

Inventaire des maladies

Des observations visuelles sont réalisées de la manière décrite ci-dessus et les observations sont consignées sur les mêmes fiches que pour les ravageurs.

Météorologie

Nous envisageons un relevé mensuel des données de la station météorologique de Vieux Habitants afin de suivre l'évolution de la température, de l'hygrométrie, de la pluviométrie et du vent, en parallèle aux observations menées dans les vergers de la même zone.

Résultats et discussion

Au cours de cette seconde année d'observations, nous avons pu préciser le travail initié en 2004 et nous avons maintenant une image précise du complexe parasitaire du manguier en Guadeloupe. De plus, les ravageurs rencontrés sont maintenant tous identifiés, au moins au niveau du genre. Nous nous attacherons dans la présentation des résultats à identifier les principaux ravageurs et maladies, et à montrer qu'il existe des différences de complexe parasitaire entre les vergers.

Concernant les ravageurs

Le résumé des résultats de 2005 apparaît dans le tableau 2. Par rapport à la présentation des résultats de l'an passé, nous n'avons pas fait apparaître la colonne « Présence moyenne », en raison du changement d'échelle de notation en avril.

Aulacaspis tubercularis reste le ravageur le plus observé sur les manguiers avec 56% de présence dans les observations (contre 77% en 2004), ainsi que l'autre cochenille *Icerya purchasi* (39%), avec toutefois des fréquences d'observation plus faible qu'en 2004. Sur fruits, nous constatons une augmentation de la présence de *Cryptorhynchus mangiferae* (20% des observations totales, contre 12% en 2004). Mais si nous nous intéressons uniquement aux observations sur fruits, le charançon est présent à 70%. Viennent ensuite les ravageurs présents sur fleurs : les thrips qui sont plusieurs espèces de *Frankliniella* dont *F. kelliae* sont présent à 17% et la cécidomyie *Erosomya mangiferae* à 13%.

Tableau 2 : Insectes et maladies rencontrés, classé par fréquence moyenne décroissante (les lignes en grisé correspondent à des lacunes d'identification)

Famille	Genre	Espèce	feuilles	fleurs	fruits	Vieux Hab.	Baillif	Lamentin	Fréquence moyenne
Melanconiaceae	Colletotrichum	gloeosporioides	X	X	X	X	X	X	56,10
Diaspididae	Aulacaspis	tubercularis	X		X	X	X	X	53,85
Margarodidae	Icerya	purchasi	X		X	X			39,10
Chroolepidaceae	Cephaleuros	virescens	X			X		X	34,81
Curculionidae	Cryptorhynchus	mangiferae	X		X	X	X		20,20
Thysanoptera	Frankliniella	spp.		X	X	X	X	X	16,58

<i>Cecidomyiidae</i>	<i>Erosomya</i>	<i>mangiferae</i>		X		X	X	X	12,68
<i>Coccidae</i>	<i>Kilifia</i>	sp.	X			X	X		11,72
Famille	Genre	Espèce	feuilles	fleurs	fruits	Vieux Hab.	Baillif	Lamentin	Fréquence moyenne
fumagine			X			X	X	X	11,32
<i>Aleyrodidae</i>			X	X	X	X	X	X	9,04
<i>Pseudococcidae</i>	<i>Ferrisia</i>	<i>virgata</i>			X	X	X		7,53
<i>Formicidae</i>	<i>Acromyrmex</i>	<i>octospinosus</i>	X					X	5,93
<i>Cicadelidae</i>	insecte vert		X	X				X	5,55
<i>Aphididae</i>			X	X	X	X	X	X	5,19
<i>Erysiphaceae</i>	<i>Oidium</i>	<i>mangiferae</i>		X	X	X	X		4,77
<i>Coccinellidae</i>	<i>Rodolia</i>	<i>cardinalis</i> adulte	X		X	X			3,54
<i>Coccidae</i>	<i>Ceroplastes</i>	sp.	X		X	X		X	3,52
<i>Thysanoptera</i>	<i>Selenothrips</i>	<i>rubrocinctus</i>	X		X	X			3,51
<i>Flatidae</i>			X	X		X			3,48
<i>Acaridae</i>	acarions		X			X	X		2,77
<i>Chrysopidae</i>		adulte	X		X	X	X		2,75
<i>Curculionidae</i>	<i>Diaprepes</i>	<i>abbreviatus</i>	X			X	X	X	2,41
<i>Formicidae</i>			X	X		X	X		2,00
<i>Chrysopidae</i>		oeuf	X		X	X	X		1,94
<i>Coccinellidae</i>	<i>Cycloneda</i>	<i>sanguinea</i>	X					X	1,58
<i>Coccinellidae</i>	<i>Rodolia</i>	<i>cardinalis</i> pupe	X			X			1,15
<i>Coccinellidae</i>	<i>Rodolia</i>	<i>cardinalis</i> larve	X			X			1,14
<i>Geometridae</i>			X		X	X			0,78
<i>Coccinellidae</i>	<i>Cryptolaemus</i>	sp.	X				X		0,43
<i>Margarodidae</i>	<i>Maconellicoccus</i>	<i>hirsutus</i>			X			X	0,41
<i>Chrysopidae</i>		larve	X			X			0,40
<i>Thysanoptera</i>	thrips prédateur			X			X		0,38

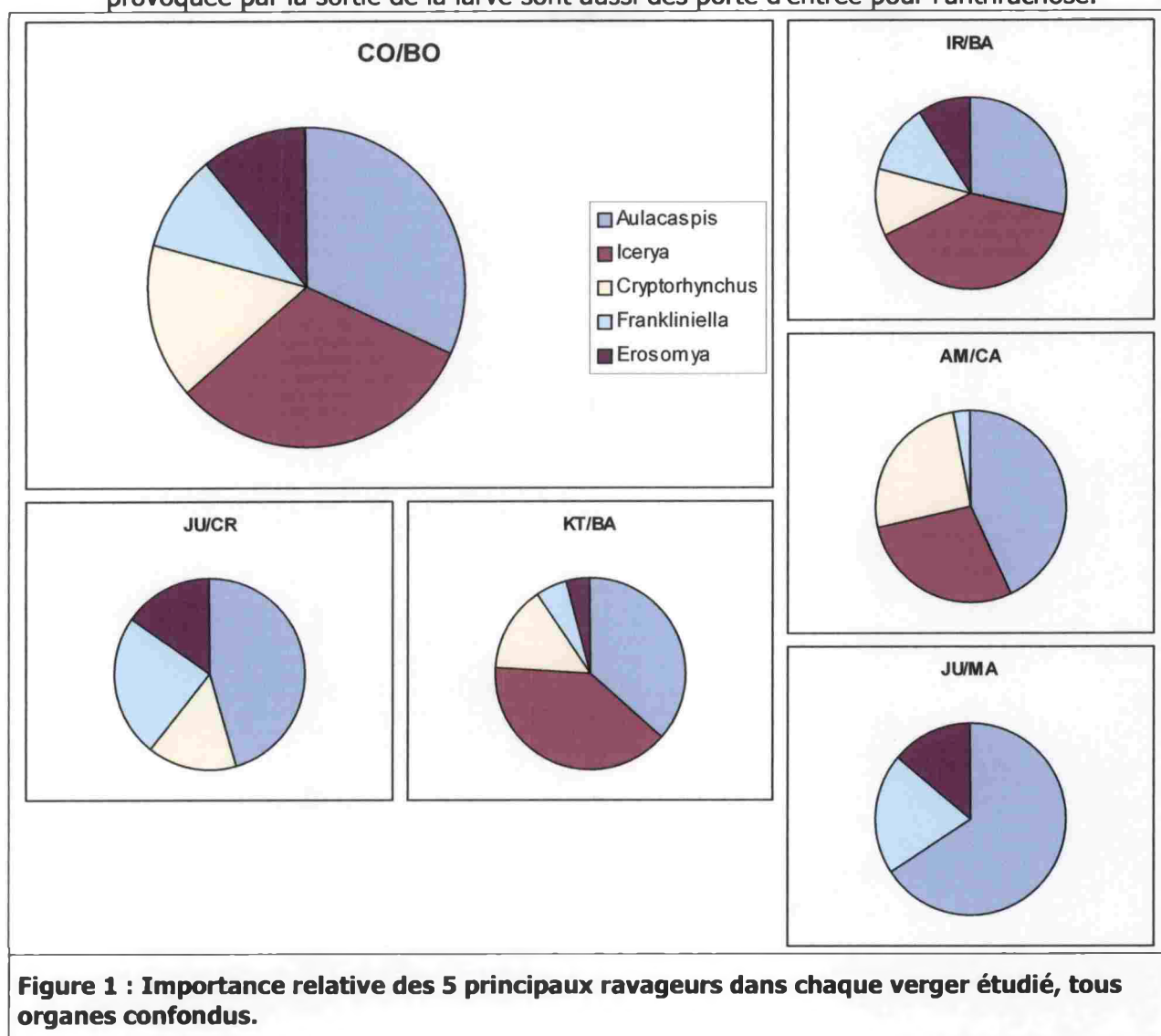
La figure 1 montre que le complexe parasitaire n'est pas le même dans tous les vergers étudiés. Ainsi, les vergers situés à Vieux Habitants : CO/BO, KT/BA et IR/BA présentent des profils similaires où les 5 ravageurs ciblés apparaissent, et l'ordre d'importance est conservé avec les deux cochenilles qui sont le plus présentes. Les autres vergers présentent tous des singularités comme l'absence d'*Icerya purchasi* sur JU/CR et JU/MA et l'absence de thrips sur JU/MA. L'absence de cécidomyies sur AM/CA ne signifie pas qu'il n'y en ait pas, les observations ayant commencé tardivement, à la fin de la période de floraison.

En parallèle à cet inventaire, une étude spécifique a été effectuée sur *Cryptorhynchus mangiferae* qui n'a pas permis de trouver de méthode de lutte efficace, mais de préciser le cycle de l'insecte en relation avec le stade de développement des fruits. Une carte de présence de l'insecte en Guadeloupe a également été créée (De Roffignac, 2005).

Il faut donc retenir comme ravageurs principaux :

- **Les cochenilles *A. tubercularis* et *I. purchasi*** dont les dégâts les plus gênant sont sur fruit. Piqûres provoquant des décolorations pour *A. tubercularis* et sécrétion de miellat entraînant un dépôt de fumagine pour *I. purchasi*.
- **Le charançon du noyau *C. mangiferae*** sur fruits dont les larves se développent dans l'amande du noyau et dont l'adulte peut ressortir au travers de la chair pour les variétés tardives.
- **Les thrips *Frankliniella* spp. et la cécidomyie *E. mangiferae*** sur les fleurs et jeunes fruits. Les piqûres de thrips pouvant entraîner la mort des panicules florales par vidage du contenu cellulaire et un dépréciation de la qualité des fruits. Les pontes des cécidomyies et leur développement larvaire dans les tissus de la plante peuvent

provoquer des déformations de panicules et la chute des jeunes fruits. Les blessures provoquée par la sortie de la larve sont aussi des porte d'entrée pour l'antracnose.



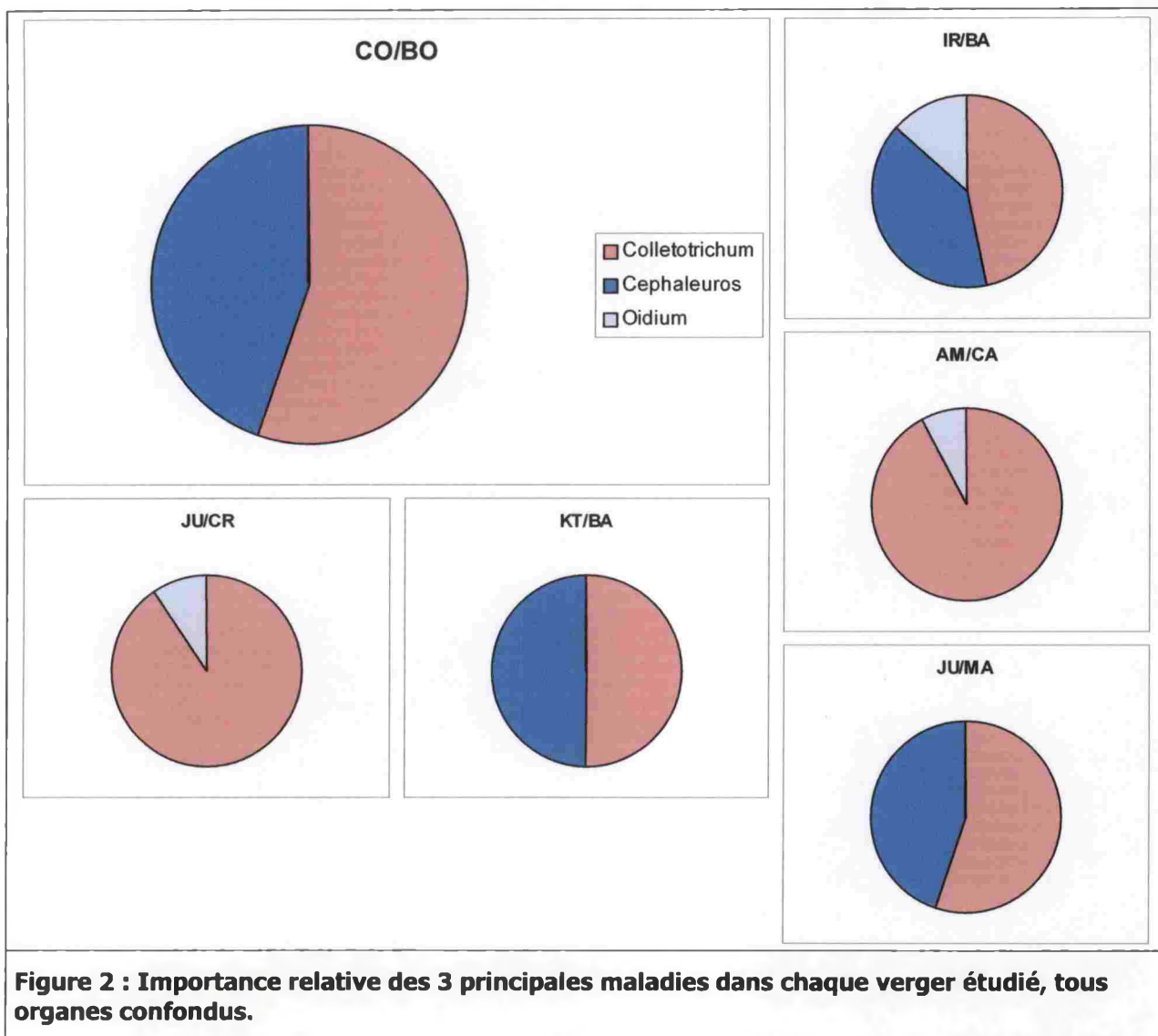
Concernant les maladies

Comme en 2004, la maladie la plus observée est l'antracnose, causée par *Colletotrichum gloeosporioides* avec toutefois une fréquence d'observation moins importante : 56% contre 70% en 2004 (voir le tableau 2).

Vient ensuite *Cephaleuros virescens* qui n'est pas une maladie à proprement parler puisqu'il s'agit d'une algue qui se développe dans sous la cuticule des feuilles et provoque une augmentation de la teneur en sucres et une diminution de la teneur en chlorophylle (Dalvi et Sardeshpande, 1993), donc une baisse de la photosynthèse. La fréquence d'observation pour cette maladie est de 35% en 2005 contre 45% en 2004.

Enfin, *Oidium mangiferae* reste un ravageur important même s'il n'est présent que dans 4,8% des observations tous organes confondus (4,7% en 2004) car il peut provoquer des dégâts importants sur fleurs et est présent dans 17% des observations si on ne considère que les fleurs.

La figure 2 montre l'importance relative de ces 3 maladies dans les vergers étudiés. Nous pouvons noter que l'algue parasite *C. virescens* n'est pas présente dans les deux vergers de Baillif.



Nous pouvons donc retenir 3 maladies comme étant importantes sur les manguiers :

- **L'anthraxose *C. gloeosporioides***, sur tous les organes, les fleurs et les fruits étant plus sensibles.
- **L'oïdium *O. mangiferae***, en particulier sur les fleurs et éventuellement les jeunes fruits.
- **L'algue parasite *C. virescens***, qui s'attaque essentiellement aux feuilles et peut diminuer l'activité photosynthétique de l'arbre lorsque l'attaque est importante.

Résultats Météorologiques

L'année 2005, comme le montre la figure 3, a été une année relativement conforme aux normales, avec toutefois des mois de juin et octobre très pluvieux, ce qui entraîne une pluviométrie cumulée supérieure à la normale 1100mm en novembre contre 950 habituellement.

Nous remarquons cependant que cette année a été beaucoup moins pluvieuse que 2004, puisque nous avons alors fin novembre presque 1500mm de cumul de précipitations.

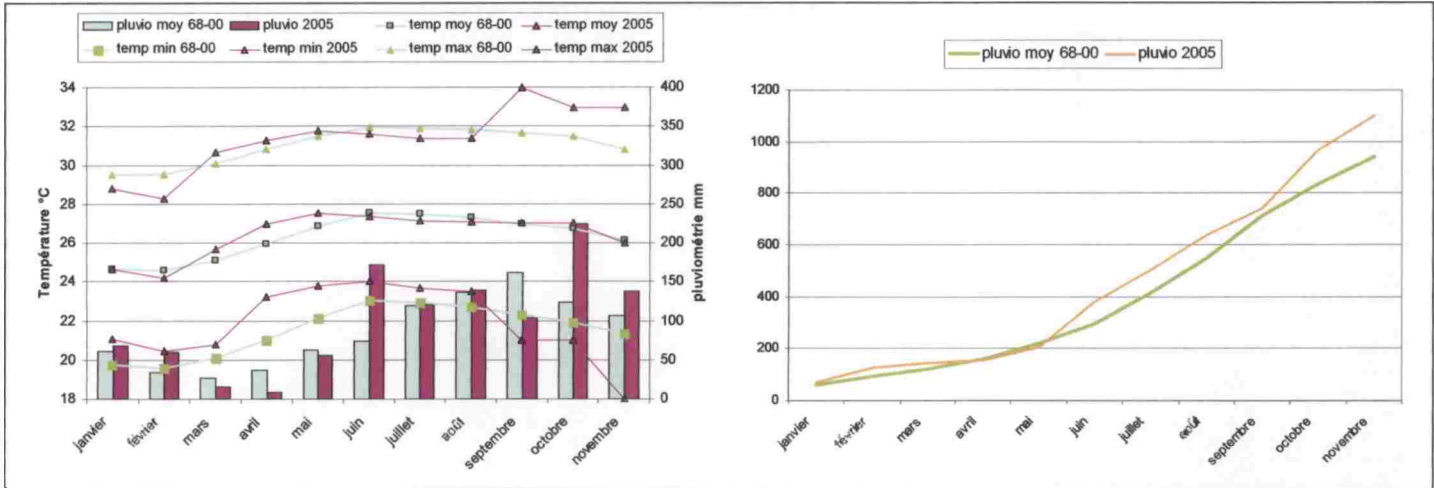


Figure 3 : Résumés de la météorologie sur la station de Vieux-Habitants de janvier à novembre 2005 (à gauche : températures et pluviométrie mensuelle ; à droite : pluviométrie cumulée)

Concernant les méthodes de capture/observation

Les piégeages sur panneaux englués permettent de déceler les pics de population comme les thrips ou la cécidomyie. Ainsi la figure 4 montre les insectes capturés sur la parcelle JU/CR. Nous pouvons observer que les panneaux jaunes sont plus efficaces que les bleus pour la capture des cécidomyies. Pour les thrips c'est l'inverse et le graphique de droite permet de voir qu'il y eu trois générations de thrips lors de la floraison et un peu après qu'il n'y ait plus de fleurs. Il faut s'attendre à ce que les jeunes fruits ait été piqué à cette période.

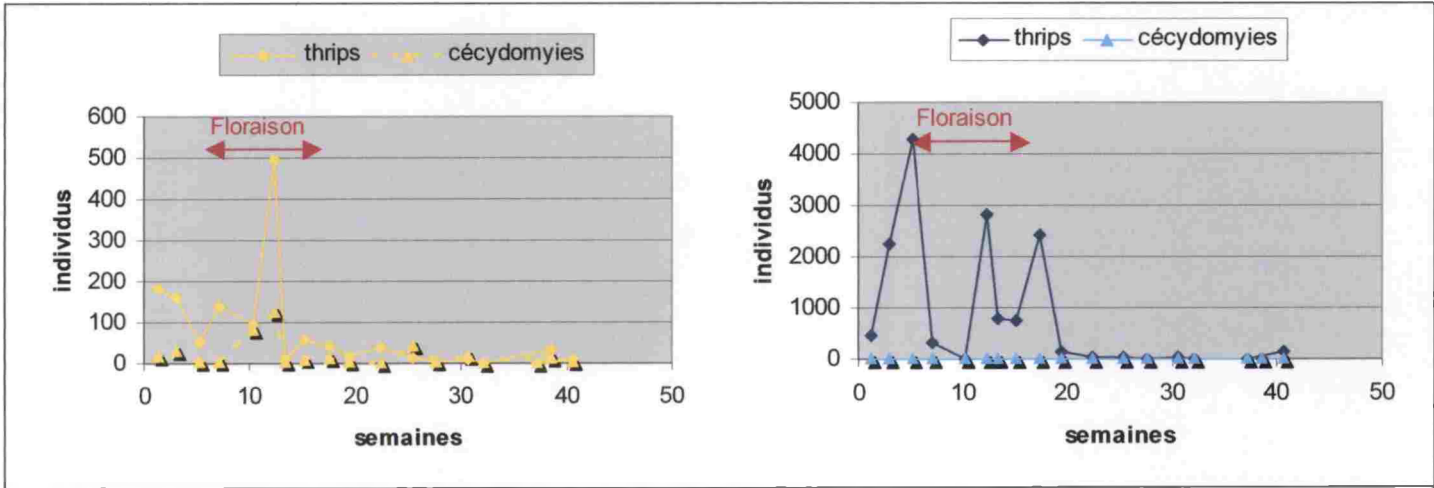


Figure 4 : Populations de thrips et cécidomyies capturés sur les panneaux jaunes (à droite) et bleus (à gauche) de la parcelle JU/CR.

Nous avons modifié notre échelle de notation du niveau d'importance de chaque ravageur/maladie en cours d'année, c'est pourquoi nous ne les avons pas fait apparaître dans le tableau 2, mais cette nouvelle échelle semble plus appropriée, en voici les 5 classes, présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Définition des classes pour la notation de l'importance des ravageurs/maladies

<i>% des organes / arbres atteints</i>	<i>Classe</i>
1 à 20%	1
21 à 40%	2
41 à 60%	3
61 à 80%	4
81 à 100%	5

Conclusion

Cette étude, avec le recul de deux années d'observations, nous a permis de dresser un inventaire des maladies et ravageurs du manguier en Guadeloupe, et même de définir les plus importants d'entre eux en terme de taux de présence dans les vergers étudiés. Ceci nous a permis de dresser une fiche de suivi d'un verger de mangue (en annexe), adaptée à la Production Fruitière Intégrée, qui pourra être diffusée auprès des producteurs. Ce suivi à la parcelle est d'autant plus important que, comme nous l'avons montré, le complexe parasitaire du verger peut différer selon la zone où il se trouve, et selon les pratiques culturales du producteurs. Il serait donc inutile, et cela n'est pas en accord avec notre conception de la PFI, de déterminer un calendrier de traitement type pour tous les vergers de manguiers.

Bibliographie

- CARDI et CTA. 2001.** *Julie Mango in the Eastern Caribbean, A comprehensive manual.* Edition CARDI et CTA. 87 p.
- Chambre d'Agriculture de La Réunion. 2002.** La Mangue, Dossier Technico-Economique. Edition Chambre d'Agriculture de La Réunion. 32 p.
- Dalvi M. N. et Sardeshpande J. S., 1993.** *Studies on Red Rust Disease of Mango.* Journal of Maharashtra agricultural University, 18 (2) : 199-201.
- De Laroussilhe, F. 1980.** *Le Manguier.* Collection « Techniques agricoles et productions tropicales ». Edition G.-P. Maisonneuve & Larose. 312 p.
- De Roffignac, L. 2005.** *Etude générale sur le charançon du noyau de la mangue* *Cryptorhynchus mangiferae (Fabricius) (Coleoptera : Curculionidae) dans les vergers de manguiers en Guadeloupe.* Mémoire de fin d'études pour l'obtention du DTAA. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes. 38 p.
- Herzog, D. 2004.** *Inventaire des maladies et ravageurs du manguier en Guadeloupe.* Développement de l'arboriculture fruitière de diversification en Guadeloupe. Rapport d'exécution technique 2004. Annexe 6. 7 p.
- Nakasone, H.Y. et Paull, R.E. 1998.** *Mango in Tropical Fruits.* Collection « Crop production science in horticulture ». Edition CAB International. pp. 208-238.

ANNEXE 7

**Etude générale sur le charançon du noyau
de la mangue (*Cryptorhynchus mangiferae*
(*Fabricius*) dans les vergers de manguiers
en Guadeloupe.**

Mémoire de fin d'étude

Diplôme d'Agronomie Approfondie
Spécialisation de 3^{ème} cycle inter-écoles
(ENSAR, ENSAM, INA-PG)

Etude générale sur le charançon du noyau de la mangue *Cryptorhynchus mangiferae* (Fabricius) (Coleoptera:Curculionidae) dans les vergers de manguiers en Guadeloupe



Par

Laure de Roffignac

Maître de stage en Guadeloupe : Fabrice Le Bellec
Enseignant responsable : Yannick Outreman

Présenté le 27 septembre 2005 à Rennes, devant le jury d'examen composé de :

Y. Outreman, ENSAR
M.S. Garcin, ENSAM
S. Alla, INA-PG
A. Le Ralec, ENSAR

Département : Agronomie Spécialisation : Protection des plantes et environnement Enseignant responsable : Yannick Outreman		
Cadre réservé à la bibliothèque		
Auteur : Laure de Roffignac	Organisme d'accueil : Cirad Guadeloupe NeufChâteau – Ste Marie 97130 Capesterre Belle-Eau Responsable scientifique : Fabrice Le Bellec	
Nombre de pages : 38		
Annexes : 11 Année de soutenance : 2005		
Titre : Etude générale sur le charançon du noyau de la mangue <i>Cryptorhynchus mangiferae</i> (Fabricius) (Coleoptera:Curculionidae) dans les vergers de manguiers en Guadeloupe		
Résumé : Le charançon du noyau de la mangue, <i>Cryptorhynchus mangiferae</i> , est un ravageur spécifique du manguier, classé sur la liste des insectes de quarantaine. Il est distribué entre les tropiques, dans la zone de production du manguier. Il a été découvert pour la première fois en 1905 à Hawaï et a été recensé en Guadeloupe en 1986, où il s'est depuis largement développé. Il effectue son cycle dans le noyau de la mangue où la larve se nourrit de l'amande. Le reste du temps l'adulte est caché sous l'écorce de l'arbre, ou encore dans le sol à proximité. En raison de son inaccessibilité la lutte contre ce ravageur est difficile. A l'heure actuelle, très peu de traitements ou de méthodes culturales sont connus. Cette étude a pour objectif d'élargir nos connaissances sur cet insecte et d'éventuellement trouver des techniques de piégeage efficaces. Malheureusement aucun des pièges testés n'a été concluant. En revanche d'autres résultats ont permis de préciser des périodes efficaces de traitement, d'établir une carte de présence de l'insecte en Guadeloupe, ainsi que de donner des pistes de recherche en amélioration variétale. De plus vastes études sont encore nécessaires afin de réussir à combattre efficacement ce ravageur.		
Mots-clés : <i>Cryptorhynchus mangiferae</i> F., <i>Sternochetus mangiferae</i> F., charançon du noyau de la mangue, protection intégrée, insecte de quarantaine		
Abstract : The mango seed weevil, <i>Cryptorhynchus mangiferae</i> , is a specific pest of mango, classified in the quarantine pests list. It has a cosmo tropical distribution, in the mango's production area. It was first discovered in 1905 in Hawaii, and has been reported in Guadeloupe in 1986, where it has since spreaded. His cycle takes place in the mango seed where the larvae feeds in the endocarp. The adults hide in the tree trunk or close to the tree in the soil. The management against this pest is hard because of his inaccessibility. Nowadays, few chemical, biological or cultural controls are known. This study wants to extend our knowledges on this pest, and eventually find efficient traps. Unfortunately none of the tested traps has caught weevils. But others results could precised efficient management periods, had permitted to establish a pest's presence map in Guadeloupe, and moreover had given research way in varietal susceptibility. Thorough study are still necessary to succeed in managing this pest.		
Key-words : <i>Cryptorhynchus mangiferae</i> F., <i>Sternochetus mangiferae</i> F., mango seed weevil, mango seed weevil, integrated pest management, quarantine pest		

Je sous-signée Laure de Roffignac, propriétaire des droits de reproduction du résumé du présent document, autorise la signalisation et la publication de ce résumé par toutes les sources bibliographiques.

Date :

Signature :

DIFFUSION DU MEMOIRE

PRECISER LES LIMITES DE LA CONFIDENTIALITE :

Confidentialité absolue : ☐ oui ☐ non

Résumé diffusable : ☐ oui ☐ non

Consultation : ☐ Sur place ☐ Reproduction ☐ Prêt

PERSONNNES ET/OU ORGANISME A CONTACTER :

Laure de Roffignac
31 rue de l'Assomption
75016 Paris
Tél : 01 42 24 89 93
Email : lauroffig@yahoo.fr

Fabrice Le Bellec
CIRAD
Le Bouchu
97119 Vieux-Habitants
Guadeloupe
Tél : 05 90 98 37 60
Fax : 05 90 98 67 88
Email : lebellec@cirad.fr

Le responsable scientifique :
Fabrice Le Bellec

L'auteur :
Laure de Roffignac

Le Président du Jury :
Yannick Outreman

Etude générale sur le charançon du noyau de la mangue <i>Cryptorhynchus mangiferae</i> (Fabricius) (Coleoptera:Curculionidae) dans les vergers de manguiers en Guadeloupe

Résumé :

Le charançon du noyau de la mangue, *Cryptorhynchus mangiferae*, est un ravageur spécifique du manguiers, classé sur la liste des insectes de quarantaine. Il est distribué entre les tropiques, dans la zone de production du manguiers. Il a été découvert pour la première fois en 1905 à Hawaï et a été recensé en Guadeloupe en 1986, où il s'est depuis largement développé. Il effectue son cycle dans le noyau de la mangue où la larve se nourrit de l'amande. Le reste du temps l'adulte est caché sous l'écorce de l'arbre, ou encore dans le sol à proximité. En raison de son inaccessibilité la lutte contre ce ravageur est difficile. A l'heure actuelle, très peu de traitements ou de méthodes culturales sont connus. Cette étude a pour objectif d'élargir nos connaissances sur cet insecte et d'éventuellement trouver des techniques de piégeage efficaces. Malheureusement aucun des pièges testés n'a été concluant. En revanche d'autres résultats ont permis de préciser des périodes efficaces de traitement, d'établir une carte de présence de l'insecte en Guadeloupe, ainsi que de donner des pistes de recherche en amélioration variétale. De plus vastes études sont encore nécessaires afin de réussir à combattre efficacement ce ravageur.

Mots-clés : *Cryptorhynchus mangiferae* F., *Sternonchetus mangiferae* F., charançon du noyau de la mangue, protection intégrée, insecte de quarantaine

Abstract :

The mango seed weevil, *Cryptorhynchus mangiferae*, is a specific pest of mango, classified in the quarantine pests list. It has a cosmo tropical distribution, in the mango's production area. It was first discovered in 1905 in Hawaii, and has been reported in Guadeloupe in 1986, where it has since spreaded. His cycle takes place in the mango seed where the larvae feeds in the endocarp. The adults hide in the tree trunk or close to the tree in the soil. The management against this pest is hard because of his inaccessibility. Nowadays, few chemical, biological or cultural controls are known. This study wants to extend our knowledges on this pest, and eventually find efficient traps. Unfortunately none of the tested traps has caught weevils. But others results could precised efficient management periods, had permitted to establish a pest's presence map in Guadeloupe, and moreover had given research way in varietal susceptibility. Thorough study are still necessary to succeed in managing this pest.

Key-words : *Cryptorhynchus mangiferae* F., *Sternonchetus mangiferae* F., mango stone weevil, mango seed weevil, integrated pest management, quarantine pest

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Corinne Calabre, qui m'a assisté durant toutes les journées passées à prospecter le charançon sur l'île, et Cécile Dubois qui m'a aidé à me poser les bonnes questions pour le traitement statistique des données. Je remercie également David Herzog et Fabrice Le Bellec qui m'ont suivi et épaulé tout le long de la réalisation de ce mémoire.

INTRODUCTION GENERALE	7
<u>I. INTRODUCTION BIBLIOGRAPHIQUE.....</u>	8
I.1 LE CIRAD.....	8
I.1.A PRESENTATION GENERALE	8
I.1.B INTEGRATION DE MON TRAVAIL AU SEIN DE L'UNITE DE RECHERCHE DE « PRODUCTIONS FRUITIERES INTEGREES EN MILIEU TROPICAL (PFI) ».....	8
I.2 UN ARBRE FRUITIER APPRECIE : LE MANGUIER.....	9
I.2.A ORIGINE, TAXONOMIE	9
I.2.B DONNEES ECONOMIQUES.....	9
I.2.C BOTANIQUE ET TECHNIQUES CULTURALES	10
I.2.D RAVAGEURS ET MALADIES	11
I.3 UN RAVAGEUR SPECIFIQUE : LE CHARANÇON DU NOYAU DE LA MANGUE	14
I.3.A DISTRIBUTION ET BIOLOGIE DE L'INSECTE.....	14
I.3.B CONSEQUENCES ECONOMIQUES.....	15
I.3.C MOYENS DE LUTTE EXISTANTS	15
<u>II. MATERIEL ET METHODES</u>	18
II.1 SUIVI DE PONTES DE C. MANGIFERA.....	18
II.2 TESTS DE DIFFERENTS PIEGES	19
II.3 COMPARAISON ENTRE SEPT VARIETES DE MANGUIERS.....	20
II.4 REPARTITION DE C. MANGIFERA EN GUADELOUPE	21
<u>III. RESULTATS ET DISCUSSION.....</u>	22
III.1 SUIVI DE PONTES DE C. MANGIFERA	22
III.1.A CALCULS DES POURCENTAGES D'ATTAQUE ET EFFICACITES DES PONTES.....	22
III.1.B AUTRES CALCULS ET OBSERVATIONS DIVERS	23
III.1.C MESURE DES FRUITS ATTAQUES	24
III.2 TESTS DE DIFFERENTS PIEGES.....	27
III.3 COMPARAISON ENTRE SEPT VARIETES DE MANGUIERS	27
III.3.A COMPARAISON DES POURCENTAGES D'INFESTATION.....	27
III.3.B COMPARAISON DU DEVELOPPEMENT LARVAIRE	28
III.4 REPARTITION DE C. MANGIFERA EN GUADELOUPE.....	29
<u>IV. DISCUSSION GENERALE</u>	31
IV.1 PAS D'INNOVATION EN TERME DE PIEGEAGE	31
IV.2 AVANCEES DANS LA CONNAISSANCE GLOBALE DE L'INSECTE	31
IV.3 DES ESPOIRS EN AMELIORATION VARIETALE.....	32
<u>CONCLUSION</u>	34
<u>BIBLIOGRAPHIE.....</u>	36

Introduction générale

La mangue est un fruit très apprécié par le consommateur, en Asie il est même appelé le « roi des fruits » (PURSEGLOVE, 1972). Il se place au deuxième rang des exportations mondiales de fruits tropicaux. La lutte contre les maladies et ravageurs ayant une action néfaste pour la production est indispensable pour la préservation de cette culture. Les programmes de lutte s'articulent généralement autour des maladies fongiques telles que l'Anthracnose ou l'Oïdium, les plus répandues dans toute la zone de production, et les mouches des fruits. Cependant les efforts doivent être de plus en plus soutenus face à l'arrivée de nouveaux ravageurs tels que le charançon du noyau de la mangue, *Cryptorhynchus mangiferae* (Fabricius). Ce Coléoptère effectue son cycle exclusivement sur le manguier ou à proximité. Il est à tout instant protégé puisque son développement larvaire s'effectue dans la graine, il ressort à l'état adulte et va se cacher dans les interstices de l'écorce ou dans le sol. Il est, de plus, principalement actif la nuit. Son importation dans les pays encore indemnes est aisée puisqu'elle se fait directement par la vente de fruit dont les graines sont infectées, ce qui lui vaut d'être inscrit sur la liste des insectes de quarantaine. Aucun traitement chimique autorisé en France n'est efficace contre cet insecte, aucun prédateur ni parasitoïde ne sont connus, des techniques culturales ont été testées mais n'ont pas été prouvées efficaces (HANSEN J.D. & ARMSTRONG J.W., 1990), de même pour les traitements post récolte.

L'objectif principal de cette étude est d'approfondir nos connaissances sur le développement à l'état naturel, sous le climat guadeloupéen, de *C. mangiferae* afin de contribuer à la mise en place d'un programme de lutte en protection intégrée, et d'aider au positionnement d'éventuels traitements. Après une introduction sur le support végétal et l'insecte lui-même, cette étude s'articule autour d'un plan retraçant le matériel et les méthodes utilisées pour les expériences mises en œuvre, puis une explication des résultats et enfin une discussion générale sur les différentes conclusions tirées. Afin de répondre au mieux à la problématique mes expérimentations se sont divisées en quatre parties. Tout d'abord le suivi des pontes du charançon pendant toute la période de reproduction, puis des tests de substances attractives pour la mise en place de pièges, ensuite une comparaison de l'attaque du charançon sur sept variétés de manguiers, et enfin la distribution de l'insecte sur toute l'île.

I. Introduction bibliographique

I.1 Le CIRAD

I.1.a Présentation générale

Le CIRAD, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, est l'institut français de recherche agronomique au service du développement des pays du Sud et de l'outremer français. Il est né en 1984 de la fusion d'instituts de recherche en sciences agronomiques, vétérinaires, forestières et agro-alimentaires des régions chaudes. Le développement durable est son objectif principal, cette démarche prend en compte les conséquences écologiques, économiques et sociales, à long terme, des processus de transformation des sociétés et des territoires du Sud.

Le CIRAD comprend sept départements de recherche : cultures annuelles ; cultures pérennes ; productions fruitières et horticoles ; élevage et médecine vétérinaire ; forêt ; territoires, environnement et acteurs ; amélioration des méthodes pour l'innovation scientifique. En 2004 il emploie 1850 personnes, dont 950 cadres et son budget opérationnel s'élève à 170 millions d'euros.

I.1.b Intégration de mon travail au sein de l'Unité de Recherche de « Productions Fruitières Intégrées en milieu tropical (PFI) »

L'unité de Recherche de Productions Fruitières Intégrées en milieu tropical fait partie des 36 Unités Propres de Recherche du CIRAD (UPR). Sa démarche entre dans un objectif global de développement durable : elle essaye de prendre en compte les diverses contraintes biologiques, techniques, économiques et sociales auxquelles les producteurs sont confrontés. Ainsi les nouvelles techniques trouvées puis intégrées dans le fonctionnement général des exploitations, permettront de pérenniser les vergers, de maîtriser la qualité par des techniques de production et de récolte adéquates, de protéger les arbres et les fruits contre les bio-agresseurs sans polluer l'environnement et les récoltes, et enfin, d'innover par de nouveaux produits ou de nouvelles méthodes de production économes en intrants.

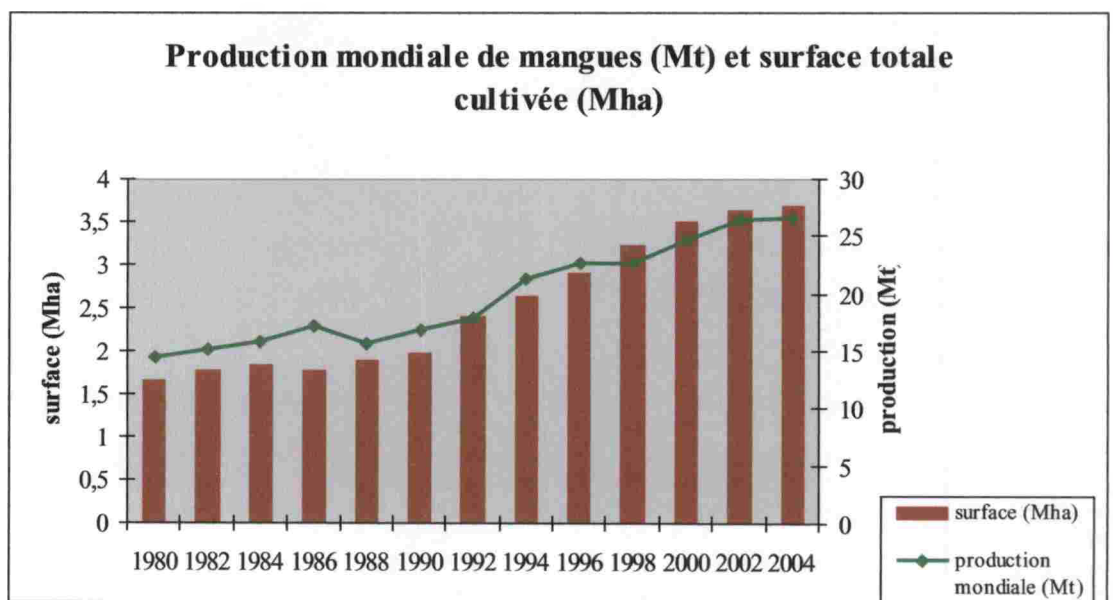


Figure 1 : Production et surface cultivée mondiales de mangue, de 1980 à 2004
(FAOSTAT database)

Ma recherche sur *Cryptorhynchus mangiferae* (Fabricius), le charançon du noyau de la mangue, a pour objectif de développer nos connaissances sur cet insecte encore peu connu, afin de faciliter la découverte ou la mise en place de moyens de lutte en accord avec la protection intégrée des cultures et la lutte biologique. La station du Cirad à Vieux-Habitants, en Guadeloupe, paraît tout à fait adaptée à cette étude puisqu'elle offre une collection de manguiers importante s'étalant sur huit hectares et représentant une centaine de variétés.

I.2 Un arbre fruitier apprécié : Le manguier

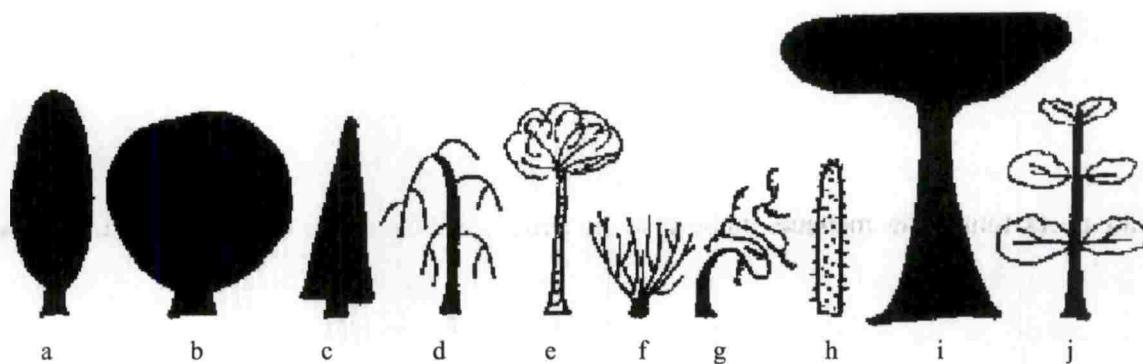
Une situation du support végétal paraît utile avant de parler plus précisément de ses ravageurs.

I.2.a Origine, taxonomie

Le manguier est originaire de la région indo-birmane où il est cultivé depuis plus de 4000 ans (SCHROEDER W., 1991, a). Il appartient à la classe des **Dicotylédones**, sous-classe des **Archiclamidées**, ordre des **Sapindales**, sous-ordre des **Anacardiinées**, famille des **Anacardiacees** (LAROUSSILHE F., 1980). Le genre le plus cultivé est nommé ***Mangifera***, il contient de nombreuses espèces mais celle qui est commercialisée à grande échelle est ***M. indica*** (SCHROEDER W., 1991, b).

I.2.b Données économiques

Selon les données de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) la production mondiale de mangues en 2004 est de 26,3 millions de tonnes (Cf. **Figure 1**), le premier pays producteur est l'Inde avec 10,8 millions de tonnes produites, suivie de la Chine produisant 3,6 millions de tonnes et le Mexique avec 1,5 millions de tonnes produites. La Guadeloupe a produit quant à elle 1020 tonnes en 2004. Le premier pays exportateur en 2002 est le Mexique avec 143 milles tonnes de mangues exportées, avec le Brésil (0,8 millions de tonnes produites en 2002) ils couvrent près de 50p.100 des exportations mondiales. L'Inde, en revanche, n'a exporté que 44 milles tonnes (les données de 2004 ne sont pas accessibles), on en déduit donc que la majeure partie de la production asiatique est destinée à l'autoconsommation. En ce qui concerne la production antillaise, elle est entièrement destinée aux marchés locaux. Finalement 90% de la production mondiale est



a : arbre à port élancé ; b : arbre à port en boule ; c : arbre à port pyramidale ; d : arbre à port retombant ; e : faux tronc ; f : arbuste ; g : liane ; h : cactus ou succulente ; i : grand arbre à frondaison haute ; j : arbre à port étagé.

Figure 2 : Forme et port d'un arbre fruitier
(Com. pers. Fabrice Le Bellec)

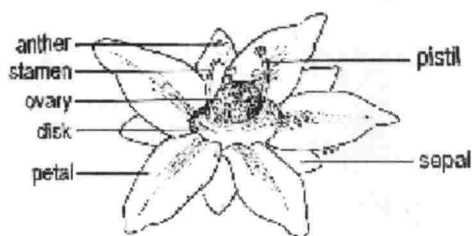
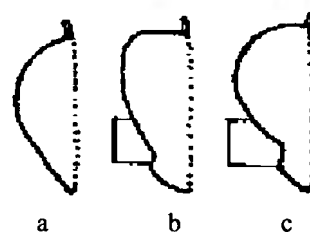


Figure 3 : Fleur hermaphrodite du manguier
(Com. pers. Fabrice Le Bellec)



a : absent ; b : peu marqué ; c : très marqué

Figure 4 : type de sinus chez le manguier

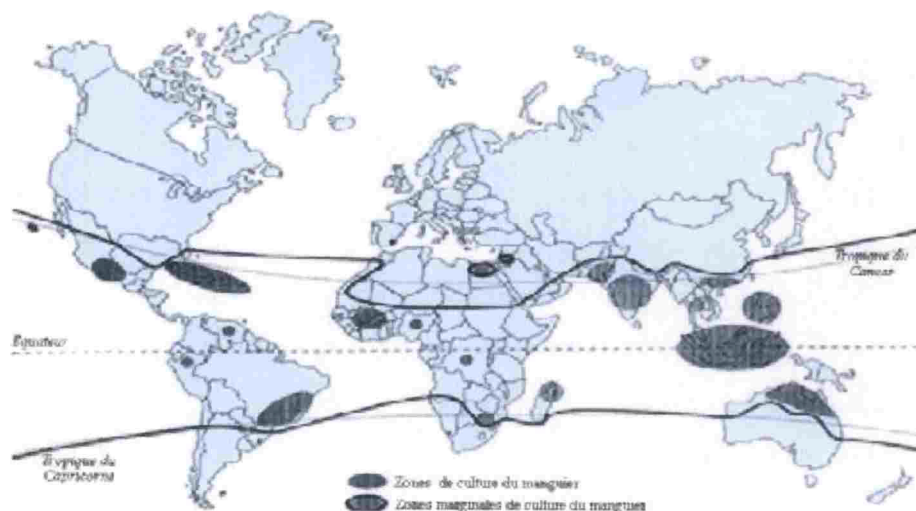


Figure 5 : Distribution de *Mangiferae indica* L. dans le monde
(GOGUEY T., 1995)

destinée à l'autoconsommation. Les principaux importateurs de mangues fraîches sont les Etats-Unis avec 238 milles tonnes importées en 2001 et la Communauté Européenne avec 135 milles tonnes de mangues importées en 2001 (FAOSTAT database, 2004). Les pays d'Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Guinée, Mali, Sénégal) exportent traditionnellement vers l'Europe mais entrent de plus en plus en concurrence avec le Brésil qui ne compte pas se cantonner au seul marché américain (VANNIERE, 2001). La mangue se place au deuxième rang des exportations mondiales de fruits tropicaux en représentant 24p.100 des exportations, derrière l'ananas (47p.100) et devant l'avocat (11p.100), selon les données de 2002 de la FAO.

I.2.c Botanique et techniques culturales

La forme générale de l'arbre dépend des variétés, elle peut être pyramidale, en fuseau, en boule ou étalée, le système racinaire est de type pivotant. La feuille est entière, ovoïde-lancéolée à ovale et mesure de 15 à 40cm de long (LAROUSSILHE F., 1980). Les inflorescences érigées et ramifiées portent des centaines de petites fleurs hermaphrodites ou mâles. Le ratio de fleurs mâles sur le nombre de fleurs hermaphrodites dépend du cultivar (SCHNELL R.J. *et al.*, 1995) et/ou de facteurs environnementaux (MUKHERJEE S.K., 1997). Le noyau du fruit est un endocarpe ligneux, généralement aplati sur les bords, plus long que large. La semence peut être monoembryonnée¹ ou polyembryonnée² selon les variétés. Des fruits parthénocarpiques, c'est-à-dire sans embryon, peuvent se développer parfois chez certaines variétés, ils sont alors plus petits et tombent souvent avant maturité, ce phénomène serait dû à une stimulation par le tube pollinique sans qu'il y ait eu fécondation (LAROUSSILHE F., 1980). (Cf. Figures 2, 3 et 4)

Le manguier est cultivé dans toutes les régions intertropicales du monde sauf dans les zones où la pluviométrie est trop faible et où la saison sèche n'est pas bien marquée (Cf. Figure 5). En effet le manguier doit être cultivé dans des régions où la pluviométrie annuelle est comprise entre 700 et 2000mm (LAROUSSILHE F., 1980). Cependant, lorsqu'elle dépasse 1000mm, l'Anthracnose et d'autres maladies fongiques causent d'importants dommages aux fleurs et aux fruits. Une floraison abondante et uniforme nécessite une période de dormance de 2 à 3 mois induite par des températures plus basses (8-10°C) et/ou des conditions de sécheresse (CAMPBELL R.J., 1992). Le manguier est très sensible au gel et

¹ Un seul embryon sexué

² Un embryon sexué et plusieurs embryons nucellaires

se comporte bien lorsque les températures ne descendent pas en dessous de 2,2° à 4,4°C et lorsqu'elles ne s'élèvent pas au-dessus de 40,5° à 43,5°C (SINGH K.K., 1967), la température optimale serait entre 23° et 27°C (WOODROW G.M., 1910). Il pousse dans des sols très variés mais préfère cependant des sols profonds (2m à 2,5m), assez légers et de structure moyenne (les sols argileux ou argilo-limoneux sont déconseillés, comme les sols trop sableux) (LARO USSILHE F., 1980).

La pollinisation est indispensable chez les variétés monoembryonnées et s'effectue dans les conditions naturelles par les insectes (diptères, lépidoptères, coléoptères et thysanoptères) (JIRON L.F. & HEDSTROM I., 1985) et par le vent (HARTLESS A.C., 1914, MALLIK P.C., 1957).

Le semi est utilisé pour la production de porte-greffes des variétés monoembryonnées ou pour la multiplication des types polyembryonnés donnant des fruits de bonne qualité. Le greffage est actuellement la méthode de multiplication la plus répandue dans le monde pour la conservation des caractères d'une variété donnée (LARO USSILHE F., 1980).

I.2.d Ravageurs et maladies

Les maladies du manguier sont principalement dues, à un niveau mondial, à des champignons et parfois à des bactéries. On observe également de nombreux insectes ravageurs, ceux-ci sont d'autant plus nombreux dans la zone d'origine du manguier.

En ce qui concerne les maladies deux causent particulièrement de dégâts dans toute la zone de production :

- l'**Anthracnose** : c'est la maladie fongique des manguiers la plus répandue dans le monde. Elle s'attaque aux feuilles, aux inflorescences et aux fruits, et est causée par *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. La lutte s'articule autour d'un programme alliant la taille et la destruction des organes attaqués et un traitement chimique raisonné (bouillie bordelaise, ou mancozèbe). D'autres substances actives seraient efficaces, telles que le zinèbe ou le manèbe (LARO USSILHE F., 1980). Elles sont autorisées en France sur des arbres fruitiers tels que le pêcher pour le zinèbe ou le pêcher, poirier, abricotier et la vigne pour le manèbe, mais n'ont pas d'extension leur permettant d'être utilisés sur le manguier. (Cf. Figure 6)
- l'**Oïdium (Powdery mildew en anglais)** : l'agent causal varie selon les régions, aux Indes cette maladie est causée par *Erysiphe polygoni* DC, ailleurs par *Erysiphe cichoraceum* DC ou *Oidium mangiferae* Berthet. Il est particulièrement à craindre au moment de la floraison et de la nouaison essentiellement sur les inflorescences et les jeunes fruits. Des applications de



Figure 6 : Anthracnose sur feuilles et jeunes fruits



Figure 7 : Oïdium sur jeunes fruits



Figure 8 : *Aulacaspis tubercularis* sur feuilles



Figure 9 : Piqûres de Cécidomyies sur jeunes feuilles



Figure 10 : Larve de *Rodalia cardinalis* sur *I. purchasi*. Adulte de *R. cardinalis* à gauche (photo INRA)

Photos de David Herzog

soufre sont assez efficaces en terme de lutte. Comme pour l'antracnose, un autre fongicide efficace, le triadiménol (LARO USSILHE F., 1980), peut être utilisé sur abricotier, prunier et vigne mais n'a pas d'extension d'utilisation pour les vergers de manguiers. (Cf. Figure 7)

Une autre maladie est importante dans certaines régions du monde en raison des dégâts rapides qu'elle entraîne lorsque le temps est humide, il s'agit de la **Maladie des Tâches Noires**. C'est une bactériose causée par *Xanthomonas campestris* pv. *Mangiferae-indica*, appelée également *Bacterial Black spot* en anglais, le cuivre est utilisé pour limiter sa propagation, mais n'a pas un rôle bactéricide proprement dit (MANICOM B.Q. & FREAN R.T., 1992).

Les insectes ravageurs rencontrés sur le manguiers sont assez variés. Il s'agit des **cicadelles** (*Idioscopus* sp. (Hemiptera : Cicadellidae), dites *mango hoppers* en anglais), des **thrips** (*Frankliniella* sp. (Thysanoptera : Thripidae)), des **cochenilles** (*Aulacaspis tubercularis* (Newstead) (Hemiptera: Diaspididae), dites *mango scales* en anglais) (Cf. Figure 8), et des **cécidomyies** (*Erosomyia* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), appelées *midges* en anglais) (Cf. Figure 9) qui causent plus ou moins de dégâts sur les feuilles et les fleurs selon les régions et même parfois sur les fruits (WAITE G.K., 2002). Leurs populations peuvent être régulées grâce à des auxiliaires présents ou introduits dans les vergers, les plus efficaces sont les champignons entomophages *Metarhizium* sp. et *Beauveria* sp. contre les cicadelles (ALAM S.N., 1994), mais il existe également plusieurs insectes parasitoïdes ou prédateurs recensés efficaces contre les autres insectes ravageurs du manguiers : par exemple les prédateurs du genre *Orius* sp. (Heteroptera : Anthocoridae) contre le thrips *F. occidentalis* (LOOMANS A.J.M. & van LENTEREN J.C., 1995), ou le parasitoïde *Encarsia citrina* (Crawford) (Hymenoptera: Aphelinidae) contre la cochenille *A. tubercularis* (LABUSCHAGNE T.I. et al., 1995). Parallèlement à cela des inspections régulières dans le verger et l'utilisation d'huiles de pétrole permettent de maintenir les populations à un niveau acceptable. Des insecticides sont efficaces contre ces ravageurs mais n'ont pas d'extension d'usage sur le manguiers. Il s'agit, par exemple, de l'imidaclopride contre les cicadelles (VERGHESE A., 1998) autorisé sur abricotier, pêcher, poirier et pommier ; le carbaryl contre les thrips (WAITE G.K., 2002) autorisé sur olivier, pêcher et pommier ; et enfin la buprofézine contre les cochenilles (DE FAVERI S.G. & BROWN J.D., 1995) autorisée sur quelques cultures légumières.

Les principaux dégâts sur fruits sont causés par les **mouches des fruits** de la famille des Tephritidae (*Anastrepha* spp. *Bactrocera* spp. et *Ceratitis* sp., *fruit flies* en anglais) présentes dans quasiment toutes les zones de production et les **charançons de la mangue**

(*Cryptorhynchus mangiferae* (F.) très largement distribué, *Sternochetus gravis* et *frigidus* (F.) recensés en Inde, appelés *mango weevils* en anglais) qui sont également fréquemment rencontrées dans les vergers. Peu de prédateurs ou parasitoïdes arrivent à réguler les populations de ces ravageurs. Les pièges à phéromones sont efficaces contre les mouches des fruits et en terme de traitement, seules les huiles de pétrole sont autorisées mais s'avèrent malheureusement inefficaces. Le diméthoate serait efficace mais n'est pas autorisé en France sur le manguier, il l'est sur cerisier, olivier, pêcher, poirier et pommier. Le Cirad de la Réunion a mis en place un système de « traitement par tâches » très efficace réalisé lors de fortes attaques, et avec dérogation de la Protection des Végétaux pour utilisation d'insecticides normalement interdits sur agrumes ou manguiers. Cela consiste tout d'abord à surveiller les populations par des pièges attractifs, lorsque le seuil de tolérance est atteint, on effectue des « tâches » de 0,5 m² sur chaque arbres portant des fruits d'un attractif alimentaire couplé à un insecticide puissant (Fiche Technique n°01 de la Chambre d'Agriculture de la Réunion, 2002). Contre les charançons aucun n'auxiliaire n'est connu et le traitement insecticide le plus efficace semble être la deltaméthrine mais celui-ci non plus n'est pas autorisé sur le manguier, il l'est en revanche sur abricotier, cerisier, prunier, poirier, pommier, pêcher, olivier. Dans tous les cas un bon entretien du verger (élimination des fruits et autres résidus tombé à terre, suppression des plantes hôtes,...) est un bon complément de lutte (WAITE G.K., 2002).

La situation en Guadeloupe est quelque peu différente de la situation mondiale. Tout d'abord ce département est indemne de bactériose, ce qui est d'ailleurs la raison pour la quelle le Cirad y a établi sa collection de manguiers. On trouve en revanche dans les vergers du Cirad six principaux ravageurs ou maladies qui ne sont pas obligatoirement les plus répandus dans le monde. Tout d'abord le ravageur le plus souvent observé est la cochenille *A. tubercularis* présente dans 77p.100 des observations, vient ensuite une autre cochenille appelée *Icerya purchasi* Maskell (Hemiptera : Margarodidae), *cottony scale* en anglais, présente dans 44p.100 des observations, celle-ci est régulée naturellement dans les vergers du Cirad par la coccinelle *Rodalia cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) (Cf. **Figure 10**). Les maladies les plus fréquemment observées sont l'Anthracnose *C. gloeosporioides* présente dans 70p.100 des observations ainsi qu'un rouille due à *Cephaleuros viscens* (Chroolepidaceae : Chlorophyta) observée dans 45p.100 des cas. L'Oïdium prolifère quant à lui à la période de floraison et sa présence varie selon les années. Le charançon *C. mangiferae* est très présent dans toute l'île, selon les comptages de 2004 il est présent dans 12p.100 des

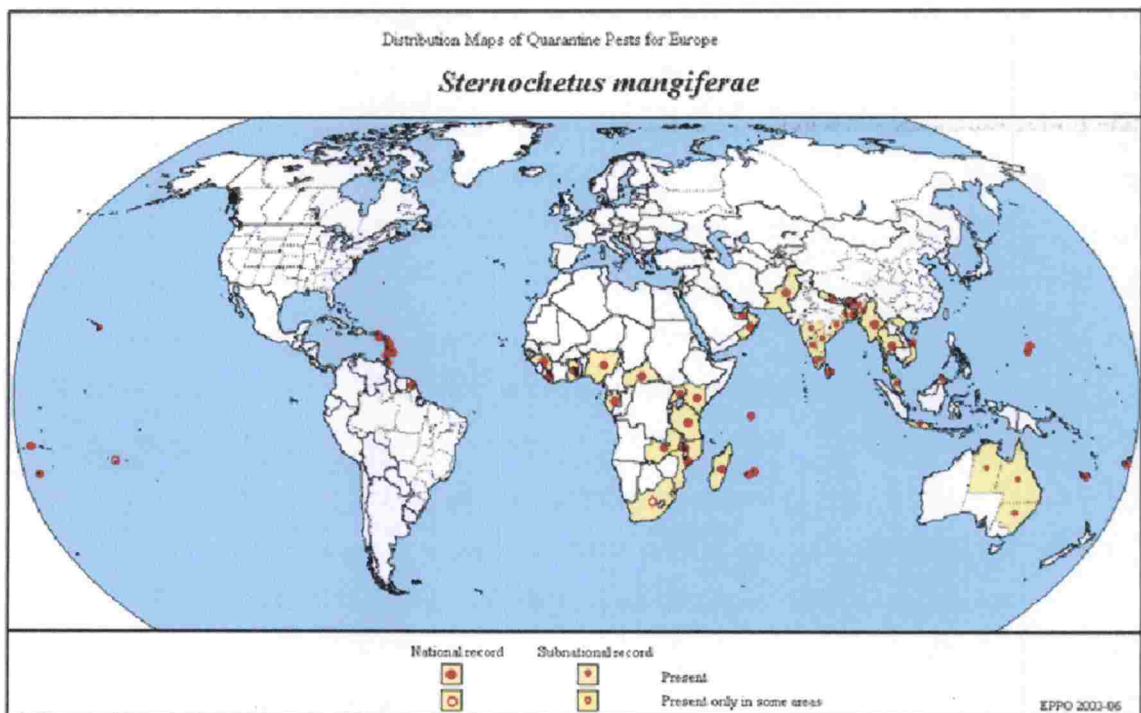


Figure 11 : Distribution mondiale de *Cryptorhynchus mangiferae* (également nommé *Sternochetus mangiferae*)
(Com. pers. Christian Didier)

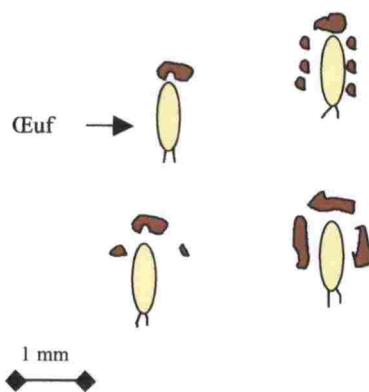


Figure 12 : Schémas de piqûres
réalisées par la femelle lors de la ponte
(Inspiré de DE VILLIERS E.A, 1991)

observations. En revanche les cicadelles, thrips, cécidomyies et mouches des fruits (présence uniquement du genre *Anastrepha*) sont peu nombreux et causent peu de dégâts sur les manguiers du Cirad (HERZOG D., 2004).

1.3 Un ravageur spécifique : Le charançon du noyau de la mangue

Cet insecte est un exemple d'adaptation à une espèce végétale. Il se développe exclusivement sur le manguiers, il est très peu accessible durant tous ses stades de développement, sa lutte est par conséquent assez compliquée.

1.3.a Distribution et biologie de l'insecte

Le charançon du noyau de la mangue *Cryptorhynchus mangiferae* (F.)³ (Coleoptera: Curculionidae), *mango seed weevil* en anglais, est largement distribué en Afrique, Asie, Australie, dans les Iles du Pacifique et la Caraïbe (WAITE G.K., 2002). Il a été découvert pour la première fois à Hawaï en 1905 (KOTINSKY J., 1905) mais est présent depuis sûrement plus longtemps dans la zone d'origine du manguiers. C'est en 1984 qu'il est repéré pour la première fois dans les îles caribéennes, plus précisément à Sainte-Lucie, puis en Martinique et en Guadeloupe en 1986 (FAO Plant Protection Bulletin, 1986). (Cf. Figure 11) La femelle pond son œuf sur l'épiderme du fruit, elle pique plusieurs fois autour afin que le latex contenu dans le fruit recouvre l'œuf et le protège, ce procédé méthodologique peut prendre 15 minutes (Cf. Figure 12). Une femelle peut pondre 15 œufs par jour et jusqu'à 300 œufs pendant toute la période de ponte, c'est-à-dire environ 3 mois (SRIVASTAVA R.P., 1997). Srivastava précise que 36 œufs peuvent être laissés sur un seul fruit (Cf. Figure 14). En revanche selon Butani (1993) seulement 6 ou 7 peuvent atteindre le stade adulte. Les pontes commencent lorsque le fruit est encore immature, sa taille est alors d'environ 19mm de large (HANSEN J.D. *et al.*, 1989), la larve de premier stade éclos au bout de 6-7 jours et creuse une galerie jusqu'au noyau dont l'endocarpe est encore franchissable. Elle se développe alors en se nourrissant des cotylédons en passant par 4 autres stades larvaires et un stade nymphal (Cf. Figures 13 et 15). Il faut environ 43 jours pour passer de l'œuf au charançon adulte (expériences effectuées en laboratoire et au champs en Inde) et la durée de vie de *C. mangiferae* est de $302 \pm 1,5$ jours pour les femelles et $267 \pm 1,25$ jours pour les mâles (SHUKLA R.P. & TANDON P.L., 1985).

³ Egalement appelé *Sternonchetus mangiferae* (F.)

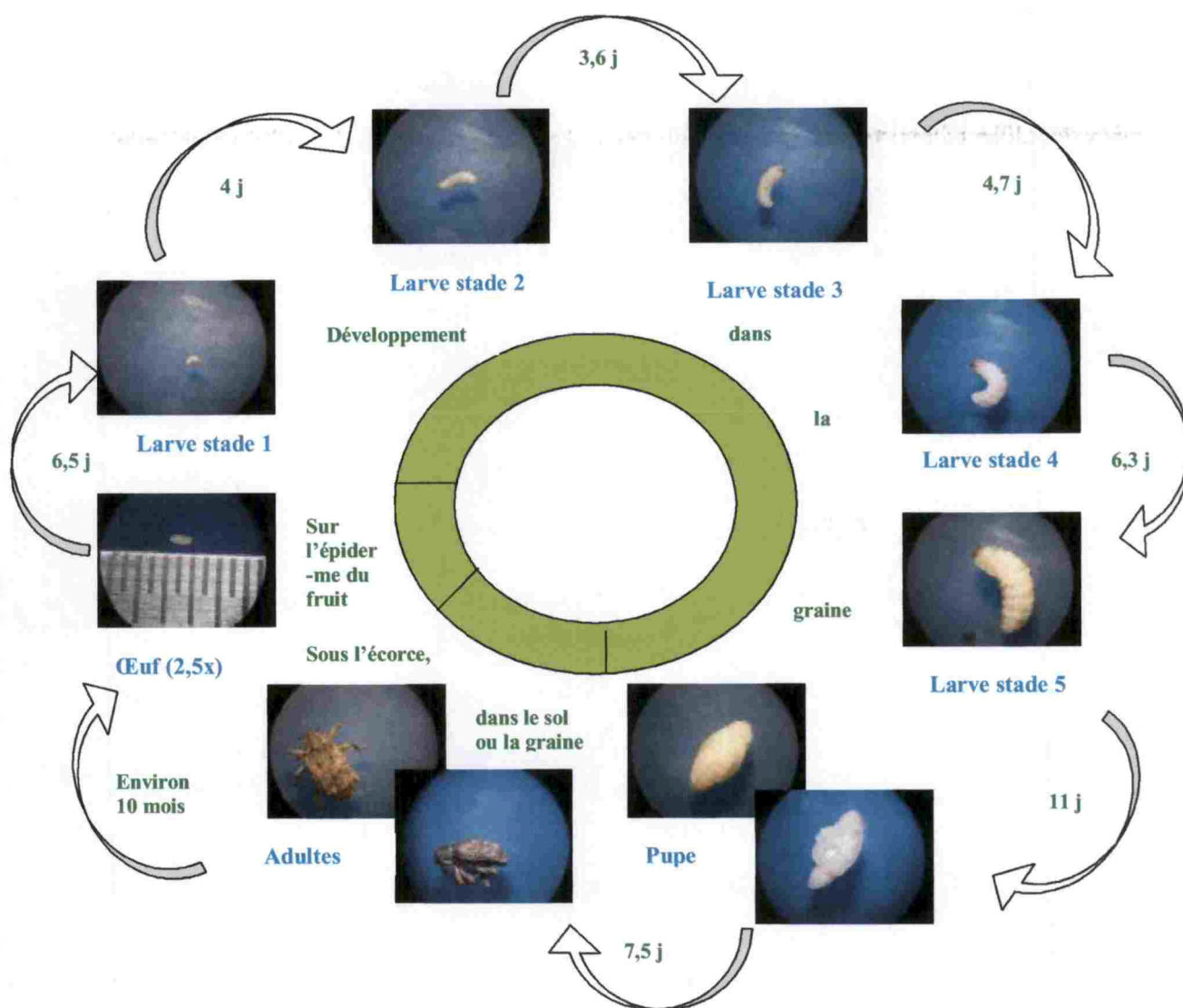


Figure 13 : Cycle de *Cryptorhynchus mangiferae* (photos en taille réelle)
 Inspiré de l'article écrit par SHUKLA R.P. & TANDON P.L. en 1985



Figure 14 : Plusieurs dizaines de pontes sur un seul fruit

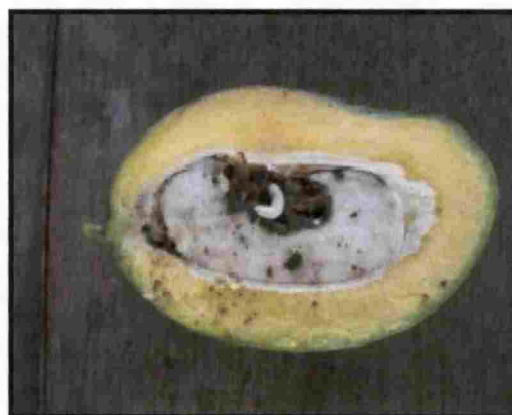


Figure 15 : Dégâts dans le noyau causés par *C. mangiferae*

Photos personnelles

I.3.b Conséquences économiques

C. mangiferae a été élevé au statut d'insecte de quarantaine dans de nombreux pays en raison des divers impacts engendrés sur la production de mangues. Premièrement lorsque l'adulte ressort du noyau il provoque des dégâts directs sur la chair ce qui rend le fruit peu appétissant ou invendable. La deuxième conséquence est que l'infestation réduit la capacité germinative des graines. Enfin il est probable que la chute prématurée des fruits soit augmentée par l'infestation.

Diverses études ont été menées sur le sujet et ont montré que la destruction de la pulpe est rare, moins de 0,3p.100 des fruits observés, car le fruit est généralement consommé avant que l'insecte ne ressorte du noyau (HANSEN J.D. *et al.*, 1989 ; BALOCK J.W. & KOZUMA T.T., 1964 ; FOLLETT P.A. & GABBARD Z., 2000). De plus, Folett et Gabbard ont également montré (2000), que le charançon réduit significativement la germination des graines pour ce qui est des variétés monoembryonnées, mais aucune réduction de germination significative n'a été trouvée sur les variétés polyembryonnées. En ce qui concerne la chute prématurée des fruits l'effet du charançon n'est pas clair mais on pense toujours qu'il a un impact au début du développement des fruits (FOLLETT P.A., 2002).

I.3.c Moyens de lutte existants

En terme de lutte chimique, le fenthion est souvent conseillé (HANSEN J.D., 1993 ; JOUBERT P.H. & PASQUES B.P., 1995) mais son utilisation n'est pas compatible avec un programme de lutte intégrée car il est trop nuisible pour la faune auxiliaire, de plus il n'est pas homologué en France. Des essais ont été menés avec la deltaméthrine et le carbaryl, dont l'usage est autorisé en France mais pas sur le manguier, ces deux produits ramèneraient le taux d'infestation au champ par *C. mangiferae* en dessous de 15p.100 (HANSEN J.D., 1993).

Des méthodes alternatives ont été étudiées telles que le nettoyage de la parcelle en ramassant systématiquement tous les fruits, graines et branches tombés à terre. Ce travail intensif a été prouvé efficace pour l'espèce *Cryptorhynchus gravis* (F.) dont les populations chutaient de 22p.100 (DEY K. & PANDE Y.D., 1987), mais en ce qui concerne *C. mangiferae* les essais sur cette pratique culturale n'ont eu aucun effet sur les populations en raison d'un autre foyer trop proche, ce qui laisse à penser que ce charançon se déplacerait plus facilement qu'ils ne le pensaient (HANSEN J.D. & ARMSTRONG J.W., 1990).

Peu de résistances variétales ont été mises en évidence, Balock et Kozuma (1964) ont tout de même mis en avant que des variétés telles que « Itamaraca » dont l'endocarpe de la graine

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

Handwritten text, possibly a date or a small note.

durcit très tôt, alors que le fruit est encore très jeune, seraient défavorables à *C. mangiferae*. Notons également que les variétés polyembryonnées du type « Common » ne sont pas touchées par les problèmes de germination des semences que l'insecte peut engendrer contrairement aux variétés monoembryonnées du type « Haden » (FOLLETT P.A & GABBARD Z., 2000). En revanche, d'autres essais montrent ce charançon semble attaquer indifféremment les différentes variétés de manguiers (HANSEN J.D. *et al.*, 1989).

Aucun parasitoïde de *C. mangiferae* n'est connu actuellement (J.D. HANSEN, 1993 ; JOUBERT P.H. & LABUSCHAGNE, 1995), mais il a cependant quelques ennemis naturels tels que les rongeurs, les lézards et quelques oiseaux. L'efficacité du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* a été testée par Joubert et Labuschagne (1995), en laboratoire deux souches causent 30p.100 de mortalité en 14 jours, mais ces souches n'ont eu aucun effet lors des essais au champ. Un baculovirus, trouvé à l'état naturel dans des larves malades de *C. mangiferae*, pourrait offrir de nouvelles perspectives quant à la lutte contre ce ravageur, mais ceci date de 1984 et aucun autre article sur le sujet n'a été écrit depuis (SHUKLA R.P. *et al.*, 1984).

En ce qui concerne les traitements post-récolte, le traitement à l'eau chaude (52°C pendant 90 minutes ou 70°C pendant 5 minutes) n'élimine pas tous les charançons (SHUKLA R.P. & TANDON P.L., 1985), le stockage en chambre froide est efficace à partir de 5 jours à 12,2°C, mais ce traitement altère la qualité du fruit (McBRIDE O.C. & MASON A.C., 1934). Aucun fumigène n'est efficace pour éliminer les charançons des fruits ou alors détériorent trop le fruit (BALOCK J.W. & KOZUMA T.T., 1964). L'irradiation aux rayons gamma ou l'utilisation de micro-ondes, à dose efficace, causent également des dommages aux fruits (SPALDING D.H. & von WINDEGUTH D.L., 1988 ; SEO S.T. *et al.*, 1970).

Des études ont montré que le charançon n'est pas aussi nuisible que nous le pensions, mais le fait qu'il soit présent dans la graine facilite son exportation vers des pays qui ne seraient pas encore contaminés et les difficultés que nous rencontrons pour mettre en place une lutte efficace justifie tout de même des études supplémentaires et son inscription sur la liste des insectes de quarantaine. L'objectif le plus important étant d'éviter aux pays encore indemnes de cet insecte d'être contaminés. Les conséquences pourraient être désastreuses pour certains pays qui exportent leurs mangues vers les Etats-Unis et l'Europe⁴. C'est le cas par exemple de Porto-Rico qui exporte 80p.100 de sa production de mangues vers ces deux

⁴ *C. mangiferae* n'a pas encore été recensé aux Etats-Unis ni en Europe

Handwritten text, possibly a title or header, is visible at the top of the page.

destinations et pour qui l'arrivée du charançon signifierait la perte de ces marchés (ALAMO C. & FRANQUI R., 2005). A l'avenir, les producteurs guadeloupéens pourraient être confrontés aux mêmes difficultés s'ils désirent exporter des fruits de haute qualité sur les marchés européens. Ce travail entend donc étudier ce ravageur pour mieux connaître son impact en Guadeloupe afin de mieux le maîtriser.

Tableau 1 : Inventaire des parcelles utilisées pour la partie ‘suivi de pontes’

Nom du verger	Zone	Variété	Propriétaire	Description
Ir/BA	Vieux-Habitants Bel Air	Irwin	CIRAD	Verger ne contenant que la variété Irwin, conduit en agriculture conventionnelle
Ju/BO	Vieux-Habitants Le Bouchu	Julie	CIRAD	Verger contenant diverses variétés de mangues, conduit en agriculture conventionnelle
Ir/CA	Baillif	Irwin	Mr Callard	Verger contenant divers variétés, toutes non traitées
Ju/CR	Baillif	Julie	Mr Crane	Producteur de mangues en agriculture traditionnelle

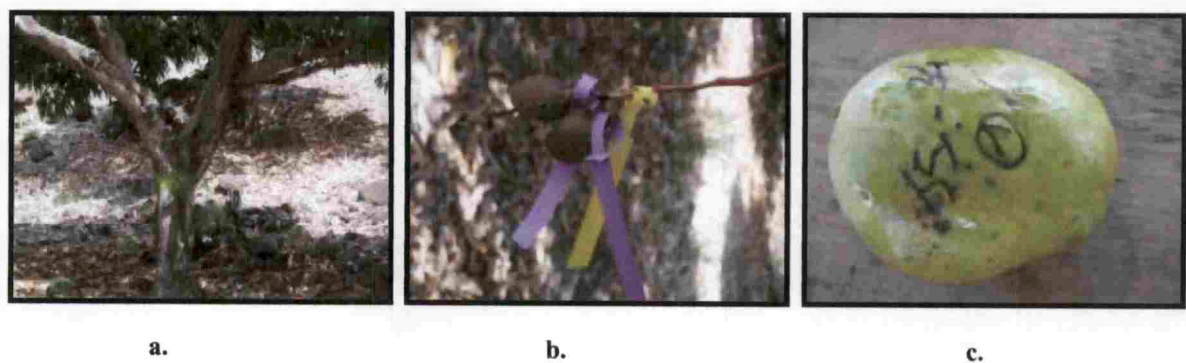


Figure 16 : a. Arbre marqué à la peinture ; b. Grappes et fruits pondus marqués à l’aide d’une étiquette différente ; c. Fruits marqués au feutre indélébile lorsque leur taille le permet

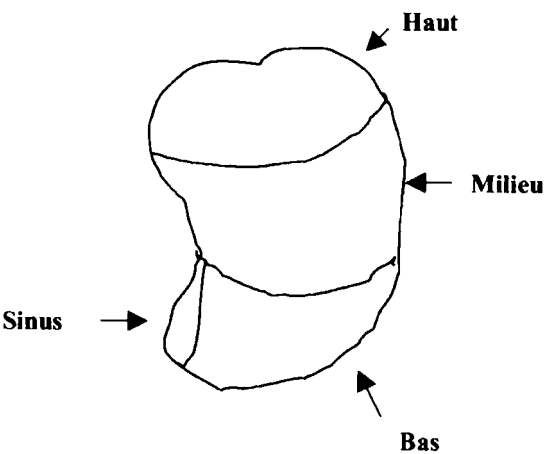


Figure 17 : Schéma des zones utilisées pour situer les pontes sur une mangue

II. Matériel et méthodes

II.1 Suivi de pontes de *C. mangiferae*

► **Objectifs :** (1) Repérer les nouvelles pontes en relevant à chaque fois la taille du fruit, afin de déterminer un intervalle optimal de ponte pour *C. mangiferae* exprimé en taille de fruit. (2) Mettre en place un seuil de nuisibilité.

Deux variétés de manguiers ont été utilisées pour cette étude, la variété « Julie » car très répandue et appréciée en Guadeloupe et « Irwin » variété précoce de grande qualité. Chaque variété a été analysée sur deux zones, ce qui revient à étudier quatre vergers (Cf. **Tableau 1**). Les plans des deux vergers situés au Cirad sont consultables en **annexe 1**.

Cinq arbres de chaque variété, sur chaque zone, ont été marqués sur le tronc à l'aide de peinture, ils ont été choisis parmi ceux qui portaient le plus de fruits afin que le nombre de fruits attendu pour l'échantillon soit atteint. L'échantillon attendu est le suivi d'au moins 20 fruits attaqués par arbre. La production de mangue cette année étant moins bonne que les années précédentes⁵, il n'a pas toujours été facile de trouver des fruits. Au sein de chacun de ces arbres une trentaine d'inflorescences (ceci dépendait de la disponibilité de chaque arbre) au stade nouaison ont été marquées, en veillant bien que les fruits de ces inflorescences étaient indemnes de pontes de charançon.

Le suivi consistait à vérifier deux fois par semaine chaque arbre et à noter les nouvelles pontes observées sur les fruits marqués, chaque « fruit pondu » était à nouveau marqué afin de bien les repérer. Les fruits tombés ont été comptés et identifiés lorsque cela était possible. Chaque fruit a été marqué au feutre indélébile lorsque leur taille permettait de les numéroter afin d'identifier chacun d'eux et de bien repérer les fruits tombés à terre (Cf. **Figure 16**). La taille était prise au niveau de la plus grande largeur de la mangue, grâce à un pied à coulisse. La situation de chaque ponte sur le fruit a également été notée selon quatre zones : haut, milieu, bas ou sinus (Cf. **Figure 17**). Puis chaque fruit a été ouvert à maturité pour observer la

⁵ En raison de l'alternance année à forte production/année à faible production, or l'année 2004 fut une très bonne année



Figure 18 : Pièges disposés

**A gauche, filet insect proof contenant un mâle charançon, une mangue et un bout d'écorce
A droite tube en verre, percé en haut, contenant l'acétate d'éthyle**

présence de larves dans le noyau et pourvoir déterminer si les pontes ont été efficaces. (Cf. Annexe 2)

Les logiciels statistiques utilisés sont Spad® pour les ACP⁶ et XLSTAT® pour les analyses de variances et les régressions linéaires ou autres (logarithmique, polynomiale, puissance,...).

II.2 Tests de différents pièges

► **Objectifs :** (1) Trouver un nouveau moyen de lutte efficace et autorisé en agriculture biologique. (2) Mettre en évidence une communication chimique entre les mâles et les femelles de l'espèce *C. mangiferae*

Afin de rechercher de nouvelles techniques de lutte contre ce charançon, autorisées en agriculture biologique, nous avons pensé tester différents pièges attractifs.

Tous les pièges ont été fabriqués à partir de feuilles engluées Bug-Scan® de la société Biobest Biological Systems™, repliées en triangle, au centre desquelles quatre attractifs différents ont pu être disposés et testés (Cf. Figure 18). Deux expériences ont été mises en œuvre :

- Dix arbres, au sein de chacun d'eux étaient disposés au hasard 4 types de pièges dans la zone des 0-2 mètres⁷ : un piège contenant de l'acétate d'éthyle apparemment attractifs pour d'autres espèces de charançons en zones tropicales (com. pers. Didier Rochat de l'INRA de Versailles), un deuxième contenant de l'eau sucrée, un autre contenant un charançon mâle vivant, une jeune mangue et un bout d'écorce enfermés dans un filet insect-proof (afin d'essayer d'attirer les femelles) et enfin un dernier contenant de l'eau distillée afin de servir de témoin.
- Dix arbres contenant 3 types de pièges : dans un, un mâle et une jeune mangue, et dans un autre une femelle et une jeune mangue, tous les deux enfermés dans un filet insect-proof, afin d'observer si l'un ou l'autre serait plus attractif, et dans un dernier de l'eau distillée considéré comme le témoin.

Les pièges étaient vérifiés deux fois par semaine afin d'observer d'éventuelles captures et pour remplir les tubes contenant l'acétate d'éthyle, produit très volatile.

⁶ ACP : Analyse des Composantes Principales

⁷ Zone la plus riche en charançons selon la littérature (SHUKLA R.P. & TANDON P.L., 1985 ; SRIVASTAVA R.P., 1997)

Il n'a pas été facile de différencier les mâles des femelles car ils sont très ressemblant, les segments ventraux abdominaux sont similaires chez les deux sexes et il n'y pas de différences dans la taille ni la forme. Pour les reconnaître il faut regarder le dernier segment de l'abdomen, chez la femelle celui-ci se rétrécit en pointe tandis qu'il est plus large chez le mâle (RAMAKRISHNA BABU A. *et al.*, 2001). En pratique cette différence est difficilement observable sans abîmer l'insecte. Les insectes ont donc été mis ensemble dans un même bocal et ont été séparés au fur et à mesure par différenciation du mâle et de la femelle lors de leur accouplement.

II.3 Comparaison entre sept variétés de manguiers

➤ **Objectif :** Mettre en évidence d'éventuelles différences de sensibilité entre les variétés étudiées.

Pour cette partie de l'étude sept variétés ont été comparées : Julie, Irwin, Pomme, Mangofil, Keitt, Haden et Nam Doc Man. La collection de manguiers située sur la parcelle du Cirad au Bouchu a servi de parcelle de prélèvement, un seul site a été choisi afin que les fruits prélevés soient dans un lieu où l'attaque est homogène, ceci évite un éventuel « effet site » qui fausserait les données. Deux arbres de chaque variété ont été utilisés, sur chacun desquels 20 fruits ont été prélevés, puis ouverts. Tous les fruits ont été récoltés à maturité entre le 20 mai et le 03 juin 2005. Pour des raisons pratiques nous n'avons pas pu étendre l'essai à plus de deux arbres par variété car la collection ne détient pour certaines variétés que deux arbres représentatifs, afin que les données soit comparables nous nous sommes donc limités au nombre minimum. Les graines infectées ont été notées et la quantité de larves de charançon contenues dans chaque graine infectées a été dénombrée. (Cf. Annexe 3)

Le logiciel XLSTAT® a été utilisé pour exploiter les données.

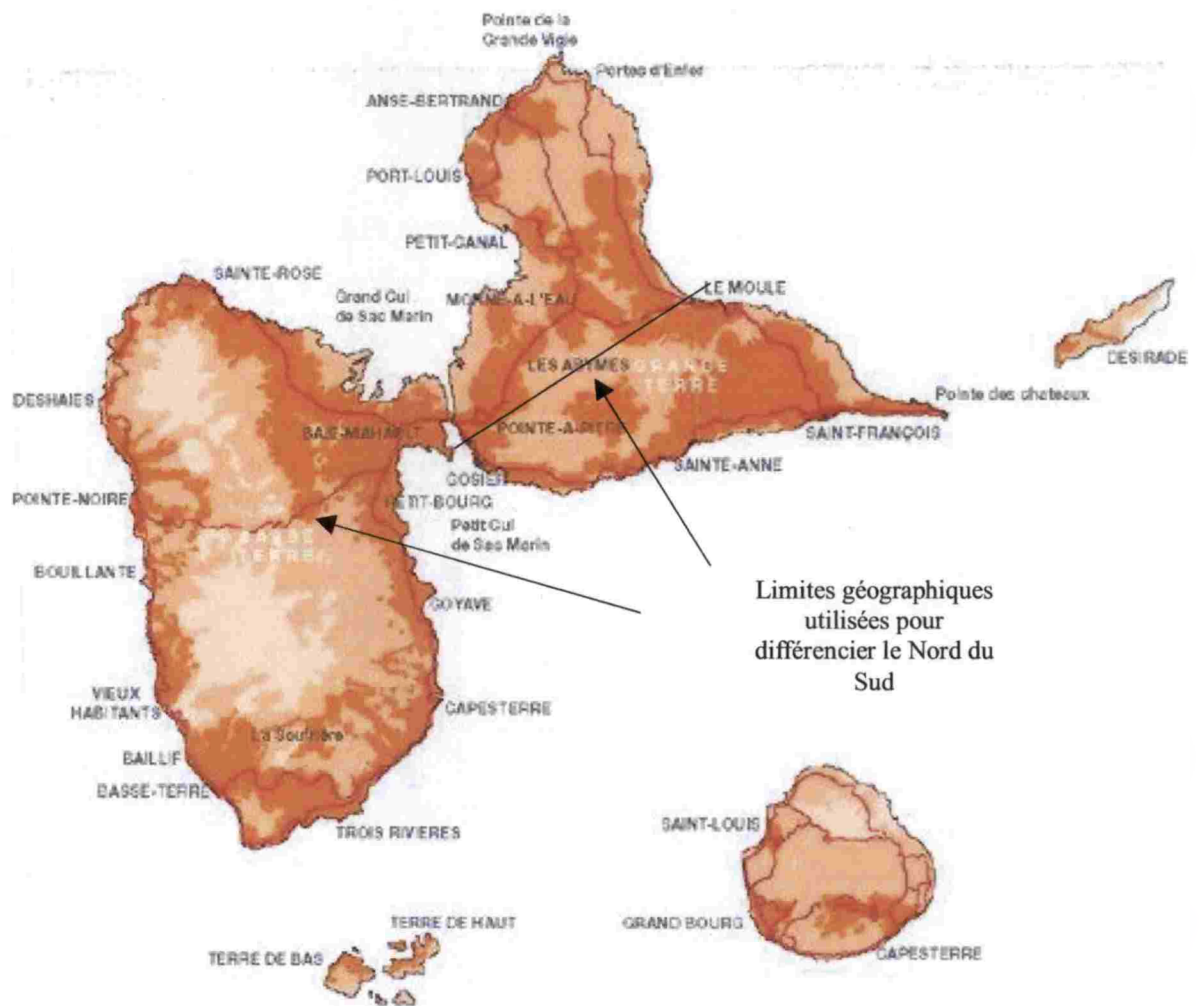


Figure 19 : Carte de la Guadeloupe
 (Fond de carte tiré du site www.iufm.univ-arg.fr/~wilfrid/Cartes-du-monde/)

II.4 Répartition de *C. mangiferae* en Guadeloupe

► **Objectif :** Repérer l'étendue de *C. mangiferae* sur l'île de la Guadeloupe afin d'établir une carte grossière des zones de présence de l'insecte.

Des prospections d'une journée ont été organisées pour cette partie de l'étude. L'île a été découpée en quatre grandes zones :

- Le Nord et le Sud de la Basse-Terre, la limite géographique utilisée étant la Route de la Traversée (D.23) considérée comme appartenant au Nord de la Basse-Terre.
- Le Nord et le Sud de la Grande-Terre, la limite géographique étant une ligne tirée entre Les Abymes et Le Moule. (Cf. Figure 19)

Chaque zone a été parcourue en une journée, avec une moyenne de 43 arbres observés par zones. L'épiderme du fruit était tout d'abord observé, si aucunes pontes n'étaient visibles, 20 fruits étaient prélevés et ouverts afin de vérifier si l'arbre était réellement sain. Trois variétés étaient observées : Julie, Pomme et Mangofil en raison de leur forte présence en Guadeloupe. Les arbres ont été choisis au hasard aux bords des routes, dans les champs ou encore chez des particuliers.

Parallèlement à cela, 20 fruits de variétés diverses en provenance de Marie-Galante nous ont été envoyés et ont été ouverts afin de vérifier la présence de l'insecte sur cette dépendance.

Le logiciel XLSTAT® a été utilisé pour exploiter les données.

Tableau 2 : Tableaux récapitulatifs des relevés de pontes sur les 4 sites étudiés

Ju/BO (récolte le 08/06)	J1	J2	J3	J4	J5	5 arbres
N de fruits au départ	53	57	48	43	51	253
% attaque	99,80	91,30	93,80	86,00	92,20	92,50
efficacité pontes (N utilisé)	55,50 (49)	63,50 (53)	64,50 (44)	51,00 (37)	76,10 (49)	63,40 (233)
taille mini (mm) (N)	39,00 (52)	45,90 (52)	37,40 (42)	38,50 (36)	37,40 (47)	39,70 (229)
écart type taille mini	9,70	8,20	4,90	7,30	6,40	8,30
taille maxi (mm) (N)	64,40 (29)	66,00 (41)	65,50 (42)	59,40 (27)	64,00 (31)	67,80 (173)
écart type taille maxi	9,80	9,50	10,20	11,40	13,00	10,80
% chute pondus	40,80	45,10	36,00	51,00	58,30	48,90
% noyaux pustulés (N)	55,00 (49)	35,70 (53)	39,30 (44)	22,00 (37)	25,00 (49)	39,50 (233)
moyenne pontes/fruits (N)	6 (52)	7 (52)	20 (45)	10 (37)	11 (47)	11 (233)

Ir/BA (récolte le 08/06)	I1	I2	I3	I4	I5	5 arbres
N de fruits au départ	41	52	49	51	59	252
% attaque	70,70	80,80	75,50	74,50	100,00	81,30
efficacité pontes (N utilisé)	22,20 (27)	42,20 (37)	42,50 (40)	30,80 (39)	36,00 (50)	34,00 (193)
taille mini (mm) (N utilisé)	31,70 (29)	23,00 (42)	28,80 (37)	34,00 (38)	26,00 (59)	28,90 (205)
écart type taille mini	10,50	14,30	12,60	14,30	6,80	12,00
taille maxi (mm) (N utilisé)	45,70 (21)	25,10 (26)	53,80 (24)	45,80 (24)	31,60 (59)	45,40 (145)
écart type taille maxi	15,40	14,20	17,10	15,40	10,00	14,00
% chute pondus	44,80	50,00	56,10	52,60	61,00	56,10
% noyaux parthénocarpiques (N)	70,40 (27)	48,60 (37)	45,00 (40)	53,80 (39)	66,00 (50)	56,50 (193)
moyenne pontes/fruits (N)	6 (29)	4 (42)	7 (37)	5 (38)	8 (59)	6 (205)

Ju/CR (récolte le 07/06)	J1	J2	J3	J4	J5	5 arbres
N fruits au départ	31	31	33	36	33	165
% attaque	32,30	67,70	51,50	5,50	6,00	31,70
efficacité pontes (N)	20,00 (27)	13,60 (31)	22,20 (33)	5,50 (35)	3,30 (30)	16,00 (157)
taille mini (mm) (N)	42,50 (10)	57,00 (22)	52,50 (17)	53,80 (5)	53,00 (2)	52,40 (57)
écart type taille mini	7,50	14,60	9,10	8,30	7,10	12,10
taille maxi (mm)(N)	47,70 (6)	62,10 (15)	59,90 (13)	58,60 (5)	53,00 (2)	58,20 (40)
écart type taille maxi	11,50	13,30	7,70	11,80	7,07	11,90
% chute pondus	30,00	28,60	29,40	?	?	32,70
% noyaux pustulés (N)	59,00 (27)	54,50 (31)	48,00 (33)	37,50 (35)	56,50 (30)	50,40 (157)
moyenne pontes/fruits (N)	2 (10)	2 (22)	2 (17)	2 (5)	1 (2)	2 (57)

Ir/CA (récolte le 15/06)	I1	I2	I3	I4	I5	5 arbres
N fruits au départ	64	48	68	65	74	319
% attaque	98,40	95,80	94,10	98,50	93,20	95,90
efficacité pontes (N)	90,90 (55)	88,80 (45)	82,80 (64)	87,70 (57)	88,50 (70)	87,60 (291)
taille mini (mm) (N)	30,90 (63)	34,70 (46)	36,30 (64)	33,40 (64)	42,80 (69)	35,80 (306)
écart type taille mini	6,80	6,90	6,70	7,70	8,40	8,50
taille maxi (mm) (N)	57,20 (45)	55,20 (34)	60,40 (53)	59,10 (50)	65,00 (54)	54,40 (236)
écart type taille maxi	12,70	10,40	10,90	11,10	9,60	11,70
% chute pondus	61,90	52,20	45,30	56,30	44,90	52,30
% noyaux parthénocarpiques (N)	0 (55)	0 (45)	0 (64)	3,60 (57)	0 (70)	0,7 (291)
moyenne pontes/fruits (N)	4 (63)	4 (46)	6 (64)	5 (64)	5 (69)	5 (306)
% noyaux pustulés (N)	0 (55)	0 (45)	3,1 (64)	1,8 (57)	0 (70)	0,7 (291)

III. Résultats et discussion

III.1 Suivi de pontes de *C. mangiferae*

Selon les données récoltées, sous le climat caribéen, les pontes commencent un peu avant la mi-avril pour finir début juin. Le maximum de pontes observées sur un seul fruit est de 48 pontes, et le maximum de larves observées et arrivées à terme dans le noyau est de 8⁸.

De ce suivi divers résultats ont pu être calculés.

III.1.a Calculs des pourcentages d'attaque et efficacités des pontes

Les pourcentages d'attaque ont été calculés selon la formule suivante :

$$[(\text{Nombre de fruits attaqués} / \text{Nombre de fruits total observés}) \times 100]$$

Les pourcentages d'attaque sont très élevés dans l'ensemble, en moyenne sur un site donné ils vont de 81,3p.100 à 95,9p.100 d'attaque, sauf sur la parcelle Ju/CR où l'attaque reste faible (31,7p.100).

Les efficacités de pontes ont été calculées selon la formule suivante :

$$[(\text{Nombre de graines infestées} / \text{Nombre de fruits attaqués}) \times 100]$$

Les efficacités des pontes sont variables, elle est faible sur la parcelle Ju/CR (16,0p.100), forte sur Ir/CA (87,6p.100) et moins nette sur les deux sites du Cirad (une efficacité de 63,4p.100 sur Ju/BO et de 34,0p.100 sur Ir/BA).

(Cf. Tableau 2)

La parcelle de Ju/CR est la moins attaquée et présente l'efficacité de pontes la plus faible, probablement en raison de divers traitements insecticides utilisés par le producteur⁹. Par la suite nous éviterons d'utiliser ces résultats car le manque d'attaque a entraîné un manque de données dans certains cas et risquerait de biaiser les résultats lorsque les données étaient suffisantes pour les calculer. L'efficacité des pontes est faible sur certaines parcelles en raison de certaines caractéristiques des fruits que nous aborderons dans le paragraphe suivant.

⁸ Observé de manière exceptionnelle sur un fruit de la variété Glazier

⁹ La quantité et la composition de ces traitements n'ont pas été accessibles.



Figure 20 : Noyau « pustulé », observé sur une Julie au Cirad
(Photo personnelle)

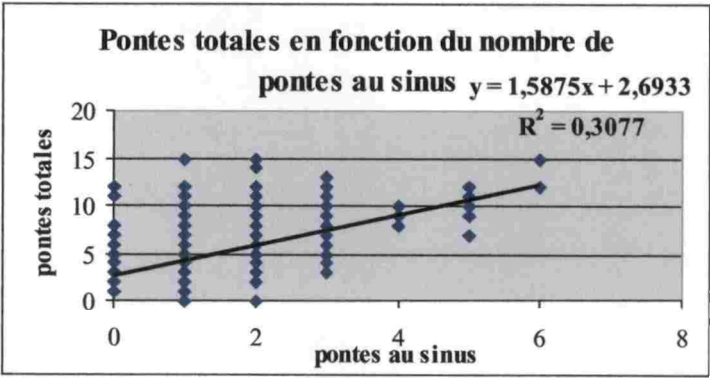


Figure 21 : Nombre de pontes total en fonction du nombre de pontes dans la région sinus. A partir des données du verger Ir/CA

III.1.b Autres calculs et observations divers

D'autres opérations ont pu être réalisées grâce aux données prises sur le terrain :

- Le pourcentage de chute chez les fruits attaqués [(nombre de fruits attaqués tombés/ nombre de fruits attaqués total) x 100]
- La moyenne du nombre de pontes sur un fruit et leur situation sur le fruit
- Quelques particularités des noyaux tels que le pourcentage de noyaux parthénocarpiques trouvés lors de l'ouverture des fruits, ou bien le pourcentage des noyaux ayant réagis à l'attaque des larves de charançons¹⁰.

(Cf. Tableau 2 et Figure 20)

Les pourcentages de chute chez les « fruits pondus » sont assez élevés, encore une fois les chiffres tirés des données prises chez Mr Crane (verger Ju/CR) ne sont pas pris en compte en raison d'un manque de fruits attaqués. Ils s'étendent, sur les trois autres sites, entre **48,9p.100** et **56,1p.100** de fruits pondus tombés. Il aurait fallu avoir les taux de chute des fruits non infectés afin de pouvoir comparer les deux taux et déterminer si les pontes de charançon augmentent la chute des fruits. Or pour avoir accès à ces données nous aurions dû monter un protocole supplémentaire consacré uniquement à cette expérimentation, ce qui n'était pas possible en terme de temps. Nous savons en revanche que le taux de chute physiologique chez le manguier est naturellement très élevé, parmi les 8 à 13p.100 de fleurs donnant des fruits seulement 1p.100 arrivent à maturité (DAVENPORT T.L. & NUNEZ-ELISEA R., 1997). Le rôle du charançon dans la chute précoce des fruits ne paraît donc pas évident.

Les moyennes de pontes sur fruit varient entre **5** et **11 pontes/fruits** sur les 3 sites les plus attaqués (*i.e.*, Ju/BO, Ir/BA et Ir/CA). Le maximum de pontes sur un fruit a été observé sur le site du Bouchu au Cirad sur la variété « Julie » et s'élevait à **48 pontes** sur un seul fruit.

On note un fort taux de noyaux « pustulés » en moyenne sur la variété « Julie » (**39,5p.100** sur Ju/BO et **50,4p.100** sur Ju/CR). Le verger d'« Irwin » situé au Cirad sur la parcelle de Bel Air a également une particularité : son taux de noyaux parthénocarpiques¹¹ est plus élevé que la moyenne, les données ont permis d'en trouver **56,5p.100** alors que le verger de Mr Callard n'en a que **0,7p.100**. Ces deux caractéristiques expliqueraient pourquoi les taux d'efficacité des pontes sont plus faibles sur les parcelles Ju/CR, Ir/BA et Ju/BO.

La situation des pontes sur le fruit a été notée à chaque passage en divisant le fruit en quatre parties : haut, milieu, bas, sinus. Les résultats ont été testés par un test du Khi². Les

¹⁰ Nommés noyaux « pustulés » dans ce rapport en raison de leur aspect granuleux

¹¹ Fruit dont la fécondation n'a pas eu lieu, l'endocarpe ligneux est présent mais il ne contient pas de graine

1. The first part of the document is a list of the names of the members of the committee.

différences sont significatives lorsque les endroits sont pris séparément¹² mais deviennent non significatives lorsque les sites sont comparés entre eux. (Cf. Annexes 4 et 5)

Sur trois des sites nous observons qu'il y a plus de pontes dans la partie basse du fruit (parties 'bas' et 'sinus' regroupées), et que cette différence est significative. Notons qu'en plus la surface couverte par ces deux zones est inférieure à celle couverte par le haut et le milieu. (Cf. Annexe 6). En revanche sur le verger Ju/BO nous remarquons qu'il y a plus de pontes dans la partie haute du fruit (parties 'haut' et 'milieu' regroupées) et que cette différence est significative. Sur le terrain j'ai remarqué tout de même qu'en début de pontes la femelle charançon semble préférer pondre en bas du fruit et spécialement au niveau du sinus¹³ ce n'est que quand les pontes se font plus nombreuses qu'elle pond de plus en plus haut.

Verghese (2000) a montré que le nombre total de pontes sur un fruit était relié au nombre de pontes dans la région du sinus suivant l'équation : $y=0,5175+0,6972x$ avec y =nombre total d'œufs sur un fruit et x =nombre d'œufs dans la région sinus du même fruit. Le R^2 trouvé selon ses résultats est de 92p.100. J'ai effectué la même opération sur les données de la parcelle Ir/CA qui me semblait la plus descriptive. Les résultats trouvés sont différents : je trouve une relation linéaire du type $y= 2,6933+1,5875x$ ¹⁴ mais le R^2 est uniquement de 30,8p.100 ce qui n'est pas très fiable (Cf. Figure 21).

Ma conclusion sera donc que les pontes du charançon se font au hasard avec souvent une préférence pour la partie basse du fruit, mais nous ne pouvons en dire plus avec les résultats trouvés.

III.1.c Mesure des fruits attaqués

Deux mesures ont été prises sur chaque fruit attaqué :

- les tailles *minima* des fruits à partir desquelles les premières pontes ont été observées
- les tailles *maxima* des fruits au-delà desquelles plus aucune nouvelle ponte n'était observable.

A partir de ces mesures des moyennes ont été calculées pour chaque variété sur chaque verger. (Cf. Tableau 2)

En ce qui concerne la moyenne des tailles *minima* de la variété « Julie », les données récoltées chez Mr Crane ne sont pas prises en compte car, étant donné le faible pourcentage d'attaques, les pontes sont arrivées plus tard dans la maturation du fruit, ces données risqueraient donc de biaiser les résultats. Seuls les résultats sur la parcelle Ju/BO sont donc pris

¹² La valeur du χ^2 observée est supérieure à la valeur du χ^2 critique, pour une confiance $\alpha=5\%$

¹³ Renforcement de la pointe du fruit

¹⁴ Avec y =nombre total d'œufs sur un fruit et x =nombre d'œufs dans la région sinus du même fruit

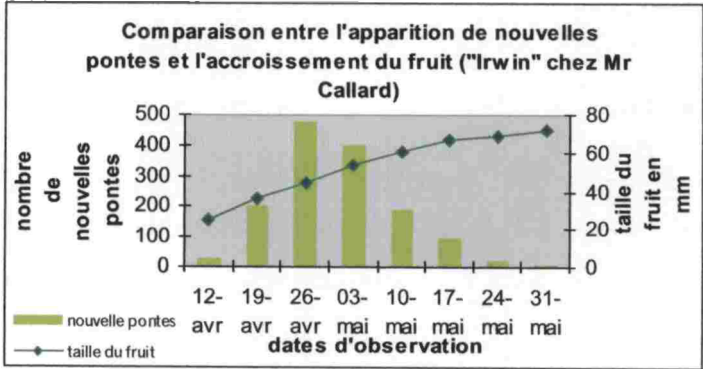
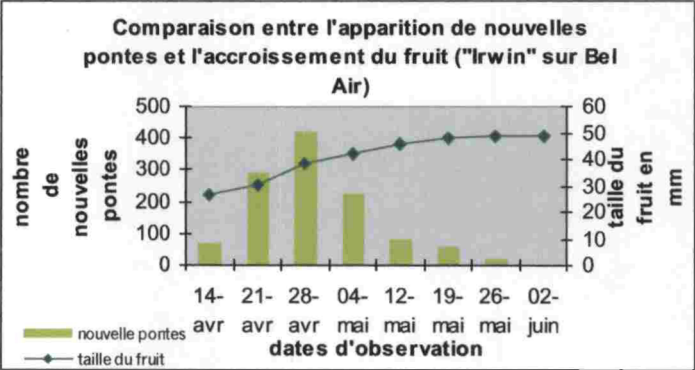
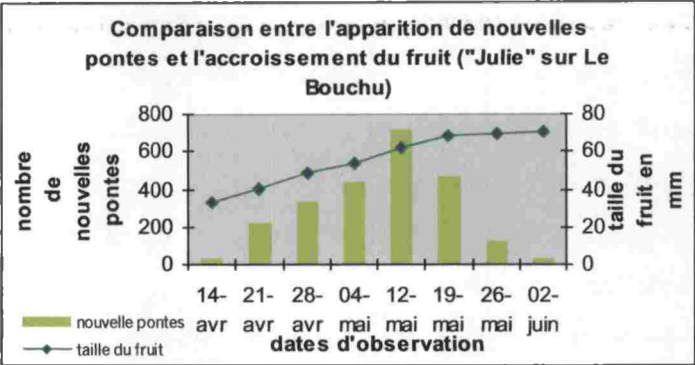


Figure 22: Graphiques représentant l'accroissement du fruit et l'apparition de nouvelles pontes

en compte, la moyenne des tailles *minima* sur « Julie » est de **39,7mm**. Pour la variété « Irwin » les données de la parcelle Ir/BA ne sont pas prises en compte en raison de la quantité importante de fruits parthénocarpiques. En effet ces fruits sont plus petits que les autres, les tailles relevées sont donc plus basses que la normale. L'utilisation de leur mesure aurait diminué les calculs de moyennes sur les tailles. Seuls les résultats du verger Ir/CA sont donc pris en compte, la moyenne des tailles *minima* pour la variété « Irwin » est donc de **35,8mm**.

De même pour la moyenne des tailles *maxima*, elle est de **67,8mm** sur « Julie » et de **54,4mm** sur « Irwin ». On peut donc déterminer un intervalle de taille de fruit pendant lequel la majorité¹⁵ des pontes a lieu :

- pour la variété « Julie » la majorité des pontes a lieu quand le fruit mesure entre **39,7mm** et **67,8mm**
- pour la variété « Irwin » quand le fruit mesure entre **35,8mm** et **54,4mm**

L'évolution des nouvelles pontes en fonction de l'accroissement du fruit a été établit avec les données des parcelles Ju/BO, Ir/BA et Ir/CA. (Cf. Figure 22)

Un seuil de nuisibilité en fonction de la tolérance du nombre de pontes total accepté par l'agriculteur est réalisable grâce à cette figure. Dans le cas de cet insecte il suffit d'une seule ponte par fruit pour infecter le noyau, en revanche, c'est la quantité d'adultes et leur fécondité qui vont déterminer un fort taux d'attaque. Le seuil le plus sûr serait bien entendu le traitement à partir de la première ponte observée.

Les ACP¹⁶ montrent certaines corrélations entre le nombre de pontes et les tailles minimales ou maximales selon les sites. Seul la corrélation entre la taille maximale et la taille minimale est significative dans tous les cas. (Cf. Annexe 7) Les régressions réalisées par la suite entre ces deux valeurs prouvent qu'en effet elles sont liées par une équation du type : $y=ax+b$ mais les coefficients R^2 sont très variables. Par exemple pour les valeurs des parcelles Ju/BO et Ir/CA, respectivement 11,1p.100 et 26,7p.100 des valeurs sont expliquées par cette relation ce qui n'est pas satisfaisant. En revanche en ce qui concerne les valeurs prises sur Ir/BA et Ju/CR les valeurs sont expliquées respectivement à 64,3p.100 et 56,3p.100, ce qui semblent déjà plus intéressant. Malheureusement il s'agit des parcelles que nous rejetons en

¹⁵ Pontes survenues entre la moyenne de la taille minimale (taille à laquelle s'est effectuée la première ponte) et la moyenne de la taille maximale (taille à laquelle s'est effectuée la dernière ponte)

¹⁶ Analyse de Composantes principales

raison du faible taux d'attaque pour Ju/CR et du fort taux de fruits parthénocarpiques pour Ir/BA qui biaisent les données. Aucune de ces régressions ne semble donc exploitable, si le contraire était arrivé cela aurait permis de prédire la taille maximale à partir de la taille minimale et de savoir jusqu'à quand un éventuel traitement pouvait être appliqué efficacement. (Cf. Annexe 8).

Pour une éventuelle lutte par sélection variétale, il est intéressant de souligner que le taux de fruits parthénocarpiques élevé sur la parcelle Ir/BA reste très enthousiasmant. Ces fruits n'étant pas favorables au développement de la larve de *C. mangiferae* puisqu'ils ne contiennent pas de graine.

A partir de ces résultats nous pouvons généraliser qu'un traitement ovicide peut avoir lieu lorsque que le fruit a atteint 35,8mm de large¹⁷, afin d'éliminer les premiers œufs. Le traitement se fera préférentiellement par le bas afin d'atteindre le maximum de pontes, puisque les résultats montrent qu'en règle générale le charançon préfère pondre sur la partie basse du fruit.

Un traitement insecticide visant les adultes doit avoir lieu au petit matin ou à la tombée de la nuit¹⁸ afin de toucher le maximum d'individus avant qu'ils aillent se mettre à l'abri. Eventuellement un deuxième traitement devra s'effectuer au pic de pontes c'est-à-dire lorsque le fruit mesure environ **65mm** de large pour la variété Julie et **45mm** de large pour la variété Irwin, en revanche il n'est plus nécessaire de traiter lorsque le fruit mesure plus de **70mm** de large pour les Julie et **60mm** pour les Irwin.

A l'heure actuelle, aucun produit insecticide n'est homologué sur les manguiers en France. Même si certains produits sont efficaces sur le charançon, malheureusement, ils sont soit trop nocifs pour la faune auxiliaire, soit aucune extension d'usage n'est encore autorisée pour ces produits sur le manguier. Il convient de rappeler que le manguier est considéré comme une culture mineure et que ce problème se rencontre fréquemment sur ce type d'espèce. Ceci étant, une réflexion est actuellement en cours (SPV et Cirad de Montpellier) pour pallier à ces difficultés (com. pers. Fabrice Le Bellec).

¹⁷ Taille d'une grosse noix

¹⁸ Les adultes sont actifs la nuit

III.2 Tests de différents pièges

Les différents pièges attractifs testés n'ont donnés aucun résultat. Aucun charançon n'a été retrouvé sur les pièges, uniquement des insectes volants plus petits tels que des mouches, des thrips, des cécidomyies, ...

On ne peut pas affirmer qu'aucun charançon n'a été capturé car des lézards ont été retrouvés collés sur les pièges, peut-être ont-ils été attirés par un charançon prisonnier et se sont empressés de le manger ? Quoiqu'il en soit si quelques charançons ont été capturés le faible nombre n'aurait jamais prouvé une quelconque efficacité du piège mais aurait plutôt été dû au hasard.

Il est possible également que le fait de séparer les mâles des les femelles en attendant une copulation, ait diminué l'attractivité des femelles qui étaient par conséquent déjà fécondées.

Une étude de l'efficacité de bandes engluées autour des troncs va être effectuée très prochainement. Si cette technique permet de capturer suffisamment de charançons, elle pourra être utilisée dans un schéma de lutte intégrée, ainsi que pour certains essais sur la station¹⁹.

Des essais auront lieu également en testant un traitement²⁰ sur l'écorce des arbres dans la zone des 0-2m, avec parallèlement un nettoyage de la culture en éliminant tous les fruits, noyaux et branches tombés à terre.

III.3 Comparaison entre sept variétés de manguiers

III.3.a Comparaison des pourcentages d'infestation

Les pourcentages d'infestation [(Nombre de graines infectées/ Nombre de fruits total)x 100] ont été calculés pour chaque variété, le stade de chaque larve trouvée a été déterminé. L'attaque est très forte pour toutes les variétés, le plus faible pourcentage d'infestation est calculé sur la variété Pomme avec 72,5p.100 et le plus fort sur les variétés Mangofil et Irwin avec 97,5p.100. (Cf. **Tableau 3**) Ces données ont été comparées afin de mettre en évidence une éventuelle différence, le test révèle qu'il y a en effet une différence (**Test du Khi²**,

¹⁹ Notamment l'étude de l'hibernation des charançons qui reste le point obscur de leur biologie

²⁰ A base de deltaméthrine par exemple

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des résultats de comparaison variétale

	NdM	Pomme	Keitt	Julie	Haden	Mangofil	Irwin
date prélèvement	20-mai	20-mai	23-mai	23-mai	30-mai	30-mai	03-juin
% d'infestation	82,50%	72,50%	92,50%	85%	82,50%	97,50%	97,50%
Larve 1	7	0	6	12	4	1	0
Larve 2	4	0	11	20	6	0	1
Larve 3	9	3	7	8	4	5	4
Larve 4	3	8	19	2	11	5	15
Larve 5	5	14	20	5	24	23	24
Nymphe	1	10	0	0	4	33	33
Adulte	0	0	0	0	0	7	2
Total de larve trouvées	29	35	63	47	53	74	79

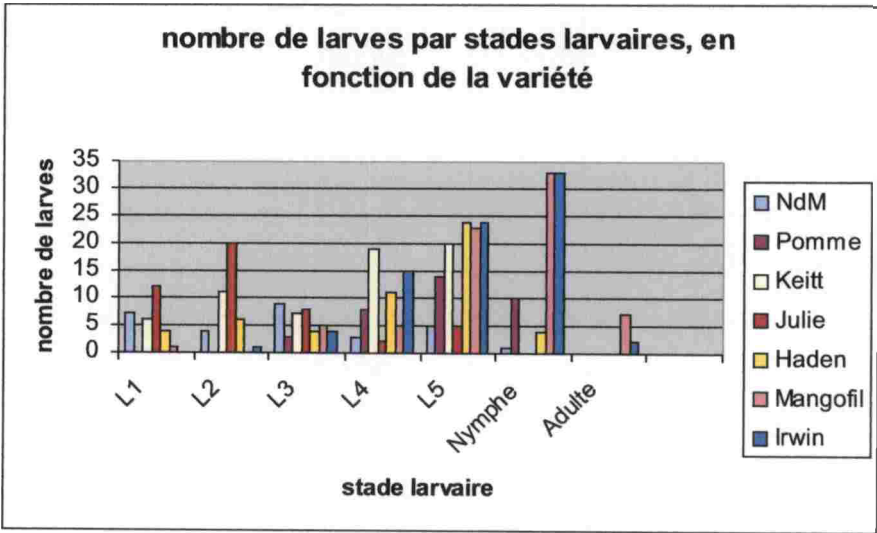


Figure 23 : Diagramme comparatif de nombre de larves par stades larvaires en fonction de la variété

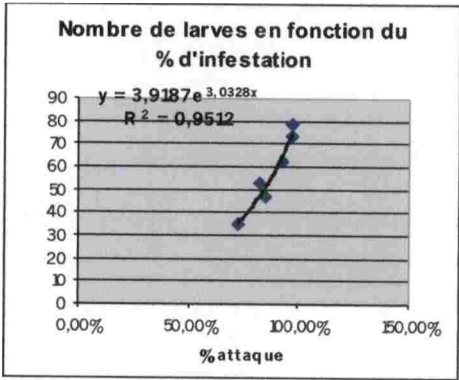


Figure 24 : Régression exponentielle entre le nombre total de larves trouvées dans les noyaux et le pourcentage d'attaque de chaque variété

$\text{Khi}^2(\text{observé}) = 18,081$, $\text{Khi}^2(\text{critique}) = 11,070$, $\alpha = 0,05$)²¹, spécifiquement entre la variété Pomme et les variétés Irwin et Mangofil selon la procédure de Marascuilo. (Cf. Annexe 9)

III.3.b Comparaison du développement larvaire

Les résultats montrent qu'il y a des différences en terme de nombre de larves trouvées dans les noyaux. La quantité trouvée chez la variété Nam Doc Man est la plus faible en raison de la difficulté d'ouvrir son noyau, plus long et plat que les autres, les larves n'ont donc pas toutes été recensées. Un test de comparaison de variance a été effectué avec et sans les données de la variété Nam Doc Man, dans les deux cas les différences de nombre de larves trouvées dans les noyaux sont significatives (cas sans la variété Nam Doc Man : **Test de Levene**, $F(\text{observée}) = 4,565$, $F(\text{critique}) = 2,465$, $\alpha = 0,05$) (Cf. Annexe 9)

Des diagrammes ont été réalisés montrant les quantités de larves trouvées de chaque stade pour chaque variété. Là encore la variété Nam Doc Man se démarque par une grande quantité de jeunes larves, mais ces données ne sont pas prises en compte pour la raison citée plus haut. En revanche la variété Julie présente les mêmes caractéristiques avec aucun adulte, ni nymphe trouvés et une grande majorité de larves aux stades 1 et 2. (Cf. Figure 23 et Annexe 10)

On trouve également une forte corrélation entre le nombre total de larve trouvées et le pourcentage d'infestation (régression exponentielle, droite d'équation $y = 3,9187e^{3,0328x}$, $R^2=0,9512$). Cette relation peut aider à mettre en place un seuil de traitement. (Cf. Figure 24).

Le nombre de fruits échantillonnés pour cette partie n'est pas suffisant pour mettre en évidence de réelles différences, il aurait fallu avoir un minimum de 5 arbres de chaque variété. En revanche cela peut nous éclairer sur certaines pistes à suivre. Nous avons en effet mis en évidence que la variété Pomme est moins attaquée que les variétés Irwin et Mangofil. Peut-être que cette variété possède une substance répulsive pour l'insecte ? Nous avons également vu que certaines variétés n'étaient pas favorables au développement des larves. C'est le cas de la variété Julie dont le noyau réagi à l'attaque d'une larve en créant des protubérances. Non seulement moins de larves âgées ont été observées chez cette variété mais en plus quelques cas de larves mortes au stade 1 ou 2 ont été relevés.

²¹ Les différences sont significatives lorsque la valeur observée > à la valeur critique

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des résultats de la prospection d'arbres infectés par *C. mangiferae* en Guadeloupe

Zones	Nord Basse-Terre	Sud Basse-Terre	Nord Grande-Terre	Sud Grande-Terre	Total (moyenne pondérée)
nb arbre infectés	34,00	8,00	25,00	12,00	79,00
total observé	63,00	36,00	32,00	23,00	154,00
% d'arbres infectés	53,97	22,22	78,13	52,17	51,30
julie infecté/ julie total	51,72	5,55	61,54	28,57	38,80
pomme infecté/ pomme total	60,00	75,00	66,67	50,00	61,30
mangofil infecté/ mangofil total	52,63	28,57	100,00	70,00	60,70

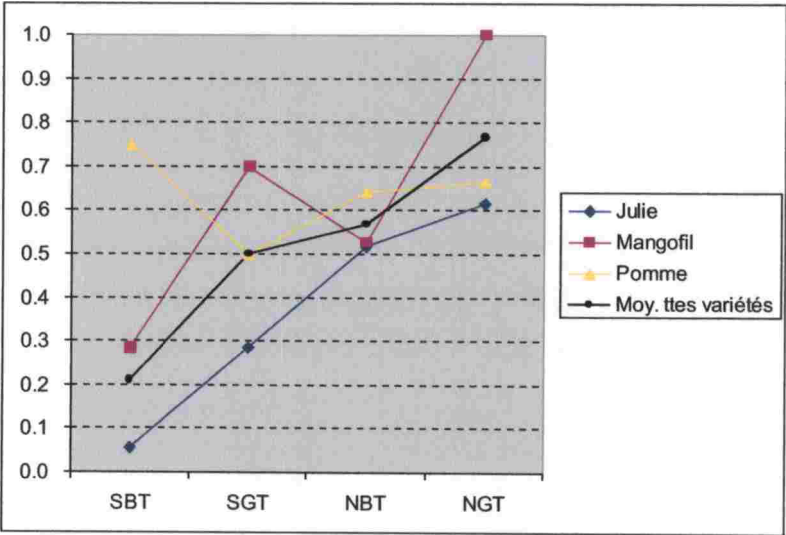


Figure 25 : Pourcentages d'attaque par le charançon des trois variétés de manguiers étudiées dans les quatre grandes zones prospectées
SBT : Sud Basse-Terre, SGT : Sud Grande-Terre, NBT : Nord Basse-Terre, NGT : Nord Grande-Terre

III.4 Répartition de *C. mangiferae* en Guadeloupe

Au total 154 arbres ont été observés dont 67 Julies, 56 Mangofils et 31 Pommes. Les pourcentages d'arbres infectés ont été calculés pour chaque variété et dans chaque zone (**Cf. Tableau 4**). Les pourcentages totaux d'arbres infectés ont été comparés entre chacune des zones par un test du χ^2 , les différences sont significatives (**Test du χ^2** , $\chi^2(\text{observée})=21,271$, $\chi^2(\text{critique})=5,991$, $\alpha=0,05$), spécifiquement entre le Sud Basse-Terre et le Nord Grande-Terre selon la procédure de Marascuilo. (**Cf. Annexe 11**)

Le graphique de la **figure 25** montre les pourcentages d'attaque des différentes variétés selon les zones prospectées. Nous observons que le point de la variété pomme en Sud Basse-Terre montre une attaque de 75p.100. Mais ce point correspond à l'effectif d'observation le plus faible qui est de 4 arbres, 3 arbres sur 4, prélevés dans des endroits différents, étaient donc attaqués. Nous ne pouvons pas tirer de conclusions sur un effectif si faible. La zone du Sud Basse-Terre paraît tout de même la moins attaquée comparée à la zone du Nord Grande-Terre apparemment la plus attaquée. Les pourcentages d'attaque de chaque variété ont été comparés d'une zone à l'autre, seul un des tests χ^2 effectués est significatif. Il s'agit de la zone Nord Grande-Terre mais les valeurs observées sont très proches des valeurs critiques (**Test χ^2** , $\chi^2(\text{observé})=4,843$, $\chi^2(\text{critique})=3,841$, $\alpha=0,05$; **Méthode de Monte Carlo**, $\chi^2(\text{observé})=4,843$, $\chi^2(\text{critique})=4,843$, $\alpha=0,05$) et la procédure de Marascuilo n'a pas indiqué de différences significatives. (**Cf. Annexe 11**) Je ne me risquerai donc pas à tirer des conclusions de ces résultats.

Une carte montrant l'étendue des attaques a été réalisée à partir de ces résultats. (**Cf. Figure 26**). En ce qui concerne Marie-Galante, aucun des fruits ouverts n'était infecté. Compte tenu du faible échantillon (20 fruits), cela ne signifie probablement pas que le charançon ne soit pas présent sur l'île.

La prospection nous a renseigné sur le fait que le charançon est présent sur toute l'île. L'échantillonnage a été suffisant pour mettre en évidence des différences significatives entre les différentes zones, notamment entre le Sud Basse-Terre et le Nord Grande-Terre. En revanche aucune différence n'a été significative entre les trois variétés étudiées. Il semble difficilement explicable que le Sud Basse-Terre soit moins attaqué que les trois autres zones

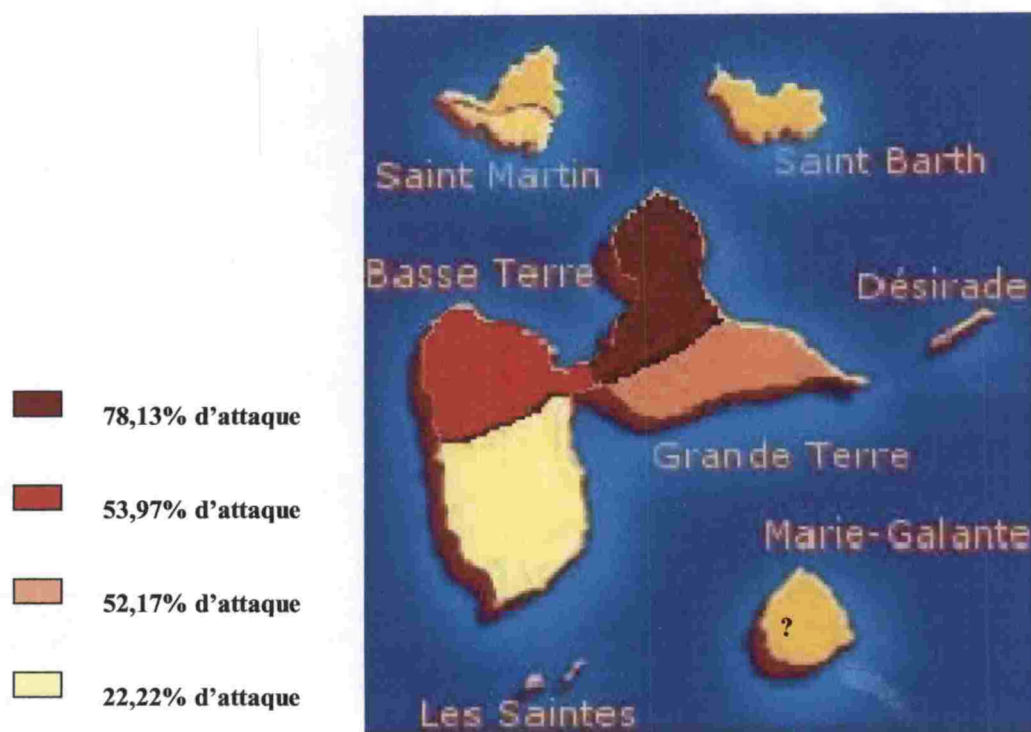


Figure 26 : Carte représentant les pourcentages d'infection selon les différentes zones de Guadeloupe
(Fond de carte trouvé sur le site www.guadeloupe-info.com/centre.htm)

car cette région est assez riche en manguier et les variétés sont les mêmes qu'ailleurs. Mais si *C. mangiferae* est présent dans cette zone même à un taux plus faible, il ne devrait pas tarder à proliférer d'avantage si rien ne l'arrête.

IV. Discussion générale

IV.1 Pas d'innovation en terme de piégeage

Les essais n'ont pas permis de prouver quoique que ce soit mais, le fait que les pièges testés n'ont pas fonctionnés ne signifie pas qu'il n'y a pas de communication entre ces insectes. Le sujet doit être creusé afin d'essayer de mettre en évidence une phéromone, s'il en existe une, pour pouvoir essayer de l'isoler et de l'utiliser dans des pièges attractifs comme cela a été le cas pour certains charançons ravageurs de plantes tropicales comme le bananier ou le palmier. Ou encore faire des essais avec des attractifs chimiques de synthèse.

IV.2 Avancées dans la connaissance globale de l'insecte

Les données de cette étude ne sont pas toutes exploitables mais elles ont permis d'élargir nos connaissances sur l'insecte. Une grande zone d'ombre reste encore à éclaircir, il s'agit de la période d'inactivité de l'insecte, durant la période végétative du manguier. Cette période mériterait des études plus approfondies afin de pouvoir développer des stratégies de traitement inter-saisonnier. Ceci pourrait être l'un des projets du Cirad : si l'on réussit à prouver l'efficacité des bandes engluées dans la capture de charançons, alors cette technique pourra être utilisée afin d'observer d'éventuels mouvements des charançons sur l'arbre, ou entre l'arbre et le sol.

Des recherches plus avancées sur des prédateurs ou parasitoïdes spécifiques du charançon dans sa zone d'origine pourraient permettre de trouver son cortège d'ennemis naturels. Le Baculovirus trouvé par Shukla, Tandon et Singh en 1984 pourrait également aider à lutter efficacement contre ce ravageur.

Les nombreuses protections de l'insecte contre toutes méthodes de lutte ne jouent pas en notre faveur. En effet l'intégralité du développement larvaire se passe à l'intérieur du noyau, il n'est donc pas pensable d'atteindre la larve. Il reste alors deux solutions, l'adulte qui n'est actif que la nuit et qui se cache dans les infractuosités du tronc la journée, ou bien l'œuf déposé sur le fruit. En ce qui concerne la lutte contre l'adulte certaines méthodes ont été

prouvées efficaces comme badigeonner les troncs à la deltaméthrine (HANSEN J.D., 1993), ceci allié avec un nettoyage du verger reste une lutte fastidieuse mais qui semblerait efficace. Concernant les traitements sur les œufs aucun résultat n'est accessible, peut-être que le latex du fruit recouvrant l'œuf possède des propriétés protectrices contre l'effet ovicide des insecticides ?

Un autre aspect n'a pas été abordé dans ce rapport ni dans les différents articles parcourus : l'action du charançon sur le mûrissement du fruit après la récolte. Cette question mériterait une plus large étude, car on peut penser que le noyau étant détérioré, la conservation du fruit après la récolte pourrait être altérée.

IV.3 Des espoirs en amélioration variétale

Pour le moment des espoirs en terme de protection intégrée restent dans la recherche de variétés défavorables à l'insecte.

Il peut s'agir de variétés précoces afin de décaler les cycles plante-insecte. Bien entendu si les recherches sur la période d'inactivité de l'insecte nous prouvent que l'insecte est réveillé par l'entrée en floraison de la plante il n'est pas nécessaire de rechercher à décaler la plante de l'insecte car à terme on peut penser que l'insecte s'adaptera. En revanche si la dormance de l'insecte est levée par des variations climatiques une variété précoce peut être utile.

On peut aussi essayer de développer des variétés qui ont la particularité d'avoir un noyau très dur à un stade jeune du fruit, chez ces variétés, telles que la variété « Itamaraca » la larve au stade 1 ne parvient pas à rentrer dans le noyau, l'endocarpe étant trop dur, elle meure donc dans la chair sans faire de traces dommageables en raison de sa petite taille. Le danger dans le développement de telles variétés est que l'insecte s'adapte et se mette à manger la chair du fruit, ce qui causerait des dégâts pires qu'à présent.

Les meilleurs espoirs restent tout de même dans le développement de variétés à fort taux de fruits parthénocarpiques, telle que la variété Irwin présente au Cirad. Chez ces variétés les larves entrent dans le noyau et n'y trouvant pas de graine, meurent de faim. En terme de rendement ces fruits sont plus petits que la normale mais le goût est identique. En terme de marché il existe sûrement des amateurs de petites mangues sans noyau, surtout que le marché des minis fruits et légumes est assez en vogue dans la restauration.

La variété Julie est également prometteuse en raison de sa réaction naturelle contre les larves. Elle mériterait une plus vaste étude afin de savoir si cette variété peut être tolérante à *C. mangiferae*. Il serait intéressant de savoir également à quoi est due la mort des larves dans les noyaux « pustulés » de cette variété. Est-ce uniquement un phénomène physique, un durcissement du noyau le rendant inesthétique pour la larve ? ou bien est-ce qu'une substance toxique est libérée ? Si une substance toxique est mise en évidence, elle pourrait être utile pour la mise en place d'un programme de lutte.

Conclusion

Le charançon du noyau de la mangue pourrait être utilisé comme exemple scolaire d'insecte parfaitement adapté à un végétal. Il se développe exclusivement sur le manguier et reste hors d'atteinte de ses ennemis durant tout son cycle.

Cette étude aura mis en évidence que le charançon *C. mangiferae* n'a pas de préférence entre les variétés puisqu'elles sont toutes attaquées à des taux comparables. En revanche il existe des différences dans le développement larvaire au sein de la graine selon les variétés. Notamment la variété Julie paraît intéressante pour cet aspect car la larve semble avoir des difficultés à s'y développer.

En terme de traitements ce mémoire indique une période durant laquelle il serait le plus efficace de traiter. Mais le plus gros problème réside dans le fait que peu de produits sont homologués sur les manguiers, pour que cela change il faudrait essayer de développer les extensions d'usages sur les cultures mineures. En ce qui concerne la lutte contre *C. mangiferae* il serait intéressant d'homologuer la deltaméthrine sur les cultures de manguiers avant que cet insecte ne se propage dans les pays encore non infectés. On a vu que son arrivée dans les pays exportateurs de mangues vers l'Europe ou les Etats-Unis représenterait une grosse perte économique pour ces pays, et bien entendu un risque pour la pérennité de la culture de la mangue.

Si les traitements chimiques ne semblent pas être une solution, il reste la possibilité de piéger ce ravageur. Malheureusement à l'heure actuelle, ni cette étude, ni aucune autre, n'a mis en évidence une substance attractive naturelle ou de synthèse. Mais ce sujet reste une voix importante de recherche. De même en ce qui concerne les prospections d'auxiliaires spécifiques du charançon.

Une autre voix semble prometteuse, il s'agit de l'amélioration variétale. Mais ceci nécessiterait de vastes et longues études complémentaires.

Selon moi ce stage aura été très formateur et tout a fait adapté à la réalisation d'un mémoire de fin d'étude d'ingénieur agronome. L'accomplissement de cette étude aura permis de développer mes connaissances sur la culture du manguier et de ses ravageurs, de prendre

des initiatives, d'améliorer mon esprit de recherche, d'analyse et de synthèse, et enfin, d'observer comment fonctionne une Unité de Recherche au sein du Cirad.

Le sujet était vaste et m'offrait donc la possibilité de creuser plusieurs aspects. Ceci étant, le fait d'avoir touché à des thèmes différents m'a contraint à diminuer l'échantillonnage de certaines parties, notamment en ce qui concerne la partie « Prospection sur l'île », et donc de ne pas avoir de résultats me permettant de conclure précisément sur les taux d'infestation. Mais le protocole fut rédigé en connaissance de cause et le but n'était pas de déterminer avec précision une carte de taux d'infestation de *C. mangiferae* sur toute la Guadeloupe, mais uniquement d'observer sa présence dans les quatre coins de l'île.

Un autre problème m'a obligé à restreindre mon échantillonnage dans la partie « Comparaison variétale ». En effet seulement deux pieds ne sont disponibles par variété sur la collection de manguiers que détient le Cirad. Afin que l'échantillonnage soit homogène j'ai donc réduit à deux pieds par variétés. Ceci tout en me doutant que peu de choses pourraient être mises en évidence statistiquement avec un échantillonnage si faible. Mais nous avons vu que cela a quand même permis de montrer une différence dans le développement larvaire et donné une idée de recherche pour l'amélioration variétale ou la mise en évidence d'une substance toxique. Cette étude est le premier travail réalisé sur *C. mangiferae* au Cirad, grâce aux questions soulevées il est probable que d'autres suivent.

Bibliographie

- ALAM S.N., 1994, Population dynamics, varietal reactions and microbial control of different species of mango leafhoppers, *Msc thesis, University of the Philippines*, Los Baños
- ALAMO C. & FRANQUI R., 2005, Analisis del impacto economico sobre el cultivo del mango en Puerto-Rico ante la posible introducción del barrenador de la semilla del mango *Sternochetus mangiferae*, poster, 41^{ème} Congrès Annuel de la Société Caraïbe pour les Plantes Alimentaires, du 10 au 16 juillet 2005, Le Gosier, Guadeloupe
- BALOCK J.W. & KOZUMA T.T., 1964, Notes on the biology and economic important of the mango seed weevil, *Sternochetus mangiferae* (Fabricius), in Hawaii, *Proc. Hawaii. Entomolo. Soc.* 3: 353-364
- BUTANI D.K., 1993, Mango pest problems, *Periodicals Book (VHT) Agency*, New Delhi, 290 p.
- CAMPBELL, R.J., 1992, A guide to mangoes in Florida, *Fairchild Tropical Garden*, Miami.
- DAVENPORT T.L. & NUNEZ-ELISEA R., 1997, Reproductive physiology, in *The Mango, botany, production and uses*, R.E Litz, 69-121
- DE VILLIERS E.A., 1991, Mango weevil, in *Mango, Citrus and Subtropical Fruit Research Institute*, Nelspruit
- DEY K. & PANDE Y.D., 1987, Evaluation of certain non-insecticidal methods of reducing infestation of the mango nut weevil, *Sternochetus gravis* (F.) in India, *Tropical Pest Management* 33: 27-28
- DE FAVERI S.G. & BROWN J.D., 1995, Effect of buprofezin, fluvalinate, Lo-Vis oil and imidacloprid against the mango scale *Aulacaspis tubercularis* (Newstead), *Mango 2000. Proceedings of Marketing and Production Workshop*, Holmes R. (ed.), Townsville, Queensland, Australia, 153-159
- FAO Plant Protection Bulletin, 1986, Vol 34 : 65
- Fiche Technique n°01 de la Chambre d'Agriculture de la Réunion, 2002, avec la participation du CIRAD-FLHOR, de la DAF et de la FDGDEC, anonyme
- FOLLETT P.A., 2002, Mango seed Weevil (Coleoptera: Curculionidae) and premature fruit drop in mangoes, *J. Econ. Entomol.* 95: 336-339
- FOLLETT P.A. & GABBARD Z., 2000, Effect of mango weevil (Coleoptera: Curculionidae) damage on mango seed viability, *J. Econ. Entomol.* 93: 1237-1240
- GOGUEY T., 1995, Approche architecturale des mécanismes de la croissance aérienne et de la floraison du manguier, *Thèse de doctorat, Université de Montpellier II*, 168 p
- HANSEN J.D. , 1993, Dynamics and control of the mango seed weevil, *ACTA Horticulturae* 341, 415-420
- HANSEN J.D. & ARMSTRONG J.W., 1990, The failure of field sanitation to reduce infestation by the mango weevil, *Cryptorhyncus mangiferae* (F.) (Coleoptera: Curculionidae), *Tropical Pest Management* 36: 359-361
- HANSEN J.D., ARMSTRONG J.W., BROWN S.A., 1989, The distribution and biological observations of the mango weevil, *Cryptorhyncus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae), in Hawaiï, *Proc. Hawaii. Entomol. Soc.* 29, 31-39
- HARTLESS A.C., 1914, Mango crops and some factors influencing them, *Agricultural Journal of India* 9: 141-159
- HERZOG D., 2004, Inventaire des maladies et ravageurs du manguier en Guadeloupe, *Rapport d'Exécution*

- Technique « Développement de l'arboriculture fruitière de diversification en Guadeloupe », CIRAD-FLHOR, Annexe 6*
- JIRON L.F. & HEDSTROM I., 1985, Pollination ecology of mango (*Mangifera indica* L.) (Anacardiaceae) in the neotropic region, *Turrialba*, 35: 269-277
- JOUBERT P.H. & LABUSCHAGNE, 1995, Alternative measures for controlling mango seed weevil, *Sternochetus mangiferae* (F.), *S.A. Mango Growers' Assoc. Yearbook* 15: 94-96
- JOUBERT P.H. & PASQUES B.P., 1995, Control of the mango seed weevil, *Sternochetus mangiferae* (F.), *S.A. Mango Growers' Assoc. Yearbook* 14: 69-71
- KOTINSKY J., 1905, Notes and exhibitions. Hawaii, *For. Agric.* 2: 266
- LABUSCHAGNE T.I., van HAMBURG H. and FRONEMAN I.J., 1995, Population dynamics of the mango scale, *Aulacaspis tubercularis* (Newstead) (Coccoidea: Diaspididae), in South Africa, *Israel Journal of Entomology* 29, 207-217
- LAROUSSILHE F., 1980, Le Manguier, *Techniques Agricoles et Productions Tropicales*, G-P Maisonneuve & Larose, France, 303 p.
- LOOMANS A.J.M. & van LENTEREN J.C., 1995, Biological control of thrips pests: a review on thrips parasitoïdes, *Wageningen University Papers* 95.1, 92-95
- MALLIK P.C., 1957, Morphology and biology of the mango flower, *Indian Journal of Horticulture*, 8: 1-10
- MANICOM B.Q. & FREAN R.T., 1992, Mango diseases, in *Mango, Citrus and Subtropical Fruit Research Institute*, Nelspruit
- McBRIDE O.C. & MASON A.C., 1934, The effect of subfreezing temperatures on the mango weevil, *J. Econ. Entomol.* 27: 902-907
- MUKHERJEE S.K., 1997, The mango : Introduction, botany and importance, *The mango: botany, production and uses*, R.E. Litz University Press, Cambridge, 1-19
- PURSEGLOVE J.W., 1972, Mangoes West of India, *Acta Horticulturae* 24: 107-174
- RAMAKRISHNA BABU A., UMAMAHESWARI T. & CHITRA K.C., 2001, Description of the external morphology and genitalia of mango stone weevil *Sternochaetus mangiferae* Fab. (Curculionidae: Coleoptera), *ENTOMON* 26(3&4): 327-329
- SCHNELL R.J., RONNING C.M. & KNIGHT R.J., 1995, Identification of cultivars and validation of genetic relationships in *Mangifera indica* L. Using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet* 90: 269-274
- a) SCHROEDER W., 1991, Origin of the mango, in *Mango, Citrus and Subtropical Fruit Research Institute*, Nelspruit
- b) SCHROEDER W., 1991, Botanical aspects of the mango, in *Mango, Citrus and Subtropical Fruit Research Institute*, Nelspruit
- SEO S.T., CHAMBERS D.L., KOMURA M., LEE C.Y., 1970, Mortality of mango weevils in mangoes treated by dielectric heating, *J. Econ. Entomol.* 63: 1978-1978
- SHUKLA R.P. & TANDON P.L., 1985, Bio-ecology and management of the mango weevil, *Sternochetus mangiferae* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae), *Int. J. Trop. Agric.* 3: 293-303
- SHUKLA R.P., TANDON P.L. & SINGH S.J., 1984, Baculovirus - a new pathogen of mango nut weevil, *Sternochetus mangiferae* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae), *Current Science* vol.53 n°11: 593-594
- SINGH K.K., 1967, Climate and cultivation, *The Mango, a Handbook*, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 70-98

- SPALDING D.H. & von WINDEGUTH D.L., 1988, Quality and decay of irradiated mangos, *HortSciences* 23: 187-189
- SRIVASTAVA R.P., 1997, Mango Insect Pest Management, *Central Institute for Sub-tropical Horticulture, International Book Distributing Co. (Ed.)*, Lucknow (India), 167-170
- VANNIERE H., 2001, Activités de recherche sur la mangue au Cirad-Flhor, pp. in Journée Manguier, edited by H. Vannière, *Cirad-Flhor, Montpellier*
- VERGHESE A., 1998, Effect of imidacloprid on mango hoppers, *Idioscopus* spp. (Homoptera: Cicadellidae), *Pest Management in Horticultural Ecosystems* 4, 70-74
- VERGHESE A., 2000, Status and management of the mango stone weevil, *Sternochetus mangiferae* (F.) (Coleoptera: Curculionidae) in India, *Pest Management in Horticultural Ecosystems* Vol.6 n°1: 15-21
- WAITE G.K., 2002, Tropical fruit pests and pollinators, *CAB International*, eds Peña J.E., Sharp J.L., and Wysoki M., 103-129
- WOODROW G.M., 1910, Gardening in the tropics, *Alexander Garden*, London

Communications personnelles :

Christian DIDIER

CIRAD – Département Flhor
UPR Production Fruitière Intégrée Arbo
christian.didier@cirad.fr
Tél. : 04 67 61 58 13
Fax : 04 67 61 56 88

Cécile DUBOIS

CIRAD - Département Flhor - UPR 75
Equipe Mathématiques et Informatique Appliquées
cecile.dubois@cirad.fr
Tél : 04 67 61 58 00 poste 5406
Fax : 04 67 61 44 06

David HERZOG

CIRAD-Flhor
UPR Production Fruitière Intégrée
97119 Vieux Habitants (Guadeloupe)
david.herzog@cirad.fr
Tél. : 05 90 98 37 61
Fax. : 05 90 98 67 88

Fabrice LE BELLEC

CIRAD-Flhor
UPR Production Fruitière Intégrée
97119 Vieux Habitants (Guadeloupe)
lebellec@cirad.fr
Tél. : 05 90 98 37 60
Fax. : 05 90 98 67 88

Christian MILLE

Institut Agronomique néo-Calédonien
Station de Recherches Fruitières de Pocquereux
Laboratoire d'entomologie
B. P. 32 - 98 880 LA FOA
NOUVELLE-CALEDONIE
Tél. : (687) 43 73 17
Fax : (687) 43 73 16
mille@iac.nc

Didier ROCHAT

INRA de Versailles
rochatd@versailles.inra.fr

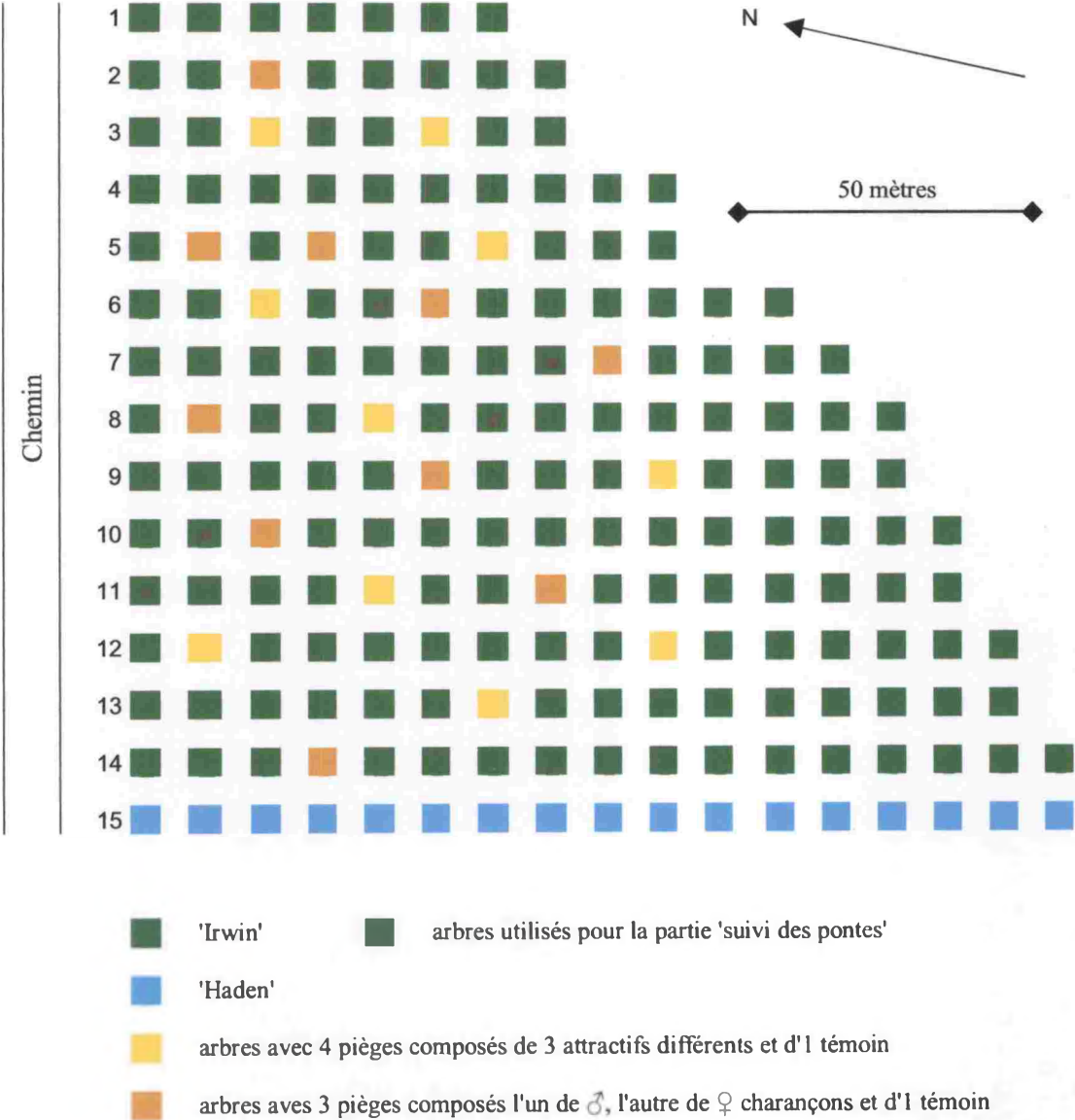
Sites Internet visités :

<http://faostat.fao.org>
<http://e-phy.agriculture.gouv.fr>
www.quadeloupe-info.com/centre.htm
www.iufm.univ-ag.fr/~wilfrid/Cartes-du-monde/

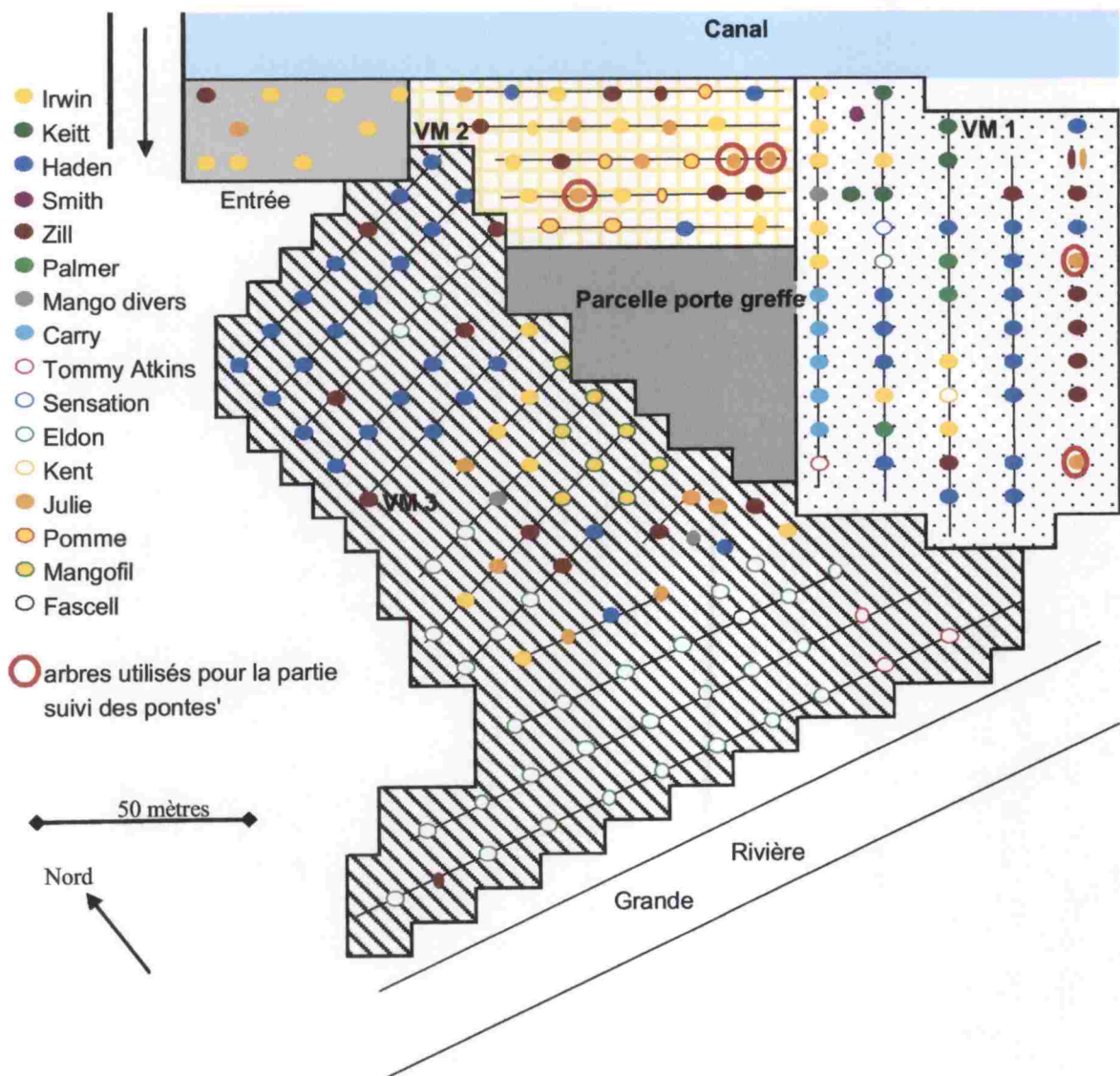
Annexes

Annexe 1 : Plan des parcelles	II
Annexe 2 : Feuilles de récoltes de données du suivi de pontes utilisées sur le terrain.....	IV
Annexe 3 : Feuille de récolte de données pour la comparaison variétale	VI
Annexe 4: Résultats d'XLSTAT sur la comparaisons des proportions de pontes sur les différentes zones du fruit (haut, milieu, bas, pointe) sur chacun des quatre sites	VII
Annexe 5 : Résultats d'XLSTAT sur la comparaisons des proportions de pontes sur les différentes zones du fruit (haut, milieu, bas, pointe) en comparant les quatre sites.....	IX
Annexe 6 : Résultats d'XLSTAT sur la comparaison de deux proportions, entre le haut et le bas du fruit, sur chacun des sites étudiés.....	X
Annexe 7 : Matrices des corrélations des Analyses en Composantes Principales réaliséesentre le nombre de pontes sur chaque fruit, les tailles minima observées pour les premières pontes et les tailles maxima observées pour les dernières pontes.....	XII
Annexe 8 : Régressions linéaires entre tailles minimales et tailles maximales observées	XIII
Annexe 9 : Résultats d'XLSTAT sur la comparaison variétale.....	XIV
Annexe 10 : Pyramides des âges des larves trouvées dans les noyaux pour chaque variété	XVII
Annexe 11 : Résultats d'XLSTAT sur la comparaison d'infection dans les quatre grandes zones de Guadeloupe.....	XVIII

Annexe 1 : Plan des parcelles



Parcelle de Bel Air au Cirad (variété « Irwin ») : Ir/BA



Parcelle du Bouchu au Cirad (variété 'Julie'): Ju/BO

Annexe 2 : Feuilles de récoltes de données du suivi de pontes utilisées sur le terrain

Notation des pontes sur l'arbre :

date

parcelle			Parcelle		
variété			variété		
Numéro fruit	nième pont/situation	Largeur fruit	Numéro fruit	nième pont/situation	Largeur fruit

Après la récolte, à l'ouverture du fruit :

[illegible]

Annexe 3 : Feuille de récolte de données pour la comparaison variétale

Date _____

[illegible]

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Annexe 4: Résultats d'XLSTAT sur la comparaisons des proportions de pontes sur les différentes zones du fruit (haut, milieu, bas, pointe) sur chacun des quatre sites

données utilisées

	Ju/BO	Ir/BA	Ju/CR	Ir/CA	TOTAL
haut	92	166	3	173	434
milieu	1503	401	23	488	2415
bas	506	391	28	400	1325
sinus	348	291	40	424	1103
TOTAL	2449	1249	94	1485	5277

Résultats de Ju/BO :

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	365,572
Khi² (valeur critique)	5,991
ddl	2
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions. Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significative.**

Procédure de Marascuilo :

Contrastes	Valeur	Valeur critique	Significatif
p(milieu) - p(bas)	0,240	0,041	Oui
p(milieu) - p(sinus)	0,307	0,042	Oui
p(bas) - p(sinus)	0,066	0,047	Oui

Résultats de Ir/BA :

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	95,367
Khi² (valeur critique)	5,991
ddl	2
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions. Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significative.**

Procédure de Marascuilo :

Contrastes	Valeur	Valeur critique	Significatif
p(milieu) - p(bas)	0,129	0,036	Oui
p(milieu) - p(sinus)	0,098	0,037	Oui
p(bas) - p(sinus)	0,031	0,045	Non

Résultats de Ju/CR :

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	29,910
Khi² (valeur critique)	5,991
ddl	2
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions. Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significative.**

Procédure de Marascuilo :

Contrastes	Valeur	Valeur critique	Significatif
p(milieu) - p(bas)	0,012	0,011	Oui
p(milieu) - p(sinus)	0,027	0,015	Oui
p(bas) - p(sinus)	0,015	0,017	Non

Résultats de Ir/CA :

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	136,313
Khi² (valeur critique)	5,991
ddl	2
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions. Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significative.**

Procédure de Marascuilo :

Contrastes	Valeur	Valeur critique	Significatif
p(milieu) - p(bas)	0,100	0,037	Oui
p(milieu) - p(sinus)	0,182	0,041	Oui
p(bas) - p(sinus)	0,083	0,047	Oui

Annexe 5 : Résultats d'XLSTAT sur la comparaisons des proportions de pontes sur les différentes zones du fruit (haut, milieu, bas, pointe) en comparant les quatre sites

données utilisées:

	haut	milieu	bas	sinus
Ju/BO	92	1503	506	348
Ir/BA	166	401	391	291
Ju/CR	3	23	28	40
Ir/CA	173	488	400	424

Echantillon	Fréquence	Moyenne	Varianace	Ecart-type	Ecart-type de la moyenne	Minimum	Premier Quartile
haut	4	108,500	6289,667	79,307	39,654	3,000	47,500
milieu	4	603,750	400142,250	632,568	316,284	23,000	212,000
bas	4	331,250	43598,250	208,802	104,401	28,000	209,500
sinus	4	275,750	27669,583	166,342	83,171	40,000	165,500
Troisième							
		Médiane	quartile	Maximum			
		129,000	169,500	173,000			
		444,500	995,500	1503,000			
		395,500	453,000	506,000			
		319,500	386,000	424,000			

Test de Levene :

F (valeur observée)	3,138
F (valeur critique)	4,474
ddl 1	3
ddl 2	12
p-value unilatérale	0,065
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des variances. Autrement dit, **l'inégalité des variances n'est pas significative.**

Annexe 6 : Résultats d'XLSTAT sur la comparaison de deux proportions, entre le haut et le bas du fruit, sur chacun des sites étudiés

données utilisées

	Ju/BO	Ir/BA	Ju/CR	Ir/CA	total
haut	1595	567	26	661	2849
bas	854	682	68	824	2428

Résultats de Ju/BO :

Fréquence 1 : 1595 / Fréquence totale 1 : 2849

Fréquence 2 : 854 / Fréquence totale 2 : 2428

Test Z pour 2 proportions / Test unilatéral à droite :

Remarque : la loi binomiale est approximée par la loi normale

Z (valeur observée)	15,109
Z (valeur critique)	1,645
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.

Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle Proportion1 > Proportion2 est significative.

Résultats de Ir/BA :

Fréquence 1 : 567 / Fréquence totale 1 : 2849

Fréquence 2 : 682 / Fréquence totale 2 : 2428

Test Z pour 2 proportions / Test unilatéral à gauche :

Remarque : la loi binomiale est approximée par la loi normale

Z (valeur observée)	-6,974
Z (valeur critique)	-1,645
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.

Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle Proportion1 < Proportion2 est significative.

Résultats de Ju/CR :

Fréquence 1 : 26 / Fréquence totale 1 : 2849

Fréquence 2 : 68 / Fréquence totale 2 : 2428

Test Z pour 2 proportions / Test unilatéral à gauche :

Remarque : la loi binomiale est approximée par la loi normale

Z (valeur observée)	-5,168
Z (valeur critique)	-1,645
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification $\alpha=0,050$ on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.

Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle Proportion1 < Proportion2 est significative.

Résultats de Ir/CA :

Fréquence 1 : 661 / Fréquence totale 1 : 2849

Fréquence 2 : 824 / Fréquence totale 2 : 2428

Test Z pour 2 proportions / Test unilatéral à gauche :

Remarque : la loi binomiale est approximée par la loi normale

Z (valeur observée)	-8,644
Z (valeur critique)	-1,645
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification $\alpha=0,050$ on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.

Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle Proportion1 < Proportion2 est significative.

Annexe 7 : Matrices des corrélations des Analyses en Composantes Principales réalisées entre le nombre de pontes sur chaque fruit, les tailles minima observées pour les premières pontes et les tailles maxima observées pour les dernières pontes

Matrice des corrélations, données de Ju/BO :

	ponte	taille min (mm)	taille max (mm)
ponte	1	-0,015	0,649
taille min (mm)	-0,015	1	0,325
taille max (mm)	0,649	0,325	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,050$ (test bilatéral)

Matrice des corrélations, données de Ir/BA:

	ponte	taille min (mm)	taille max (mm)
ponte	1	0,184	0,487
taille min (mm)	0,184	1	0,802
taille max (mm)	0,487	0,802	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,050$ (test bilatéral)

Matrice des corrélations, données de Ju/CR :

	ponte	taille min (mm)	taille max (mm)
ponte	1	0,073	0,393
taille min (mm)	0,073	1	0,750
taille max (mm)	0,393	0,750	1

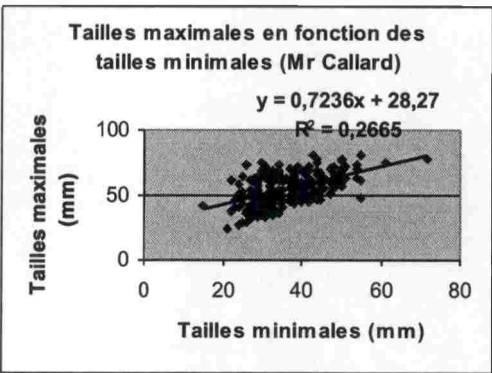
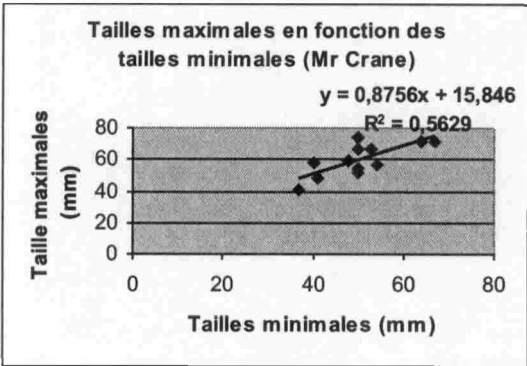
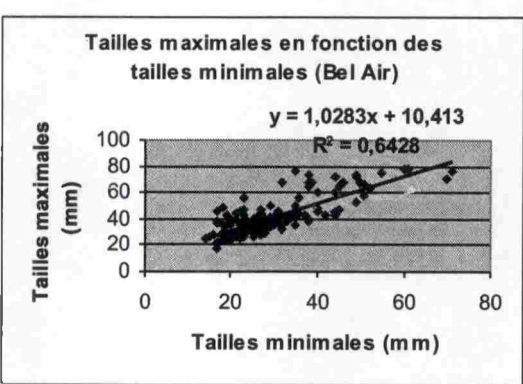
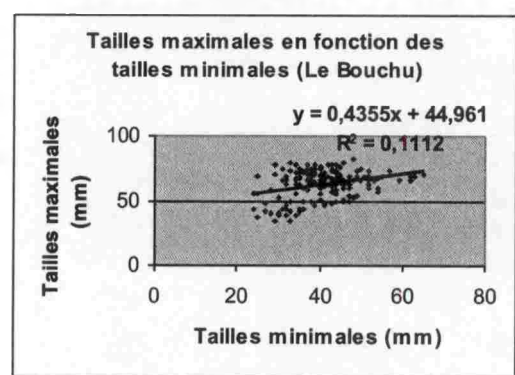
En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,050$ (test bilatéral)

Matrice des corrélations, données de Ir/CA :

	ponte	taille min (mm)	taille max (mm)
ponte	1	0,053	0,577
taille min (mm)	0,053	1	0,516
taille max (mm)	0,577	0,516	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,050$ (test bilatéral)

Annexe 8 : Régressions linéaires entre tailles minimales et tailles maximales observées



Annexe 9 : Résultats d'XLSTAT sur la comparaison variétale

Données utilisées
comparaison des % d'infestation

Variété	Infectés	total
NDM	33	40
POMME	29	40
KEITT	37	40
JULIE	34	40
HADEN	33	40
MANGOFIL	39	40
IRWIN	39	40

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	18,081
Khi² (valeur critique)	11,070
ddl	5
p-value unilatérale	0,003
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significative.**

Méthode de Monte Carlo :

Khi² (valeur observée)	18,081
Khi² (valeur critique)	11,010
p-value unilatérale	0,003
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significative.**

Procédure de Marascuilo :

Contrastes	Valeur	Valeur critique	Significatif
p(POMME) - p(KEITT)	0,200	0,273	Non
p(POMME) - p(JULIE)	0,125	0,301	Non
p(POMME) - p(HADEN)	0,100	0,308	Non
p(POMME) - p(MANGOFIL)	0,250	0,249	Oui
p(POMME) - p(IRWIN)	0,250	0,249	Oui
p(KEITT) - p(JULIE)	0,075	0,233	Non
p(KEITT) - p(HADEN)	0,100	0,243	Non
p(KEITT) - p(MANGOFIL)	0,050	0,161	Non
p(KEITT) - p(IRWIN)	0,050	0,161	Non
p(JULIE) - p(HADEN)	0,025	0,274	Non
p(JULIE) - p(MANGOFIL)	0,125	0,205	Non
p(JULIE) - p(IRWIN)	0,125	0,205	Non
p(HADEN) - p(MANGOFIL)	0,150	0,216	Non

p(HADEN) - p(IRWIN)	0,150	0,216	Non
p(MANGOFIL) - p(IRWIN)	0,000	0,116	Non

Données utilisées
comparaison du nombre de larves trouvées dans le noyau

	NdM	Pomme	Keitt	Julie	Haden	Mangofil	Irwin
FRUIT1	2	2	2	2	2	3	3
FRUIT2	2	2	3	2	2	2	2
FRUIT3	1	2	2	2	1	2	2
FRUIT4	1	3	2	3	2	2	1
FRUIT5	1	1	2	2	1	3	1
FRUIT6	1	1	3	2	1	3	3
FRUIT7	1	1	4	2	1	3	2
FRUIT8	2	1	3	2	3	3	2
FRUIT9	2	1	1	1	3	3	2
FRUIT10	1	1	1	1	2	3	2
FRUIT11	4	1	2	1	2	4	1
FRUIT12	2	1	1	1	3	1	1
FRUIT13	1	2	1	1	1	1	3
FRUIT14	1	1	1	2	1	2	1
FRUIT15	1	1	1	1	2	4	3
FRUIT16	1	1	3	1	1	2	1
FRUIT17	1	1	3	1	3	2	2
FRUIT18	1	1	1	1	2	2	1
FRUIT19	2	1	1	1	2	1	4
FRUIT20	1	1	3	1	2	1	1
FRUIT21		1	1	1	2	1	1
FRUIT22		1	1	1	1	3	1
FRUIT23		1	1	1	1	2	3
FRUIT24		2	3	1	1	2	4
FRUIT25		1	2	1	1	2	3
FRUIT26		1	2	1	1	3	3
FRUIT27		1	1	1	1	1	2
FRUIT28		1	1	2	1	1	3
FRUIT29			1	2	1	1	3
FRUIT30			1	1	1	1	3
FRUIT31			1	1	1	1	3
FRUIT32			1	2	1	1	2
FRUIT33			1	1	2	1	2
FRUIT34			1	1	2	1	1
FRUIT35			1		1	1	1
FRUIT36			2			1	3
FRUIT37			2			1	2
FRUIT38						1	1
FRUIT39						2	1

Test d'analyse de variance avec Nam Doc Man:

Test de Levene :	
F (valeur observée)	4,565
F (valeur critique)	2,465
ddl 1	6
ddl 2	225
p-value unilatérale	0,000
Alpha	0,05

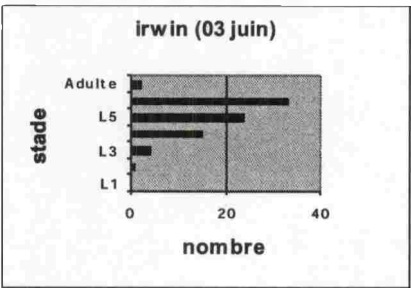
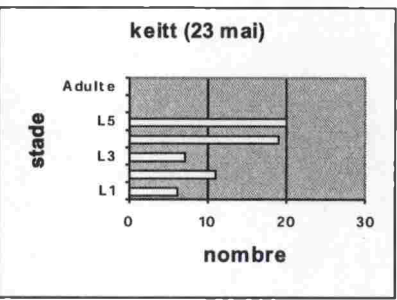
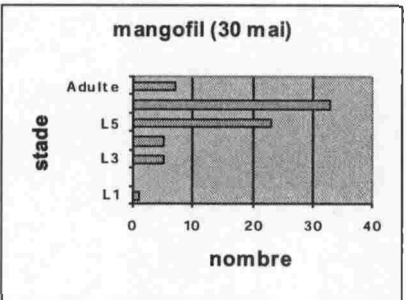
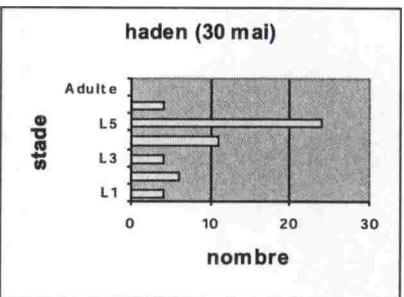
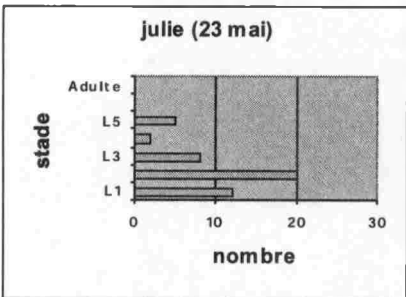
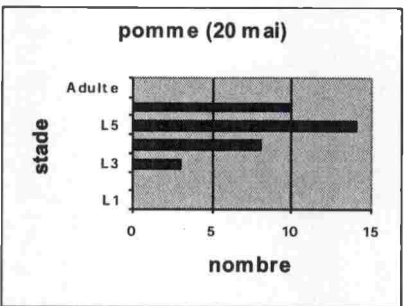
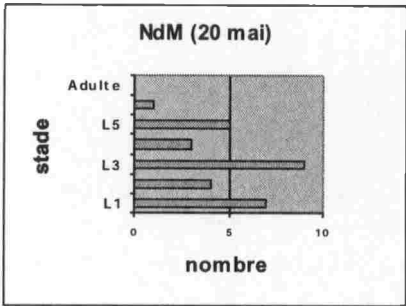
Conclusion :
Au seuil de signification $\text{Alpha}=0,050$ on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des variances.
Autrement dit, **l'inégalité des variances est significative.**

Test d'analyse de variance sans Nam Doc Man :

Test de Levene :	
F (valeur observée)	5,517
F (valeur critique)	2,629
ddl 1	5
ddl 2	206
	<
p-value unilatérale	0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :
Au seuil de signification $\text{Alpha}=0,050$ on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des variances.
Autrement dit, **l'inégalité des variances est significative.**

Annexe 10 : Pyramides des âges des larves trouvées dans les noyaux pour chaque variété



Annexe II : Résultats d'XLSTAT sur la comparaison d'infection dans les quatre grandes zones de Guadeloupe

Données utilisées
Comparaison des % d'attaque entre les différentes zones :

zones	infectés	total
Nord Basse-Terre	34	63
Sud Basse-Terre	8	36
Nord Grande-Terre	25	32
Sud Grande-Terre	12	23
TOTAL	79	154

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	21,271
Khi² (valeur critique)	5,991
ddl	2
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significative.**

Méthode de Monte Carlo :

Khi² (valeur observée)	21,271
Khi² (valeur critique)	6,199
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significative.**

Procédure de Marascuilo :

Contrastes	Valeur	Valeur critique	Significatif
p(Sud Basse-Terre) - p(Nord Grande-Terre)	0,559	0,247	Oui
p(Sud Basse-Terre) - p(Sud Grande-Terre)	0,300	0,306	Non
p(Nord Grande-Terre) - p(Sud Grande-Terre)	0,260	0,311	Non

Cas de la comparaison des infections de chaque variété dans chaque zone

Données utilisées

Nord Basse-Terre		Total
	Infectés	
julie infecté/ julie total	15,00	29
pomme infecté/ pomme total	9,00	15
mangofil infecté/ mangofil total	10,00	19

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	0,185
Khi² (valeur critique)	3,841
ddl	1
p-value unilatérale	0,667
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes n'est pas significative.**

données utilisées

Sud Basse-Terre		Total
	Infectés	
julie infecté/ julie total	1,00	18
pomme infecté/ pomme total	3,00	4
mangofil infecté/ mangofil total	4,00	14

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	2,822
Khi² (valeur critique)	3,841
ddl	1
p-value unilatérale	0,093
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes n'est pas significative.**

données utilisées

Nord Grande-Terre		Total
	Infectés	
julie infecté/ julie total	8,00	13
pomme infecté/ pomme total	4,00	6
mangofil infecté/ mangofil total	13,00	13

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	4,843
Khi² (valeur critique)	3,841
ddl	1
p-value unilatérale	0,028
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification Alpha=0,050 on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significativ**

Méthode de Monte Carlo :

Khi² (valeur observée)	4,843
Khi² (valeur critique)	4,843
p-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification $\alpha=0,050$ on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes est significativ**

Procédure de Marascuilo :

Contrastes	Valeur	Valeur critique	Significatif
$ p(\text{pomme infecté/ pomme total}) - p(\text{mangofil infecté/ mangofil total}) $	0,333	0,377	Non

données utilisées

Sud Grande-Terre		Total
	Infectés	
julie infecté/ julie total	2,00	7,00
pomme infecté/ pomme total	3,00	6,00
mangofil infecté/ mangofil total	7,00	10,00

Test du Khi² :

Khi² (valeur observée)	0,640
Khi² (valeur critique)	3,841
ddl	1
p-value unilatérale	0,424
Alpha	0,05

Conclusion :

Au seuil de signification $\alpha=0,050$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des proportions.
Autrement dit, l'hypothèse alternative selon laquelle **au moins deux proportions sont différentes n'est pas significative.**

ANNEXE 8

Le patrimoine fruitier de Guadeloupe : écologie, marché et niveau de technicité

Annexe 8 : Le patrimoine fruitier de Guadeloupe
Ecologie, marché et niveau de technicité
LEGENDES

STATUTS EN GUADELOUPE	
Cultivé commun	Espèces introduites couramment cultivées (agriculture et jardins familiaux)
Cultivé ornement	Espèces introduites plutôt à vocation ornementale (parcs et jardins)
Cultivé, rare	Espèces introduites rencontrées principalement dans les jardins d'initiés
Cultivé, subspontané	Espèces introduites, cultivées (agriculture et jardins familiaux) en voie de naturalisation (subspontanée)
Indigène Antilles, commun	Espèces indigènes des Antilles (Petites et/ou Grandes) couramment rencontrées et/ou couramment cultivées (agriculture et jardins familiaux)
Indigène Antilles, rare	Espèces indigènes des Antilles (Petites et/ou Grandes) rarement rencontrées
Naturalisé, commun	Espèces introduites, naturalisées (pousse à l'état sauvage), couramment rencontrées et/ou couramment cultivées (agriculture et jardins familiaux)
Subspontané, commun	Espèces introduites en voie de naturalisation couramment rencontrées et/ou couramment cultivées (agriculture et jardins familiaux)
Subspontané, rare	Espèces introduites en voie de naturalisation rarement rencontrées

GROUPE D'IMPORTANCE DE L'ESPECE	
Groupe 1	Espèces fruitières d'importance dont un marché (local, exportation, de niche) existe déjà en Guadeloupe.
Groupe 2	Espèces fruitières dont un marché (local, exportation, de niche) devrait être exploité ou développé et sur lequel la Guadeloupe pourrait se positionner.
Groupe 3	Espèces fruitières d'importance secondaires de jardins familiaux ou d'arboretum (projet agrotouristique par exemple).

ZONES ECOLOGIQUES INDICATIVES et OPTIMALES DE CULTURE	<i>note : ces zones écologiques ne sont qu'indicatives et ne prennent en compte que les grandes tendances climatiques (températures, pluviométries et altitudes) ; elles ne tiennent pas compte des caractéristiques pédologiques.</i>
A	Espèces de climats chauds et secs de Guadeloupe (température sup. à 25°, pluviométrie inf. à 1500 mm/an, altitude inf. à 200 m). ex : Grande Terre, Marie Galante, Côte sous le Vent de la Basse-Terre.
B	Espèces de climats chauds et humides de Guadeloupe (température sup. à 25°, pluviométrie sup. à 1500 mm/an, altitude inf. à 200 m). ex : Basse-Terre (côte au vent)
C	Espèces de climats 'd'altitude' secs de Guadeloupe (température inf. à 25°, pluviométrie inf. à 1500 mm/an, altitude sup. à 200 m). ex : Les 'hauteurs' de Baillif ou de Vieux-Habitants.
D	Espèces de climats d'altitude humides de Guadeloupe (température inf. à 25°, pluviométrie sup. à 1500 mm/an, altitude sup. à 200 m).ex : Matouba

Niveau de technicité agronomique	<i>note : évidemment subjectif, mais ce niveau de technicité renseigne de la rusticité de l'espèce (par exemple pression phytosanitaire importante) et du niveau de compétence demandé à l'agriculteur (taille, suivi phyto, fertilisation...).</i>
1	Espèces les moins exigeantes en terme de technicité
2	Espèces moyennes en terme de technicité
3	Espèces les plus exigeantes en terme de technicité

ESPECES	NOMS COMMUNS et VARIETES	STATUTS en Guadeloupe	Groupe	Adaptation écologique	Technicité	Observations
<i>Adansonia digitata</i>	Baobab	Cultivé, rare	3	A	1	
<i>Aleurite moluccana</i>	Noix de Bancoul	Cultivé, rare	3	B	1	
<i>Anacardium occidentale</i>	Cajou, noix de cajou	Cultivé, commun	2	A	1	
<i>Ananas bracteatus</i>	Ananas requin, rouge	Cultivé ornement	3	A, B, C et D	2	
<i>Ananas comosus</i>	Ananas (toutes)	Cultivé commun	1	A, B, C et D	2	
<i>Annona muricata</i>	Corossol	Cultivé, subspontané	2	A et B	2	
<i>Annona reticulata</i>	Cachiman	Indigène Antilles, rare	2	A	2	
<i>Annona squamosa</i>	Pomme cannelle	Indigène Antilles,	2	A	2	
<i>Annona squamosa</i> x <i>A. cherimolia</i>	Attemoya	Cultivé, rare	2	C	2	
<i>Artocarpus altilis</i>	Fruit à pain et châtaignier	Cultivé, subspontané	2	B	1	
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jacquier	Cultivé, rare	3	A et B	1	
<i>Artocarpus integer</i>	Champedek	Cultivé, rare	3	A et B	1	
<i>Averrhoa bilimbi</i>	Bilimbi	Cultivé, rare	3	A et B	1	
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambole	Cultivé, commun	2	A et B	1	
<i>Bactris gasipaes</i>	Péjibaye	Cultivé, rare	2	B	1	
<i>Bellucia grossularioides</i>	Néflier du Mexique	Naturalisé, commun	3	B et D	1	
<i>Calocarpum sapota</i>	Sapote	Cultivé, rare	3	B	1	
<i>Carica papaya</i>	Papaye	Cultivé, subspontané	1	A et B	2	
<i>Casimiroa edulis</i>	Sapote blanche	Cultivé, rare	3	A	1	
<i>Cereus peruviana</i>	Cierge	Cultivé commun	3	A	1	
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaque	Indigène Antilles,	3	A	1	
<i>Chrysophyllum lainito</i>	Caimite	Cultivé, commun	2	A et B	1	
<i>Citrus aurantifolia</i>	Lime mexicaine	Cultivé, commun	3	A, B, C et D	3	
<i>Citrus aurantium</i>	Orange amère	Cultivé, commun	3	A, B, C et D	3	
<i>Citrus clementina</i>	Mandarine	Cultivé, commun	1	A, B, C et D	3	
<i>Citrus grandis</i>	Shaddeck	Cultivé, commun	3	A, B, C et D	3	
<i>Citrus hystrix</i>	Combava	Cultivé, rare	3	A, B, C et D	3	
<i>Citrus latifolia</i>	Lime Tahiti	Cultivé, commun	1	A, B, C et D	3	
<i>Citrus limon</i>	Citron	Cultivé, commun	3	A, B, C et D	3	
<i>Citrus medica</i>	Cédrat	Cultivé, commun	3	A, B, C et D	3	
<i>Citrus paradisi</i>	Pomélo (tous)	Cultivé, commun	1	A, B, C et D	3	
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarine Frémont	Cultivé, commun	1	A, B, C et D	3	
<i>Citrus sinensis</i>	Orange (toutes)	Cultivé, commun	1	A, B, C et D	3	

<i>Citrus tangerina</i>	Mandarine Beauty, Dancy	Cultivé, commun	1	A, B, C et D	3
<i>Coccoloba uvifera</i>	Rasinier bord de mer	Subspontané, commun	3	A et B	1
<i>Cocos nucifera</i>	Noix de coco	Cultivé, subspontané	1	A et B	1
<i>Cola nitida</i>	Noix de cola	Cultivé, rare	3	B	1
<i>Syphomandra etaceae</i>	Tomate en arbre	Cultivé, rare	3	C	2
<i>Dacryodes edulis</i>	Safou	Cultivé, rare	3	B	1
<i>Diospyros digina</i>	Sapote noire	Cultivé, rare	3	A et B	1
<i>Diospyros kaki</i>	Kaki	Cultivé, rare	3	C et D	1
<i>Diospyros philippensis</i>	Mabolo	Cultivé, rare	3	B	1
<i>Dovyalis hebecarpa</i>	Groseille de Ceylan	Cultivé, rare	3	A et B	1
<i>Dovyalis hebecarpa D. caffra</i>	Groseille	Cultivé, rare	3	A et B	1
<i>Durio zibethinus</i>	Durian	Cultivé, rare	3	B	1
<i>Elaeis guineensis</i>	Palmier à huile	Cultivé, rare	3	B	1
<i>Eriobotria japonica</i>	Néfle du japon	Cultivé, rare	3	C	2
<i>Eugenia carissoïdes</i>	Cerise	Cultivé, rare	3	A et B	1
<i>Eugenia stipitata</i>	Pomme sure	Cultivé, rare	3	A et B	1
<i>Eugenia uniflora</i>	Cerise à côte	Naturalisé, commun	3	A, B, C et D	1
<i>Euphoria longan</i>	Longan	Cultivé, rare	2	C	2
<i>Ficus carica</i>	Figuier	Cultivé, rare	3	A	1
<i>Flacourtia indica</i>	Prune pays	Cultivé, commun	3	A, B, C et D	1
<i>Fortunella japonica</i>	Kumquat	Cultivé, commun	2	A, B, C et D	3
<i>Fortunella margarita</i>	Kumquat	Cultivé, commun	2	A, B, C et D	3
<i>Fragaria sp.</i>	Fraisier	Subspontané, rare	3	A et C	3
<i>Garcinia mangostana</i>	Mangoustan	Cultivé, rare	2	B	1
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Groseille de Noël	Cultivé, subspontané	2	A, B, C et D	1
<i>Hylocereus costaricensis</i>	Pitaya	Cultivé, rare	2	A et C	2
<i>Hylocereus polyrhizus</i>	Pitaya	Cultivé, rare	3	A et C	2
<i>Hylocereus purpusii</i>	Pitaya	Cultivé, rare	3	A et C	2
<i>Hylocereus trigonus</i>	Pitaya	Indigène Antilles, rare	3	A et C	2
<i>Hylocereus undatus</i>	Pitaya	Cultivé, rare	2	A et C	2
<i>Hylocereus undatus H. costaricensis</i>	Pitaya	Cultivé, rare	2	A et C	2
<i>Hymenaea courbaril</i>	Courbaril	Cultivé, subspontané	3	A	1
<i>Inga ingoides</i>	Pois doux poilu	Naturalisé, commun	3	B et D	1
<i>Inga Laurina</i>	Pois doux	Naturalisé, commun	3	B et D	1

<i>Annona sp.</i>	Pois doux grande gousse	Cultivé, rare	3	B et D	1
<i>Litchi sinensis</i>	Litchi, letchi	Cultivé, commun	2	C et D	2
<i>Macadamia ternifolia</i>	Noix de Queensland	Cultivé, rare	3	C	2
<i>Malpighia martinicensis</i>	Cerise	Indigène Antilles, rare	3	A et B	1
<i>Malpighia puniceifolia</i>	Cerise	Indigène Antilles,	2	A et B	2
<i>Mammea americana</i>	Abricot	Cultivé, commun	2	A et B	1
<i>Mangifera indica</i>	Mangue (toutes)	Cultivé, subspontané	1	A et C	2
<i>Manilkara sapota</i>	Sapote, Sapotille	Cultivé, commun	2	A et B	1
<i>Melicoccus bijuga</i>	Quenette	Naturalisé, commun	2	A	1
<i>Monstera deliciosa</i>	Fruit délicieux	Subspontané, rare	3	B	1
<i>Morus alba</i>	Mûrier	Cultivé, rare	3	C	1
<i>Musa acuminata</i>	Bananes poyo et figues	Cultivé, commun	1	B et D	2
<i>Musa acuminata</i> x <i>M. balbisiana</i>	Banane plantain	Cultivé, commun	1	B et D	2
<i>Musa acuminata</i> x <i>M. balbisiana</i>	Banane poto	Cultivé, commun	3	B et D	2
<i>Myrciaria cauliflora</i>	Jabotica	Cultivé, rare	3	A	1
<i>Nephelium lappaceum</i>	Ramboutan	Cultivé, rare	2	B	2
<i>Opuntia cochenillifera</i>	Raquette sans piquant	Indigène Antilles,	3	A	1
<i>Opuntia dillenii</i>	Raquette	Cultivé, rare	3	A	1
<i>Opuntia Ficus-indica</i>	Figuier de Barbarie	Cultivé, rare	3	A	1
<i>Pachira aquatica</i>	Châtaignier marron	Cultivé, rare	3	B et D	1
<i>Pachira insignis</i>	Marronnier	Cultivé, subspontané	3	B et D	1
<i>Passiflora edulis</i>	Maracudja	Cultivé, commun	1	A, B, C et D	3
<i>Passiflora foetida</i>	Marie-gougeat	Subspontané, rare	3	A, B, C et D	1
<i>Passiflora laurifolia</i>	Pomme-liane	Indigène Antilles,	2	A, B, C et D	2
<i>Passiflora maliformis</i>	Pomme calebasse	Cultivé, commun	3	A, B, C et D	1
<i>Passiflora quadrangularis</i>	Barbadine	Cultivé, rare	3	A, B, C et D	2
<i>Pereskia aculeata</i>	Groseille	Cultivé, rare	3	A	1
<i>Persea americana</i>	Avocat	Cultivé, commun	1	A et C	2
<i>Phoenix dactylifera</i>	Dattier	Cultivé, rare	3	A	2
<i>Phyllanthus acidus</i>	Surelle	Cultivé, subspontané	3	A, B, C et D	1
<i>Philosocereus royeri</i>	Cierge	Indigène Antilles,	3	A	1
<i>Pouteria cainito</i>	Abiu	Cultivé, rare	3	B	1
<i>Pouteria campechiana</i>	Lucuma, jaune d'œuf	Cultivé, rare	3	A et B	1
<i>Prunus persicae</i>	Pêcher	Cultivé, rare	3	C	3

<i>Psidium cattleianum</i>	Goyavier fraise	Cultivé, rare	3	B, C et D	1	
<i>Psidium friedrichstalianum</i>	Coronille	Cultivé, rare	3	A et B	1	
<i>Psidium guajava</i>	Goyave	Cultivé, subspontané	2	A et B	2	
<i>Punica granatum</i>	Grenadier	Cultivé, subspontané	3	A	1	
<i>Quararibea cordata</i>	Sapote du Pérou	Cultivé, rare	3	B	1	
<i>Rollinia pulchrinervia</i>	Rollinier	Cultivé, rare	3	A et B	1	
<i>Rubus rosifolius</i>	Framboisier	Naturalisé, commun	3	C et D	1	
<i>Spondias dulcis</i>	Pomme cythère	Naturalisé, commun	2	A et B	1	
<i>Spondias mombin</i>	Mombin	Naturalisé, commun	3	A et B	1	
<i>Spondias purpurea</i>	Prune chill, mombin rouge	Naturalisé, commun	3	A et B	1	
<i>Syagrus amara</i>	Ti koko	Indigène Antilles, rare	3	A et B	1	
<i>Synsepalum dulcificum</i>	Fruit miracle	Cultivé, rare	3	B	1	
<i>Syzygium cumini</i>	Tété-négresse	Cultivé, rare	3	A et B	1	
<i>Syzygium jambos</i>	pomme rose	Naturalisé, commun	3	B	1	
<i>Syzygium malaccense</i>	pomme d'eau	Naturalisé, commun	3	A, B, C et D	1	
<i>Syzygium samarangense</i>	Framboisier	Cultivé, subspontané	3	A, B, C et D	1	
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarin	Cultivé, subspontané	2	A	1	
Tangelo	Tangelo	Cultivé, commun	2	A, B, C et D	3	
Tangor	Tangor	Cultivé, commun	2	A, B, C et D	3	
<i>Terminalia catappa</i>	Amandier pays	Naturalisé, commun	3	A et B	1	
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	Cultivé, commun	2	A et B	2	
<i>Vangueria madagascariensis</i>	Tamarin des Indes	Cultivé, subspontané	3	B, C et D	1	
<i>Vitis vinifolia</i>	Raisin - vigne	Cultivé, commun	2	A	3	
<i>Zizyphus mauritiana</i>	Surette	Naturalisé, commun	3	A	1	

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

