

Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion

Normand F.¹, Michels T.¹, Léchaudel M.¹, Joas J.², Vincenot D.³, Hoarau I.⁴, Desmulier X.⁵,
Barc G.⁶

1 CIRAD, UR HortSys, Station de Bassin-Plat, BP 180, 97455 Saint-Pierre cedex, Ile de La Réunion

2 CIRAD, UMR QualiSud, MRST, 100 route de la Rivière des Pluies, 97490 Sainte-Clotilde, Ile de La Réunion ; adresse actuelle : CIRAD, UMR QualiSud, 73 rue Jean-François Breton, TA B-95 / 16, 34398 Montpellier Cedex5

3 Chambre d'Agriculture, Maison de l'agriculture, 1 chemin de l'IRAT, Ligne Paradis, 97410 Saint-Pierre, Ile de La Réunion

4 ARMEFLHOR, 1 Chemin de l'IRFA – Bassin Martin, 97410 Saint-Pierre, Ile de La Réunion

5 EPLEFPA de Saint-Paul, 165 route de Mafate, 97460 Saint-Paul, Ile de La Réunion

6 CFPPA de Saint-Paul, 4 chemin goyaves, 97470 Saint-Benoit, Ile de La Réunion

Correspondance : frederic.normand@cirad.fr

Résumé

Le projet se propose d'appliquer au cas de la mangue les concepts de la production fruitière intégrée, pris dans son acception la plus large, c'est-à-dire reposant sur la préservation de l'environnement, sur la viabilité économique des exploitations, mais aussi sur la qualité des fruits. Celle-ci est considérée comme un continuum, de la fleur au consommateur, impliquant une approche sur l'ensemble de la filière. Le projet mobilise un partenariat composé de la recherche, de l'expérimentation, du développement et de la formation agricoles. Il est structuré en quatre actions complémentaires et interactives visant à comprendre les pratiques et les stratégies des producteurs, à valider en milieu réel des modes de conduite innovants, à améliorer la qualité des mangues et leur durée de vie après récolte, et à former les acteurs de la filière. Des connaissances scientifiques, techniques et organisationnelles ont été acquises, de l'échelle du fruit à celle de la filière, apportant des éléments concrets pour faire évoluer cette dernière vers une démarche de production fruitière intégrée. Ces travaux se poursuivent à travers de nouveaux projets en partenariat, montrant ainsi l'effet multiplicateur apporté par cette initiative.

Mots-clés : bio-agresseurs, certification, commercialisation, formation, pratiques culturelles, qualité du fruit.

Abstract: Integrated approach of the mango industry in La Réunion island.

The project intends to apply to the mango industry in La Réunion Island the concepts of integrated fruit production, considered in the general sense, *i.e.* lying on the three following mainstays: preservation of the environment, economical viability of the farms, and fruit quality. Fruit quality is regarded here as a continuum from the flower to the consumer. The project relies on a partnership composed of research centre, technical centre, extension services and agricultural training. It is structured into four complementary and interactive work packages aiming at understanding practices and strategies of mango producers; at validating on-farm innovative cultural practices; at improving mango fruits quality and shelf-life, and at training stakeholders. Scientific, technical and organizational knowledge have been produced, from the fruit scale to the whole industry scale. They bring practical elements contributing to the shift of the mango industry towards integrated fruit production. These studies are going on through new projects, showing the multiplier effect of this kind of project.

Keywords: certification, cultural practices, fruit quality, marketing, pests, training

Introduction

Qualité des modes de production et qualité des produits sont devenues deux expressions-clés des filières fruitières, autant pour les producteurs et distributeurs que pour les consommateurs. La qualité des modes de production se traduit avant tout par la réduction des impacts environnementaux, notamment la réduction et la meilleure utilisation des intrants phytosanitaires et des fertilisants. Des réglementations nationales et européennes (par exemple sur la traçabilité), le plan Ecophyto 2018 (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2008) et des certifications privées imposées par les distributeurs (par exemple Globalgap) se développent dans ce sens. Cependant, la qualité des produits est en marge de cette évolution réglementaire puisque mis à part quelques situations particulières (labels, initiatives d'entreprises) aucune garantie des caractéristiques sensorielle, énergétique ou nutritionnelle n'est exigée lors de la mise en marché.

Avec la viabilité économique, la qualité environnementale des modes de production et la qualité des produits forment les trois piliers de la Production Fruitière Intégrée (PFI), concept élaboré depuis les années 1950 sur les cultures fruitières tempérées (El Titi *et al.*, 1993, Boller *et al.*, 2009). La PFI est définie comme "*un système de production économique de fruits de haute qualité donnant la priorité aux méthodes écologiquement plus sûres, minimisant les effets secondaires indésirables et l'utilisation de produits agrochimiques, afin d'améliorer la protection de l'environnement et la santé humaine*" (Cross, 2002). Cependant, les opérateurs français des filières fruits se réfèrent aujourd'hui à une version moins ambitieuse du concept, que ce soit sur la qualité des fruits et sur la préservation de l'environnement, qui est en passe de devenir un standard de production pour accéder aux marchés de la grande distribution. Ces attentes de la société, des acteurs économiques et des pouvoirs publics imposent une redéfinition des pratiques agricoles visant l'amélioration de la qualité des produits et la préservation du milieu, tout en maintenant la viabilité économique des productions.

Les filières fruitières réunionnaises sont pour le moment à l'écart de ces évolutions. Elles devront cependant s'y conformer rapidement pour rester dans le cadre de la réglementation et s'adapter aux exigences nouvelles de la grande distribution. La production de mangues représente en volume commercialisé la quatrième production fruitière de l'île avec environ 3500 T/an, mais elle assure le plus important revenu économique parmi les productions fruitières pérennes de l'île. Elle est dominée par les variétés José, d'origine réunionnaise, et Cogshall, d'origine floridienne et de type export. Les volumes exportés sont limités, environ 110 T/an. La production est donc surtout destinée à la consommation locale et ne souffre pas de la concurrence de fruits importés, l'importation de mangues étant interdite pour des raisons sanitaires. Sur ces deux marchés, une amélioration significative de la qualité est attendue. A l'export, il s'agit de se démarquer par la qualité des origines concurrentes qui pratiquent des prix plus bas. Sur le marché local, la grande distribution est en pleine expansion et demande pour ses produits des garanties de qualité et de traçabilité. En outre, les problèmes environnementaux sont particulièrement prégnants sur un territoire insulaire tropical où l'agriculture est un acteur majeur de l'utilisation du milieu. Ceci est en particulier vrai à La Réunion, désignée comme l'un des hot spots de la biodiversité mondiale, qui est maintenant inscrite au patrimoine mondiale de l'UNESCO, et qui ambitionne de devenir Ile Verte à l'horizon 2030.

Face à ces constats, l'enjeu du projet "Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion" est de permettre une mutation des pratiques pour une meilleure qualité de la mangue réunionnaise et pour un plus grand respect de l'environnement, à travers une qualification PFI de la production. Cet enjeu passe par l'acquisition des références socio-économiques, techniques et pratiques nécessaires à l'initiation d'une démarche commune à tous les acteurs de la filière. Pour cela, il faut dans un premier temps caractériser les pratiques actuelles des producteurs et les resituer dans le contexte plus global du fonctionnement de leurs exploitations. L'identification des problèmes et contraintes auxquels ils sont confrontés dans leurs relations avec l'aval de la filière est un préalable pour les aider à répondre aux nouvelles exigences du marché. Parallèlement, il est nécessaire de répondre à certains problèmes techniques relevant d'une part de l'élaboration et du maintien de la qualité du fruit tout au long de la

filrière, du verger au consommateur, et d'autre part de la qualité des modes de production, souhaités plus respectueux de l'environnement par une réduction des intrants phytosanitaires. Un enjeu finalisé fort du projet est le transfert des résultats, qui passe entre autres par la formation des techniciens et des agriculteurs. Enfin, la sensibilisation des acteurs institutionnels à la démarche proposée est indispensable pour appuyer l'engagement des producteurs dans une démarche de PFI.

L'objectif général du projet est de construire avec les producteurs réunionnais des itinéraires de production intégrée de mangues valorisables lors de la mise en marché. Il se décline en trois sous-objectifs : (1) intégrer les acteurs de la filière dans les processus d'innovation, (2) valider les innovations techniques, et (3) transférer et valoriser les innovations.

Le partenariat construit pour mener à bien ces objectifs repose sur trois composantes :

- La recherche et l'expérimentation, avec le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), et notamment l'équipe du programme PIMAN (Production Intégrée de Mangues, ANanas et autres fruits tropicaux) qui travaille sur l'adaptation du concept de PFI aux cultures fruitières tropicales, et l'Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et HORTicole (ARMEFLHOR), centre d'expérimentation horticole dont une équipe travaille sur les productions fruitières.
- Le développement agricole avec la Chambre d'Agriculture de La Réunion, en particulier son équipe dédiée aux productions fruitières.
- La formation agricole, avec l'Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole (EPLEFPA) de Saint-Paul à travers son Centre de Production et d'Expérimentation Agricole (CPEA), et les Centres de Formation Professionnelle et de Promotion Agricoles (CFPPA) rattachés.

Après une présentation de la structure du projet et des méthodes et outils mis en œuvre, les principaux résultats obtenus seront présentés, ainsi que les perspectives.

1. Structure du projet, méthodes et outils mis en œuvre

Le projet s'articule autour de quatre actions mobilisant chacune plusieurs partenaires : (1) comprendre les pratiques et les stratégies des producteurs, (2) valider des modes de conduite innovants des vergers, (3) améliorer la qualité et la durée de vie après récolte des mangues, et (4) former les acteurs de la filière. Ces actions sont étroitement dépendantes et interagissent entre elles. Par exemple, des protocoles concertés entre les actions 2 et 3 sont appliqués sur les mêmes parcelles expérimentales. Les agriculteurs possédant ces parcelles font partie de l'échantillon des enquêtes de l'action 1. Les résultats et réflexions des trois premières actions sont mobilisés pour la concrétisation de l'action 4.

1.1 Action 1- Comprendre les pratiques et les stratégies des producteurs

Le principal objectif de cette action est d'impliquer les acteurs de la filière tout au long du processus de mise en place de la démarche de production intégrée de mangues à La Réunion. Il s'agit d'une part d'informer et d'échanger avec l'ensemble des acteurs de la filière afin de tenir compte de l'ensemble des problèmes posés par la mise en œuvre de cette démarche. Pour cela, un comité technique mangue regroupant les principaux acteurs de la filière a été créé. Son secrétariat est confié à la Chambre d'Agriculture. C'est à la fois un lieu de restitution des résultats et de débat sur les problématiques de la filière à tous les niveaux, de la production à la mise en marché. Ce comité vise à assurer la cohérence entre les axes de recherche, d'expérimentation et de développement, et les attentes et problèmes rencontrés par les acteurs de la filière. Il doit permettre d'établir un meilleur partenariat entre les acteurs

de la filière pour aboutir à un consensus sur la valorisation commerciale des fruits. Le comité sera chargé de valider la future charte sur la production intégrée du manguier.

Il s'agit d'autre part de mieux connaître les pratiques et les stratégies des premiers acteurs concernés par cette démarche, les producteurs, afin de prévoir les conditions de transfert de techniques nouvelles issues du projet et de co-construction d'itinéraires techniques innovants. L'analyse et la compréhension de la diversité des pratiques des producteurs a été menée en deux phases. La première est basée sur un travail d'enquête en exploitation et consiste en une double approche de la production : l'une sur les modes de conduite du verger et l'autre sur leurs liens avec le fonctionnement global de l'exploitation. Une démarche participative a été mise en œuvre, sollicitant à différentes étapes l'expertise des techniciens intervenant sur la filière. La seconde phase consiste à étudier plus précisément le fonctionnement global d'un panel restreint de neuf exploitations représentatives de la diversité observée. L'objectif de cette phase est d'identifier les raisons des choix techniques des producteurs afin d'éclairer la redéfinition future de systèmes de culture adaptés aux contextes de production et plus en phase avec le concept de PFI.

1.2 Action 2 – Valider des modes de conduite innovants

Les objectifs de l'action 2 sont de répondre aux problèmes agronomiques posés par la culture du manguier en se plaçant dans le cadre de la PFI. La culture du manguier présente des contraintes agronomiques fortes : sa floraison et sa production sont alternantes (Galan-Sauco, 1997) ; la floraison, la fructification et la croissance végétative sont asynchrones (chaque stade se déroule en plusieurs vagues sur un arbre et est très étalé dans le temps). Ces asynchronismes entraînent d'une part, la présence sur une longue période de stades reproducteurs (fleurs et fruits) et végétatifs (feuilles) sensibles aux bio-agresseurs, nécessitant une protection sanitaire étalée dans le temps, et d'autre part, une forte hétérogénéité des stades de maturité et de la qualité des fruits à la récolte (Léchaudel, 2004). Devant ce constat, les deux objectifs de l'action ont été (1) de valider des modes de conduite des manguiers qui visent à limiter l'étalement dans le temps des stades phénologiques clés de la production (croissance végétative, floraison et récolte), et à limiter l'alternance de floraison et de production d'une année sur l'autre, et (2) de mieux connaître et de hiérarchiser les bio-agresseurs du manguier à La Réunion par un suivi des populations et des dégâts sur un réseau de parcelles.

La réalisation du premier objectif est basée sur l'expérimentation. Un réseau de six vergers expérimentaux a été mis en place chez les producteurs de trois importants sites de production de l'île, à Saint-Paul et Grand-Fond. Sur chaque site, un verger de la variété Cogshall et un verger de la variété José ont été retenus. Un septième verger de Cogshall a été suivi sur la station CIRAD de Bassin-Plat dans le sud de l'île. Le même protocole expérimental a été appliqué sur les sept vergers. Sur la base de travaux antérieurs, deux pistes ont été envisagées pour modifier la phénologie à l'échelle de l'arbre. Soit une action sur la croissance végétative (défourchage) : les unités de croissance en position apicale ou latérale par rapport à l'unité de croissance qui les précède ont des potentialités différentes en termes de croissance végétative, de floraison et de fructification (Normand *et al.* 2009). Le défourchage consiste à sélectionner précocement des unités de croissance soit latérales, soit apicales, à chaque vague de croissance végétative, et à supprimer les autres. L'effet attendu est de maximiser la proportion d'unités de croissance apicales ou latérales terminales de l'arbre, qui sont susceptibles de fleurir, et de voir comment se comportent ces arbres par rapport à des arbres témoins non défourchés. Soit une action sur la floraison (suppression d'inflorescences) : la floraison se déroule à l'échelle de l'arbre en plusieurs vagues, généralement 2, espacées de 3 à 4 semaines. Si l'on supprime manuellement une de ces vagues de floraison, la floraison globale de l'arbre s'en trouvera concentrée dans le temps sur la vague de floraison restante. On en attend une récolte plus groupée. Selon que l'on garde la première ou la seconde vague de floraison sur l'arbre, sa récolte sera précoce ou tardive. Les modalités de ces deux traitements, défourchage et suppression d'inflorescences, ont été appliquées sur cinq arbres par verger. Cinq arbres témoins non manipulés étaient également suivis, soit un total de 25

arbres étudiés par verger. La phénologie, l'occurrence et l'intensité de la floraison et de la fructification au cours des 2 cycles phénologiques suivis (2007-2008 et 2008-2009) ont été estimées pour chaque arbre à partir de 60 unités de croissance terminales repérées aléatoirement en 2007, et de leurs descendances en 2008. Les rendements ont été enregistrés et la qualité des fruits analysée, en lien avec l'action 3, sur les arbres suivis.

Pour le second objectif de l'action, les populations et les dégâts de ravageurs ont été suivis dans les mêmes vergers que précédemment, en lien étroit avec la phénologie des arbres afin de déterminer l'intérêt, par rapport aux ravageurs, de concentrer dans le temps les phases sensibles. La première année de suivi, sur le cycle phénologique 2007-2008, a permis de lister et de hiérarchiser les principaux bio-agresseurs du manguier (maladies et ravageurs). Ces travaux ont été poursuivis sur un second cycle phénologique, en 2008-2009, en parallèle au développement d'études plus ciblées (cycle biologique, techniques de piégeage) sur un ravageur identifié comme majeur : la cécidomyie des fleurs. Ces travaux entomologiques sont d'autant plus importants à La Réunion, et dans les DOM en général, qu'une seule homologation d'usage existe contre les bio-agresseurs du manguier et que les pratiques phytosanitaires actuelles sortent du cadre réglementaire (Belon, 2007 ; Lemarié, 2008).

1.3 Action 3 – Améliorer la qualité et la durée de vie des mangues

La qualité de la mangue s'élabore sur l'arbre, de la floraison à la récolte, sous l'effet de facteurs agronomiques et environnementaux (Léchaudel, 2004), et sa préservation dépend des conditions de stockage et de commercialisation (Joas *et al.*, 2005). Elle doit donc être appréhendée comme un continuum tout au long de la filière. Dans ce continuum, le stade de récolte est fondamental, notamment pour un fruit fragile et climactérique comme la mangue. Le critère actuellement utilisé pour la variété Cogshall est visuel et empirique, appelé 'point jaune'. Par ailleurs, les conditions de conservation, température et cire d'enrobage, ont une incidence sur l'évolution du fruit, qui est fonction de son stade de maturité à la récolte. Les conditions de mise en marché (type de conditionnement, température de stockage) doivent être définies pour faire l'objet de préconisations et ainsi garantir une qualité finale.

Trois objectifs ont été fixés pour l'action 3 afin de contribuer à l'amélioration et au maintien de la qualité de la mangue tout au long de la filière : (1) valider un critère de récolte de fruits de maturité comparable mais non mûrs, afin d'améliorer l'homogénéité des lots de fruits et d'allonger la durée de vie après récolte; (2) vérifier l'incidence des conditions de conservation sur la durée de vie commerciale et la qualité des lots, afin de garantir un délai raisonnable de mise en marché; et (3) adapter le conditionnement à la mise en marché, afin de favoriser la commercialisation.

Plusieurs expérimentations ont été réalisées pour atteindre le premier objectif. Le critère de récolte développé est la fluorescence de la chlorophylle de l'épicarpe du fruit, nommée fluorescence par la suite, qui évolue avant la maturité de ce dernier et permet d'identifier des fruits encore verts, mais dont la maturation évoluera de façon satisfaisante après la récolte, donnant des fruits de qualité comparable au stade empirique de référence, le 'point jaune' (Léchaudel *et al.*, 2010). Cette méthode a été développée par le CIRAD sur la variété Cogshall. Dans le cadre du projet, elle a été validée sur cette variété dans différentes conditions de culture, et elle a été adaptée à la variété José. Ces travaux ont nécessité, dans des conditions de culture contrastées, un suivi non destructif de la croissance et de la maturation du fruit sur l'arbre (teneurs internes en C₂H₄ et CO₂), des mesures en parallèle de la fluorescence, des récoltes à des valeurs connues de la fluorescence et le suivi de ces fruits après la récolte dans des conditions contrôlées simulant une mise en marché. Des fruits récoltés au stade 'point jaune' servent de témoin pour la caractérisation de la qualité optimale qu'il est possible d'atteindre pour une variété et dans un contexte de production donné (année, zone géographique). Enfin, l'homogénéité de maturation de mangues Cogshall a été comparée entre des fruits récoltés sur des critères empiriques et des fruits récoltés sur la base de la fluorescence.

L'enrobage des fruits après récolte avec une cire alimentaire polyéthylène, la seule autorisée par la réglementation sur le marché français, a été testé pour étudier si la cire a une influence sur la vitesse de maturation du fruit, sur les pertes en poids et sur la qualité au cours de la conservation au froid. Les cires agissent en effet sur les échanges gazeux entre le fruit et l'atmosphère, et la modification des échanges dépend du type de cire utilisé. Parallèlement à ces travaux à l'échelle du fruit, des essais à plus grande échelle de conservation en chambre froide de fruits cirés ont été réalisés.

L'objectif d'adapter le conditionnement à la mise en marché a été abordé en deux temps. Dans un premier temps, une enquête a été réalisée avec les différents acteurs de la filière mangue, aussi bien sur le marché local que métropolitain. Son but était de faire un état des lieux de la qualité des fruits reçus, mais aussi de connaître les itinéraires techniques de mise en marché et les attentes des opérateurs en matière de conditionnement. Dans un deuxième temps et sur la base des résultats précédents, un conditionnement mieux adapté à la commercialisation de la mangue a été défini : trois mangues (1 kg) ou 6 mangues (2 kg) de maturité différenciée et contrôlée ont été proposées en barquettes en bois filmées. Ce conditionnement a été testé en grandeur nature dans trois GMS de La Réunion, accompagné d'une enquête de satisfaction auprès des consommateurs et des chefs de rayon.

1.4 Action 4 – Former les acteurs de la filière

Le principal objectif de cette action est de diffuser les résultats du projet, et plus largement la notion de production fruitière intégrée, auprès des professionnels, techniciens et agriculteurs. Cet objectif s'est décliné en deux sous-objectifs. Le premier est la rédaction, l'édition et la diffusion d'un guide de référence pour la production intégrée de mangues. Le second est la création d'un module de formation de 2 jours à la production fruitière intégrée, en se basant sur l'exemple de la mangue, avec l'idée de l'intégrer à terme aux cursus de formation professionnelle agricole.

La rédaction du Guide de production intégrée de mangues à La Réunion a été prévue en fin du projet, afin d'y inclure les résultats et réflexions issus de ce dernier. L'objectif est un guide destiné à l'ensemble des acteurs de la filière car chercher à améliorer la qualité de la production sans considérer le reste de la filière risque de n'entraîner que des répercussions limitées sur la qualité finale des fruits. Le point de départ a été le dossier technico-économique mangue publié par la Chambre d'Agriculture en 2003. Il a été complété par la présentation de l'histoire et des concepts de la production fruitière intégrée, par des résultats acquis avant et au cours du projet, et par des éléments sur la manipulation, le stockage, la conservation, et la mise en valeur de la mangue auprès des consommateurs.

L'organisme retenu en début de projet pour construire et dispenser les modules de formation à la PFI, à destination des agriculteurs et des techniciens, est le CFPPA de Saint-Paul. Un formateur référent PFI a suivi le déroulement du projet et les résultats, afin de s'en servir pour la création du référentiel des modules de formation.

2. Résultats

Le projet a été riche de résultats et il n'est pas possible de tous les présenter en détail dans ce document. On se propose de présenter ici, par action, les principaux résultats, ainsi que leurs perspectives en termes d'innovation et de transfert, et les nouvelles questions de recherche soulevées.

2.1 Action 1 – Comprendre les pratiques et les stratégies des producteurs

Trois comités techniques mangue ont eu lieu au cours du projet. Outre la présentation et la discussion des travaux et résultats en cours, les thèmes importants développés lors des deux premiers comités techniques ont été respectivement les pratiques de protection phytosanitaire en verger et la valorisation des fruits issus de PFI. Le dernier comité technique a pris la forme d'un atelier de restitution des

résultats en fin de projet, avec un élargissement des acteurs invités (fournisseurs d'intrants agricoles, organisme certificateur, Université de La Réunion, transporteurs aériens, Pôle de compétitivité QualiTropic, ...). Au cours de ces comités, les questions soulevées ont permis de mieux caractériser les attentes de chaque acteur de la filière. Nous récapitulons ici les principaux points de discussion.

Les producteurs sont en attente de travaux de recherche sur l'irrégularité de la floraison et sur l'amélioration de la productivité. La pression parasitaire sur la floraison est un problème majeur. Un seul usage étant homologué pour le contrôle des bio-agresseurs du manguier, ils demandent, pour rester dans la légalité lors de leurs interventions, en particulier si la PFI se développe, un programme de recherche pour proposer des solutions alternatives aux traitements chimiques, et des travaux pour engager l'extension d'homologation de molécules efficaces et peu toxiques pour l'environnement. Certains producteurs mettent la valorisation de la démarche PFI sur le marché comme préalable à leur engagement. Les organisations de producteurs sont très intéressées par la PFI si elle permet une valorisation commerciale de la production. Il est proposé de profiter de la démarche de certification en agriculture raisonnée afin d'accéder à une reconnaissance de la démarche PFI, moyennant l'ajout de quelques points de contrôle supplémentaires, spécifiques de ce concept. Les centrales d'achat soulignent l'importance de bien connaître les attentes des consommateurs avant d'engager une démarche de communication sur la PFI. Elles attendent des lots de mangues de qualité homogène. Enfin, les distributeurs souhaiteraient avoir des mangues de maturité homogène et améliorer les délais de conservation. Prenant conscience de l'importance de la manipulation des fruits pour le maintien de la qualité lors de la mise en marché, ils se disent prêts à investir dans la formation de leur personnel.

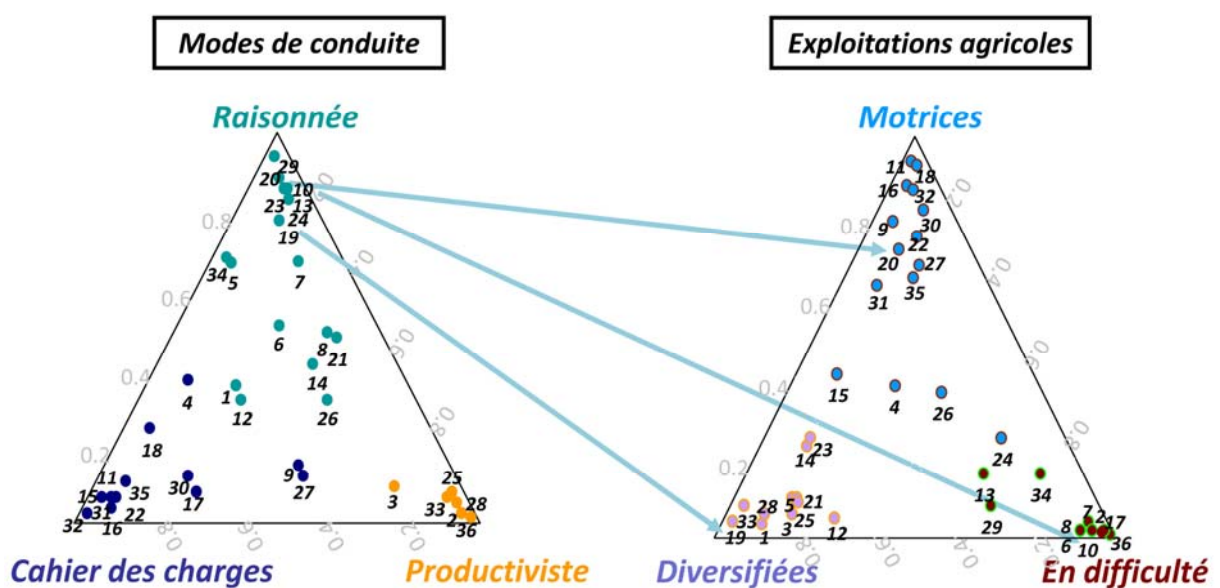
Ces résultats confortent l'intérêt du projet et de la promotion de la production intégrée de mangues aux différents niveaux de la filière. La question du mode d'identification des fruits issus de PFI, nécessaire à leur valorisation sur le marché, est apparue complexe. Cette question est maintenant traitée à travers une action de recherche au CIRAD Réunion. Bien que prévu pour être pérenne après le projet, le comité technique mangue est entré en sommeil depuis la fin de ce dernier. Il sera réactivé grâce à de nouveaux projets qui ont démarré récemment et qui demandent un lieu de restitution des résultats et de discussion entre acteurs.

Le second objectif de cette action était l'analyse et la compréhension de la diversité des pratiques des producteurs de mangues. Ce travail d'enquête a été réalisé sur 36 exploitations, soit environ 70% des producteurs d'après les données de la Chambre d'Agriculture. Ces exploitations sont en général de taille modeste, puisque 55% d'entre elles ont une surface inférieure ou égale à 6 ha. Le système de production est diversifié pour 70% de ces exploitations, mais 53 % déclarent la mangue comme principale source de revenus. La commercialisation est principalement confiée à des bazardeurs qui achètent les fruits, parfois sur l'arbre, et les revendent sur différents types de points de vente (marchés, bord de route, ...). Les autres types majeurs de commercialisation sont la grande distribution et l'exportation via les organisations de producteurs. La transformation et la restauration collective sont les modes de commercialisation les moins cités.

A côté de ces données globales sur la filière mangue et ses tendances, les enquêtes ont permis de construire deux typologies, l'une portant sur les pratiques des producteurs de mangues et l'autre sur le fonctionnement de leurs exploitations agricoles (Figure 1). Basée sur le concept de prototype, la méthode proposée pour cette étude vise l'obtention d'une typologie non-cloisonnée où chaque individu enquêté peut être situé par rapport à chaque pôle (ou prototype) identifié, pôle qui est défini par un ensemble d'attributs qui lui sont propres. La première typologie a montré trois pôles de pratiques, l'un caractérisé par l'importance accordée à la qualité finale des fruits et répondant à un cahier des charges établi par l'aval, le second par la sensibilité environnementale du producteur, et le troisième par une priorité donnée à la productivité. La seconde typologie, basée sur l'approche globale de l'exploitation, a mis également en évidence trois pôles. Ils se caractérisent entre autres par l'importance du verger de manguiers au sein du système de production, l'implication du chef d'exploitation dans la filière, et l'avenir de l'exploitation. Ces caractéristiques des exploitations peuvent justifier en partie un certain

nombre de choix techniques. Le croisement de ces deux typologies permet d'appréhender le sens des pratiques observées. Ainsi, tel que l'illustre la figure 1, un même mode de conduite peut être observé dans différents types d'exploitation. Ce mode de conduite est donc susceptible de répondre à des objectifs différents. Ces résultats nous permettent par conséquent de disposer de critères d'échantillonnage pertinents pour la seconde partie de l'étude, tenant compte à la fois des pratiques et des objectifs qui les sous-tendent.

Figure 1 : Typologies non cloisonnées des modes de conduite des vergers de mangues (gauche) et du fonctionnement des exploitations agricoles (droite) pour 37 producteurs enquêtés à l'île de La Réunion. Chaque numéro représente un producteur et son exploitation. Les flèches reliant les deux typologies illustrent le fait qu'un même mode de conduite, ici le 'raisonné', peut être partagé par des exploitations de types différents.



Cette étude plus approfondie du fonctionnement de l'exploitation agricole pour rechercher les raisons des choix techniques a permis d'identifier trois grands modèles stratégiques d'exploitation (Merlhe, 2009). Ces grandes stratégies sont confortées par les indicateurs agro-économiques (rendement en mangues, montant des intrants utilisés, marge par unité de surface et marge horaire) relevés lors des enquêtes. Ces résultats sont importants car ils permettent de mieux connaître les marges de manœuvre, propres à chacun de ces modèles stratégiques, dont disposent les producteurs pour s'approprier les innovations issues de concepts novateurs tels que la PFI, et donc d'identifier les plus enclins à évoluer vers la PFI.

La perspective de ce travail est de co-construire avec les producteurs rattachés à chacun de ces modèles des systèmes de culture plus en phase avec le concept de PFI. Pour cela, deux actions sont envisagées et seront réalisées dans le cadre d'un nouveau projet, EcoFrut : l'établissement d'un réseau de fermes de référence prêtes à entrer dans une démarche participative de reconstruction de systèmes de culture innovants, et la mise au point d'outils d'aide à la décision, basés sur l'auto-évaluation et dédiés aux exploitations fruitières. Ce dernier point profitera de l'existant en matière d'outils d'évaluation de la durabilité à l'échelle parcellaire mais aussi à celle du système de production tels que la méthode IDEA (Vilain *et al.*, 2008) qu'il conviendra d'adapter au contexte tropical.

2.2 Action 2 - Valider des modes de conduite innovants

Des manipulations de la croissance végétative (défourchage) et reproductive (suppression d'inflorescences) ont été appliquées dans l'objectif de moduler la phénologie pour limiter l'alternance de production et l'étalement dans le temps des stades phénologiques. Les réponses ont été analysées à l'échelle de l'unité de croissance, de l'arbre et du verger (lieu x variété). Les résultats obtenus confortent, dans de nouveaux contextes de culture, les observations précédemment faites à l'échelle de l'unité de croissance (Normand *et al.*, 2009). La réponse à l'échelle de l'arbre n'est pas toujours celle espérée en considérant l'arbre comme une population d'unités de croissance indépendantes, suggérant des processus de compensation à cette échelle. Par exemple, la suppression d'inflorescences contribue effectivement à synchroniser la floraison sur l'arbre, sans en affecter la production moyenne. Le nombre de fruits est parfois plus faible, mais les fruits ont une masse moyenne plus élevée. La connaissance élargie apportée par ces données nous amène à des préconisations pratiques pour les producteurs. Si la suppression d'inflorescences synchronise la floraison, elle est fastidieuse à mettre en œuvre. La synchronisation de la floraison à l'échelle du verger pourrait être obtenue par une reprise brutale de l'irrigation une fois que l'induction florale, liée aux températures fraîches hivernales, a été réalisée. On pourrait aussi proposer de favoriser une croissance végétative précoce et synchrone, par exemple par un apport d'azote dès la seconde moitié de la récolte, ou par la réduction de la charge en fruits les années de forte production.

Ces travaux ont aussi permis de quantifier les réalités liées à la production de mangues à La Réunion. Ainsi, la floraison est très étalée dans le temps, de 19 à 100 jours sur un arbre, et de 70 à 153 jours (5 mois) sur les 25 arbres suivis par parcelle. De même, la récolte s'étale de 19 à 83 jours sur un arbre, et de 69 à 127 jours sur 25 arbres. Les rendements moyens sont plutôt faibles, 6 T/ha pour Cogshall et 4.9 T/ha pour José, et très variables entre les arbres, les parcelles et les années, traduisant bien le phénomène d'alternance (Figure 2). La qualité des mangues apparaît très hétérogène au sein du bassin de production, que ce soit pour la masse individuelle des fruits (elle varie par exemple de 75 g à 375 g pour José, avec une moyenne de 200 g), l'extrait sec soluble ou l'acidité titrable. Au cours des deux campagnes du projet et pour les deux variétés, un gradient de qualité des fruits est apparu entre le sud et le nord-ouest de l'île. Les mangues sont plus sucrées à Saint-Paul, dans le nord-ouest, qu'à Saint-Pierre dans le sud, avec des valeurs intermédiaires à Grand-Fond dans l'ouest. Les modes de conduite testés (défourchage, suppression d'inflorescences) ont aussi un effet sur l'acidité des fruits, et les unités de croissance en position apicale ont tendance à porter des fruits plus gros que celles en position latérale. Ces résultats justifient *a posteriori* la démarche et renforcent l'intérêt de travailler sur ces thématiques pour améliorer la conduite du manguier en essayant de limiter les sources de variabilité. Des travaux sont poursuivis dans ce sens au CIRAD, enrichis des résultats du projet. Ainsi, l'idée de mieux contrôler la phénologie et la qualité des fruits par l'irrigation est actuellement développée dans le projet EcoFrut dont un objectif est d'améliorer l'efficacité des intrants en verger.

Les observations sur les bio-agresseurs et leurs dégâts réalisées durant deux cycles phénologiques dans différentes zones écologiques ont montré que dans les conditions réunionnaises, les maladies fongiques (oïdium, anthracnose) et bactériennes (bactériose) n'avaient en général pas une forte incidence sur le développement du manguier et sur la production. Seul l'oïdium peut causer des dégâts non négligeables sur la floraison dans certaines parcelles. Par contre, 13 ravageurs s'attaquant à différents organes ont été identifiés (Tableau 1). La plupart de ceux-ci ont un impact limité sur le manguier et sa production. Mais la punaise, la cécidomyie des fleurs et les mouches des fruits ont une importance économique majeure du fait des pertes de production qu'elles entraînent. Les deux premiers ravageurs s'attaquent aux inflorescences et peuvent détruire une floraison en quelques jours. Le projet a apporté des données nouvelles sur l'importance de ces ravageurs majeurs et leur dynamique en vergers de manguier. Ces résultats ont servi notamment à hiérarchiser les problèmes sanitaires à La Réunion lors du montage du plan ECOPHYTO 2018. La punaise et la cécidomyie des fleurs ont ainsi été reconnues respectivement premier et second ravageur d'importance du manguier.

La punaise est polyphage et se nourrit sur les inflorescences du manguier. La lambda-cyhalothrine est homologuée contre ce ravageur. A l'inverse, la cécidomyie des fleurs est inféodée au manguier, et aucun traitement n'est homologué ni efficace contre ce ravageur. Les populations de *Bactrocera zonata*, mouche des fruits récemment arrivée dans l'île, explosent à l'échelle du verger avec le début de la maturité des mangues. Cette espèce est aussi responsable des dégâts causés aux fruits. Elle a pris la place dans les vergers de manguiers des deux autres espèces de mouches des fruits (*Ceratitis capitata* et *C. rosa*) traditionnellement observées. Ces travaux ont mis en évidence les principales contraintes phytosanitaires sur manguier et ont permis de hiérarchiser les études à développer pour mieux protéger le verger dans un cadre de PFI. Ces recherches sont en cours au CIRAD sur la cécidomyie des fleurs et les mouches des fruits (projet EcoFruit), ou vont démarrer sur la punaise (projet BioPhyto). Elles sont également menées par l'ARMEFLHOR qui teste des molécules en vue de demander une homologation en usage mineur contre l'oïdium.

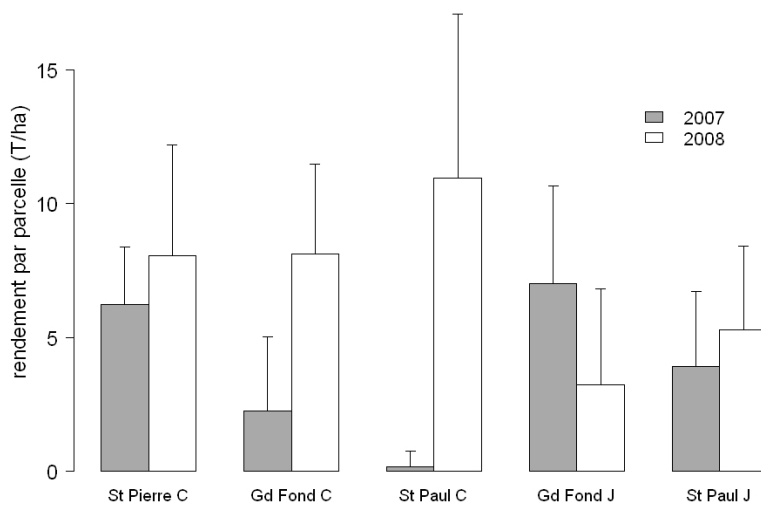


Figure 2 : Rendement (moyenne et écart-type) des cinq arbres témoins (n = 5) sur les différents vergers expérimentaux en 2007 et 2008. Le rendement a été ramené en T/ha sur la base d'une densité de plantation de 278 arbres/ha. C = Cogshall, J = José.

Partie attaquée	Ravageur	Nom scientifique	Importance
Inflorescences	Cécidomyie des fleurs	<i>Procontarinia mangiferae</i>	Majeure
Inflorescences	Punaise	<i>Orthops palus</i>	Majeure
Inflorescences	Thrips	<i>Scirtothrips aurantii</i>	Mineure
Inflorescences	Thrips	<i>Selenothrips rubrocinctus</i>	Mineure
Fruits	Mouche des fruits	<i>Bactrocera zonata</i>	Majeure
Fruits	Mouche des fruits	<i>Ceratitis rosa</i>	Majeure
Fruits	Mouche des fruits	<i>Ceratitis capitata</i>	Majeure
Parties végétatives	Cécidomyie des feuilles	<i>Procontarinia matteiana</i>	Mineure
Parties végétatives	Cochenille	<i>Icerya seychellarum</i>	Mineure
Parties végétatives	Cochenille	<i>Coccus mangiferae</i>	Mineure
Parties végétatives	Cochenille	<i>Aulacaspis tubercularis</i>	Mineure
Parties végétatives	Cochenille	<i>Pseudoanidia trilobitiformis</i>	Mineure
Parties végétatives	Cochenille	<i>Ceroplastes sp.</i>	Mineure

Tableau 1 : Principaux ravageurs identifiés en verger de manguiers à La Réunion et leur importance.

2.3 Action 3 – Améliorer la qualité et la durée de vie des mangues

Les résultats de l'action 3 ont permis de renforcer nos connaissances sur l'intérêt de la fluorescence comme critère de maturité du fruit et de mener des expérimentations pour la simplification et la mise en œuvre concrète de cette méthode. Des suivis simultanés de la fluorescence et de la teneur interne en CO₂ au cours de la croissance du fruit ont montré que la crise climactérique du fruit commence sur l'arbre et que l'évolution de la fluorescence reflète bien l'évolution du stade de maturité de la mangue.

Ces résultats importants confortent l'intérêt de ce critère et permettent de mieux cerner ses conditions d'utilisation. La méthode, et notamment la valeur du seuil de fluorescence, a été validée pour la variété Cogshall. Il a été montré qu'elle peut aussi être appliquée à José, avec une valeur de seuil propre à cette variété. Pratiquement, la mesure de fluorescence peut être utilisée au verger pour décider si un fruit vert est suffisamment mûr pour être cueilli, ou après la récolte pour trier les fruits en lots de maturité homogène. Des résultats ont été obtenus pour l'application de la méthode à ces deux objectifs. Dans le premier cas, il a été montré qu'il est possible de faire la mesure sans acclimatation préalable de la zone de mesure à l'obscurité. Un prototype de canne de récolte, comportant un capteur de fluorescence intégré à un cueille-fruit, a été construit dans le cadre du projet. L'intérêt de la fluorescence pour trier les fruits après la récolte en lots de maturité homogène a été démontré. L'étalement de l'apparition du stade 'point jaune' sur des fruits récoltés verts sur la base de critères morphologiques empiriques est de 11 jours. Ce délai est ramené à 5 jours lorsque les fruits sont triés après récolte sur la base de leur fluorescence. Les perspectives de ces résultats sont la simplification et la mise en œuvre concrète de la technique, avant et/ou après la récolte. Cela nécessite l'approfondissement de questions de recherche telles que l'extension de la méthode à d'autres variétés et l'évaluation de l'effet de l'environnement lumineux sur la mesure. Les résultats du projet ont par ailleurs conforté le dossier de dépôt de brevet sur cette méthode (Joas *et al.*, 2011).

Les travaux sur l'incidence des conditions de conservation (température et cire d'enrobage) sur la durée de vie commerciale et la qualité des fruits sont dans la continuité des travaux sur la fluorescence. En effet, le stade de récolte détermine largement l'évolution des mangues après la récolte et leur qualité à pleine maturité. Le seuil de fluorescence préconisé apparaît comme un bon compromis entre la valeur énergétique (sucres), nutritionnelle (caroténoïdes) et gustative du fruit à pleine maturité et la durée de conservation (Tableau 2). Froid et cire d'enrobage permettent de moduler l'évolution du fruit et de sa qualité. Si le froid permet d'augmenter la durée de conservation, la maturation des fruits n'est pas bloquée, avec ou sans usage de cire, puisque les teneurs en sucres évoluent pendant le stockage. La cire diminue par contre de façon sensible, jusqu'à 30%, les pertes en eau des fruits et contribue à maintenir ainsi leur fermeté en conservation. Enfin, bien que n'ayant pas d'effet fongistatique propre, la cire ralentit la vitesse de développement des symptômes fongiques, pour les récoltes avant point jaune (Figure 3).

	Sucres solubles totaux (g.100g ⁻¹)	Acidité titrable (meq.100g ⁻¹)	pH	Caroténoïdes (µg.g ⁻¹)	Durée de conservation à 20°C (nb jours)
Mangues récoltées à la fluorescence	11.36 ± 0.46	4.21 ± 0.50	4.40 ± 0.12	27.75 ± 2.33	10
Mangues récoltées au stade "point jaune"	11.26 ± 0.32	4.12 ± 0.35	4.35 ± 0.07	35.25 ± 1.75	3

Tableau 2 : Critères de qualité à pleine maturité (moyenne ± erreur standard) de mangues Cogshall récoltées selon le critère de la fluorescence ou selon le critère visuel classique de coloration de la peau (stade "point jaune").

La combinaison de cire polyéthylène et de froid (12°C), appliquée à des mangues dont la maturité à la récolte est contrôlée par une mesure de la fluorescence, augmente la durée de conservation des fruits jusqu'à 3 semaines, au lieu de 2-3 jours, tout en garantissant une qualité semblable à celle de fruits cueillis mûrs sur l'arbre. Ces techniques sont transférables aux opérateurs de la filière.

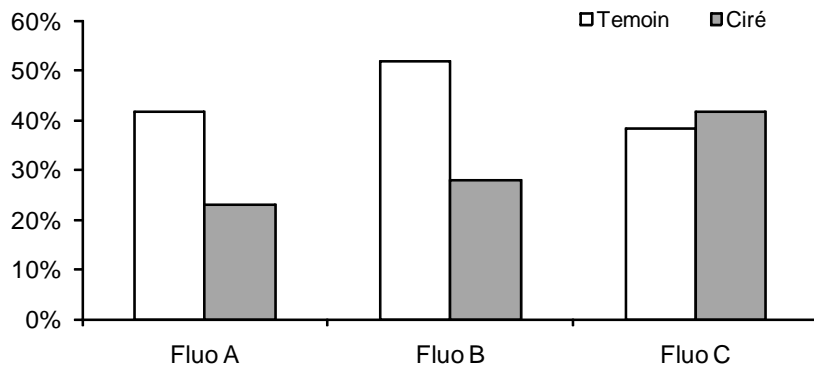


Figure 3 : Pourcentage de mangues enrobées de cire polyéthylène et de mangues témoins présentant des symptômes fongiques après 13 jours de conservation à 12°C suivis de 10 jours à 20°C. Niveaux de fluorescence des fruits à la récolte : Fluo A : moyenne (optimal) ; Fluo B : basse ; Fluo C : très basse (stade point jaune).

Les enquêtes menées auprès des acteurs de la filière mangue en métropole et à La Réunion montrent l'importance qu'ils attachent à la qualité des fruits (stade de maturité, couleur, fermeté) et au conditionnement. Cependant, des différences marquées apparaissent entre la métropole, qui reçoit des cartons de 6 kg de mangues importées, le plus souvent cirées et avec un sticker individuel, et La Réunion où le marché local utilise des caisses de 10 kg monocouche dans le meilleur des cas, ou des caisses vrac de 25 kg. Les pertes sont alors élevées. Les opérateurs souhaiteraient localement des cartons de 5-6 kg avec plateau alvéolé, ou des conditionnements plus petits pour éviter les manipulations. Des différences apparaissent aussi au niveau des équipements. En métropole, les chambres froides présentent un contrôle de l'humidité et sont dédiées à un seul produit, avec une température adaptée. A La Réunion, les opérateurs ne sont pas tous équipés de chambre froide, et lorsqu'ils le sont, plusieurs produits sont stockés dans une même chambre. Ces résultats montrent la marge importante de progrès dont dispose la filière réunionnaise pour maintenir la qualité des fruits jusqu'au consommateur et diminuer les pertes. Le test de commercialisation de fruits de maturité contrôlée (vert à déguster dans 5 jours, ou mûr à déguster dans 2 jours) en barquette bois filmée de 3 ou 6 fruits a été concluant. Les consommateurs sont au premier abord surpris par les mangues vertes et le type de conditionnement, puis finalement séduits par le concept après explications (information verbale et affiche informative). L'information et une bonne communication devront donc accompagner ce genre de commercialisation innovante adaptée à la PFI car garantissant la qualité des fruits du producteur au consommateur. La technique est directement transférable aux opérateurs, notamment les organisations de producteurs, qui souhaiteraient se l'approprier.

2.4 Action 4 – Former les acteurs de la filière

Les réflexions et les résultats techniques et socio-économiques du projet ont été synthétisés dans un guide de référence de la culture de la mangue selon les exigences de la production fruitière intégrée : le *Guide de production intégrée de mangues à La Réunion* (Vincenot et Normand, 2009). Il a pour principal objectif d'orienter les producteurs de mangues vers de nouveaux itinéraires de production compatibles avec le respect de l'environnement et répondant aux attentes des consommateurs et de la société. Il propose ainsi des éléments qui permettront aux producteurs de mieux comprendre les caractéristiques techniques et économiques des différentes étapes de la production, de la création du verger à la commercialisation des fruits. Ce guide s'adresse également à tous les acteurs de la filière : distributeurs de fruits, techniciens d'encadrement agricole, étudiants en agronomie, services agricoles des collectivités et décideurs politiques. Chacun pourra y trouver des éléments de réponse ou de décision, des références bibliographiques et des contacts locaux pour obtenir plus d'information. Plus qu'une fiche technique détaillée, ce guide veut donner des éléments de connaissance et de réflexion sur le manguiers, sa culture et sa filière. Il présente les évolutions récentes des standards de la production fruitière, la filière mangue du local à l'international, le fonctionnement du manguiers, les problèmes liés à sa culture, et les techniques de préservation de la qualité du fruit après la récolte. De

larges chapitres sont consacrés aux variétés, à la mise en place du verger et au raisonnement de sa conduite. Une attention particulière est portée à la protection phytosanitaire, en détaillant des mesures préventives et en privilégiant des méthodes de lutte alternatives à la lutte chimique. Loin de constituer un aboutissement, ce guide est une mise à jour des connaissances, basée notamment sur les résultats et réflexions du projet. Il a été présenté et distribué lors de l'atelier de restitution des résultats du projet en novembre 2009. Il est disponible gratuitement auprès de la Chambre d'Agriculture et du CIRAD, et est régulièrement demandé par des producteurs et des techniciens.

Deux programmes de formation, l'un à destination des agriculteurs et l'autre à destination des techniciens, ont été élaborés par le CFPPA de Saint-Paul et validés par les partenaires du projet. Ils se présentent sous la forme de modules de 2 jours. Ces modules présentent la production fruitière intégrée en général, et sa traduction à la mangue en particulier, afin de sensibiliser les publics visés aux concepts et les amener à réfléchir à leur application aux cultures fruitières qui les concernent.

Afin de pérenniser la PFI dans les formations agricoles, l'Unité Capitalisable d'Adaptation Régionale à l'Emploi (UCARE) 'Arboriculture fruitière' (84 heures) du CFPPA de Saint-Paul associée aux Brevet Professionnel Agricole (BPA) et Brevet Professionnel Responsable d'Exploitation Agricole (BP REA) a été réécrite de façon à intégrer les concepts de la PFI et leur mise en œuvre. Ce travail a été réalisé conjointement avec le CIRAD et validé par les partenaires du projet. Ce référentiel 'Production Fruitière Intégrée' a ensuite été soumis à l'habilitation de la Direction de l'Agriculture et de la Forêt, obtenue en juin 2008. Une première promotion de 15 futurs agriculteurs ayant choisi cette option dans leur cursus a été formée en septembre-octobre 2008. Cette UCARE est depuis systématiquement proposée tous les ans dans le cadre de la carte régionale d'UCARE. Ces formations sont financées par la Région Réunion et l'Europe.

Conclusion

Le projet 'Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion' a significativement contribué à une avancée des connaissances scientifiques, techniques et organisationnelles, à différentes échelles, du fruit à l'ensemble de la filière, fournissant ainsi des éléments qui ont permis de construire une première adaptation du concept de la PFI au cas de la mangue. Cette adaptation est appelée à évoluer en fonction de l'avancée des connaissances. Le projet laisse très concrètement derrière lui, à la disposition des acteurs de la filière, le comité technique mangue, la formation des professionnels et le Guide de production intégrée de mangues à La Réunion. Des techniques innovantes pour la détermination du stade de récolte optimal ont été identifiées. La transposition d'une technique d'enrobage à la cire pour la conservation au froid et une démarche packaging originale pour la commercialisation ont montré leur potentiel et sont disponibles pour les opérateurs intéressés.

Ces avancées ont été possibles grâce à un partenariat efficace. Les différentes compétences et les différents points de vue ont permis d'élargir et d'enrichir le débat, et de combiner les efforts pour mener au mieux les actions prévues. Ce partenariat ne s'est d'ailleurs pas arrêté au terme du projet. Il se poursuit à travers la construction de nouveaux projets visant à renforcer la place de chaque acteur dans le processus d'innovation.

Ce projet a également permis de faire un véritable état des lieux quantifié de la filière mangue à La Réunion. Cet état des lieux concerne les pratiques des producteurs de mangues et leurs stratégies, les bio-agresseurs du manguier, les rendements et la qualité des fruits en milieu réel et leur variabilité à différentes échelles, les attentes des opérateurs de la filière en matière de qualité et de conditionnement. Il en résulte une meilleure identification des problèmes de la filière et la mise en avant de nouvelles questions de recherche. Une retombée forte du projet est le montage de nouveaux projets en réponse aux problèmes identifiés, et donc la création d'un effet multiplicateur pour les actions en faveur de cette filière. On peut notamment citer le projet EcoFrut (2010-2013), financé par des fonds

européens, et qui va traiter notamment de la maîtrise de la production, de la phénologie et de la qualité des mangues par une meilleure efficacité de l'irrigation, ainsi que des problèmes phytosanitaires, notamment la cécidomyie des fleurs. Le projet BioPhyto (financement CASDAR 2012-2014) a pour ambition de produire des mangues sans insecticide en appliquant des méthodes agroécologiques.

Une question importante soulevée par le projet est la certification des mangues issues de la production fruitière intégrée, en vue de leur identification et de leur valorisation sur le marché. Ce sujet est apparu de façon récurrente lors des réunions des comités techniques mangue et de pilotage du projet. Ces discussions ont été menées avec OCTROI, un organisme certificateur présent à La Réunion. Elles se poursuivent après le projet afin de préparer le cadre dans lequel des mangues issues de production intégrée aborderont le marché et pourront y être démarquées et valorisées. Un agro-économiste du CIRAD nouvellement affecté à La Réunion travaille notamment sur ce thème, en partenariat avec les acteurs concernés. Les conclusions de l'ensemble de ces travaux contribueront à alimenter la rédaction d'une charte de production intégrée de mangues, de la récolte à la consommation, futur cadre pour des cahiers des charges PFI mangue.

Remerciements

Les partenaires du projet remercient les producteurs de mangues et les acteurs de la filière qui ont activement participé au projet à travers leur mobilisation pour les enquêtes et leur participation aux comités techniques mangue et aux comités de pilotage du projet. Ils remercient en particulier Mrs Jean-Marie et Gérard BOYER, Alexandre LAW-YAT, Raoul et Roland ZITTE pour l'accueil d'expérimentations sur leur exploitation agricole.

Références bibliographiques

- Belon M., 2007. Etudes préliminaires à une gestion agro-écologique de la production de mangues à La Réunion. Rapport de stage de master 1, UFR des Sciences Biologique, Université de Bordeaux 1, CIRAD Saint-Pierre, Ile de La Réunion, 17 p + annexes.
- Boller E.F., Minks A.K., Cross J.V., van Lenteren J.C., 2009. February 2009: The Working Group "Integrated Protection of Fruit Crops" is celebrating its 50th Anniversary. Historic Review. OILB-SROP, http://www.iobc-wprs.org/pub/History_Orchard_WG_20090317.pdf, 23 p.
- Cross J.V., 2002. Guidelines for Integrated Production of Pome Fruits in Europe. Technical Guideline III. 3rd edition 2002. WPRS Bull., 25 (8), 45 p.
- El Titi A., Boller E.F., Gendrier J.P., 1993. Integrated production: principles and technical guidelines. WPRS Bull., 16, 97 p.
- Galan Saucó V., 1997. Horticultural practices of mango. Acta Horticulturae 455, 391-400.
- Joas J., Caro Y., Léchaudel M., 2005. Ripening behavior of Mango (Cv Lirfa) in relation to nutrition stress and harvest period. Acta Horticulturae 687, 401-404.
- Joas J., Léchaudel M., Normand F., Urban L., 2011. Méthode de détermination de la maturité d'une mangue en vue de sa récolte. Demande de brevet N° 2 957 673 du 23 septembre 2011, Bulletin Officiel de la Propriété Intellectuelle N°38.
- Léchaudel M., 2004. Croissance et qualité organoleptique de la mangue (*Mangifera indica*): analyse expérimentale et modélisation de l'effet de la disponibilité hydrique et carbonée. Thèse de Doctorat. INA-PG, Paris, France, 146 p.
- Lechaudel M., Urban L., Joas J., 2010. Chlorophyll fluorescence, a nondestructive method to assess maturity of mango fruits (Cv. 'Cogshall') without growth conditions bias. Journal of agricultural and food chemistry 58, 7532-7538.
- Lemarié M., 2008. Caractérisation des pratiques culturales et identification des profils de fonctionnement des exploitations agricoles productrices de mangues. Rapport de stage de césure, Agro ParisTech, Paris, CIRAD Saint-Pierre, 60 p.

- Merlhe M., 2009. Comprendre les pratiques et caractériser les exploitations productrices de mangues à la Réunion. Rapport de stage d'ingénieur, Agrocampus, Rennes, CIRAD Saint Pierre, 68 p.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2008. Plan ECOPHYTO 2018 de réduction des usages de pesticides 2008-2018. 20p. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/PLAN_ECOPHYTO_2018-2-2.pdf
- Normand F., Pambo Bello A.K., Trottier C., Lauri P.-É., 2009. Is axis position within tree architecture a determinant of axis morphology, branching, flowering and fruiting? An essay in mango. *Annals of Botany* 103, 1325-1336
- Vilain L., Boisset K., Girardin P., Guillaumin A., Mouchet C., Viaux P., Zahm F., 2008. La méthode IDEA - Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles - Guide d'utilisation - Troisième édition actualisée, Educagri Editions, Dijon, France, 184 p.
- Vincenot D., Normand F. (eds), 2009. Guide de production intégrée de mangues à La Réunion. CIRAD et Chambre d'Agriculture de la Réunion, Saint-Pierre, France, 122 p.