Spécialité « Agronomie et Territoire »

156ème promotion

Gaëtan GIRARD

Mémoire de fin d'étude

Comprendre les déterminants de la décision technique pour mieux accompagner l'innovation : le cas des producteurs de mangues réunionnais

Maître de stage : Thierry Michels, Laurent Parrot, Nicolas Brulard
Tuteur : Elisa Marrachini

Année 2016-2017

Ce rapport de stage a été réalisé dans le cadre du projet ECOVERGER

Action pilotée par le ministère de l'Agriculture et de l'alimentation et le ministère de la Transition écologique et solidaire, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité dans le cadre de l'APR "Résistance et pesticides" grâce aux crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto

Résumé

L'étude porte sur les exploitations productrices de mangue à la Réunion. L'objectif est d'analyser les pratiques des agriculteurs pour identifier ce qui détermine les décisions techniques des producteurs. Nous avons utilisé deux approches méthodologiques différentes et complémentaires pour réaliser cet objectif. Dans un premier temps, nous avons réalisé une enquête auprès des producteurs. L'échantillon était constitué de 13 agriculteurs représentatifs des 6 types constitutifs d'une typologie fondée sur la place de la mangue dans le système de production et le mode de conduite du verger. Cette enquête a permis la création d'une liste de 56 variables d'évaluation des systèmes de culture en mangue à la Réunion à dire de producteurs agrégé en 22 indicateurs d'évaluation. Malgré l'hétérogénéité des pratiques, des systèmes de productions, on identifie 4 variables[1] sur 56 partagées par plus de 92% des producteurs enquêtés. Par ailleurs, on identifie des variables spécifiques de certaines stratégies ou bien de modes de conduites particuliers. Dans un deuxième temps, nous avons utilisé une approche par la simulation que nous avons appliquée à deux exploitations de l'échantillon initial. Nous avons simulé les effets de l'intégration de techniques innovantes alternatives aux produits phytosanitaires proposées par le CIRAD dans leur système de production à l'échelle de l'exploitation. La discussion autour de ces résultats de simulation avec les deux producteurs concernés nous a permis de faire le lien, pour leur exploitation, entre les objectifs et contraintes, les stratégies et les choix techniques. La combinaison de ces deux approches nous donne à travers le prisme des producteurs une vision de leur environnement et de l'impact de l'environnement sur leur choix de pratique. La vision partagée par la grande majorité est la nécessité d'effectuer une transition vers des systèmes de production plus économes en produits phytosanitaires. La réglementation et le manque de produits homologués en mangue ainsi que la pression sociale, de plus en plus forte, y poussent les producteurs. La divergence de points de vue intervient dans le choix des techniques innovantes à adopter. Nous avons pu déterminer trois déterminants clés qui influencent la prise de décision dans l'adoption de techniques innovantes : le lieu de production, le mode de commercialisation et la perception du marché du travail.

Mots clés : Réunion, mangue, déterminant, innovation, adoptabilité, évaluation, modèle

[1] La variable « présence d'auxiliaire » qui évalue l'indicateur « pression des bio-agresseurs », les variables « marge brute » et « prix de vente » qui évaluent l'indicateur « revenu » et la variable « qualité du fruit » qui évalue l'indicateur « vision du consommateur ».

Abstract

This study focuses on mango-producing farms located in the Reunion Island. The objective is to analyze farmer practices in order to identify determinants of farmer technical decisions. To achieve this goal two different methodical approaches have been used. First, a survey has been carried out. The sample consisted of 13 producers. It is based on a typology relying on the importance of mango in the production system and on the methods used for mango culture. Once the survey was finished we identified 56 variables used by the producer to evaluate their mango culture system. These variables were aggregated into 22 evaluation indicators. Despite the heterogeneity of practices and production systems, 4 variables among 56 are shared by more than 92% of the producers surveyed. Specific variables have also been identified. They characterize specific strategies and methods used for cultivating mango. Secondly, a simulation-based approach has been used. This approach has been applied on two farms among the original sample. The effects of the introduction of new techniques on the production system have been simulated at the farm level. The discussion around these results of simulation with both concerned producers allowed us to make the link between the objectives and the constraints, the strategies and the technical choices. The combination of these two approaches gives us, through the prism of the producers, a vision of their environment and the impact of the environment onto their choice of practice. The vision shared by the great majority is the necessity of making a transition towards systems of more thrifty production in phytosanitary products. The regulations and the lack of products approved in mango, as well as the social pressure, that is getting stronger, are pushing the producers towards these ideas. The difference of point of view intervenes in the choice of the innovative techniques to be adopted. We were able to determine determining key three that influence the decision-making in the adoption of innovative techniques: the place of production, the mode of marketing and the perception of the labor market.

Key words: Reunion Island, mango, determinant, innovation, adoptability, evaluation, model

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Thierry Michels, Laurent Parrot et Nicolas Brulard, qui m'ont fait confiance pour effectuer ce stage au sein de l'unité HORTSYS du CIRAD, en me permettant d'approfondir une discipline qui me passionne. Merci à Thierry pour son aide de tous les jours, sa disponibilité et son implication durant toute la partie de mon stage à la Réunion. Merci à Laurent de m'avoir accueilli dans les locaux de Baillarguet et pour ses conseils avisés lors de mes recherches bibliographiques. Enfin merci à tous pour leur aide et leurs multiples relectures qui m'ont plus qu'aidé à faire de ce mémoire.

Merci à Elodie Dorey, Marie Darnaudery, Fabrice Le Bellec, Christian Soria pour les longues heures que nous avons passées à réfléchir sur la grille d'évaluation et qui m'ont permis de l'améliorer.

Merci à Isabelle Grechi, Alain Ratnadass et Frédéric Normand pour avoir partagé avec moi leurs connaissances sur les techniques innovantes proposées par le CIRAD et sur leurs effets. Cela a rendu les simulations d'autant plus pertinentes, ce qui a largement contribué à la qualité des échanges que nous avons eus avec les exploitants par la suite.

Merci à Blandine Rosiès qui m'a énormément aidé à avancer et à surmonter les difficultés. Elle a été un modèle.

Merci à Philippe Cabeu pour le travail réalisé en amont qui m'a permis d'avoir la capacité d'aller rencontrer les exploitants nécessaire à mes enquêtes. Merci pour m'avoir introduit auprès d'eux, pour m'avoir indiqué le chemin.

Merci à Sébastien Cadet pour m'avoir sauvé lors de ma toute première enquête lorsque la fièvre m'a pris. Merci pour m'avoir communiqué sa passion pour la mangue et les vergers.

Merci à Didier Vincenot, Eric Lucas, Luc Vanhuffel et Ignace Hoarau pour avoir pris le temps de me faire partager leur expérience et pour m'avoir brossé un historique de la filière mangue à la Réunion.

Un grand merci à l'ensemble de l'équipe du CIRAD de Bassin-Plat pour leur accueil et à Sylvie Hospital et Véronique Boyer pour les aspects administratifs.

Un immense merci aux producteurs qui m'ont ouvert leur porte, pour les conversations que nous avons eues, merci de m'avoir fait partager votre expérience et votre vision de l'agriculture. Merci de vous êtes libérer pour participer à l'atelier de validation et de pondération. J'en profite pour remercier plus particulièrement les deux producteurs qui m'ont ouvert leur porte une deuxième fois puis une troisième fois pour la réalisation de la deuxième phase de l'étude, merci pour votre temps, votre patience et votre implication.

Merci à mes colocataires réunionnais, Alice et Laure, vivre avec vous pendant ce séjour a été un plaisir et une joie.

Merci à mes colocataires montpelliérain, Raph, Henri, Nico, Mélissa et Claire, vous m'avez ré-acclimaté à la Métropole avec brio.

Merci à l'ensemble des CIRADiens en VIE, en VSI, en VIA, en VSC, en stage, en thèse, en césure, devenus amis, qui ont rendu ce séjour si agréable, plein de surprises, de découvertes et d'enseignements.

Et enfin merci à ma famille, ma mère, mon père et mes trois sœurs, tout cela est grâce à vous.

Table des matières

1. INTRODUCTION 11

2. CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE 12

2.1 LA MANGUE A LA REUNION 12
2.1.1 LA ZONE DE PRODUCTION DE MANGUE A LA REUNION 12
2.1.2 L'ITINERAIRE TECHNIQUE « TYPE » DE LA CULTURE DE MANGUE A LA REUNION 12
2.2 LE MARCHÉ DE LA MANGUE A LA REUNION 13
2.2.1 ETALEMENT DE LA RECOLTE ET DYNAMIQUE DES PRIX 13
2.2.2 LES ACTEURS ECONOMIQUES DE LA FILIERE MANGUE A LA REUNION 14
2.3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET TRANSITION AGRO-ECOLOGIQUE 15
2.4 LE PROJET ECOVERGER 16

3. PROBLEMATIQUE & CADRE D'ANALYSE 18

4. MATERIELS & METHODES 21

4.1 CONCEPTION DE LA GRILLE D'EVALUATION DES PERFORMANCES DU SDC A DIRE DE PRODUCTEUR 21
4.1.1 DEMARCHE GENERALE 21
4.1.2 ENTRETIENS INDIVIDUELS 21
4.1.3 REUNION DE RESTITUTION, DE VALIDATION ET DE PONDERATION AVEC LES PRODUCTEURS 24
4.2 SIMULATION EX-ANTE DE SYSTEMES DE CULTURE INNOVANTS A L'ECHELLE DE L'EXPLOITATION AGRICOLE 24
4.2.1 DEMARCHE GENERALE 24
4.2.2 CHOIX PREALABLES 25
4.2.3 ENTRETIENS ET SIMULATION 27

5. RESULTATS 28

5.1 GRILLE D'EVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTEME DE CULTURE MANGUIER A DIRE DE PRODUCTEUR 29
5.1.1 PRESENTATION DE LA GRILLE D'EVALUATION FINALE A DIRE DE PRODUCTEUR 29
5.1.2 ANALYSE EXPLORATOIRE DES LIENS ENTRE INDICATEURS/VARIABLES D'EVALUATION ET LES CARACTERISTIQUES DE L'EXPLOITATION 31
5.1.3 POIDS ATTRIBUE A CHAQUE INDICATEUR DE LA GRILLE D'EVALUATION 34
5.1.4 SYNTHESE DES DEUX APPROCHES PRECEDENTES 34
5.2 ETUDE APPROFONDIE DE LA RELATION A L'INNOVATION DE DEUX EXPLOITATIONS CONTRASTEES 35
5.2.1 PRESENTATION DES EXPLOITATIONS SUR LESQUELLES L'ETUDE A ETE REALISEE 35
5.2.2 DESCRIPTIF DES TECHNIQUES INNOVANTES ALTERNATIVES A L'UTILISATION DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES 41
5.2.3 PRESENTATION DES CHOIX DES PRODUCTEURS 44
5.2.4 REACTION DES PRODUCTEURS FACE AUX RESULTATS DES SIMULATIONS 47
5.2.5 RECONSTITUTION DES REGLES DE DECISION STRATEGIQUES DES EXPLOITANTS : DES CHOIX TECHNIQUES AUX DETERMINANTS 49

6. DISCUSSION 59

6.1 DISCUSSION SUR LES RESULTATS OBTENUS 59
6.1.1 UNE VISION DU CONTEXTE REUNIONNAIS PARTAGEE PAR LES PRODUCTEURS DE MANGUE PROPICE AUX ALTERNATIVES A L'UTILISATION DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES 59
6.1.2 UN RAPPORT A L'INNOVATION QUI FLUCTUE EN FONCTION DES OBJECTIFS, DES CONTRAINTES INTERNES ET EXTERNES VUES PAR LE PRODUCTEUR 61

6.2 DISCUSSION SUR LA METHODE UTILISEE 64
6.2.1 UNE DEMARCHE PARTICIPATIVE EFFICACE, UN ECHANTILLON A AGRANDIR POUR APPROFONDIR L'ETUDE DES EFFETS DE STRATEGIE DE GESTION 64
6.2.2 UNE DISCUSSION ENRICHIE PAR DES RESULTATS SIMULES A L'ECHELLE DE L'EXPLOITATION 65
6.2.3 DEUX DEMARCHES DIFFERENTES DE L'ANALYSE DES PRATIQUES AGRICOLES QUI S'ENRICHISSENT MUTUELLEMENT 65

7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 67

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : 69

ANNEXE : 72

ANNEXE1 : FIGURE PRESENTANT L'ITK MANGUE « TYPE » RECOMMANDE PAR LES INSTITUTS TECHNIQUES ET DE DEVELOPPEMENT 73
ANNEXE2 : TABLEAU DES MERCURIALES ET COURBE DES PRIX DE LA MANGUE EN FONCTION DU TEMPS 74
ANNEXE 3 : GUIDE D'ENTRETIEN SEMI-DIRECTIF DE LA PREMIERE PHASE DE L'ETUDE 75
ANNEXE4 : PREMIERE VERSION DE LA GRILLE D'EVALUATION A DIRE DE PRODUCTEUR 76
ANNEXE5 : PHOTOGRAPHIE D'UN GROUPE DE PRODUCTEUR (A GAUCHE) ET D'UNE PONDERATION (A DROITE) TOUTES DEUX PRISE LORS DE L'ATELIER DE PRODUCTEUR 78
ANNEXE6 : PONDERATION DES DEUX GROUPES PRIS SEPAREMENT 79
ANNEXE7 : PRESENTATION DE QUELQUES PAGES DE L'OUTIL DE SIMULATION CO-HORT (PISSONNIER, 2017) 80
ANNEXE8 : ILLUSTRATION DU PARCELLAIRE DE M.Y DE L'EXPLOITATION N°7 83
ANNEXE9 : TABLEAU PAR INNOVATIONS DES RESULTATS PRESENTES AU PRODUCTEUR LORS DE LA DISCUSSION DE LA DEUXIEME PHASE 84
ANNEXE10 : PRESENTATION D'EXPERIMENTATION PERSONNEL DE L'EXPLOITANT M. X DE L'EXPLOITATION N°4 ET DE SES CHANGEMENTS DE PRATIQUE 86

Liste des figures

Figure 1 : Organisation de la filiere mangue et repartition des tonnages commercialises a la Reunion (D'apres DAAF, CA, Marche au gros, AROP-FL, estimation moyenne 2010 - 2013) 15

Figure 2 : Representation schematique de la structure de la proposition, des resultats attendus par tache et des supports de diffusion et de valorisation de ces resultats. 17

Figure 3 : Cadre d'analyse de la premiere phase de l'etude, identification d'un jeu d'indicateurs et de variables d'evaluation a dire d'agriculteur 19

Figure 4 : Cadre d'analyse de la deuxieme phase, identification de regles de decision liees a l'adoption de pratiques alternatives aux produits phytosanitaires 20

Figure 5 : Modele conceptuel de l'outil Co-Hort (Pissonnier, 2017) 25

Figure 6 : Mise en relation des operations culturales avec les variables qu'elles impactent 26

Figure 7 : Grille d'evaluation des systemes de culture en mangue a dire de producteur. (En rouge) les variables apparues lors de l'atelier de producteur (en violet) les variables specifiques (en jaune) les variables consensuelles. 30

Figure 8 : Objectifs de l'exploitant et contraintes vue par l'exploitant de l'exploitation agricole n°4 36

Figure 9 : Strategie productive et commerciale du systeme de production de l'exploitation agricole n°4 37

Figure 10 : Itineraire technique en mangue de l'exploitation n°4. (1) mois de l'annee (2) Stades phenologiques du manguier (3) Recolte (4) Taille (5) Irrigation (6) Gestion de l'enherbement - Date de fauche (7) Traitement fongicide - Date de traitement (8) Traitement insecticide a base de Karate Zeon et Syneis Appa– Date de traitement (9) (bande continue) Piegeage de masse contre la mouche des fruits – Periode de mise en place (9) (etoile) Surveillance phytosanitaire –Battage. 37

Figure 11 : Objectifs de l'exploitant et contraintes vue par l'exploitant de l'exploitation agricole n°7 39

Figure 12 : Strategie productive et commerciale du systeme de production de l'exploitation agricole n°7 40

Figure 13 : Itineraire technique en mangue de l'exploitation n°7. (1) mois de l'annee (2) Stades phenologiques du manguier (3) Recolte (4) Taille (5) Irrigation (6) Gestion de l'enherbement - Date de fauche (7) Traitement fongicide - Date de traitement (8) Traitement insecticide a base de Syneis Appa – Date de traitement (9) (bande continue) Piegeage de masse contre la mouche des fruits – Periode de mise en place (9) (etoile) Surveillance phytosanitaire –Battage. 40

Figure 14 : Les regles de decisions liees aux choix techniques de traitements phytosanitaires de l'exploitation n°4 50

Figure 15 : Les regles de decisions liees aux choix techniques de recolte de l'exploitation n°4 51

Figure 16 : Les regles de decisions liees aux choix techniques d'irrigation de l'exploitation n°4 52

Figure 17 : Les regles de decisions liees aux choix techniques de gestion de l'enherbement de l'exploitation n°4 52

Figure 18 : Les regles de decisions liees aux choix techniques de taille de l'arbre de l'exploitation n°4 53

Figure 19: Les regles de decisions liees aux choix techniques de traitements phytosanitaires de l'exploitation n°7 54

Figure 20 : Les regles de decisions liees aux choix techniques de recolte de l'exploitation n°7 55

Figure 21 : Les regles de decisions liees aux choix techniques d'irrigation de l'exploitation n°7 56

Figure 22 : Les regles de decisions liees aux choix techniques de gestion de l'enherbement de l'exploitation n°7 57

Figure 23 : Les regles de decisions liees aux choix techniques de gestion de la taille de l'exploitation n°7 58

Liste des tableaux

TABLEAU 1: LISTE DES PRODUCTEURS ENQUETES LORS DES ENTRETIENS INDIVIDUELS. 23
TABLEAU 2 : PONDERATION DES INDICATEURS AU SEIN DE CHAQUE DIMENSION DE LA PERFORMANCE DU DEVELOPPEMENT DURABLE 33
TABLEAU 3 : PARCELLAIRE DU PRODUCTEUR M. X 35
TABLEAU 4 : DYNAMIQUE DE RECOLTE ET DE PRIX MOYEN POUR L'EXPLOITATION DE M. X 38
TABLEAU 5: PARCELLAIRE DE M. Y 38
TABLEAU 6 : PRIX PERÇU PAR M. Y EN FONCTION DES DEBOUCHES EN MANGUE 41
TABLEAU 7 : EFFETS POTENTIELS ET CARACTERISTIQUES DE L'INNOVATION "RECOLTE SANITAIRE" DEFINIS A DIRE D'EXPERT SUR LE SDC DES EA N°4 ET N°7 41
TABLEAU 8 : EFFETS POTENTIELS DE L'INNOVATION "BACHAGE" A DIRE D'EXPERT SUR LE SDC DES EA N°4 ET N°7 42
TABLEAU 9 : EFFETS POTENTIELS DE L'INNOVATION "SUPPRESSION DE FLORAISON" A DIRE D'EXPERT SUR LE SDC DES EA N°4 ET N°7 43
TABLEAU 10 : EFFETS POTENTIELS DE L'INNOVATION "ENHERBEMENT SPONTANE FAVORISE TOUTE L'ANNEE" A DIRE D'EXPERT SUR LE SDC DES EA N°4 ET N°7 43
TABLEAU 11 : EFFETS POTENTIELS DE L'INNOVATION "TAILLE RAFFINEE" A DIRE D'EXPERT SUR LE SDC DES EA N°4 ET N°7 44

Abréviations :

AB : Agriculture biologique

AMAP : Association pour le maintien de l'agriculture paysanne

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomie pour le développement

GMS : Grande et moyenne surface

HVE : Haute valeur environnementale

IFT : Indice de fréquence de traitement

INRA : Institut national de recherche agronomique

ITK : Itinéraire technique

ONEMA : Office national de l'eau et des milieux aquatiques

OP : Organisation de producteur

SdA : Système d'activité

SdC : Système de culture

SdP : Système de production

1.Introduction

Le constat fait par la France et par l'Union Européenne de l'échec du modèle conventionnel à nourrir de façon durable les habitants du territoire a suscité la mise en place de mesures pour favoriser une agriculture durable et respectueuse de l'environnement. Des financements comme le FEADER (Fond européen agricole pour le développement rural), le MAE (Mesures agro-environnementales) du deuxième volet de la PAC (Politique agricole commune) mettent en avant des projets mettant en pratique des techniques innovantes alternatives à l'utilisation de produits de synthèse. En effet, ces produits et leurs utilisations, parfois excessive, mettent en danger l'environnement ainsi que la santé humaine.

Il a été décidé, au niveau européen, de revoir l'homologation de l'intégralité des produits au regard de leur nocivité pour l'environnement. L'application de la réglementation européenne (Directive 91/414) relative à la nouvelle procédure de mise en marché des produits phytosanitaires a entrainé, dans les années 2000, au niveau national, une diminution drastique du nombre de produits homologués. Dans les territoires et les départements d'outre-mer français, la diminution des moyens de lutte a été d'autant plus importante qu'on retrouve dans ces régions la majorité des cultures dite « orpheline[2] », dont la mangue fait partie.

Dans ce contexte, les producteurs de mangue réunionnais font face à de nombreuses impasses techniques pour lutter contre le cortège de bio-agresseurs propre au manguier. S'ajoute à cela la pression sociale qui pousse les producteurs de la filière à adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement. L'adoption de techniques alternatives aux produits phytosanitaires devient une nécessité. Néanmoins, cela ne peut se faire au détriment de la viabilité économique de ces exploitations, du fonctionnement interne de l'exploitation et de la mise en œuvre d'objectifs propres à l'agriculteur. Ces points sont des enjeux stratégiques pour que l'adoption de pratiques soit durable. C'est pourquoi la compréhension des pratiques des producteurs et de leurs déterminants est centrale. L'acquisition de telles données requiert de s'intéresser de façon approfondie au système complexe et multi-scalaire qu'est une exploitation agricole.

Le CIRAD conduit un programme de recherche pluridisciplinaire, ECOVERGER, axé sur deux productions : la mangue réunionnaise et la pêche métropolitaine. Il vise à faciliter, avec les acteurs, la co-conception de systèmes de culture plus respectueux de l'environnement tout en tenant compte des objectifs et contraintes des producteurs. Il a permis dans un premier temps, en 2016, de réaliser une typologie des producteurs de mangue à la Réunion, en se basant (i) sur la place de la mangue dans le système d'activités, (ii) sur des déterminants de choix de pratique et (iii) sur des déterminants de changements de pratique. Dans un deuxième temps, en 2017, il a consisté en l'acquisition d'une liste d'indicateurs et de variables d'évaluation des systèmes de culture en mangue à dire d'agriculteurs et à l'analyse des règles de décision technique de deux producteurs vis-à-vis d'un panel d'innovations possibles.

Après une mise en contexte de l'étude, nous présenterons la problématique de l'étude et le cadre d'analyse utilisé. Ensuite, les deux méthodologies mises en œuvre pour répondre à cette problématique seront développées : la co-conception et la modélisation. Nous présenterons alors les résultats acquis, à savoir une grille d'indicateurs et de variables d'évaluation des systèmes de culture en mangue ainsi que les réactions des agriculteurs face aux résultats des simulations. Enfin nous discuterons les méthodes et les résultats au vu, respectivement, de leurs interactions et de l'extrapolation qu'il est possible d'en faire.

[2] Les cultures « orphelines » se réfèrent aux cultures négligées ou sous-utilisées.

2.Contexte général de l'étude

2.1 La mangue à la Réunion

2.1.1 La zone de production de mangue à la Réunion

La Réunion est une île volcanique située dans l'océan indien entre l'île Maurice et Madagascar. Etant donnée sa topographie particulière, une grande disparité de climats est observée à travers le territoire. A l'Est, les vents dominants sont arrêtés par les massifs du Piton de la Fournaise et du Piton des Neiges. La pluviométrie y est très importante, jusqu'à trois mètres d'eau par endroit. A l'inverse, l'Ouest est bien plus sec, avec une pluviométrie moyenne de 200 mm d'eau par an. Enfin, le dénivelé est très important sur l'intégralité de l'île avec un sommet à 3071 m pour une superficie de 2500 km^2.

Ces conditions climatiques très variées vont conditionner une diversité importante de paysages et d'agroécosystèmes. L'agroécosystème où la mangue est présente se situe le long de la côte Ouest, délimité au Nord par la commune de la Possession, au Sud par la commune de Petite Ile et à l'Est par une ligne de niveau de 300 à 400 mètres d'altitude. Au-dessus de cette altitude, le manguier ne se développe pas normalement (Auber, 1975). La culture de mangue sur la côte Est est possible mais pas rentable à cause de l'humidité qui rend la pression fongique (oïdium, anthracnose) trop importante (Auber, 1975).

Dans sa zone de culture, le manguier doit tout de même faire face à un large cortège de bio-agresseurs : la Cécidomyie des fleurs, les punaises, l'oïdium et les thrips attaquent les inflorescences tandis que l'anthracnose, la mouche des fruits sont présentes lors de la récolte puisque leur organe cible est le fruit (Amouroux et al., 2009). Il y a aussi la cochenille qui s'attaque aux parties végétatives de l'arbre. Cette pression des bio-agresseurs, très importante, est concentrée sur ces deux stades phénologiques auxquelles les producteurs doivent être particulièrement attentifs (Dossier technico-économique Chambre d'agriculture de la Réunion, 1995).

La production de mangue se répartie en trois bassins de production distincts caractérisés par des conditions pédoclimatiques présentant des différences marquées. Le bassin du Nord-Ouest est un bassin encore en extension qui se développe grâce à la construction d'un système de basculement des eaux depuis les territoires humides de l'Est de l'île et les territoires de l'Ouest secs et chauds. Ce bassin rassemble les meilleures conditions pour produire de la mangue de façon intensive. Le second bassin de production est celui du Sud qui rassemble les communes de Saint Pierre et de Petite Ile. Les conditions plus humides de ce territoire rendent la culture de la mangue plus compliquée notamment vis-à-vis de la pression exercée par les bio-agresseurs. Les surfaces cultivées en mangue y sont moins importantes que dans le Nord-Ouest. Du point de vue pédoclimatique, le bassin Ouest est un « entre deux » : plus humide que le Nord-Ouest et plus sec que le Sud. Il possède la deuxième plus grande surface en mangue (Lemarié, 2008).

2.1.2 L'itinéraire technique « type » de la culture de mangue à la Réunion

L'itinéraire technique de la mangue se découpe en cinq ateliers majeurs : la taille de l'arbre, la gestion de l'enherbement, les traitements phytosanitaires, l'irrigation et la récolte. La description qui suit est reprise des manuels techniques de la Chambre d'agriculture de la Réunion et du CIRAD. Elle n'est pas modulée en fonction des conditions de production des exploitations agricoles de l'île mais donne les grandes étapes génériques à suivre (Annexe1):

La taille des manguiers se fait généralement après la récolte en mars. On retire les branches obstruant le passage de la lumière dans la canopée et le passage de véhicule dans l'inter-rang. Elle favorise la

diminution de l'humidité ambiante dans le verger ce qui réduit les risques d'attaque fongique notamment et améliore la qualité des fruits. Les résidus sont ensuite broyés et restitués au sol. La taille est une étape centrale de l'ITK mangue, les pratiques sont extrêmement variées et résultent de l'expérience de chaque producteur.

La gestion de l'enherbement se fait mécaniquement ou chimiquement. La gestion mécanique se fait à l'aide d'un gyrobroyeur tracté ou d'une débrousailleuse portée selon les dimensions, la pente de la parcelle et l'écartement des arbres. Les résidus sont restitués au sol sous forme de paillage organique broyé ou non. La gestion chimique se fait au glyphosate. Le rythme de fauche dépend du producteur, des conditions pédoclimatiques et des pratiques d'irrigation. Il est extrêmement variable allant de 2 fois par an à 1 fois par mois.

Les traitements phytosanitaires comme moyen de lutte contre les ravageurs sont essentiellement utilisés pendant deux périodes à risque : la floraison et de la fin de la nouaison à la fin de la récolte. La floraison est, dans l'ordre chronologique, la première période à risque. Elle s'étale de juin à août. Les bioagresseurs sont la cécidomyie des fleurs, les thrips, les punaises et l'oïdium. Il n'existe pas de traitement homologué pour lutter contre la cécidomyie. Les produits homologués sur manguier sont le Karaté Zéon contre les thrips et les punaises et le Sérénade Max à base de soufre contre l'oïdium. Le déclenchement de ces traitements se fait au dépassement de seuil d'infestation déterminé par la Chambre d'agriculture pour les thrips et les punaises. Pour l'oïdium, le traitement est utilisé de façon préventive à l'ouverture des boutons floraux. La deuxième période à risque concerne la phase de maturation des fruits. Elle commence en décembre et se finie en mars. Le cortège de ravageurs comprend la mouche des fruits et l'anthracnose. La lutte chimique contre la mouche se résume à disposer des pièges aux phéromones et à l'application d'un traitement par tâche [3]. Il n'existe pas de moyen de lutte contre l'anthracnose.

L'irrigation se fait par un système de gouttes à gouttes appliqué à l'aplomb de l'arbre. L'arbre est irrigué de mars à juin. L'eau est coupée d'avril à mai pour provoquer un stress hydrique favorisant l'induction florale.

La récolte se fait quotidiennement. Le fruit est récolté au stade de maturité empirique « point jaune » (Normand et al., 2011). La récolte est une étape centrale dans l'ITK mangue et l'élaboration du revenu du producteur. Chaque mangue tombée ou piquée ne peut être vendue par la suite. De bonnes pratiques de récolte permettent de limiter ces pertes.

Les coûts moyens liés à la réalisation des étapes citées ci-dessus sont de 9685 euros/ha pour un rendement moyen de 9 T/ha soit un coût au kilogramme de 1,076 euros (Amouroux et al., 2009). Ce coût de production inclus les coûts de pesticides, le coût de l'eau lié à l'irrigation et le temps de MO rémunérés à hauteur de 9,50 euros/heure. Il apparaît que la mangue est la culture fruitière la plus rentable pour les agriculteurs devant les agrumes, les pêches et le letchi (Amouroux et al., 2009).

2.2 Le marché de la mangue à la Réunion

2.2.1 Etalement de la récolte et dynamique des prix

Les fruits occupent traditionnellement une part importante au sein de l'agriculture réunionnaise. Ils représentent 6% de la surface utile pour une valeur de production de 60 millions d'euros soit 15% de la production totale (Recensement agricole, 2010). La mangue, troisième fruit le plus cultivé sur l'île, occupe 14% des surfaces de culture fruitière derrière la banane (17%) et le letchi (25%) (Recensement

[3] Le traitement par tâche se fait à base de 0,02% de Synéis Appa, insecticide homologué bio sur manguier contre la mouche des fruits, et d'une solution protéique. Le produit s'applique sur les feuilles des manguiers.

agricole, 2010). Cette production reste négligeable face à une production mondiale de 33 millions de tonnes annuel et à un commerce de 800 000 tonnes. Cependant, le marché local a la particularité d'être fermé à l'importation en mangue. L'intégralité des mangues consommées sur l'île de la Réunion sont produites à la Réunion. Cette caractéristique a un rôle majeur dans la dynamique des prix de la mangue sur le marché réunionnais. Les producteurs réunionnais ne subissent pas la concurrence mondiale. Le marché local repose exclusivement sur la production locale. Les prix en pleine saison sont de 1 euro/kilo et atteignent hors saison 8 euros/kilo (Annexe2).

Deux variétés se partagent le marché : la mangue José et la mangue Cogshall. Elles représentent respectivement plus de la moitié (1700 t) et le quart (750 t) de la production de mangue réunionnaise (Amouroux et al., 2009). Le reste de la production se partage entre les variétés anciennes sous le nom de « mangue greffe » tel que l'Auguste, la Léonard ou la Lise et des mangues introduites dans les années 2000 par le CIRAD qui prennent une part de plus en plus importante sur le marché : Heidi, Nam Doc Mai, Caro. Cette introduction s'est faite dans le but d'augmenter la diversité de l'offre et d'étendre la période de production qui va actuellement de fin octobre à fin mars avec un pic de décembre à janvier.

Les productions précoces d'octobre à novembre sont particulièrement intéressantes en raison du prix de vente plus attractif (Amouroux et al., 2009). Il faut savoir que la précocité dépend de la variété et, dans une plus large mesure, de la pluviométrie qui module l'impact du stress hydrique et l'intensité des attaques d'oïdium sur la première vague de floraison. Cela explique pourquoi les vergers de la région de Grand-Fond à Saint Gilles (bassin Nord-Ouest) sont les premiers récoltés. De plus, la spécialisation de certaines exploitations de cette région favorise le développement de pratiques empiriques visant à maximiser la précocité de la production. A l'inverse, les bassins de production de l'Ouest et du Sud plus humides et constitués d'exploitations diversifiés récoltent généralement en pleine saison, à partir de décembre.

2.2.2 Les acteurs économiques de la filière mangue à la Réunion

Une enquête réalisée en 2008 par le CIRAD (Lemarié, 2008) auprès d'environ 30% des producteurs de mangue à la Réunion montre que l'écoulement de la production est structuré autour de différents acteurs (Figure 1).

Les bazardiers constituent le mode de commercialisation le plus fréquent. Ces détaillants sont des acteurs spécifiques du marché réunionnais. Les transactions entre bazardiers et producteurs ont lieu soit au champ où la production est achetée sur pied soit sur le marché de gros de l'île, à Saint Pierre. Ils se chargent ensuite de la revente dans des magasins spécialisés. Les GMS sont le deuxième mode de commercialisation le plus important en terme de volume après les bazardiers. La production de mangue leur est vendue directement par le producteur ou par l'intermédiaire d'une organisation de producteurs. Ces dernières sont aussi sur le marché de l'export qui reste mineur bien qu'en progression depuis l'ouverture de ce débouché. L'export se fait principalement en avion pour des marchés de niche en métropole. La variété Cogshall est la mangue la plus exportée, la mangue José l'est beaucoup moins à cause de sa plus grande fragilité. Dans une moindre mesure, les mangues sont aussi vendues par les producteurs directement à la ferme ou à des marchés primeurs et à des industries de transformation.

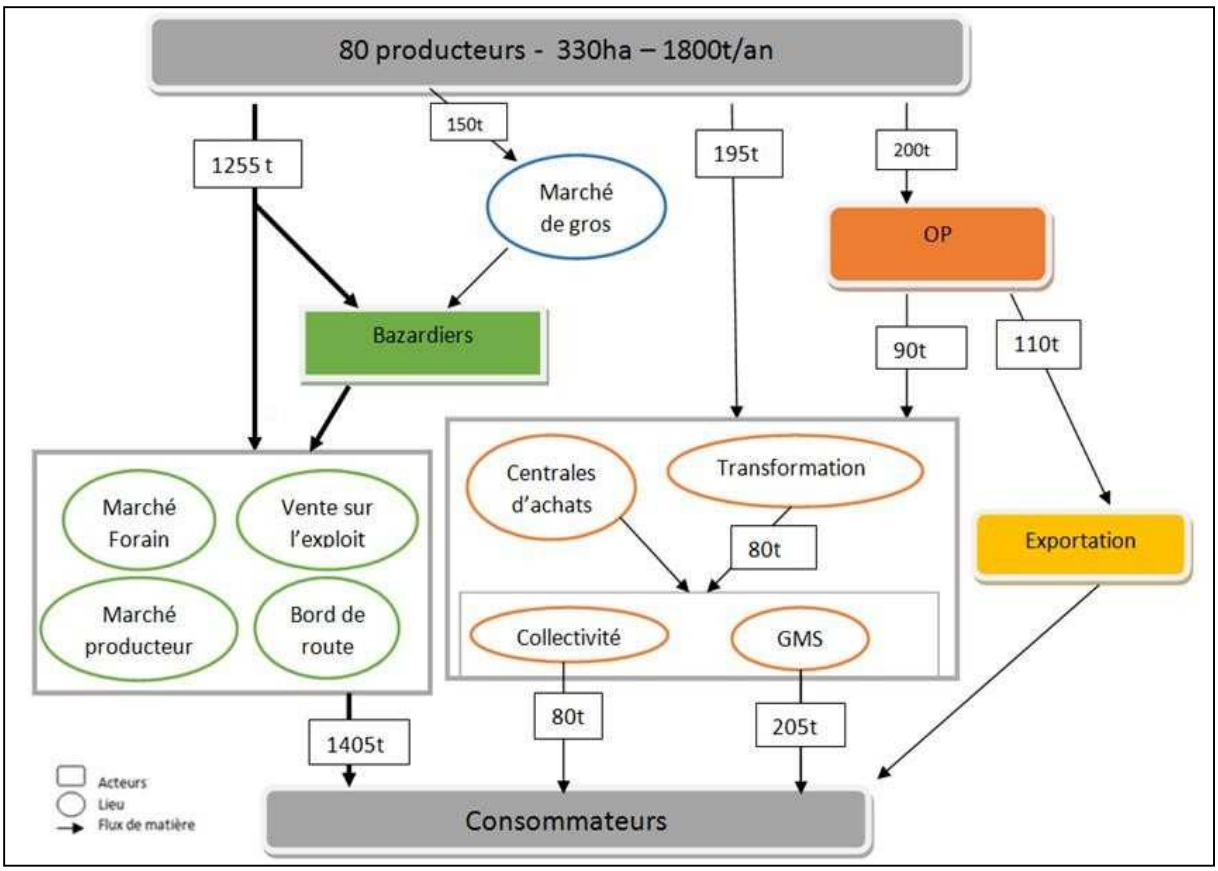


Figure 1 : Organisation de la filière mangue et répartition des tonnages commercialisés à la Réunion (D'après DAAF, CA, Marché au gros, AROP-FL, estimation moyenne 2010 - 2013)

2.3 Contexte réglementaire et transition agro-écologique

Depuis les années 2000 et l'application de la réglementation européenne (Directive 91/414 CEE) concernant la procédure de mise sur le marché des produits phytosanitaires, le nombre de moyens de lutte chimique homologués pour les producteurs de mangue a diminué drastiquement. Il ne reste plus qu'une molécule insecticide homologuée : la lambda-cyhalothrine que l'on retrouve dans le Karaté Zeon (Syngenta), le Lambdastar et deux fongicides, dont le soufre, homologués contre anthracnose et oïdium ("ephy|Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages, des matières fertilisantes et des supports de culture autorisés en France", 2017). Par ailleurs, cette situation a toutes les raisons de se pérenniser puisque l'importance du marché des produits phytosanitaires pour la mangue ne justifie pas, pour une firme, les dépenses importantes que nécessitent une homologation (en 2008, le prix moyen d'homologation d'une nouvelle homologation coutait entre 120 et 180 millions d'euros contre 12 millions d'euros en 1975). Les producteurs de mangue réunionnais se retrouvent face à une impasse technique qui a toutes les raisons de s'intensifier et de perdurer.

Cette modification de la réglementation est concomitante à la crise de la cochenille (2011-2012) induite par l'introduction accidentelle d'un micro-hyménoptère parasite de la coccinelle, prédateur majeur de la cochenille introduite, elle, à la Réunion en 1995. Cette crise sanitaire a néanmoins permis de démontrer l'efficacité des pratiques agroécologiques : durant cette période, certains agriculteurs, souvent découragés, ont abandonné tout traitement chimique permettant un développement d'auxiliaires de culture entrainant ainsi un recul de la cochenille et parfois même sa disparition. Cette crise a provoqué une prise de conscience très forte au sein de la filière sur, d'une part, l'intérêt de réduire les interventions chimiques et d'autre part sur le rôle régulateur de l'enherbement, habitat d'une faune auxiliaire.

Enfin, le manguier présente un asynchronisme phénologique inter et intra arbre. La période à laquelle est présent chaque stade phénologique sensible à l'échelle de la parcelle s'en trouve allongé entrainant une multiplication des traitements.

L'ensemble de ces facteurs associé à la volonté de bailleurs tel que le Ministère de l'agriculture de diminuer l'utilisation d'intrants chimiques pousse les organismes de développement et de recherche, dont le CIRAD, vers la recherche de solutions économiquement et environnementalement viables. Les alternatives aux phytosanitaires que propose le CIRAD se basent sur trois leviers :

- Les stades phénologiques des ravageurs
- La réduction des stades sensibles à l'échelle de la parcelle
- Le développement d'une population d'auxiliaires de culture

L'accent dans le projet ECOVERGER a été mis sur la gestion de la cécidomyie des fleurs et la mouche des fruits considérés comme ravageurs occasionnant le plus de pertes. Malgré ce focus, la majorité des alternatives proposées permet aussi une gestion du reste du cortège de bioagresseurs.

2.4 Le projet ECOVERGER

En collaboration avec l'INRA, l'unité HORTSYS a proposé en 2015 le projet ECOVERGER, financé par l'ONEMA dans le cadre de l'appel à projet 2014 « Résistance et pesticides ». Ce projet s'inscrit dans une dynamique globale de réduction de l'utilisation des pesticides et vise à co-concevoir des itinéraires techniques innovants, économes en pesticide pour les vergers de manguiers (La Réunion) et de pêchers (Sud de la France). L'objectif est de réaliser *in silico* des itinéraires techniques évalués pour leur capacité à limiter le développement et les dommages des bio-agresseurs en limitant l'usage des pesticides tout en respectant les contraintes et les objectifs des agriculteurs (Grechi, 2014).

La méthode utilisée consiste à explorer les voies de couplage de deux types d'approches, à savoir l'approche de type « modélisation biotechnique » et l'approche « modélisation des règles de décision à l'échelle de l'exploitation agricole », qui est généralement l'échelle décisionnelle. Cette méthode sera utilisée afin de (i) analyser la résistance des vergers vis-à-vis des bio-agresseurs lors de la mobilisation de pratiques alternatives aux produits phytosanitaires et (ii) comprendre les raisons de résistance des producteurs face à l'adoption de nouveaux systèmes techniques en prenant en compte leur vision de leur environnement ainsi que leurs objectifs.

Le projet se découpe en quatre étapes comme représenté sur la figure 2. Les travaux présentés dans ce mémoire s'intègre dans les tâches (T2). Le travail consiste en l'acquisition d'un jeu d'indicateurs d'évaluation de performances du système de culture mangue co-construits avec les producteurs et puis s'attache à la compréhension des déterminants des pratiques techniques relevant de la gestion des bioagresseurs ciblés par le projet mais aussi de la gestion globale de l'exploitation. Finalement, la demande initiale peut-être reformulée sous forme de question :

Quels sont les déterminants des décisions techniques des producteurs de mangues à la Réunion ?

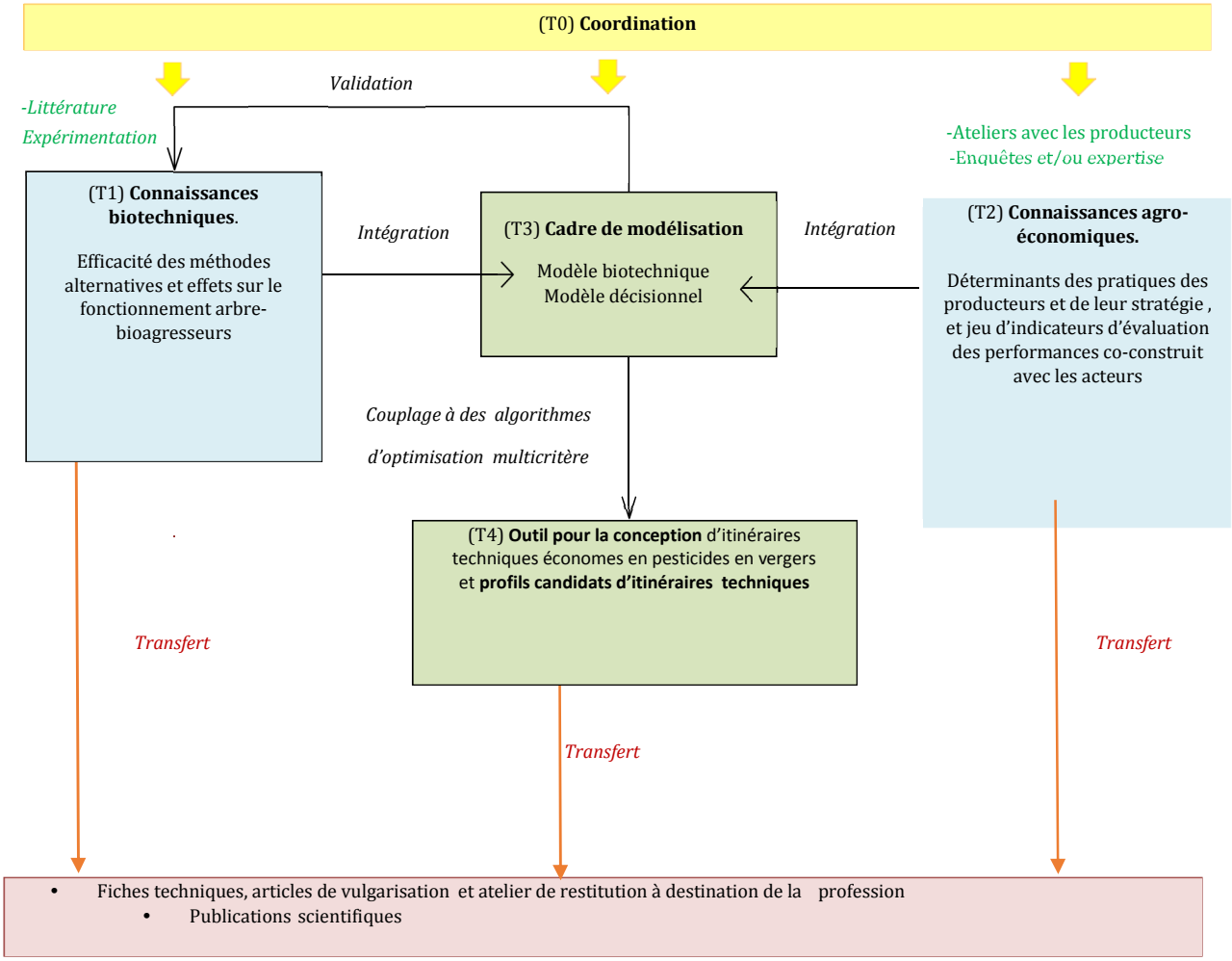


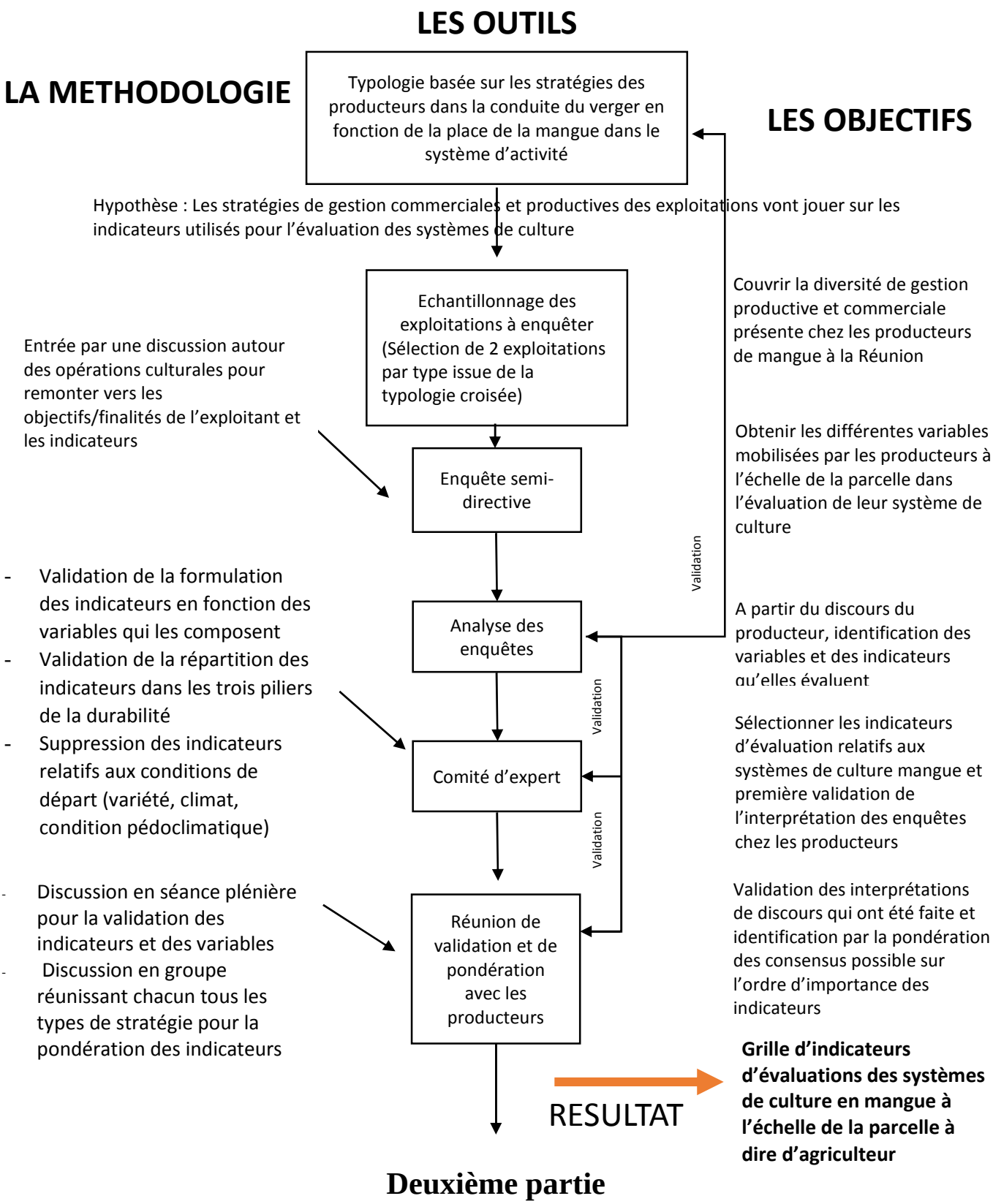
Figure 2 : Représentation schématique de la structure de la proposition, des résultats attendus par tâche et des supports de diffusion et de valorisation de ces résultats.

3.Problématique & Cadre d'analyse

On fait le constat qu'en dépit d'ITK standards préconisés par les organismes de développement, on relève généralement sur le terrain une grande diversité de pratique (Marchetti, 2016). C'est donc que d'autres considérations, que le seul système piloté, entre en ligne de compte dans la prise de décision, conduisant le producteur à adapter la conduite de la culture à ses propres objectifs et contraintes. Dans l'objectif de construire en partenariat avec les producteurs de nouveaux modes de conduite de culture, il convient alors de comprendre « leurs raisons de faire ce qu'ils font » (Papy, 1998), c'est-à-dire de comprendre les mécanismes qui sous-tendent leurs décisions. On s'intéresse, dans ce travail, au système de prise de décision chez l'agriculteur tel que théorisé par M. Petit, M. Sébillotte, J. Brossier, J.M Attonaty. Plus particulièrement, l'étude porte sur la prise de décision relative à l'adoption de techniques innovantes. On distingue deux niveaux de décisions : un premier niveau de décisions stratégiques qui rassemble les décisions à moyen et à long terme n'ayant pas de caractère répétitif, puis un deuxième niveau de décisions d'actions qui représente les décisions prises au rythme des différentes campagnes de production dont les choix sont répétitifs. Ces deux niveaux de décisions sont définis par la situation (l'environnement perçu par le producteur) et ses objectifs, mais ils obéissent aussi à des règles : les règles stratégiques d'une part et les règles d'action d'autre part. Ces règles sont des cadres au sein desquels les producteurs raisonnent les solutions à mettre en œuvre (Marshall et al, 2013). Pour résumer, le cadre des possibles est défini par un ensemble de règles (les règles stratégiques et les règles d'action). Ces règles sont elles-mêmes définies par rapport aux finalités et objectifs du producteur et à la vision qu'il a de son environnement et de son système de culture. Ces éléments sont les déterminants des prises de décisions de l'agriculteur.

Un travail réalisé par Marine Marchetti (Marchetti, 2016) à la Réunion a consisté à réaliser une typologie des exploitations productrices de mangue. Elle se base sur la place de la mangue dans le système de production de l'agriculteur et du mode de conduite du verger. L'apport de ce travail a été de restituer le verger de mangue dans la conduite globale de l'exploitation et d'identifier de grandes contraintes à l'évolution des pratiques. L'étude a permis de caractériser des types d'exploitation par des déterminants prépondérants tels que la contrainte économique, sanitaire, environnementale etc… . Cependant, les enquêtes menées n'ont pas permis d'avoir accès à une information plus fine concernant les déterminants en jeu dans la prise de décision. Or pour les besoins du projet ECOVERGER et de la construction du modèle décisionnel, il est nécessaire de les isoler de façon précise. La question s'est donc posée de la difficulté d'accès des déterminants et de la méthode à développer pour les acquérir. La difficulté d'accès à ces déterminants peut varier. Certains sont aisément accessibles par enquête et sont issus de la vision qu'ont les producteurs de leur propre système de production. D'autres, plus implicites, sont difficilement accessibles sans le recours à des mises en situation (Attonaty & Soler, 1991).

Cette difficulté d'accès à certaines informations est soulignée par J. P Deffontaines et M. Petit (1986) : « Une erreur courante dans l'analyse des objectifs d'un agriculteur est de croire qu'il suffit de les lui demander ». Cette différence dans l'accessibilité aux déterminants des choix techniques nous a amené à utiliser deux approches complémentaires. Une première approche consiste à identifier les déterminants explicites par voie d'enquête auprès des producteurs. Pour cela, nous avons fait le choix d'identifier ces déterminants en recherchant les critères d'évaluation du système de culture manguier qu'utilise l'agriculteur au quotidien (Attonaty & Soler, 1991). On se limite pour cela à l'échelle du système de culture de la mangue qui nous intéresse dans cette étude. Il existe plusieurs types de méthodes pour mener à bien une évaluation multicritère ex ante des performances d'un système. Nous avons choisi la méthode d'évaluation à partir d'indicateurs (Feschet & Bockstaller, 2014).



Deuxième partie

Figure 3 : Cadre d'analyse de la première phase de l'étude, identification d'un jeu d'indicateurs et de variables d'évaluation à dire d'agriculteur

Cette méthode permet de faire la synthèse d'une diversité de variables répondant aux enjeux multidimensionnels de la durabilité (Lairez et al, 2015) et nous permettra d'appréhender les déterminants les plus aisément accessibles relatifs aux choix techniques.

La deuxième approche bien qu'en forte interaction avec la première vise l'identification de déterminants souvent plus difficiles d'accès car moins souvent mis en avant par le producteur. On identifie les règles de décision relatives à l'allocation des facteurs de production mais aussi à des choix commerciaux, idéologiques et administratifs. Cette deuxième approche se fait à l'échelle de l'exploitation qui est l'échelle privilégiée de la prise de décision (Milleville, 1987). Ces choix sont, de par leur nature, plus compliqués à appréhender et à expliciter (Attonaty & Soler, 1991). Il est donc nécessaire d'adopter une approche plus adaptée. Nous avons opté pour une méthode basée sur l'utilisation d'un modèle comme objet intermédiaire de discussions avec l'exploitant. Les discussions portent sur des performances simulées de différents scénarios innovants (Le Gal, Dugué, Faure, & Novak, 2011).

Ce cadre d'analyse multi-échelle (figures 3 et 4) nous permet d'identifier, du point de vue des producteurs, les critères utilisés dans la prise de décision d'adoption de pratiques, qu'ils soient propre à la culture pilotée ou qu'ils relèvent de la conduite générale de l'exploitation. Ceci nous donne aussi accès à des déterminants implicites. Nous pouvons ainsi faire le lien entre la vision qu'ont les agriculteurs de leur environnement, la définition de règles stratégiques et l'adoptabilité de pratiques alternatives aux produits phytosanitaires.

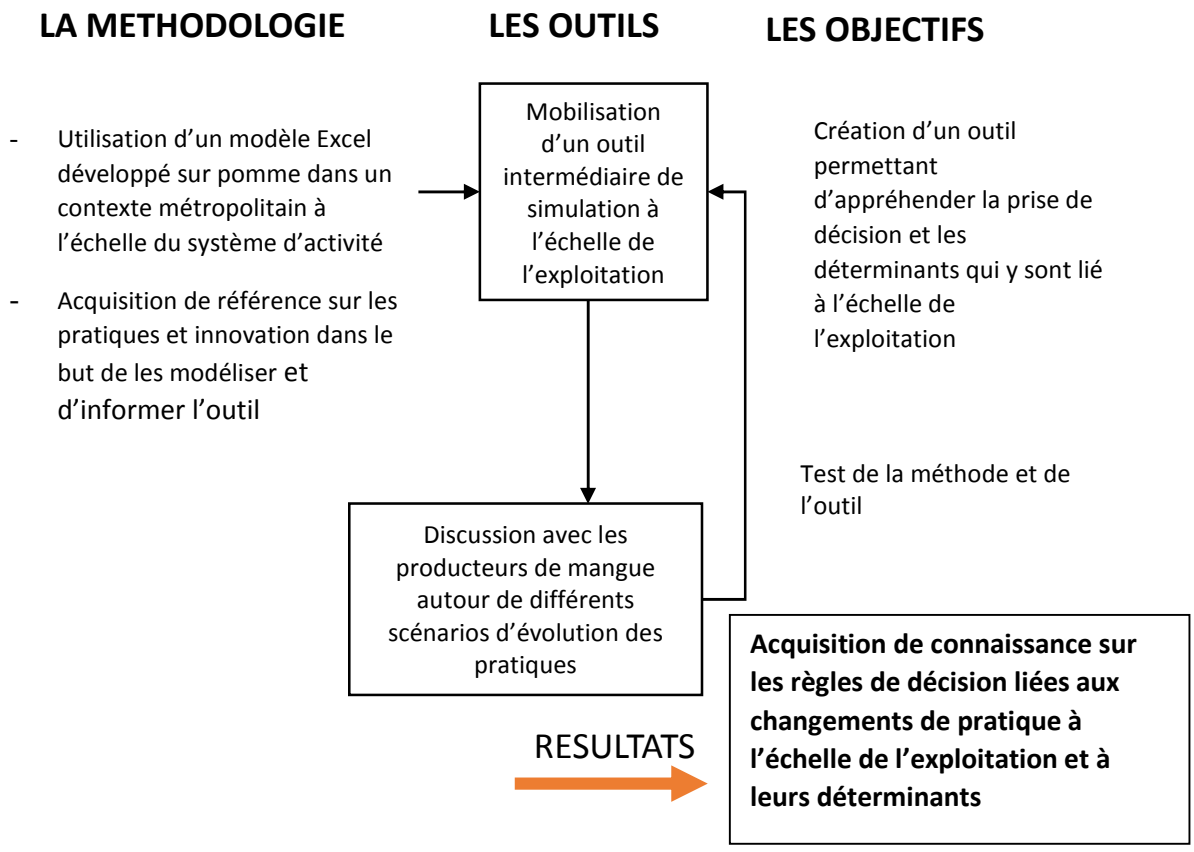


Figure 4 : Cadre d'analyse de la deuxième phase, identification de règles de décision liées à l'adoption de pratiques alternatives aux produits phytosanitaires

4.Matériels & Méthodes

4.1 Conception de la grille d'évaluation des performances du SdC à dire de producteur

4.1.1 Démarche générale

Pour des raisons de cohérence entre les projets d'élaboration d'une grille d'évaluation à dire d'agriculteur des systèmes de culture en agrumes et en ananas, la méthodologie utilisée dans la première partie de cette étude s'est largement inspirée de celle utilisée lors d'un stage de fin d'études au CIRAD (Rosies, 2017), elle-même s'inspirant des méthodes utilisées dans les projets EVAD (Evaluation de la durabilité des systèmes de productions aquacoles (Chia et al., 2009), et MESMIS (López-Ridaura, 2005). Ces méthodes permettent de co-construire, avec les acteurs, des grilles d'évaluation participative d'objets agricoles différents : les systèmes de production aquacole pour EVAD, et la gestion des ressources naturelles pour MEMSIS. On y retrouve des phases d'enquêtes individuelles suivies de discussions et d'interprétations en comité d'experts puis de validation par les acteurs enquêtés réunis en atelier. Dans notre démarche, nous avons procédé de façon similaire, par étapes itératives en associant enquêtes individuelles, réunions collectives, acteurs et experts. Les indicateurs de performances recueillis grâce à cette méthode sont divisés en trois ensembles : la performance économique, la performance agro-environnementale et la performance sociale. On s'inscrit alors dans le contexte de contribution de l'agriculture au développement durable.

4.1.2 Entretiens individuels

4.1.2.1 Echantillonnage des producteurs

La typologie utilisée pour créer l'échantillon a été établie en 2016 (Marchetti, 2016). Elle a été réalisée à partir d'un échantillon enquêté de 28 exploitations, issue d'une population totale de 118 producteurs de mangue recensée par le CIRAD. Elle donne lieu à quatre types et deux sous-types, qui s'appuient sur des critères discriminants tels que : SAU, place de la mangue dans le SdP, conduite de la production (utilisation d'herbicides, traitement préventif/curatif, type de produit, IFT), stratégie commerciale (marché(s) visé(s), prix, qualité), zone de production et localisation de l'exploitation.

Type A : Exploitations agricoles spécialisées dans la production de mangue

- **Sous-type A1 : Grandes exploitations agricoles entrepreneuriales**

Avec une SAU moyenne de 26 hectares, ce sont les plus gros producteurs de mangue de la Réunion. Ils sont engagés dans une dynamique de réduction des intrants chimiques. Ils s'appuient sur une main d'œuvre salariée. Leur système de production est spécialisé en mangue. Leur stratégie de commercialisation s'appuie sur une OP à laquelle ils délèguent la vente aux GMS et à l'export. Leur stratégie productive et commerciale s'appuie sur la production de gros volume.

- **Sous-type A2 : Petites exploitations agricoles familiales**

Leur surface est en moyenne de 2 hectares. Ils sont aussi engagés dans une dynamique de réduction des intrants chimiques. L'exploitation s'appuie sur une main d'œuvre familiale facilement mobilisable pour répondre aux forts pics de travail. Leur système de production est spécialisé en mangue. La stratégie commerciale est de maximiser le prix de vente grâce à de la vente directe ou en mettant en concurrence des bazardiers.

Type B : Exploitations agricoles diversifiées, la mangue étant une culture pivot du système de production

Les exploitations du type B sont petites à moyennes. Ce type peut être caractérisé par de très fortes contraintes de main d'œuvre dû aux nombreux recouvrements de pic de travail explicables par la diversité des cultures. La main d'œuvre est majoritairement salariée. Elles ont un système de production diversifié qui s'appuie tout de même sur les revenus occasionnés par la production de mangue. Les autres cultures pratiquées sont en majorité des cultures maraichères et de la canne à sucre. La production est vendu à des bazardiers ou bien par le producteur sur des marchés aux gros. Leur stratégie commerciale s'appuie sur une diversification de l'offre dans le but de fidéliser leurs clients.

- **Sous-type B1 : Petites à moyennes exploitations diversifiées impliqués dans les réseaux techniques (Chambre d'agriculture, OP, CIRAD etc …)**

Le type (B1) a une conduite conventionnelle et poursuit sur des pratiques anciennes (utilisation d'herbicides, traitement préventif systématique) Ils sont isolés vis-à-vis des réseaux techniques représentés par la chambre d'agriculture, le CIRAD, mais aussi les OP.

- **Sous –type B2 : Petites exploitations exclues des réseaux techniques et de l'innovation**

Le type (B2), en revanche entame une transition agro-écologique. Ils sont accompagnés dans cette transition par les instituts techniques et de recherche.

Type C : Exploitations agricoles diversifiées la mangue étant une culture secondaire du SdP

La taille des exploitations de ce type est très variable. Ces exploitations présentent la mangue comme une activité mineure. Ils ne désirent pas investir de temps et d'argent dans sa production. Leurs pratiques sur manguier sont minimalistes. La vente de mangue est vue comme un complément de revenu. Elle est vendue sur pied aux bazardiers ou valorisée ponctuellement dans des activités de restauration ou d'hôtellerie exercées en parallèle.

Type D : Exploitations agricoles diversifiées en conduite biologique où la mangue a une place importante dans le système d'activité

La taille des exploitations de ce type est de petite à moyenne. La main d'œuvre est salariée et familiale. Ces exploitations ont un système de production complexe en conduite biologique généralement associée à une activité d'agrotourisme. La production est valorisée soit en vente directe auprès des touristes ou bien via des réseaux propres à l'agriculture biologique (AMAP, « Ruche qui dit oui » etc …). La stratégie commerciale s'appuie sur une différenciation par la qualité gustative et nutritive du produit.

L'échantillon de producteurs (Tableau 1) avec lequel nous avons co-construit la grille d'évaluation a été choisi parmi le panel d'agriculteurs enquêtés par Marine Marchetti a raison d'au moins 2 producteurs par type. L'objectif de cette première phase est de balayer la diversité des critères d'évaluation utilisés par les producteurs. Nous posons comme hypothèse que les deux facteurs de variabilité de ces critères sont (i) le mode de conduite du verger de manguier (les pratiques) et (ii) la place qu'occupe ce verger au sein du système de production.

Indicatif du producteur	Type *(Selon la typologie (Marchetti, 2016))*	Présence à la réunion de producteur
1	C	Oui
2	A1	Non
3	A1	Non
4	B1	Non
5	B2	Oui
6	A2	Oui
7	D	Non
8	B1	Oui
9	C	Non
10	C	Non
11	A2	Oui
12	A1	Non
13	D	Non

Tableau 1: Liste des producteurs enquêtés lors des entretiens individuels.

4.1.2.2 Les Entretiens

Le guide d'entretien (Annexe 3) a été élaboré grâce à l'aide des « techniciens mangue » du CIRAD et de la Chambre d'Agriculture.

Les entretiens ont été semi-directifs. Les 13 producteurs ont été enquêtés à raison de 2 heures par personne de mi-mars à mi-avril. On a utilisé deux entrées techniques qui interrogent, d'une part, la vision que l'agriculteur a de son système de production et, d'autre part, la vision qu'il a des systèmes de culture innovants ou des systèmes de cultures adoptés par quelqu'un d'autre que lui, comme, par exemple, ses voisins.

Dans la première partie de l'entretien, opération culturale par opération culturale, nous avons commencé par interroger l'exploitant sur ses pratiques (« Comment l'opération culturale X est-elle menée sur votre exploitation ? »). A la suite de cette description, nous lui avons demandé la raison de ses choix techniques et de quelle manière il évalue que cette opération culturale a été menée à bien de façon satisfaisante.

Dans la deuxième partie, innovation par innovation, nous lui avons demandé si elle pouvait être mise en place sur son exploitation et pourquoi. Nous avons procédé de la même façon quant aux pratiques innovantes mises en place par d'éventuels voisins.

4.1.2.3 Traitements des données

4.1.2.3.1 Identification et formalisation des indicateurs et des variables d'évaluation des performances

A partir des compte -rendus d'enquête, nous avons extrait et formalisé l'ensemble des indicateurs et des variables émis explicitement ou implicitement par le producteur et avons établi des liens entre ces derniers. Les données ont été ordonnées et classées suivant les trois piliers du développement durable : économique, social et agro-environnemental. Après ce premier travail d'interprétation, un comité d'experts (chercheurs et techniciens du CIRAD impliqués dans l'évaluation de systèmes de culture Agrume, Ananas et Mangue à la Réunion) s'est réuni pour discuter et valider la première de la grille d'évaluation (Annexe 4).

4.1.2.3.2 Traitement statistique

Nous avons ensuite analysé les liens existants entre la stratégie commerciale et productive et les indicateurs et variables émis par les producteurs. Le Test statistique réalisé est le test exact de Fisher. Ce test est utilisé pour analyser des tableaux de contingence avec des effectifs faibles ($n < 5$). On pose l'hypothèse H0 : « La stratégie commerciale et productive du producteur influe sur les variables/indicateurs qu'il a cité ». Le seuil de risque choisi est **$\alpha = 5\%$** : si p-value < 0,05 alors on accepte H0 sinon on rejette H0. Pour réaliser ce test sur des indicateurs issus d'agrégation de plusieurs variables, nous avons postulé que : Si le producteur a cité au moins une variable incluse dans un indicateur sans avoir parlé de l'indicateur lui-même alors il est compté parmi les individus qui ont cité l'indicateur.

4.1.3 Réunion de restitution, de validation et de pondération avec les producteurs

A l'issue de cette première partie, un atelier avec les producteurs a été organisé. Les objectifs étaient de :

- Valider collectivement l'interprétation qui a été faite de leurs discours
- S'assurer qu'aucun indicateur ou variable n'a été oublié, écarté
- Pondérer les indicateurs.

Cet atelier de restitution s'est tenu sur une matinée moins d'un mois après la dernière enquête. Des treize producteurs enquêtés et conviés, seuls 6 ont participé (voir tableau 1). 4 chercheurs et un technicien spécialisés en mangue étaient présents. L'atelier était organisé en deux parties distinctes : une partie de validation/discussion et une partie portant sur la pondération.

La partie de validation/discussion a été réalisé avec le groupe au complet. Elle a permis aux producteurs d'effectués un contrôle sur l'interprétation qui a été faite lors du passage du discours des producteurs à l'établissement d'une liste d'indicateurs et de variables d'évaluation. Cette première partie a aboutie à la suppression, la fusion de certains indicateurs.

La deuxième partie a permis de donner un poids relatif pilier par pilier (économique, agro-environnementale, social) à chaque indicateur. Cette pondération est issue de l'agrégation du travail de deux groupes de producteurs (Annexes 5 & 6). Elle a permis de classer dans chaque pilier les indicateurs par ordre d'importance du point de vue des producteurs.

4.2 Simulation ex-ante de systèmes de culture innovants à l'échelle de l'exploitation agricole

4.2.1 Démarche générale

Dans la continuité des travaux menés par J.-M. Attonaty et L.-G. Soler dans les années 90, nous nous sommes servis d'un outil de simulation comme d'un « *instrument d'interaction* » entre chercheur et exploitant agricole ainsi que d'un support à la réflexion sur ses règles de décision. Dans le cadre de notre démarche, nous nous sommes focalisés sur les choix de pratiques et les règles qui régissent ces choix. Des systèmes de culture innovants créés à partir de la combinaison entre le système initiale du producteur et une technique innovante en cours d'expérimentation ont été simulés. Les résultats de ces simulations ont été le prétexte à discussions pour identifier lesdits déterminants. Cependant, les innovations sont en cours d'expérimentation, il n'existe donc pas de références sur leurs performances. Nous nous sommes appuyés sur des tendances estimées ou mesurées par les chercheurs afin de réaliser ces mises en situation virtuelles.

La démarche se répartit en 3 étapes : un premier entretien d'acquisition de données sur l'exploitation, la simulation des systèmes de culture innovant à l'échelle de l'exploitation et enfin, un deuxième entretien de présentation des résultats et de discussion.

4.2.2 Choix préalables

4.2.2.1 Choix des producteurs à enquêter

Les critères de sélection des types d'exploitations à enquêter pour la deuxième phase de ce travail sont :

- Perméabilité à l'innovation et intérêt pour la culture de manguiers en particulier
- Diversification des activités et des cultures induisant une superposition des pics de travaux

Au vue de ces critères, deux types demeurent : le type B1 et le type D. Le choix des producteurs au sein de chaque type s'est fait parmi les exploitations enquêtées lors de la première étape, à l'aulne de leur intérêt pour le projet, de leur disponibilité et de la quantité d'informations que nous possédions sur eux au préalable.

4.2.2.2 Choix du modèle à utiliser pour réaliser la simulation

La sélection du modèle a été réalisée en s'appuient sur les critères de choix suivants :

- Il doit pouvoir permettre d'initier un échange sur les variables d'entrée et de sortie du modèle.
- Il doit être suffisamment simple pour être facilement explicable au producteur.
- Il doit permettre de réaliser un focus sur un système de culture en particulier au sein du système d'activité mais toujours à l'échelle de l'exploitation
- Il doit pouvoir être applicable au contexte particulier des cultures pérennes
- Il doit simuler un maximum d'indicateurs identifiés comme importants pour l'évaluation des systèmes de culture par les producteurs lors de la première partie et l'élaboration de la grille.

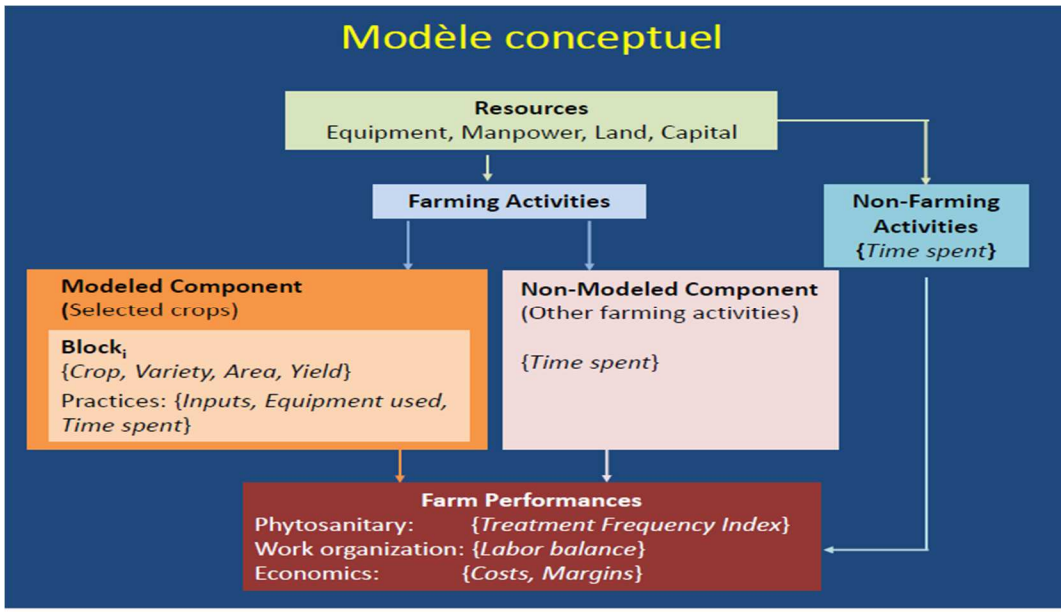


Figure 5 : Modèle conceptuel de l'outil Co-Hort (Pissonnier, 2017)

Compte tenu de ces critères, nous avons choisi un modèle de simulation statique développé sur Excel pour des horticulteurs, nommé Co-Hort (Pissonnier et al, 2017).

Ce modèle (Figure 5) permet de simuler le fonctionnement agroéconomique d'une exploitation agricole en focalisant sur un seul ou plusieurs systèmes de culture d'intérêt et en résumant les autres

aux seuls temps de travaux. Cela permet de diminuer la quantité d'informations à acquérir notamment vis-à-vis des coûts et des charges variables hors mangue. Le système de culture simulé est décrit par une surface, un rendement mais aussi l'itinéraire technique qui y est appliqué. Chaque pratique est décrite par l'intrant, l'équipement utilisé et le temps de travail dédié. Enfin, Co-Hort a comme variables de sortie la marge brute, l'IFT, le temps de travail total (toutes cultures confondues) et le planning des temps de travaux (Annexe 8).

4.2.2.3 Choix et modélisation des performances à priori des innovations

La sélection des innovations à simuler ainsi que l'acquisition de références chiffrées pour pouvoir les décrire et les intégrer dans un scénario ont été réalisées lors de plusieurs ateliers d'expert.

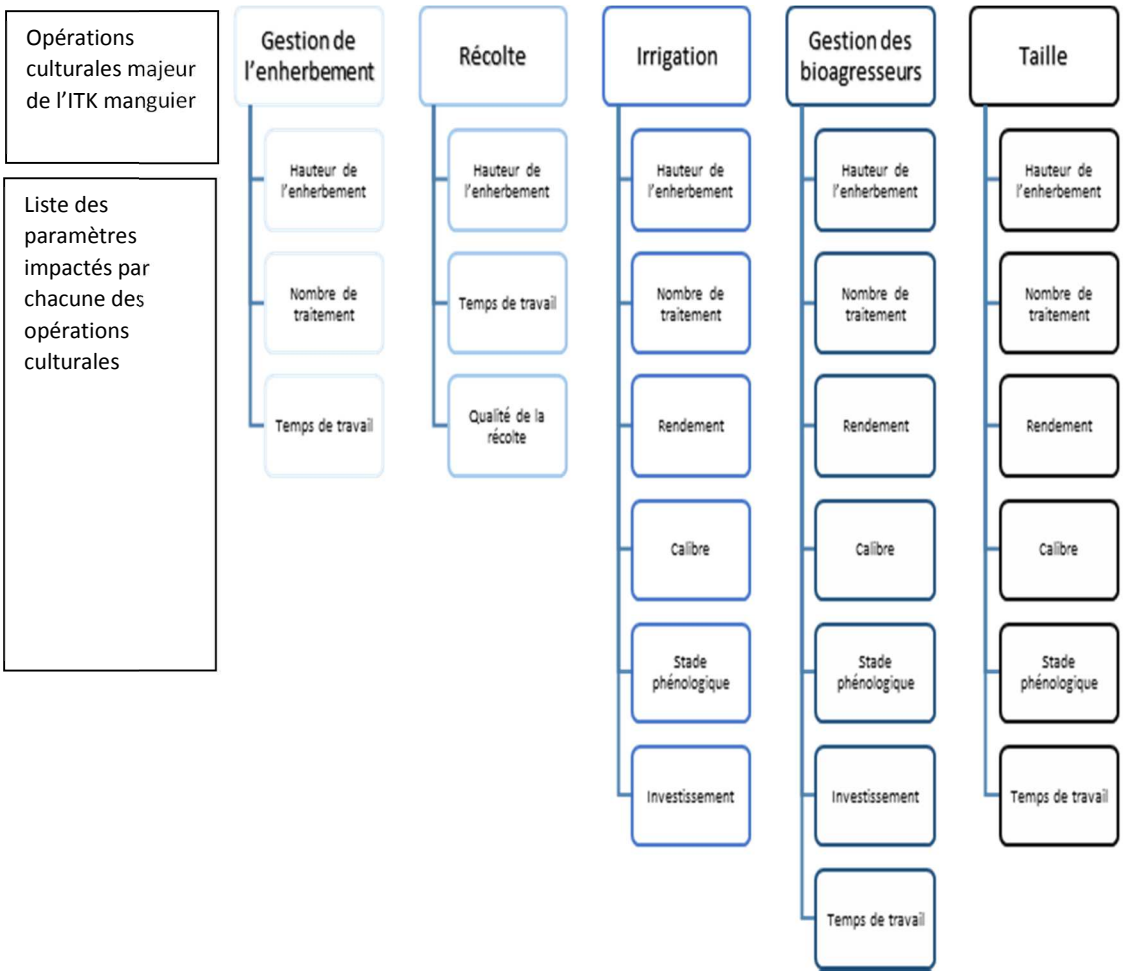


Figure 6 : Mise en relation des opérations culturales avec les variables qu'elles impactent

Les innovations qui ont été choisies pour être simulées sont des techniques qui sont supposées avoir un effet direct ou indirect sur les bioagresseurs et être une alternative à l'utilisation de produits phytosanitaires. Ces innovations jouent sur trois leviers majeurs :

- La période de sensibilité de l'arbre
- Les stades phénologiques des ravageurs
- La présence et la diversité des auxiliaires de culture

Chaque innovation est associée à une des 5 opérations culturales composant l'itinéraire technique de la mangue à la Réunion (Gestion de l'enherbement, Récolte, Irrigation, Gestion des bioagresseurs, Taille). En fonction de son appartenance à l'une de ces 5 opérations culturales, il lui est attribué un

ensemble de variables sur lesquelles l'opération culturale, et par prolongement, la technique innovante est supposée avoir un effet (Figure 7)

Le travail fourni lors des ateliers d'expert a consisté à estimer et à chiffrer, innovation par innovation, les effets qu'elle pourrait avoir sur les performances d'un système de culture classique ainsi qu'à fournir une description détaillée de leurs conditions d'application et de leurs caractéristiques.

4.2.3 Entretiens et simulation

4.2.3.1 Premier entretien de validation des données et sélection des innovations par le producteur

A l'aide des informations recueillies lors de l'enquête sur les systèmes de production (Marchetti, 2016 & Lemarié, 2007), une première simulation du système de culture manguier « initial » a pu être réalisée. Les résultats de cette simulation sont présentés pour validation à l'exploitant. Les informations manquantes sont recueillies à cette occasion. A l'issue de cette première partie, nous sommes en possession d'informations complètes sur les charges variables et fixes de l'exploitation, les temps de travaux pour chaque culture, chaque activité, chaque pratique réalisée sur manguier, de la dynamique de récolte de mangue et des prix qui sont pratiqués, ainsi que des performances biophysique du système de culture mangue en cours.

Dans un deuxième temps, les innovations illustrées par leurs effets potentiels, leurs caractéristiques et leurs conditions de mise en application acquis lors de l'atelier d'expert sont présentées à l'agriculteur. Il sélectionne les innovations qui l'intéressent et met de côté celles qu'ils ne jugent pas pertinentes. Ces innovations ne seront pas simulées lors de la deuxième phase. Cette première sélection est l'occasion pour l'agriculteur de s'exprimer sur les freins majeurs qu'il rencontre à l'introduction d'innovation dans son système. Ce premier contact nous permet de dégager les premières règles de décision.

4.2.3.2 Simulations des scénarios innovants et deuxième entretiens

Chaque scénario innovant consiste en l'introduction de chaque innovation retenue par le producteur dans son système de culture en cours. Les performances biophysiques de ces scénarios innovants sont simulées en appliquant les effets prévus par les experts à l'étape précédente (Annexe 7).

Les paramètres des innovations définis avec les experts sont :

- Temps de travail
- Rendement
- Qualité de la récolte
- Calibre
- Hauteur de l'enherbement
- Stade phénologique (durée & période)
- Nombre de traitements fongique et insecticide

La combinaison des paramètres de cette première partie (souligné ci-dessus) avec les données relatives à l'exploitation et au système de production (charges, temps de travail des autres cultures, temps de travail des activités, nombre d'employé, rémunération, équipement) à dire de producteur permettent de renseigner les variables d'entrée du modèle Co-Hort (Figure 5).

Le modèle Co-Hort ainsi dûment complété a pour variables de sortie (Figure 5) :

- IFT mangue
- Marge brute mangue
- Planning des activités sur une année du système d'activité

La liste de résultats présentée à l'agriculteur pour chaque simulation est une combinaison des deux jeux de variables de sortie présentés ci-dessus :

- Les stades phénologiques du manguier (variable issue de l'atelier d'expert)
- La hauteur de l'enherbement (variable issue de l'atelier d'expert)
- Planning des activités sur une année du système d'activité (variable de Co-Hort)
- Temps de travail total toutes cultures et activités confondues (variable de Co-Hort)
- Marge brute en mangue (variable de Co-Hort)
- IFT en mangue (variable de Co-Hort)

Les résultats ainsi que l'ITK auxquels ils s'appliquent sont représentés de façon schématique et simple pour faciliter les échanges entre chercheurs et producteurs. Le format papier permet une présentation visuelle des performances de chaque scénario et sa comparaison à l'ITK initial. L'entretien est libre et dure 2 à 3 heures. L'objectif est que l'agriculteur choisisse entre plusieurs alternatives et qu'il s'exprime sur les raisons de ces choix. Chaque choix ainsi que les raisons qui les ont motivé sont notés. Ils sont par la suite agrégés sous forme de règles de décision. Pour certaines simulations, une même innovation[4] donne lieu à plusieurs scénarios :

- Un scénario qui présente une hypothèse de performance de l'innovation haute
- Un scénario qui présente une hypothèse de performance basse

Cette démarche a pour but de provoquer chez l'agriculteur une réflexion sur d'éventuels seuils d'acceptabilité qu'il pourrait avoir.

[4] Ce terme comprend l'ensemble des alternatives aux produits phytosanitaires sur lesquelles nous avons travaillé.

5.Résultats

Nos résultats sont présentés en deux temps. En premier lieu nous exposerons la grille d'évaluation des performances ainsi qu'une analyse exploratoire sur les liens qui existent entre indicateurs et variables d'évaluation et les caractéristiques de l'exploitation. Dans un deuxième temps, nous exposerons une description des deux exploitations enquêtées lors de la deuxième phase ainsi que les techniques innovantes proposées par le CIRAD. Nous finirons par la présentation des réactions et des choix des producteurs face à ces techniques ainsi que les règles de décision extraites de cette démarche.

5.1 Grille d'évaluation des performances du système de culture manguier à dire de producteur

5.1.1 Présentation de la grille d'évaluation finale à dire de producteur

A l'issue de la première partie de l'entretien individuel, de réflexion avec les experts et de validation avec les producteurs, nous sommes parvenus à une grille d'évaluation (Figure 7) comprenant 56 variables d'entrées que nous avons regroupé au sein de 22 indicateurs puis répartis dans les trois dimensions du développement durable (Agro-environnementale, Economique et Sociale)

La dimension agro-environnementale fait l'objet de 6 indicateurs évalués par 20 variables. La « Santé de l'arbre » est évaluée par la chute d'une quantité de feuille anormale, une fréquence d'attaque importante qui révélerait d'une incapacité à contrôler les bioagresseurs et donc d'une faiblesse et enfin par la perte de couleur du feuillage. La « Qualité du sol » est évaluée par la quantité de vie observable dans le sol (vers de terre, champignon), la présence d'enherbements garants du développement d'organismes dans le sol. Elle est aussi évaluée par des critères de qualité du sol facilement accessible (structure, humus, couleur). Le risque d' «Erosion » est évaluée par la présence d'enherbements et de haïes qui permettent toute deux une fixation du sol grâce à leur système racinaire. La présence d'« Auxiliaire de culture » est évaluée d'une part par la présence des prédateurs principaux du cortège de bioagresseurs caractéristiques du manguier (micro-guêpe, coccinelle) et d'autre part par la présence d'organismes (oiseau, guêpe) qui, de leur point de vue, reflète la richesse de la biodiversité présente dans leur verger. La « Pollution » émise par le système de culture est évalué par la quantité et la nature des produits utilisés. L'évaluation de la « Pression des bioagresseurs » se fait en fonction du type de ravageurs présent sur la parcelle et de la présence d'auxiliaire de culture. L'humidité intra-parcellaire est aussi une variable importante de cet indicateur car elle rend compte d'un risque d'infestation par des maladies fongiques (oïdium ou anthracnose). Elle est mesurée grossièrement par les producteurs lors de leur passage dans le verger.

La dimension économique est évaluée par 8 variables regroupées en 5 indicateurs. L'évaluation du « Revenu » se fait au travers de la marge brute et du prix de vente au kilogramme de la mangue sur le marché local. Le « Temps de travail » s'évalue grâce à la qualification des ouvriers, leur expérience est mise en lien avec leur efficacité. Il est aussi évalué avec le nombre de tâches qu'il est possible de réaliser avec une machine agricole. Dans cette dimension, « Mode de commercialisation » évalue aussi la capacité du système de culture à être en adéquation avec le mode de commercialisation visé. Enfin, « Indépendance aux aides » vise à vérifier que la rentabilité du système de culture est indépendante de l'existence d'aides.

La dimension sociale est évaluée par 28 variables regroupées en 11 indicateurs. La « Qualité visuelle » du fruit est évaluée par son calibre, la présence de tâches (frottements, anthracnose, etc.), de piqures dues à la mouche des fruits, de traces d'impact suite à sa chute de l'arbre. L'indicateur « Pénibilité » est en partie lié à la récolte. Y est évalué la hauteur des arbres et la hauteur des

	Indicateurs	Variables	Fréquence de citation
Agro-environnemental	Santé des arbres	Chute de feuille	23%
		Fréquence d'attaque des ravageurs	38%
		Couleur du feuillage	46%
	Qualité du sol	Epaisseur d'humus du sol	54%
		Présence de champignon	
		Présence d'enherbement	23%
		Présence de vers de terre	23%
		Couleur du sol	46%
		Structure du sol	46%
	Erosion	Présence d'enherbement	15%
		Présence de haie	8%
	Auxiliaire de culture	Présence de guêpe	23%
		Présence de micro-guêpe	15%
		Présence de coccinelle	62%
		Présence d'oiseau	
	Pollution	Nombre de traitement	54%
		Nature du produit	46%
	Pression bioagresseur	Présence d'auxiliaires	85%
		Humidité intra-parcellaire	69%
		Nature des ravageurs	54%
Economique	Revenu	Marge brute	92%
		Prix de vente perçu par le producteur	92%
	Rendement commercialisable	Rendement -Perte aux champs	77%
	Temps de travail	Qualification des ouvriers (Degré de compétence de la main d'œuvre)	58%
		Temps d'entretien de la parcelle	69%
		Degré de mécanisaton (Nombre d'activité mécanisable dans le SdC)	44%
	Mode de commercialisation	Adéquation avec le marché visé	77%
	Indépendance aux aides	Inépendance aux aides	15%
Social	Qualité visuelle	Calibre	77%
		Couleur	77%
		Tâche	77%
		Piqure	77%
		Trace d'impact	69%
	Pénibilité	Hauteur de l'arbre	77%
		Répartition du travail par rapport aux pics de chaleurs	
		Aisance de circulation dans la parcelle	77%
		Etalement de la floraison, récolte	23%
		Hauteur des premières branches	
	Risque & Exposition	Nature du produit	69%
		Nombre de traitement	54%
	Visions Consommateur	Qualité du fruit	92%
		Pratiques ecoresponsable	69%
	Esthétique	Forme des arbres	31%
		Présence d'enherbement	38%
		Biodiversité	46%
	Qualité gustative	Sucre	38%
		Fermeté	15%
		Acidité	38%
		Concentration de parfum	8%
	Pérennité de la main d'œuvre	Revenu	23%
		Nombre de salarié	23%
	Conservation post-récolte	Résistance aux chocs	8%
	Visions du voisinage	Odeur	8%
		Période de traitement (Vacances solaire, week-end …)	8%
	Qualité sanitaire	Résidus de produits phytosanitaires visibles sur le fruit	38%
	Visions des producteurs	Originalité des pratiques par rapport aux standars réunionnais (enherbement, irrigation, gestion des bioagresseurs)	15%

Figure 7 : Grille d'évaluation des systèmes de culture en mangue à dire de producteur. (En rouge) les variables apparues lors de l'atelier de producteur (en violet) les variables spécifiques (en jaune) les variables consensuelles.

premières branches. On y évalue aussi la possibilité de réaliser des travaux avec des machines agricoles et les conditions de température, conditionnant la pénibilité des travaux. Enfin, cet indicateur évalue aussi l'étalement des stades phénologiques de l'arbre qui joue sur la concentration des travaux (récolte, taille) dans le temps. La « Vision du consommateur » évalue la qualité du fruit qu'elle soit gustative, visuelle, sanitaire. L'évaluation de cet indicateur se fait aussi sur la base de mise en pratique de techniques éco-responsables. L' « Esthétique du verger » se juge à la beauté du verger donnée par un enherbement et une biodiversité (papillon, fleur) et à la forme bien taillée des arbres. La « Qualité gustative » évalue dans quelle mesure le fruit remplit des critères organoleptiques tel que l'acidité, la fermeté, le parfum etc… . La « Pérennité de la main d'œuvre » évalue la capacité du système de culture à maintenir un certain nombre de salariés sur l'exploitation avec un revenu décent. La « Vision du voisinage » évalue la capacité du système de culture à ne pas émettre d'odeur désagréable pour le voisinage et à éviter les traitements pendant les périodes à risques (période scolaire ou récréation lorsque le verger est situé à proximité d'une école). La « Qualité sanitaire » évalue la présence de résidus de produit visible sur le produit après la récolte. La « vision des producteurs » évalue dans quelle mesure les techniques misent en pratique sur l'exploitation s'éloigne des standards de conduite de culture réunionnais.

Par ailleurs, on observe qu'une même variable peut évaluer plusieurs indicateurs. Par exemple, les indicateurs « Pollution » et « Risques & Expositions » sont évalués par les mêmes variables « Nombre de traitement » et « Nature du produit ». Ils renvoient pourtant à deux réalités différentes. Le premier évalue le risque d'impact du SdC sur l'environnement et le deuxième évalue le risque d'impact du SdC sur l'humain, le producteur, sa famille et la main d'œuvre en l'occurrence.

L'ensemble de ces indicateurs ainsi que l'évaluation qui en est faite vient des producteurs. La grille est une monographie de la vision des producteurs sur les systèmes de culture manguier.

5.1.2 Analyse exploratoire des liens entre indicateurs/variables d'évaluation et les caractéristiques de l'exploitation

Pour chaque variable, nous avons analysé la proportion d'agriculteurs l'ayant citée durant l'entretien individuel. Nous remarquons que si certaines variables font consensus et sont partagées par une large majorité des producteurs, d'autres variables sont spécifiques à un individu ou à un groupe de producteurs particuliers (Annexe 6).

Dans notre travail, la liste de variables consensuelles a été définie comme l'ensemble des variables ayant été citées par une proportion de producteurs supérieure ou égale à 85%. Avec cette contrainte, on obtient une liste composée de 4 variables réparties dans les trois dimensions (Figure 7) : « Présence d'auxiliaire », « Marge brute », « Prix de vente » et « Qualité du fruit ». Ces variables ont été citées par tous les types de producteurs. On peut donc faire l'hypothèse qu'elles font consensus au sein de la population de producteurs de mangue à la Réunion.

La première variable « Présence d'auxiliaire » pour évaluer la « Pression bio-agresseurs » est une des marques de la prise de conscience générale des producteurs à propos de l'efficacité des pratiques agro-écologiques contre les bio-agresseurs. Face à la raréfaction des produits phytosanitaires homologués sur manguier et aux crises sanitaires répétées, les producteurs ont réalisé que la favorisation du développement des auxiliaires de culture était une alternative viable aux produits phytosanitaires. Cela s'est traduit notamment par un arrêt progressif de l'utilisation d'herbicides et l'apparition de vergers enherbés. L'effet des auxiliaires de culture sur la pression des bio-agresseurs est maintenant dans tous les esprits et l'enherbement total des vergers est une pratique qui se généralise.

Ensuite, les variables « Marge brute » et « Prix de vente » ont fait l'unanimité dans l'évaluation du revenu. Notons, que tout en restant très cité (Fréquence de citation = 0,77) le rendement n'apparait pas comme une variable consensuelle pour évaluer la dimension économique. Ce décalage entre

revenu et rendement traduit la réalité d'un marché fermé, extrêmement fluctuant où le revenu du producteur n'a pas ou peu de lien avec le rendement commercialisable. En effet, s'agissant d'une production affichant une forte alternance à l'échelle de l'île, les prix dépendent plus du jeu de l'offre et de la demande plutôt que de la réalité économique, reposant sur un coût de production. A titre d'exemple, une année de production réduite à l'échelle de l'île à cause d'un aléa climatique (fort coup de vent) pourra être considérée comme une bonne année. Il y a moins de fruits à récolter, les temps de travaux sont réduits et à cause de la pénurie, les prix sont élevés. Enfin, la mangue reste un produit dispendieux, de luxe, dont la qualité doit être soignée. De plus, dans le contexte concurrentiel du marché de la mangue, il est central de fidéliser sa clientèle pour pouvoir continuer à vendre lorsque la production de mangue atteint son pic en janvier-février. Même si la variable « Qualité du fruit » fait consensus, l'importance donnée à chaque dimension de la qualité (gustative, nutritionnelle, visuelle, conservation post-récolte) semble différer suivant les stratégies commerciales.

Dans le but d'étudier les spécificités stratégiques commerciales et productives, nous avons analysé les variables citées par une ou deux personnes et réalisé des tests exacts de Fisher avec comme hypothèse H0 : « La stratégie commerciale et productive du producteur influe sur les variables/indicateurs qu'il a citées ». Ces variables sont spécifiques d'un ou deux individus. Nous faisons, par ailleurs, l'hypothèse que parfois à travers eux, ces variables sont spécifiques du type d'exploitation qu'il(s) représente(nt) dans notre échantillon.

Dans le cas particulier du type D, les exploitations en conduite biologique diversifiée, nous avons remarqué qu'une attention particulière est accordée à la qualité gustative du produit. Deux des 4 variables qui évaluent cette dimension de la qualité ont été citées exclusivement par le type D. De plus, le test exact de Fisher est significatif (α = 0,038) pour la variable « Fermeté » évaluant l'indicateur « Qualité gustative ». En d'autres termes, le type a un effet significatif sur l'apparition de la variable « Fermeté » dans la grille d'évaluation. Ici, l'effet s'explique par la stratégie commerciale du type D de différenciation par la qualité gustative. Elle est utilisée pour justifier des prix plus élevés que sur le marché conventionnel et une qualité visuelle dégradée à cause de l'absence de tout traitement et notamment de tout traitement fongique (tâche anthracnose).

Le test exact de Fisher est aussi significatif (α =0,038) dans le cas de la variable « Présence de micro-guêpe ». Le type a un effet significatif sur l'apparition de la variable « Présence de micro-guêpe » pour évaluer l'indicateur « Auxiliaire de culture » dans la grille d'évaluation. Le type D est le seul à avoir cité cette variable. Cette spécificité s'explique par l'importance des auxiliaires de culture dans la conduite du verger par les exploitants du type D qui sont en agriculture biologique. Plus que tous les autres, le succès de leur entreprise dépend de leur capacité à établir un équilibre fonctionnel dans leur verger. Cet équilibre passe par leur capacité à évaluer la présence des auxiliaires et à favoriser leur présence. Les micro-guêpes en particulier sont des parasitoïdes qui permettent de lutter contre la mouche des fruits.

Une stratégie commerciale différente apparaît à travers la mention d'une autre dimension de la qualité du fruit illustrée par la variable « Résistance aux chocs ». Cette stratégie est caractérisée par un circuit long (GMS, Export). Le fruit passe par plusieurs intermédiaires. Dans ce cadre particulier, le système de culture est aussi évalué en fonction de sa capacité à fournir des fruits « Résistant aux chocs ». Les producteurs ayant cette stratégie sont tous intégrés à la filière « structurée » et font partie d'une OP. Par ailleurs, initiée par AVO, la plus importante OP en mangue de la Réunion, la filière est en train d'opérer un travail sur son image notamment en passant les certifications HVE. On retrouve cette démarche dans la mention de la variable « Pratique éco-responsable » pour évaluer l'indicateur « Vision du consommateur ».

La mention de la variable « Originalité des pratiques par rapport aux standards Réunionnais » qui évalue l'indicateur « Vision des producteurs » révèle d'une dépendance du producteur vis-à-vis du

regard de la société et de la représentation qu'il a des critères utilisés pour juger son verger. Ce contrôle social se ressent de façon importante dans la population de producteurs séniors (> 60 ans). Ce problème de représentation fait écho à un changement drastique opéré ces dernières années dans l'enseignement agricole. Un des « symptômes » de l' « ancienne école » est le refus catégorique de tout enherbement sur le verger par peur d'être considéré comme des fainéants alors qu'ils reconnaissent les vertus des auxiliaires de culture et le lien entre auxiliaires et enherbement. A l'inverse, cette variable est aussi portée par des producteurs dont une des aspirations est au contraire l'originalité et l'avant-gardisme.

Enfin, les exploitations associant production agricole et activité d'agro-tourisme sont caractérisées par les variables de l'indicateur « Esthétique » du verger. Le verger vient remplir d'autres fonctions que celles de la production. Il produit un environnement dont l'apparence doit être soignée parfois au dépend de la fonction de production. Dans le cadre de cette stratégie, les bénéfices générés par l'activité touristique compensent les pertes occasionnées par le manque d'entretien. L'activité touristique est assez répandue parmi les producteurs de mangue, expliquant le fait que 46% des individus interrogés ont mentionné ces variables.

Indicateurs	Pondération
Santé des arbres	21%
Qualité du sol	18%
Erosion	16%**
Auxiliaire de culture	18%
Pollution	10%
Pression bioagresseurs	17% *
Total	100%
Revenu	33%
Rendement commercialisable	16%
Temps de travail	16%
Mode de commercialisation	26%
Indépendances aux aides	9%
Total	100%
Qualité visuelle	13%
Pénibilité	15%
Risque & Exposition	12%
Visions Consommateur	11%
Esthétique	10%
Qualité gustative	11%
Pérennité MO	8%
Conservation post-récolte	7%
Visions du voisinage	4%**
Qualité sanitaire	7%
Visions des producteurs	1%*
Total	100%

Tableau 2 : Pondération des indicateurs au sein de chaque dimension de la performance (*) indicateurs sur lesquels il n'y a pas eu consensus sur la pondération entre les deux groupes. Dans ce cas la pondération retenue est égale à la moyenne des deux valeurs (« Pression bioagresseurs » : 24% et 14% « Visions des producteurs » : 0% et 3%). (**) Indicateurs liés à des conditions de cultures particulières (parcelle en pente, en zone urbaine). La pondération est issue des seuls producteurs concernés.

Les indicateurs « vision des voisins » et « érosion » sont tous deux caractéristiques de situations spécifiques. Le premier a été cité par un agriculteur dont l'exploitation se trouve en zone urbaine. Il a convenu avec son voisinage de période hors week-end et vacances scolaire pour pratiquer ses traitements dans le but d'épargner un maximum les enfants. Il fait aussi attention à sélectionner pour ses traitements les produits dont l'odeur est la moins gênante.

Le deuxième a été mentionné par des producteurs ayant un terrain en pente ou dans une zone climatique à risque. A la différence des autres critères d'évaluation, les indicateurs « vision des voisins » et « érosion » sont dépendant des conditions de culture et non des modes de production. Toutes les personnes concernées par ces conditions de culture ont cité ces variables. Donc en dépit du faible taux de citation, on peut considérer ces indicateurs comme consensuel mais liés à des contextes particuliers.

5.1.3 Poids attribué à chaque indicateur de la grille d'évaluation

La deuxième partie de l'atelier de producteur était centrée sur la pondération des indicateurs d'évaluation. Les producteurs ont été répartis en deux groupes de trois. La combinaison de leur travail est présentée dans le tableau 2 (et Annexe 6). Les pondérations sont exprimées sur un total de 100 point et sont réalisées pilier par pilier.

La pondération est une approche exploratoire qui a été réalisée avec 6 exploitants représentent 4 des 6 types prédéfinis (Tableau 1). Elle permet de se faire une première idée sur la valeur relative que les producteurs accordent aux indicateurs d'évaluation qu'ils utilisent pour évaluer leur système de culture.

Un premier résultat de cette approche est que les deux groupes sont parvenus à des classements équivalents pour 20 indicateurs sur 22. Seul deux indicateurs n'ont pas fait consensus : « Pression des bio-agresseurs » et « Vision des producteurs ». Tous les producteurs présents lors de l'atelier s'accordent sur l'importance relative de chaque indicateur. Dans le pilier agro-environnemental, les indicateurs « Santé des arbres », « Auxiliaire de culture », « Qualité du sol » et « Pression bio-agresseurs » affichent une importance particulière. L'importance allouée à ces indicateurs révèle une vision multifactorielle des systèmes de culture par les producteurs. Enfin, le pilier social ne montre aucun indicateur prépondérant. L'évaluation en est complexe et multiforme.

5.1.4 Synthèse des deux approches précédentes

On peut faire ici un lien entre la fréquence de citation des variables et l'importance relative qui a été accordée lors de l'atelier, aux indicateurs qu'elles évaluent.

La pondération confirme la consensualité de 2 indicateurs sur 3 qui ont été identifiés parce qu'ils rassemblaient plus de 85% de fréquence de citation. Il s'agit des indicateurs : « Pression des bio-agresseurs », «Revenu ». L'indicateur « Vision des consommateurs » aux dires des 6 producteurs présents lors de l'atelier bien que toujours importante n'est plus prépondérante. Cette disparité entre la pondération et la représentativité peut s'expliquer par l'absence des types D et A1, dont les stratégies commerciales respectives reposent sur la fidélisation du client à travers la différenciation par la qualité et par la mise en pratique de techniques écoresponsables. On peut donc faire l'hypothèse que ces trois indicateurs ainsi que leurs variables forment un socle commun à l'ensemble des producteurs de mangue à la Réunion. Ils sont révélateurs de déterminants liés à l'environnement de l'exploitation comme le marché, les conditions pédoclimatiques, les réglementations. Par ailleurs, l'indicateur « Revenu » occupe deux fois plus d'importance que celui du « Rendement commercialisable ». Ceci tend à confirmer les résultats précédents, le revenu prend le pas sur le rendement pour l'évaluation des performances économiques des systèmes de culture en mangue.

De la même façon, la pondération confirme le faible poids de 6 indicateurs sur 7 qui avaient été cités moins de deux fois (<15%). Il s'agit des indicateurs : « Erosion », « Indépendance aux aides », « Qualité gustative », « Conservation post-récolte », « Visions des voisins », « Vision des producteurs ». L'indicateur « Auxiliaire de culture » se révèle être de ceux qui ont obtenu une pondération élevée alors que ses variables ont été citées en moyenne par moins de 1/3 de l'échantillon. L'explication pourrait être que même si *a posteriori* les auxiliaires de culture sont considérés comme importants, peu y associent la diversité d'organismes qui se cachent derrière ce terme.

Enfin, la pondération a permis de souligner l'importance de certains indicateurs affichant des fréquences de citation inférieure à 85% et supérieure à 15%. Il s'agit notamment des indicateurs « Santé des arbres » et « Qualité du sol » et « Auxiliaire des cultures » qui traduisent la sensibilisation des producteurs de mangues à différents leviers de la transition agro-écologique.

5.2 Etude approfondie de la relation à l'innovation de deux exploitations contrastées

5.2.1 Présentation des exploitations sur lesquelles l'étude a été réalisée

5.2.1.1 Exploitation n°4 de M. X

M.X est le directeur d'AVO, l'OP la plus importante en mangue de l'île de la Réunion. En effet, l'organisation occupe les 3/4 du marché de la mangue réunionnaise. M. X est installé dans la région de St Paul (Zone du Nord-Ouest). Son exploitation est diversifiée. Il produit du foin, de la canne à sucre, du maraîchage, de l'ananas et de la mangue (Tableau 3). Son revenu se fait à part égal sur le maraîchage, la mangue et la canne à sucre. L'ananas et le foin ne sont que des revenus mineurs.

	Superficie	Mode de faire valoir	Culture actuel	Depuis quand
Parcelle 1	4,80 ha	Acheté	Mangue (Cogshall & Nam doc mai)	2002
Parcelle 2	2,80 ha	Loué	Mangue	2009
Parcelle 3	4 ha		Foin	2001 - 2002
Parcelle 4	4 ha		Maraîchage (citrouille, concombre, courge	2001 - 2002
Parcelle 5	1 ha		Ananas	2001 - 2002
Parcelle 6	15 ha		Canne	2009

Tableau 3 : Parcellaire du producteur M. X

En mangue, la variété représentée majoritairement est la Cogshall. Il a aussi 200 plants de Nam Doc Maï plantés en bordure du verger. La mangue Cogshall ainsi que la Nam Doc Maï sont connu pour être des mangues assez précoce à très précoce. La Nam Doc Maï fait partie de ces mangues introduites par le CIRAD dans les années 2000 pour augmenter la diversité dans la demande et étaler la période de production de mangue.

L'exploitation n°4 est liée à des contraintes internes et externes et à des objectifs qui sont propre à l'exploitant M. X. (Figure 8). Les contraintes externes sont caractérisées dans un premier temps par un cortège de bio-agresseurs divers. D'après l'exploitant, la pression qu'exerce ce cortège est de fort à moyen, avec une exception pour la cochenille où la pression a été extrêmement forte durant la crise de la cochenille. Dans un deuxième temps, les conditions climatiques sèches pendant les premier mois de l'année permettent une précocité importante de la récolte. L'exploitant met l'accent sur l'environnement social, avec un marché du travail où d'après lui il est de plus en plus difficile de trouver des ouvriers même non qualifié. Enfin, son environnement économique est majoritairement le marché local où le prix de la mangue fluctue de façon importante durant la période de production en fonction du jeu de l'offre et de la demande.
Les contraintes internes relevées par l'exploitant sont liées à la variété de mangue qu'il cultive : la mangue Cogshall. Elle possède des caractéristiques qui contraignent l'exploitant dans le calibre de ses fruits, la durée de ses stades phénologiques, sa sensibilité aux ravageurs tels que la cochenille, entre autres. La surface importante dont il dispose ainsi que la complexité de son système de production rendent centrale la question de la main d'œuvre ainsi que la répartition du travail.
Enfin, l'exploitant M. X a deux objectifs majeurs qui sont : maximiser son profit et limiter au maximum la main d'œuvre avec comme horizon de pouvoir effectuer tous les travaux sur son exploitation seul.

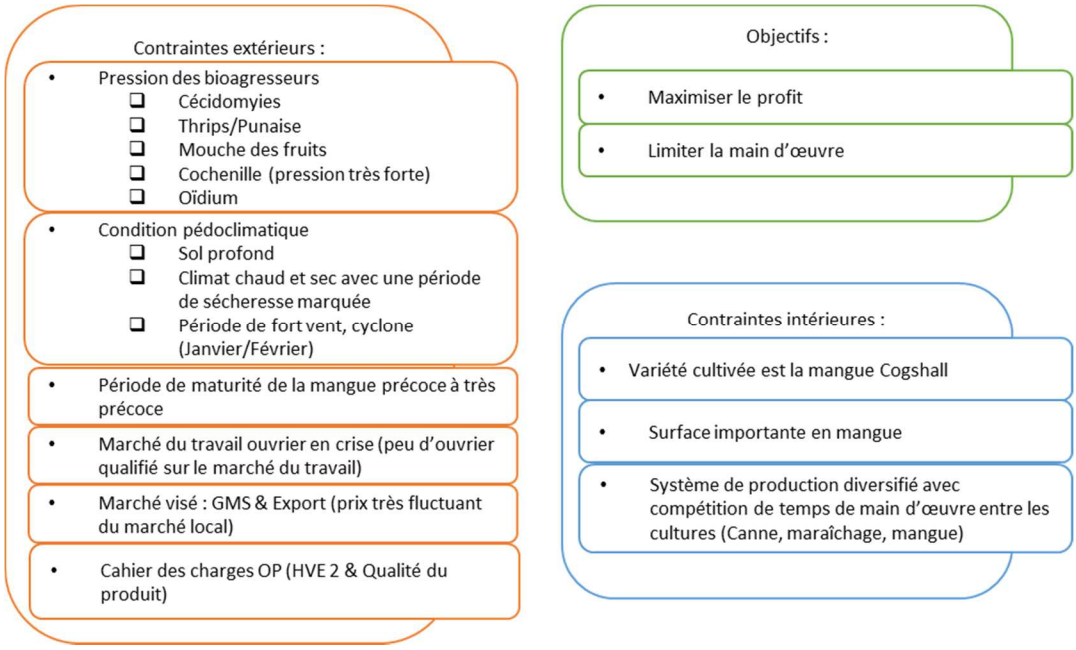


Figure 8 : Objectifs de l'exploitant et contraintes vue par l'exploitant de l'exploitation agricole n°4

Pour remplir ses objectifs tout en tenant compte des contraintes internes et externes à son exploitation, M. X a mis en place une stratégie productive raisonnée. Les produits phytosanitaires sont utilisés lorsque les seuils d'infestation préconisés par la Chambre d'agriculture sont atteints. Seul l'oïdium est à l'origine de traitement systématique. De plus, il favorise de plus en plus le développement d'auxiliaire de culture pour compléter la gestion chimique qu'il fait des bio-agresseurs. Un autre point majeur de sa stratégie de production est de maximiser la précocité de sa récolte déjà partiellement garantie par le terroir dans lequel il est et la variété qu'il cultive (Figure 9). Cette stratégie passe notamment par la réalisation d'un stress hydrique et de la taille post-récolte des arbres. Elle lui permet récolter des fruits lorsque l'offre est faible et la demande élevée et donc de les vendre à un prix élevé.

Enfin, sa stratégie commerciale se résume à déléguer la commercialisation de ses produits à l'OP dont il est le directeur. Un des membres de l'organisation se charge de toutes les activités une fois le fruit récolté.

Les liens précis qui existent entre stratégies, objectifs et contraintes sont établis dans la suite de l'exposé grâce aux informations apportées par les réactions des producteurs face aux résultats des simulations.

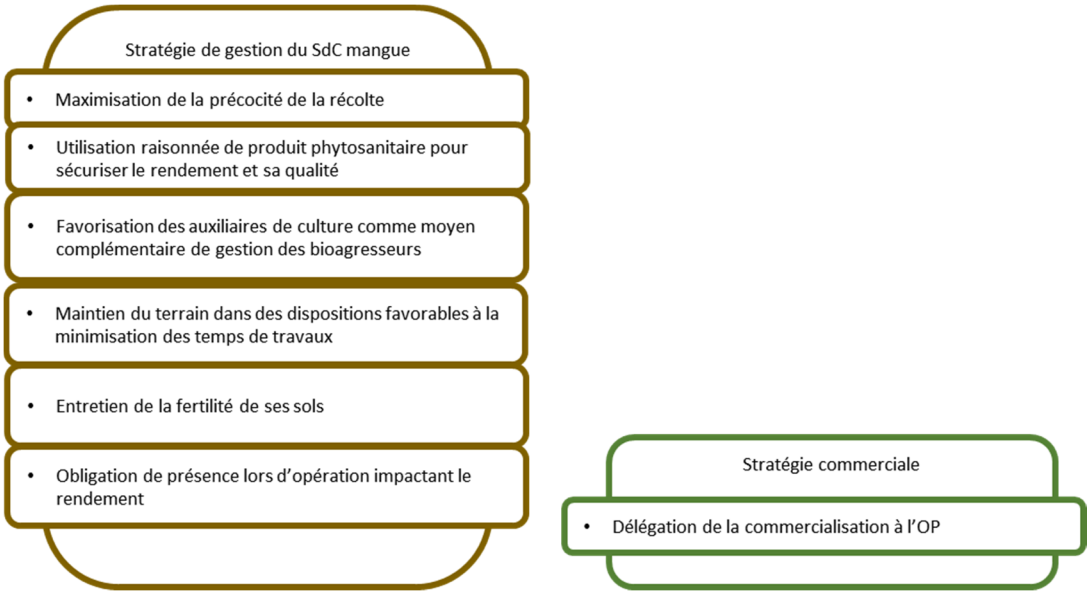


Figure 9 : Stratégie productive et commerciale du système de production de l'exploitation agricole n°4

L'ITK initiale en mangue de l'exploitation n°4 (Figure 10) :

Figure 10 Itinéraire technique en mangue de l'exploitation n°4. (1) mois de l'année (2) Stades phénologiques du manguier (3) Récolte (4) Taille (5) Irrigation (6) Gestion de l'enherbement - Date de fauche (7) Traitement fongicide - Date de traitement (8) Traitement insecticide à base de Karaté Zeon et Synéis Appa– Date de traitement (9) (bande continue) Piégeage de masse contre la mouche des fruits – Période de mise en place (9) (étoile) Surveillance phytosanitaire –Battage.

L'itinéraire technique de M. X présente plusieurs éléments typiques du système de culture manguier conventionnel à la Réunion. Dans un premier temps, on y retrouve la taille post-récolte qui est pratiqué quelques jours après que le dernier fruit soit récolté. Dans un deuxième temps, on trouve le stress hydrique qui est effectué de janvier à début juin. Selon les exploitants, c'est grâce à cette pratique que les floraisons sont induites de façon précoce. Troisièmement, la période de floraison, de juillet à mi-septembre est l'occasion de nombreux traitement soufré anti-oïdium. Ils sont réalisés systématiquement pour protéger les inflorescences. La gestion des autres ravageurs se fait de manière curative. Enfin, les fauches de l'enherbement sont réalisées majoritairement pendant la récolte de sorte à pouvoir apercevoir les mangues qui ont chuté de l'arbre. En dehors de cette période où l'enherbement doit être ras, l'enherbement ne nécessite pas de gestion particulière car à cause des

conditions climatiques sèches et du manque d'irrigation, il ne se développe pas assez pour gêner le passage des ouvriers et des machines (Annexe 10).

Environnement économique de l'exploitation n°4

Mois	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Pourcentage de la production	20%	50% voir plus	10%	10%	10%
Prix de vente	7 à 8 euros/kilo	3 euros/kilo	1,5 euros/kilo	1,5 euros/kilo	3 euros/kilo

Tableau 4 : Dynamique de récolte et de prix moyen pour l'exploitation de M. X

L'intégralité de la production est vendue à l'OP. L'intégralité de la commercialisation des mangues est déléguée à l'OP. Les marchés principaux visés par l'OP sont la GMS (exclusivité avec 57 magasins) et dans une moindre mesure l'export. Avec cette organisation, M. X peut se consacrer entièrement à la récolte des mangues qui doit se faire rapidement car la Cogshall, à l'inverse de la mangue José, possède une période de floraison et de maturité resserrée, 50% de la récolte doit se fait en moins d'un mois. Etant donné que l'OP auquel l'exploitant appartient est la plus importante de l'île, elle a tendance à fixer les prix à la Réunion. Par conséquent, les mercuriales (Annexe 2) sont un bon indicateur des prix que M. X perçoit. Son bénéfice dépendant de la dynamique de la récolte (Tableau 4)

5.2.1.2 Exploitation n°7 de M. Y

L'exploitation se situe sur un îlet (Annexe 8) au milieu des champs de canne à Saint Pierre à la Réunion (Zone du Sud). L'exploitation a un système de production diversifié (Tableau 5) dont le mode de conduite est biologique. Les intrants non certifiés AB ne sont plus du tout utilisés sur l'exploitation. Le travail de l'exploitation se divise en deux pôles : le travail sous serre (Parcelle « Festin du chef ») et le travail dans le verger et à ses abords (Parcelle « Elise » & « Zerb Fol' »).

	Superficie	Mode de faire valoir	Culture actuel	Depuis quand
Verger	6070 m²	Acheté en 2005	Manguier (José)	1996
Parcelle « Elise »	500 m²		Asperge	2012
Parcelle « Zerb Fol' »	400 m²		Maraichage	2016
Parcelle « Festin du chef » (Serre)	1400 m²		Tomate de bouche & courges & plantes aromatiques	2012
Parcelle « Foin »	1700 m²		Foin/Paille	2005

Tableau 5: Parcellaire de M. Y

Le verger de mangues est composé de trois variétés : la petite José, la grosse José (majoritaire) et la José royale. Elles se différencient par leur calibre. La petite José est la plus petite tandis que la José royale a le plus gros calibre. Dans cette exploitation, la variété José affiche 3 cycles de floraison d'Août à Septembre, entrainant un fort étalement de la maturité de Novembre à Mars avec un pic de production en Janvier/Février (pleine saison).

L'exploitation agricole n°7 est liée à des contraintes externe, des contraintes internes et à des objectifs, propres à l'exploitant M. Y (Figure 11). Les contraintes externes à l'exploitation sont caractérisées par

un cortège de bio-agresseurs particulier puisqu'il contient l'anthracnose en plus d'autres ravageurs (mouche des fruits, cochenille, thrips, punaise, cécidomyies) plus largement répandu à travers l'île. Les conditions pédoclimatiques font aussi que la période de maturité des fruits est en pleine saison. Cette zone de l'île est moins marquée par la sécheresse, ce qu'il limite les inductions florales précoces. Les contraintes internes à l'exploitation sont marquées par une petite surface de verger, des pics de travaux importants dus à une compétition des temps de main d'œuvre entre culture. Par conviction, le producteur M. Y s'est imposé de ne pas embaucher de travailleur précaire. Le nombre d'employé est constant et se limite à 4 personnes. Enfin, les objectifs du producteur sont d'atteindre l'autonomie financière et productive, c'est-à-dire, qu'il ne veut pas avoir de dette, ni avoir à acheter d'intrant. Sa politique sociale dans son entreprise est de rémunérer tous les travailleurs, propriétaire comme salarié au même niveau. L'allocation des bénéfices est décidée collégialement. Enfin, il veut établir un rapport de confiance avec les consommateurs en renouant un lien avec eux et en leur vendant des produits sains, respectueux de leur personne, de l'environnement et à un prix juste.

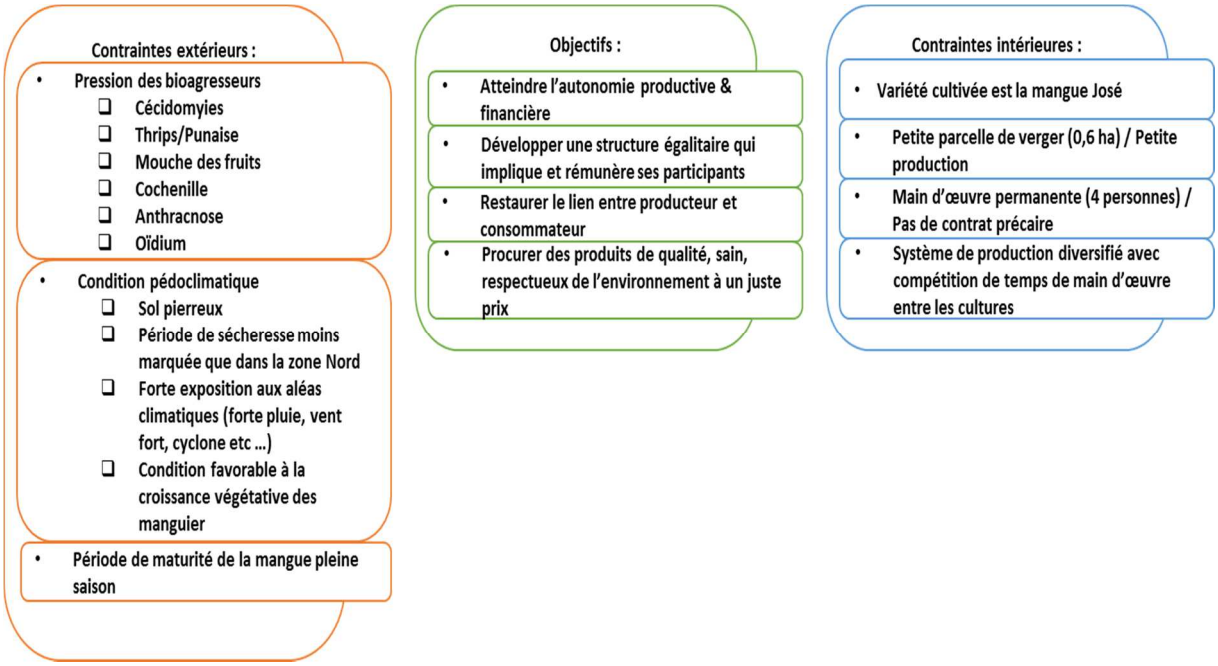


Figure 11 : Objectifs de l'exploitant et contraintes vue par l'exploitant de l'exploitation agricole n°7

La combinaison des objectifs de l'exploitant et des contraintes vues par l'exploitant ont amené le producteur à établir une stratégie productive basée sur la permaculture et l'agriculture biologique en n'utilisant pas de produit phytosanitaire et en y préférant l'établissement d'un équilibre entre prédateur et auxiliaire de culture, en minimisant les stress imposés à l'arbre et en renforcent de manière continue la qualité du sol notamment. A cause de leurs objectifs et contraintes, ils ont aussi mis en place une stratégie commerciale basée sur les circuits courts et sur la promotion de leur pratique respectueuse de l'environnement et source de fruits de bonne qualité gustative pour obtenir des prix de vente suffisant pour rémunérer suffisamment leur travail (Figure 12).

Les liens précis qui existent entre stratégies, objectifs et contraintes sont établis dans la suite de l'exposé grâce aux informations apportées par les réactions des producteurs face aux résultats des simulations.

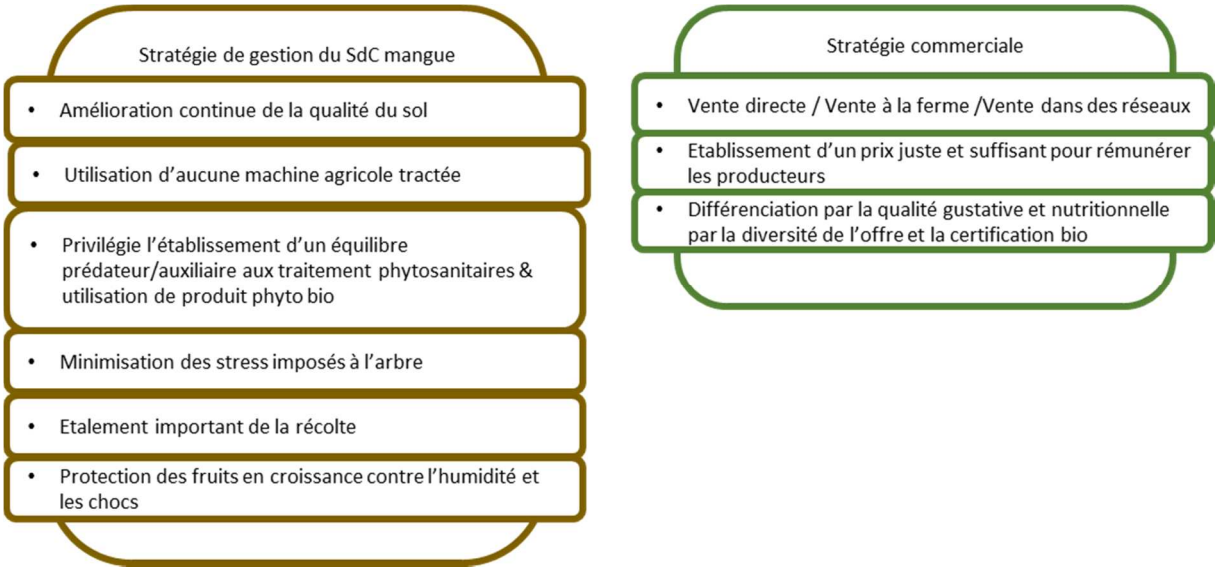


Figure 12 : Stratégie productive et commerciale du système de production de l'exploitation agricole n°7

L'ITK initiale en mangue de l'exploitation n°7 (Figure 13)

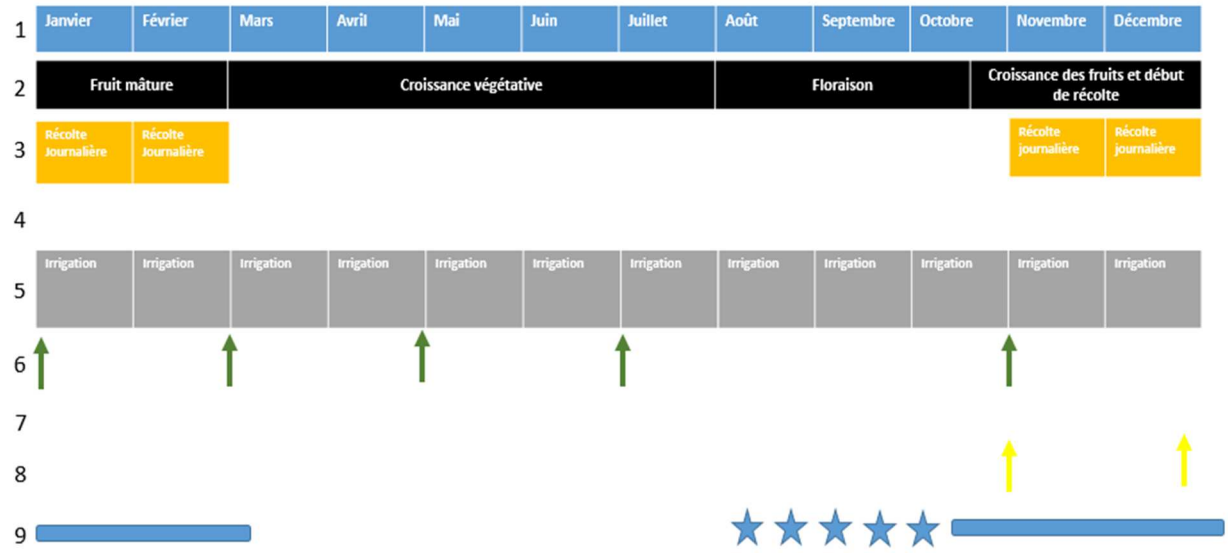


Figure 13 : Itinéraire technique en mangue de l'exploitation n°7. (1) mois de l'année (2) Stades phénologiques du manguier (3) Récolte (4) Taille (5) Irrigation (6) Gestion de l'enherbement - Date de fauche (7) Traitement fongicide - Date de traitement (8) Traitement insecticide à base de Synéis Appa – Date de traitement (9) (bande continue) Piégeage de masse contre la mouche des fruits – Période de mise en place (9) (étoile) Surveillance phytosanitaire –Battage.

Ce système de culture présente trois particularités par rapport à l'ITK standard préconisé : les arbres ne sont pas taillés, le stress hydrique n'est pas pratiqué et aucun fongicide n'est utilisé. L'enherbement est fauché mécaniquement avec une débroussailleuse. Elle est réalisée de façon régulière du mois de novembre au mois de février pour faciliter les déplacements au sein du verger lors de la récolte. On laisse se développer l'enherbement particulièrement lors de la floraison de manguier pour que les équilibres entre populations d'auxiliaires et ravageurs s'établissent durant ce stade sensible de la culture. Les fauches réalisées après la récolte permettant d'empêcher qu'une variété végétale prenne le pas sur les autres et ainsi de conserver une diversité d'essences. Les volumes de mangues récoltées de novembre à décembre sont négligeables. La majorité de la récolte a lieu de janvier à février. Enfin, des pièges de masse à base de phéromones sont disposés à l'intérieur et autour du verger pour lutter contre la mouche des fruits durant la période de maturité de la mangue.

Tableau 6 : Prix perçu par M. Y en fonction des débouchés en mangue

Voie de commercialisation	Coop	Autres (« ruche qui dit oui », vente à la ferme)	
Prix	1,90 euros/kilo	Max : 6,5 euros/kilo Moy : 5,5 euros/kilo Min : 4,5 euros/kilo	2,5 euros/kg -> produits tâchés
Quantité	4 tonnes et 500 kilos	3 tonnes	500 kilos

La commercialisation de la production (Tableau 4) se fait à la coopérative VIVEA. Les prix de vente (1,90€ le kilo) ne sont pas satisfaisants pour M. Y. Le producteur vend donc en parallèle plus de la moitié de sa production en direct sur l'exploitation, grâce au réseau « la Ruche qui dit oui » ou au RPIMA (**R**égiment de **P**arachutiste d'**I**nfanterie de **MA**rine) basé à Pierrefond.

5.2.2 Descriptif des techniques innovantes alternatives à l'utilisation de produits phytosanitaires

5.2.2.1 Innovation n°1 : Récolte sanitaire (Tableau 7)

Les fruits tombés précocement seraient l'origine des premiers foyers d'infestation de la mouche des fruits (comm. privée I. Grechi). La récolte sanitaire permet de d'enlever du champ ces fruits tombés trop tôt. Cette technique nécessite d'avoir une vue dégagée du sol de la parcelle. Voilà pourquoi, il faut associer à la récolte sanitaire soit une fauche rase de l'enherbement soit un bâchage « long » (voir « Innovation n°2 »).

Titre de l'innovation (Scénario)	Récolte sanitaire (Hypothèse basse)	Récolte sanitaire (Hypothèse haute)
Opération culturale concernée	Gestion des bioagresseurs	
Période de mise en place	Un mois avant le début de la récolte	
Investissement	Nul	
Temps de travail	16h/mois/ha/pers	
Pression bioagresseurs	-25% des traitements liés à la mouche des fruits (comm. privée I. Grechi, 2017)	-50% des traitements liés à la mouche des fruits
Hauteur de l'enherbement	Maintien d'un enherbement ras pendant la durée de la récolte sanitaire	
Prix de vente et perte aux champs	EA n°4 : -100% sur la quantité de fruit déclassée EA n°7 : Augmentation du prix de vente de 3,5 euros/kilo pour 25% de la production vendue à 1,5 euros/kilo	EA n°4 : -100% sur la quantité de fruit déclassée EA n°7 : Augmentation du prix de vente de 3,5 euros/kilo pour 50% de la production vendue à 1,5 euros/kilo

Tableau 7 : Effets potentiels et caractéristiques de l'innovation "récolte sanitaire" définis à dire d'expert sur le SdC des EA n°4 et n°7

Pour prendre en compte l'effet de l'innovation sur l'utilisation des produits phytosanitaires, nous avons envisagé une hypothèse haute (Diminution de 50% des traitements contre la mouche des fruits) et une hypothèse basse (Diminution de 25% des traitements contre la mouche des fruits). Pour les autres variables, seule la proportion de la production par prix de vente de l'exploitation n°7 change d'une hypothèse à l'autre et passe de 25% pour l'hypothèse basse à 50% pour l'hypothèse haute.

5.2.2.2 Innovation n°2 : Le Bâchage (Tableau 8)

Il existe deux modalités pour cette technique appelés bâchage « long » et bâchage « court »

Description de la technique du bâchage « long »

Le bâchage « long » est une technique qui consiste à recouvrir le sol de la parcelle dans son intégralité par un tissu composite ou une bâche plastique du début de la période de floraison du manguier jusqu'au début de la récolte. Elle a pour objectif d'altérer le cycle phénologiques de la Cécidomyie des fleurs en empêchant les pupes de l'insecte une fois tombées de l'arbre de s'enfouir dans le sol lors de la floraison et ainsi de les exposer à ses prédateurs et aux radiations lumineuses (comm. privée F. Normand, 2017). Par ailleurs, elle permet de faciliter la récolte prophylactique des fruits tombés avant maturité (comm. privée I. Grechi, 2017) (voir « récolte sanitaire »).

Description de la technique bâchage « court »

La différence de cette technique est que la bâche n'est laissée que le temps de la floraison afin de ne pas trop perturber l'enherbement de la parcelle. Ce qui implique que son unique intérêt concerne la lutte contre la Cécidomyie des fleurs.

Titre de l'innovation	Bâchage "long"	Bâchage "court
Opération culturale concernée	Gestion des bioagresseurs	
Période de mise en place	Installation début floraison Désinstallation fin nouaison - début récolte	Installation début floraison Désinstallation fin floraison
Investissement	8500 euros/ha tous les 3 ans (comm. privée C. Soria, 2017)	
Temps de travail	80 h/ha/pers (comm. privée C. Soria, 2017)	
Pression bioagresseurs	-70% des traitements liés à la Cécidomyie des fleurs (comm. privée C. Soria, 2017) -20% des traitements liés à la mouche de fruits (comm. privée I. Grechi, 2017)	-70% des traitements liés à la Cécidomyie des fleurs (comm. privée C. Soria, 2017)
Hauteur de l'enherbement	Pas d'enherbement pendant la durée du bâchage	Pas d'enherbement pendant la durée du bâchage

Tableau 8 : Effets potentiels de l'innovation "bâchage" à dire d'expert sur le SdC des EA n°4 et n°7

5.2.2.3 Innovation n°3 : Suppression de floraison (Tableau 9)

Comme stipulé dans l'introduction, lors de sa floraison le manguier est en proie à un cortège important de ravageurs : Cécidomyie des fleurs, Thrips, Punaise. De plus, il y a plusieurs « vagues » de floraison, ce qui ne fait qu'étaler la période de sensibilité de ces ravageurs. Le principe de la technique « suppression d'inflorescence » est de préserver une des « vagues » de floraison et de détruire toutes les autres. L'objectif est de diminuer l'étalement de la floraison et par là même le nombre de traitement à effectuer.

Titre de l'innovation (Scénario)	Suppression des inflorescences (Hypothèse basse)	Suppression des inflorescences (Hypothèse haute)
Catégorie d'opération culturale concernée	Gestion des bioagresseurs	

Période concernée	Pendant la période de floraison	
Investissement	Nul	
Temps de travail	45h/ha/pers (comm. privée I. Grechi, 2017)	
Pression bioagresseurs	-25% traitement Cécidomyie (comm. privée F. Normand, 2017)	-50% sur le nombre de traitement lié à la Cécidomyie des fleurs
Calibre du fruit & Rendement	+50% Calibre, pas de modification du rendement (comm. privée F. Normand, 2017)	+100% Calibre, pas de modification du rendement
Stade phénologique	Diminution de 1/4 de la période de floraison (comm. privée I. Grechi, 2017)	Diminution de moitié de la période de floraison
Hauteur de l'enherbement	Fauche avant la suppression des inflorescences	Fauche avant la suppression des inflorescences

Tableau 9 : Effets potentiels de l'innovation "suppression de floraison" à dire d'expert sur le SdC des EA n°4 et n°7

5.2.2.4 Innovation n°4 : Enherbement spontané favorisé toute l'année (Tableau 10)

Titre de l'innovation (Scénario)	Enherbement spontané favorisé toute l'année (hypothèse haute « Pression bioagresseurs » + hypothèse haute « Rendement ») (Scénario 1)	Enherbement spontané favorisé toute l'année (hypothèse haute « Pression bioagresseurs » + hypothèse basse « Rendement ») (Scénario 2)	Enherbement spontané favorisé toute l'année (hypothèse basse « Pression bioagresseurs » + hypothèse haute « Rendement ») (Scénario 3)	Enherbement spontané favorisé toute l'année (hypothèse basse « Pression bioagresseurs » + hypothèse basse « Rendement ») (Scénario 4)
Catégorie d'opération culturale concernée	Gestion de l'enherbement & Irrigation			
Période concernée	Toute l'année			
Investissement	Un système d'irrigation pour l'interrang (non chiffré)			
Temps de travail	Nul			
Pression bioagresseurs	-50% traitement total (comm. privée C. Soria, 2017)		-25% traitement total	
Calibre du fruit & Rendement	-20% de rendement (Normand, 2014)	-10% de rendement	-20% de rendement (Normand, 2014)	-10% de rendement
Stade phénologique	Maturité retardée de 1,5 semaine (Normand, 2014)			
Hauteur de l'enherbement	Enherbement fauché deux fois (pré-récolte et pré-taille) et croissance supérieur			

Tableau 10 : Effets potentiels de l'innovation "enherbement spontané favorisé toute l'année" à dire d'expert sur le SdC des EA n°4 et n°7

Dans les bassins de production de mangue à la Réunion, il y a alternance entre une période humide et une période sèche. Durant cette deuxième période, l'enherbement se décrépit et n'est plus un habitat suffisant pour retenir les auxiliaires de culture. Il faut irriguer dans l'inter-rang pour maintenir un enherbement vert toute l'année et maintenir sur place une population d'auxiliaires de culture conséquente. Les fauches sont à limiter au maximum. Elles ont lieu 2 fois par an, une fois avant la récolte et une fois avant la taille des arbres pour des questions pratiques. A cause de l'irrigation et de

l'humidité que cela engendre, les inductions florales sont moins précoces et moins vigoureuses d'où la perte de précocité et la perte de rendement.

5.2.2.5 Innovation n°5 : Taille « raffinée » (Tableau 11)

La technique consiste à sectionner sur une petite longueur (5 à 10 cm) chaque extrémité de rameau de l'arbre afin de synchroniser par la suite la poussée végétative et par prolongement la floraison (comm. privée I. Grechi, 2017). La synchronisation permet une réduction dans le temps de l'étalement à l'échelle de la parcelle d'un stade phénologique. La durée du stade sensible de la floraison est ainsi limitée dans le temps.

Titre de l'innovation	Taille « raffinée »
Catégorie d'opération culturale concernée	Taille
Période concernée	Après la récolte
Investissement	Nul
Temps de travail	200h/ha/pers (soit deux fois plus qu'une taille « classique ») (comm. privée I. Grechi, 2017)
Pression bioagresseurs	-2/3 traitement Cécidomyie, Thrips, Punaise (comm. privée I. Grechi, 2017)
Calibre du fruit & Rendement	-22% de rendement + 14% Calibre (comm. privée I. Grechi, 2017)
Stade phénologique	Diminution de 2/3 de la période de floraison Récolte un mois et demi plus tôt (comm. privée I. Grechi, 2017)
Hauteur de l'enherbement	Fauche avant la taille

Tableau 11 : Effets potentiels de l'innovation "taille raffinée" à dire d'expert sur le SdC des EA n°4 et n°7

5.2.3 Présentation des choix des producteurs

Lors du premier entretien, le producteur a dû faire un choix dans le panel de techniques innovantes qui lui était proposées lesquelles allaient être simulées. Certaines innovations ont été rejetées car elles n'étaient pas cohérentes avec les stratégies mises en place par le producteur, d'autres étaient déjà mises en place car le producteur avait établi qu'elles étaient en phase avec sa vision de son système de production avant cette étude. Enfin, le producteur a choisi quelques techniques innovantes pour qu'elles soient simulées à l'échelle de l'exploitation agricole. Nous allons présenter ici la cohérence de ces choix avec les stratégies mises en place sur l'exploitation ainsi que leur contraintes et objectifs.

5.2.3.1 Cas de l'exploitation n°4 :

- Les innovations « bâchage », « récolte journalière précoce » et « suppression de floraison » n'ont pas été identifiées comme cohérentes avec les stratégies mises en place par M. X.
- L'innovation « récolte sanitaire » était déjà en pratique sur l'exploitation lors de l'étude

- Les innovations « enherbement spontané favorisé toute l'année » et « taille « raffinée » » n'ont pas été identifiées comme incohérentes par M. X.

La stratégie de production est basée sur l'utilisation de produits phytosanitaires. De plus, l'objectif du producteur est de minimiser la main d'œuvre et de maximiser son revenu. Enfin, la cécidomyies des fleurs n'est pas considérée par le producteur comme étant un ravageur de première importance sur l'exploitation. Les attaques sont trop variables. La combinaison de ces facteurs fait que le bâchage, qui est un moyen de lutte spécifique à la cécidomyies n'a pas la priorité de producteur. Surtout, qu'il existe un moyen de gestion chimique encore efficace et bien moins cher financièrement et en main d'œuvre : le Karate Zéon. L'investissement dans une bâche est conséquent et cette technique nécessite, *a priori*, énormément de main d'œuvre pour l'installation, sa désinstallation (Tableau 8). Si à l'avenir, l'utilisation d'une bâche pour contrôler la population de cécidomyies revenait moins cher que d'épandre du Karaté Zéon alors le producteur pourrait l'envisager comme une alternative.
Pour l'innovation « suppression de floraison », l'exploitant l'a trouvé incohérente avec son système de production car d'après lui, la variété Cogshall a en moyenne une vague de floraison. L'innovation n'est pas applicable car elle reviendrait à détruire ses possibilités de production.
L'exploitant a pour stratégie de déléguer la commercialisation à son OP. Il doit donc avoir des produits qui remplissent les critères d'acceptation du fruit. Or le stade de maturité est un critère d'acceptation du fruit par l'OP. Et en l'absence de chambre froide pour faire murir les fruits sur son exploitation, l'agriculteur ne peut se permettre de récolter des fruits précocement de peur qu'il ne soit pas accepté par son organisation par la suite.

La pression mouche des fruits est considéré comme assez forte sur l'exploitation. De plus, d'après l'exploitant la pression va aller croissante avec l'arrivée cette année d'une nouvelle mouche des fruits (Bactrocera dorsalis). Elle présente un grand danger économique pour l'exploitation n°4 à cause de la grande diversité des plantes hôtes. De plus, son mode de commercialisation (OP) ne lui permet pas de marge de manœuvre vis-à-vis de la vente de mangues piquées. Il était donc nécessaire pour l'exploitant de mettre en place une technique qui permettrait de compléter l'utilisation de piège à phéromone qu'il dispose à l'intérieur et autour de son verger durant toute la période de maturité des fruits. La récolte sanitaire est centrale avec la pression qui est assez forte. Le temps de travail totale que nécessite cette technique se justifie tout à fait car une piqure de mouche interdit la vente dans le principal marché d'expression de l'exploitation : l'OP. Enfin, les mangues de l'exploitation sont précoces et valorisées à un prix élevé (7 euros/kilo pour le début de saison jusqu'à 3 euros/kilo en pleine saison). Le producteur considère qu'à ce prix de vente, la marge qu'il retire lui confère une marge de manœuvre importante quant aux moyens de luttes qu'il est possible de développer, notamment en main d'œuvre.

L'exploitant a comme stratégie de se servir des auxiliaires comme outil complémentaire des produits phytosanitaires qu'il utilise pour contrôler les ravageurs du manguier. A ce titre, il est convaincu de l'intérêt de posséder un enherbement vigoureux sur sa parcelle tout au long de l'année. La technique ne lui a pas semblé incohérente avec néanmoins un point de réserve concernant la perte de précocité qu'une telle technique induit.
Enfin, la taille est pratiquée sur l'exploitation. Il ne voit aucune réserve à mettre en place ou du moins examiner la possibilité de mise en place d'une technique telle que la « taille raffinée ». De plus, l'augmentation du temps importante du temps travail induit par cette technique par rapport à une taille classique n'est pas un problème. De son point de vue, le sécateur électrique dans lequel il a investie permettrait de diviser le temps estimé par 10. Ainsi grâce à cet apport technologique, il n'aurait pas besoin de contrevenir à son objectif de minimisation de la main d'œuvre.

5.2.3.2 Cas de l'exploitation n°7 :

- Les innovations « bâchage » et « récolte journalière précoce » n'ont pas été identifiées comme cohérentes avec les stratégies misent en place par M. Y.
- Les innovations « enherbement spontané favorisé toute l'année » et « récolte sanitaire » étaient déjà pratiquées sur l'exploitation.
- Les innovations « Suppression d'une floraison » et « Taille « raffinée » » n'ont pas été identifiées comme incohérentes

Dans le cadre de la certification AB et de l'objectif de M. Y de proposer des aliments sains à ses clients, des stratégies pour limiter la dépendance aux produits phytosanitaires ont été mises en place. Une première stratégie est d'entretenir et de préserver la qualité du sol et la vie qu'il contient. D'après M. Y, il existe un lien étroit entre la qualité du sol, la diversité de micro et macro-organismes qu'il contient et la capacité de l'arbre à résister à des stress, qu'ils soient biotiques ou abiotiques. La technique de « bâchage » n'est pas cohérente avec cette stratégie aux dires de M. Y car elle provoquerait par solarisation[5] la destruction d'un partie importante des organismes de son sol et par voie de conséquence un affaiblissement de la résistance de ses arbres.
Une autre stratégie consiste à développer des équilibres proie/prédateur pour contrôler la pression des bio-agresseurs. C'est cette stratégie qui a motivé la mise en place d'un enherbement permanent et le développement d'une biodiversité végétale. La variété des espèces animales et végétales dans l'enherbement est maintenue grâce à la maitrise des essences de graminées envahissantes et à l'entretien des essences plus rares présentant des caractéristiques intéressantes telles que les plantes mellifères ou les plantes refuges. Cette biodiversité aide à la lutte contre l'aleurode en maraîchage, par exemple, et permet d'attirer une biodiversité d'insectes auxiliaires utiles (prédation de ravageurs, pollinisation) pour l'exploitation dans son ensemble (verger et maraîchage). Cet ensemble végétal et animal permet une augmentation de la résilience du milieu ainsi que la diminution des dépendances aux produits de synthèse.
De la même façon, la technique « récolte sanitaire » permet de limiter le développement de la population de mouche des fruits en supprimant les fruits piqués précocement qui seraient un foyer d'infestation potentiel et grâce aux augmentoriums de favoriser le développement des micro-hyménoptères parasites de la mouche des fruits.

La stratégie de commercialisation de l'exploitation se base sur des produits ayant une qualité gustative et nutritive irréprochable compensant le prix et l'aspect visuel qui n'est pas nécessairement soigné (tâche d'anthracnose fréquente). La technique « récolte journalière précoce » implique de collecter les fruits au stade point vert et point vert mature. Or avant le stade point jaune, stade à laquelle les mangues sont récoltées « normalement », le producteur ne dispose pas de repère évident pour juger du stade de maturation du fruit. Par conséquent, il ne peut être sûr de quelle manière le fruit va évoluer étant donné que si le fruit est récolté trop tôt il n'atteint jamais l'état gustatif et nutritif optimal. Il y aura donc une perte dans la qualité gustative et nutritive globale des fruits présentés à la clientèle, ce qui ne cadre pas avec la stratégie commerciale de l'exploitation.

La minimisation des stress imposés aux arbres est une des stratégies majeures de l'exploitation. Elle s'appuie sur la volonté de s'assurer de la robustesse des arbres qui composent le verger pour lutter contre les agressions biotiques sans l'appui de produits phytosanitaires. Dans la mesure où la technique innovante « taille raffinée » est une technique de taille qui prévoit réduite par rapport à la taille « classique », le producteur n'a pas trouvé que cette technique était incohérente et a décidé de la choisir pour simulation. Par ailleurs, elle pourrait lui permettre de réduire le nombre de fruits touchés par l'anthracnose en diminuant le nombre de frottements rameaux-fruits. Ces frottements occasionnent des lésions sur l'épiderme de la mangue, ce qui fragilise le fruit face à la maladie.

[5] La solarisation est une technique de traitement du sol au moyen de la chaleur.

Enfin, pour l'innovation « Suppression d'une floraison », l'agriculteur n'avait pas connaissance de cette technique et était curieux de voir ce que cela pouvait donner à l'échelle de l'exploitation grâce aux simulations.

5.2.4 Réaction des producteurs face aux résultats des simulations

Cette partie présente la réaction des producteurs face aux résultats de simulation qui leur a été présentée (Annexe 9).

5.2.4.1 Cas de l'exploitation n°4 :

Réaction EA n°4 face à l'innovation « taille raffinée »

L'augmentation du temps de travail induit par cette technique n'est pas un problème. De son point de vue, le sécateur électrique dans lequel il a investi permettrait de diviser le temps estimé par 10. L'investissement dans un sécateur électrique de 1500 euros/unité est considéré comme rapidement amorti par le gain de temps, et en praticité lors de la taille de l'arbre.

La discussion a ensuite dérivé sur une autre technique qui vise à tailler l'arbre avant la floraison (juin) au lieu d'après la récolte (mars) : « Taille préfloraison ».

Réaction EA n°4 face à l'innovation « Taille préfloraison »

Tous les trois ans, les parcelles de canne à sucre de l'EA doivent être replantées. Ce poste doit se faire en mars principalement, ce qui concurrence directement la taille des manguiers. Or ces deux activités doivent être réalisées par lui, ou du moins il est nécessaire pour lui d'être présent pour surveiller. La bonne conduite de la taille détermine grandement les performances du verger pour l'année à venir. Cette taille préfloraison pourrait lui donner une alternative à la taille post-récolte et lui permettre d'arranger son emploi du temps à l'échelle de l'exploitation au regard de ses cultures de diversification (canne et maraîchage) et notamment vis-à-vis de l'année sur trois où il doit repiquer ses cannes à sucre.

Réaction EA n°4 face à l'innovation «enherbement spontané favorisé toute l'année »

Jusqu'ici, le stress hydrique est effectué pendant 6 mois de janvier à juin-juillet. L'irrigation est complétement coupée de Janvier à Mai. A partir de Mai, l'irrigation reprend graduellement jusqu'au début de floraison où l'exploitant met 13 m^3/h pendant 2 heures tous les jours. Lorsque la saison des pluies reprend, il arrose en fonction de la pluviométrie. Il considère que cette méthode lui permet d'avoir une récolte des plus précoces de la Réunion (tous les fruits sont récoltés avant la nouvelle année). L'irrigation nécessaire au maintien de l'enherbement dans un contexte climatique sec tel que celui de St Paul ne permet pas de faire un stress hydrique. Or sans stress hydrique, il ne peut pas maximiser la précocité de sa récolte. La perte de précocité va à l'encontre de la stratégie de production de l'exploitation.
En effet, ses mangues doivent être récoltées en grande partie avant la fin des fêtes de fin d'année car après cette période, les prix de la Cogshall chute et sont divisés par 3-4. Cela s'explique car (i) le début d'année voit l'arrivée en masse des mangues José venu du Sud, plus tardives. Même si la variété Cogshall commence à être appréciée, la mangue José reste la produit phare des ménages, (ii) les mangues sont des produits chers servis lors des grandes occasions et à fortiori pendant les fêtes de fin d'année que ce soit pour le marché local ou à l'export, enfin, (iii) la période de début d'année est régulièrement marquée par des vents violents qui font chuter les mangues. La Cogshall est particulièrement sensible à ces évènements à cause de son gros calibre. Retarder la récolte serait exposer une bonne partie du rendement à la destruction par les vents De plus, la Cogshall à l'inverse de la mangue José possède une période de floraison et de maturité resserré, 50% de la récolte se fait en un mois, ce qui concentre les risques.

Mais alors qu'il n'est pas favorable à une irrigation pendant les 6 premiers mois de l'année, il n'est pas fermé à la possibilité de mettre en place un système d'irrigation en interligne qui fonctionnerait pendant les 6 autres mois de l'année. Il est convaincu de l'intérêt d'un enherbement vigoureux. L'investissement ne semble pas être un problème pour lui.

Il pourrait même envisager la mise en place de cette innovation (Irrigation toute l'année dans les lignes et en interligne) dans le cas où il se mettrait à produire des mangues tardives.

5.2.4.2 Cas de l'exploitation n°7 :

Réaction EA n°7 face à l'innovation « Suppression d'une floraison »

La destruction des inflorescences se fait à la main et, le travail est délicat car il faut préserver une floraison tout en éliminant l'autre. De plus, dans l'ITK actuelle (Figure 13), la taille des arbres n'est pas réalisée. La grande taille qu'ils ont atteint rendrait d'autant plus difficile la réalisation de cette technique. D'après M. Y, à cause de ces facteurs le temps de main d'œuvre serait plus de l'ordre de 1 heure et demi par arbre, soit entre 100 et 200 heures/ha (MO prévu original = 45h/ha).

D'après M. Y, la suppression au choix de la deuxième ou de la troisième floraison est difficilement acceptable. En effet, en l'absence d'opportunité de produire des fruits précoces et chers associé à l'exposition à des risques climatiques de la zone dans laquelle se situe l'exploitation n°7, ne pas étaler la période de maturité des fruits reviendrait à augmenter les risques de perdre sa production. Il faut associer à ça de fortes contraintes de main d'œuvre. L'étalement permet de répartir la charge de travail. Par ailleurs, l'augmentation de la concentration de fruits matures par arbre que provoque la suppression d'une vague d'inflorescence augmente l'encombrement de l'arbre et de la même façon le nombre de chocs reçus par les fruits, ce qui implique plus d'anthracnose et une plus grande proportion de la récolte vendue à bas prix.

Enfin, la première floraison possède une importance majeure au sein de l'exploitation. Elle est protégée en aucune manière et est sacrifiée aux bio-agresseurs (punaise, thrips, oïdium). Leur présence en grand nombre permet d'initier un équilibrage naturel de l'agroécosystème bénéfique pour les floraisons suivantes. En effet, la deuxième et à la troisième floraison arrive dans un contexte où un équilibre à eu le temps de se former entre les ravageurs et les auxiliaires. Elles ne sont pas la proie des ravageurs et ne sont pas détruites comme l'a été la première floraison.
Pour résumer, cette technique, d'après M. Y, est très lourde en termes de main d'œuvre, poursuit un objectif de regroupement de la floraison qui n'est pas recherché par l'exploitation pour des raisons de gestion du travail, de tolérance au risque, et de logistique commerciale.

Réaction EA n°7 face à l'innovation « taille raffinée »

La « taille raffinée » permettrait, d'après M. Y, une diminution du nombre de fruits tâchés à cause de l'anthracnose (le moyen de lutte actuel est de détruire les branches mortes avoisinant les bouquets de mangue pendant la maturation des fruits) car il y aurait moins de frottements rameaux-fruits et moins de fruit à protéger. L'anthracnose représente 10 à 20% de fruits tâchés sur l'ensemble des mangues récoltées. Leur prix de vente est impacté par cette maladie (1,5 euros au lieu de 3,5 euros du kilo). Le manque à gagner est de 2000 euros.

Cette pratique permettrait aussi une meilleure aération de la canopée et un accès plus facile aux fruits lors de la récolte (diminution du temps de récolte). D'autant plus que la récolte se fait durant un pic de travail dû à la replantation de la tomate.

Cependant, le verger a la particularité d'avoir des arbres assez haut (de 4 à 11 mètres pour une moyenne de 5 mètres dans les autres vergers). Cette caractéristique rend pénible la réalisation de la taille. Donc, avant de mettre la « taille raffinée » en place, il faudrait tout de même pouvoir diminuer la hauteur des arbres du verger (utilisation d'un chariot élévateur à raison de 1h/arbre). Il serait prêt à réaliser cette investissement pour diminuer à terme ses temps de travaux à la récolte et pour lui ouvrir la possibilité de mettre en pratique des techniques de taille sophistiquée comme la taille « raffinée ».

5.2.5 Reconstitution des règles de décision stratégiques des exploitants : Des choix techniques aux déterminants

La compréhension de la structure des exploitations ainsi que les réactions d'une part face aux techniques innovantes présentées et d'autre part face aux simulations d'introduction des techniques retenues, nous ont permis de reconstruire les règles qui amènent aux choix techniques de chaque exploitation. En focalisant sur les 5 grandes étapes de l'ITK, nous exposons ici les liens qui existent entre choix techniques, stratégies et les déterminants de ces stratégies.

Pour des raisons pratiques et de compréhension des figures, seul les premières figures contenant une stratégie auront les flèches qui les lient à leurs déterminants. Dans les figures qui suivront, les stratégies et les déterminants seront présents mais pas les flèches. Le but est que le lecteur puise conserver une vision d'ensemble de la figure sans se perdre dans un excès de croisement entre stratégie et déterminant redondante avec les figures d'avant.

5.2.5.1 Cas de l'exploitation n°4 :

Les traitements phytosanitaires (Figure 14)

Un premier choix technique est d'utiliser des traitements fongiques de façon préventive et systématique durant toute la période de la floraison pour contrôler l'infestation d'oïdium qui attaque les inflorescences et peut même détruire l'intégralité d'une floraison. Ce choix technique est déterminé par une stratégie d'utilisation raisonné dans le but de sécuriser rendement et qualité. De choses font dire au producteur que cette pratique est raisonnée. Premièrement, le fongicide utilisé et le seul homologué sur manguier est homologué AB. Il n'est pas considéré comme un produit dangereux pour sa santé ou pour l'environnement. Deuxièmement, il n'est pas possible d'agir de façon curative. L'observation de seuil avant de traiter est trop risquée et ne permettrait pas la sécurisation du rendement.
Un deuxième choix technique est de réaliser des traitements curatifs contre les thrips et les punaises. Le traitement se fait lorsque qu'un certain seuil d'infestation est atteint. Le raisonnement des traitements est partiellement déterminé par la mise en place d'une stratégie de favorisation des auxiliaires de culture comme moyen complémentaire de gestion des bioagresseurs. En effet, l'usage répété et intensif de produits phytosanitaires nuit au développement aux auxiliaires de culture. Cette stratégie est déterminée d'une part par la volonté de l'OP d'obtenir la certification HVE2. D'autre part, la diminution du nombre de produits homologués en mangue ainsi que la démonstration de l'inefficacité de la lutte chimique contre certains ravageurs (Exemple de la crise de la cochenille) l'a poussé à développer ce moyen de lutte alternatif. Ce choix répond aussi à la stratégie d'utilisation raisonnée des produits phytosanitaires.

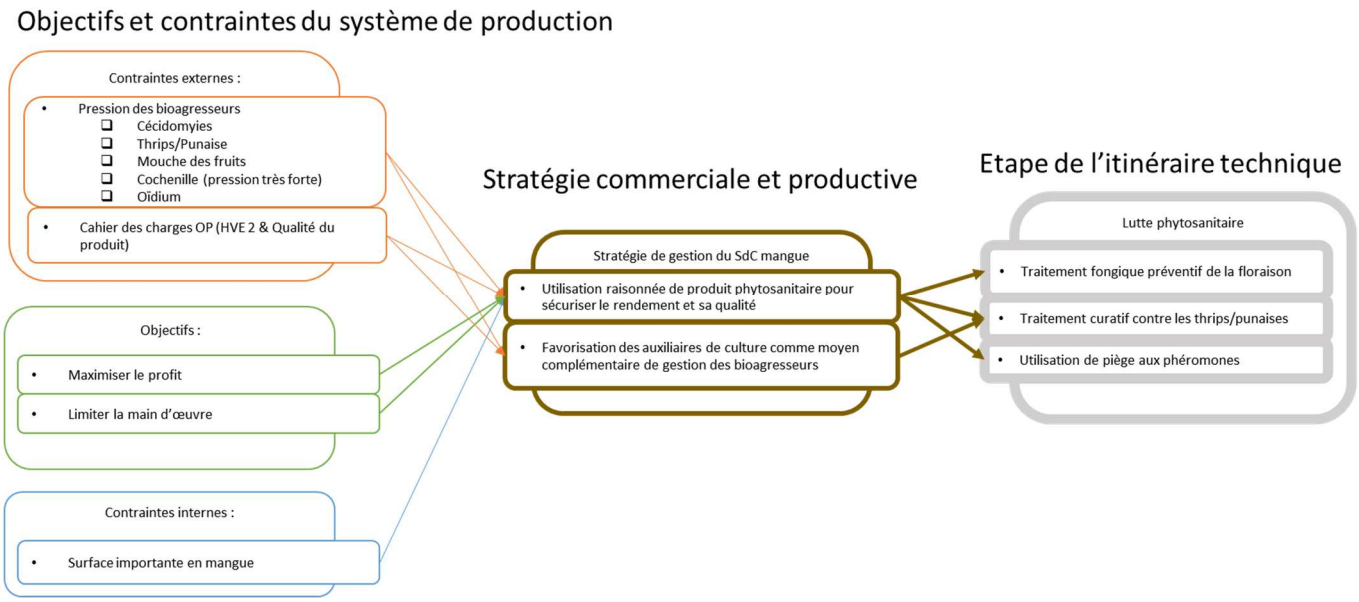


Figure 14 : Les règles de décisions liées aux choix techniques de traitements phytosanitaires de l'exploitation n°4

Le troisième choix est d'utiliser des pièges aux phéromones durant la période de maturité des fruits dans le but de lutter contre la mouche des fruits. La disposition et la quantité de piège mis en place sont faites selon lui dans le respect des consignes données par la Chambre d'agriculture de la Réunion. Elle est elle aussi déterminée par la stratégie d'utilisation raisonnée des produits phytosanitaires.
Enfin, la stratégie qui détermine l'ensemble de ses choix techniques lié aux traitements phytosanitaires est déterminée par un arbitrage entre la volonté de maximiser son revenu face à un cortège de bio-agresseurs variée et la démarche de certification HVE2 de l'OP. Ainsi, le compromis auquel le producteur est arrivé est de ne pas se fermer la possibilité d'utiliser des produits phytosanitaires tout en en réduisant l'usage et en développement parallèlement des modes de contrôles alternatifs. Enfin, le raisonnement de ses pratiques lui a permis de diminuer le nombre de traitement et par la même occasion sa dépendance vis-à-vis de la main d'œuvre.

Récolte (Figure 15)

Le premier choix technique lié à la récolte est que le stade de maturité à la récolte doit être le stade point jaune. Ce choix est déterminé par la stratégie de délégation de la commercialisation de ses mangues à l'OP. En effet, l'OP a plusieurs critères d'acceptation des mangues et notamment le stade de maturité à laquelle leur parvient le produit. En cas de manquement, si le lot de fruit ne leur parvient pas au stade point jaune alors il est refusé. M. X délègue la commercialisation des mangues et toutes les activités qui y sont liées à l'OP car il veut pouvoir se concentrer à plein temps à la récolte pendant toute la période de maturité de son verger. A cause de la taille de son exploitation, cela lui prend toute la journée tous les jours de mi-novembre à mi-janvier. S'impliquer autant dans cette activité lui permet de ne pas avoir à employer de salarié et à exercer un contrôle sur une étape clé de l'élaboration de la qualité et du rendement.
Le deuxième choix consiste à réaliser une récolte sanitaire. Pour se faire, l'enherbement est taillé à ras pendant la période de maturité du verger de sorte à pouvoir voir et évacuer les mangues tombées du verger. Cette technique se fait dans le cadre de l'utilisation raisonnée des produits phytosanitaires (cf « traitements phytosanitaires ». Cette mesure prophylactique permet de diminuer la dépendance de l'exploitation aux produits et aux pièges à hormone tout en diminuant la pression sanitaire qu'exercent les mouches sur les fruits. Cette mesure est d'autant plus importante que les fruits piqués sont impropres à la consommation et sont une perte pour le producteur.
Enfin, le dernier choix technique est de récolter 80% des fruits avant le début de la nouvelle année. Ce dernier choix technique dépend dans un premier temps de la stratégie de maximisation de la précocité.

La recherche par la technique d'une plus grande précocité est déterminée, dans un premier temps, par l'opportunité qu'offre le milieu. En effet, les conditions pédoclimatiques sont favorables (sécheresse, possibilité de pratiquer un stress hydrique) et la mangue Cogshall est une variété précoce. Dans un deuxième temps, sur le marché réunionnais, plus une mangue est précoce plus elle est vendu cher. La recherche de la précocité permet au producteur de maximiser son revenu. Enfin, les mangues non récolté avant le début de l'année seront exposées aux vents forts du début d'année. Une autre stratégie vient déterminer ce choix technique. L'OP est organisée de sorte à ce que chaque producteur a un créneau de production. Ainsi, les pics de production de deux exploitants ne peuvent se recouper. Or, le début de l'année voit arriver en masse les mangues José d'un collègue déjà fortement concurrencées par l'arrivage massif des mangues du Sud. Pour finir, la majorité de la récolte doit être terminé parce que d'autre activité réclame son attention dans la mesure où il ne veut pas déléguer certaines tâches par crainte de l'incompétence de ses employés.

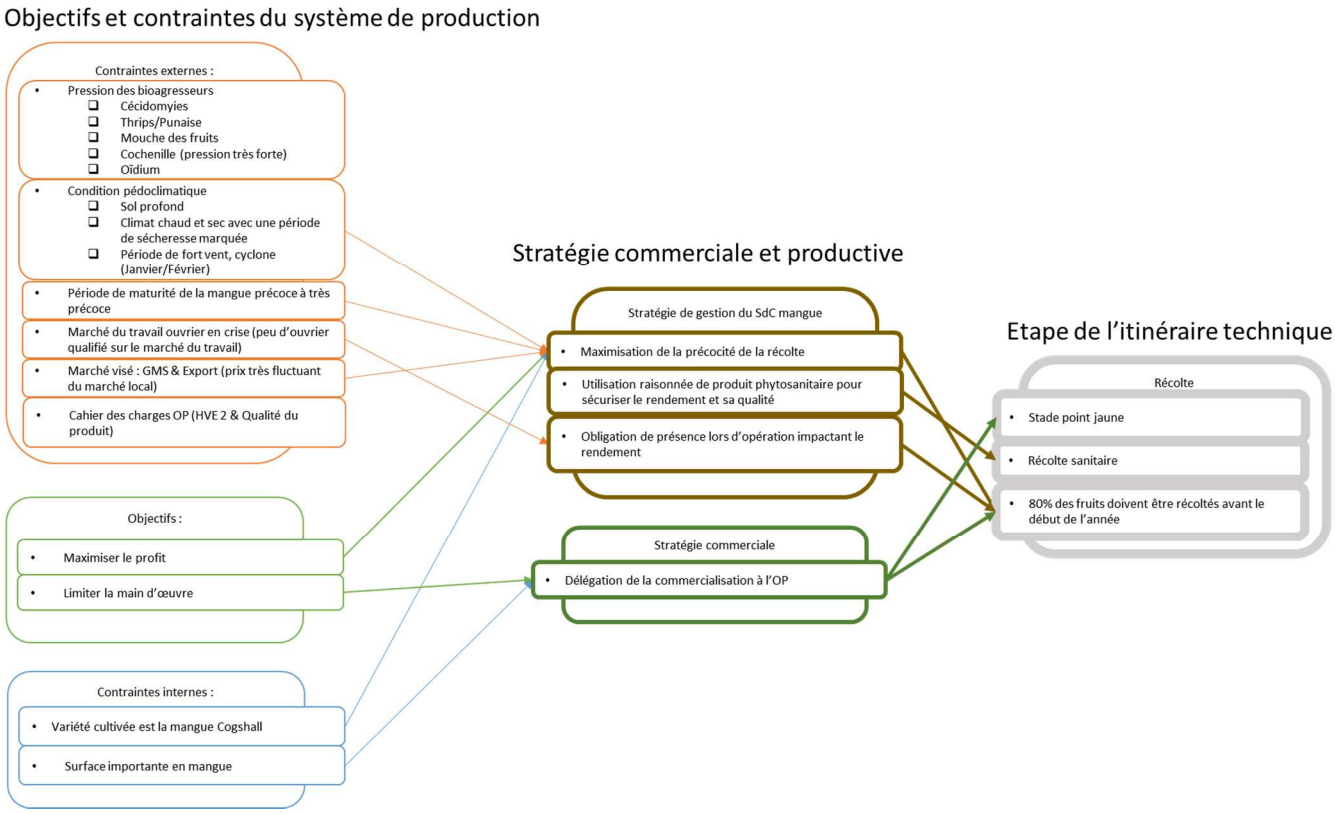


Figure 15 : Les règles de décisions liées aux choix techniques de récolte de l'exploitation n°4

Irrigation (Figure 16)

Le premier choix technique concernant l'irrigation est celui de réaliser un stress hydrique. L'eau est coupée pendant les mois les plus chauds de l'année. Cette mesure est mise en place dans le cadre de la maximisation de la précocité de la récolte (cf « traitement phytosanitaire »). En effet, un stress hydrique permettrait une induction florale plus précoce. En supposant que l'écart entre deux stades phénologiques reste constant, la maturité du fruit sera plus précoce aussi.
Le deuxième choix technique est d'utiliser un système de goutte à goutte pour l'irrigation. Un tel système permet de ne pas gêner le déplacement de machine sur la parcelle. Le terrain est donc maintenu dans des dispositions favorables à la minimisation des temps de travaux grâce à la mécanisation des activités. Le recourt systématique a des machines pour réaliser les travaux permet à l'agriculteur de diminuer au maximum la main d'œuvre dont il a besoin face à un marché du travail qu'il considère comme difficile. Enfin, cela lui permet de pouvoir faire face aux contraintes importantes dû à un système de production diversifié et à une exploitation de dimension importante.

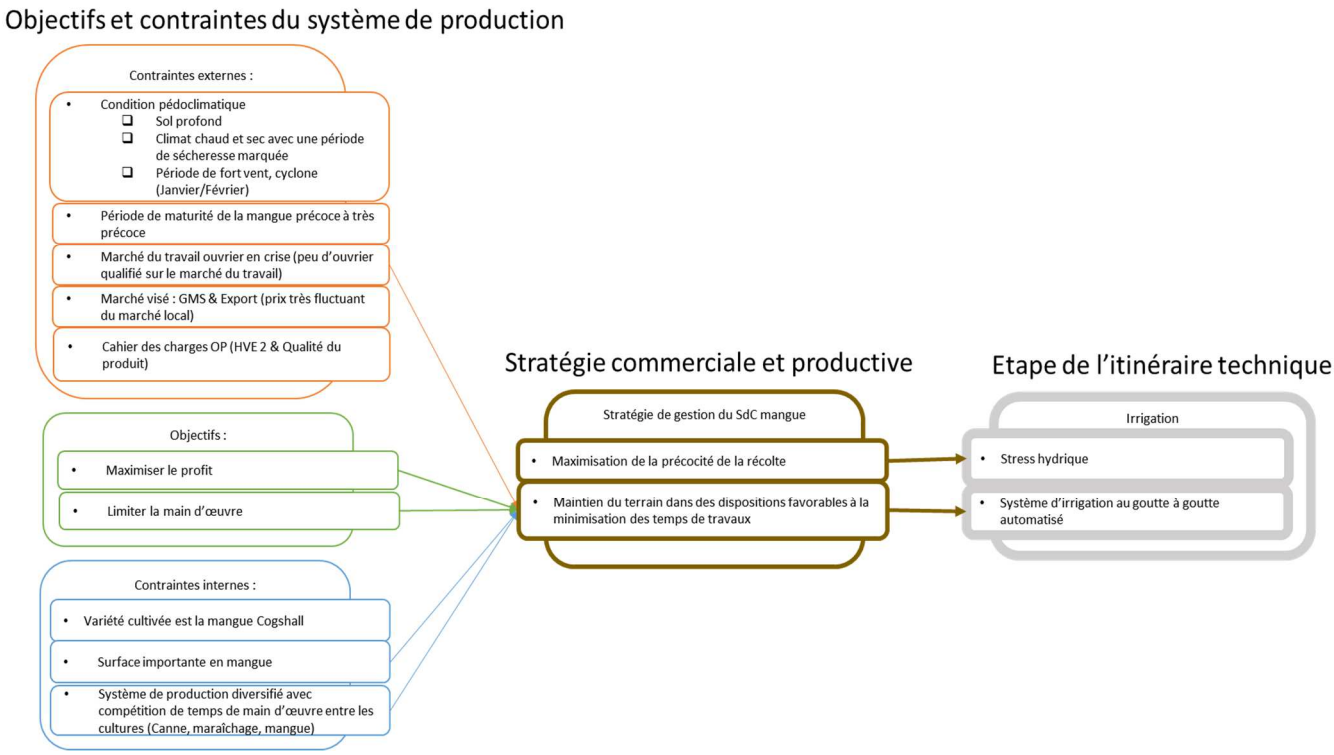


Figure 16 : Les règles de décisions liées aux choix techniques d'irrigation de l'exploitation n°4

Gestion de l'enherbement (Figure 17)

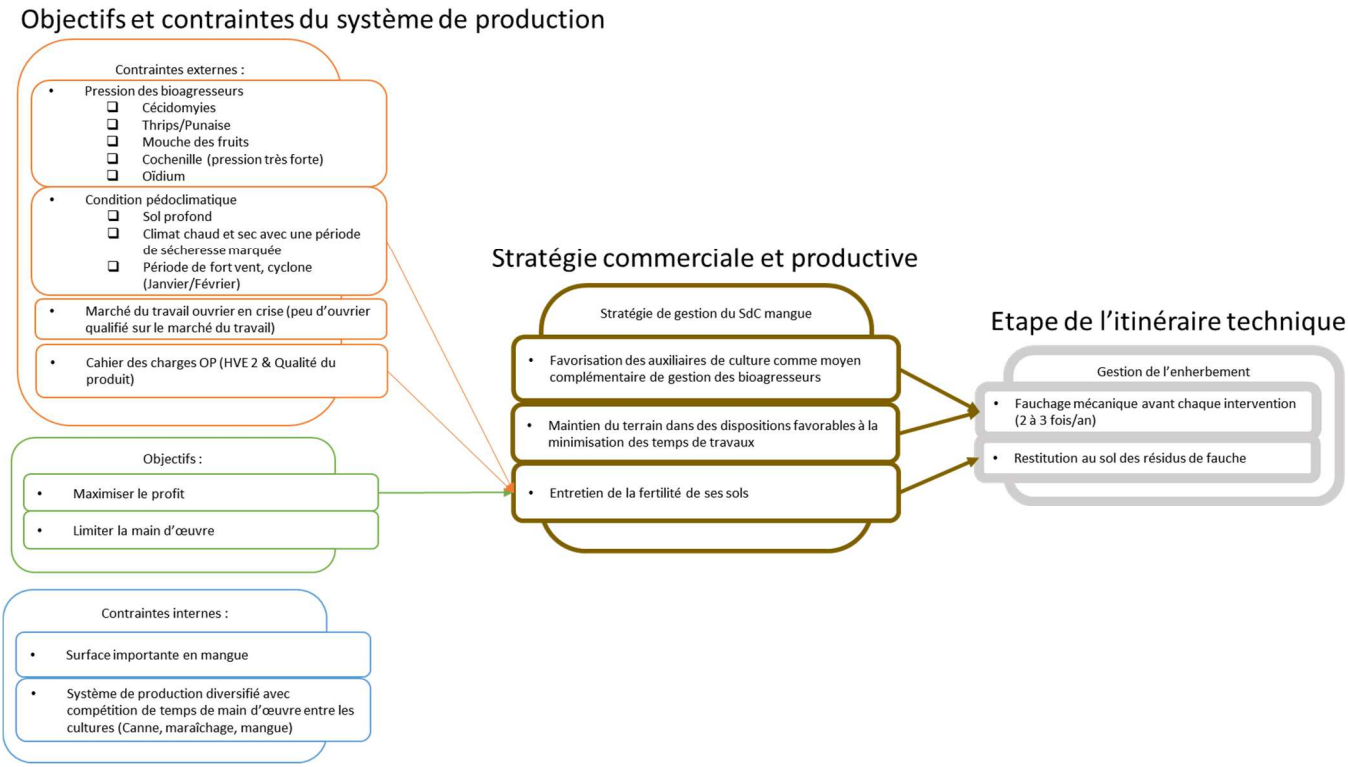


Figure 17 : Les règles de décisions liées aux choix techniques de gestion de l'enherbement de l'exploitation n°4

Le premier choix technique concernant la gestion de l'enherbement est de faucher mécaniquement avant chaque intervention majeur sur le verger et notamment la récolte et la taille, c'est-à-dire 2 à 3 fois/an. Ce choix est déterminé en premier lieu par la nécessité de maintenir le terrain dans une disposition favorable à la minimisation des temps de travaux (cf « irrigation »). L'enherbement doit être ras pour la récolte sanitaire afin qu'aucun fruit susceptible d'être un foyer de développement pour

la mouche des fruits ne soit laissé aux sols. Il est aussi nécessaire de couper l'enherbement dans la mesure où il pourrait gêner le passage d'une machine agricole. Dans un deuxième temps, la fréquence de fauche ainsi que l'utilisation d'outil mécanique plutôt que chimique sont déterminé par la volonté de favoriser le développement d'auxiliaire de culture comme moyen de lutte contre les ravageurs (cf « traitements phytosanitaires »). Dans un contexte climatique sec et en l'absence d'irrigation, l'enherbement ne se développe pas rapidement. Il est donc nécessaire de limiter les fauches pour qu'il reste un bon habitat pour les auxiliaires.
Le deuxième choix technique est de restituer au sol les résidus de fauche dans le but d'entretenir la fertilité. L'exploitant a conscience que la qualité de son sol est responsable de ses revenus et des performances de son verger. Dans le but de maximiser son revenu sur le long terme, il convient de l'entretenir. De plus, l'adoption de pratique pour entretenir son sol cadre avec l'objectif d'obtenir la certification HVE2.

La taille (Figure 18)

Le premier choix technique est d'effectuer tous les ans une taille de l'arbre après que la récolte des fruits soit terminée. D'après le producteur, cette pratique devrait contribuer à maximiser la précocité de la récolte (cf « récolte »). Il est aussi nécessaire qu'elle soit effectué tous les ans car dans le cas contraire, les branches latérale obstrueraient le passage des machines et à terme de la main d'œuvre. Le terrain ne serait pas dans des dispositions favorables à la diminution des temps de travaux. (cf « irrigation »).

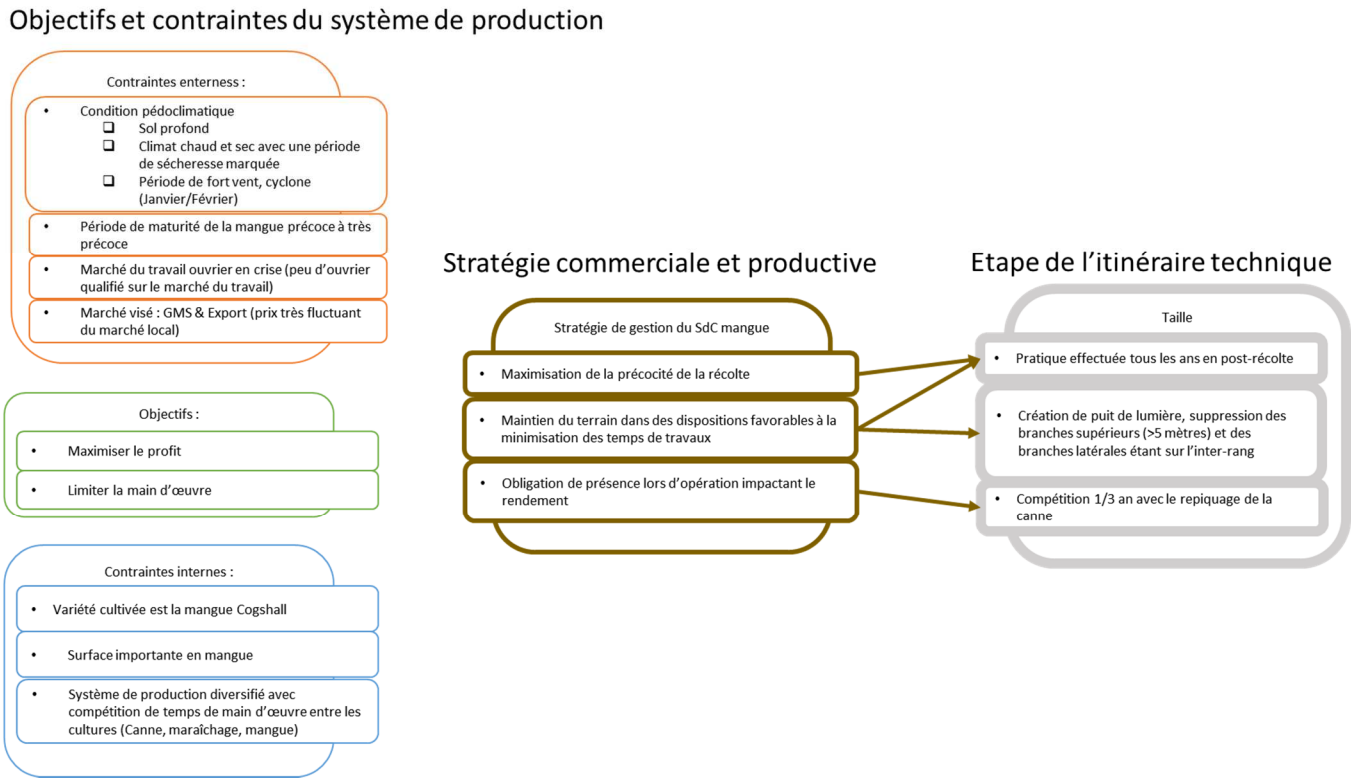


Figure 18 : Les règles de décisions liées aux choix techniques de taille de l'arbre de l'exploitation n°4

Le deuxième choix techniques concernant la taille expose la manière selon laquelle est réalisée la taille. La réalisation d'un puit de lumière au centre et la suppression des branches supérieurs et latérales permet de minimiser les temps de travaux (cf « irrigation »). En effet, la réduction de la hauteur et de la densité de la canopée facilite la récolte. Les fruits sont plus facilement accessibles. Par ailleurs, grâce à cette méthode, les produits chimiques pénètre plus facilement jusqu'au cœur de l'arbre. Le temps d'épandage par arbre est diminué.

Enfin, le dernier choix technique consiste à ne pas faire de taille une année sur trois car il y a compétition avec le replantage de la canne à sucre. Ce choix est issue de la stratégie selon laquelle l'exploitant doit être présent à toutes les activités impactant le rendement ou la qualité de la production pour qu'elle se produise (cf « récolte »). Ainsi, un an sur trois, deux ateliers importants entre en concurrence et le producteur doit faire un choix. Des deux il choisit le replantage car c'est là que le manque à gagner est le plus important si il ne le fait pas.

5.2.5.2 Cas de l'exploitation n°7 :

Les traitements phytosanitaires (Figure 19)

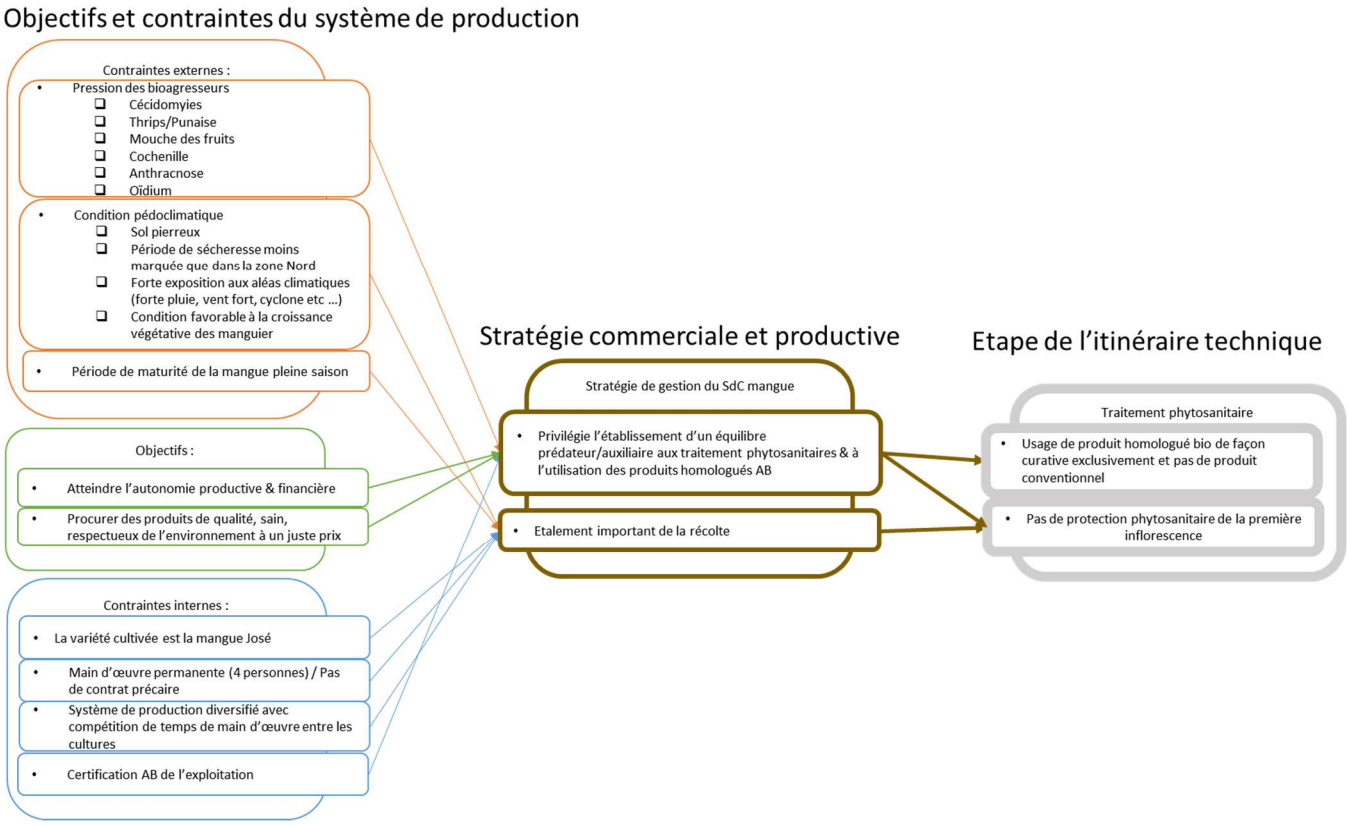


Figure 19: Les règles de décisions liées aux choix techniques de traitements phytosanitaires de l'exploitation n°7

Le choix technique majeur lié à l'utilisation de traitements phytosanitaires est d'utiliser les produits homologués AB dans des cas curatifs exclusivement. Ce choix technique est issu de la stratégie qui vise à promouvoir un équilibre auxiliaire/prédateur au lieu d'utiliser des traitements. Cette stratégie est grandement déterminée par les objectifs d'autonomie et de production d'aliments sains de l'exploitant. La certification AB le contraint aussi dans ce sens.

Un corolaire important de ce choix est que la première vague d'inflorescence du manguier n'est pas protégée contre les attaques de ravageurs qui la détruisent en général totalement. Ce choix technique est issu de la combinaison de deux stratégies productives. D'une part ils cherchent l'installation d'un équilibre entre ravageurs et auxiliaires plutôt que d'utiliser des produits phytosanitaires. D'autre part, ils visent à conserver un étalement important de la récolte. La recherche d'un étalement important de la récolte est d'une part déterminée par la nécessité d'étaler les risques face aux conditions climatiques du bassin de production Sud et à l'impossibilité de produire des fruits précoces et chers de ce même bassin. D'une part, le système de production est diversifié avec des superpositions de pics de travail entre cultures et l'exploitant s'impose de ne pas accepter de contrat précaire ce qui le contraint à avoir une masse salariale fixe peu adaptable à l'augmentation soudaine des temps de travaux. Il est donc nécessaire d'étaler la production pour limiter les pics d'activités. Enfin, la José est une variété de

manguier qui naturellement a une forte asynchronicité inter et intra-arbre, ce qui résulte en un étalement important des stades phénologiques à l'échelle de la parcelle.

La récolte (Figure 20)

Les choix techniques liés à la récolte sont d'une part qu'elle doit se faire de façon journalière et que les fruits doivent être récoltés au stade point jaune. Le choix de récolter quotidiennement au stade point jaune est déterminé en priorité par une stratégie de différenciation par la qualité gustative et nutritionnelle. En effet, récolter de façon moins fréquente et à un stade plus précoce ou plus tardif ne permettrait pas, d'après M. Y d'avoir des fruits d'une qualité optimale sur le plan gustatif et nutritif. La stratégie de différenciation par la qualité gustative et nutritionnelle est déterminée dans un premier temps par une envie de procurer des aliments sains au consommateur. Par ailleurs, les autres stratégies de différenciation ne sont pas accessibles pour cette exploitation : différenciation par la précocité, différenciation par la quantité. La période de maturité du terroir dans laquelle elle se situe et la variété ne permet pas d'avoir une récolte précoce. La stratégie de différenciation par la précocité n'est pas possible. Et enfin, à cause de la petite taille de son verger, vendre en quantité à bas coût n'est pas non plus une possibilité.

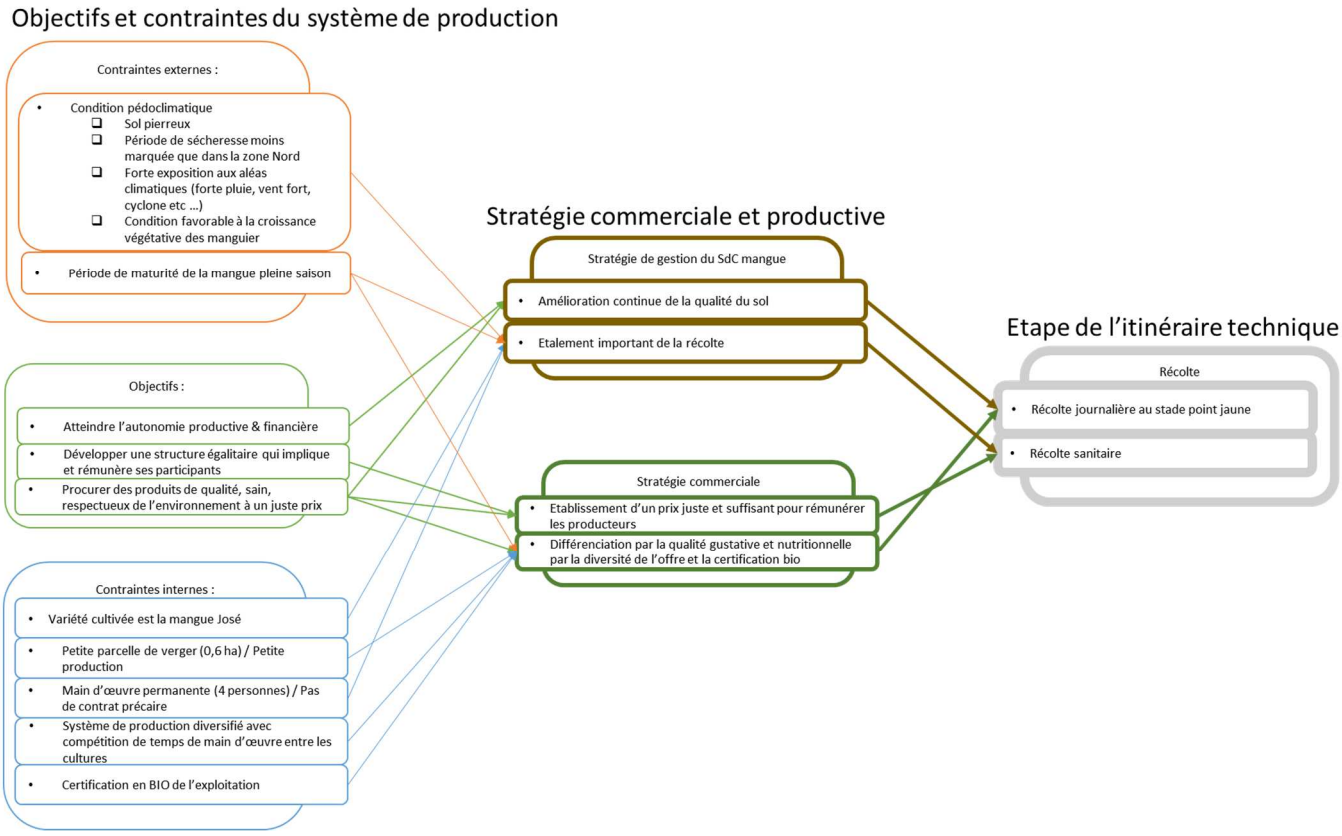


Figure 20 : Les règles de décisions liées aux choix techniques de récolte de l'exploitation n°7

Dans une moindre mesure, ce premier choix technique est aussi motivé par l'utilité qu'ont les fruits piqués dans l'amélioration continue du sol grâce à leur compostage. Récolter de façon plus précoce enlèverait cette source de nutriment à l'exploitation car il y aurait moins de fruits piqués. La stratégie d'amélioration continue du sol est déterminée par les objectifs de l'exploitant. D'une part, l'autonomie qu'elle soit productive ou financière est recherchée. Un sol fertile permet de pouvoir ne pas avoir recourt à des fertilisants coûteux. D'autre part, un objectif est de fournir des produits sains et de qualités au consommateur. Or d'après le producteur, un sol vivant et riche est garant de telles caractéristiques.

D'autre part, un autre choix technique est que les fruits tombés précocement doivent être ramassés et détruits comme le préconise la technique « récolte sanitaire ». Le choix de faire la récolte sanitaire est déterminé par une stratégie d'étalement important de la récolte qui rend nécessaire de contrôler la population de mouche des fruits dès les premiers foyers d'infestation car elle n'aura ensuite de cesse de croître pendant toute la période de maturité. De plus, la récolte sanitaire permet de sécuriser une production de mangues non piquées commercialisables à un prix suffisant pour rémunérer les producteurs. L'exploitant veut pouvoir faire fonctionner son exploitation sans avoir à emprunter de l'argent, ni à acheter des facteurs de production (intrant, machine). Tout doit pouvoir être trouvé sur l'exploitation. D'autre part, la structure doit être égalitaire, c'est-à-dire que toutes les personnes travaillant sur l'exploitation sont rémunérées de la même façon, qu'elles détiennent le capital ou non. Enfin, l'allocation des dividendes est décidée de façon collégiale, tous les travailleurs ont le même poids dans la décision.

L'irrigation (Figure 21)

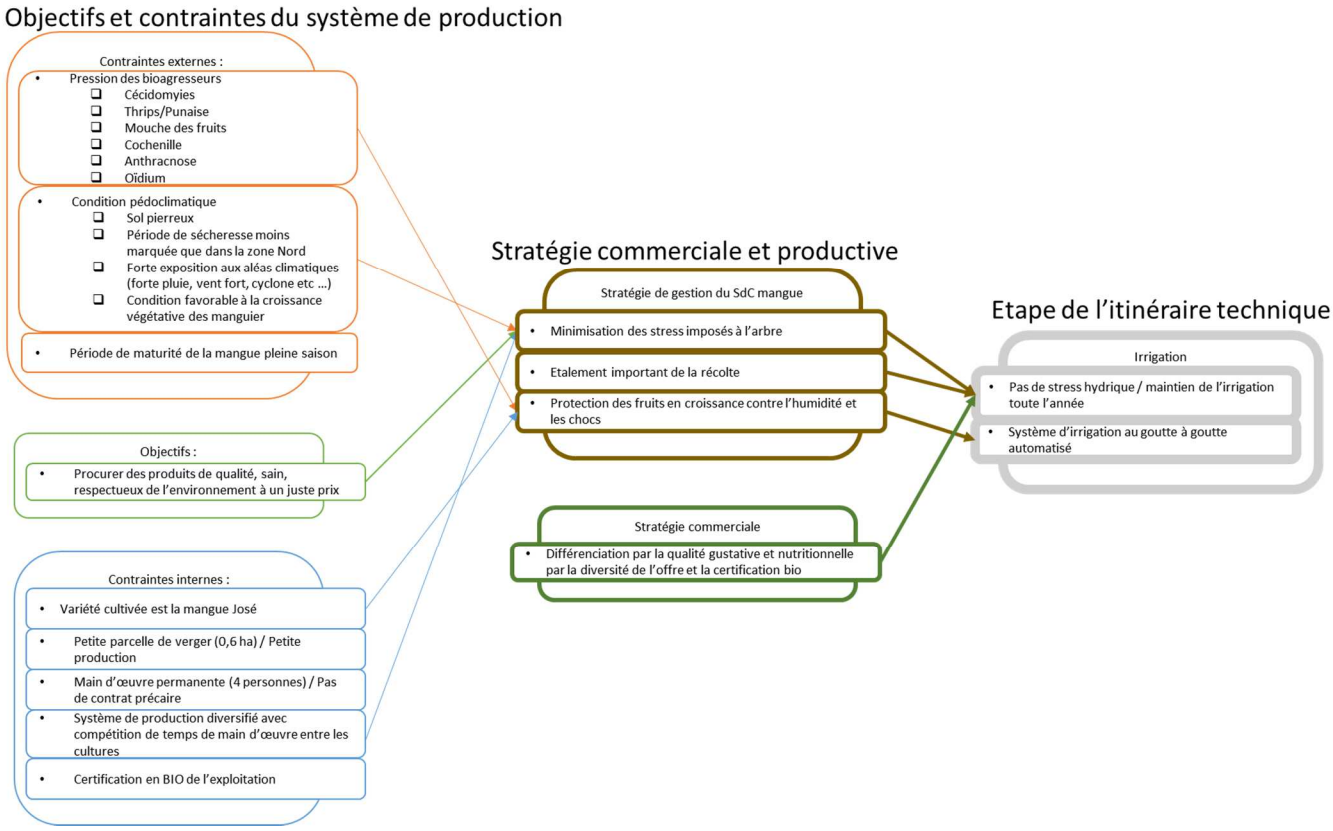


Figure 21 : Les règles de décisions liées aux choix techniques d'irrigation de l'exploitation n°7

Un choix technique lié à l'irrigation concerne le maintien de l'irrigation toute l'année dans un contexte où la « normalité » est de pratiquer un stress hydrique de la fin de la récolte jusqu'au début de la floraison. Le refus de pratiquer le stress hydrique s'appuie sur la stratégie d'étalement de la récolte (cf « récolte »), de différenciation par la qualité (cf « récolte »), et sur celle de minimisation des stress imposés à l'arbre. Le stress hydrique est une pratique qui est utilisé pour provoquer une induction florale précoce et à terme une récolte précoce. Parce que la stratégie est celle d'étaler les stades phénologiques, ils peuvent se permettre de ne pas couper l'eau. De plus, d'après le producteur, pratiquer des stress de la sorte entrainerait une diminution de la qualité de ses fruits sur laquelle elle base sa stratégie commerciale.

D'autre part, les exploitants ont fait le choix, plutôt classique, d'opter pour un système d'irrigation en goutte à goutte. Le choix de ce système d'irrigation en particulier est déterminé par une stratégie de protection des fruits contre l'humidité. En effet, l'exploitation se situe dans une zone sensible à

l'anthracnose et y cultive une variété sensible : la mangue José. La stratégie consiste aussi à limiter les chocs car la rupture de l'épiderme des fruits provoque de la même façon que l'humidité un développement important du champignon.

Gestion de l'enherbement (Figure 22)

Un choix technique lié à la gestion de l'enherbement est la restitution des résidus de fauche. Ce choix s'est fait dans le cadre de la stratégie d'amélioration continue de la qualité du sol (cf « récolte »).

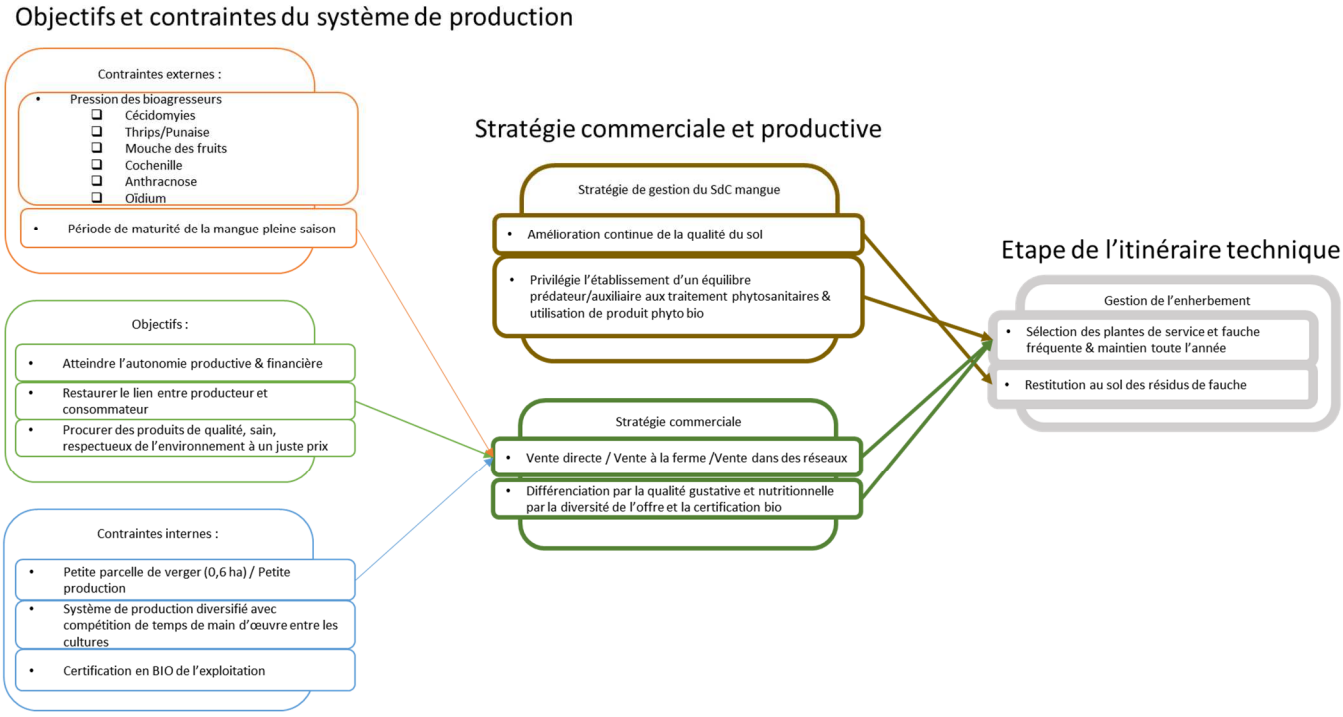


Figure 22 : Les règles de décisions liées aux choix techniques de gestion de l'enherbement de l'exploitation n°7

Un autre choix est que les fauches sont réalisées de manière régulière. On y sélectionne les plantes de service. Elles sont aussi réalisées de sorte à ce qu'il y ait un enherbement total toute l'année. Le tout tend à privilégier l'établissement d'équilibre ravageur/auxiliaire (cf « traitements phytosanitaires ») et à procurer des aliments sains sans produit phytosanitaire qui est une des bases de la stratégie de commercialisation de l'exploitation n°7 (cf « récolte »). Enfin, ce choix répond à une autre stratégie qui est celle de la vente directe. Le maintien d'un enherbement vert et la sélection d'une biodiversité se fait aussi pour des raisons esthétiques pour le client qui vient acheter ses produits à la ferme. Cette stratégie de vente en directe est déterminée par la nécessité de s'extraire d'un marché dont les prix sont défavorables aux producteurs n'ayant pas de production précoce ou n'ayant pas de production importante. De plus, un objectif important de l'exploitant est de renouer un lien entre producteur et consommateur. La vente directe permet à l'exploitant de montrer son travail, son exploitation, de discuter sur l'intérêt de nouveaux produits qu'il propose, de valoriser ses pratiques respectueuses de l'environnement.

Taille (Figure 23)

Un premier choix technique relatif à la taille de l'arbre est qu'elle peut être éludée jusqu'à 5 ans. La taille n'est pas effectuée annuellement à cause de la combinaison des stratégies de minimisation des stress imposés à l'arbre (cf « irrigation »), de différenciation par la qualité (cf « récolte ») et parce que aucune machine agricole n'est utilisée sur l'exploitation. Ainsi, il n'est pas nécessaire de dégager les inter-rangs pour laisser passer un éventuel tracteur. Cette stratégie de non-utilisation de machine

agricole tractée est déterminée par l'objectif de l'exploitant qui est d'être autonome financièrement. En effet, l'achat d'un tracteur entraine souvent la nécessité d'emprunter pour pouvoir investir. De plus, l'exploitation est petite et le sol est sensible au tassement.

Le deuxième choix technique est que la taille doit être remplacée par une suppression des bois morts et des branches au contact des fruits. Il faut dégager l'espace qui entoure les mangues. Ce deuxième choix est issu d'un arbitrage entre la stratégie de minimisation des stress et la nécessité de protéger les fruits contre les chocs pour pas qu'ils ne soient tâchés par l'anthracnose. On arrive grâce à cette pratique à éviter que les fruits soient en contact avec des branches qui pourraient leur causer du dommage en minimisant le nombre de branches vivantes supprimées.

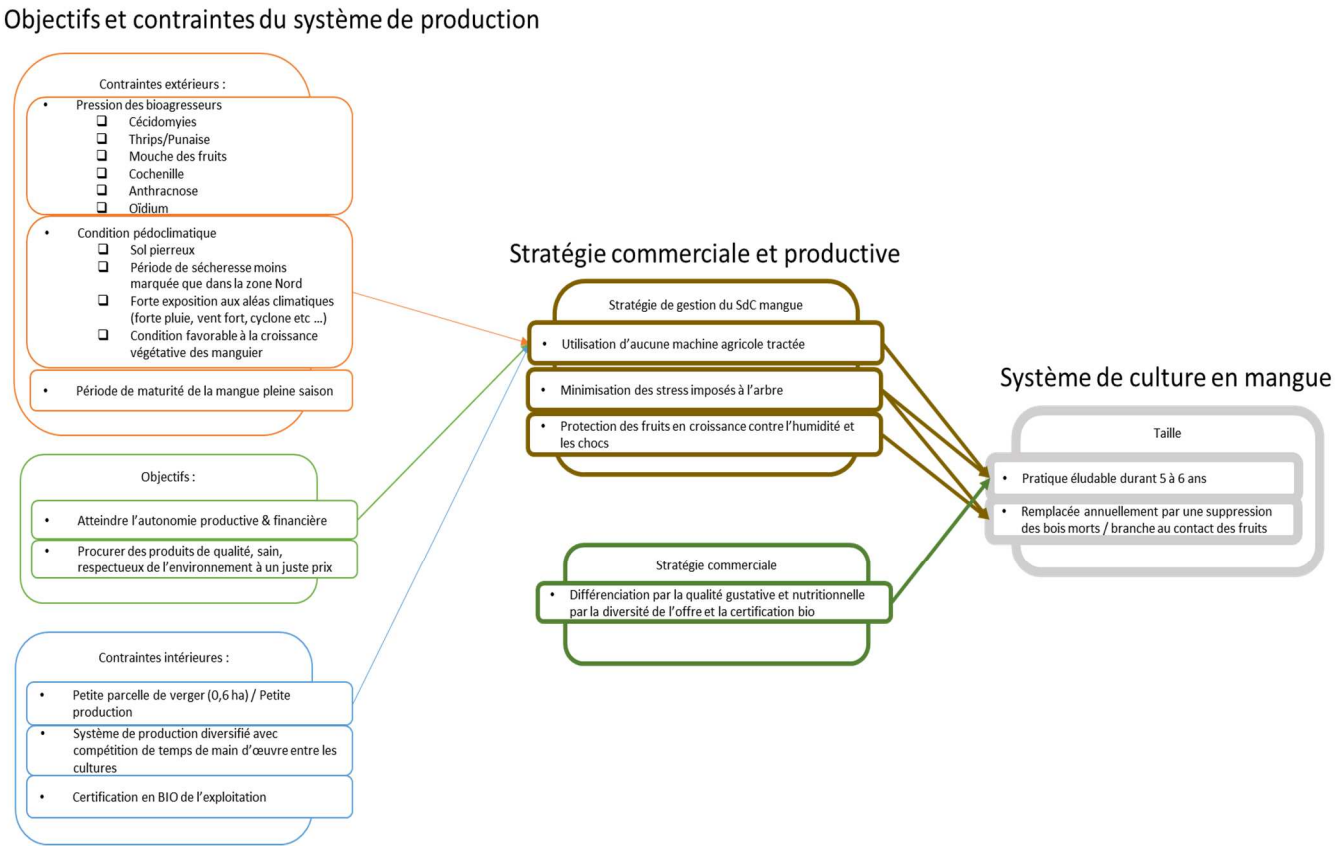


Figure 23 : Les règles de décisions liées aux choix techniques de gestion de la taille de l'exploitation n°7

6. Discussion

6.1 Discussion sur les résultats obtenus

6.1.1 Une vision du contexte réunionnais partagée par les producteurs de mangue propice aux alternatives à l'utilisation de produits phytosanitaires

L'étude a révélé que bien que divers, l'ensemble des producteurs s'accordent sur 4 variables d'évaluation : la variable « présence des auxiliaires » pour évaluer l'indicateur « présence de bio-agresseurs », les variables « marge brute » et « prix de vente » pour évaluer l'indicateur « revenu » des producteurs en mangue, et la variable « qualité du fruit » pour évaluer l'indicateur « vision des consommateurs/premiers acheteurs ». Ces quatre variables révèlent d'un contexte ouvert à l'innovation et au développement d'alternatives aux produits de synthèse phytosanitaire.

6.1.1.1 Changement réglementaire et transition

Actuellement, le producteur de mangue associe la présence d'auxiliaires de culture à l'absence de bio-agresseurs dans son verger. Cette variable d'évaluation a été citée aux dépends de variables d'évaluations tels que le « nombre de ravageurs » connus grâce à des battages, à la pose de pièges de phéromones préconisée par l'INRA, le CIRAD, la Chambre d'agriculture("Guide Eco-Fruits - Protocoles d'évaluation du risque de dégâts en verger," 2017). Cette baisse d'intérêt pour la quantité de prédateurs dans le verger révèle d'une incapacité à les contrôler directement. Le principe de « un problème, un produit » n'est plus possible en ce qui concerne la mangue à la Réunion. Les producteurs se tournent peu à peu vers de nouvelles techniques qui ont comme finalité d'augmenter la population d'auxiliaires sur leur verger pour qu'elle contrôle la population de ravageurs. En effet, l'utilisation des équilibres trophiques dans la lutte contre les bio-agresseurs est reconnue depuis la crise de la cochenille dans les années 2000. L'arrêt de l'utilisation des herbicides de manière systématique avait permis le développement d'enherbement et celui d'une population d'auxiliaires prédateurs de la cochenille. Le changement de réglementation ainsi que les crises sanitaires successives ont provoqué une transition, dont la présence de cette variable est un symptôme. D'après les producteurs enquêtés, cette transition les oblige à revoir leurs systèmes de culture et les incite à voir l'auxiliaire comme une alternative viable aux produits phytosanitaires. Lors de la deuxième phase de l'étude, l'enquête chez le producteur n°4 nous l'a confirmé (Figure 14). Une étude menée sur agrumes à la Réunion, portant sur la transition agro-écologique, reporte aussi le changement réglementaire comme une vraie opportunité pour le changement de pratiques (Dupré et al, 2017).

Cependant, le changement réglementaire qui entraine des usages orphelins présente des effets pervers. Ces effets ont aussi été identifiés dans une étude en métropole portant sur la filière fruit et légume et pomme de terre. On y met en avant les risques pour l'environnement mais aussi pour la pérennité des exploitations(Philippe, 2012). Dans le cas Réunionnais, il y a trois matières actives pesticides homologuées en mangue, dont deux homologués « Biologique ». On constate que depuis le changement de réglementation, des produits font l'objet de détournements d'usages. Des producteurs se servent de produits sans autorisation en l'absence de moyen légal de lutte contre certains bio-agresseurs. Sans encadrement, les producteurs sont amenés à déterminer par eux-mêmes la dose et l'usage, ce qui met en danger leur santé, celle de leur environnement. Par ailleurs, le soufre, produit homologué AB est utilisé de façon systématique pendant toute la période de floraison à raison d'une fois par semaine. Ce produit fait figure parmi les exploitants de traitement inoffensif ou presque pour la santé et l'environnement. En cas de pluie, le traitement est réalisé tous les jours. Cela représente en moyenne 11 traitements en 2 mois contre 2 traitements préconisé par le CIRAD (Amouroux et al., 2009) et une contamination sévère des sols.

6.1.1.2 *La marge et le prix de vente comme variable d'évaluation privilégiée du revenu*

La totalité des producteurs de mangue à La Réunion utilise la même combinaison des variables « Marge brute » et « Prix de vente » pour évaluer leur revenu. Le rendement est utilisé dans une moindre mesure.

Dans un premier temps, la réflexion menée par les producteurs sur leur système de culture se fait en termes de marge. Cela laisse l'opportunité de présenter des techniques alternatives aux produits phytosanitaires comme un moyen d'augmenter cette marge en diminuant soit les coûts liés à l'utilisation de produits phytosanitaires soit à la main d'œuvre. D'autant plus que selon les producteurs il est de plus en plus difficile de trouver des employés qualifiés pour réaliser les travaux saisonniers qu'ils proposent. Cette vision des producteurs est confirmé dans le rapport de l'INSEE sur l'emploi à la Réunion de 2014, une chute des emplois dans l'agriculture au profit d'emplois dans le secteur tertiaire (Ajir, 2014)

Dans un deuxième temps, la réflexion des producteurs sur les performances économiques de leur système de culture se fonde sur le prix de vente. L'île est un marché fermé avec impossibilité d'importer des mangues. Le prix est entièrement lié à l'offre locale. Par ailleurs, sans importation extérieure pour lisser les prix, la différence entre les prix hors-saison et pleine saison est importante : (Prix 2016-2017, Marché de gros de St Pierre, La Réunion). Le rapport de chaque producteur en fonction de leurs contraintes et objectifs à la recherche de précocité varie. Il n'en demeure pas moins que tous recherchent un tant soit peu une production hors-saison, qu'elle soit précoce ou tardive, pour maximiser leur revenu. C'est une autre opportunité pour présenter des techniques alternatives aux produits phytosanitaire qui ont des effets sur la précocité ou la tardivité de la récolte.

Enfin, bien que les fluctuations de prix soient fortes et que chaque terrain ne permette pas une précocité de récolte importante, la mangue reste un produit à haute valeur ajoutée. Les producteurs de mangue ont dans l'ensemble des moyens importants. Cet élément est central car le niveau de richesse est un élément clé de l'adoption d'une innovation. Elle conditionne l'investissement, la diminution de l'aversion au risque et la possibilité d'assumer des pertes (Roussy, Ridier, & Chaib, 2015).

6.1.1.3 *Une qualité du produit qui se doit d'être irréprochable*

La variable « qualité du produit » pour évaluer l'indicateur « Vision du consommateur » est ressortie comme majeure dans l'évaluation que les producteurs font de leur système de culture. La qualité de la mangue se décompose en plusieurs dimensions. Dans la grille d'indicateurs, on en distingue trois : la qualité gustative, la qualité visuelle et la qualité sanitaire. Comme décrit dans la partie résultat, les trois dimensions ne sont pas partagées par tous les producteurs. La dimension à laquelle le producteur prêtera le plus d'attention dépend du mode de commercialisation. D'après les producteurs enquêtés, l'aspect visuel prend le pas sur l'aspect gustatif lorsqu'on commercialise sa production à une GMS. A l'inverse, le producteur se doit de garantir une qualité gustative et un mode de production si le produit est vendu sur un marché AB (Dubuisson-quellier & Lamine, 2014). Néanmoins, pour tous les modes de commercialisation, les producteurs font face à des consommateurs exigeants. Ils se doivent d'être irréprochables dans la dimension de la qualité qui les intéresse.

A titre d'exemple, l'amélioration de la qualité visuelle sera un argument de poids pour les producteurs ayant comme client de la GMS ainsi que la qualité sanitaire, qui prend de plus en plus de poids. L'ensemble des adhérents de la plus importante OP de l'île en mangue ont exprimé la volonté de passager de la certification HVE2 de. La variable « pratique écoresponsable » pour évaluer la « Vision des consommateur » marque cet attrait.

Pour résumer, l'évaluation que les producteurs font de leur système de culture en mangue relève d'une vision partagée du contexte qui présente des opportunités pour l'adoption d'alternatives aux

produits phytosanitaires. On trouve une pression réglementaire qui se traduit par la diminution du nombre de produits homologués, une pression sociale qui se traduit par des exigences sur la qualité du produit et les conditions dans laquelle il a été produit. Economiquement, la pression s'exerce sur une recherche plus importante de compétitivité en diminuant les coûts de production et en augmentant la précocité.

6.1.2 Un rapport à l'innovation qui fluctue en fonction des objectifs, des contraintes internes et externes vues par le producteur

Comme nous l'avons montré précédemment, les producteurs ont une vision partagée de leur environnement sous plusieurs aspects : l'importance de la qualité du produit, la nécessité de changer ses pratiques vers des systèmes moins consommateurs en pesticide, la quantité de moyen à leur disposition pour effectuer ce changement. Mais il apparait que sous d'autres aspects qui tendant à l'adoptabilité des techniques innovantes, la vision des exploitants est diverse. En fonction de leur environnement et de la perception qu'ils en ont, les stratégies misent en place dans l'exploitation varie et définissent des domaines des possibles différents en terme d'adoption de techniques innovantes (Marshall et al, 2013).

Puisque la vision de l'environnement et les objectifs des producteurs influencent les règles stratégiques de l'exploitation et le cadre des solutions possibles, nous avons étudié de façon approfondie deux exploitations ayant des visions de l'environnement et des objectifs fondamentalement différents. L'objectif est de déterminer des éléments (finalités, objectifs, contraintes internes, contraintes externes) dont la variation est responsable de ces modifications importantes du cadre des solutions possibles qu'on observe dans ces deux exploitations. Nous avons, ici, fait particulièrement attention à l'effet de la vision de l'environnement et des objectifs sur l'adoptabilité d'alternative aux produits phytosanitaires imaginées par le CIRAD. Ces alternatives sont caractérisées soit par une altération des cycles phénologiques des ravageurs, soit par une modification des équilibres trophiques, soit par une modification des périodes à risque pour l'arbre.

En comparant leurs systèmes de productions, leurs stratégies productives et commerciales et la vision qu'ils ont de leur environnement à travers l'évaluation qu'ils font de leur système de culture respectif, nous avons pu identifier trois éléments clés. Leur modification d'une exploitation à l'autre est responsable de variations importantes du cadre défini par les règles stratégique et donc de l'adoptabilité des alternatives aux produits phytosanitaires. On observe comme déterminants clés : le lieu de production, le mode de commercialisation, et le mode de gestion de la main d'œuvre.

6.1.2.1 Le lieu de production comme déterminant majeur de la gestion de la précocité et de l'étalement de la récolte et des stades phénologiques du manguier

Le lieu de production présente deux modalités qui se distinguent, d'après l'étude des producteurs n°4 et n°7, par des conditions de précocité différentes et par l'apparition plus ou moins fréquente d'épisodes de vent violent. Il s'agit du bassin de production situé au Nord-Ouest de La Réunion comprenant les communes de la Possession, de Saint Paul et du Port et du bassin de production du Sud-Ouest allant de la commune de Saint Leu à celle de Petite île. Les contraintes de production ont un impact sur les stratégies des producteurs et donc sur le cadre des possibles pour l'adoption d'innovations (Roussy et al., 2015).

L'exploitation n°4 se situe dans le bassin de production du Nord-Ouest qui est une zone propice à l'obtention d'une récolte précoce : sol drainant, période de sècheresse. A l'inverse, le producteur n°7 se situe dans le bassin de production du Sud-Ouest. Dans cette zone, la maturité des mangues arrive en moyenne plus tardivement. L'humidité est plus importante, la période de sécheresse est moins marquée. Par ailleurs, le producteur n°4 a développé une stratégie de production centrée sur la

maximisation de la précocité, le producteur n°7 n'a pas cette stratégie. La prédisposition du lieu de production à produire précocement et la stratégie de maximisation de la précocité sont liées. Le lieu de production détermine en partie l'aversion du producteur pour des techniques qui diminuent la précocité et l'attachement à d'autres censés l'améliorer. Il est nécessaire en fonction du lieu et des opportunités de l'exploitant d'adapter les propositions en termes de système de culture innovant. A titre d'exemple, selon le producteur n°4, dans le bassin du Nord-Ouest, la remise en cause du stress hydrique, pratique phare de l'amélioration de la précocité, n'est pas envisageable alors que le producteur n°7 ne le pratique pas.

Dans un deuxième temps, les bassins de production diffèrent par leur exposition aux vents violents qui battent l'océan. Dans le Nord-Ouest, la période associée aux épisodes de vents violents voir cyclone sont conscrits au début de l'année. Les exploitations du Sud-Ouest, en plus des vents cycloniques, sont exposées à des vents violents réparties aléatoirement durant la période de maturation des fruits. La violence de ces épisodes venteux provoque la chute des mangues de leurs arbres et par la même occasion un manque à gagner important pour le producteur. Une stratégie de production centrale de l'exploitation n°7 pour palier ce risque est la recherche d'un étalement important des stades phénologiques (Chetaille, Duffau, Horréard, & Lagandré, 2011). De cette façon, lors de l'apparition d'un épisode venteux seule une portion de sa récolte est perdue. A l'inverse, le producteur du bassin du Nord-Ouest récolte un maximum de sa production avant les cyclones du début d'année. Le risque est évité. Il existe un lien entre l'exposition des terres aux vents et l'aversion pour des techniques innovantes liées à la réduction de l'étalement des stades phénologiques comme la technique « suppression d'une floraison ».

Il y aurait un axe Nord-Ouest, Sud-Ouest où en fonction de la disposition de l'exploitation selon cet axe, le comportement vis-à-vis des techniques liées à l'étalement et à la précocité des stades phénologiques du manguier changerait. Plus on situe dans le Nord-Ouest plus l'aversion pour la perte de précocité est forte et plus l'étalement des stades phénologiques perd de son utilité. Plus on se situe dans le Sud-Ouest plus il est central de conserver un étalement fort et plus la précocité est un élément sans importance.

Enfin, on observe une différence notable entre la perception que les agriculteurs ont de la pression des bio-agresseurs et de ce qu'on peut lire dans la bibliographie. La littérature présente un effet du lieu de production sur le cortège de bio-agresseurs auquel doit faire face le producteur (Auber, 1975). Cependant, on n'observe pas de différence particulière entre les exploitations n°4 et n°7 vis-à-vis de la priorisation dans le traitement d'un ravageur qui ferait plus de dégât qu'un autre.

6.1.2.2 Le mode de commercialisation déterminant de la dimension de la qualité priorisée

Le mode de commercialisation présente trois modalités majeures sur l'île de la Réunion : La vente directe, les bazardiers, la vente aux GMS par le biais d'OP ou directement par le producteur (Lemarié, 2008 ; Pissonnier, 2014). Nous nous sommes focalisé sur la première et la deuxième modalité. Elles sont respectivement représentées par l'exploitation n°7 et l'exploitation n°4.

Il apparait qu'en fonction du mode de commercialisation, la dimension visuelle ou gustative de la qualité va plus ou moins être prise en compte (Dubuisson-quellier & Lamine, 2014). Lors de vente directe, le producteur peut facilement valoriser son mode de conduite, par exemple pour son respect de l'environnement. Le consommateur conscient de cet effort sera plus indulgent sur la qualité visuelle notamment que lorsqu'il achète en GMS (Dubuisson-quellier & Lamine, 2014). La vision des producteurs réunionnais confirme cet état de fait. L'exploitation n°4, en vente à la GMS, priorise la dimension visuelle de la qualité alors que l'exploitation n°7, en vente directe, priorise la qualité gustative. Donc en fonction du mode de commercialisation, l'exploitant exprimera une aversion plus ou moins importante à l'altération par des techniques innovantes de la qualité gustative ou de la

qualité visuelle. A titre d'exemple, l'exploitation n°4 avec la GMS comme client se doit d'avoir un contrôle drastique de l'humidité de son verger (taille régulière, irrigation limitée) pour limiter les tâches fongiques qui sont motif de déclassement. Il lui est donc difficile de mettre en place une irrigation permanente.

Bien qu'ayant des critères d'évaluation de la qualité qui différent, les deux exploitants font face à des consommateurs exigeants en terme de qualité. Or d'après eux, cette qualité est grandement déterminée par la gestion de la maturité, résultat confirmé par une étude menée en mangue au Brésil (Arnaud, Vannière, & Goguey, 2017). Grâce à des méthodes empiriques, un stade de maturité gustativement ET visuellement optimale a été déterminé : le stade point jaune. Dans la mesure où le stade de maturité joint les conditions optimales pour l'exploitation n°4 et l'exploitation n°7, on n'observe pas de différence dans ce cas. L'exploitant n°4 et l'exploitant n°7 trouvent qu'il est indispensable de récolter les fruits au stade point jaune pour satisfaire leur clientèle. Ils montrent tous les deux une aversion forte à la modification du stade de maturité à la récolte. Ce qui ne permet pas l'adoption par exemple d'une technique comme la « récolte précoce ». En effet, cette technique est basée sur une récolte à un stade plus précoce dans le but de diminuer la quantité de mangue piquée et à terme l'infestation de mouche des fruits.

Le mode de commercialisation détermine la dimension de la qualité qui est priorisée et l'importance de marge de manœuvre que les exploitants ont quant à leur altération. Le mode de commercialisation détermine aussi le stade de maturité à la récolte ainsi que l'impossibilité d'en changer. Par ces biais, le mode de commercialisation va avoir un impact sur des choix techniques liés à l'irrigation, à la taille et à la récolte.

6.1.2.3 La perception du marché de l'emploi comme déterminant de la mécanisation et de l'étalement des temps de travaux

On observe dans les deux exploitations enquêtées une divergence importante sur la perception du marché de l'emploi. Le producteur n°4 considère que la main d'œuvre est une charge qu'il est nécessaire de limiter au maximum. A l'inverse, le producteur n°7 est fier de ses employés. Ils sont intégrés de façon durable dans l'entreprise et son considérés comme des égaux dans la prise de décision. Cette différence dans la perception et dans le mode de coordination qu'elle implique a des conséquences sur la capacité à adopter des systèmes de culture moins coûteux en pesticide. On retrouve cette idée dans une étude menée dans les Antilles sur les bananerais (Temple, Bakry, & Marie, 2011). La nécessité de modifier le mode de coordination à travers l'acquisition de savoir-faire, le développement du fonctionnement autonome apparaissent comme autant de conditions pour pouvoir mettre en place des systèmes utilisant moins de produits phytosanitaires.

Une première conséquence observable dans le discours est le recourt à la mécanisation. La gestion de l'emploi du producteur n°4 entraine un recours à la mécanisation de ses activités. La recherche de la mécanisation et le maintien de la parcelle dans les conditions nécessaires pour accueillir des outils tractés est pour l'exploitation n°4 un moteur d'innovation. A titre d'exemple, la modification de son système d'irrigation est entièrement motivée par ce facteur. Cependant, elle entrave la mise en place de mesures alternatives aux produits phytosanitaires s'appuyant sur le développement d'auxiliaires de culture. L'enherbement est détruit avant chaque activité nécessitant un outil tracté et notamment pendant la floraison, période à risque principal (Amouroux et al., 2009; Auber, 1975; Normand et al., 2011), pour traiter contre l'oïdium, les thrips, les punaises et la cécidomyie.

Une deuxième conséquence est que le producteur n°4 ressent la nécessité d'être présent lors des travaux que réalisent ses employés pour les contrôler. D'après le producteur, la main d'œuvre est sous-qualifiée. Dans ce cadre, les recouvrements d'activités comme il peut y en avoir sur son exploitation tous les 3 ans entre le repiquage de la canne à sucre et la taille des manguiers sont des problèmes majeurs. L'exploitant est très contraint. A l'inverse, l'exploitation n°7 a des employés de longue date.

L'exploitant délègue facilement, ce qui a rendu possible la diversification des systèmes de culture sur l'exploitation. Ainsi, le rapport que le producteur entretient avec l'emploi détermine la polyvalence de l'exploitation et par exemple sa capacité à adopter de la diversité culturale. Il est donc nécessaire dans le ciblage des exploitations de porter une attention particulière sur le partage des responsabilités au sein de l'exploitation.

Enfin, les valeurs de l'exploitant n°7 ne lui permettent pas d'employer de la main d'œuvre précaire. En tant que chef d'entreprise, l'exploitant n°7 lutte contre la précarité de l'emploi en ne participe pas au système. Cette vision met l'exploitation n°7 face à de fortes contraintes de temps lors de pics de travail. A l'inverse, le producteur n°4 arrive à les résorber facilement en employant de la main d'œuvre pour une courte durée. Cette posture met l'exploitation n°7 en difficulté face à des techniques innovantes qui impliquent des pics de travail importants tel que le bâchage et la synchronisation des stades phénologiques à l'échelle de la parcelle. La gestion de la main d'œuvre joue encore ici un rôle important dans la possibilité que les producteurs ont d'adopter des techniques innovantes. Ce dernier cas est néanmoins paradoxal puisque l'exploitation n°7 en permaculture se trouve à être désavantagée dans l'adoption de certaines techniques innovantes alternatives aux produits phytosanitaires face à l'exploitation n°4, une exploitation conventionnelle.

Le rapport à l'emploi a bien un impact majeur sur la capacité des producteurs à mettre en place sur leurs exploitations des techniques innovantes plus économes en produits phytosanitaires.

6.2 Discussion sur la méthode utilisée

6.2.1 Une démarche participative efficace, un échantillon à agrandir pour approfondir l'étude des effets de stratégie de gestion

La démarche participative, proposée dans la première partie de ce stage, s'appuie sur un échantillon de 13 producteurs avec un effectif par type de stratégie allant de 1 à 3. La taille de l'échantillon est réduite par rapport à une population de 113 producteurs de mangue recensée à ce jour par le CIRAD. Cependant, elle s'appuie sur une typologie réalisée l'année dernière sur une population de 28 producteurs, ce qui nous a permis de réduire significativement la taille de l'échantillon à interroger sans perdre en représentativité (Marchetti, 2016). La petite taille de l'échantillon nous a néanmoins handicapés pour l'exploitation des résultats. Seul le test exact de Fisher nous a semblé adéquat pour traiter un échantillon avec un effectif aussi réduit (Rakotomalala, 2008). Il nous a permis de confirmer un effet significatif du type d'exploitation sur l'apparition de deux variables d'évaluation dans le discours des exploitants[6]. Cependant, grâce à notre connaissance du terrain, nous avions identifié quatre variables de plus[7] où le type a un effet sur leur apparition dans le discours. Cette différence entre ce qui est apparu grâce au test de Fisher et ce qui est observé sur le terrain s'explique par deux biais potentiels. Le producteur a pu omettre de mentionner une variable caractéristique de son exploitation (i) à cause du format semi-directif de l'entretien, (ii) de l'absence de suggestions de l'enquêteur. La taille de l'échantillon, nous a empêchés de réaliser une analyse multivariée de type ACM (Analyse des Correspondances Multiples), ce qui pourrait être intéressant pour confirmer les effets dont nous avons parlé plus haut. Pour cela, il faudrait un échantillon avec un effectif au moins deux fois supérieur au nombre de variables étudiées (Lebart et al, 2000). D'un autre côté, la taille de l'échantillon a permis de prendre le temps nécessaire à la compréhension de chaque cas particulier et à acquérir un jeu d'indicateurs et de variables d'évaluation. De plus, cela nous a laissé le temps d'adopter une démarche complète et itérative en plusieurs étapes.

[6] La variable « présence de micro-guêpe » et la variable « fermeté »

[7] La variable « résistance aux chocs », « pratique ecoresponsable », « originalité des pratiques par rapport aux standard réunionnais » et « esthétique du verger »

La démarche itérative proposée par cette méthode de co-conception a aussi participé à l'élaboration d'une grille d'indicateurs et de variables d'évaluation cohérente et complète. Elles ont aussi permis de valider une grille commune qui pourra être réutilisée lors de réflexions en comité d'experts sur la conception de système de culture innovant .

6.2.2 Une discussion enrichie par des résultats simulés à l'échelle de l'exploitation

L'utilisation du modèle Co-Hort et des résultats issus des simulations ont été un catalyseur de discussion. Cette démarche a permis de révéler des aspects du processus de décision pour l'adoption d'innovations qu'un entretien normal n'aurait pas nécessairement mis en évidence. Dans un premier temps, l'échelle utilisée permet à l'agriculteur une réelle projection dans le scénario qui lui est présenté. En effet, la prise de décision est privilégiée car c'est à ce niveau que dans l'optique d'optimiser la combinaison de ses moyens il doit rechercher des compromis (Milleville, 1987a). L'ensemble des résultats choisis, ainsi que le format sous lequel ils sont présentés participe aussi à cette projection (Annexe 9). Ils sont graphiques et présentés sur des feuilles volantes, ce qui permet la mise à plat et la comparaison des différents scénarios. A titre d'exemple, la comparaison et la représentation graphique du planning annuel des activités de l'exploitation ont permis de mettre en évidence l'intérêt de réfléchir à l'adoption d'une taille non plus post-récolte mais préfloraison pour se dégager du temps lors du repiquage de la canne à sucre.

Les données issues des ateliers d'experts sont bâties à partir d'observations et d'expérimentations en cours de recherche du CIRAD travaillant sur la mangue à la Réunion. Elles ne sont pas exactes et ne reflètent que des tendances observées. Les producteurs étaient prévenus à l'avance. Notre démarche comme d'autre était centrée sur l'apprentissage (Attonaty & Soler, 1991). Elle n'était pas de proposer une innovation « clé en main » mais de discuter de la potentialité d'accepter une technique innovante hypothétique. Dans ce cadre de non-exactitude assumé, nous avons pris la liberté, par exemple, de présenter plusieurs hypothèses relatives aux performances de ces innovations pour étudier s'il existe pour les producteurs des seuils d'acceptabilités particuliers. La qualité des entretiens que nous avons eus est largement issue de cette liberté que nous avons pu prendre pour multiplier les choix auxquels le producteur était confronté et ainsi l'obtention des règles de décisions liées à l'adoption de techniques innovantes.

D'un autre côté, pour des questions de praticité, les performances des innovations à dire d'expert sont établies pour un système de culture « moyen » décrit par la chambre d'agriculture (Annexe 1). Elles ne sont pas adaptées au contexte spécifique de chaque exploitation et plus particulièrement des exploitations dont les pratiques sont éloignées de la norme. Cela pose problème dans la mesure où le producteur est empêché dans le processus de projection induit par cet exercice (Jeuffroy et al., 2008). L'exemple typique que nous avons rencontré est le décalage important entre les temps de travaux estimés pour l'innovation « suppression d'une floraison » par les chercheurs et par les employés de l'exploitation n°7. Les temps de travaux à dire de producteur sont quatre fois plus important que ceux à dire d'expert. Cette différence s'explique à cause d'une particularité de l'exploitation. En, effet, la taille n'y est effectuée qu'une fois tous les quatre ans là où la moyenne est de tailler tous les ans. La discussion s'est retrouvée parasité par cette différence de point de vue. Ce point peut devenir intéressant dans la mesure où il permet aux chercheurs d'ajuster leurs références.

6.2.3 Deux démarches différentes de l'analyse des pratiques agricoles qui s'enrichissent mutuellement

Les deux méthodologies utilisées dans cette étude, co-conception d'une grille d'évaluation et discussion avec des résultats à l'appui, sont complémentaire sous plusieurs aspects.

Dans un premier temps, la co-conception d'une grille d'évaluation a permis d'identifier des variables d'évaluation importantes aux yeux des producteurs de mangue. Cette première compréhension du

mode d'évaluation a permis d'enrichir la deuxième partie de l'étude. Le modèle Co-Hort a été sélectionné de sorte à ce que les variables de sortie correspondent au maximum avec les variables d'évaluation du système de culture à dire d'agriculteur. On y retrouve : le temps de travail, la marge brute, l'IFT qui traduit ce que les producteurs appellent le « nombre de traitement ». La partie de co-conception de la grille d'évaluation nous a aussi permis de compléter les trois variables de sortie de Co-Hort avec des variables tel que la hauteur de l'enherbement, le rendement et les stades phénologiques de l'arbre déterminant le prix de vente. L'ensemble de ces variables permettent de rendre compte à l'agriculteur de la majorité des effets des techniques innovantes que l'on cherche à discuter, y compris les effets qui sont indirect. C'est à cette condition que l'agriculteur peut s'approprier l'outil et que producteur et chercheur peut avoir une discussion de qualité (Jeuffroy et al., 2008).

Dans un deuxième temps, l'élaboration de la grille et la compréhension de la vision que les producteurs de mangue ont de leur système de culture et de l'innovation, ont servi de diagnostic participatif. On retrouve ce procédé en sélection variétale participative. Le recueil de discours permet de diagnostiquer et d'identifier les « réels » besoins en variété et les exploitations pertinentes pour participer à la sélection (Chiffoleau, 2006). Dans notre cas, le diagnostic nous a permis d'identifier quelles exploitations impliquer dans la phase de simulation. Ainsi, nous avons pu écarter deux types d'exploitations de la deuxième phase. Cela comprend les producteurs ayant soit une aversion pour l'innovation, technique nouvelle qui les amènerait à changer leurs pratiques habituelles, soit un système d'activité très diversifié dans lequel la part de revenus occasionnée par la mangue est minime par rapport à leurs autres activités. Par élimination, nous avons pu finalement identifier les deux exploitations pertinentes pour l'étape de simulation.

7.Conclusion et perspectives

Cette étude a pris le parti d'étudier les déterminants de l'adoption de techniques innovantes alternatives aux produits phytosanitaires dans le contexte insulaire de l'île de la Réunion pour les producteurs de mangue. Il est évident que nous faisons face à une situation complexe. Les éléments qui influencent l'adoption de nouvelles techniques se nouent à un niveau multi-échelles mais aussi multi-acteurs. Nous avons ici eu la volonté de nous focaliser sur l'agriculteur, sur sa prise de décision et sur les déterminants qui influencent ses choix.

Pour comprendre les raisons des choix techniques de l'agriculteur, nous avons combiné deux méthodes. La première méthode était participative et itérative. Elle a permis (i) de comprendre la vision de porte l'agriculteur sur son système de culture (ii) de la confronter avec la vision d'autres producteurs lors d'un atelier qui a réunis six producteurs. De fait, elle a permis d'accumuler un jeu d'indicateurs et de variables d'évaluation des systèmes de culture qui reflètent la vision que les agriculteurs ont de leur pratique mais aussi de leur environnement. La deuxième méthode a consisté à simuler des scénarios de systèmes de culture innovants probables et à discuter de ces résultats avec deux exploitants. Cela nous a permis d'avoir une compréhension plus profonde et plus complète à travers l'établissement de corrélations entre des déterminants et la mise en place de pratiques agricoles. Ces deux méthodes ont été complémentaires et synergiques. L'acquisition des indicateurs d'évaluation a permis de créer une représentation du paysage de la mangue à la Réunion. La deuxième étape a pu s'appuyer sur cette première compréhension du paysage solide pour gagner en pertinence dans le choix des exploitants à impliquer, dans le choix du modèle à utiliser.

Premièrement, on y découvre des visions très riches en matière d'évaluation des systèmes quelques soient le pilier de la durabilité, économique, social ou agro-environnementale. Aussi, on y découvre une vision consensuelle. Les producteurs perçoivent la nécessité d'effectuer une transition vers des systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires. A titre d'exemple, une attention de plus en plus grande est apportée pour ménager les auxiliaires de cultures, pour les considérer comme des outils efficaces dans la lutte contre les bio-agresseurs. Par ailleurs, les moyens important dont disposent les producteurs grâce à la vente de mangue, produit alimentaire de luxe à forte valeur ajoutée, donne l'image d'une population qui a la capacité d'effectuer cette transition. Enfin, on a identifié une course générale aux produits hors-saison et à la qualité pour pouvoir se distinguer sur un marché de plus en plus concurrentiel. Cette course pourrait être une opportunité pour l'introduction de techniques innovantes qui associeraient réduction d'intrant et une meilleure qualité ou une récolte hors-saison.

Cependant, la relation à la technique varie d'une exploitation à l'autre. Nous avons pu, grâce à cette étude, relever trois déterminants clés à la Réunion : le lieu de production, le mode de commercialisation et la perception du marché du travail. Grâce à ces éléments déterminants, il pourrait être, à terme, plus aisé de cibler les exploitations et de proposer des techniques qui s'accordent avec les système de production des exploitants. Le lieu de production a un impact sur le rapport à la précocité donc à l'acceptation de techniques la mettant en danger, mais le lieu a aussi un impact sur le rapport à l'étalement des stades phénologiques. Le mode de commercialisation qui de la qualité visuelle ou gustative sera privilégiée par l'agriculteur. Ainsi, en fonction du client de l'exploitation, le producteur ne sera pas capable de mettre les mêmes techniques en place sur son exploitation. Enfin, la perception que le producteur a du marché du travail va conditionner le rapport à la mécanisation, aux pics d'activité.

L'étude a abouti à une compréhension, bien qu'elle reste partielle, du système complexe et multi-échelles qui détermine les choix techniques des exploitants. En effet, dans cette étude nous avons

travaillé à l'échelle parcellaire et à l'échelle de l'exploitation. La combinaison de ces deux échelles permet de faire émerger de la connaissance sur l'ensemble du système qui les a fait naître. Cependant, il existe une autre échelle supérieure à laquelle la pratique se confronte et que nous n'avons pas exploré et qui nous semble pertinent d'introduire dans une étude complémentaire : le territoire. L'échelle du territoire pourrait certainement nous éclairer sur les déterminants de la qualité et sur l'origine des normes et des critères qualitatifs que nous ont exprimé les producteurs et qui les contraignent à adopter des techniques économes en produits phytosanitaires (Belmin, 2016). Enfin, l'étude porte sur le producteur et sur sa vision des choses. Une perspective intéressante pourrait être de confronter son discours avec la réalité de ses pratiques grâce à un suivie sur une saison. La mise en évidence de contradictions pourrait nous permettre d'approfondir encore notre compréhension du système de prise de décision stratégique d'adoption de techniques innovantes (Vayssieres, Lecomte, Guerrin, & Nidumolu, 2007).

Références bibliographiques

Ajir, S. (2014). *Une population réunionnaise de plus en plus active mais en manque d'emplois '*. La Réunion. Retrieved from https://www.insee.fr/fr/statistiques/1285613

Amouroux, P., Hoarau, I., Joas, J., Léchaudel, M., Michels, T., Normand, F., & Vincenot, D. (2009). *GUIDE DE PRODUCTION INTÉGRÉE DE MANGUES À LA RÉUNION*.

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

Arnaud, C., Vannière, H., & Goguey, T. (2017). Déterminants de la qualité pour la mangue produite dans le Nordeste brésilien, *58*(58), 191–204. https://doi.org/10.1051/fruits:2003007

Attonaty J.-M., Soler Louis-Georges. Des modèles d'aide à la décision pour de nouvelles relations de conseil en agriculture. In:Économie rurale. N°206, 1991. Nouvelles approches en gestion de l'entreprise agricole. Session des 29 et 30 Novembre 1990 organisée par Jean-Marie Attonaty (INRA-ESR), Jacques Clément (DGER) et Louis-Georges Soler (INRA-SAD) pp. 37-45

Auber, B. (1975). Possibilités de production de mangues greffées à la Réunion_B.Aubert 1975.pdf.

A.W. Sempore, N. Andrieu, H. B. Nacro, M.P. Sedogo, P.-Y. Le Gal. Revelancy and role of whole-farm models in supporting smallholder farmers in planning their agricultural season

Belmin, R. (2016). *Construction de la qualité de la clémentine de Corse sous Indication Géographique Protégée. Analyse des pratiques agricoles et dusys eme sociotechnique*. Université de Corse. Retrieved from https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01437957

Chetaille, A., Duffau, A., Horréard, G., & Lagandré, D. (2011). Gestion des risques agricoles par les petits producteurs. Focus sur l'assurance récolte indicielle et le warrantage. Retrieved from http://www.arabic.microfinancegateway.org/sites/default/files/mfg-fr-etudes-de-cas-gestion-des-risques-agricoles-par-les-petits-producteurs-05-2011.pdf

Chia, E., Rey-Valette, H., Lazard, J., Clément, O., et Mathé, S. (2009). Évaluer la durabilité des systèmes et des territoires aquacoles : proposition méthodologique. *Cahiers agricultures*, 2009, vol. 18, no 2-3, p. 211-219.

Chiffoleau, Y. (2006). La sélection participative , du Sud auNord: enjeuxetconditionsd'un«transfert». Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Yuna_Chiffoleau/publication/228344761_La_selection_participative_du_Sud_au_Nord_enjeux_et_conditions_d'un_transfert/links/541a84150cf203f155ae2be7.pdf

Dossier Technico-Economique Mangue 1995_Itinéraire technique.pdf. (1995).

Dubuisson-quellier, S., & Lamine, C. (2014). Faire le marché autrement. L'abonnement à un panier de fruits et légumes comme forme d'engagement politique des consommateurs. *Presses Universitaires Du Midi*, *Sciences d*, 144–167.

ephy|Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages, des matières fertilisantes et des supports de culture autorisés en France. (2017). Retrieved June 19, 2017, from https://ephy.anses.fr/

Feschet, P., & Bockstaller, C. (2014). Multicriteria assessment methods and social LCA, which complementarity? - The case of French multicriteria assessment methods of agricultural

systems. Retrieved from http://agritrop.cirad.fr/579180/7/diapo_579180.pdf

Grechi, I. (2014). - Réponse à l'APR 2014 PESTICIDES-Ecophyto -.

Guide Eco-Fruits - Protocoles d'évaluation du risque de dégâts en verger. (2017). Retrieved September 11, 2017, from http://ephytia.inra.fr/fr/C/22291/Guide-Eco-Fruits-Protocoles-d-evaluation-du-risque-de-degats-en-verger

Jeuffroy, M.-H., Bergez, J.-E., David, C., Flénet, F., Gate, P., Loyce, C., … Surleau-Chambenoit, C. (2008). Utilisation des modèles pour l'aide à la conception et à l'évaluation d'innovations techniques en production végétale : bilan et perspectives. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Christophe_David/publication/235525798_Utilisation_des_modeles_pour_l'aide_a_la_conception_et_a_l'evaluation_d'innovations_techniques_en_production_vegetale_bilan_et_perspectives/links/09e41511e55d10ebde000000.pdf

Lairez, J., Feschet, P., Aubin, J., Bockstaller, C., et Bouvarel, I. (2015). Evaluer la durabilité en agriculture. Guide pour l'analyse multicritère en productions animales et végétales. Editions Quæ / Educagri, 2015, 226p.

Lebart, L., Morineau, A., et Piron, M. (2000). Statistiques exploratoires multidimensionnelle. Paris : Dunod, 3ème édition, 2000, 439p.

Le Gal, P. Y., Dugué, P., Faure, G., & Novak, S. (2011). How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agricultural Systems*, *104*(9), 714–728. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.07.007

Lemarié M. 2008. Caractérisation des pratiques culturales et identification des profils de fonctionnement des exploitations agricoles productrices de mangues. Rapport de Stage – Cirad

López-Ridaura, S. (2005). Multi-Scale Sustainability Evaluation. A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. Wageningen University and Research Centre, 2005, vol. 68.

Marshall, E., Bonneviale, J.-R., Francfort, I., 2013. Fonctionnement et diagnostic global de l'exploitation agricole : Une méthode interdisciplinaire pour la formation et le développement. Educagri editions. 173 p. ISBN 978-2-84444-923-8

Marchetti, M. (2016). *Analyse systémique des exploitations productrices de mangues à La Réunion : Identification des déterminants influençant les choix techniques et les changements de pratiques des producteurs pour la co-conception d'itinéraires techniques innovants apportant une alternative aux pesticides*.

Milleville, P. (1987a). Recherche sur les pratiques des agriculteurs. *Les Cahiers de La Recherche Développement*, *16*. Retrieved from http://cahiers-recherche-developpement.cirad.fr/cd/CRD_16_3-7.pdf

Normand, F., Michels, T., Léchaudel, M., Joas, J., Vincenot, D., Hoarau, I., … Barc, G. (2011). Approche intégrée de la filiére mangue à la Réunion. *Innovations Agronomiques*, *17*, 67–81.

Papy, F. (1998). Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision1. Retrieved from http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers4/010013877.pdf

Philippe, J. (2012). Etude d'impact économique des usages orphelins et mal pourvus dans la filière des fruits et légumes et pomme s de terre. Retrieved from http://dune.univ-angers.fr/fichiers/20090080/20133MABTV1478/fichier/1478F.pdf

Pissonnier, S. (2014). *Analyse des interactions entre producteurs et acheteurs dans la filière ananas Victoria à la Réunion*.

Pissonnier S., Lavigne C., Le Gal P.-Y., under review. A simulation tool to support the design of crop management strategies in fruit tree farms. Application to the reduction of pesticide use. *Computers and Electronics in Agriculture*.

Rakotomalala, R. (2008). Comparaison de populations. Tests non paramétriques. *Université Lumière Lyon*, 2008, vol. 2.

Rosies, B. (2017). *Evaluation des performances des systemes de culture vue par les producteurs : Cas des cultures d'ananas et agrumes à l'île de la Réunion*. AgroParisTech.

Roussy, C., Ridier, A., & Chaib, K. (2015). Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences. Retrieved from http://ageconsearch.tind.io/record/206036/files/WP15-03.pdf

Temple, L., Bakry, F., & Marie, P. (2011). Innovations sociales pour éliminer les pesticides dans les bananeraies : les conditions de mobilisation du travail. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Temple_Ludovic/publication/303524911_Innovations_sociales_pour_eliminer_les_pesticides_dans_les_bananeraies_les_conditions_de_mobilisation_du_travail/links/5746eb1808ae298602fbfbd0.pdf

Vayssieres, J., Lecomte, P., Guerrin, F., & Nidumolu, U. B. (2007). Modelling farmers' action: decision rules capture methodology and formalisation structure: a case of biomass flow operations in dairy farms of a tropical island. https://doi.org/10.1017/S1751731107696657

Annexe

Annexe 1 : Figure présentant l'ITK mangue « type » recommandé par les instituts techniques et de développements

Annexe 2 : Tableau des mercuriales et courbe des prix de la mangue en fonction du temps

Annexe 3 : Guide d'entretien semi-directif de la première phase de l'étude

Annexe 4 : Première version de la grille d'évaluation à dire de producteur

Annexe 5 : Photographie d'un groupe de producteur (à gauche) et d'une pondération (à droite) toutes deux prise lors de l'atelier de producteur

Annexe 6 : Pondération des deux groupes pris séparément

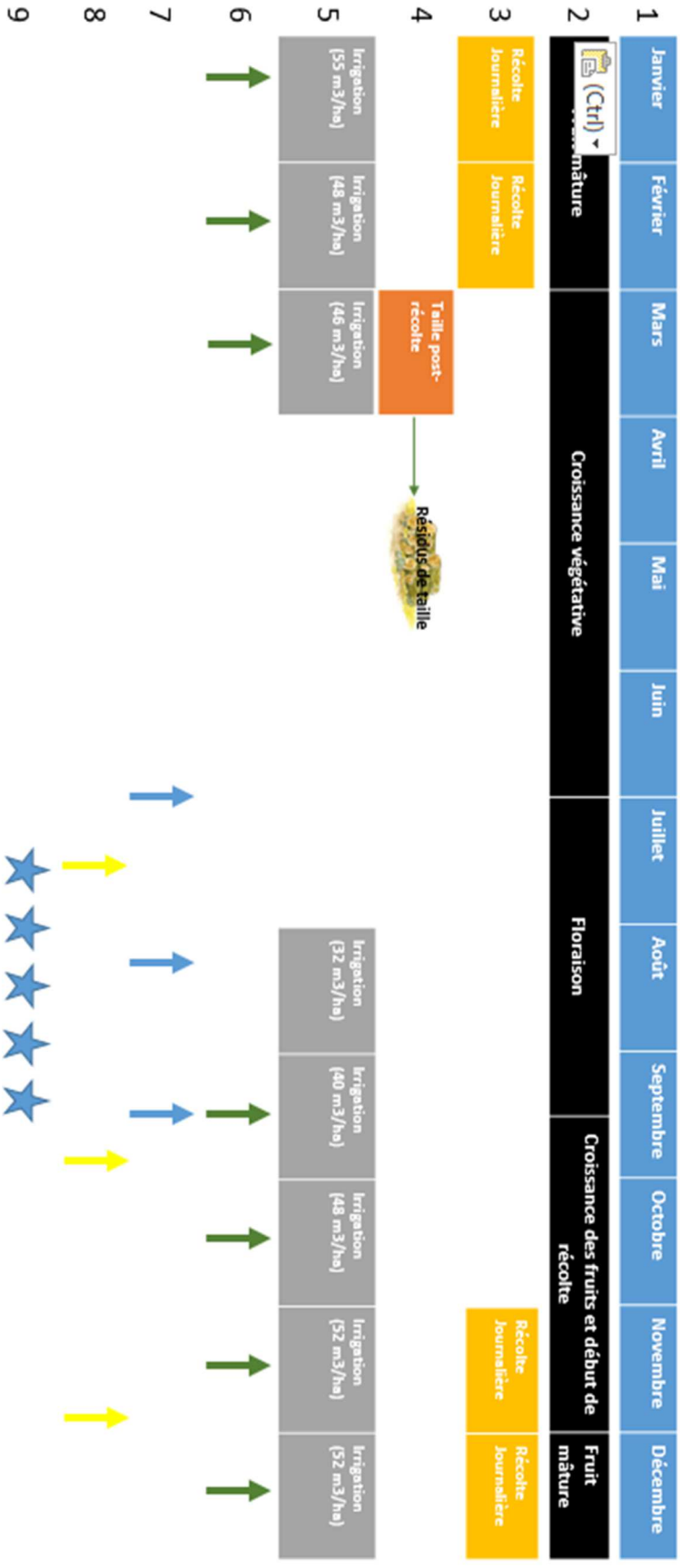
Annexe 7 : Présentation des principales pages de calculs utilisés lors des simulations avec Co-Hort

Annexe 8 : Illustration du parcellaire de M. Y

Annexe 9 : Tableau par innovations des résultats présentés au producteur lors de la discussion de la deuxième phase

Annexe 10 : Présentation d'expérimentation personnel de l'exploitant M. X de l'exploitation n°4 et de ses changements de pratique

Annexe 1 : Figure présentant l'ITK mangue « type » recommandé par les instituts techniques et de développement



1 : Les mois de l'année

2 : Les stades phénologiques du manguier au fil des saisons

3 : La récolte

4 : La taille et la gestion des résidus de taille

5 : L'irrigation et le volume d'eau par hectare et par mois

6 : Les flèches vertes indiquent les dates de fauches de l'enherbement

7 : Les flèches bleues indiquent les dates de traitements fongicides

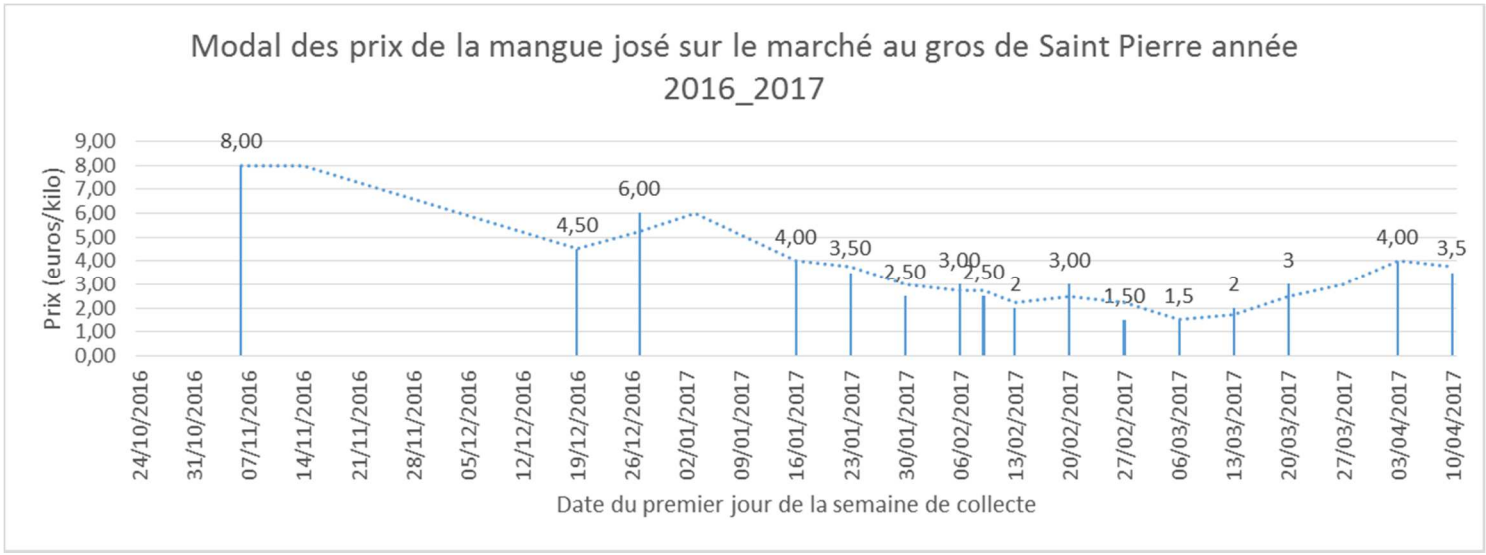
8 : Les flèches jaunes indiquent les dates de traitements insecticides

9 : Les étoiles bleues indiquent la période de surveillance phytosanitaire privilégiée

Annexe 2 : Tableau des mercuriales et courbe des prix de la mangue en fonction du temps

Le tableau présente les prix minimum, modal et maximum pour trois variétés de mangue : la mangue Américaine (Coghall), la Mangue Verte, la Mangue José. Ces prix ont été relevés sur le marché au gros de Saint-Pierre lors de la saison 2016-2017. La saison 2016-2017 est jugée comme étant une saison « normale ». Les prix sont en euros par kilogramme.

Date	Mangue Américaine (Cogshall)			Mangue Verte			Mangue José		
	Minimum	Modal	Maximum	Minimum	Modal	Maximum	Minimum	Modal	Maximum
10/04/2017									
03/04/2017				3	3	3			
27/03/2017							3,00	3,50	4,00
20/03/2017							4,00	4,00	4,00
13/03/2017	3,00	3,00	3,00						
06/03/2017							2,00	3,00	3,00
27/02/2017	3,00	3,00	3,00				1,50	2,00	2,00
20/02/2017				0,80	0,80	0,80	1,50	1,50	2,00
13/02/2017							1,00	1,50	1,65
09/02/2017	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	2,50	3,00	4,00
06/02/2017	3,00	3,00	3,00	0,80	0,80	1,00	1,50	2,00	3,00
30/01/2017				1,00	1,00	1,00	2,00	2,50	3,00
23/01/2017				1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	3,50
16/01/2017				1,00	1,00	1,00	2,00	2,50	3,00
03/01/2017	3,00	3,50	4,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,50	4,00
27/12/2016				1,20	1,20	1,20	4,00	4,00	4,00
19/12/2016				1,00	1,00	1,00			
12/12/2016	4,00	4,50	5,00	0,80	0,80	0,80	5,00	6,00	6,00
05/12/2016	3,00	4,00	5,00	0,80	0,80	0,80	3,00	4,50	6,00
28/11/2016				0,8	0,8	0,8			
14/11/2016				0,6	0,8	0,8			
06/11/2016				0,6	0,8	0,8			
24/10/2016				0,60	0,80	0,80			
17/10/2016				1,00	1,00	1,00	8,00	8,00	8,00



Annexe 3 : Guide d'entretien semi-directif de la première phase de l'étude

Phase I : Introduction :

Présentation du projet ECOVERGER et des résultats obtenus lors de la réalisation de la typologie (Marchetti, 2016).

Phase II : Comment et pourquoi ?

Pour chaque opération culturale (Taille, Gestion de l'enherbement, Irrigation, Traitements phytosanitaire, Gestion des résidus de taille, Gestion des résidus de fauche, Récolte) :

1) Comment menez-vous à bien cette opération ?
2) Pourquoi la menez-vous de cette manière en particulier ? Qu'es ce qui vous permet de dire que l'objectif est atteint ?
3) Evolution des pratiques depuis l'installation ?
4) Pourquoi ? Qu'es ce qui vous permet de dire que l'objectif est atteint ?

Phase III : Projection dans des systèmes innovants et en rupture

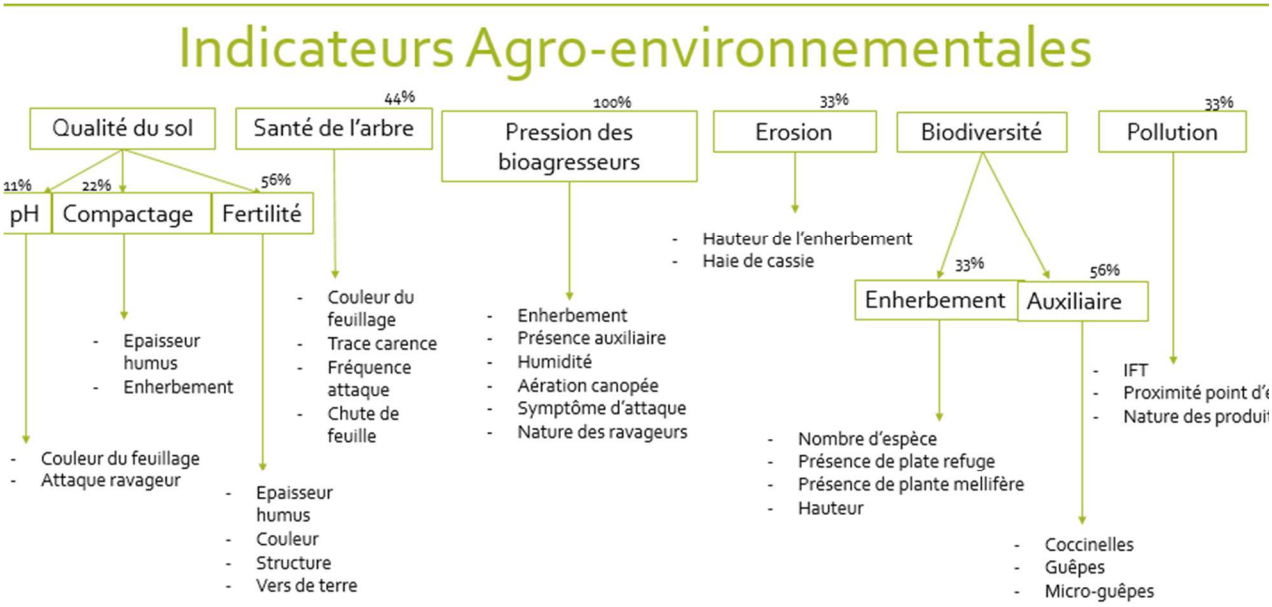
Proposition de pratiques ou de SdC en rupture (enherbement, bande fleurit, suppression d'une floraison, abandon du stress hydrique, … *Le choix du SdC ou de la pratique évoquée se fait en fonction de la conversation et du SdC actuel du producteur*)

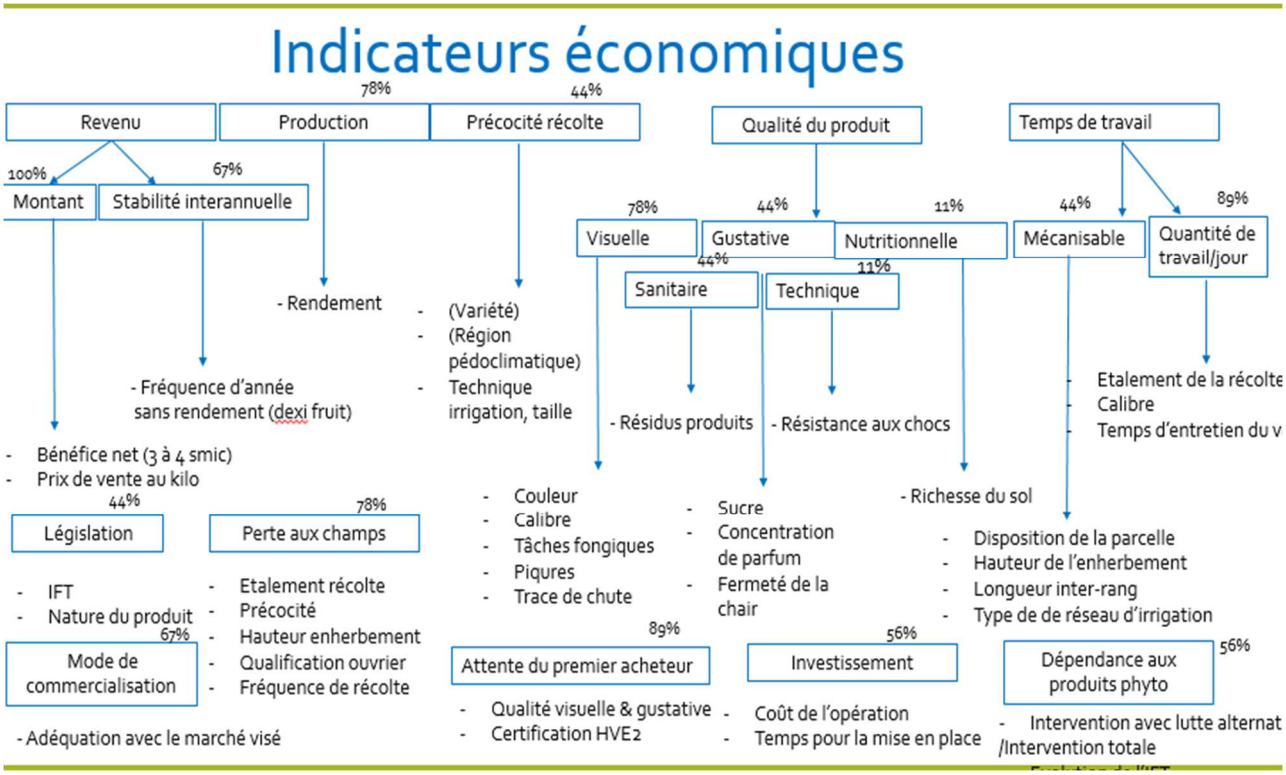
Est-ce adoptable par lui ? Pourquoi ?

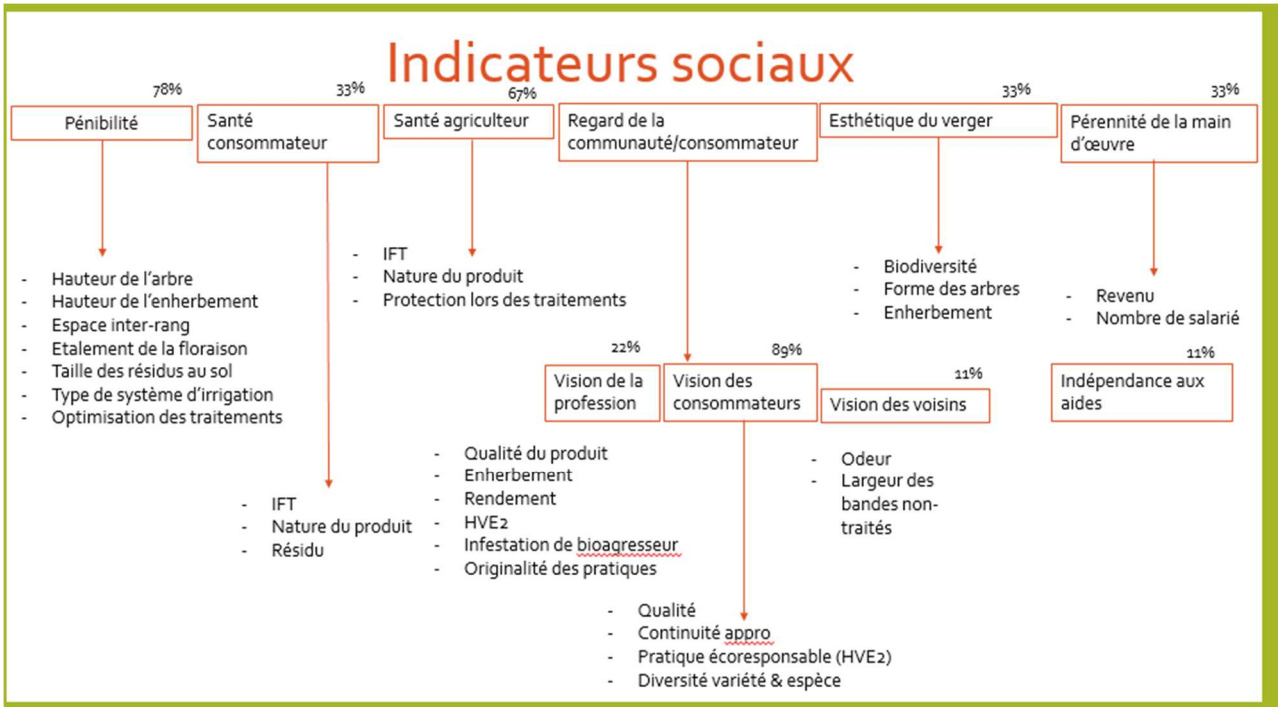
Quelles pratiques sont mises en place chez vos voisins qui ne seraient pas possibles ou pas voulues sur la vôtre ? Pourquoi ?

Annexe 4 : Première version de la grille d'évaluation à dire de producteur

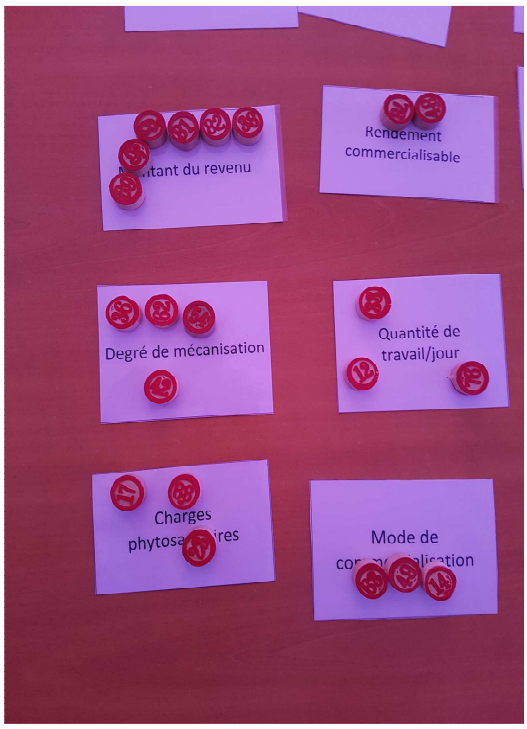
Les éléments encadrés sont les indicateurs d'évaluation et ceux précédés d'un tiret sont les variables d'évaluation auquel ils se réfèrent. Les pourcentages sont le taux de producteur ayant mentionné au moins une des variables dont l'indicateur est composé.






Indicateurs sociaux
78%
Pénibilité
- Hauteur de l'arbre
- Hauteur de l'enherbement
- Espace inter-rang
- Etalement de la floraison
- Taille des résidus au sol
- Type de système d'irrigation
- Optimisation des traitements
33%
Santé consommateur
- IFT
- Nature du produit
- Résidu
67%
Santé agriculteur
- IFT
- Nature du produit
- Protection lors des traitements
22%
Vision de la profession
89%
Vision des consommateurs
- Qualité du produit
- Enherbement
- Rendement
- HVE2
- Infestation de bioagresseur
- Originalité des pratiques
- Qualité
- Continuité appro
- Pratique écoresponsable (HVE2)
- Diversité variété & espèce
11%
Vision des voisins
- Odeur
- Largeur des bandes non-traités
33%
Esthétique du verger
- Biodiversité
- Forme des arbres
- Enherbement
33%
Pérennité de la main d'œuvre
- Revenu
- Nombre de salarié
11%
Indépendance aux aides
Regard de la communauté/consommateur

Annexe 5 : Photographie d'un groupe de producteurs (à gauche) et d'une pondération (à droite) toutes deux prises lors de l'atelier de producteur



Annexe 6 : Pondération des deux groupes pris séparément

Le groupe 1 est composé de producteur faisant partie des types A2 et B2

Le groupe 2 est composé de producteur faisant partie des types C, B1 et B2

Classement	Indicateurs	Groupe 1 Pondération relative
1	Santé des arbres	0,24
1	Pression bioagresseur	0,24
1	Aux	0,24
2	Qualité du sol	0,18
3	Poll	0,12
4	Erosion	0,00
1	Mdc_ad	0,35
1	Montant	0,35
2	Tps_travail	0,18
2	Prod_rend_com	0,18
3	Ind_aide	0,12
1	Pénibilité	0,17
2	R&E	0,11
2	Q_gustatif	0,11
2	Visions Consommateur	0,11
2	Q_visu	0,11
3	Q_sanitaire	0,08
3	Esthétique	0,08
3	Pérennité MO	0,08
4	Visions prod	0,06
4	Conservation_post_rec	0,06
5	Visions voisins	0,03

Classement	Indicateurs	Groupe 2 Pondération relative
1	Santé des arbres	0,24
1	Qualité du sol	0,24
2	Erosion	0,19
2	Aux	0,19
3	Poll	0,14
3	Pression bioagresseur	0,14
1	Montant	0,33
2	Prod_rend_com	0,17
2	Tps_travail	0,17
2	Mdc_ad	0,17
3	Ind_aide	0,06
1	Q_visu	0,14
2	Pénibilité	0,11
2	R&E	0,11
2	Visions Consommateur	0,11
2	Esthétique	0,11
2	Q_gustatif	0,11
3	Pérennité MO	0,09
3	Conservation_post_rec	0,09
4	Visions voisins	0,06
4	Q_sanitaire	0,06
5	Visions prod	0,00

Les indicateurs sont classés par ordre d'importance au sein de chacune des dimensions de la durabilité. La pondération finale est égale à la moyenne des deux pondérations si l'écart de classement est inférieur ou égal à 1. Dans le cas contraire, il n'y a pas eu consensus entre les deux groupes. Les pondérations seront laissées libres.

Annexe 7 : Présentation de quelques pages de l'outil de simulation Co-Hort (Pissonnier, 2017)

Les pages sont extraites de la simulation de l'ITK « classique » présenté en Annexe1

Sommaire

Feuilles Paramètres (onglets jaunes)	
Cult-act	Définir l'ensemble des cultures et des activités qui ont lieu sur l'exploitation
Variétés	Définir les variétés
Pratiques	Définir les pratiques intervenant sur le système modélisé
Fam-Produits	Définir les familles de produits pulvérisés nécessaires pour réaliser les pratiques
Produits	Définir les produits pulvérisés nécessaires pour réaliser les pratiques (leur coût, Tox et EcoTox), seulement si volonté d'aller à ce niveau de détails
MO	Définir les types de main d'œuvre intervenant sur l'exploitation (saisonnier/permanent/famille, mais aussi selon niveau de qualification)
Matériel	Définir le matériel et les équipements nécessaires pour réaliser les pratiques
Charges	Définir les différentes charges (fixes, variables et amortissement) à prendre en compte

Variables d'entrées (onglets bleus)	
Scénario	Nom et caractérisitques du scénario, fiche d'identité de l'exploitation
EA-Ressources MO	Définir les ressources mensuelles en main d'œuvre permanente
EA-planning	Répartition mensuelle du temps consommé par les différentes cultures (autre que la culture modélisée) et activités
EA-charges fixes	Définir les coûts par bloc des différentes charges fixes
BLOC	Définir le découpage du système en bloc (surface, culture, variétés, prix, rendement)
BLOC-planning	Répartir le temps consommé par mois et par pratique
BLOC-matériel	Indiquer par pratique le matériel utilisé et le coût associé à ce matériel, hors main d'œuvre
BLOC-charges variables	Indiquer le montant des cahrges variables supplémentaires s'appliquant aux différents blocs
BLOC-produits	Indiquer par pratique les produits utilisés

Variables de sortie	
résultats	Résultats économique à l'échelle de chaque bloc et de l'EA
resultats planning	Bilan entre l'offre en main d 'œuvre permanente et la demande sur la totalité de l'exploitation (autres cultures et activités incluses)
résultats IFT	Résultats phyto par bloc

I) Le sommaire et la structure de l'outil Co-Hort

II) Les variables d'entrée principales :

- Définition de la parcelle et de la culture (Définition de la taille de la parcelle, du rendement, du prix de vente)

Définition des Blocs

Blocs	Surface du Bloc	Rendement escompté sur le bloc (unité de volume/ha)	Culture	Variété
1	1	9000	mangue	Cogshall

Blocs	Prix de vente unitaire des fruits par unité de volume	Proportion (entre 0 et 1) du volume total commercialisé à ce prix
1	1,6	1

- Définition des produits utilisés et de leurs quantités

Produits pulvérisés utilisés

BLOC	Pratique	Famille Produits	Produits	Nb traitements sur l'année	Quantité unitaire de produit à l'hectare	% dose légale	Indiquer dans l'IFT? (indiquer 1 si oui, 0 sinon)
1	Soufre	Fongicide	Soufre	3	7,5	1	1
1	Karaté Zéon	Insecticide	karaté zéon	3	0,1	1	1
1	Synéis Appat	Insecticide	Synéis Appat	2	1,2	1	1
1							

- Définition des pratiques et de la répartition du travail dans le temps

Pratiques par bloc et temps mensuel consommé par hectare (faire apparaître l'intégralité des pratiques)

				Temps mensuel (unitaire) consommé par ha par chaque pratique sur le bloc par type de main d'œuvre											
BLOCS	Pratiques	Type de main d'œuvre	Matériel associé	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septembre	octobre	novembre	décembre
1	Enherbement sponta	Familiale	Tracteur + Gyrobroyeur	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	2	2
1	Enherbement sponta	Familiale	Debroussailleuse	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	4	4
1	Non broyage des rés	Familiale	Broyeur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Taille "post-récolte"	Familiale		0	0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Synéis Appat	Familiale	Tracteur + Atomiseur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	Soufre	Familiale	Tracteur + Atomiseur	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
1	Karaté Zéon	Familiale	Tracteur + Atomiseur	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
1	Piégage de masse	Familiale		0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4
1	Récolte journalière	Familiale		100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
1	Surveillance phytosa	Familiale		0	0	0	0	0	0	15	15	15	0	0	0

III) Les variables de sortie principales

- Résultats IFT

Résultats Phyto

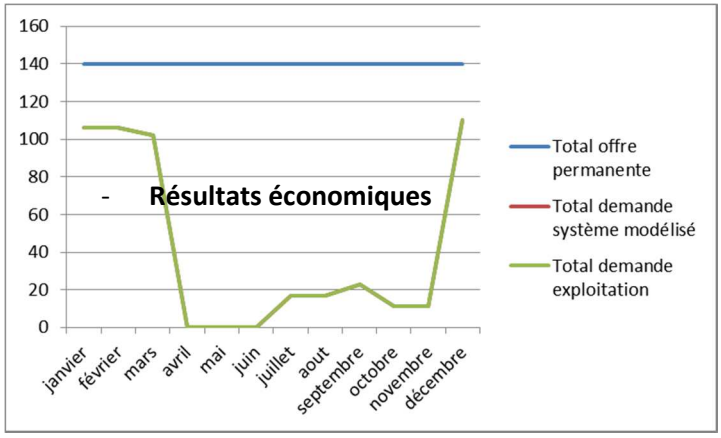
IFT GLOBAL	8,0				
	1	0	0	0	0
IFT	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IFT/t					
Par famille de produit					

- Résultats répartition du travail dans le temps

Résultats Planning

Calendrier	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septembre	octobre	novembre	décembre
Total offre permanente	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
Total demande système modélisé	106	106	102	0	0	0	17	17	23	11	11	110
Total demande exploitation	106	106	102	0	0	0	17	17	23	11	11	110

Nombre total d'heures sur l'EA sur l'année	503



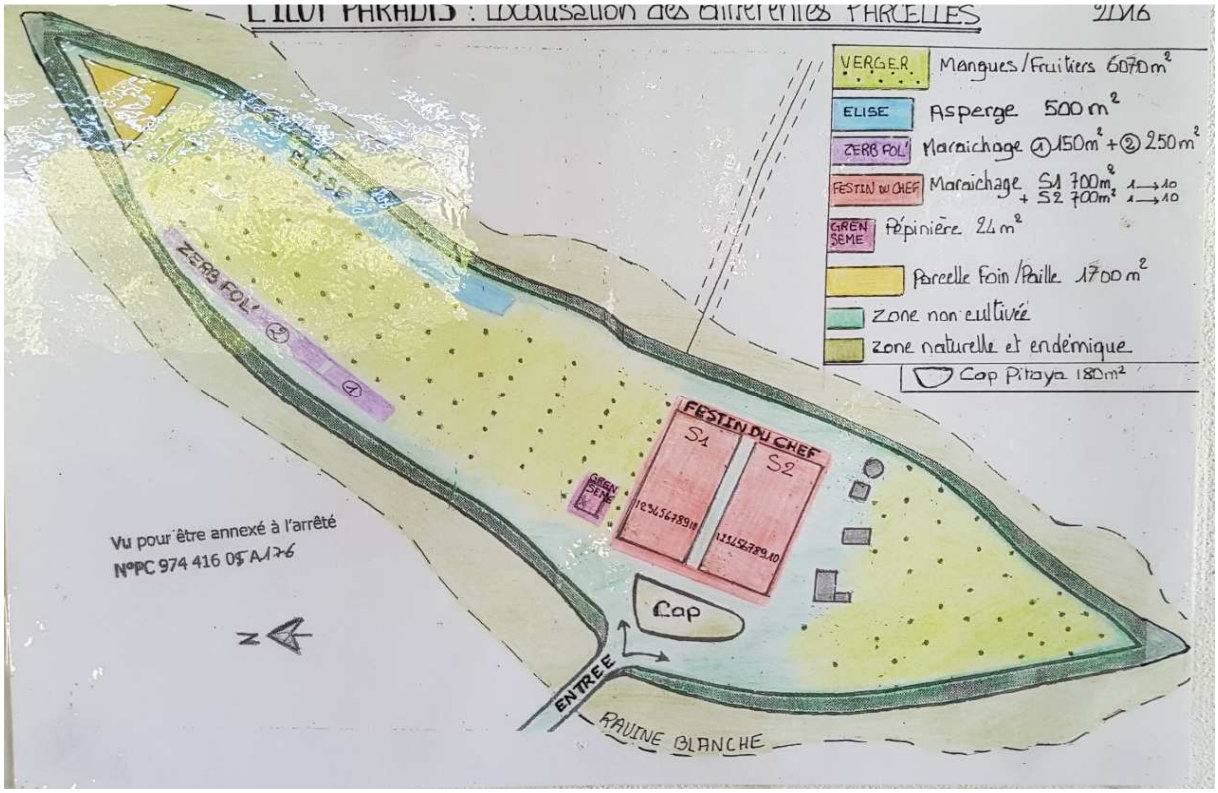
- **Résultats économiques**

	Calculs effectués	**1**	**0**	**0**
	Culture	**mangue**	**0**	**0**
	Variété	**Cogshall**	**0**	**0**
Chiffre d'affaire /ha	Rendement x prix	14400,0	0,0	0,0
Cout main d'oeuvre /ha	Total nb d'heure x cout main d'œuvre	0,0	#N/A	#N/A
Coût produit /ha	Nb trt x dose x Cout	457,8	0,0	0,0
Coûts liés à l'utilisation du matériel /ha		0,0	0,0	0,0
Total charges variables /ha		0,0	0,0	0,0
Coûts conduite /ha	MO + Produits + Matériel + charges variables	457,8	#N/A	#N/A
Marge brute/ha	chiffre d'affaire - cout conduite	**13942,2**	**0**	**0**
Charges fixes sur l'ensemble de l'EA /ha	0,0			
Marge nette /ha	marge brute - charges fixes	**13942,20**	**0,00**	**0,00**

Système modélisé

Chiffre d'Affaire moyen sur l'ensemble des blocs		14400,0
Marge brute moyenne sur l'ensemble des blocs par hectare		13942,2
Marge nette moyenne sur l'ensemble des blocs par hectare		13942,2
Marge nette totale		13942,2
Marge brute totale		13942,2

Annexe 8 : Illustration du parcellaire de M.Y de l'exploitation n°7



Annexe 9 : Tableau par innovations des résultats présentés au producteur lors de la discussion de la deuxième phase

Résultats de la simulation des scénarios « récolte sanitaire » présentés aux exploitants pour discussion

Exploitation agricole	Scénario	IFT mangue	Rdt (t/ha)	Marge brute mangue (euros/ha)	Temps de travail total (heures/an)	Hauteur de l'enherbement	Stade phénologique de l'arbre
EA n°4	Initiale	10	10,5	33269	7085	2 fauches	voir figure
	Hypothèse haute	8 (-2)	10,5	33721 (+452)	7335 (+250)	3 fauches (+1)	Pas de changement
	Hypothèse basse	9 (-1)	10,5	33656 (+387)	7351 (+274)	3 fauches (+1)	Pas de changement

Résultats de la simulation des scénarios «suppression de floraison » présentés aux exploitants pour discussion

Exploitation agricole	Scénario	IFT mangue	Rdt (t/ha)	Marge brute mangue (euros/ha)	Temps de travail total (heures/an)	Hauteur de l'enherbement	Stade phénologique de l'arbre
EA n°7	Initiale	3	16	26186	4102	5 fauches	voir figure
	Hypothèse haute	3	16	44786 (+18600)	4149 (+47)	5 fauches	La période de floraison et de maturité est diminuée de moitié
	Hypothèse basse	3	16	44842 (+18656)	4145 (+43)	5 fauches	La période de floraison et de maturité est diminuée d'1/4

Résultats de la simulation des scénarios «enherbement spontané favorisé toute l'année » présentés aux exploitants pour discussion

Exploitation agricole	Scénario	IFT mangue	Rdt (t/ha)	Marge brute mangue (euros/ha)	Temps de travail total (heures/ an)	Hauteur de l'enherbement	Stade phénologique de l'arbre
EA n°4	Initiale	10	10,5	33269	7085	2 fauches	voir figure
	Scénario 1	5 (-5)	8,4 (-2,1)	23253 (-10016)	6639 (-446)	2 fauches	Maturité retardée de 1,5 semaines
	Scénario 2	5 (-5)	9,5 (-1)	26534 (-6735)	6816 (-269)	2 fauches	Maturité retardée de 1,5 semaines
	Scénario 3	6 (-4)	8,4 (-2,1)	22666 (-10603)	6667 (-418)	2 fauches	Maturité retardée de 1,5 semaines
	Scénario 4	6 (-4)	9,5 (-1)	25947 (-7322)	6854 (-231)	2 fauches	Maturité retardée de 1,5 semaines

Résultats de la simulation des scénarios «taille raffinée» présentés aux exploitants pour discussion

Exploitation agricole	Scénario	IFT mangue	Rdt (t/ha)	Marge brute mangue (euros/ha)	Temps de travail total (heures/ an)	Hauteur de l'enherbement	Stade phénologique de l'arbre
EA n°4	Initiale	10	10,5	33269	7085	2 fauches	voir figure
	« Taille raffinée »	6,7 (-3,3)	8,19 (-2,31)	34622 (+1353)	8063 (+978)	2 fauches	Diminution de 2/3 de la période de floraison Récolte un mois et demi plus tôt
EA n°7	Initiale	3	16	26186	4102	5 fauches	voir figure
	« Taille raffinée »	3	12,5 (-3,5)	36482 (+10296)	4102	5 fauches	Diminution de 2/3 de la période de floraison Récolte un mois et demi plus tôt

Annexe 10 : Présentation d'expérimentations personnelles de l'exploitant M. X de l'exploitation n°4 et de ses changements de pratique

Dans le cas particulier de M. n°4, nous avons communiqué aussi lors des entretiens sur certaines expérimentations qu'il a pu mener de son côté ainsi que de ses changements de pratique et de ce qui les a motivé. Ces données sont intéressantes car elles nous informent sur le rapport de l'agriculteur à l'innovation.

Expérimentation personnel

(i) Réflexion sur un projet consistant à adapter son système d'irrigation à une mécanisation maximale de toutes les activités sur le verger. Il s'agit notamment du ramassage des fruits au sol grâce à une ramasseuse à noix. Le système d'irrigation serait similaire à celui qu'on trouve dans les champs de canne à sucre. Une aspersion sur frondaison positionnée au milieu de la canopée. Le producteur considère que cette technique n'aura pas de conséquence sanitaire sur les fruits compte tenu du fait que le climat est sec et que la Cogshall n'est pas sensible à l'anthracnose, champignon favorisé par l'humidité.
(ii) Il a réalisé sur son exploitation le test suivant : il a accumulé l'enherbement au centre de sa parcelle et y a mis le feu avant le début de la floraison. L'effet attendu était une augmentation de la précocité de la floraison. Sur l'année, l'essai n'a pas été concluant, donc la pratique n'a pas été sélectionnée.

Changement de pratique réalisé préalablement à cette étude

Changement de pratique 1 : Arrêt des herbicides et conservation de l'enherbement
Etat originel : Suppression systématique de l'enherbement grâce à des herbicides de type glyphosate. Le sol est complétement découvert toute l'année car « un verger avec de l'enherbement est un verger mal entretenu, c'est une marque de laisser aller ». C'est cette motivation majeure qui a poussé au maintien de cette pratique par les professionnels.
Déclencheur de la transition : Crise de la cochenille et incapacité des produits à lutter contre cette pression associée à des impasses techniques dû au changement de la réglementation. De désespoir ou conseillé par les organismes techniques et de recherche (CIRAD et Chambre d'agriculture), certains se laissent aller ce qui permet à l'enherbement de se développer. Les résultats sont concluants et sont adoptés.
Etat actuel : L'enherbement est détruit 2 à 3 fois par an grâce à un gyrobroyeur ou à une débrousailleuse. Les fauches sont laissées sur place. L'enherbement est détruit pour faciliter le déplacement dans la parcelle pour la récolte et pour la taille mais aussi pour que les fruits tombés soient bien visibles et facilement collectés.

Changement de pratique 2 : Arrêt de la politique de traitement préventif et utilisation de seuil de traitement pour les ravageurs de la floraison notamment
Etat originel : Traitement systématique pendant toute la période de floraison. Le nombre de traitement avoisinait les 30 traitements par an. A cela, il faut ajouter les traitements fongiques et les traitements contre la mouche des fruits.
Déclencheur de la transition : Idem que pour l'arrêt des herbicides. Il y a aussi un désir d'être cohérent avec la conservation de l'enherbement et d'impacter un minimum la population d'auxiliaire. Le but final qui est de favoriser la présence d'auxiliaire de culture. Ces deux changements vont de pair.
Etat actuel : Les traitements sur le cortège de ravageur de la floraison se font après battage. Les traitements ont été divisés par 10 l'année dernière. On peut faire plusieurs hypothèses sur la raison de cette diminution : La diminution est dû à la mise en place des seuils de tolérance / la diminution est dû à l'enherbement / la diminution est dû à une combinaison des deux facteurs. Cependant, les traitements fongiques n'ont pas diminué, ni les traitements en Synéis Appa. Ils ne sont pas considérés comme des produits nocifs pour l'environnement et les auxiliaires car ils sont labélisé AB.